Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego 21

Przemiany wybranych komponentów środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000, w warunkach antropopresji, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu

Jan Wójcik

Wrocław 2011

Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego 21

Przemiany wybranych komponentów środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000, w warunkach antropopresji, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu

Jan Wójcik

Wrocław 2011

Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego 21

Redaktor serii
Zdzisław Jary

Redaktor techniczny
Marek Kasprzak

Recenzent tomu
prof. dr hab. Adam Łajczak

Skład komputerowy
Marek Kasprzak

Projekt graficzny okładki
Marek Kasprzak

Ilustracja na okładce:
Krajobraz wałbrzyski (fot. Jan Wójcik).

Zalecane cytowanie
Wójcik J., 2011, Przemiany wybranych komponentów środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000, w warunkach antropopresji, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu. Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego 21, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław.

©Copyright 2011 by Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego

ISBN 978−83−62673−12−4

Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego
Uniwersytet Wrocławski
Plac Uniwersytecki 1, 50–137 Wrocław

Uniwersytet Wrocławski

Druk i oprawa
I-BiS s.c., ul. Lelewela 4, 53–505 Wrocław

Spis treści

1. WPROWADZENIE 7

2. ZARYS I TŁO PROBLEMU, CELE BADAWCZE 11

3. UZASADNIENIE PODJĘCIA TEMATU 19

4. POŁOŻENIE OBSZARU BADAŃ 29

5. WYKORZYSTANE MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE. TOK OPRACOWANIA 33

6. STAN WIEDZY O ANTROPOPRESJI I JEJ SKUTKACH W ŚRODOWISKU PRZYRODNICZYM REJONU WAŁBRZYSKIEGO, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU PRZEMYSŁU, W ŚWIETLE LITERATURY PRZEDMIOTU 43

7. GŁÓWNE RYSY RZEŹBY TERENU 53

8. KLIMAT LOKALNY 59

9. WODY POWIERZCHNIOWE 69

10. PRZEMYSŁ JAKO GŁÓWNY CZYNNIK ANTROPOGENICZNYCH ZMIAN W UKSZTAŁTOWANIU POWIERZCHNI ZIEMI REJONU WAŁBRZYSKIEGO 77

10.1. Wpływ przemysłu na ukształtowanie powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego do 1975 r., ze szczególnym uwzględnieniem górnictwa węgla kamiennego 79

10.2. Wielkość i przestrzenne zróżnicowanie przemysłowych przeobrażeń rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego według stanu na 1975 r. 82

10.3. Przemysłowe zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 89

10.4. Gospodarka odpadami w górnictwie węgla kamiennego 90

10.4.1. Wytwarzanie odpadów 91

10.4.2. Odzysk odpadów 97

10.4.3. Składowanie odpadów 98

10.4.4. Gospodarka odpadami w pozostałych gałęziach przemysłu 100

10.5. Przemiany w ukształtowaniu powierzchni rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 w świetle gospodarki odpadami przemysłowymi 103

10.6. Wielkość, zróżnicowanie przestrzenne i charakterystyczne cechy przemysłowych przeobrażeń rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego w 2000 r. 124

10.6.1 Cechy morfometryczne i formy zwałów 136

10.7. Próba oceny antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu 180

10.8. Rekultywacja zwałów 190

10.9. Wpływ form antropogenicznych na wybrane komponenty środowiska przyrodniczego 202

10.9.1. Oddziaływanie form antropogenicznych na gleby i szatę roślinną 202

10.9.2. Wpływ form antropogenicznych na powietrze 206

10.9.3. Oddziaływanie form antropogenicznych na wody powierzchniowe 209

10.10. Rzeźba antropogeniczna, a zagrożenia dla gospodarki i człowieka 211

11. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA – ZRÓŻNICOWANIE PRZESTRZENNE I ZMIANY W LATACH 1975–2000, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU PRZEMYSŁU 221

11.1. Przemysłowe źródła i wielkość emisji zanieczyszczeń 222

11.2. Zanieczyszczenie powietrza – zróżnicowanie w przestrzeni i w czasie 242

11.3. Uwarunkowania środowiskowe i czynniki zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza w rejonie wałbrzyskim 284

12. PRZEMIANY WÓD POWIERZCHNIOWYCH REJONU WAŁBRZYSKIEGO W WARUNKACH ANTROPOPRESJI, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU PRZEMYSŁU W LATACH 1975–2000 331

12.1. Źródła zanieczyszczenia wód powierzchniowych 332

12.2. Zróżnicowanie ilości i jakości ścieków w latach 1975–2000 w świetle gospodarki wodno-ściekowej..... 338
12.3. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych, ze szczególnym uwzględnieniem cieków wodnych..... 365
12.4. Synteza i uwagi końcowe 380
13. DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ 389
14. PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ 395
LITERATURA 405
Wykorzystane materiały niepublikowane 424
SUMMARY 437

1. Wprowadzenie

Długa i złożona historia naturalna Sudetów sprawiła, że budowa geologiczna tych gór jest zróżnicowana. Budują je skały różnego wieku i pochodzenia. Wśród nich występują różnorodne złoża surowców mineralnych (*Surowce mineralne*… 1979), które są jednym z uwarunkowań rozwoju licznych gałęzi przemysłu w Sudetach. Region ten ma wielowiekowe tradycje przemysłowe. Intensywny rozwój wyżej wymienionego działu gospodarki, przypadający na XIX i XX w., spowodował powstanie specyficznego krajobrazu przemysłowego. Wielu badaczy Sudetów, m.in. Walczak (1968), Skiba (1979) i Ciok (1994) podkreślają, że już w połowie XIX w. góry te należały do najsilniej uprzemysłowionych regionów w Europie, a z pracy poza rolnictwem utrzymywało się około 66% ogółu mieszkańców. Charakterystyczną cechą zagospodarowania Sudetów jest więc znaczna koncentracja różnej wielkości ośrodków miejsko-przemysłowych (*Przemysł Dolnego Śląska* 1963, *Roczniki Dolnośląskie*… 1969, Koszarski 1989). Szybko postępujące w minionych 150 latach procesy industrializacji nie szły w parze z modernizacją większości zakładów przemysłowych oraz wprowadzaniem tam nowych technologii. Powodowało to pogłębianie się wielu niekorzystnych zjawisk w uprzemysłowieniu Sudetów. Pod koniec ubiegłego stulecia, na skutek długotrwałych zaniedbań, sudecki przemysł charakteryzował się bardzo wysokim stopniem dekapitalizacji majątku trwałego, przestarzałą strukturą gałęziową oraz wadliwą strukturą przestrzenną (Ciok 1994).

Paradoksem jest, iż występujące w Sudetach surowce mineralne warunkowały rozwój i zagospodarowanie tego regionu, równocześnie ich eksploatacja i przetwórstwo stały się główną przyczyna napięć i konfliktów między działalnością człowieka, a funkcjonowaniem środowiska przyrodniczego. Negatywną konsekwencją rozwoju przemysłu w Sudetach jest m.in. degradacja i zniszczenie środowiska przyrodniczego na znacznym obszarze gór. Środowisko przeobrażone wskutek antropopresji wywierało niekorzystny wpływ na warunki życia i rozwój gospodarczy regionu. Przykładem takiego obszaru w Sudetach jest rejon wałbrzyski. Jest to umownie przyjęty obszar obejmujący Wałbrzych i okoliczne miejscowości powiązane gospodarczo i komunikacyjnie, na którym środowisko przyrodnicze zostało w różnym stopniu przeobrażone pod wpływem antropopresji.

Intensywny rozwój górnictwa węgla kamiennego od połowy XIX w., wydobycie barytu oraz różnych surowców skalnych, a także rozwój przemysłu paliwowo-energetycznego, włókienniczego i chemicznego oraz produkcja porcelany stołowej spowodowały znaczne zmiany w środowisku przyrodniczym Wałbrzycha i okolic. Nasilający się przez wiele lat ostry konflikt między działalnością człowieka, a środowiskiem przyrodniczym doprowadził w wielu miejscach tego obszaru do degra-

dacji i zniszczenia środowiska przyrodniczego, a w konsekwencji także do zaburzeń w jego funkcjonowaniu. W związku ze znacznym zanieczyszczeniem i przeobrażeniem środowiska, w 1983 r. badany teren został uznany przez Kassenberga i Rolewicz (1985) za obszar ekologicznego zagrożenia (wałbrzyski obszar ekologicznego zagrożenia).

Dziś wiadomo, że rozpoczęta w 1991 r. restrukturyzacja przemysłu, w związku z transformacją gospodarki, wpłynęła korzystnie na stan środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego. Już na początku lat dziewięćdziesiątych XX w. wyraźnie zmniejszyło się zanieczyszczenie powietrza i wód powierzchniowych, również tempo modelowania powierzchni ziemi przez górnictwo. Zakończyły się trwające przez wiele lat procesy intensywnej degradacji i niszczenia środowiska przyrodniczego spowodowane działalnością przemysłową. Należy jednak podkreślić, że niektóre skutki antropopresji, związane głównie z nieprzemyślanymi działaniami i błędnymi decyzjami gospodarczymi, do dziś wywierają negatywne piętno na regionie. Dotyczy to, przede wszystkim, wieloletnich zaniedbań w zakresie gospodarki odpadami na terenach wałbrzyskich kopalń węgla, wolno postępujących procesów rekultywacji i zagospodarowania obszarów poprzemysłowych oraz nadal występującego osiadania powierzchni ziemi nad niewypełnionymi w całości podsadzką podziemnymi wyrobiskami, co jest przyczyną powstawania szkód w zabudowie i w sieci komunikacyjnej, pomimo zaprzestania już od 14 lat wydobycia węgla. Niezrekultywowane tereny poprzemysłowe są źródłem zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych, a także powodują pogorszenie estetyki krajobrazu. Środowisko przyrodnicze rejonu wałbrzyskiego wymaga więc nadal aktywnych działań państwa i samorządów w zakresie usuwania skutków antropopresji.

Niniejsza praca jest wynikiem wieloletnich badań terenowych i kompletowania archiwalnych danych statystycznych na temat zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego w Wałbrzychu i okolicy. Ogólnym celem było odtworzenie przemian, jakie zachodziły pod wpływem działalności człowieka w rzeźbie terenu, w wodach powierzchniowych i w powietrzu ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu, w latach 1975–2000 oraz ich skutków.

Badaniami objęto schyłkowy okres rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu i dominacji funkcji przemysłowej w gospodarce rejonu wałbrzyskiego (1975–1990) oraz pierwsze lata transformacji (1990–2000).

Zawarte w opracowaniu niektóre wyniki badań, poglądy i wnioski były prezentowane we wcześniejszych publikacjach autora, również na wielu konferencjach naukowych. Niniejsza praca jest natomiast pierwszą w piśmiennictwie naukowym syntezą antropogenicznych przemian i ich skutków w środowisku przyrodniczym badanego obszaru w ujęciu dynamicznym. Dotychczas nie prowadzono badań o podobnym charakterze dla innych obszarów Zagłębia Dolnośląskiego, także w Czechach (Zagłębie Zaclerskie). Likwidacja większości tradycyjnych gałęzi przemysłu w Wałbrzychu i okolicy sprawiła, że zakończyła się tu trwająca, co naj-

mniej od około 150 lat antropogenizacja środowiska związana z intensywną industrializacją. Ostatnia dekada XX w. to natomiast okres, w którym nasilenie antropopresji systematycznie malało, co skutkowało relaksacją środowiska przyrodniczego.

Odtworzenie antropogenicznych przemian w środowisku i określenie rozmiarów, zasięgu oraz przestrzennego zróżnicowania przeobrażeń wywołanych rozwojem przemysłu ma nie tylko ważne znaczenie naukowe i poznawcze, ale także praktyczne. Autor ma nadzieję, że prezentowane w pracy wyniki badań będą przydatne w działaniach związanych z naprawą środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego oraz jego rekultywacją, a także mogą być wykorzystane w planowaniu zagospodarowania i rozwoju regionu.

Źródłem danych statystycznych niezbędnych do napisania niniejszej pracy były różne niepublikowane opracowania, przeważnie archiwalne (dokumentacje, ekspertyzy, oceny, protokoły, zestawienia statystyczne itp.), które pochodziły z instytucji profesjonalnie zajmujących się ochroną i kształtowaniem środowiska w rejonie wałbrzyskim. Opracowanie to nie powstałoby bez życzliwości wielu osób, które w różny sposób okazały swoją pomoc przy zbieraniu materiałów oraz poświęciły czas na dyskusje i służyły radą podczas badań terenowych, a także w trakcie analizowania i opracowywania zebranych danych. Autor szczególnie serdecznie dziękuję Dyrektorom Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Wałbrzychu, Panom A. Tarnowieckiemu i R. Kierkusiowi za wyrażenie zgody na korzystanie z aktualnych i archiwalnych wyników badań będących własnością wyżej wymienionej instytucji, a Pani L. Kubackiej i Panom W. Jastalskiemu i T. Janeczkowi za życzliwą pomoc w poszukiwaniu i udostępnianiu archiwalnych opracowań oraz wykonaniu uzupełniających badań i analiz dotyczących zanieczyszczenia wód Pełcznicy i powietrza na terenie Wałbrzycha. Osobne podziękowania należą się również Dyrektorowi Urzędu Górniczego w Wałbrzychu Panu Z. Piątkowi oraz Panom S. Hodurkowi i M. Frajtakowi, zajmującym się ochroną środowiska na terenach wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego za cenne uwagi i dyskusje, także w terenie, na temat różnych zagadnień związanych z wpływem górnictwa na powierzchnię ziemi w węglowej niecce wałbrzyskiej. Słowa podziękowania kieruję również Dyrekcji i pracownikom Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego, wałbrzyskich kopalń węgla, Urzędu Wojewódzkiego i Miejskiego w Wałbrzychu, a także nie wymienionym tu osobom i instytucjom, które w różnym stopniu przyczyniły się do ukończenia niniejszej pracy.

Poruszane w niniejszym opracowaniu zagadnienia niejednokrotnie wykraczają poza ramy problematyki, którą zajmują się różne dyscypliny wchodzące w skład nauk geograficznych. W związku z tym często zasięgałem także porad i konsultacji u specjalistów, zatrudnionych w różnych instytucjach naukowo-badawczych (instytuty górnictwa i ochrony środowiska Politechniki Wrocławskiej, Wyższy Urząd Górniczy, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa i in-

ne), zajmujących się wpływem przemysłu na środowisko oraz rekultywacją i zagospodarowaniem terenów przekształconych przez przemysł.

Prezentowane opracowanie powstało w Instytucie Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego. Było ono finansowane z funduszy przyznawanych na badania własne, funduszy instytutowych, przede wszystkim jednak prywatnych zasobów finansowych. W trakcie prowadzenia badań, opracowywania zebranych danych i składania pracy prowadziłem liczne dyskusje z pracownikami Instytutu na temat badanej problematyki, co pozwoliło mi uniknąć niezamierzonych błędów oraz przyczyniło się do pełniejszego ujęcia zagadnienia.

Wsparcie duchowe i odciążenie mnie od wielu obowiązków rodzinnych w trakcie pisania pracy otrzymałem od Żony, a Synowi jestem wdzięczny za daleko idącą pomoc podczas składania tekstu i wykonywania grafiki komputerowej.

2. Zarys i tło problemu, cele badawcze

Współczesne przemiany środowiska przyrodniczego zachodzą z przyczyn naturalnych, a także coraz częściej wywołane są działalnością człowieka. Natężenie oddziaływania czynników naturalnych i antropogenicznych na środowisko jest zróżnicowane, zarówno w aspekcie przestrzennym, jak i czasowym. Specyficznymi w tym względzie obszarami są tereny miejsko-przemysłowe, na których funkcjonowanie, rozwój i przemiany środowiska są uwarunkowane, przede wszystkim, antropogenicznym przepływem energii i obiegiem materii (Kozacki 1980, Kistowski 1995, *Ochrona litosfery* 1998, Mannion 2001). Celowe i niezamierzone działania człowieka skutkują często modyfikacją procesów zachodzących w środowisku, co prowadzi do licznych napięć i konfliktów w układzie człowiek-środowisko. Wprowadzenie przez człowieka do środowiska geograficznego znacznych ilości materii i energii najczęściej przyśpiesza zachodzące w nim procesy, a w konsekwencji także jego przeobrażanie. Dlatego też środowisko przyrodnicze obszarów miejsko-przemysłowych, na których gospodarowanie zasobami mineralnymi przebiega z dużą intensywnością, jest często silnie przeobrażone, a dynamika zachodzących tam procesów wywołanych antropopresją przewyższa tempo przemian środowiska spowodowanych przyczynami naturalnymi (Marsh 1864, Sherlock 1922, Hornig 1968, Żmuda 1973, Mannion 2001). Antropogeniczne przeobrażenia wywierają istotny wpływ na funkcjonowanie środowiska, co z kolei generuje dalsze zachodzące w nim przemiany. Ważnym problemem badawczym współczesnych nauk geograficznych jest więc analiza i ocena skutków przeobrażeń zarówno dla środowiska, jak i dla działalności człowieka. Z tego powodu coraz wyraźniej rysuje się potrzeba kompleksowych i interdyscyplinarnych badań zmian zachodzących w środowisku, w celu opracowania ujęć syntezujących i prognostycznych. Skuteczność działań w zakresie właściwego kształtowania i „naprawy" środowiska w regionie jest bowiem, przede wszystkim, uwarunkowana kompleksową wiedzą o jego stanie. W literaturze naukowej znajdujemy wiele przykładów tego typu prac, m.in. Żmudy (1973), Kozackiego (1980), Jankowskiego (1986), Coatesa (1987), Francaviglii (1992) oraz Dwucet i in. (1992). Jednak nie na wszystkich obszarach, w których przemysł spowodował znaczne zmiany w środowisku przyrodniczym, dokonano szczegółowego rozpoznania zachodzących tam przemian i oceny stanu przeobrażenia środowiska. Jednym z takich obszarów w Polsce jest niewątpliwie rejon wałbrzyski, gdzie można przebadać antropogeniczne zmiany w środowisku przyrodniczym dzięki zachowanym w różnych instytucjach mniej lub bardziej szczegółowym informacjom i danym statystycznym o rozmiarach i skutkach antropopresji, nawet sprzed kilkudziesięciu lat.

Rozwój Wałbrzycha i okolicznych miejscowości był ściśle związany z wydobyciem węgla kamiennego. Działalność ta ma stare tradycje sięgające XV w. (*Codex Diplomaticus Silesiae* 1900, Pflug 1908, Richter 1926, Jaros 1975, Piątek i Piątek 1985, *Wałbrzych* 1993). W drugiej połowie XIX w. i na początku XX w. wydobycie węgla na skalę przemysłową przyczyniło się do rozwoju energetyki, przemysłu chemicznego (produkcja koksu i kwasu siarkowego) oraz produkcji gazu koksowniczego. W rejonie wałbrzyskim powstały także: huta szkła, zakłady produkujące porcelanę, zakłady wytwarzające maszyny i urządzenia górnicze, fabryki włókiennicze i zakłady odzieżowe oraz kopalnia barytu (*Wałbrzych* 1970, 1993, Szyperski 1979, 1981, 1983). Rozwinęła się również eksploatacja piasków, żwirów, glin i iłów warwowych oraz zwięzłych skał budowlanych: piaskowców, zlepieńców, ryolitów i melafirów (*Waldenburg in Schlesien* 1886, *Waldenburg in Niederschlesien* 1925, Hodurek i in. 1984, Wójcik 1993a). W związku z dużym zapotrzebowaniem przemysłu i gospodarki komunalnej na energię elektryczną i ciepło powstały w Wałbrzychu liczne zakładowe elektrownie i ciepłownie oraz lokalne i osiedlowe kotłownie pracujące głównie na węglu kamiennym. Szybko postępująca industrializacja doprowadziła do znacznej koncentracji różnej wielkości zakładów przemysłowych w Wałbrzychu i okolicy, przeważnie o dużej uciążliwości dla człowieka i środowiska przyrodniczego.

Badając wpływ przemysłu na rzeźbę terenu, wody powierzchniowe i powietrze w rejonie wałbrzyskim, w latach 1975–2000, należy zwrócić uwagę na kilka istotnych faktów z przeszłości, które ukształtowały obraz uprzemysłowienia i stan techniczny zakładów przemysłowych w ostatnich kilkunastu latach poprzedzających rozpoczęcie restrukturyzacji gospodarki w regionie. Przeobrażenia środowiska przyrodniczego w badanym okresie spowodowane rozwojem przemysłu, były, bowiem uwarunkowane m.in. „utrwaloną" od wielu lat w regionie specyficzną jego strukturą, złym stanem technicznym większości zakładów przemysłowych oraz stosowaniem w produkcji przeważnie przestarzałych technologii. Skiba (1978, 1979), Piątek i Piątek (1983, 2000) oraz Burdek i Zasłuń (1994–1995) podkreślają, że uprzemysłowienie badanego obszaru ukształtowało się już pod koniec XIX w. oraz na początku wieku XX i do końca lat osiemdziesiątych minionego stulecia nie uległo zasadniczym zmianom. Wprawdzie przed II wojną światową przeprowadzono częściową modernizację kopalń węgla oraz zlikwidowano kilka nierentownych jednostek wydobywczych, a także unowocześniono niektóre zakłady przemysłowe w regionie, to jednak wojna przerwała te działania (Jaros 1975, Konieczny 1976, 1978, Burdek, Zasłuń, 1994–1995). W latach 1939–1945 w Wałbrzychu i okolicy ukształtował się model gospodarki wojennej. Rozwój przemysłu był podporządkowany potrzebom prowadzonej prze Niemcy wojny, nie zwracano natomiast uwagi na ekonomiczne i środowiskowe skutki gospodarowania zasobami naturalnymi.

Brak zniszczeń wojennych w rejonie wałbrzyskim oraz obawa, że obszar ten ponownie znajdzie się na terytorium państwa niemieckiego, skutkowały znacznym

ograniczeniem środków finansowych przeznaczanych w latach 1945–1948 na modernizację przemysłu i nowe inwestycje w regionie. Równocześnie odbudowa kraju po zniszczeniach wojennych wiązała się z dużym zapotrzebowaniem na energię wytwarzaną głównie z węgla kamiennego. Niewielkie korzyści finansowe przynosił eksport tego surowca, a także produkowanego w Wałbrzychu koksu. Większość państwowych dotacji była przeznaczana na udostępnianie nowych złóż oraz utrzymanie wydobycia węgla w wysokości 2,7–3,2 mln ton rocznie. Jak podkreśla Kotełko (1997) nie było ekonomicznego uzasadnienia na wydobycie tak dużych ilości węgla w Zagłębiu Wałbrzyskim. W związku z tym postępowała coraz większa dekapitalizacja majątku trwałego. Kontynuacja wydobycia węgla oraz rozwój tradycyjnych gałęzi przemysłu w regionie, bez ich unowocześniania, prowadził do utrwalenia przestarzałej struktury gałęziowej w gospodarce rejonu wałbrzyskiego (Łoboda, Ciok 1992, *Wałbrzych* 1993, Burdek, Zasłuń 1994–1995).

W 1975 r., wskutek reformy podziału administracyjnego Polski, utworzono województwo wałbrzyskie. Intensywny rozwój przemysłu w Polsce, przypadający na pierwszą połowę lat 70 XX w., uwarunkowany m.in. zagranicznymi kredytami inwestycyjnymi, nie zaznaczył się nowymi większymi inwestycjami w rejonie wałbrzyskim. Większość kredytów wykorzystano wówczas w centrach ówczesnych województw i tylko niewielką ich część przeznaczono na inwestycje w powiatach. W drugiej połowie lat siedemdziesiątych kredyty skończyły się, a rejon wałbrzyski pozostał bez większego wsparcia finansowego na restrukturyzację gospodarki. Pozostało więc kontynuowanie rozwoju przestarzałych, zwykle nierentownych gałęzi przemysłu. Nakłady pieniężne przeznaczane na wydobycie jednej tony węgla w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach często były wyższe, niż zysk ze sprzedaży tej kopaliny. Działalność kopalń była więc dotowana z budżetu państwa. Wtedy to opracowano po raz pierwszy koncepcję połączenia wałbrzyskich kopalń i scentralizowania wydobycia węgla, co miało przyczynić się do bardziej racjonalnej gospodarki złożami i obniżyć koszty eksploatacji tego surowca (*Pięć wieków*... 1978). W tym celu, już w 1983 r. rozpoczęto drążenie nowego szybu wydobywczego „Kopernik", który miał być głównym szybem dla zespolonych kopalń węgla w Wałbrzychu (Biel, Balcerek 1988). Inwestycja ta pochłonęła około 450 miliardów starych złotych, nie ukończono jej, ani nie była w ogóle wykorzystywana. Podczas likwidowania kopalń (po 1991 r.) urządzenia naziemne zdemontowano, a szyb zasypano (*Sprawozdanie z przebiegu*… 1999, *Eksploatacja górnicza*… 2000).

Do końca lat sześćdziesiątych XX w. rozwinięty w Wałbrzychu i okolicy przemysł był postrzegany jako element pozytywne stymulujący rozwój gospodarczy regionu i kraju. Negatywne skutki oddziaływania przemysłu na środowisko przyrodnicze oraz związane z tym pogarszanie się warunków życia zamieszkałej tu ludności nie były wówczas szczegółowo monitorowane i badane. Postępująca degradacja i niszczenie środowiska przyrodniczego przez przemysł w badanym obszarze były „niewygodnymi" problemami dla ówczesnych władz. Skąpa ilość informacji

oraz trudności w dostępie do nich nie sprzyjały badaniom przemian zachodzących w środowisku przyrodniczym pod wpływem antropopresji. W latach 1950–1970 powstało zaledwie kilkanaście, przeważnie ogólnych publikacji o negatywnym wpływie przemysłu na środowisko przyrodnicze Wałbrzycha i skutkach tego procesu, m.in. Jarosza, Sylwestra i Walichniewicza (1960), Jońcy, (1960, 1968), Tyczki (1961), Zeńczaka (1966) oraz Śniegowskiego (1967). Wzmianki na temat antropopresji związanej z rozwojem przemysłu w rejonie wałbrzyskim znajdujemy także na marginesie opracowań z zakresu górnictwa, geografii gospodarczej i innych (Gawędzki 1948, Gawor 1948, Karpina 1955, Spindor 1958, Kawalec 1965).

Brak perspektyw rozwoju i modernizacji tradycyjnych gałęzi wałbrzyskiego przemysłu już na początku lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia wywołał liczne dyskusje na temat reformowania i restrukturyzacji gospodarki w regionie. Coraz częściej zaczęto także dostrzegać negatywny wpływ przemysłu na środowisko przyrodnicze oraz związane z tym zagrożenia dla zdrowia człowieka, wynikające z kontynuowania rozwoju przestarzałych gałęzi przemysłu. Realizowany przez wiele lat model gospodarowania w badanym obszarze powodował częste konflikty w relacjach człowiek–środowisko. Stały się one impulsem do opracowania w latach 1974––1976 kilku nowych koncepcji rozwoju regionu, uwzględniających w swych założeniach odchodzenie od dotychczasowych tradycyjnych form gospodarowania (Burdek i Zasłuń 1994–1995, Kotełko 1997). Koncepcje te zakładały m.in. stopniową likwidację przestarzałych i uciążliwych dla środowiska gałęzi przemysłu (głównie przemysłu paliwowo-energetycznego) oraz rozwój przemysłu lekkiego. Zaplanowano m. in. zamknięcie starych, powstałych w XIX w., wałbrzyskich koksowni i wybudowanie w Świebodzicach Cierniach nowoczesnego kombinatu koksochemicznego. W 1981 r. rozpoczęto budowę Fabryki Porcelany „Książ", która zaczęła działać w 1985 r. i zapoczątkowała przemiany gałęziowe i strukturalne wałbrzyskiego przemysł (Figura 1989). Była to jedyna duża inwestycja, jaka powstała w tym czasie. Kryzys finansów państwa na początku lat osiemdziesiątych XX w. przyczynił się do zaprzestania wdrażania koncepcji restrukturyzacji przemysłu w Wałbrzychu i okolicy. Potrzeby państwa w zakresie bezpieczeństwa energetycznego w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia oraz utrzymania zatrudnienia warunkowały kontynuowanie wydobycia i przetwórstwa węgla.

Przełomowym okresem w rozwoju przemysłu w rejonie wałbrzyskim był koniec lat osiemdziesiątych XX w. Narastający kryzys ekonomiczny w Polsce oraz rozpoczęte w 1989 r. przemiany ustrojowe i gospodarcze stworzyły korzystny klimat do podjęcia decyzji o likwidacji kopalń węgla kamiennego i kooperujących z nimi innych zakładów przemysłowych w rejonie wałbrzyskim. Rozpoczął się okres transformacji gospodarczej mającej na celu, przede wszystkim, restrukturyzację przemysłu w badanym rejonie. Zakończony w 1997 r. proces likwidacji kopalń węgla był najtrudniejszym etapem restrukturyzacji wałbrzyskiego przemysłu. Wystąpiły wówczas liczne problemy natury społecznej i ekonomicznej, które do dziś

nie zostały w pełni rozwiązane (wysokie bezrobocie, zagospodarowanie majątku trwałego w zamykanych zakładach przemysłowych, marazm części społeczeństwa). W wielu dziedzinach życia społeczno-gospodarczego wystąpiła stagnacja, a nawet regres. Transformacja gospodarcza wywarła także istotny wpływ na zmiany w środowisku przyrodniczym badanego obszaru. W rejonach jeszcze niedawno uprzemysłowionych oraz w strefach ich oddziaływania zanotowano wyraźną poprawę stanu środowiska. Jednocześnie ujawniły się liczne problemy związane, przede wszystkim, z likwidacją kopalń. Wiązały się one z rekultywacją i zagospodarowaniem terenów po działalności przemysłowej, zwłaszcza hałd i osadników kopalnianych, osiadaniem powierzchni terenu nad niewypełnionymi lub tylko częściowo wypełnionymi podsadzką wyrobiskami podziemnymi, powodującym szkody górnicze oraz zmianą warunków hydrogeologicznych w górotworze spowodowaną stopniowym zaprzestaniem odwadniania kopalń.

Zasadniczym wątkiem pracy są relacje człowiek–środowisko w warunkach zmieniającego się natężenia antropopresji. Klasycznym przykładem obszaru, w którym było możliwe zbadanie antropogenicznych przemian zachodzących w środowisku i ich skutków w trakcie rozwoju przemysłu oraz po jego likwidacji, jest właśnie rejon wałbrzyski. W latach 1975–1990 przemysł decydował tam o rozwoju regionu, także warunkował szybko zachodzące przemiany w środowisku. Wspomniany wyżej okres stanowił jednocześnie schyłek działalności tradycyjnych gałęzi przemysłu w Wałbrzychu i okolicy, które rozwijały się tu nieprzerwanie od połowy XIX w. Po 1991 r., w związku z likwidacją kluczowych gałęzi przemysłu i restrukturyzacją gospodarki, wpływ przemysłu na środowisko systematycznie malał. Proces ten trwał do 1997 r. i był uwarunkowany, przede wszystkim, działaniami administracyjnymi: stopniowym zmniejszaniem wielkości produkcji oraz zamykaniem nierentownych i szczególnie uciążliwych dla środowiska zakładów przemysłowych. Przeprowadzone w ostatniej dekadzie XX w. zmiany strukturalne w przemyśle rejonu wałbrzyskiego przyczyniły się do ograniczenia roli przemysłu, jako głównego czynnika antropopresji w badanym obszarze. Wraz z likwidacją tradycyjnych gałęzi przemysłu zakończył się tu, trwający nieprzerwanie od około 150 lat, okres intensywnych antropogenicznych przemian środowiska przyrodniczego. Do dziś pozostały w nim mniej, lub bardziej trwałe skutki antropopresji. Zaprzestanie wydobywania węgla na skalę przemysłową – działalności o największym niegdyś zasięgu terytorialnym w rejonie wałbrzyskim – jest przyczyną wystąpienia nowych zjawisk, których oddziaływanie na środowisko oraz zagospodarowanie badanego obszaru nie zostało w pełni rozpoznane. Wiążą się one z „odbudową" pierwotnego zwierciadła wód podziemnych, wpływem gazów kopalnianych (głównie CO_2 i CH_4) na górotwór oraz osiadaniem powierzchni ziemi nad nieczynnymi już wyrobiskami górniczymi, co do dziś skutkuje powstawaniem szkód i deformacji na powierzchni terenu *(Doświadczenia z likwidacji*... 1999, *Eksploatacja górnicza*... 2000).

Mnogość problemów związanych z oddziaływaniem przemysłu na środowisko przyrodnicze Wałbrzycha i okolicy w latach 1975–2000 wymaga bliższego sprecyzowania cząstkowych celów badawczych. Ujęto je w kilku punktach.

1. Zbadanie i określenie rozmiarów, zasięgu i dynamiki antropogenicznych przeobrażeń w rejonie wałbrzyskim, w odniesieniu do rzeźby terenu, wód powierzchniowych i powietrza, w świetle zmieniającego się w latach 1975–2000 natężenia antropopresji, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu. Wydzielenie okresów o zróżnicowanym tempie antropogenizacji środowiska.
2. Wyjaśnienie uwarunkowań środowiskowych i czynników mających wpływ na zróżnicowanie w przestrzeni i w czasie antropogenicznych przemian badanych komponentów środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego.
3. Analiza i ocena rozmieszczenia i przestrzennego zróżnicowania przemysłowych skutków antropopresji w środowisku przyrodniczym badanego obszaru.
4. Zbadanie zróżnicowania i ocena skutków antropopresji, ze względu na ich trwałość w środowisku przyrodniczym. Wyjaśnienie wpływu antropogenicznych zmian w środowisku na wybrane komponenty i stan środowiska przyrodniczego badanego obszaru.
5. Ocena rozmiarów i dynamiki antropogenicznych przemian rzeźby terenu w przestrzeni i w czasie (1975–2000), w świetle gospodarki odpadami przemysłowymi oraz w nawiązaniu do tempa procesów rekultywacji i zagospodarowania terenów zdegradowanych i zniszczonych przez przemysł.
6. Wyjaśnienie wpływu przemian w gospodarce rejonu wałbrzyskiego, a zwłaszcza restrukturyzacji przemysłu w latach 1991–1997, na przebieg i dynamikę antropopresji oraz stan wybranych elementów środowiska w badanym rejonie.
7. Udokumentowanie i udowodnienie tezy, że zasadniczym czynnikiem poprawy jakości środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego w ostatniej dekadzie XX w. były głębokie zmiany w strukturze przemysłu i rozmieszczeniu obiektów przemysłowych na tym obszarze.
8. Opracowanie syntetycznego modelu przemian rzeźby terenu, wód powierzchniowych i powietrza w rejonie wałbrzyskim, w świetle zmieniającej się dynamiki antropopresji, ze szczególnym uwzględnieniem obiegu zanieczyszczeń i uwarunkowań tego procesu oraz związków i zależności zachodzących w środowisku spowodowanych działalnością człowieka. Wyeksponowanie w modelu regionalnej specyfiki zagrożeń i przeobrażeń środowiska przyrodniczego.

Sformułowane wyżej cele badawcze są podporządkowane realizacji głównego celu pracy, jakim jest próba odtworzenia antropogenicznych przemian, zachodzących w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego u schyłku rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu, w okresie restrukturyzacji gospodarki na tym obszarze oraz po jej zakończeniu, a także czynników mających wpływ na przebieg i skutki antropopresji w aspekcie przestrzennym i czasowym. Niniejsze opracowanie jest również próbą znalezienia odpowiedzi na nie rozwiązane dotąd problemy o charak-

terze pragmatyczno-prognostycznym, dotyczące zmian w środowisku przyrodniczym badanego obszaru w warunkach zmieniającego się natężenia i charakteru antropopresji.

3. Uzasadnienie podjęcia tematu

W latach 1975–1990 charakterystyczną cechą gospodarki rejonu wałbrzyskiego była dominacja funkcji przemysłowej. Wałbrzych, który zajmował centralną część badanego obszaru był wówczas największym ośrodkiem miejsko-przemysłowym w Sudetach. Przemysł tego miasta przez kilkadziesiąt lat stymulował rozwój regionu oraz oddziaływał też destrukcyjnie na środowisko przyrodnicze. Zasięg wpływu wałbrzyskiego przemysłu wykraczał znacznie poza administracyjne granice miasta. Przestarzała struktura kluczowych gałęzi przemysłu, wysoki stopień dekapitalizacji majątku trwałego oraz „podporządkowanie" środowiska przyrodniczego działalności przemysłowej, wraz z permanentnym brakiem wystarczających funduszy na ochronę i kształtowanie środowiska, także wyspecjalizowanych jednostek do prowadzenia rekultywacji i zagospodarowania terenów zdegradowanych i zniszczonych wskutek antropopresji, warunkowały pogłębianie się niekorzystnych zmian w środowisku badanego obszaru. Już w 1980 r. zanieczyszczenie i zniszczenie środowiska przyrodniczego znacznej części rejonu wałbrzyskiego było tak duże, że obszar ten w całości znalazł się w granicach wałbrzyskiego obszaru ekologicznego zagrożenia (Kassenberg, Rolewicz 1984, Jońca, Kacperkiewicz 1986). Przeprowadzona w latach 1991–1997 likwidacja większości przestarzałych i nierentownych obiektów przemysłowych nie rozwiązała ogółu problemów związanych z oddziaływaniem przemysłu na środowisko przyrodnicze badanego obszaru. Jak wcześniej wspomniałem, powierzchnia ziemi w obszarach dawnej eksploatacji węgla wciąż osiada, co powoduje jej odkształcanie, a tym samym zmiany w rzeźbie terenu. Wskazują na to m.in. pojawiające się co pewien czas szkody w zabudowie i sieci komunikacyjnej. Obserwowane zmiany w środowisku wiążą się także z zatapianiem podziemnych wyrobisk górniczych oraz wydostawaniem się gazów kopalnianych na powierzchnię, w związku z podnoszeniem się zwierciadła wód podziemnych (Płonka i in. 1999). W wielu miejscach na terenie Wałbrzycha doszło do podtopienia zabudowań oraz powstały tu pęknięcia w gruncie, którymi wody i gazy kopalniane wydostają się na powierzchnię ziemi. Trudno przewidzieć, kiedy i gdzie powstaną następne szkody górnicze oraz jak dalej będą przebiegały te zjawiska (*Doświadczenia z likwidacji*... 1999, *Eksploatacja górnicza a ochrona*... 2000). Nie ulega wątpliwości, że wiążą się one z naruszeniem górotworu spowodowanym eksploatacją węgla. Przebadanie obszarów, na których powierzchnia terenu jest zagrożona osiadaniem, pozwoli wyznaczyć miejsca gdzie w przyszłości mogą wystąpić szkody w zabudowie oraz w powierzchni ziemi.

Odtworzenie antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu, wód powierzchniowych i powietrza u schyłku rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu

w Wałbrzychu i okolicy jest uzasadnione, nie tylko względami naukowymi, ale ma również znaczenie praktyczne. W ostatniej dekadzie ubiegłego stulecia zakończył się okres znacznego natężenia antropopresji spowodowanej działalnością przemysłową. Zbadanie skutków antropogenicznych przemian w okresie, kiedy ustała intensywna presja człowieka na środowisko, stanowi podstawę oceny wielkości i przestrzennego zróżnicowania degradacji i zniszczenia środowiska przyrodniczego, również stopnia trwałości powstałych przeobrażeń. Niektóre skutki antropopresji, ostro ujawniające się podczas funkcjonowania przemysłu, po zaprzestaniu tej działalności ustały, np. permanentne zanieczyszczenie powietrza. Inne skutki antropogenizacji środowiska narastały wraz z upływem czasu, np. przeobrażenia w powierzchni ziemi spowodowane usypywaniem hałd kopalnianych. Formy te do dziś są względnie trwałym efektem wpływu przemysłu na rzeźbę terenu badanego obszaru. Trwałe rzeźbotwórcze skutki antropopresji związane z kopalnictwem węgla powstały także na skutek osiadania powierzchni ziemi. W porównaniu z hałdami, których „antropogeniczny rozwój ” zakończył się wraz z likwidacja kopalń, niektóre niecki nadal się rozwijają, co wiąże się z postępującym osiadaniem górotworu.

Rozpoznanie oraz kompleksowe określenie wielkości i przestrzennego zróżnicowania antropogenicznych zmian w środowisku, a także wyjaśnienie uwarunkowań i kierunków zachodzących przemian, właśnie teraz jest szczególnie uzasadnione, bowiem wiedza ta jest niezbędna do wytyczenia strategii rozwoju miasta i regionu, nad którą pracują obecne władze Wałbrzycha. Przeobrażenia, jakie spowodował przemysł w rejonie wałbrzyskim są niemałe i o doniosłych skutkach przyrodniczych i ekonomicznych. Złą sytuację gospodarczą regionu dodatkowo pogłębiają społeczne skutki likwidacji kopalń węgla i zakładów przemysłowych niegdyś współpracujących z kopalniami. Restrukturyzacja przemysłu i reformowanie gospodarki po 1990 r., także nie przyniosły w pełni oczekiwanych rezultatów. Przyczynami niepowodzeń były, m.in. brak jednolitej koncepcji restrukturyzacji przemysłu oraz wystarczającej wiedzy i doświadczeń w tym zakresie, słabo przebiegająca współpraca i częste konflikty między francuskimi ekspertami i polskimi władzami w związku z wdrażaniem opracowanych przez Francuzów planów restrukturyzacji, a także niewystarczające fundusze przeznaczane na te cele (Burdek, Zasłuń 1994–1995, Płonka i in.1999). Brak kompleksowej wiedzy o antropogenicznych przeobrażeniach w rejonie wałbrzyskim to zapewne jedna z istotnych przyczyn utrudniająca działania mające na celu przywrócenia wartości użytkowej zdegradowanemu i zniszczonemu środowisku przyrodniczemu badanego obszaru. Niniejsza praca, choćby w części uzupełnia tę lukę.

Reformowanie gospodarki i wytyczanie kierunków rozwoju regionu, w nawiązaniu do naturalnych warunków środowiska, bez szczegółowej wiedzy o stanie jego przeobrażenia, wydaje się mało zasadne. Środowisko przyrodnicze determinuje określone działania człowieka. W rejonie wałbrzyskim, gdzie jest ono w znacznym stopniu przemodelowane, rozpoznanie stanu przeobrażenia poszczególnych kompo-

nentów środowiska, w celu określenia głównych kierunków rozwoju regionu, ma szczególnie ważne znaczenie. Dotychczasowy stan wiedzy o antropopresji i jej skutkach w badanym obszarze jest niewystarczający do celów prognostycznych. Ponadto wiedza ta jest nieuporządkowana, co dodatkowo utrudnia jej wykorzystanie w praktyce. Jest to kolejny istotny powód uzasadniający podjęcie takiego opracowania. Niniejsza publikacja to jedna z nielicznych prac w polskiej literaturze dotyczących antropogenicznych zmian w środowisku przyrodniczym w ujęciu regionalnym, skoncentrowanych na skutkach antropopresji na przełomie dwóch zróżnicowanych ze względu na model gospodarki okresów: 1975–1989 i 1990–2000. Dzięki rozpatrywaniu badanego zagadnienia w takim aspekcie możliwe jest ustalenie, jakie tendencje zmian w przebiegu i rozmiarach antropopresji wystąpiły w rejonie wałbrzyskim w związku z transformacją gospodarki.

Analiza treści licznych publikacji, zarówno polskich, jak i obcojęzycznych, dotyczących różnych aspektów wpływu przemysłu na środowisko przyrodnicze pozwoliła ustalić dwa zasadnicze podejścia w rozpatrywaniu tych problemów. W jednych opracowaniach antropogeniczne zmiany w środowisku są prezentowane w sposób statyczny (w określonym momencie czasowym), w innych zaś w ujęciu dynamicznym (w przyjętym przedziale czasowym). Do pierwszych z wyżej wymienionych typów prac można zaliczyć m.in. publikacje Horniga (1955, 1968) i Wrony (1973) oraz dużą liczbę „ocen" i „raportów" PIOŚ (obecnie IOŚ) o stanie środowiska na określonym obszarze, zwykle w danym roku (vide wykaz literatury). Do drugiej grupy prac zaliczono natomiast opracowania Kozackiego (1980), Podgórskiego (1999, 2001), Żmudy (1973) i autora (Wójcik 1993a, 1996c, 2006a). W znacznej liczbie publikacji problematyka antropogenicznych przeobrażeń środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego jest prezentowana w sposób statyczny (Frajtak 1978, Grzybowski 1978, Jabłoński, Kacperkiewicz 1979, Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Ocena stanu środowiska*... 1977, 1980, *Raport o stanie środowiska* 1981, 1994). Przemiany środowiska przyrodniczego pod wpływem antropopresji w Wałbrzychu i okolicy, w aspekcie dynamicznym zostały zbadane przez autora (1993a, 1996a, 1996b, 1996c, 1997a, 1997b, 2006a). Wymienione publikacje zawierają wyniki badań nad antropogenicznymi przeobrażeniami wód powierzchniowych, powietrza i gleb w okresach od kilku do kilkudziesięciu lat, a w odniesieniu do rzeźby terenu nawet od 1865 r.

W niniejszej pracy antropopresja i jej skutki w środowisku były rozpatrywane także w ujęciu dynamicznym. W porównaniu do wcześniejszych publikacji autora zakres tematyczny prezentowanego opracowania obejmuje skalę zagrożeń znacznie szerszą. Zawarto w nim wyniki badań dotyczące antropogenicznych przemian trzech komponentów środowiska: rzeźby terenu, powietrza i wód powierzchniowych. Przeobrażanie środowiska przyrodniczego było badane na tle zmieniających się w czasie i w przestrzeni warunków antropopresji. Zachodzące w analizowanej przestrzeni związki i zależności uwarunkowane antropopresją oraz ich skutki dla

badanych komponentów środowiska, ujęto z zastosowaniem rozwiązań modelowych. W piśmiennictwie odnoszącym się do badanego obszaru takie ujęcie w badaniach nie było dotychczas prezentowane.

Szczegółowymi badaniami objęto obszar o powierzchni 144,4 km^2 położony w Sudetach w granicach administracyjnych następujących miast i gmin: Wałbrzych, Boguszów-Gorce, Szczawno-Zdrój i Jedlina-Zdrój. W uzasadnieniu podjęcia tematu należy podkreślić, iż pełne i poprawne poznanie wpływu przemysłu na rzeźbę terenu, wody powierzchniowe i powietrze jest możliwe tylko w skali szczegółowej, na podstawie dokładnej inwentaryzacji zaistniałych zmian. Odtwarzając przemiany środowiska przyrodniczego w warunkach antropopresji, zwykle optymalnym obszarem do takich badań jest region, lub inna jednostka terytorialna, np. okręg przemysłowy. Zmiany w środowisku wiążą się bowiem przeważnie z lokalnymi czynnikami antropopresji, co pozwala uchwycić specyficzne cechy antropogenicznej ewolucji tych obszarów.

Teren badań został wybrany celowo. Występują tu zarówno obszary o silnie przeobrażonym środowisku, na których jeszcze niedawno dominowała funkcja przemysłowa (Wałbrzych, Boguszów-Gorce), jak również obszary o znacznie mniej przeobrażonym środowisku, pełniące funkcje turystyczne i wypoczynkowe (Jedlina-Zdrój, Szczawno-Zdrój). Na tym obszarze można więc zbadać wpływ przemysłu na środowisko przyrodnicze, zarówno na terenach uprzemysłowionych, jak i w miejscowościach uzdrowiskowych. Należy podkreślić fakt, iż żadne z polskich uzdrowisk nie było tak blisko położone dużego ośrodka przemysłowego, jak Szczawno-Zdrój. Miasto to może być więc modelowym przykładem uzdrowiska, w którym pełnienie funkcji turystycznej i wypoczynkowej pozostawało przez wiele lat w sprzeczności ze stanem środowiska, w związku z oddziaływaniem wałbrzyskiego przemysłu.

Charakterystycznymi formami antropogenicznymi występującymi w obszarach wydobycia węgla kamiennego są hałdy i osadniki kopalniane oraz niecki z osiadania. W Wałbrzychu i okolicy formy te tworzą największe skupisko w całym Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym. Charakteryzują się one zróżnicowaną wielkością i kształtem, a ponadto występują w górach – na obszarze o silnie urozmaiconej rzeźbie terenu. Pod wpływem eksploatacji węgla naturalna powierzchnia terenu w wielu miejscach została zniekształcona, a także powstały tam zupełnie nowe formy. Ukształtowanie powierzchni terenu w rejonie wałbrzyskim uwarunkowane rozwojem górnictwa węglowego różni się więc zasadniczo od rzeźby antropogenicznej np. Rybnickiego Okręgu Węglowego. Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, czy też zagłębi Ruhry, Pas de Calais i Lotaryńskiego. Te zagłębia występują na terenach wyżynnych i nizinnych, gdzie przekształcenie powierzchni różni się od górniczych obszarów w górach. Wyjaśnienie uwarunkowań środowiskowych i czynników rozwoju antropogenicznej rzeźby terenu, przestrzennego zróżnicowania powstałych zmian oraz wpływu rzeźby na środowisko przyrodnicze i gospodarkę w rejonie wał-

brzyskim, w nawiązaniu do specyficznych cech środowiska tego obszaru, to problemy, których rozwiązanie jest kolejnym istotnym powodem uzasadniającym podjęcie opracowania badanego zagadnienia.

Zakres czasowy badań (1975–2000) znajduje także uzasadnienie w dostępności do źródeł badawczych. Najstarsze kompletne informacje statystyczne na temat zanieczyszczenia i antropogenicznych przemian badanych komponentów środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego pochodzą z 1975 r. Wałbrzych otrzymał wtedy status miasta wojewódzkiego i rozpoczęto na jego obszarze systematyczne pomiary i obserwacje stanu środowiska. Monitorowaniem zagrożeń i zmian zachodzących w środowisku zajmowały się głównie dwie instytucje: Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska (OBiKŚ) oraz Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna (WSSE) w Wałbrzychu. Na początku lat siedemdziesiątych XX w., również w dużych zakładach przemysłowych badanego obszaru, m.in. w kopalniach węgla kamiennego i w kopalni barytu oraz w wałbrzyskich koksowniach powstawały pierwsze zakładowe działy ochrony środowiska rejestrujące zanieczyszczenie i antropogeniczne zmiany środowiska na terenach tych zakładów. Monitorowano przede wszystkim wielkość emisji i imisji zanieczyszczeń, ilości „wytwarzanych" i zrzucanych do wód powierzchniowych ścieków, a także gospodarowanie odpadami przemysłowymi. W latach 1980–2000 badaniem stanu środowiska przyrodniczego Wałbrzycha i okolicy oraz zachodzących tam zmian zajmował się Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ), który przejął kompetencje zlikwidowanego OBiKŚ.

Informacje statystyczne na temat antropopresji i jej skutków w badanym rejonie sprzed 1975 r., zawarte w różnych materiałach znajdujących się w archiwach WSSE i WIOŚ w Wałbrzychu, są niekompletne. Z badań autora prowadzonych w archiwach wyżej wymienionych instytucji wynika, że w latach 1966–1974 pomiary zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim prowadzono nieregularnie, być może część powstałej wówczas dokumentacji celowo skasowano, lub uległa ona zniszczeniu. Jedynie w nieistniejącym już dziś archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu dotarłem do starszych dokumentów kopalnianych, często rękopisów, na podstawie których odtworzono jak gospodarowano skałami odpadowymi i jak przebiegały zmiany w powierzchni ziemi wskutek sypania hałd na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń od 1960 r. (Wójcik 2006b).

Proces likwidacji kopalń węgla i kooperujących z nimi innych zakładów przemysłowych zakończył się formalnie 31 X 1997 r. Pod koniec 1997 r. przestało także działać Biuro ds. Restrukturyzacji w Wałbrzychu, co praktycznie oznaczało koniec procesu restrukturyzacji przemysłu w rejonie wałbrzyskim (Wojtaś 1997, Płonka i in.1999). W niniejszej pracy antropogenicznie uwarunkowane zmiany w środowisku przyrodniczym badanego obszaru zbadano w trzech okresach: w warunkach silnej antropopresji (1975–1990), na początku restrukturyzacji gospodarki

(1991–1996) oraz w okresie, kiedy ustała intensywna presja przemysłu na środowisko (1997–2000).

Zaproponowany zakres czasowy badań obejmuje wiec okres, w którym wystąpiły największe udokumentowane antropogeniczne zmiany w środowisku. Początkowo były one uwarunkowane rozwojem tradycyjnych gałęzi przemysłu. Występowało narastanie niekorzystnych zmian w środowisku, które osiągnęły apogeum pod koniec lat osiemdziesiątych XX w. Po 1990 r. zachodzące w środowisku przemiany były natomiast uwarunkowane likwidacją uciążliwych gałęzi przemysłu oraz systematycznym spadkiem wielkości produkcji przemysłowej, co skutkowało wyraźną poprawą stanu środowiska. Ostatnie cztery lata badanego okresu charakteryzowały się najmniejszym natężeniem antropopresji i ustabilizowaniem stanu środowiska przyrodniczego. Zmiany zachodzące w gospodarce rejonu wałbrzyskiego, uwarunkowane decyzjami administracyjnymi, przyczyniły się więc do znacznych przeobrażeń w środowisku przyrodniczym tego obszaru. Teza ta do tej pory nie została jednak należycie udokumentowana oraz udowodniona. Jest to kolejny argument uzasadniający celowość podjęcia niniejszego opracowania.

Badania przemian środowiska przyrodniczego Wałbrzycha i okolicy wskutek antropopresji zostały rozpoczęte przez autora w 1987 r. Efektem ich było m.in. odtworzenie rozwoju rzeźby antropogenicznej powstałej pod wpływem górnictwa w latach 1865–1987 (Wójcik 1988,1993a). Kontynuowanie tych badań w latach 1997—2002 doprowadziło do skompletowania danych statystycznych o gospodarce odpadami, parametrach geometrycznych form antropogenicznych oraz osiadaniu powierzchni ziemi w rejonie wałbrzyskim w okresie 1975–2000. Uszczegółowienie danych oraz zebranie nowych informacji pozwoliło na bardziej precyzyjną, niż we wcześniejszych publikacjach (Jabłoński, Kacperkiewicz 1979, Jońca, Kacperkiewicz 1986, Wójcik 1988, 1993a, 1993b, 1995, 1996b, 1996c), rekonstrukcję rozwoju rzeźby antropogenicznej u schyłku rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu w badanym obszarze. Wstępne wyniki badań w tym zakresie zostały już częściowo opublikowane (Wójcik 2006a, 2006b, 2006c, 2008).

Intensywna antropopresja w latach 1975–1990 i pogłębiające się niekorzystne zmiany w środowisku przyrodniczym Wałbrzycha i okolicy spowodowały wystąpienie wielu negatywnych zjawisk o doniosłych skutkach przyrodniczych i ekonomicznych dla regionu. Wraz z likwidacją uciążliwych i nierentownych zakładów przemysłowych rozpoczęła się relaksacja środowiska, pogorszeniu uległa natomiast sytuacja ekonomiczna i społeczna w regionie. W związku z tym, w ostatniej dekadzie ubiegłego stulecia Wałbrzych i Boguszów-Gorce były postrzegane jako miasta stagnacji gospodarczej (*Wałbrzych* 2000, 2001, 2002, Szmytkie 2005).

W celu aktywizacji regionu na początku 1997 r. utworzono w północnej części Wałbrzycha Wałbrzyską Specjalną Strefę Ekonomiczną „Invest Park", w której powstało dotychczas kilkanaście nowych zakładów przemysłowych m.in. Toyota Manufacturing Poland, Cersanit S. A., NSK Steering Systems Europe i Fau-

recja – Wałbrzych (ryc. 1) (*Encyklopedia*... 2004, *Wałbrzych* 2007). W planach rozwoju miasta i regionu przyjęto, że w najbliższych latach rozwój rejonu wałbrzyskiego powinien się opierać, przede wszystkim na optymalnym wykorzystaniu naturalnych zasobów i walorów środowiska oraz na przemyśle, który stosuje nowoczesne, przyjazne dla środowiska technologie. Opracowanie szczegółowej koncepcji rozwoju badanego obszaru z wykorzystaniem naturalnych zasobów i walorów środowiska jest natomiast uwarunkowane rozpoznaniem i kompleksową oceną stanu degradacji i przeobrażenia środowiska. Prezentowane w niniejszej pracy wyniki badań mogą więc mieć duże znaczenie praktyczne, m.in. w planowaniu rozwoju regionu. Określenie rozmiarów i przestrzennego zróżnicowania antropogenicznych zmian w środowisku rejonu wałbrzyskiego może być punktem wyjścia do podejmowania różnorodnych działań w zakresie przywrócenia wartości użytkowej środowisku obszarów zdegradowanych i zniszczonych przez przemysł. Uzasadnia to w pełni podjęcie badań w tym zakresie. Restytucja środowiska przyrodniczego w Wałbrzychu i okolicy wymaga dziś znacznych nakładów finansowych, co jest główną barierą hamująca tempo tych działań. Wiąże się to z wieloletnimi zaniedbaniami w rekultywacji i zagospodarowaniu terenów, które były użytkowane przez przemysł, jak również

Ryc. 1. Zagospodarowanie fragmentu Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej „Invest-Park" powstałej w dzielnicach Poniatów i Szczawienko na terenie Pogórza Wałbrzyskiego (fot. J. Wójcik).

usuwaniem skutków zagrożeń dla środowiska spowodowanych likwidacją kopalń węgla. Zła sytuacja ekonomiczna rejonu wałbrzyskiego nie sprzyja „naprawie" stanu środowiska w tym obszarze. Władze Wałbrzycha powinny więc systematycznie zabiegać o dodatkowe fundusze na rekultywację i zagospodarowanie terenów zdegradowanych przez przemysł, m.in. z Unii Europejskiej, co zapewne wpłynęłoby korzystnie na rozwój miasta i regionu. W tym celu niezbędna jest wiedza na temat rozmiarów i charakteru antropogenicznych przeobrażeń w środowisku, uzasadniająca pozyskanie określonych środków finansowych. Kompleksowe dane, wskazujące wielkość i przestrzenne zróżnicowanie antropogenicznych zmian w środowisku, zawarte w niniejszym opracowaniu mogą być wykorzystane przy staraniu się o fundusze unijne w celu przywrócenia wartości użytkowej zdegradowanemu i zniszczonemu przez przemysł środowisku.

Górnictwo węglowe doprowadziło do nagromadzenia w kotlinach: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej znacznych ilości różnych skał płonnych oraz żużli, popiołów i mułu węglowego. Hałdy i osadniki kopalniane stanowią dziś specyficzne „złoża surowców antropogenicznych". Badania autora były ukierunkowane m.in. na sumaryczne określenie wielkości zasobów tych złóż oraz składu petrograficznego i granulometrycznego zgromadzonych tam odpadów. Nagromadzone na powierzchni ziemi odpady górnicze w przyszłości mogą być wykorzystane na różne cele, a „rozebranie" hałd i osadników może przynieść wymierne skutki gospodarcze, sprzyjać aktywizacji regionu oraz przyczynić się do polepszenia warunków topoklimatycznych w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach.

Nierozwiązanym dotychczas problemem, z którym już od 12 lat borykają się władze Wałbrzycha, jest rekultywacja i zagospodarowanie terenów poprzemysłowych, a zwłaszcza niektórych zwałów i osadników będących źródłem niezorganizowanej emisji pyłów w badanym obszarze. Jak wcześniej sygnalizowano prace rekultywacyjne w rejonie wałbrzyskim prowadzono niesystematycznie, a kopalnie nie koordynowały działań w tym zakresie. W dostępnych publikacjach oraz w materiałach źródłowych brak informacji o stanie rekultywacji i zagospodarowaniu ogółu tych form. Wstępne wyniki badań autora na ten temat zostały już opublikowane (Wójcik 2006c, 2007a). Prezentowane w niniejszej pracy dane na ten temat mogą być wykorzystane m.in. przy planowaniu i uporządkowaniu działań w zakresie rekultywacji i zagospodarowania terenów poprzemysłowych.

Zagadnienie wpływu przemysłu na środowisko przyrodnicze oraz zachodzące w nim przemiany wywołane antropopresją wiążą się ściśle z zainteresowaniami naukowymi autora. Systematyczne badania i obserwacje antropogenicznych zmian środowiska rejonu wałbrzyskiego prowadzę już od 1985 r. W związku z tym, że autor był mieszkańcem Wałbrzycha, niektóre zmiany zachodzące w środowisku, np. w rzeźbie terenu, mogły być przez niego rejestrowane na bieżąco z autopsji. Wielokrotnie miałem również możliwość uczestniczenia w pracach terenowych wraz z pracownikami Inspekcji Ochrony Środowiska oraz działów ochrony i rekultywacji

środowiska wałbrzyskich kopalń węgla. Dzięki temu mogłem prowadzić obserwacje i badania także na terenach przemysłowych, które nie są ogólnie dostępne, jak również przedyskutować tam wiele problemów omawianych w pracy oraz zapoznać się z ocenami i opiniami praktyków, zajmujących się na co dzień ochroną i kształtowaniem środowiska w rejonie wałbrzyskim.

Przedstawione w pracy poglądy, uogólnienia i wnioski wynikają więc, nie tylko z analizy zebranych danych statystycznych o zanieczyszczeniu i antropogenicznych przekształceniach w środowisku, ale także znajdują potwierdzenie w systematycznie prowadzonych obserwacjach i badaniach terenowych.

4. Położenie obszaru badań

Obszar badań, zwany przez autora rejonem wałbrzyskim, leży w Sudetach Środkowych i zajmuje wschodnią część Gór Wałbrzyskich, fragment Pogórza Wałbrzyskiego na północ od Wałbrzycha oraz północne stoki Gór Kamiennych w okolicach Boguszowa-Gorc. Położenie badanego obszaru na tle podziału regionalnego Sudetów według Walczaka (1968), uzupełnionego przez Jończę (1979) i autora przedstawiono na ryc. 2.

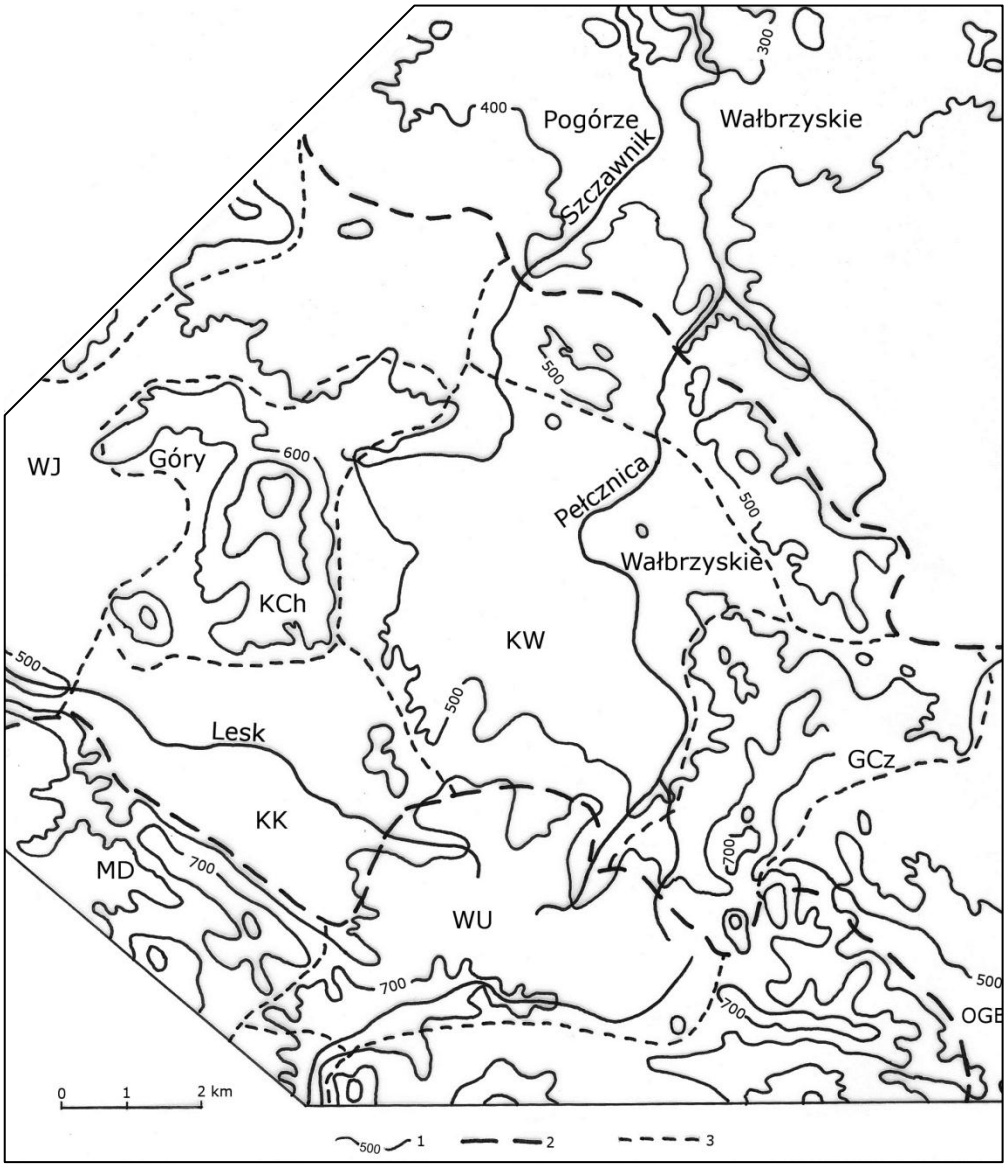
Głównymi kryteriami, na podstawie których wyznaczono zasięg terenu badań były:

a) stwierdzone w terenie przez autora lub udokumentowane pomiarami zmiany w badanych komponentach środowiska spowodowane oddziaływaniem wałbrzyskiego przemysłu,

b) dostępność informacji i możliwość skompletowania archiwalnych danych statystycznych dotyczących zanieczyszczenia i antropogenicznych przeobrażeń w środowisku w latach 1975–2000 wyłącznie dla tak wyznaczonego obszaru.

Większość danych statystycznych na temat emisji i imisji zanieczyszczeń oraz informacji o antropogenicznych zmianach w ukształtowaniu powierzchni rejonu wałbrzyskiego pochodzi z różnych materiałów niepublikowanych. Dane te dotyczą zwykle określonych jednostek administracyjnych (dzielnic, miast, gmin, itp.) lub innych wydzielonych jednostek terytorialnych (terenów górniczych kopalń, obszarów zabudowy mieszkalnej, itp.). W związku z tym granice terenu badań, ze względów praktycznych, zostały wyznaczone tak aby obejmowały całe jednostki podziału administracyjnego, do których najczęściej nawiązywały wyniki badań stanu środowiska przyrodniczego. Właściwymi obszarami odniesienia, przy rozpatrywaniu antropogenicznych przeobrażeń w powierzchni terenu, były natomiast dawne tereny górnicze kopalń węgla kamiennego i kopalni barytu. Górnictwo węglowe odegrało bowiem znacznie większą rolę w modelowaniu rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego, aniżeli inne rozwinięte tu gałęzie i branże przemysłu. Należy również podkreślić, że dawne obszary górnicze kopalń węgla i kopalni barytu leżały w całości na terenach jednostek administracyjnych tworzących rejon wałbrzyski.

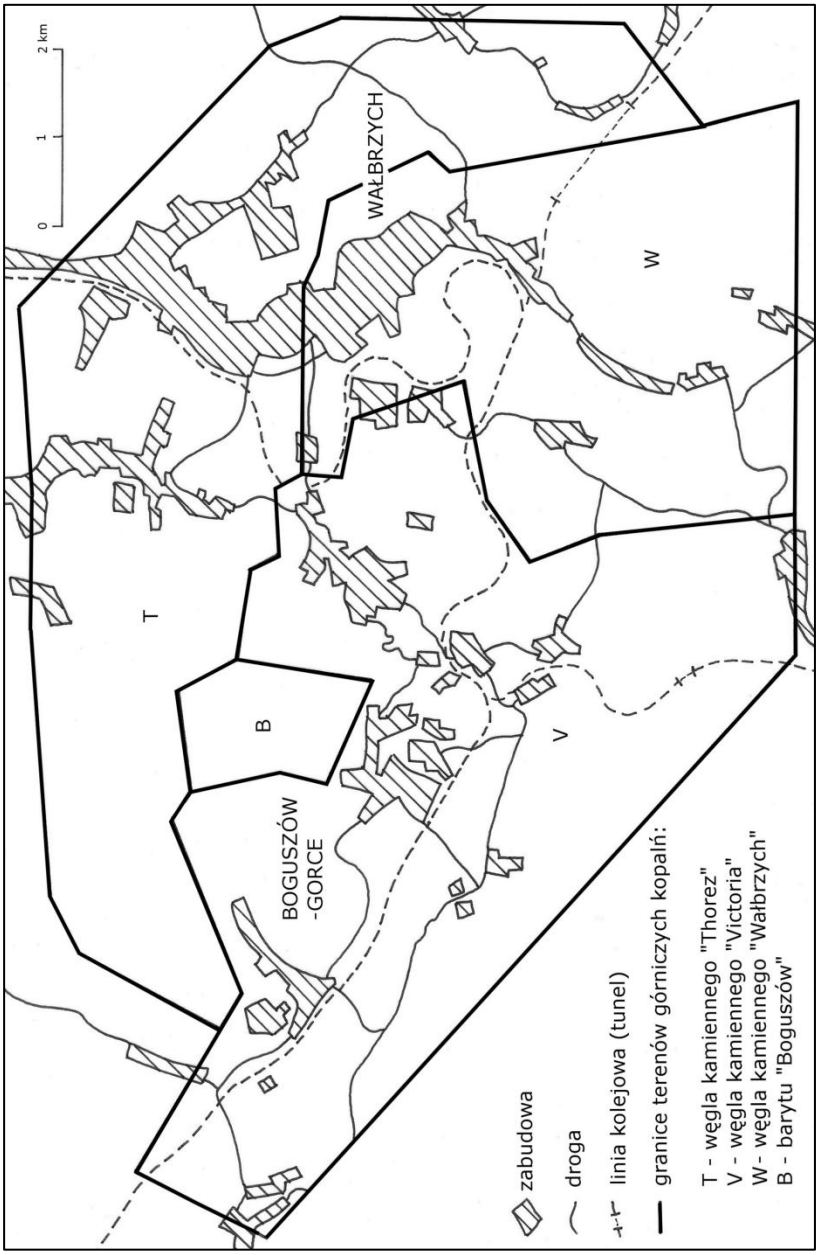
Nawiązując do przedstawionych wyżej założeń badany obszar, pod względem administracyjnym, należy do miasta Wałbrzych oraz gmin miejskich: Szczawno-Zdrój, Jedlina-Zdrój i Boguszów-Gorce. Powierzchnia tak wyznaczonego obszaru wynosi 144,4 km^2 . Sumaryczna powierzchnia terenów górniczych w badanym rejonie wynosiła natomiast 94,63 km^2, z czego na teren kopalni węgla „Victoria" przypadało 38,8 km^2, kopalni „Thorez" – 27,16 km^2, kopalni „Wałbrzych" – 27,72 km^2, a Kopalni Barytu „Boguszów" – 0,95 km^2 (*Program ochrony... KWK Victoria*



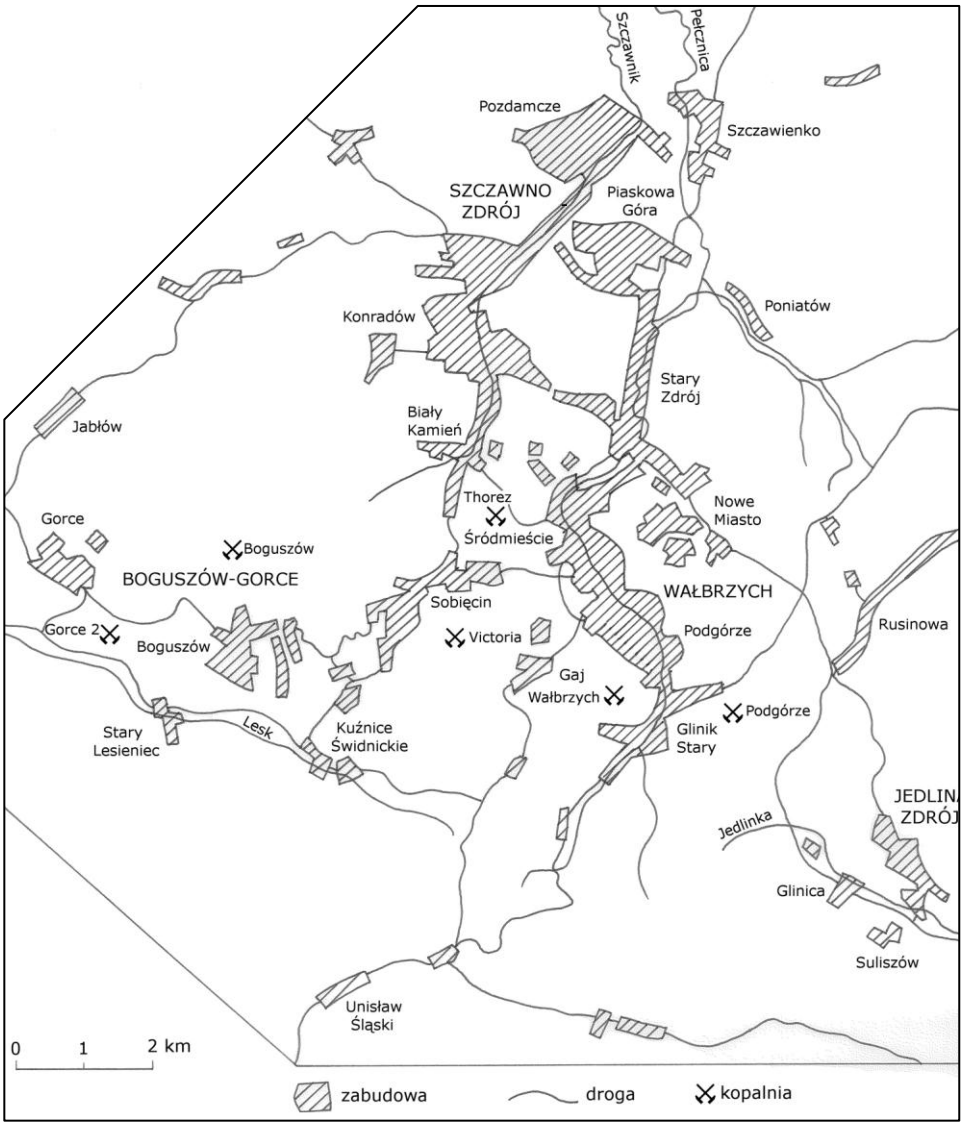
Ryc. 2. Obszar badań na tle podziału Sudetów na regiony fizycznogeograficzne wg Walczaka (1968) i Jońcy (1985) uzupełnionego przez autora. 1 – poziomice (co 100 m), 2 – granice mezoregionów, 3 – granice mikroregionów, KCh – Kopuła Chełmca, KK – Kotlina Kuźnicka, KW – Kotlina Wałbrzyska, MD – Masyw Dzikowca i Lesistej Wielkiej, OGB – Obniżenie Górnej Bystrzycy, WJ – Wyżyna Jabłowska, WU – Wyżyna Unisławska.

1985, *Program ochrony... KWK Thorez* 1985, *Program ochrony... KWK Wałbrzych* 1985, *Program ochrony...kopalni „Boguszów”…* 1985, *Eksploatacja górnicza...* 2000). Tereny górnicze pierwszej z wyżej wymienionych kopalń zajmowały zachodnią i centralną część rejonu wałbrzyskiego, drugiej północną oraz wschodnią

część badanego obszaru, trzeciej zaś centralną i południową część rejonu wałbrzyskiego. Kopalnia „Boguszów" prowadziła natomiast wydobycie barytu pod stokami Kopuły Chełmca na północ od Boguszowa (ryc. 3) Szkic sytuacyjny obszaru badań, z uwzględnieniem położenia jednostek administracyjnych oraz różnych obiektów przemysłowych i innych omawianych w tekście, przedstawiono na ryc. 4.



Ryc. 3. Położenie terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i kopalni barytu na tle obszaru badań.
Opracowanie własne na podstawie map geologiczno-górniczych terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego oraz danych Frajtaka (1978).



Ryc. 4. Szkic badanego obszaru z uwzględnieniem jednostek administracyjnych oraz innych obiektów geograficznych i gospodarczych omawianych w tekście pracy. Opracowanie własne.

5. Wykorzystane materiały źródłowe. tok opracowania

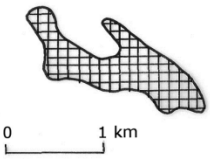
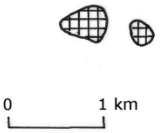
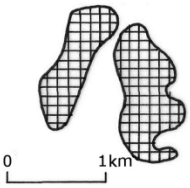
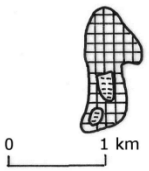
Osiągnięcie założonych celów pracy było uwarunkowane, przede wszystkim, zebraniem kompletnych danych statystycznych i informacji o antropogenicznych przeobrażeniach środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego dla okresu 1975–2000. W opracowaniu wykorzystano więc liczne publikacje oraz różnorodne materiały niepublikowane. Większość danych zamieszczonych w niniejszej pracy pochodzi z archiwalnych opracowań niepublikowanych (programów, projektów, ekspertyz, opinii, ocen itp.), w których zawarto nieprzetworzone jeszcze wyniki pomiarów zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych, a także informacje statystyczne na temat antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu w badanym okresie. Wykorzystane publikacje zawierały natomiast przeważnie uśrednione dla danego roku lub dłuższego okresu interesujące dane, które dotyczyły zwykle większych jednostek terytorialnych: miast, gmin lub powiatu wałbrzyskiego. Ponadto na podstawie publikacji można było skompletować dane statystyczne na temat antropopresji i jej skutków w środowisku rejonu wałbrzyskiego jedynie dla lat 1987––2000. Dla wcześniejszego okresu (1975–1986) informacje o stanie zanieczyszczenia i antropogenicznych zmianach w środowisku pochodzą przeważnie z archiwalnych opracowań niepublikowanych.

Podstawowymi źródłami publikowanymi wykorzystanymi w niniejszej pracy były „raporty" i „oceny" stanu środowiska w województwach wałbrzyskim i dolnośląskim, opracowane i wydane przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska w Wałbrzychu i Wrocławiu oraz działające tam stacje sanitarno-epidemiologiczne, przy współpracy z urzędami wojewódzkimi tych miast. Publikacje te zaczęły się ukazywać w 1989 r., a od 1994 r. są wydawane regularnie każdego roku. Zawierają one m.in. uogólnione informacje na temat antropogenicznych przemian zachodzących w badanych komponentach środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego udokumentowane uśrednionymi w skali roku, także ekstremalnymi wynikami pomiarów zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych oraz ilością składowanych na powierzchni ziemi odpadów. Dzięki przychylności Dyrekcji Inspekcji Ochrony Środowiska w Wałbrzychu i życzliwości wielu pracowników tej instytucji miałem możliwość zapoznania się z niepublikowanymi, archiwalnymi materiałami wyjściowymi, na podstawie których opracowano „oceny" i „raporty" o stanie środowiska. Zebrane z tych źródeł dane pozwoliły na bardziej szczegółową, niż w dotychczasowych publikacjach, analizę i ocenę stanu zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego i zachodzących w nim przemian w aspektach przestrzennym i czasowym.

Drugą grupę wykorzystanych publikowanych źródeł tworzą różne opracowania statystyczne: roczniki statystyczne województwa wałbrzyskiego z lat 1977––1998, roczniki i opracowania statystyczne dla województwa dolnośląskiego z lat 1998–2000 oraz roczniki statystyczne GUS i roczniki Rzeczypospolitej Polskiej z lat 1976–2001. Źródłem informacji o stanie środowiska były także nieregularnie wydawane publikacje statystyczne, m.in. „Podstawowe dane statystyczne według miast i gmin" (1983, 1988, 1990, 1992) oraz „Rocznik statystyczny miast" (1986) i „Rocznik statystyczny miasta Wałbrzych" (1987). Innym źródłem danych o stanie środowiska przyrodniczego badanego obszaru były opracowania i informacje statystyczne GUS pt. „Ochrona środowiska" wydawane od 1980 r., regularnie zaś, raz w roku, od 1991 r. Wyżej wymienione publikacje dokumentują jednak uproszczony obraz stanu przeobrażenia środowiska badanego obszaru, gdyż zamieszczone tam dane statystyczne to przeważnie wartości sumaryczne, lub uśrednione w skali roku, dla stosunkowo dużych obszarów (miast lub powiatów) Tak uogólnione dane nie mogą stanowić podstawy analizy i oceny przestrzennego zróżnicowania oraz rekonstrukcji antropogenicznych przemian w środowisku rejonu wałbrzyskiego. Wykorzystano je natomiast do celów porównawczych i weryfikacji informacji zamieszczonych w różnych źródłach niepublikowanych.

Specyficznym źródłem informacji o rozmieszczeniu i wielkości form antropogenicznych w badanym obszarze są mapy topograficzne Polski 1:10 000 i szczegółowe mapy geologiczne Sudetów 1:25000 wydane w formie arkuszy oraz mapy geologiczne 1:50 000 w atlasach: surowcowo-geologicznym Wałbrzyskiego Okręgu Eksploatacji Surowców Skalnych (1976), geologiczno-surowcowym z elementami ochrony środowiska depresji śródsudeckiej (Ihnatowicz, Czerski 1995) i geochemicznym Wałbrzycha i okolicy (1996). Na cytowanych wyżej mapach geologicznych zarysy hałd i osadników są w znacznym stopniu zgeneralizowane i przez to mało precyzyjne, czasem także nieprawidłowo przedstawione. Niektóre z form są bowiem zaznaczone za pomocą identycznej sygnatury, jak sąsiadujące z nimi nieużytki poprzemysłowe i tereny przemysłowe pełniące inne, niż składowiska odpadów, funkcje. Rzeczywista powierzchnia niektórych hałd jest więc mniejsza, niż ta, która wynika z zarysu tych form na mapie. Niezgodności te zostały stwierdzone przez autora podczas kartowania antropogenicznych form terenu w Kotlinie Wałbrzyskiej. Przykładem może być największa hałda Wałbrzycha (9–2)[1] należąca niegdyś do kopalni „Victoria", której zarys na mapie w atlasie geochemicznym Wałbrzycha i okolicy (1996) był inny niż w terenie. Także obrys innych zwałów (4–1, 4–2 i 6–2) był niezgodny z rzeczywistym (ryc. 5). Z tego powodu cytowane wyżej mapy geologiczne są w ocenie autora mało przydatne, jako źródło informacji do rekonstrukcji antropogenicznych przemian w ukształtowaniu powierzchni ziemi.

[1] Numer hałdy zgodny z opisem w tab. 32.

Nr hałdy*	Kształt hałdy na mapie geologicznej	Kształt hałdy na mapie topograficznej	Uwagi
4-2 6-2			Na mapie geologicznej zarys hadł 4-2 i 6-2 połączono razem z terenami poprzemysłowymi wokół tych form. Na mapie geologicznej przedstawiono jedną hałdę, a w rzeczywistości są dwa zwały. Ich łączna powierzchnia jest znacznie mniejsza niż na mapie geologicznej, a ponadto zarys tych form jest zupełnie inny.
9-2			Na mapie geologicznej zaznaczono dwie hałdy, a w rzeczywistości występuje tylko jeden zwał. Powierzchnię hałdy połączono z terenami poprzemysłowymi. Nie zaznaczono tam osadnika kopalnianego. Na mapie geologicznej powierzchnia zwałów jest dwukrotnie większa niż na mapie topograficznej.
4-1			Zarys hałdy 4-1 na mapie geologicznej jest inny, a powierzchnia zwału większa niż na mapie topograficznej. Nie zaznaczono tam osadnika kopalnianego.

Ryc. 5. Porównanie zarysu wybranych hałd kopalnianych na mapach: geologicznej 1:50 000 Wałbrzycha i okolicy (*Atlas geochemiczny*… 1996) oraz topograficznej Polski 1:10000 (*Mapa topograficzna*… 1998). Opracowanie własne.
*numeracja hałd zgodna z opisem w tab. 32.

Źródłem bardziej precyzyjnych informacji o kształcie i rozmiarach rozpatrywanych form antropogenicznych jest natomiast mapa topograficzna Polski 1:10 000, której arkusze pokrywają w całości rejon wałbrzyski. W pracy wykorzystano mapy opracowane w latach 1976 i 1996, gdyż na ich podstawie można było dokonać analizy i oceny rozmieszczenia form antropogenicznych i przeobrażenia rzeźby terenu na początku badanego okresu oraz pod koniec antropogenicznego cyklu rzeźbotwórczego uwarunkowanego rozwojem tradycyjnych gałęzi przemysłu w Wałbrzychu i okolicy. Wielkoskalowe mapy topograficzne są także cennym źródłem dokumentującym wielkość górniczych przemian w powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego powstałych w ostatnich dwudziestu latach kopalnictwa węgla w tym obszarze. Dla okresu wyjściowego źródłem informacji były następujące arkusze mapy topograficznej Polski: Boguszów-Gorce (462-341), Grzędy Dolne (462-343), Jedlina-Zdrój (462-344) i Wałbrzych (462-342). Spośród map opracowanych w 1996 r. wykorzystano natomiast arkusze: Boguszów-Gorce (M-33-45-C-b-1), Boguszów-Gorce- Kuźnice Świdnickie (M-33-45-C-d-2), Czarny Bór (M-33-45-C-

b-3), Grzędy (M-33-45-C-d-1), Jedlina-Zdrój (M-33-45-D-c-2), Wałbrzych (M-33-45-D-a-3), Wałbrzych Piaskowa Góra (M-33-45-D-a-1), Wałbrzych Podgórze II (M-33-45-D-c-1) i Wałbrzych Rusinowa (M-33-45-D-a-4).

Jak wcześniej zaznaczyłem odtworzenie antropogenicznych przemian w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego, w okresie 1975–2000, było uwarunkowane zebraniem i uporządkowaniem danych statystycznych o gospodarce ściekami i odpadami, a także o zanieczyszczeniu wód oraz wielkości emisji i imisji zanieczyszczeń powietrza. W tym celu przeprowadzono żmudne prace polegające na przeglądzie i analizie treści rozmaitych niepublikowanych opracowań znajdujących się w WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu oraz archiwach tych instytucji, a także materiałów zgromadzonych w archiwach i działach ochrony środowiska, geologiczno-mierniczych i planowania wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego. Zamieszczone w niniejszej publikacji dane pochodzą również z różnych opracowań i dokumentów znajdujących się w urzędach: Wojewódzkim i Miejskim w Wałbrzychu oraz w archiwach tych instytucji, w WUS w Wałbrzychu, Wojewódzkiej i Miejskiej Bibliotece w Wałbrzychu oraz w administracji Kopalni Barytu „Boguszów" i Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych". W badaniach wykorzystano różne ekspertyzy, protokoły kontrolne i pokontrolne, opinie i operaty techniczne oraz wewnętrzne sprawozdania zbiorcze. Były to m.in. roczniki resortowej statystyki technicznej kopalń węgla kamiennego inwentarza zespołu akt Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego i Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego, programy ochrony terenów górniczych, programy ochrony środowiska województwa wałbrzyskiego i miasta Wałbrzycha, plany ruchu wałbrzyskich kopalń, karty i zbiorcze zestawienia dotyczące gospodarowania odpadami w kopalniach oraz parametrów geometrycznych hałd i osadników, książki kontroli emisji dopuszczalnych, karty analiz fizyko-chemicznych ścieków oraz niepublikowane raporty, oceny i sprawozdania na temat zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych w badanym obszarze (vide literatura i wykorzystane materiały źródłowe). Cennymi materiałami źródłowymi o antropopresji i jej skutkach w powierzchni ziemi, mającymi istotne znaczenie w rekonstrukcji antropogenicznych przemian rzeźby terenu, były mapy sytuacyjno-wysokościowe obszarów górniczych wałbrzyskich kopalń w skalach 1:1000, 1:2000 i 1:5000 oraz plany obiektów górniczych w skalach 1:200 i 1:500. Przedstawiono na nich szczegółowo, m.in. rzeźbę hałd i osadników kopalnianych, parametry geometryczne tych form (powierzchnię, kubaturę, wysokość, nachylenie stoków) oraz izolinie osiadań powierzchni ziemi związane z dawną i współczesną eksploatacją węgla. Górnicze mapy sytuacyjno-wysokościowe terenu Zagłębia Wałbrzyskiego, aktualizowane dla lat 1975, 1985 i 1994, to jedne z ważniejszych materiałów źródłowych wykorzystanych w badaniach nad wpływem górnictwa na powierzchnię terenu w rejonie wałbrzyskim.

Wśród licznych niepublikowanych źródeł informacji wykorzystanych w niniejszej pracy na uwagę zasługują także rozprawy doktorskie i prace magisterskie

dotyczące różnych aspektów antropopresji i jej skutków w badanym rejonie. W latach 1975–2000 problematyce wpływu przemysłu na środowisko przyrodnicze Wałbrzycha i okolicy poświęcono dwie prace doktorskie. Autorem pierwszej był Rejman (1980), a jej tematyka wiązała się z osiadaniem powierzchni ziemi w związku z eksploatacją węgla na terenie górniczym Wałbrzycha. Rekonstrukcja rozwoju rzeźby antropogenicznej powstałej pod wpływem górnictwa w Zagłębiu Wałbrzyskim, od połowy XIX w. do 1987 r., była przedmiotem rozprawy doktorskiej autora (Wójcik 1991). W innych pracach doktorskich odnoszących się w całości, lub w części do badanego obszaru, zawarto niewiele informacji na temat antropogenicznych przeobrażeń środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego (Skiba 1979, Skrężyna 1979). Sporo danych statystycznych o gospodarce ściekowej i zanieczyszczeniu wód powierzchniowych w Wałbrzychu i okolicy zawierają niepublikowane opracowania Kosiór (1981) i Kowalskiej (1981), natomiast o emisji pyłów i gazów oraz o zanieczyszczeniu powietrza prace Kłodawskiej (1981), Styrny (1981) i Skrobackiej (2002). Różne informacje i dane na temat antropopresji i stanu zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego badanego obszaru zawierają również niepublikowane prace Czarny A. (1962) i Czarny L. (1962), Kus (1971), Kaszczuk (1973), Jabłońskiego (1976), Tryszczyły (1977), Nestorowskiej (1981), Miłek (1983), Kacperkiewicz (1986), Zachariasz (1987), Kowalskiej (1992), Garczyńskiej (1992), Tercjak (1994), Protasewicz (1995), Palzer (1997) i Antonowicz (1998).

Nawiązując do treści ogółu wymienionych wyżej materiałów źródłowych sformułowano kilka uogólnień i wniosków, co do możliwości ich wykorzystania w pracy.

1. W analizowanych opublikowanych źródłach występują wyłącznie ogólne (uśrednione lub sumaryczne w skali roku) dane statystyczne dotyczące antropopresji i jej skutków w środowisku, najczęściej nawiązujące do jednostek administracyjnych tworzących rejon wałbrzyski. Informacje te są kompletne jedynie dla kolejnych lat okresu 1987–2000. Dane statystyczne o stanie zanieczyszczenia i antropogenicznych zmianach w środowisku badanego obszarze, sprzed 1987 r., rzadko były publikowane.
2. Najwięcej opublikowanych danych statystycznych o degradacji i zniszczeniu środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego dotyczy Wałbrzycha. Dla pozostałych miejscowości wchodzących w skład badanego obszaru (Boguszowa-Gorc, Szczawna-Zdroju i Jedliny-Zdrój) opublikowano znacznie mniej informacji na ten temat.
3. Wśród ogółu publikowanych materiałów źródłowych najważniejsze znaczenie w realizacji założonych celów pracy odegrały opracowania określane jako „raporty" i „oceny" stanu środowiska województwa wałbrzyskiego i dolnośląskiego wydane przez Państwową (obecnie) Inspekcję Ochrony Środowiska. Opracowania te zawierają bowiem najwięcej informacji i danych statystycznych o antropopresji i jej skut-

kach w badanym rejonie dla okresu 1987–2000, a ponadto zamieszczone tam dane są bardziej szczegółowe, aniżeli w innych publikacjach statystycznych na ten temat.
4. Istotnym źródłem danych statystycznych i informacji na temat badanych zagadnień były różne opracowania niepublikowane zgromadzone, przede wszystkim, w archiwach: Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego, wałbrzyskich kopalń węgla, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska i Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej, a także w Urzędzie Wojewódzkim i Miejskim w Wałbrzychu. Materiały źródłowe pochodzące z archiwów wyżej wymienionych zakładów przemysłowych i instytucji były jedynymi, w których zachowały się szczegółowe dane statystyczne o stanie przeobrażenia środowiska i zachodzących w nim przemianach w latach 1975–1986.
5. Nawiązując do treści ogółu niepublikowanych źródeł informacji należy podkreślić, że większość tych opracowań dotyczyła różnych aspektów wpływu górnictwa węglowego na powierzchnię ziemi oraz zanieczyszczenia powietrza. Znacznie mniej materiałów archiwalnych wiązało się z gospodarką ściekową oraz z degradacją wód powierzchniowych. Wśród analizowanych niepublikowanych źródeł dominowały opracowania poświęcone negatywnemu oddziaływaniu przemysłu na środowisko przyrodnicze, zwłaszcza na terenie Wałbrzycha. W odniesieniu do pozostałych miejscowości rejonu wałbrzyskiego ilość zachowanych niepublikowanych materiałów archiwalnych o zanieczyszczeniu i stanie przeobrażenia środowiska jest znacznie mniejsza.
6. W badanym okresie zwiększyła się liczba instytucji i zakładów przemysłowych monitorujących w sposób ciągły lub okresowy stan środowiska i zachodzące w nim zmiany pod wpływem antropopresji. W strefach zabudowy mieszkalnej i przemysłowej powstało także więcej punktów, w których prowadzono pomiary i obserwacje zanieczyszczenia i zmian zachodzących w środowisku. Z tych powodów w nowszych materiałach źródłowych znajdujemy dziś znacznie więcej informacji i danych statystycznych o stanie środowiska, niż w opracowaniach starszych.
7. Spora liczba wykorzystanych w pracy źródeł niepublikowanych ma obecnie dużą wartość dokumentacyjną, gdyż zamieszczone tam dane statystyczne są w większości nieprzetworzone (pochodzą z pomiarów prowadzonych w terenie), a ponadto nie były w ogóle publikowane. Dokumenty zawierające dane na temat stanu środowiska przyrodniczego pochodziły z różnych instytucji i zakładów przemysłowych działających w rejonie wałbrzyskim. Starsze opracowania zwykle nie miały duplikatów, a ze względu na małą przydatność po jakimś czasie często były niszczone. Kasacji i zniszczeniu uległa również bardzo duża ilość różnych archiwalnych opracowań i dokumentów kopalnianych, w związku z likwidacją kopalń węgla i siedziby Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Cytowane w pracy niektóre niepublikowane źródła informacji są dziś już niedostępne. Pochodzące z nich dane mają więc szczególne znaczenie dla rekonstrukcji antropogenicznych przemian środowiska w badanym obszarze.

Prezentowana praca to pierwsza w piśmiennictwie geograficznym tak szczegółowo udokumentowana archiwalnymi danymi statystycznymi, pochodzącymi ze źródeł niepublikowanych, publikacja o wpływie przemysłu na środowisko przyrodnicze Wałbrzycha i okolicy. Opracowanie to jest także źródłem szczegółowych informacji o antropopresji i stanie przeobrażenia środowiska, zwłaszcza w latach 1975-1986, a więc w okresie, który był do tej pory w publikacjach bardzo słabo udokumentowany.

Tok opracowania badanego zagadnienia i wynikający z tego układ pracy były podporządkowane, przede wszystkim, założonym celom badawczym. Osiągnięcie nadrzędnego celu pracy, jakim jest rekonstrukcja antropogenicznych przemian w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego, w latach 1975–2000, a więc w warunkach zróżnicowanego natężenia i charakteru antropopresji, było uwarunkowane, jak wcześniej sygnalizowałem, skompletowaniem odpowiednich informacji i danych statystycznych na ten temat. Wstępne prace badawcze polegały więc na analizowaniu treści różnych publikacji (przyrodniczych, technicznych i ekonomicznych) i opracowań statystycznych oraz różnorodnych niepublikowanych materiałów archiwalnych. Szczególnie długotrwałe i pracochłonne było poszukiwanie danych statystycznych o zanieczyszczeniu i antropogenicznych zmianach w środowisku badanego obszaru dla okresu 1975–1986, gdyż informacje te prawie w całości pochodziły z archiwalnych opracowań niepublikowanych. W tym celu poddano analizie niemal cztery tysiące różnych opracowań i dokumentów, które były rozproszone w wielu instytucjach i zakładach przemysłowych działających w rejonie wałbrzyskim. Zbieranie interesujących danych statystycznych przebiegało najczęściej „po omacku", bowiem archiwalne materiały niepublikowane zwykle nie były uporządkowane ani skatalogowane. Dostępność do większości opracowań stanowiących źródło danych była więc gorsza, niż oczekiwano. Długotrwałe były także procedury związane z udostępnianiem niektórych materiałów niepublikowanych. Dlatego też początkowy etap prac mający na celu skompletowanie danych statystycznych dla lat 1975–1986 trwał bardzo długo i zakończył się dopiero w 2004 r.

W niniejszej pracy wykorzystano również niektóre, wcześniej zebrane przez autora i już opublikowane dane o stanie środowiska przyrodniczego badanego obszaru (Wójcik 1988, 1993a, 1995b, 1996a, 1997a).

Rejestrowaniem zanieczyszczenia i stanu przeobrażenia środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego zajmowały się różne instytucje. Zebrane przez autora wyniki tych badań dla lat 1975–2000 różniły się dokładnością zapisu oraz jednostkami, przy pomocy których określano zanieczyszczenie i zmiany w środowisku powstałe pod wpływem antropopresji. W rozpatrywanym okresie zmieniało się również położenie miejsc, w których rejestrowano zanieczyszczenie i antropogeniczne zmiany w środowisku, ilość przeprowadzanych w ciągu roku pomiarów i obserwacji, a także metody badań zanieczyszczenia rozpatrywanych komponentów środowiska. W związku z tym konieczne było przeliczenie, uporządkowanie i wery-

fikacja zebranych danych tak, aby były one dla całego okresu badań porównywalne. Podczas tych prac wielokrotnie korzystałem z wiedzy i doświadczenia osób pracujących w wałbrzyskiej delegaturze Inspekcji Ochrony Środowiska, które zajmują się pomiarami zanieczyszczenia środowiska i opracowują wyniki tych pomiarów. Pozwoliło to uniknąć niezamierzonych błędów podczas zestawiania i porównywania wyników badań, pochodzących z różnych źródeł i dotyczących różnych okresów.

Jak wcześniej sygnalizowałem, w odniesieniu do całego badanego okresu można było skompletować uśrednione dane jedynie w skali roku. Dla lat 1975–1986 nie udało się odtworzyć, jak przebiegały zmiany w zanieczyszczeniu środowiska w okresach krótszych niż rok, ze względu na brak pełnych informacji na ten temat. Dane wyjściowe, na podstawie których ustalono średnie roczne wielkości zanieczyszczenia badanych komponentów środowiska są bowiem zachowane fragmentarycznie i tylko dla niektórych lat. Kompletne dane statystyczne dotyczące zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych oraz antropogenicznych zmian rzeźby terenu w okresach kwartalnych i miesięcznych można było ustalić jedynie dla lat 1987–2000, a więc tylko dla części badanego okresu. Dlatego też podstawowym materiałem wyjściowym do badań, których wyniki zawarto w niniejszej pracy, są dane dla okresów rocznych. Zebrane podczas badań bardziej szczegółowe informacje statystyczne wykorzystano natomiast jako materiał dokumentujący rozmiary i dynamikę procesów zachodzących w środowisku uwarunkowanych antropopresją.

Zbieranie materiałów wykorzystanych w niniejszej pracy odbywało się także podczas systematycznie prowadzonych obserwacji i badań w terenie. Prowadzono je niezależnie od badań kameralnych. Prace te polegały m.in. na rejestrowaniu antropogenicznych zmian powstałych w ukształtowaniu powierzchni ziemi oraz przemian związanych z rekultywacją i zagospodarowaniem hałd i osadników kopalnianych. Były one ukierunkowane również na ustalenie, jaki jest wpływ form antropogenicznych na środowisko przyrodnicze badanego obszaru. Podczas prac w terenie udało się też ustalić, w których miejscach sieć rzeczna badanego obszaru została przeobrażona wskutek antropopresji (deformacje koryt i zmiany przebiegu cieków) oraz jak ewoluowały formy czynnych wówczas zwałów w związku z działalnością człowieka. W miarę możliwości prowadzono także obserwacje rozprzestrzeniania się dymów (kierunków i zasięgu oddziaływania) ze stałych źródeł emisji przemysłowych w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach oraz skutków oddziaływania procesów naturalnych na stoki i wierzchowiny hałd.

Ważnym etapem prac związanych z rejestrowaniem zmian zachodzących w rzeźbie terenu rejonu wałbrzyskiego pod wpływem antropopresji było kartowanie form antropogenicznych w obszarach, na których powierzchnia ziemi ulegała przeobrażeniom wskutek oddziaływania przemysłu. W tym celu wykorzystano ozalidy szczegółowych map topograficznych w skali 1:10000 i wybranych form w skali 1:5000, udostępnione w kopalniach węgla kamiennego oraz w Dolnośląskim Gwa-

rectwie Węglowym w Wałbrzychu. Kartowanie badanych form prowadzono w latach 1988, 1992, 1996 i 2000. W trakcie tych prac zwracano szczególną uwagę na zmiany powstałe w ukształtowaniu powierzchni, w związku z rozwojem form antropogenicznych. Zachodzące zmiany w rzeźbie terenu były także dokumentowane za pomocą zdjęć fotograficznych. Uzyskane w ten sposób informacje stanowiły materiał wyjściowy do analiz i rekonstrukcji antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu badanego obszaru.

Kolejnym etapem pracy było uporządkowanie i weryfikacja bardzo dużej ilości zebranych danych statystycznych o wpływie przemysłu na środowisko przyrodnicze rejonu wałbrzyskiego oraz ich odpowiednia selekcja, w związku z realizacją założonych celów badawczych. Następnie zestawiono zebrane dane oraz poddano je analizie i interpretacji. Analizę i interpretację danych prowadzono w ścisłej korelacji z rozwojem, likwidacją i restrukturyzacją przemysłu w badanym rejonie, a także zróżnicowanymi warunkami naturalnymi, w których zachodziły procesy antropopresji. Ponadto brano pod uwagę położenie źródeł emisji pyłów i gazów oraz zrzutów ścieków, a także miejsc, w których dokonywano pomiarów zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych, w miarę możliwości także czasu i ilości przeprowadzonych pomiarów. Porównano także zebrane z różnych źródeł informacje i dane statystyczne o antropopresji i jej skutkach w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego z wynikami prowadzonych przez autora badań w terenie.

Niektóre zestawienia danych statystycznych o skutkach antropopresji z lat 1975–2000 w badanym obszarze to tabele i ryciny o sporych rozmiarach. Ze względów technicznych zamieszczono je na końcu opracowania. Stanowią one materiał dokumentacyjny, który posłużył m.in. do sporządzenia wykresów. W oparciu o nie przeprowadzono analizę i interpretację zebranych danych. Konieczność zamieszczenia tabel w opracowaniu razem z wykresami jest także uzasadniona wielokrotnym przytaczaniem w pracy zawartych w nich danych statystycznych, których nie można odczytać dokładnie z wykresów. W tym miejscu wypada jeszcze raz podkreślić, iż znaczna część danych o rozmiarach antropogenicznych przekształceń w środowisku na skutek oddziaływania górnictwa węglowego, zawarta w tabelach jest dziś niedostępna ze względu na brak materiałów źródłowych, z których pochodziły.

Działalność człowieka jest zwykle powiązana ściśle ze środowiskiem przyrodniczym. Nie zawsze jednak warunki naturalne są doceniane i należycie rozpatrywane jako uwarunkowanie antropopresji, nierzadko nawet pomijane. Badania autora wskazują na istotne znaczenie środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego jako czynnika determinującego przebieg i skutki tego procesu.

Jednym z istotnych rezultatów badań, prezentowanym w niniejszej pracy, są schematy i modele przedstawiające związki i zależności zachodzące w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego w warunkach zróżnicowanego natężenia i charakteru antropopresji. Opracowane modele zostały zaopatrzone w syntetyczne

dane statystyczne dokumentujące rozmiary antropopresji i jej skutki w badanych komponentach środowiska przyrodniczego.

Zebrane dane statystyczne pozwoliły na rekonstrukcję antropogenicznych przemian badanych komponentów środowiska w aspekcie przestrzennym (w całym badanym obszarze) i czasowym (dla kolejnych lat okresu 1975–2000), a także warunkowały możliwość rozpatrywania wpływu przemysłu na środowisko w ujęciu dynamicznym. Syntezą prac badawczych jest dynamiczny model antropogenicznych przeobrażeń środowiska rejonu wałbrzyskiego uwzględniający:
– zależności zachodzące między badanymi komponentami środowiska przyrodniczego w warunkach zróżnicowanego natężenia antropopresji,
– rozmiary i przestrzenny zasięg antropogenicznych zmian oraz skutki antropopresji i ich „trwałość" w środowisku
– regionalną specyfikę przemian uwarunkowaną znacznym zróżnicowaniem środowiska przyrodniczego oraz rozwiniętych tu gałęzi i branż przemysłu, a także zmiany związane z likwidacją większości uciążliwych zakładów przemysłowych i restrukturyzacją gospodarki w regionie,
– trendy antropogenicznych zmian w badanych komponentach środowiska przyrodniczego w latach 1975–2000.

Niektóre zawarte w niniejszej pracy wyniki badań były już prezentowane przez autora na wielu konferencjach naukowych. Wiązało się to z systematycznym opracowywaniem zbieranych danych i próbą przedstawienia ich w celu uzyskania krytycznych ocen i opinii na temat prowadzonych badań. W zakresie badanej problematyki związanej z rejonem wałbrzyskim autor opublikował kilkadziesiąt prac w różnych czasopismach naukowych i popularnonaukowych. Ze względu na kompleksowy charakter niniejszego opracowania i przedstawienie pełnej dokumentacji wyników badań, za uzasadnione uznano przytoczenie niektórych informacji i danych statystycznych, które zostały wcześniej opublikowane.

6. Stan wiedzy o antropopresji i jej skutkach w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu, w świetle literatury przedmiotu

Dorobek naukowy badaczy na temat wpływu przemysłu na środowisko przyrodnicze jest pokaźny. Świadczą o tym m.in. zestawienia publikacji dotyczących wyżej wymienionej problematyki w „Bibliografii Geografii Polskiej", „Bibliografii Geologicznej Polski", „Bibliografii Hydrologicznej", „Bibliografii Zawartości Czasopism", „Bibliografii Śląska", „Przeglądzie Zagranicznej Literatury Naukowej" oraz w opracowaniu Bieszczada, Dzieżyca i Milewskiej (1978). Bogate piśmiennictwo dotyczące antropopresji to, przede wszystkim, wynik interdyscyplinarnego charakteru prowadzonych badań oraz znacznego przestrzennego zasięgu działalności przemysłowej i jej zróżnicowanych skutków w środowisku przyrodniczym, zarówno bezpośrednich, jak i pośrednich. Udowodniła to m.in. Mannion (2001) omawiając szeroki wachlarz zagadnień związanych z różnymi aspektami antropogenicznych przemian w środowisku przyrodniczym Ziemi, z obfitą, głównie anglojęzyczną, literaturą na ten temat.

Najwięcej informacji o antropopresji i jej skutkach w środowisku geograficznym zawierają publikacje z zakresu nauk przyrodniczych i technicznych, znacznie mniej natomiast prace na temat różnych aspektów rozwoju gospodarki. Większość opracowań wiąże się z antropogenizacją wybranych komponentów oraz kompleksu środowiska w regionie lub jednostce administracyjnej, zwykle mieście. Rzadko spotykamy natomiast publikacje o antropogenicznych zmianach w środowisku w ujęciu syntetycznym na większych obszarach. Przykładami mogą być prace Mańczaka i Przewłockiego (1980), Kassenberg, Rolewicz (1985), Coatesa (1987), Lacha i Ziętary (1992), Bork i in. (1998), Podgórskiego (2001) i Majchrowskiej (2002) Bardzo duża liczba wydanych w minionych kilkunastu latach publikacji o antropopresji i jej skutkach w środowisku, a także mnogość poruszanych w nich zagadnień sprawiły, że zrezygnowano z omówienia stanu wiedzy dotyczącej ogółu badanych zagadnień zawartej w literaturze przedmiotu. W trakcie omawiania i dyskusji wyników badań będę jednak nawiązywał do ustaleń w zakresie badanej problematyki zawartych w różnych publikacjach. W niniejszym rozdziale szczegółowo przedstawiono natomiast, jak wygląda dorobek naukowy i stan wiedzy na temat antropopresji, w nawiązaniu do badanego obszaru, co jest uzasadnione potrzebami pracy. Na podstawie analizy treści cytowanych niżej publikacji dokonano także oceny dotychczasowych badań antropogenicznych przeobrażeń środowiska przyrodni-

czego rejonu wałbrzyskiego oraz stanu wiedzy na ten temat. Dzięki temu można porównać i przedyskutować wyniki badań autora z ustaleniami innych badaczy.

Nie ulega wątpliwości, że głównym czynnikiem zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego, w drugiej połowie XX w., był przemysł. Szybko postępująca w ostatnich kilkudziesięciu latach ubiegłego stulecia degradacja i niszczenie środowiska przyrodniczego Wałbrzycha i okolicy nie zawsze były rejestrowane, a badanie tych zmian często „nie nadążało" za antropogenicznymi przemianami zachodzącymi w omawianym rejonie. W latach 1948–1960 opublikowano zaledwie kilka opracowań, w których znajdujemy jedynie wzmianki na temat wpływu przemysłu na środowisko przyrodnicze (Gawędzki 1948, Gawor 1948, Karpina 1955, Pachlewski 1956, Spindor 1958, Krzyżagórski 1960). Zawarte w tych publikacjach informacje o antropopresji i jej skutkach nie są w ogóle udokumentowane, gdyż przed 1960 r. nie prowadzono tu regularnych pomiarów zanieczyszczenia środowiska, a wyniki badań na ten temat traktowano jako poufne i z tego powodu rzadko je publikowano. Świadczą o tym nieliczne zachowane do dziś w archiwach wałbrzyskiego SANEPIDU dokumenty sprzed 1960 r., które są przeważnie opatrzone pieczęcią „poufne". Prawdopodobnie z tego powodu dostęp do nich, jak również opublikowanie zawartych tam danych, było utrudnione. Należy zaznaczyć, że była to wówczas jedyna w badanym obszarze instytucja, która zajmowała się rejestrowaniem zanieczyszczenia środowiska. Po 1960 r. tylko kopalnie węgla kamiennego prowadziły ewidencję ilości składowanych na powierzchni ziemi odpadów górniczych oraz rejestrowały przyrost powierzchni i kubatury hałd i osadników kopalnianych. Zebrane przez autora dane na ten temat, pochodzące z archiwów wałbrzyskich kopalń, wykorzystano do rekonstrukcji przeobrażeń w powierzchni ziemi uwarunkowanych rozwojem górnictwa (Wójcik 2006b, 2007a).

W latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia zaczęto coraz częściej dostrzegać negatywny wpływ przemysłu na środowisko przyrodnicze badanego obszaru. Z tego okresu pochodzą pierwsze publikacje w całości poświęcone antropopresji i jej skutkom związanym z rozwojem przemysłu w Wałbrzychu i okolicy. Były to zarówno opracowania naukowe jak i popularnonaukowe. Przykładami publikacji naukowych są artykuły Jarosz i in. (1960) o zanieczyszczaniu powietrza przez Zakłady Koksownicze „Wałbrzych", Tyczki (1961) o zadymieniu powietrza nad Szczawnem-Zdroju oraz Śniegowskiego (1967) na temat wpływu hałd na zanieczyszczenie powietrza w Wałbrzychu i okolicy. Opracowaniami popularnonaukowymi są natomiast artykuły Jońcy (1960, 1968) dotyczące zanieczyszczenia Pełcznicy przez górnictwo węglowe oraz szkód górniczych w stokach Mniszka (711 m n.p.m.) spowodowanych eksploatacją węgla. Wzmianki o przeobrażeniach powierzchni terenu spowodowanych kopalnictwem węgla zawiera także artykuł Zeńczaka (1966).

Pierwszymi opublikowanymi polskimi mapami topograficznymi w skali 1:25000, na których przedstawiono rozmieszczenie form antropogenicznych powsta-

łych pod wpływem górnictwa w badanym obszarze, były tzw. „obrębówki". Dawny powiat wałbrzyski obejmował cztery arkusze o numerach 1, 2, 3 i 4 (Mapa obrębowa 1:25 000. *Powiat Wałbrzych*… 1962). Z ustaleń autora wynika, że zaznaczono na nich tylko niektóre wówczas istniejące hałdy kopalniane (prawdopodobnie wtedy czynne). Także powierzchnia tych form, ustalona na podstawie pomiaru planimetrem jest przeważnie większa od tej, którą zapisano w archiwalnych dokumentach kopalnianych (*Ewidencja*... 1960, Wójcik 2006b, 2007a). Rozmieszczenie form antropogenicznych w rejonie wałbrzyskim przedstawiono również na bardziej szczegółowych mapach topograficznych (1:10000) wydanych w latach 1976 i 1996. Ze względu na wykorzystanie tych map jako materiałów źródłowych omówiono je w piątym rozdziale niniejszej pracy.

Pomimo narastających w latach 1970–1975 symptomów antropopresji i pogłębiających się niekorzystnych zmian w środowisku przyrodniczym, zainteresowanie badaczy tymi problemami w rejonie wałbrzyskim było niewielkie. Świadczy o tym m.in. mała liczba wydanych wówczas publikacji oraz skromna ilość zawartych w nich informacji na ten temat. W większości cytowanych niżej publikacji występują jedynie ogólne stwierdzenia o antropogenicznych przemianach zachodzących w środowisku przyrodniczym, poparte nielicznymi, zwykle mało szczegółowymi danymi statystycznymi lub w ogóle nie udokumentowane. Wielokrotnie te same informacje o antropopresji i jej skutkach zamieszczano w różnych opracowaniach. Nawet kompletne materiały statystyczne GUS-u o wielkości opadu pyłów w każdej z dzielnic Wałbrzycha i w Szczawnie-Zdroju, z lat 1968–1975 (Jabłoński 1976), nie zostały wykorzystane w żadnej z wydanych wówczas publikacji do analizy i oceny stanu środowiska w badanym obszarze. Wzmianki dotyczące omawianych zagadnień znajdujemy także w opracowaniach Gretschela (1970), Jennera (1970) i Penkały (1970) stanowiących fragmenty monografii o Wałbrzychu oraz w publikacjach Wojdyłło-Zwierzchowskiej (1970), Flanka (1972), Sagana (1972) i Kota (1973).

W latach 1970–1974, w dużych zakładach przemysłowych Wałbrzycha, m.in. w kopalniach węgla i koksowni powstały jednostki organizacyjne zajmujące się ochroną środowiska na terenach wyżej wymienionych zakładów oraz monitorowaniem ilości i jakości wypuszczanych do wód ścieków oraz emitowanych pyłów i gazów zanieczyszczających powietrze. W 1975 r. również wałbrzyski Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska (OBiKŚ) rozpoczął regularne pomiary zanieczyszczenia wód powierzchniowych i powietrza oraz ewidencjonowanie odpadów wytwarzanych i składowanych na powierzchni ziemi przez większe zakłady Wałbrzycha i okolicy. Narastający konflikt w relacji człowiek–środowisko spowodowany rozwojem przemysłu i urbanizacją, znaczny stopień degradacji i zniszczenia środowiska przyrodniczego oraz lepsze możliwości badawcze uwarunkowane coraz większą ilością ogólnie dostępnych danych statystycznych o antropopresji i jej skutkach, inspirowały badania antropogenicznych przemian środowiska w omawianym rejo-

nie. Wyrazem tego była rosnąca liczba różnych publikacji naukowych i popularnonaukowych, a także artykułów na ten temat ukazujących się na łamach prasy lokalnej. W latach 1975–2000 opracowano również kilka syntez odnoszących się w całości lub w części do badanego obszaru, zawierających różne informacje i dane o antropogenicznych zmianach w środowisku. Pierwszym tego typu opracowaniem była obszerna monografia pt. „Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku" (1978). Praca ta składa się z dwóch zasadniczych części: historii rozwoju górnictwa węglowego w Zagłębiu Dolnośląskim oraz wpływu górnictwa na środowisko przyrodnicze, gospodarkę i społeczność w regionie. Mimo niepoprawnego tytułu publikacji, zawarto tam interesujące, niepublikowane wcześniej informacje i dane statystyczne o wpływie górnictwa i innych gałęzi przemysłu na środowisko przyrodnicze Wałbrzycha i okolicznych miejscowości. Różne aspekty przemian zachodzących w środowisku geograficznym badanego obszaru na skutek likwidacji kopalń i restrukturyzacji wałbrzyskiego przemysłu przedstawiono także w trzech obszernych publikacjach: „Historyczne okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji" (1997), „Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych" (1999) i „Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni" (2000). Istotne informacje o antropopresji związanej z rozwojem przemysłu w Wałbrzychu i okolicy zawierają również syntezy: „Górnictwo energetyczne, kruszcowe i skalne na Dolnym Śląsku" (1977) oraz „Górnictwo węgla kamiennego w procesie kształtowania środowiska ludzkiego" (1985).

Omawiając stan wiedzy w zakresie badanej problematyki w aspekcie regionalnym należy podkreślić, iż większość publikacji to opracowania wiążące się z naukami technicznymi. Wypada tu wymienić m.in. prace Frajtaka (1978), Grzybowskiego (1978), Rogali i Pawlika (1980), Noskowskiego i Frajtaka (1980), Kotowskiego i Rejmana (1982), Polaka i Bolembaha (1984), Rejmana (1982a, 1982b, 1982c, 1983, 1984), Kiełbasiewicza (1985), Dudka i in. (1988), Pinińskiej (1993) oraz Kowalskiego (2002a, 2002b). Tematyka wyżej wymienionych publikacji wiąże się przede wszystkim z wpływem robót górniczych na górotwór oraz skutkami tej działalności na powierzchni ziemi, a także różnymi aspektami gospodarki odpadami na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń.

Wyróżniającymi się w krajobrazie rejonu wałbrzyskiego formami antropogenicznymi są hałdy i osadniki kopalniane. Pomimo, że formy te znacznie przemodelowały rzeźbę terenu w kotlinach Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, a także wywierają niekorzystny wpływ na środowisko i gospodarkę, aż do 1993 r. nie interesowano się szczególnie tymi obiektami. Ogólne informacje o hałdach i osadnikach w Wałbrzychu i okolicy znajdujemy m.in. w publikacjach Bieronia (1975a, 1975b, 1978), Jabłońskiego i Kacperkiewicz (1979), Jończy i Kacperkiewicza (1986) oraz autora (Wójcik 1988). Pierwszym obszernym opracowaniem poświęconym rekonstrukcji antropogenicznych przemian rzeźby terenu Wałbrzycha i okolicy, w tym także rozwoju zwałów i osadników kopalnianych, była publikacja Wójcika (1993a). Konty-

nuowanie badań na temat antropopresji uwarunkowanej rozwojem przemysłu przyczyniło się do zebrania przez autora bardziej szczegółowych danych na ten temat, co skłoniło go do ich opracowania i opublikowania w wielu pracach (Wójcik, 1993b, 1995a, 1995b, 1996b, 1997e, 2006a, 2006b, 2006c, 2007a, 2008). Dzięki temu dokonał się znaczący postęp w poznaniu wpływu przemysłu na ukształtowanie powierzchni terenu w granicach Wałbrzycha i jego okolicy.

Jednym ze skutków antropopresji związanym z rozwojem przemysłu w badanym obszarze jest zanieczyszczenie i zakwaszenie gleb. Dowiodły tego badania PIOŚ dotyczące skażenia metalami ciężkimi pokryw glebowych na terenach ogródków działkowych Wałbrzycha (*Ocena stanu środowiska...* 1993, *Raport o stanie środowiska...* 1994). Niewielka ilość danych na ten temat i tylko dla lat 1989–1993 nie pozwalają na głębszą analizę problemu. Stan wiedzy o zanieczyszczeniu gleb metalami ciężkimi w Wałbrzychu uzupełniają publikacje Wójcika (1995c, 1997b) oraz informacje zawarte w objaśnieniach do „Atlasu geochemicznego Wałbrzycha i okolic" (1996).

Niewiele publikacji dotyczy również problemów związanych z rekultywacją i zagospodarowaniem terenów po zakończonej działalności przemysłowej, a zwłaszcza hałd i osadników kopalnianych. W piśmiennictwie na ten temat znajdujemy zaledwie kilka artykułów m.in. Ryszki-Jarosz (1981), Kuczyńskiej i in. (1984), Tritta i Bałuki (2003b,) oraz autora (Wójcik 2006c, 2007a).

Negatywnym skutkiem rozwoju przemysłu w Wałbrzychu i okolicy było znaczne zanieczyszczenie powietrza. Pomimo dużej wagi problemu zainteresowanie badaniami wpływu przemysłu na powietrze w omawianym obszarze było niewielkie. Potwierdzeniem tego może być brak aż do 1995 r. w literaturze naukowej szczegółowych prac na ten temat, mimo, że w publikowanych opracowaniach statystycznych i innych ogólnie dostępnych materiałach źródłowych wykorzystanych w niniejszej pracy zawarto sporo danych o wielkości emisji i imisji zanieczyszczeń powietrza w badanym obszarze.

Warunki naturalne oraz znaczna ilość emitowanych do atmosfery zanieczyszczeń w Kotlinie Wałbrzyskiej sprzyjały koncentracji pyłów i gazów w powietrzu oraz powstawaniu smogu. Wzmianki na ten temat znajdujemy m.in. w artykułach Witoszyńskiego(1978) oraz Jońcy i Kacperkiewicza (1986). Oddziaływanie pyłów i gazów emitowanych przez wałbrzyski przemysł na wybrane gatunki drzew badali Mielczarek (1977), Skrężyna (1981) oraz Hryniewicz-Sudnik i in. (1987). Zmiany zachodzące w wielkości emisji zanieczyszczeń w badanym rejonie w okresie transformacji gospodarczej przedstawili Czaja i Korczyńska (1997). Wpływ przemysłu na powietrze w latach 1975–1996 oraz uwarunkowania i skutki tego procesu w Wałbrzychu i okolicy badał Wójcik (1995b, 1996a, 1997a, 1997c, 1997e, 1998a, 1999). W cytowanych wyżej artykułach wykorzystano m.in. zebrane wcześniej niepublikowane dane o zanieczyszczeniu powietrza oraz ilości emitowanych pyłów i gazów pochodzące z archiwów PIOŚ i WSSE w Wałbrzychu. Omawiane

publikacje autora są dotychczas jedynymi, w których podjęto próbę odtworzenia zmian w zanieczyszczeniu powietrza w rejonie wałbrzyskim oraz ich przestrzennego zróżnicowania, a także określania uwarunkowań i czynników przemian w jakości powietrza i wynikających z tego skutków w środowisku u schyłku rozwoju oraz w trakcie likwidacji tradycyjnych gałęzi przemysłu w regionie. Wzmianki o zanieczyszczeniu powietrza w rejonie wałbrzyskim znajdujemy ponadto na marginesie różnorodnych opracowań, m.in. Baranowskiej i in. (1978) oraz Kozłowskiej-Szczęsnej i in. (2002) na temat charakterystyki bioklimatu uzdrowisk polskich, a także Jońcy (1985) oraz Jońcy i Kacperkiewicza (1986) dotyczących rozwoju Wałbrzycha i różnych aspektów ochrony środowiska w tym mieście.

Dotychczas nie prowadzono szczegółowych badań związanych z wpływem przemysłu na wody powierzchniowe badanego obszaru. W piśmiennictwie naukowym do 1995 r. informacje na ten temat są zawarte przeważnie na marginesie różnych opracowań, m.in. Jońcy (1979), Jońcy i Kacperkiewicza (1986), Mikulskiego (1996,1998) i Fischera (1996). Skromne dane o zanieczyszczeniu rzek w rejonie wałbrzyskim zawierają także publikacje Nowaka (1977), Jońcy (1985) i Wiernickiego (1987). W wyżej wymienionych opracowaniach jakość wód w rzekach była rozpatrywana zwykle w danym roku, a więc w ujęciu statycznym. Ostatnio badaniem wpływu przemysłu na wody powierzchniowe w Wałbrzychu i okolicy zajmował się Wójcik (Puchała, Wójcik 1996, Wójcik 1997d, 1998b, 2001, 2002). W cytowanych wyżej artykułach dokonano bardziej szczegółowej analizy antropogenicznych przemian w środowisku wód powierzchniowych, aniżeli we wcześniej wydanych publikacjach na ten temat, a ponadto wyniki badań zostały udokumentowane niepublikowanymi dotychczas archiwalnymi danymi statystycznymi z lat 1975–1998. Wpływ antropopresji na wody powierzchniowe rozpatrywano więc w aspekcie dynamicznym, nawiązując także do przemian zachodzących w gospodarce rejonu wałbrzyskiego.

Badany obszar tworzą cztery miasta, które w analizowanym obszarze pełniły różne funkcje. W Wałbrzychu i w Boguszowie-Gorcach dominowała funkcja przemysłowa, zaś w Szczawnie-Zdroju i w Jedlinie-Zdroju funkcje turystyczna i wypoczynkowa. Autorzy większości publikacji traktujących o środowisku przyrodniczym i gospodarce omawianego obszaru często podkreślają, że główną przyczyną znacznego zanieczyszczenia powietrza w wyżej wymienionych uzdrowiskach był przemysł wałbrzyski. Do 1997 r. pogląd ten nie został jednak należycie udokumentowany, ani udowodniony. Wzmianki na temat zanieczyszczenia powietrza w uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego znajdujemy m.in. w publikacjach Skupień (1975a, 1975b), Engela i Tracza (1978), Piotrowskiej (1983), Chwastka i Fabera (1991) oraz Cabaja i Jarodzkiego (1997). Nieco szerzej zagadnienie to opisano w cytowanych wcześniej syntezach o bioklimacie uzdrowisk polskich (Baranowska i in. 1978, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Zmiany w zanieczyszczeniu powietrza nad Szczawnem-Zdrój i Jedliną-Zdrój w latach ubiegłych, udokumentowane danymi

statystycznymi, a także zróżnicowanie przestrzenne i uwarunkowania tego zjawiska w wyżej wymienionych uzdrowiskach, badał Wójcik (1997c, 2006d, 2007b). W cytowanych artykułach podjęto również próbę wyjaśnienia, jaki był wpływ wałbrzyskiego przemysłu na stan sanitarny powietrza w obu miejscowościach.

Ważnymi wydarzeniami gospodarczymi ostatniej dekady XX w. w rejonie wałbrzyskim były likwidacja kopalń węgla kamiennego i innych zwykle uciążliwych obiektów przemysłowych oraz restrukturyzacja gospodarki w regionie. Procesy te wywarły znaczące piętno na sytuacji społeczno-ekonomicznej Wałbrzycha i okolicy, a także odegrały istotną rolę w przemianach zachodzących w środowisku przyrodniczym tego obszaru. Analizę i ocenę restrukturyzacji przemysłu oraz wpływ tych procesów na zmiany zachodzące w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego badali m.in. Gołębiowski i Kozłowski (1992), Fiszer (1996), Czerniaki i in. (1999), Kmak i Płonka, (1999), Płonka i in. (1999) oraz Kowalski (2002a). Istotne dla potrzeb niniejszej pracy informacje o restrukturyzacji wałbrzyskiego przemysłu znajdujemy również w cytowanych już wcześniej opracowaniach zbiorowych: „Historyczne okręgi..." (1997), „Doświadczenia z likwidacji..." (1999) i „Eksploatacja górnicza..." (2000). W publikacjach Cioka i Łobody (1992), Wielońskiego (1993), Burdka i Zasłunia (1994–1995), Turkosza (1997), Kmaka i Płonki (1999) oraz Wierzbickiego (1999) omawiane są natomiast głównie społeczno-ekonomiczne problemy restrukturyzacji i jej skutki w środowisku.

Analizując stan wiedzy o antropopresji i jej skutkach w środowisku przyrodniczym badanego obszaru wydzielono również grupę opracowań zawierających różnorodne informacje o antropogenicznych przeobrażeniach środowiska. Przykładami są publikacje Prudnickiego (1978), Grzybowskiego (1978), Jońcy (1985), Kassenberga i Rolewicz (1985), Jońcy i Kacperkiewicza (1986), Polniaka (1989), Kubackiej-Góral (1990, 1994), Mazurskiego (1989–91, 1994), Płonki i in. (1999), a także opracowania zbiorowe m.in. „Ocena degradacji…" 1977, „Proceedings of the conference..." (1985), „Stan ekologiczny Dolnego Śląska" (1987) oraz „Rozpoznanie i ocena..." (1991).

Wiedzę o antropopresji związanej z rozwojem przemysłu w Wałbrzychu i okolicy uzupełniają informacje zawarte na marginesie różnych opracowań nie związanych ściśle z problematyką niniejszej pracy. Wypada tu wymienić, m. in. publikacje Susia (1976), Michalkiewicza (1978a, 1978b), Rudnickiego (1978), Jareckiej i in. (1978), Nyrka (1978), Korykowskiego (1979), Kufel (1979), Piotrowskiego (1978, 1979), Skiby (1978, 1979, 1985, 1986), Szyperskiego (1981, 1983), Czajki (1985, 1986), Pomianowskiego (1984), Mazurskiego (1975, 1985, 1988), Malinowskiego (1987), Piątek (1991), Srogi (1994), Radetzkiego (1995), Piątek i Piątek (1996) oraz Reymara (2003).

Antropopresja i jej skutki w środowisku geograficznym badanego rejonu były także tematem licznych artykułów prasowych, które publikowano w różnych czasopismach lokalnych, regionalnych i ogólnopolskich. Z ustaleń autora wynika, że

w latach 1975–2000 ukazało się około 650 artykułów na ten temat. Zawierały one opis różnych zjawisk o charakterze incydentalnym, np. zanieczyszczenia Pełcznicy związkami fenolu zawartymi w ściekach zrzucanych przez zakłady koksownicze oraz z nielegalnego składowania odpadów toksycznych, a także wpływu przemysłu lub konkretnych zakładów na środowisko i stan zdrowotny zamieszkałej tu ludności (m.in. *Trybuna Wałbrzyska* 1985 nr 16 s. 4, 1987 nr 40 s. 5). Treść niektórych publikacji, głównie starszych artykułów prasowych (sprzed 1986 r.) oraz zamieszczone tam dane statystyczne były cennym źródłem informacji o zachodzących wówczas antropogenicznych przemianach w środowisku. Wykorzystano je w pracy jako uzupełniający materiał źródłowy.

Podsumowując stan badań i wiedzy o antropopresji i jej skutkach w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu, sformułowano kilka uogólnień i wniosków na ten temat.

1. Dotychczas brak w piśmiennictwie naukowym kompleksowego opracowania na temat wpływu przemysłu na środowisko przyrodnicze Wałbrzycha i okolicy. Brak także prac, które zawierałyby choćby pobieżną ocenę rozmiarów i przestrzennego zróżnicowania antropogenicznych przeobrażeń poszczególnych komponentów środowiska przyrodniczego u schyłku rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu w rejonie wałbrzyskim.

2. Wśród ogółu analizowanych publikacji tylko nieliczne to monografie i syntezy. Tematyka tych prac wiąże się z różnymi aspektami antropopresji i jej skutkami w środowisku (*Pięć wieków*... 1978; Wójcik 1993a), a także z historią rozwoju oraz z procesami likwidacji i restrukturyzacji przemysłu w rejonie wałbrzyskim (*Górnictwo węgla*... 1985; *Historyczne okręgi*... 1997; *Doświadczenia z likwidacji*... 1999; *Eksploatacja górnicza*... 2000). W latach 1975–1992 zainteresowanie badaniami naukowymi dotyczącymi przemian środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego w warunkach antropopresji było niewielkie. Wpływ przemysłu na środowisko był rozpatrywany zwykle w ujęciu statycznym. W zakresie badanej problematyki opublikowano wówczas zaledwie kilkanaście artykułów naukowych. Badania autora pozwoliły pogłębić tę wiedzę oraz dokładniej poznać zróżnicowanie antropogenicznych przeobrażeń w obrębie abiotycznych elementów środowiska przyrodniczego w aspektach przestrzennym i czasowym (w ujęciu dynamicznym).

3. Biorąc pod uwagę tematykę analizowanych publikacji należy podkreślić, że najwięcej prac dotyczyło antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu, znacznie mniej opracowań wiązało się z wpływem antropopresji na powietrze i wody powierzchniowe. Wśród ogółu prac związanych z badaną problematyką najliczniejszą grupę tworzą publikacje z zakresu nauk technicznych i przyrodniczych. Pozostałe prace, dotyczące głównie różnych zagadnień ekonomicznych i historii gospodarki w regionie zawierają zwykle niewiele danych i informacji o antropogenicznych przeobrażeniach w środowisku rejonu wałbrzyskiego.

4.Wśród ogółu publikacji o antropopresji i jej skutkach w badanym rejonie najwięcej prac, a także zawartych tam informacji i danych statystycznych, dotyczyło Wałbrzycha. Dla pozostałych miast badanego obszaru dysponujemy uboższą wiedzą o przemianach środowiska przyrodniczego w warunkach antropopresji.

5.W rozpatrywanym okresie wystąpił wzrostowy trend liczby różnych publikacji na temat antropopresji i jej skutków w rejonie wałbrzyskim. Najwięcej prac powstało po 1992 r. Dotyczyły one, przede wszystkim, licznych problemów związanych z likwidacją i restrukturyzacją przemysłu oraz przemianami środowiska przyrodniczego w warunkach transformacji gospodarczej. Podejmowano także pierwsze próby rekonstrukcji antropogenicznych przeobrażeń środowiska w latach ubiegłych oraz oceny przestrzennego zróżnicowania skutków antropopresji.

7. Główne rysy rzeźby terenu

Współczesna naturalna rzeźba terenu rejonu wałbrzyskiego jest skutkiem rozwoju geologicznego tego obszaru od karbonu oraz wypadkową oddziaływania dwóch grup procesów: endogenicznych związanych głównie z ruchami tektonicznymi i egzogenicznych, przede wszystkim denudacji i erozji w paleogenie i neogenie (Szczepankiewicz 1954, Grocholski 1960, 1963, 1968, 1969, Oberc 1972, Jońca 1975, 1979, 1985, Olszewski 1979, Jahn 1980, Nemec 1981, Bossowski, Ihnatowicz 1994, Awdankiewicz 1999, Migoń 2005, Żelaźniewicz 2005).

W niniejszym rozdziale zawarto głównie informacje na temat przestrzennego zróżnicowania urzeźbienia terenu w aspekcie morfograficznym i morfometrycznym. Celowo pominięto szczegółowy opis rozwoju geologicznego i ewolucji ukształtowania powierzchni badanego obszaru, zwracając uwagę jedynie na te wydarzenia, które miały istotne znaczenie dla wyjaśnienia zróżnicowania ukształtowania terenu i bogactwa form tworzących rzeźbę. Nawiązując do opublikowanych wyników badań autora (Wójcik 1993a, 2006a) przyjęto, że antropogeniczny cykl rzeźbotwórczy, którego skutkiem są znaczne przeobrażenia w powierzchni ziemi, rozpoczął się w połowie XIX w. i trwał do 1996 r., kiedy zaprzestano tu wydobycia węgla kamiennego na skalę przemysłową oraz zakończyło się uwarunkowane tą działalnością intensywne modelowanie powierzchni terenu. Rzeźbotwórcze skutki kopalnictwa węgla w Wałbrzychu i okolicy sprzed XIX w. są nieznaczne i nie ważą w istotny sposób na kompleksowej ocenie wielkości antropogenicznych przeobrażeń w powierzchni terenu (Wójcik 1993a). W minionych około 150 latach pod wpływem antropopresji powstały znaczne przeobrażenia w rzeźbie badanego obszaru. Nie zaobserwowano natomiast istotnych zmian w ukształtowaniu terenu pod wpływem czynników naturalnych. Określenie kształtów oraz ustalenie rozmiarów (wysokości, nachylenia stoków, powierzchni, objętości) form antropogenicznych występujących w badanym obszarze, wg stanu na 2000 r., i porównanie tych danych z analogicznymi cechami morfograficznymi i morfometrycznymi sąsiednich form naturalnych stanowiło podstawę oceny stopnia przemodelowania rzeźby terenu w wyniku działalności górniczej, a także przestrzennego zróżnicowania powstałych zmian.

Powszechnie przyjmuje się, że główne rysy rzeźby Sudetów, w tym również badanego obszaru, powstały w paleogenie i neogenie (Szczepankiewicz 1954, Klimaszewski 1958, Walczak 1968, 1972, Jahn 1980, Migoń 2005). Nie można jednak wykluczyć starszych niż paleogeńskie reliktów rzeźby w tych górach, co podkreślają m.in. Jahn (1960, 1980), Walczak (1968), Czerwiński (1985) i Migoń (2005). Ostatni z wyżej wymienionych badaczy przypuszcza, że karbońskie i permskie wulkanity

tworzące Góry Wałbrzyskie i Góry Kamienne, sąsiadujące z płytą kredową Gór Stołowych, są tylko nieznacznie zmienionymi, ekshumowanymi elementami rzeźby mezozoicznej.

Skutkiem ruchów tektonicznych o zróżnicowanym natężeniu oraz długotrwałych procesów erozji i denudacji zachodzących w zmieniających się warunkach klimatycznych paleogenu i neogenu było powstanie w rejonie wałbrzyskim charakterystycznego schodowego układu rzeźby (Szczepankiewicz 1954, Walczak 1968, Jońca 1979). Tworzą ją trzy wyraźnie zarysowane w rzeźbie powierzchnie oddzielone rozczłonkowanymi przez erozję progami morfologicznymi. Są to:
– poziom rybnicki o przeciętnej wysokości 800 m n.p.m., z nielicznymi wzniesieniami twardzielowymi, np. Waligórą (936 m n.p.m.),
– poziom unisławski rozciągający się na wysokości 600 m n.p.m. reprezentowany m.in. przez wierzchowiny Wyżyny Unisławskiej i Wyżyny Jabłowskiej oraz zrównane grzbiety Niedźwiadków (629 m n.p.m.), Lisiego Kamienia (605 m n.p.m.), Ptasiej Kopy (590 m n.p.m.) i Parkowej Góry (532 m n.p.m.) w Wałbrzychu,
– poziom cieszowski o przeciętnej wysokości 400 m n.p.m. rozwinięty na Pogórzu Wałbrzyskim oraz w dnie Kotliny Wałbrzyskiej.

Wyżej wymienione powierzchnie są oddzielone progami powstałymi w obrębie północnych i północno-wschodnich stoków Gór Kamiennych i Wyżyny Unisławskiej oraz stoków wzniesień wyrastających z dna Kotliny Wałbrzyskiej (Szczepankiewicz 1954, Jońca 1979).

Powszechnie przyjmuje się, że w czwartorzędzie rzeźba terenu badanego obszaru nie uległa istotnym zmianom (Jahn, Szczepankiewicz 1967, Walczak 1968, 1972, Jahn 1960, 1980, Szczepankiewicz 1984, 1989, Krzyszkowski 1998). W plejstocenie doliny Bystrzycy, Pełcznicy i Leska oraz dna kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, a także Obniżenie Górnej Bystrzycy zostały w części wypełnione osadami glacjalnymi i fluwioglacjalnymi o miąższości do 40 m, które pokryły fragmenty starszej rzeźby przedplejstoceńskiej, powodując złagodzenie ukształtowania powierzchni. W środowisku peryglacjalnym, pod wpływem wietrzenia mechanicznego oraz powszechnie zachodzących ruchów masowych, na stokach Gór Wałbrzyskich i Gór Kamiennych utworzyły się pokrywy blokowo-gruzowe (Szczepankiewicz 1954, Jahn, Szczepankiewicz1967, Jońca 1975, 1979, Wójcik1982, 1985; Synowiec 2003). Holoceński naturalny cykl rzeźbotwórczy w rejonie wałbrzyskim wiąże się głównie z pogłębianiem dolin rzecznych, tworzeniem stożków napływowych oraz modelowaniem stoków przez erozję i denudację o różnym natężeniu (Szczepankiewicz 1954, Jońca 1962, 1975, 1979, 1985). Wśród czwartorzędowych czynników morfotwórczych w badanym obszarze wymienia się także neotektonikę (Krzyszkowski, Olejnik 1998, Krzyszkowski, Stachura 1998).

Istotny wpływ na zróżnicowanie makrorzeźby rejonu wałbrzyskiego wywarło także położenie badanego obszaru w obrębie różnych, pod względem wieku i budowy, jednostek geologicznych (niecki śródsudeckiej, bloku Gór Sowich i de-

presji Świebodzic). Bogactwo naturalnych form rzeźby to również skutek różnej odporności skał na wietrzenie (Szczepankiewicz 1948, 1954, Jońca 1979, Wójcik 1993a).

Współczesny obraz rzeźby terenu znacznej części rejonu wałbrzyskiego nawiązuje do głównych elementów tektonicznych niecki śródsudeckiej. W synklinalnych obniżeniach węglowej niecki wałbrzyskiej, zwanych nieckami: Sobięcina i Gorców, powstały dwie śródgórskie kotliny: Wałbrzyska i Kuźnicka. Rozdziela je Kopuła Chełmca (851 m n.p.m.) powszechnie uznawana za górnokarboński lakolit (Augustyniak 1970, Oberc 1972, Nemec 1979, 1981, Żelaźniewicz 2005). Góra Chełmiec tworzy znaczną wyniosłość (wysokość względna: 300–450 m), ze względu na dużą odporność budujących ją ryolitów na wietrzenie i denudację, w stosunku do obszarów zbudowanymi ze skał starszych (łupki ilaste, iłowce, mułowce i zlepieńce), tworzących skrzydła niecki wałbrzyskiej, które są mniej odporne na niszczenie przez czynniki egzogeniczne (Szczepankiewicz 1954, Grocholski 1965, Wójcik 1993a; *Atlas geochemiczny Wałbrzycha i okolic*... 1996). Powstała tu więc rzeźba inwersyjna (Jońca 1979, Wójcik 1993a).

Dyslokacje nieciągłe, głównie uskoki, występują licznie w badanym obszarze (Szczepankiewicz 1954, Grocholski 1965, Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25000, arkusze: Mieroszów 1973, Wałbrzych 1984, Boguszów 1987). Struktury te nie odgrywają jednak istotnej roli rzeźbotwórczej. W rzeźbie terenu tylko nieliczne tworzą progi o wysokości do kilku metrów i łagodnym nachyleniu czoła do podnóża progu. Formy te występują m.in. w zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej oraz w południowej części Kotliny Kuźnickiej (Wójcik 1993a).

Znaczny wpływ na współczesny obraz rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego wywarła także późnopaleozoiczna działalność wulkaniczna. Karbońskie i permskie intruzje ryolitów i melafirów (Grocholski 1965, Nemec 1981, Bossowski, Czerski 1988, Bossowski i in. 1990, Awdankiewicz 1999) budują dziś wzniesienia w kształcie stożków i kopuł oraz wydłużone masywy o znacznych wysokościach względnych.

Mimo urozmaiconej rzeźby terenu wydzielono w rejonie wałbrzyskim kilka charakterystycznych cech makrorzeźby. Są to:

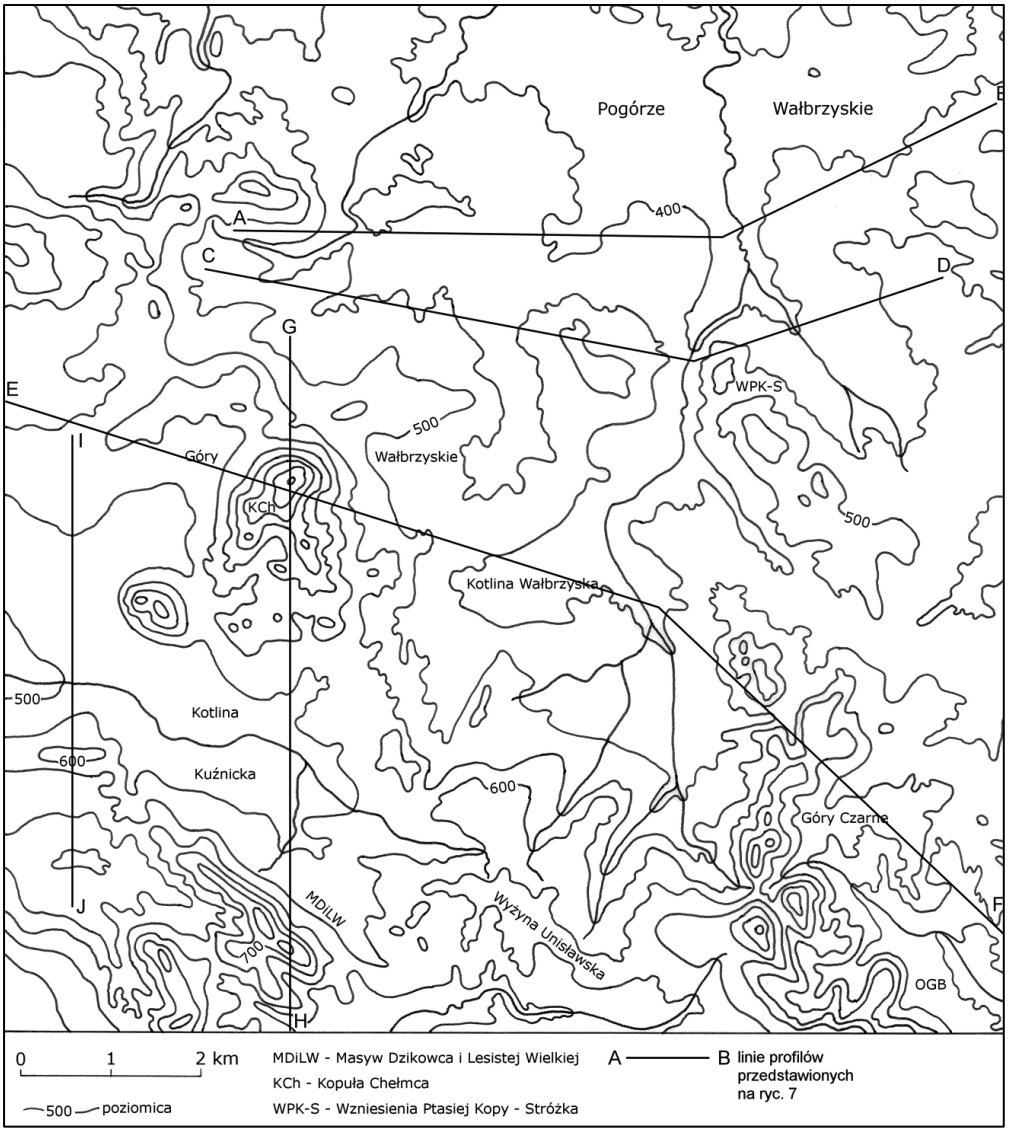
– zrównane wierzchowiny oraz izolowane wzniesienia w kształcie kopuł i stożków będące przeważnie twardzielami zbudowanymi z karbońskich i permskich ryolitów i melafirów,

– obszary wyżynne ograniczone rozciętymi przez doliny niewielkich cieków krawędziami o wysokościach 80–180 m, rozwiniętymi przeważnie w dolnokarbońskich zlepieńcach i górnokarbońskich piaskowcach oraz w gnejsach sowiogórskich,

– różnej wielkości obniżenia śródgórskie i kotliny, założone w górnokarbońskich i dolnopermskich łupkach ilastych, iłowcach i mułowcach, przeważnie o płaskim i pofalowanym dnie, urozmaiconym izolowanymi wzniesieniami o wysokościach 30–70 m,

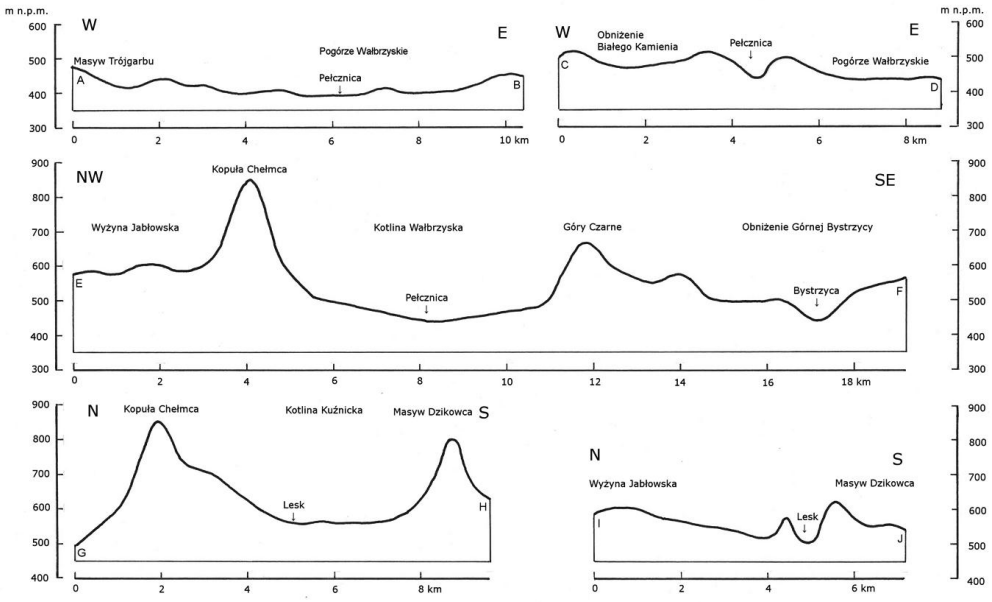
– szerokie, nawet do 400 m doliny rzeczne w dnach kotlin, niewspółmierne do wielkości obecnie płynących tam cieków (Pełcznica, Lesk),
– znaczne różnice wysokości, nawet do 450 m, na niewielkim obszarze.
Zróżnicowanie i główne rysy ukształtowania powierzchni badanego obszaru ilustruje ryc. 6.

Jak wcześniej sygnalizowałem istotnym w realizacji założonych celów pracy jest szczegółowy opis zespołu form naturalnych w aspekcie morfograficznym



Ryc. 6. Główne rysy ukształtowania terenu rejonu wałbrzyskiego. Opracowanie własne na podstawie mapy topograficznej Polski (1998).

i morfometrycznym. Opracowując to zagadnienie nawiązano do podziału Sudetów na regiony fizycznogeograficzne Walczaka (1968), uszczegółowionego dla badanego obszaru przez Jońcę (1979). Największy nacisk położono na precyzyjny opis kompleksu form naturalnych w obszarach, na których występowały znaczne przeobrażenia rzeźby terenu spowodowane działalnością przemysłową (tab. 1, w załączniku). Stanowiło to podstawę oceny rozmiarów antropogenicznych zmian w powierzchni ziemi oraz wyjaśnienia, jaki jest stosunek powstałej rzeźby antropogenicznej do ogółu form naturalnych. Opis rzeźby w regionach, na których występują znaczne przemysłowe przeobrażenia w powierzchni ziemi, uzupełniono profilami terenu (ryc. 7).



Ryc. 7. Profile terenu przez kotliny: Wałbrzyską i Kuźnicką oraz ich otoczenie wskazujące na główne rysy ukształtowania powierzchni tych obszarów. Opracowanie własne na podstawie mapy topograficznej Polski (1998).

8. Klimat lokalny

Klimat rejonu wałbrzyskiego nie został dotychczas szczegółowo zbadany. Jedynym, w literaturze naukowej, na ten temat opracowaniem jest publikacja Schmucka (1948a). Przedstawiona w niej charakterystyka klimatu badanego obszaru jest udokumentowana archiwalnymi danymi pochodzącymi z pomiarów synoptycznych wykonanych przez badaczy niemieckich w latach 1881–1930 i 1934–1936. Opis głównych cech klimatu rejonu wałbrzyskiego zawiera także inna publikacja tego badacza (Schmuck 1948b). Brak tam jednak danych klimatycznych, na podstawie których sformułowano przedstawione w opracowaniu uogólnienia i wnioski. Wzmianki o warunkach klimatycznych rejonu wałbrzyskiego znajdujemy również w innym artykule Schmucka (1969) na temat klimatu Sudetów. Charakterystykę wybranych elementów klimatu lokalnego w Szczawnie-Zdroju i w Jedlinie-Zdroju zawierają monografie o bioklimacie uzdrowisk polskich (Baranowska i in. 1978, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Pobieżny opis warunków klimatycznych badanego obszaru zawarto też w artykułach Jońcy (1979, 1985), Jońcy, Kacperkiewicza (1986) i autora (Wójcik 1996a, 1997a, 1997c, 1999, 2006d) dotyczących stanu środowiska przyrodniczego Wałbrzycha i okolicy oraz zachodzących w nim przemian spowodowanych antropopresją, a także w różnych źródłach niepublikowanych, m.in. w opracowaniach Kondysza (1967) i Klimka (1969). Źródłem ogólnych informacji o zróżnicowaniu warunków klimatycznych rejonu wałbrzyskiego są mapy klimatyczne w *Atlasie Śląska Dolnego i Opolskiego* (1997) wykonane na podstawie danych synoptycznych z lat 1951–1990 oraz różnych niepublikowanych danych pochodzących m.in. z archiwum IMiGW we Wrocławiu. Do opracowania niniejszego rozdziału wykorzystano także roczniki opadowe z lat 1975–1990 oraz informacje zawarte w różnych opracowaniach niepublikowanych zgromadzonych w archiwach WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu, Urzędzie Wojewódzkim i Miejskim w Wałbrzychu, w centralnym archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego oraz w zbiorach zakładów: Klimatologii i Ochrony Atmosfery, Geografii Fizycznej oraz Geografii Regionalnej i Turystyki Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego we Wrocławiu. Z analizy dostępnych publikacji i niepublikowanych materiałów źródłowych wynika, że warunki klimatyczne badanego obszaru są słabo rozpoznane. Powodem tego jest, przede wszystkim, zaniechanie prowadzenia tu w minionych kilkudziesięciu latach regularnych obserwacji synoptycznych i w związku z tym brak aktualnych danych klimatycznych. Wałbrzycha i okolice tego miasta, już od dłuższego czasu, są więc „biała plamą" na mapie klimatycznej Sudetów.

Ubóstwo danych statystycznych na temat warunków klimatycznych rejonu wałbrzyskiego z okresu 1975–2000 nie pozwala na precyzyjną charakterystykę

głównych cech klimatu lokalnego tego obszaru. W celu wykazania zróżnicowania klimatycznego Wałbrzycha i okolicy posłużono się więc danymi statystycznymi z lat 1881–1930 i 1934–1936, zamieszczonymi w publikacji Schmucka (1948a), które są najbardziej reprezentatywne, ze względu stosunkowo długi (pięćdziesięcioletni) okres obserwacji synoptycznych. Po 1948 r. pomiary i obserwacje synoptyczne w badanym terenie prowadzono jedynie na stacji meteorologicznej w Szczawnie-Zdroju oraz na posterunkach opadowych w Jedlinie-Zdroju i w Boguszowie (Baranowska i in.1978, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Nie były one regularne, a ponadto rejestrowano tam tylko wybrane elementy pogody: temperaturę, opady i wiatry. Dla Szczawna-Zdroju udało się zebrać uśrednione dane synoptyczne z lat 1956––1965 i 1971–1990, a dla Jedliny-Zdrój z okresów 1954–1956 i 1960–1980. W latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia działał także posterunek meteorologiczny w Wałbrzychu Piaskowej Górze. Autorowi nie udało się odszukać wyników pomiarów synoptycznych pochodzących z tego posterunku. W pracy wykorzystano również różne archiwalne dane klimatyczne dla badanego obszaru pochodzące z IMGW we Wrocławiu.

Brak stacji meteorologicznej w Kotlinie Wałbrzyskiej uniemożliwia precyzyjne określenie lokalnych warunków klimatycznych panujących w południowej części Wałbrzycha. Można je scharakteryzować jedynie w sposób przybliżony, na podstawie ekstrapolacji wyników pomiarów synoptycznych z dawniej działających stacji i posterunków meteorologicznych w Sokołowsku, Mieroszowie, Boguszowie, Głuszycy i Szczawnie-Zdroju, Obiekty te były zlokalizowane poza Kotliną Wałbrzyską, a więc w innych warunkach terenowych niż Wałbrzych.

Warunki klimatyczne rejonu wałbrzyskiego kształtują się pod wpływem tych samych mas powietrza, które wpływają na roczny rozkład stanów pogody w Sudetach. Istotny wpływ na klimat badanego obszaru mają także czynniki lokalne, zarówno naturalne, jak i antropogeniczne, decydujące o specyfice i zróżnicowaniu warunków pogodowych w skali mikroklimatycznej i mezoklimatycznej.

Charakterystyczną cechą klimatu Sudetów jest rozmaitość sytuacji pogodowych uwarunkowanych napływem różnych mas powietrza oraz często zmieniającą się konfiguracją układów barycznych. Warunki synoptyczne cechują się dużą zmiennością z dnia na dzień, także przebieg stanów pogody w kolejnych latach może być różny i nietypowy (Schmuck 1969, *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego* 1997, Sobik 2005).

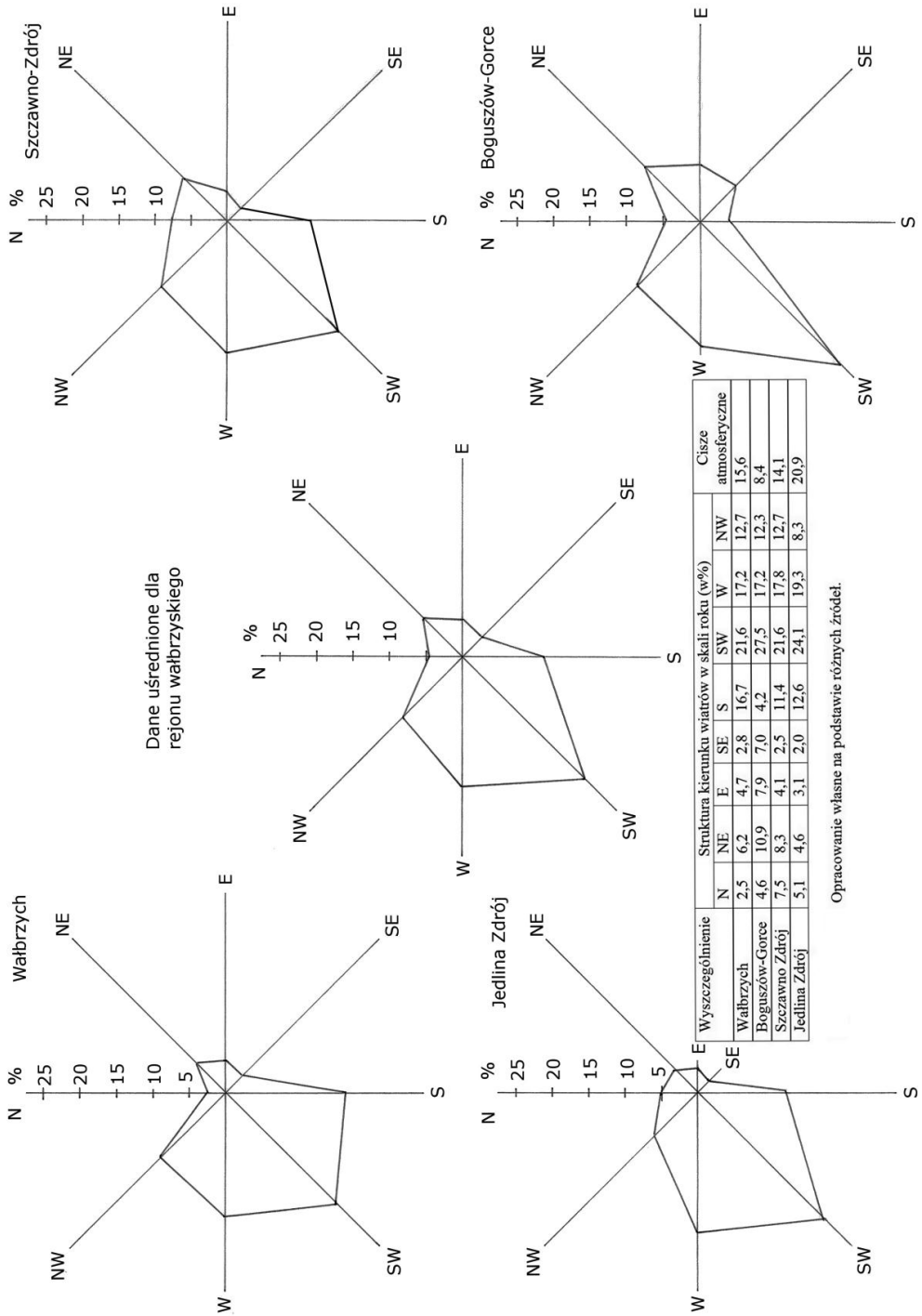
Decydujący wpływ na klimat Sudetów wywierają masy powietrza polarnomorskiego napływające z sektora zachodniego, cechujące się dużą wilgotnością. Docierają one nad badany obszar przeciętnie przez 179 dni w ciągu roku. Często przynoszą opady związane ze strefami frontalnymi w niżach przemieszczających się z zachodu na wschód Europy. Suche masy powietrza polarno-kontynentalnego napływają z sektora wschodniego. Nad Sudety docierają rzadziej niż powietrze polarno-morskie, średnio przez 113 dni w ciągu roku. Pozostałe masy powietrza: zwrot-

nikowe i arktyczne zalegają nad Sudetami przeciętnie 22 dni w ciągu roku i nie odgrywają istotnej roli w kształtowaniu klimatu tych gór (Bołaszewska, Reutt 1962, Walczak 1968, Sobik 2005). Pogodę cyklonalną przeciętnie notuje się więc 204 dni, a antycyklonalną przez 161 dni w ciągu roku. Najmniejsze różnice w liczbie dni między wyżej wymienionymi typami pogody występują latem (53% i 47%), największe natomiast zimą (60% i 40%) (Sobik 2005).

Masy powietrza docierające nad Sudety ulegają transformacji m.in. pod wpływem zróżnicowanych warunków środowiska panujących w tych górach. Istotny wpływ na klimat lokalny rejonu wałbrzyskiego wywierają, przede wszystkim, silnie urozmaicona rzeźba terenu wyrażająca się zróżnicowanymi wysokościami bezwzględnymi (380–851 m n.p.m.) i znacznymi deniwelacjami (do 471 m) oraz różnymi nachyleniami i ekspozycją stoków, gęsta sieć dolin oraz występowanie rozległych śródgórskich obniżeń terenu, a także zróżnicowane pokrycie roślinnością, również działalność człowieka i jej skutki.

W charakterystyce warunków klimatycznych badanego obszaru zwrócono szczególną uwagę na te elementy klimatu lokalnego, które wywierają istotny wpływ na rozprzestrzenianie się i stężenie zanieczyszczeń w powietrzu. Dokonano więc analizy struktury kierunków i prędkości wiatrów, występowania cisz atmosferycznych, wielkości i przestrzennego zróżnicowania opadów i wilgotności powietrza oraz występowania mgieł i inwersji termicznych.

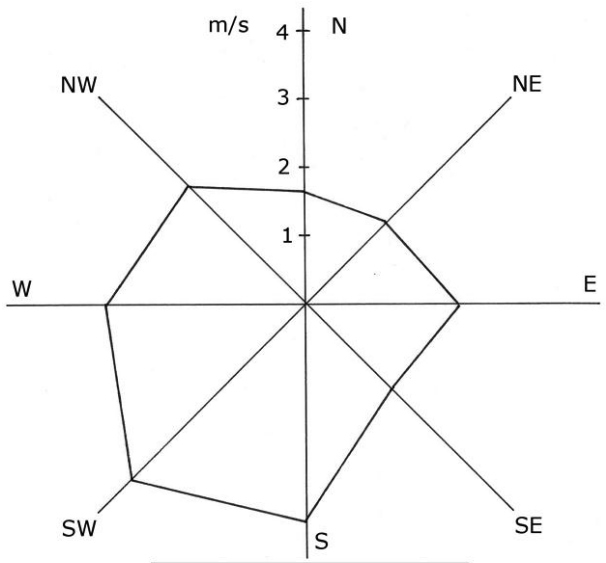
Elementem klimatu mającym decydujący wpływ na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w powietrzu jest wiatr. Istotne znaczenie w wyjaśnieniu wpływu wałbrzyskiego przemysłu na zanieczyszczenie powietrza ma więc statystyczny obraz rozkładu kierunków i prędkości wiatrów w badanym obszarze. Często notowane w Sudetach, w półroczu chłodnym wiatry południowo-zachodnie, a w półroczu ciepłym wiatry północno-zachodnie, ulegają zwykle modyfikacjom, głównie pod wpływem urozmaiconej rzeźby terenu oraz różnej ekspozycji stoków i wysokości nad poziomem morza. Wyżej wymienione cechy ukształtowania powierzchni są typowe dla rejonu wałbrzyskiego i z tego m.in. powodu notuje się w tym obszarze znaczne zróżnicowanie kierunków i prędkości wiatrów (ryc. 8 i ryc. 9). Dominują tu wiatry południowo-zachodnie (23,7% ogółu wiatrów)), przy czym częstość ich, w przebiegu rocznym jest różna w poszczególnych miejscowościach badanego obszaru. Najczęściej notuje się je w Boguszowie (27,5%), nieco rzadziej w Jedlinie-Zdroju (24,1%) oraz w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju (21,6%). W badanym obszarze częste są także wiatry zachodnie, stanowiące, w zależności od miejscowości, od 17,2% do 19,3% ogółu wiatrów. Znaczne zróżnicowanie częstości występowania dotyczy także wiatrów południowych (4,2–16,7%) i północno-zachodnich (8,3–12,7%). Wiatry z pozostałych kierunków (północne, północno-wschodnie, wschodnie i południowo-wschodnie) są w rejonie wałbrzyskim rzadziej notowane i stanowią od 2% do 10,9% ogółu występujących w tym obszarze (ryc. 8).



Wyszczególnienie	Struktura kierunku wiatrów w skali roku (w%)								Cisze atmosferyczne
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Wałbrzych	2,5	6,2	4,7	2,8	16,7	21,6	17,2	12,7	15,6
Boguszów-Gorce	4,6	10,9	7,9	7,0	4,2	27,5	17,2	12,3	8,4
Szczawno Zdrój	7,5	8,3	4,1	2,5	11,4	21,6	17,8	12,7	14,1
Jedlina Zdrój	5,1	4,6	3,1	2,0	12,6	24,1	19,3	8,3	20,9

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Ryc. 8. Częstość występowania kierunków wiatrów w miastach rejonu wałbrzyskiego.
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1,7	1,7	1,9	1,8	3,3	3,6	2,9	2,4

Ryc. 9. Średnie prędkości wiatrów w rejonie wałbrzyskim. Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Największe średnie prędkości mają wiatry o dużej częstości. Z nielicznych danych na ten temat, pochodzących z różnych publikacji i źródeł niepublikowanych, wynika, że przeciętne prędkości wiatrów południowych, południowo-zachodnich i zachodnich wynoszą odpowiednio 3,3 m/s, 3,6 m/s i 2,9 m/s. Średnie prędkości wiatrów z pozostałych kierunków wahają się od 1,7 m/s do 2,4 m/s (ryc. 9). Należy także zaznaczyć, iż chwilowe prędkości wiatrów oraz ich kierunki często się zmieniają, w zależności od warunków lokalnych i zwykle różnią się od podanych wyżej wartości średnich. Potwierdzeniem tego są wyniki pomiarów kierunków i prędkości wiatrów z Wałbrzycha Śródmieścia, Sobięcina i Piaskowej Góry zamieszczone w niepublikowanych opracowaniach WIOŚ w Wałbrzychu (*Charakterystyka warunków*… 1990), a także dane na ten temat z ekspertyzy wpływu Elektrociepłowni „Victoria" na zanieczyszczenie powietrza w Kotlinie Wałbrzyskiej (Ocena oddziaływania… 1990). Prędkości wiatrów w obrębie zabudowy mieszkalnej Wałbrzycha są przeważnie o 25–40% mniejsze, niż na otwartych przestrzeniach w tym mieście. Na ogół większe prędkości mają także wiatry w wyżej położonych dzielnicach Wałbrzycha (Jońca 1979, Jońca, Kacperkiewicz 1986). Wnioski te nie zostały jednak udokumentowane wynikami dłużej prowadzonych pomiarów anemometrycznych.

Przewaga wiatrów słabych w kotlinach rejonu wałbrzyskiego (0,2–2,0 m/s: 50% ogółu wiatrów w ciągu roku) i duża częstość cisz atmosferycznych (przeciętnie 15% wszystkich obserwacji anemometrycznych) oraz otoczenie kotlin górami o wysokościach względnych 100–450 m, a także występowanie dużych hałd i gęsta

zabudowa w dnach obniżeń nie sprzyjają dobremu przewietrzaniu tych obszarów. W śródgórskich obniżeniach terenu często zalegają chłodne masy powietrza, a różnice temperatury między dnem kotlin, a otaczającymi je górami dochodzą nawet do 90°C (Schmuck 1948a, Jońca 1979, 1985, Jońca, Kacperkiewicz 1986). Charakterystyczną cechą klimatu lokalnego kotlin jest tworząca się, zwłaszcza w okresie od października do marca, warstwa inwersyjna, która w Kotlinie Wałbrzyskiej ma miąższość do 120 m (Skrężyna 1979, 1981, Jońca 1985, *Charakterystyka warunków…* 1990).

Typowym wiatrem powstającym w Sudetach, notowanym również w rejonie wałbrzyskim, jest fen. Występuje najczęściej jesienią, w zimie oraz wczesną wiosną i osiąga znaczne prędkości: 10–15 m/s, a w porywach nawet 25–30 m/s (Schmuck 1969, Kwiatkowski 1972, 1975, 1979, Jońca 1985). Odczuwalny jest jako silny wiatr przede wszystkim na Pogórzu Wałbrzyskim, a więc w północnej części badanego obszaru.

W rejonie wałbrzyskim występują także lokalne wiatry dolinne i górskie, wstępujące prądy powietrza oraz grawitacyjne spływy chłodnych mas powietrza po stokach do obniżeń terenu, m.in. do kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej (Schmuck 1948a, 1969, Jońca 1979, 1985).

Istotny wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza mają cisze atmosferyczne, zwłaszcza podczas inwersji termicznych. Zjawisko to sprzyja wzrostowi stężeń pyłów i gazów w powietrzu. Z danych pochodzących z różnych opracowań wynika, że cisze atmosferyczne w badanym rejonie stanowią od 8,4% ogółu obserwacji anemometrycznych w Boguszowie do 20,9% w Jedlinie-Zdroju. W Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju zjawisko to stanowiło odpowiednio 15,6% i 14,1% wszystkich obserwacji anemometrycznych (Schmuck 1948a, Baranowska i in.1978, Kłodawska 1981, Styrna 1981, *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego* 1997, Skrobacka 2002, Kozłowska-Szczęsna i in.2002).

Rejon wałbrzyski charakteryzuje się znacznym przestrzennym zróżnicowaniem ilości opadów i ich rozkładem w ciągu roku (tab. 2). W porównaniu do innych górskich obszarów w Sudetach występuje tu stosunkowo mała ilość opadów. Znaczna część rejonu wałbrzyskiego leży bowiem w cieniu opadowym wyższych pasm górskich, m.in. Karkonoszy i Gór Kamiennych. Roczne sumy opadów wahają się tu od 670 mm w kotlinach do 850 mm na stokach i wierzchowinach Gór Wałbrzyskich (Schmuck 1948a, 1969, Chomicz, Sadowski 1967, Jońca 1979, 1985, *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego* 1997). Północne stoki gór otrzymują przeważnie więcej opadów w lecie, w zimie natomiast większe sumy opadów notuje się na stokach południowych. Największe średnie miesięczne wielkości opadów występują w czerwcu, lipcu i sierpniu, najmniejsze zaś od listopada do marca. Przeciętna liczba dni z opadami w ciągu roku waha się od 140 na Pogórzu Wałbrzyskim i w kotlinach śródgórskich do 180 w najwyższych częściach Gór Wałbrzyskich (Baranowska i in. 1978,

Tab. 2. Średnie miesięczne i roczne sumy opadów atmosferycznych w miastach rejonu wałbrzyskiego.

Wyszczególnienie	Wielkośc opadu (mm)												Σ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Wałbrzych	41	32	45	58	66	82	90	62	58	55	40	41	670
Boguszów-Gorce	46	35	48	61	86	87	103	90	70	60	51	46	783
Szczawno-Zdrój	40	31	44	54	85	79	97	77	60	56	45	42	710
Jedlina-Zdrój	41	37	36	53	77	108	108	93	59	47	55	51	765
Rejon wałbrzyski	42	34	43	57	79	89	100	81	62	55	48	45	732

Opracowanie własne na podstawie danych zawartych w publikacjach Schmucka (1948),Baranowskiej i in. (1978), Kozłowskiej-Szczęsnej i in. (2002) i materiałach niepublikowanych: Kłodawskiej (1981), Styrnej (1981), Figury (1989), Skrobackiej (2002) oraz pochodzących z archiwów OBiKŚ i WIOŚ w Wałbrzychu, a także z IMiGW we Wrocławiu.

Jońca 1979, 1985, *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego* 1997; Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Zróżnicowanie wielkości opadów zależy także od warunków lokalnych. Przykładem może być fragment Kotliny Wałbrzyskiej zajęty pod zabudowę śródmieścia Wałbrzycha. Z danych zawartych w niepublikowanych materiałach znajdujących się w archiwum WIOŚ w Wałbrzychu wynika, że roczne sumy opadów w różnych miejscach tej dzielnicy, w latach 1985–1989, wahały się od 620 mm do 710 mm (*Charakterystyka*… 1990).

Charakterystycznymi zjawiskami synoptycznymi występującymi w rejonie wałbrzyskim są mgły i zamglenia. Liczba dni z mgłą i zamgleniami w ciągu roku oraz przestrzenne występowanie tych zjawisk są zróżnicowane. Według różnych źródeł (Schmuck 1948a, 1969, Walczak 1968, Baranowska i in. 1978, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002) średnia roczna liczba dni z mgłą waha się od 32 w Wałbrzychu (razem z zamgleniami 105 dni) do 140 w Boguszowie-Gorcach, przy czym ostatnia z podanych wartości to również dni z zamgleniami. W Jedlinie-Zdroju mgły notowane są średnio 38 dni, natomiast w Szczawnie-Zdroju 37 dni w ciągu roku. W przebiegu rocznym największa liczba dni z mgłą przypada na okres od października do marca, zaś najmniej dni, w których występują te zjawiska notuje się w czerwcu, lipcu i sierpniu (tab. 3).

Wilgotność powietrza w badanym obszarze zmienia się okresowo w ciągu roku, a także wykazuje znaczne zróżnicowanie przestrzenne. Czynnikami różnicującymi wilgotność powietrza w rejonie wałbrzyskim są:
– często zmieniające się w ciągu roku warunki synoptyczne,
– urozmaicona rzeźba terenu i znaczne deniwelacje,
– utrudniona cyrkulacja powietrza w kotlinach oraz słabe przewietrzanie tych obszarów,
– częste spływy chłodnego powietrza po stokach do obniżeń śródgórskich,
– zaleganie chłodnego powietrza w kotlinach, w pogodzie antycyklonalnej nawet przez kilka dni,

– znaczne emisje pary wodnej, pyłów i różnych gazów przez przemysł, gospodarkę komunalną i paleniska domowe,
– parowanie wody z osadników i sublimacja śniegu.

Największe zróżnicowanie wskaźnika wilgotności względnej powietrza w ciągu roku występuje w Szczawnie-Zdroju i Wałbrzychu (tab. 4). W ostatnim z wyżej wymienionych miast największą wilgotność względną notuje się zwykle od listopada do lutego oraz w sierpniu (81–95%), natomiast najmniejszą w kwietniu, maju i wrześniu (68–74%).Występują także znaczne dobowe wahania wilgotności powietrza w ciągu roku: 75–98% w nocy i 60–85% w dzień (Kłodawska 1981, Kacperkiewicz 1986, Figura 1989, Skrobacka 2002). W południowej części Wałbrzycha, rozwiniętej w Kotlinie Wałbrzyskiej, często notuje się wyższe wartości wskaźnika wilgotności względnej powietrza (75–95%), aniżeli w północnych dzielnicach tego miasta (60–80%) położonych na Pogórzu Wałbrzyskim, znacznie lepiej przewietrzanym (Jońca 1979, Figura 1989). W Szczawnie-Zdroju wilgotność względna powietrza waha się od 58% w maju do 86% w grudniu (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Według innych źródeł (Tryszczyła 1977, Garczyńska 1992) wskaźnik ten oscyluje od 73% w maju do 87% w lutym. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej powietrza nad Jedliną-Zdrój w ciągu roku są także zróżnicowane: od 70% w czerwcu do 88% w grudniu (Styrna 1981). W Boguszowie-Gorcach największą wilgotność względną powietrza notuje się od października do marca (83–89%), najmniejszą natomiast w okresie maj–lipiec (69–72%) (Schmuck 1948a).

Pod względem termicznym najcieplejszym obszarem rejonu wałbrzyskiego jest Pogórze Wałbrzyskie, najchłodniejszym zaś Kotlina Kuźnicka (średnia roczna temperatura powietrza odpowiednio 7,4°C i 6,3°C). W Kotlinie Wałbrzyskiej oraz w Jedlinie-Zdroju średnia roczna temperatura powietrza wynosi 6,8°C i 6,6°C (tab. 5). Najcieplejszym miesiącem w badanym obszarze jest lipiec: 15,6°C (średnia miesięczna temperatura powietrza od 15,1° C w Wałbrzychu do 16,8°C w Szczawnie-Zdroju), natomiast najchłodniejszym styczeń: –2,5°C (od –1,9°C w Wałbrzychu do –3,0°C w Boguszowie-Gorcach) (Tryszczyła 1977, Baranowska i in. 1978, Jońca 1979, Garczyńska 1992, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Także północne stoki Gór Wałbrzyskich są cieplejsze od południowych, co wiąże się z nadejściem ciepłych pór roku od północy, a pór zimnych od południa (Schmuck 1948a, 1969, Jońca 1979, 1985).

Nawiązując do rzeźby terenu jako istotnego uwarunkowania zróżnicowania klimatu lokalnego rejonu wałbrzyskiego należy podkreślić, że obszar Pogórza Wałbrzyskiego, ze względu na znacznie mniej urozmaicone ukształtowanie terenu niż Góry Wałbrzyskie, jest bardziej jednorodny klimatycznie (Schmuck 1948a, 1969, Jońca 1979, 1985).

W podsumowaniu można stwierdzić, że klimat lokalny rejonu wałbrzyskiego cechuje się znacznym zróżnicowaniem przestrzennym, zwłaszcza w zakresie kierunków, prędkości i częstości wiatrów, wielkości i rozmieszczenia opadów, wa-

runków termicznych i wilgotnościowych powietrza oraz występowania mgieł. Syntetyczne zestawienie wybranych danych charakteryzujących warunki klimatyczne badanego obszaru przedstawiono w tab. 6.

Tab. 3. Średnie miesięczne i średnia roczna liczba dni z mgłą w miastach rejonu wałbrzyskiego.

Wyszczególnienie	Liczba dni z mgłą												Σ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Wałbrzych	3,1	3,3	4,2	3,1	1,2	0,3	0,5	1,5	2	4	5	3,8	32[a]
Boguszów-Gorce	15,5	15,5	16	9,3	9,3	6,7	4	9	10,3	12,7	15	17	140,3[b]
Szczawno-Zdrój	3	3,2	4,4	3,9	1,1	0,3	0,5	1,8	3,4	5,6	6,2	3,8	37,3
Jedlina-Zdrój	2,5	4,1	4	3,8	2,2	1,3	0,5	1,2	2,2	6,3	6,1	3,5	37,7
Rejon wałbrzyski	6,1	6,5	7,2	5	3,5	2,2	1,4	3,4	4,5	7,2	10,6	7	61,9

[a] – razem z zamgleniami 105 dni, [b] – liczba dni z mgłą i zamgleniami.
Opracowanie własne na podstawie źródeł jak w tab. 2.

Tab. 4. Średnie miesięczne i roczne wielkości wilgotności względnej powietrza w miastach rejonu wałbrzyskiego.

Wyszczególnienie	Wilgotność względna powietrza (%)												Średnia roczna
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Wałbrzych	81	82	79	74	68	78	80	82	69	80	83	95	73
Boguszów-Gorce	85	85	83	75	72	69	71	75	76	85	86	89	79
Szczawno-Zdrój	79	81	78	76	58	77	76	76	76	79	83	86	77
Jedlina-Zdrój	85	86	79	76	73	70	72	79	78	82	86	88	70
Rejon wałbrzyski	83	84	80	75	68	74	75	78	75	82	85	90	75

Opracowanie własne na podstawie źródeł jak w tab. 2.

Tab. 5. Średnie miesięczne i średnia roczna temperatura powietrza w miastach rejonu wałbrzyskiego.

Wyszczególnienie	Temperatura powietrza (°C)												Średnia roczna
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Wałbrzych	-1,9	-1,2	1,9	5,8	11,5	13,8	15,1	14,9	11,1	7,6	2,5	0,1	6,8
Boguszów-Gorce	-3	-2,4	2,1	5,1	12,1	13,4	15,2	14,5	10,3	7,1	2,1	-0,9	6,3
Szczawno-Zdrój	-2,2	-1,1	2,6	6,1	11,8	14,4	16,8	16,2	12,4	8,2	3	0,3	7,4
Jedlina-Zdrój	-2,7	-1,7	2,5	5,2	11,8	13,5	15,4	14,7	11,4	7,3	2,4	-0,3	6,6
Rejon wałbrzyski	-2,5	-1,6	2,3	5,6	11,8	13,8	15,6	15,1	11,3	7,6	2,5	-0,4	6,8

Opracowania własne na podstawie źródeł jak w tab. 2.

Tab. 6. Zróżnicowanie wybranych elementów klimatu lokalnego rejonu wałbrzyskiego.

Wyszczególnienie		Wałbrzych	Boguszów--Gorce	Szczawno--Zdrój	Jedlina--Zdrój	Rejon wałbrzyski
Temperatura powietrza (średnia: ^{0}C)		6,8	6,3	7,4	6,6	6,8
Opady (mm/rok)		670	783	710	765	732
Mgły (liczba dni/rok)		32	140[a]	37	38	55
Średnia roczna wilgotność względna powietrza (%)		73	79	77	80	77
Struktura kierunków wiatrów(%)	N	2,5	4,6	7,5	5,1	4,9
	NE	6,2	10,9	8,3	4,6	7,5
	E	4,7	7,9	4,1	3,1	5,0
	SE	2,8	7,0	2,5	2,0	3,6
	S	16,7	4,2	11,4	12,6	11,2
	SW	21,6	27,5	21,6	24,1	23,7
	W	17,2	17,2	17,8	19,3	17,9
	NW	12,7	12,3	12,7	8,3	11,5
	Cisze atmosferyczne	15,6	8,4	14,1	20,9	14,7

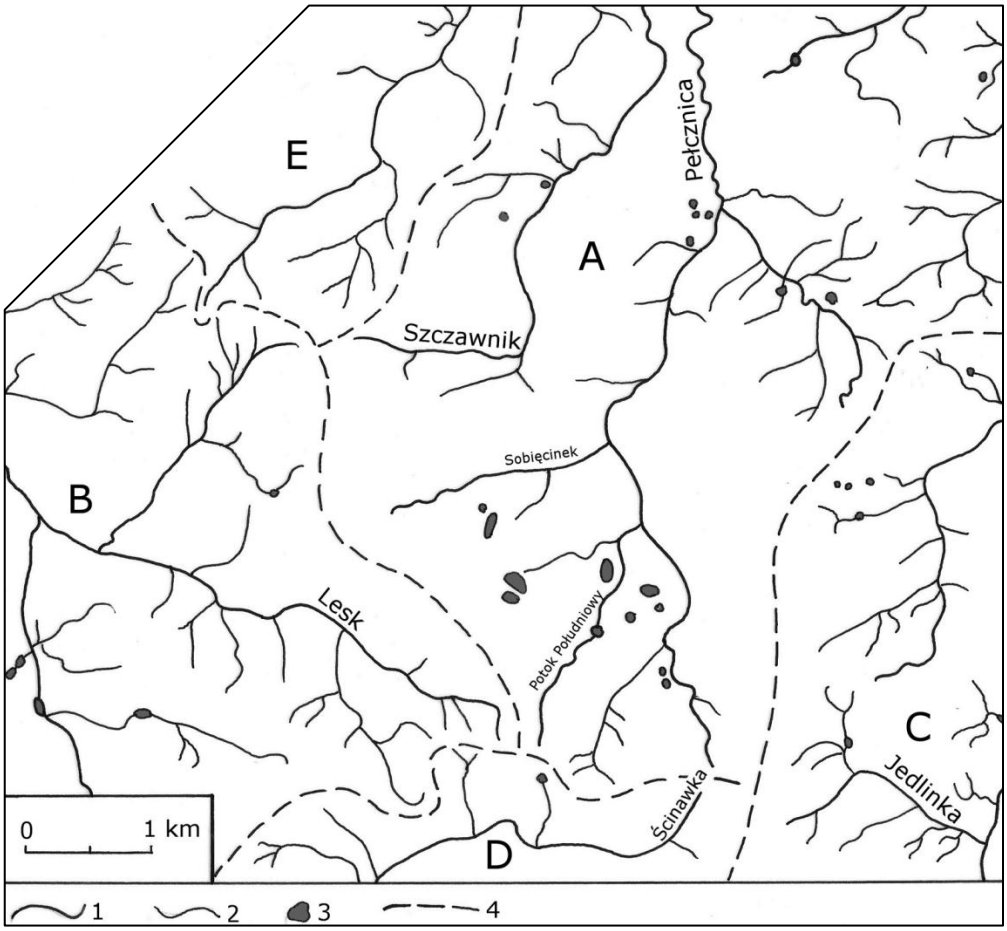
a – razem z zamgleniami
Opracowanie własne na podstawie źródeł jak w tab. 2.

9. Wody powierzchniowe

Ilość publikowanych informacji o wodach powierzchniowych badanego obszaru jest uboga. Dotychczas nie opracowano nawet ogólnej ich charakterystyki. Zaledwie w kilku publikacjach, m.in. Szczepankiewicza (1954), Jońcy (1979, 1985) i autora (Wójcik 1997d, 1998b, 2001, 2002) oraz w objaśnieniach do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1:25000, arkusze: Wałbrzych, Boguszów i Jedlina-Zdrój (Haydukiewicz i in. 1985, Bossowski, Czerski 1988, Bossowski i in. 1990), a także w publikowanych opracowaniach PIOŚ na temat stanu środowiska w województwie wałbrzyskim i dolnośląskim (m.in. *Ocena stanu środowiska*... 1989, 1993, *Raport o stanie środowiska*… 1994, *Raport o stanie środowiska*… 2000) znajdujemy jedynie pobieżny opis sieci rzecznej rejonu wałbrzyskiego. Skromne informacje o wodach powierzchniowych w Wałbrzychu i okolicy zawierają również monografie o regionie (*Wałbrzych. Historia, współczesność, perspektywy* 1970, *Pięć wieków*... 1978, *Wałbrzych*... 1993), a także publikacja Staffy i in. (2005).

Do opracowania niniejszego rozdziału wykorzystano również informacje zawarte w różnych opublikowanych i niepublikowanych źródłach oraz materiały autora pochodzące z badań w terenie, a także dane uzyskane z analizy map topograficznych 1:10000 obejmujących badany obszar i wykonanych na nich prac kartometrycznych.

Charakterystyczną cechą sieci hydrograficznej rejonu wałbrzyskiego jest występowanie wyłącznie niewielkich cieków (ryc. 10). W badanym obszarze brak naturalnych zbiorników wodnych, a wody stojące reprezentowane są jedynie przez kilkanaście małych stawów hodowlanych oraz zalane wyrobiska glinianek i piaskowni. Łączna powierzchnia zajęta przez wyżej wymienione wody wynosi około 30 ha. Specyficznym typem sztucznych zbiorników wodnych, jeszcze niedawno występujących na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń węgla, były stawy osadowe (osadniki), w których gromadzono różnorodne odpady przemysłowe (szlamy, muły węglowe, popioły). W 1996 r. sumaryczna powierzchnia tafli osadników przemysłowych występujących w rejonie wałbrzyskim wynosiła 49,5 ha. Po likwidacji kopalń, ze stawów osadowych wypuszczono prawie całą wodę, wskutek czego zbiorniki te znikły z krajobrazu omawianego obszaru. W dnie mis niektórych osadników często gromadzi się woda pochodząca z opadów i topnienia śniegu, a także pozostała tam po działalności przemysłowej, w związku ze słabą przepuszczalnością podłoża. Powstałe w ten sposób powierzchnie wodne zajmują zwykle kilkaset, rzadko kilka tysięcy metrów kwadratowych, zwłaszcza po obfitych opadach deszczu i topnieniu śniegu. Dna mis dawnych osadników są częściowo porośnięte różnymi



Ryc. 10. Sieć cieków i innych wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim: 1 – większe cieki, 2 – potoki oraz cieki okresowe, 3 – osadniki kopalniane i stawy hodowlane, 4 – działy wodne zlewni: A – Pełcznicy, B – Leska, C – Bystrzycy, D – Ścinawki, E – Strzegomki. Opracowanie własne na podstawie mapy topograficznej Polski (1998).

roślinami higrofilnymi, co świadczy o trwale wilgotnym podłożu, na którym występują (ryc. 11).

W pobliżu źródeł Leska i Pełcznicy oraz na Pogórzu Wałbrzyskim, gdzie na powierzchni terenu występują iły warwowe oraz płaty glin morenowych, po dłuższych opadach w zagłębieniach powstają niewielkie powierzchnie terenów podmokłych.

Sieć rzeczną rejonu wałbrzyskiego tworzą stałe i okresowo płynące cieki wodne. Koryta okresowych cieków wypełniają się wodą najczęściej po długotrwałych lub gwałtownych opadach letnich oraz podczas wiosennych roztopów. Rzeki badanego obszaru są ubogie w wodę. Średni roczny przepływ największych cieków:

Ryc. 11. Roślinność higrofilna w dnie dawnego nazwałowego stawu osadowego (11–3) należącego niegdyś do kopalni „Thorez" (fot. J. Wójcik).

Pełcznicy i Leska wynosi zaledwie 0,8 m^3/s i 0,21 m^3/s (Opyrchał i in. 1972, Jońca 1979, 1985, *Rocznik hydrologiczny*… 1980, 1985, 1990, Jońca, Kacperkiewicz 1986). Uwarunkowane jest to niewielkimi, jak na obszar górski opadami (670––850 mm/rok), odpływem powierzchniowym (około 30% sumy rocznych opadów) spowodowanym znacznymi spadkami terenu, a także intensywną infiltracją, w związku z silnym spękaniem podłoża i znacznym rozprzestrzenieniem gruboziarnistych skał osadowych (Schmuck 1948a, Szczepankiewicz 1954, Chomicz, Sadowski 1967, Opyrchał i in. 1972). Według danych Noskowskiego i Frajtaka (1980) oraz Jońcy (1985) aż 70% górnokarbońskich skał osadowych występujących na powierzchni w Wałbrzychu i okolicy to gruboziarniste piaskowce i zlepieńce. Szacuje się, że skały te „pochłaniają" około 40% rocznej sumy opadów, z czego aż 63% dostaje się do podziemnych wyrobisk górniczych i wraz z wodami dołowymi jest wypompowywana na powierzchnię, a następnie odprowadzana do rzek i osadników. Ewapotranspiracji w badanym obszarze podlega około 30% wód opadowych (Opyrchał i in. 1972, Jońca 1985). Należy także podkreślić, że rejon wałbrzyski leży w górnych częściach zlewni Pełcznicy, Leska, Szczawnika i Jedlinki i jest permanentnie odwadniany przez te cieki. Brak natomiast dopływu wód z zewnątrz. Nie

wpływa to korzystnie na wielkość zasobów wód powierzchniowych w omawianym rejonie.

Główne rysy sieci rzecznej rejonu wałbrzyskiego istniały już w pliocenie, jednak współczesny jej układ zaczął się kształtować dopiero po ustąpieniu lądolodu zlodowacenia Odry (Szczepankiewicz 1952, 1953, 1954, Jahn 1960, Jońca 1979, 1985, Haydukiewicz i in. 1985). Rzeźba terenu sprawiła, że większe cieki omawianego obszaru płyną w różnych kierunkach: Pełcznica i Szczawnik na północ, Lesk na północny zachód, Ścinawka na południowy zachód, a Jedlinka na południowy wschód. Powstał więc promienisty rozbieżny układ sieci rzecznej (ryc. 10).

Najdłuższym ciekiem w badanym obszarze (39 km, w tym w rejonie wałbrzyskim 18,6 km), tworzącym także największą zlewnię, jest Pełcznica. Rzeka ta wypływa z zachodnich stoków Gór Czarnych na wysokości 625 m n.p.m. Płynie tam głęboką do 25 m, wciosową doliną o znacznym spadku (53‰). W obrębie krawędzi unisławskiej i południowych zboczy Kotliny Wałbrzyskiej profil poprzeczny doliny ma kształt niecki. Średni spadek Pełcznicy wynosi 35‰, a koryto wcina się na głębokość 1–2 m. W dnie Kotliny Wałbrzyskiej koryto omawianego cieku ma nieco większą głębokość (2–2,5 m), a średni spadek rzeki wynosi 20‰. Na znacznym odcinku jest ono także obudowane i przykryte betonowymi płytami. Profil poprzeczny doliny ma zróżnicowany kształt: nieckowaty, formy płaskodennej o stromych, często asymetrycznych zboczach, a w odcinku przełomowym przez Wzniesienia Ptasiej Kopy-Stróżka wciosowy. Szerokość doliny Pełcznicy w Kotlinie Wałbrzyskiej jest także zróżnicowana i wynosi od 150 do 400 m. Zmiany kształtu doliny na terenie Wałbrzycha są uwarunkowane zróżnicowaną budową geologiczną i różną odpornością na erozję i denudację skał budujących dno i zbocza Kotliny Wałbrzyskiej (Szczepankiewicz 1954, Jońca 1979, Haydukiewicz i in. 1985, Wójcik 1993a). Wałbrzyski odcinek doliny Pełcznicy został znacznie przeobrażony wskutek antropopresji, a w wielu miejscach w związku z urbanizacją brak naturalnych elementów rzeźby dolinnej (Jońca, Kacperkiewicz 1986, Kacperkiewicz 1986, Wójcik 1993a, 1998b, 2001).

Pełcznica stanowi oś hydrograficzną Kotliny Wałbrzyskiej i jest głównym ciekiem odwadniającym ten obszar ku Pogórzu Wałbrzyskiemu. Cechuje się znacznymi wahaniami stanów wody w ciągu roku, najniższymi zwykle od grudnia do lutego, najwyższymi zaś w lipcu i w sierpniu, wywołanymi letnimi opadami oraz w marcu i w kwietniu topnieniem śniegu (*Rocznik hydrologiczny*... 1980, 1985, 1990). Zarejestrowane ekstremalne stany wód Pełcznicy w Wałbrzychu wynosiły 81 i 240 cm (Jońca 1979, Kowalska 1981, Kulikowska 1981).

Ze względu na to, że Pełcznica jest niewielkim ciekiem, a w rejonie wałbrzyskim, który jest obszarem silnie zurbanizowanym i uprzemysłowionym, leży górny odcinek tej rzeki, jedną z istotnych przyczyn zróżnicowania wielkości przepływów i stanów wody była także działalność człowieka. Wiązała się ona, przede wszystkim, z różną, zwykle dużą ilością odprowadzanych do Pełcznicy wód doło-

wych oraz ścieków przemysłowych i komunalnych, a także upustami wód ze osadników kopalnianych. W publikacjach i materiałach źródłowych brak danych na temat wpływu przemysłu i gospodarki komunalnej na wielkość przepływu i obserwowane stany wód w wyżej wymienionej rzece.

W Kotlinie Wałbrzyskiej powstał dośrodkowy układ sieci rzecznej cechujący się wyraźną asymetrią z przewagą dopływów lewobrzeżnych (ryc. 10). Wynika to z ukształtowania terenu. Pełcznica płynie u podstawy wschodnich, stromych zboczy kotliny oraz występujących tu naturalnych wzniesień terenu. Zachodnia część kotliny to natomiast nieznacznie nachylona ku północnemu-wschodowi powierzchnia, po której spływają lewobrzeżne dopływy Pełcznicy wypływające ze stoków Kopuły Chełmca i Wyżyny Unisławskiej. Są to niewielkie cieki: Ogorzelec, Potok Południowy, Martwy Potok, Sobięcinek i Cichy Potok o długości od około 2 do 3,5 km.

Między Kotliną Wałbrzyską a Pogórzem Wałbrzyskim Pełcznica utworzyła przełom przez Wzniesienia Ptasiej Kopy-Stróżka, który ma długość około 1 km. Szerokość doliny zwęża się tu do150 m, nachylenie zboczy wynosi od 180 do 300 m, a głębokość doliny osiąga 40 m. Koryto cieku ma maksymalną głębokość 3 m i jest na znacznym odcinku skanalizowane.

Na zrównanej powierzchni Pogórza Wałbrzyskiego Pełcznica wytworzyła głęboką do 40 m dolinę o stosunkowo szerokim dnie, która zwęża się ku północy, przechodząc w obrębie krawędzi sudeckiej w dolinę wciosową o głębokości do 80 m i bardzo stromych zboczach.

Najdłuższym lewym dopływem Pełcznicy jest Szczawnik (9,0 km). Ciek ten wypływa z północno-zachodnich stoków Kopuły Chełmca na wysokości 570 m n.p.m. i odwadnia Obniżenie Białego Kamienia oraz fragment Pogórza Wałbrzyskiego w okolicach Szczawna-Zdroju, a także obszar Wałbrzycha (Piaskowa Góra i Podzamcze) (ryc. 10). W górnym odcinku o długości około 1.5 km płynie początkowo niewielką doliną wciosową rozcinającą stoki Chełmca, a następnie po rozległym stożku napływowym powstałym w południowej części Obniżenia Białego Kamienia. Dolina Szczawnika w Wałbrzychu Białym Kamieniu i Szczawnie-Zdroju została prawie w całości zabudowana, a koryto na znacznym odcinku skanalizowano i przykryto w części betonowymi płytami. W omawianym obszarze szerokość doliny Szczawnika zwęża się z 400 do 250 m, a ciek ten tworzy tam niewielki przełom przez Wzniesienia Ptasiej Kopy-Stróżka. Dolina na tym odcinku ma przeważnie asymetryczny profil poprzeczny, z bardziej nachylonymi do jej dna zboczami południowo-wschodnimi. Na północ od Szczawna-Zdroju dolina Szczawnika rozszerza się do około 400 m i jest prawie w całości zajęta pod zabudowę wałbrzyskich osiedli: Piaskowej Góry i Podzamcza. W krawędziowej strefie Pogórza Wałbrzyskiego ciek ten, podobnie jak Pełcznica, tworzy wciosową dolinę o głębokości do 60 m i znacznym nachyleniu zboczy (25–50°).

Drugim, pod względem długości ciekiem rejonu wałbrzyskiego jest Lesk (23,0 km). W granicach badanego obszaru rzeka ta ma 10,5 km. Wypływa licznymi wysiękami z wierzchowiny Wyżyny Unisławskiej na zachód od Kuźnic Świdnickich, na wysokości 640 m n.p.m. W pobliżu źródeł płynie rozszerzającą się ku zachodowi doliną nieckowatą uchodzącą do Kotliny Kuźnickiej. W dnie kotliny Lesk tworzy szeroką do 350 m dolinę płaskodenną, zwężającą się ku zachodowi. Poniżej osady Nowy Lesieniec omawiany ciek wypływa z Kotliny Kuźnickiej przełomem między północno -zachodnimi stokami Masywu Dzikowca (836 m n.p.m.) a wzniesieniem Boracza (582 m n.p.m.). Dolina Leska zwęża się tu do 200 m, zbocza mają nachylenie 15–250 i wysokość do 40 m. Koryto jest wcięte w dno doliny na głębokość 1,5–2,5 m. Charakterystyczną cechą sieci rzecznej górnej części zlewni Leska jest większa liczba dopływów lewobrzeżnych niż prawobrzeżnych. Są to przeważnie niewielkie potoki o długości 1,0–1,5 km, w większości okresowe, wypływające z północnych stoków Masywu Dzikowca (836 m n.p.m.). Większymi dopływami Leska są: Czerwony Potok (4,5 km) i Miła (3,6 km). Rzeka ta odwadnia Kotlinę Kuźnicką, północne stoki Masywu Dzikowca i Wyżyny Unisławskiej oraz zachodnią część Kopuły Chełmca. Zestawienie wybranych informacji o Pełcznicy i Lesku oraz zlewniach tych cieków w granicach badanego obszaru przedstawiono w tab. 7.

Omawiając sieć rzeczną rejonu wałbrzyskiego należy także wspomnieć o potoku Jedlinka (3,9 km) wypływającym z zachodnich stoków Gór Czarnych i uchodzącym do Bystrzycy na terenie Jedliny-Zdroju. Dolina tego cieku ma zróżnicowaną szerokość (50–150 m) i nachylenie zboczy (15–250), a koryto wcina się na głębokość od jednego do dwóch metrów. Część dna i zboczy doliny jest zagospodarowana pod zabudowę mieszkalną i przemysłową Glinicy i Suliszowa (dzielnice Jedliny-Zdrój).

Sieć rzeczną rejonu wałbrzyskiego tworzą także Potok Rusinowski (4,9 km) oraz górne odcinki Czyżynki (dopływ Strzegomki), Lubiechowskiej Wody (dopływ Pełcznicy) i Potoku Dziećmorowickiego (ryc. 10).

Podsumowując należy podkreślić, że sieć rzeczną badanego obszaru tworzą niewielkie cieki charakteryzujące się małymi przepływami, znacznymi wahaniami stanów wód w ciągu roku oraz zróżnicowanymi spadkami. Rejon wałbrzyski obejmuje górne części zlewni Pełcznicy i Leska. Leży więc w obszarze, który jest odwadniany w różnych kierunkach. Sieć rzeczna ma układ promienisty rozbieżny. Sumaryczna długość wszystkich stałych rzek i potoków wynosi 45 km i w stosunku do powierzchni badanego obszaru (144,4 km^2) jest niewielka. Średnia gęstość stałej sieci rzecznej wynosi zaledwie 0,31 km/km^2. Można więc postawić tezę, że naturalne warunki wodne rejonu wałbrzyskiego nie sprzyjały rozwojowi tradycyjnych gałęzi przemysłu o dużym zapotrzebowaniu na wodę i „wytwarzających" spore ilości ścieków. Sytuacja taka odbiła się niekorzystnie na jakości wód rzekach, powodując przez wiele lat znaczne ich zanieczyszczenie, nawet w dużej odległości poza badanym obszarem.

Tab. 7. Wybrane informacje o Pełcznicy i Lesku oraz zlewniach tych rzek na terenie rejonu wałbrzyskiego.

Wyszczególnienie	Pełcznica	Lesk
Długość cieku (całkowita / w badanym obszarze)	39/18,6 km	23/10,5 km
Różnica wysokości na wybranym odcinku i średni spadek koryta	źródło – ujście Ogorzelca: 625–490 m n.p.m.; 53‰	źródło – ujście Czerwonego Potoku: 640–490 m n.p.m.; 15‰
	Kotlina Wałbrzyska: 490–400 m n.p.m.; 20‰	
	Pogórze Wałbrzyskie: 400–370 m n.p.m.; 25‰	
Większe lewobrzeżne dopływy	Ogorzelec (2,2 km)	Miła (3,6 km)
	Potok Południowy (3,3 km)	
	Sobięcinek (3,4 km)	
	Martwy Potok (3,2 km)	
Większe prawobrzeżne dopływy	Poniatówka (10,1 km)	Czerwony Potok| (4,5 km)
Powierzchnia zlewni (ogółem / w badanym obszarze)	166/65 km^2	103/28 km^2
Średni przepływ	do ujścia Sobięcinka: 0,7 m^3·s^{-1}	w Boguszowie–Gorcach 0,21 m^3·s^{-1}
	ujście Sobięcinka – ujście Szczawnika: 0,8 m^3·s^{-1}	
Średnia prędkość nurtu	od 0,5 m^3·s^{-1} w odcinku o najmniejszym, do 1,6 m^3·s^{-1} w odcinku o największym spadku	0,5 m^3·s^{-1}
Średni stan wody	96 cm	70 cm

Opracowanie własne na podstawie danych z roczników hydrologicznych wód powierzchniowych oraz innych źródeł.

10. Przemysł jako główny czynnik antropogenicznych zmian w ukształtowaniu powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego

Nie ulega wątpliwości, że największe trwałe zmiany w środowisku przyrodniczym znacznej części rejonu wałbrzyskiego, spowodowane rozwojem przemysłu, powstały w ukształtowaniu powierzchni terenu. W przeobrażaniu rzeźby tego obszaru decydującą rolę odegrało górnictwo węgla kamiennego, znacznie mniejszą zaś kopalnictwo barytu, a także różnych surowców skalnych i ilastych oraz kruszyw naturalnych (ryolitów, melafirów, piaskowców, zlepieńców, glin morenowych, iłów warwowych, piasków i żwirów). Antropogeniczne zmiany rzeźby terenu badanego obszaru wiążą się również z przemysłem energetycznym, koksowniczym, hutniczym, szklarskim i ceramicznym. Wyżej wymienione gałęzie przemysłu nie spowodowały jednak tak rozległych przeobrażeń w ukształtowaniu powierzchni ziemi, jak kopalnictwo surowców mineralnych, zwłaszcza węgla kamiennego. Przekształcenia rzeźby terenu Wałbrzycha i okolicy są obecnie niemałe, a w niektórych częściach badanego obszaru zostały zupełnie zatarte naturalne formy rzeźby, na miejscu których występują formy antropogeniczne.

Wcześniejsze badania autora dowiodły, że antropogeniczny cykl rzeźbotwórczy w rejonie wałbrzyskim, uwarunkowany rozwojem tradycyjnych gałęzi przemysłu, trwał nieprzerwanie od połowy XIX w. do 1996 r. (Wójcik 1991, 1993a, 1996c, 2006a). Przyjęty w niniejszej pracy czasowy zakres badań obejmuje lata 1975–2000, a więc schyłkowy okres rozwoju kluczowych gałęzi przemysłu w Wałbrzychu i okolicy oraz etap ich likwidacji, a także kilkuletni okres po zamknięciu większości obiektów przemysłowych w regionie.

Biorąc pod uwagę czas trwania antropogenicznego cyklu rzeźbotwórczego (1865–1996) oraz czasowy zakres badań (1975–2000) przyjęto, że odtworzenie dynamiki zachodzących wówczas przemian oraz rozmiarów przeobrażeń w ukształtowaniu powierzchni terenu należy rozpatrywać w dwóch aspektach: względnym i bezwzględnym. W pierwszym ujęciu tempo i rozmiary przeobrażeń rzeźby terenu określono badając zmiany, jakie dokonały się od 1975 do 2000 r. Modelowanie ukształtowania powierzchni rejonu wałbrzyskiego przez przemysł trwało jednak znacznie dłużej. Całkowite rozmiary antropogenicznych przeobrażeń w powierzchni ziemi badanego obszaru są więc znacznie większe, niż te które powstały w badanym okresie. Wynikają one bowiem z „nałożenia się" wpływów antropopresji w latach 1975–2000 na rzeźbę, która utworzyła się przed 1975 r. Istniejące wówczas formy antropogeniczne zostały później w różnym stopniu przeobrażone. W badanym okresie powstały też „nowe" formy antropogeniczne. Należy podkreślić, że rzeźbę antropogeniczną w Wałbrzychu i okolicy tworzą również starsze formy, powstałe jesz-

cze w drugiej połowie XIX i na początku XX w. Część z nich nie uległa przemodelowaniu na skutek antropopresji w badanym okresie. Kompleks rzeźby antropogenicznej tworzą więc trzy grupy form: starsze przemodelowane w badanym okresie, starsze nienaruszone przez antropopresję (tzw. formy „przetrwałe") oraz nowo powstałe. Określenie rozmiarów zmian w ukształtowaniu powierzchni w aspekcie bezwzględnym stanowiło podstawę do kompleksowej oceny wielkości i przestrzennego zróżnicowania antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego. Ustalenie całkowitych rozmiarów przekształceń w powierzchni ziemi badanego obszaru nie było jednak łatwe. Sumaryczna powierzchnia wszystkich badanych form antropogenicznych w Wałbrzychu i okolicy nie odpowiada bowiem rzeczywistej wielkości przemodelowanej przez te formy powierzchni terenu. Wynika to z faktu, iż niektóre formy antropogeniczne „zachodzą na siebie", lub jedne występują w obrębie drugich. Jak wcześniej sygnalizowałem niecki z osiadania często bowiem łączą się ze sobą, a w ich obrębie występują niektóre hałdy kopalniane oraz wyrobiska skał budowlanych i kruszyw naturalnych. W zagłębieniach utworzonych w obrębie zwałów zlokalizowano także większość osadników kopalnianych. W wykorzystanych w pracy publikacjach i materiałach źródłowych znajdujemy jedynie dane statystyczne o wielkości poszczególnych form, brak natomiast informacji korygującej rozmiary niektórych form, w związku z występowaniem w ich obrębie innych typów form antropogenicznych. Zsumowanie powierzchni zajętej przez poszczególne typy form antropogenicznych (hałdy, osadniki, niecki z osiadania, itp.), pozwoliło określić wielkość powierzchni, która została przemodelowana przez wyżej wymienione formy antropogeniczne, a tym samym względne rozmiary przeobrażeń rzeźby terenu. Uzyskane w ten sposób wyniki obliczeń zostały następnie skorygowane o wielkość powierzchni wynikającą z „nakładania się" niektórych form antropogenicznych, co pozwoliło ustalić rzeczywiste rozmiary przemysłowych przeobrażeń rzeźby terenu.

Rekonstrukcję rozwoju rzeźby antropogenicznej oraz tempo i tendencje przemian zachodzących w ukształtowaniu powierzchni rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 przeprowadzono w ścisłej korelacji z gospodarką odpadami przemysłowymi w badanym obszarze oraz z procesami rozwoju, likwidacji i restrukturyzacji przemysłu, nawiązując także do niektórych opublikowanych już wyników badań autora na ten temat. Współczesny obraz przeobrażenia rzeźby terenu jest skutkiem intensywnej antropopresji trwającej znacznie dłużej, niż rozpatrywany w niniejszej pracy okres. Z tego powodu zwrócono również uwagę na pewne wydarzenia z przeszłości, które wywarły istotny wpływ na rozmiary i przestrzenne zróżnicowanie antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu do czasu określonego jako wyjściowy moment badań.

10.1. Wpływ przemysłu na ukształtowanie powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego do 1975 r., ze szczególnym uwzględnieniem górnictwa węgla kamiennego

Wydobycie węgla kamiennego w Wałbrzychu i okolicy rozpoczęto już w średniowieczu (*Codex Diplomaticus Silesiae* 1900, Pflug 1908, Jaros 1975, Piątek, Piątek 1978, *Wałbrzyc*h… 1993). Początkowo węgiel kopano metodą odkrywkową z wychodni pokładów na terenach obecnych dzielnic Wałbrzycha: Sobięcina, Białego Kamienia i Starego-Zdroju (Wójcik 1993a). Kopalnictwo tego surowca charakteryzowało się znacznym rozproszeniem (Dydejczyk, Suława 1978, Piątek 1986). Do dziś pozostały po tej działalności niewielkie zagłębienia w powierzchni ziemi o średnicy do kilku metrów, przeważnie zarośnięte, wokół których występują nagromadzenia zwietrzałych okruchów piaskowców, zlepieńców i łupków oraz odłamki węgla kamiennego. Formy te przetrwały głównie w lasach Wałbrzycha i należą do najstarszych śladów związanych z kopalnictwem węgla w badanym obszarze (Piątek1986, Wójcik 1993a).

W XVI w. zaczęto drążyć pierwsze sztolnie, co przyczyniło się do rozwoju górnictwa głębinowego (Pflug 1908, Holling, Pinkerneil 1928, Dydejczyk, Suława 1978, Piątek i Piątek 1978). Wpływ górnictwa na powierzchnię ziemi w tym czasie musiał być już znaczny, o czym wnioskujemy pośrednio z treści prawa górniczego dla Śląska z 1577 r., które nakazywało m.in. zasypać wyrobiska kopalniane po zakończonej działalności wydobywczej, a także przywrócić powierzchni terenu jej pierwotny kształt (Piątek 1986). Były to zapewne pierwsze zabiegi rekultywacyjne.

W XVIII w. na terenach rewiru wałbrzyskiego działało już kilkanaście szybów wydobywczych węgla (Luksa 1959, Piątek i Piątek 1978, Wójcik 1993a). Wokół nich powstawały hałdy kopalniane, a nad płytkimi sztolniami także zapadliska w powierzchni terenu powodujące szkody w uprawach i lasach (Pflug 1908, Schultze 1911, Richter 1926). Hałdy usypane w tym okresie nie przetrwały do dziś – zostały rozebrane lub w ich obrębie powstały w XIX w. nowe zwały (Wójcik 1993a).

Charakterystycznymi formami antropogenicznymi tworzącymi się w Wałbrzychu i okolicy na początku XIX w. były owalne i koliste zagłębienia terenu o długości od kilku do kilkunastu metrów i głębokości kilku metrów zwane „pingi" (*Gospodarka kamieniem*... 1980, Piątek i Piątek 1985) Formy te powstawały w obszarach płytkiej eksploatacji węgla na skutek zapadania się powierzchni ziemi. W drugiej połowie XIX w. większość ping zasypano odpadami górniczymi, a na powstałej w ten sposób powierzchni rozwinęła się zabudowa kopalniana (*Akta Muzeum Okręgowego w Wałbrzychu*: teczki „A", „B" i „C", Wójcik 1993a).

W drugiej połowie XIX w. Wałbrzych uzyskał połączenia kolejowe z Wrocławiem (1853 r.), Jelenią Górą (1868 r.), Mezimesti w Czechach (1879 r.) i Kłodzkiem (1880 r.) (Lijewski 1959, Jaros 1975). Już wtedy dużo mniejszych jednostek

wydobywczych łączyło się, co sprzyjało koncentracji wydobycia węgla. Ukształtował się nowy model kopalni, który z niewielkimi zmianami przetrwał aż do ostatniej dekady XX w., kiedy to zaprzestano wydobycia węgla na skalę przemysłową i zamknięto kopalnie. Zmiany organizacyjne i postęp techniczny w kopalniach, a także rozwój kolejnictwa w drugiej połowie XIX w. przyczyniły się do szybkiego wzrostu wydobycia węgla (Luksa 1959). Skutkowało to m.in. „wytwarzaniem" znacznych ilości skał płonnych oraz innych odpadów związanych z wykorzystaniem węgla (Wójcik 1993a 1996b). W 1865 r. zaczęto sypać najstarszą, widoczną do dziś w krajobrazie, hałdę kopalnianą zlokalizowaną na północ od nieczynnego szybu „Teresa" w Wałbrzychu Rusinowej (*Ewidencja*... KWK Thorez 1990, Wójcik 1993a, 2006b). Antropogeniczny cykl rzeźbotwórczy uwarunkowany rozwojem górnictwa zakończył się w 1996 r. w związku z likwidacją kopalnictwa węgla w tym obszarze (*Doświadczenia z likwidacji*... 1999, *Eksploatacja górnicza*... 2000, Wójcik 2006a). Wydzielono w nim pięć okresów charakteryzujących się dużą dynamiką zmian w rzeźbie terenu spowodowanych powstaniem nowych hałd:1865–1880, 1913, 1920–1930, 1940–1943 i 1948–1969. W wyżej wydzielonych okresach sumaryczna powierzchnia zwałów zwiększyła się o 150 ha a kubatura tych form o 21 mln m^3 (Wójcik 1993a, 1996b). W pozostałych latach modelowanie powierzchni ziemi wiązało się jedynie z powiększaniem istniejących już zwałów. Hałdy zajęły wówczas znacznie mniejszą powierzchnię (76,8 ha), wyraźnie przyrosła natomiast objętość zwałów (o 31,9 mln m^3) (Wójcik 1993a, 1996b, 1996c).

Charakterystycznymi elementami rzeźby antropogenicznej Wałbrzycha i okolicy są także osadniki kopalniane. Większość tych form jest ściśle związana z hałdami. W badanym obszarze było osiem stawów osadowych, które powstały w różnych okresach działalności kopalń: od 1910 r. do 1969 r. W 1970 r. formy te zajmowały 66,0 ha, a ich objętość wraz ze zgromadzonymi tam odpadami wynosiła 7,8 mln^3 (*Ewidencja*... 1975, Frajtak 1978).

Rzeźbotwórczym skutkiem eksploatacji węgla w rejonie wałbrzyskim są również deformacje powierzchni terenu, głównie niecki z osiadania o znacznym zasięgu powierzchniowym i różnej głębokości. Regularne pomiary osiadań powierzchni ziemi na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń rozpoczęto w 1912 r. (*Program ochrony*... *KWK Wałbrzych* 1985). Ustalono, że do 1975 r. osiadanie górotworu było zróżnicowane, a powierzchnia terenu obniżyła się od 0,1 do 6,5 m (*Program ochrony...KWK Wałbrzych* 1985, *Program ochrony...KWK Thorez* 1985, *Program ochrony*... *KWK Victoria* 1985, Wójcik 1993a). Największe zniekształcenia w powierzchni ziemi wystąpiły w Kotlinie Wałbrzyskiej, znacznie mniejsze w Kotlinie Kuźnickiej. Przemysłowa eksploatacja węgla w badanym obszarze udokumentowana od 1769 r. (Luksa 1959, Jaros 1975, *Górnictwo wałbrzyskie*...Teczki: A, B, C, E, J. – Muzeum Okręgowe w Wałbrzychu) oraz stopniowo rosnące wydobycie tego surowca, a także rozprzestrzenianie się robót górniczych spowodowały

zapewne znacznie większe osiadanie powierzchni ziemi niż te, które udokumentowano pomiarami. Brak jednak danych na ten temat.

Wydobycie barytu w Boguszowie-Gorcach na cele przemysłowe rozpoczęto w 1867 r., zakończono zaś w 1997 r., w związku z likwidacją kopalni (Piątek i Piątek 1985, Januszewski, Koszarski 1979, Paulo 1990, *Doświadczenia*...1999). W dostępnych publikacjach i opracowaniach niepublikowanych brak szczegółowych informacji na temat wpływu kopalnictwa barytu na ukształtowanie powierzchni terenu górniczego kopalni „Boguszów" przed 1970 r. Wydobycie tego surowca odbywało się w obrębie południowych stoków Kopuły Chełmca, w obszarach dawnego górnictwa rud srebra i ołowiu (Chwastek 1975, Dziekoński 1977, Piątek i Piątek 1978, 1981, Piątek 1999). Nakładanie się wpływów eksploatacji barytu oraz rud ołowiu i srebra w obszarze o silnie urozmaiconej rzeźbie terenu, nadto intensywnie modelowanym przez czynniki egzogeniczne, to przyczyny utrudniające rekonstrukcję przemian w powierzchni ziemi wywołanych górnictwem barytu. Regularne obserwacje osiadania powierzchni terenu rozpoczęto tam dopiero w 1970 r. W latach 1970–1976 amplituda pionowych ruchów górotworu na terenie górniczym kopalni barytu wynosiła 7 mm, w tym 4 mm to wielkość osiadania, a 3 mm to wypiętrzenie górotworu. Wartości te mieszczą się w zakresie tolerancji błędu (*Program ochrony…Kopalni „Boguszów"*…1985). W świetle tych danych wątpliwe jest, czy jakiekolwiek deformacje w powierzchni terenu wówczas tam wystąpiły. W 1970 r. na terenie górniczym, w dolinie Kolskiego Potoku, kopalnia barytu usypała dwie niewielkie hałdy odpadów skalnych w kształcie stożków o łącznej powierzchni 0,7 ha i objętości 120 tys. m^3. (*Opinia w sprawie*... 1976, *Inżyniersko-geologiczna prognoza*... 1979).

Górnicze zmiany rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego wiążą się także z odkrywkową eksploatacją skał budowlanych oraz kruszyw naturalnych i surowców ilastych. Bezpośrednim skutkiem tej działalności są różnej wielkości wyrobiska oraz niewielkie hałdy odpadów. Z opublikowanych już wyników badań autora (Wójcik 1988, 1993a) oraz archiwalnych materiałów źródłowych, m.in. „Oceny środowiska naturalnego w Wałbrzyskim Okręgu Kamienia Drogowego…" (1974) oraz opracowania Hodurka i in. (1984) wynika, że większość wyrobisk w rejonie wałbrzyskim powstała jeszcze przed 1945 r. Nie udało się ustalić dokładnie kiedy powstały te wyrobiska i jak długo były one użytkowane. Na podstawie niemieckich map topograficznych w skali 1:25 000 (*Waldenburg in Schlesien* 1886, *Waldenburg in Niederschlesien* 1930, 1939) ustalono natomiast, że w latach 1884–1939 było w badanym rejonie od 36 do 58 różnej wielkości wyrobisk związanych z odkrywkową eksploatacją różnych skał. Jeszcze w latach pięćdziesiątych XX w. w Wałbrzychu Poniatowie i w Wałbrzychu Rusinowej były czynne dwie duże glinianki, a w Wałbrzychu Sobięcinie i w Wałbrzychu Nowym Mieście trzy kamieniołomy piaskowców (Szczepankiewicz 1954, Hodurek i in. 1984). Po 1960 r. odkrywkowe wydobycie

skał prowadzono jedynie w Boguszowie-Gorcach (kamieniołom ryolitów) oraz w Wałbrzychu Podgórzu (kamieniołom melafirów).

Specyficznymi formami antropogenicznymi występującymi w Boguszowie-Gorcach, Jabłowie i w Wałbrzychu Rusinowej są różnej wielkości wyrobiska w powierzchni ziemi (średnica: 3–10 m, głębokość do 3 m), często zarośnięte, a także niewielkie hałdy odpadów o wysokości 1,5–3,0 m, pozostałe po prowadzonej tam od XIV do połowy XIX w. eksploatacji rud ołowiu i srebra (Dziekoński 1977, Piątek i Piątek 1978, 1981, Piątek 1999).

W obrębie zachodnich stoków Kopuły Chełmca występują również różnej wielkości zapadliska w powierzchni ziemi, powstałe wskutek zawalenia się stropów płytkich zrobów. Główną przyczyną tworzenia się tych form było naruszenie górotworu eksploatacją węgla kamiennego i barytu. Powstawaniu zapadlisk sprzyjały procesy naturalne: infiltracja wód opadowych i roztopowych, sufozja oraz spękania tektoniczne górotworu (Jońca 1968, Jerzmański i in. 1979, Rejman 1983, *Program ochrony… Kopalni „Boguszów”*… 1985).

Wydobywany w Wałbrzychu i okolicy węgiel kamienny już od połowy XVIII w. był wykorzystywany do produkcji koksu, a w XIX w. znalazł również zastosowanie przy wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła na skalę przemysłową. W latach 1885–1996 wielkość produkcji koksu w badanym rejonie wahała się od około jednej do dwóch milionów ton rocznie. W elektrociepłowniach i kotłowniach zużywano w ciągu roku od 0,7 do 1,2 mln ton węgla i koksu (Piotrowski 1978, 1979*, Akta Archiwum EC „Victoria”..., Produkcja przemysłowa*...2000). Podczas spalania i koksowania węgla powstawały znaczne ilości żużli i popiołów, także różnych odpadów toksycznych, które składowano przede wszystkim na hałdach i w osadnikach kopalnianych oraz na zakładowych wysypiskach odpadów (Jabłoński 1976, Jabłoński, Kacperkiewicz 1979, *Program ochrony... KWK Thorez* 1985, *Program ochrony... KWK Victoria* 1985, *Program ochrony... KWK Wałbrzych* 1985). Brak jednak danych statystycznych na temat ilości wytwarzanych, poddanych odzyskowi i składowanych na powierzchni ziemi odpadów w przemyśle koksowniczym i energetyce dla okresu przed 1975 r. Nie udało się także ustalić, jaką rolę w modelowaniu powierzchni terenu do 1975 r. odegrał rozwinięty w badanym obszarze przemysł hutniczy, szklarski i ceramiczny. W dostępnych publikacjach i niepublikowanych materiałach źródłowych brak informacji na ten temat.

10.2. Wielkość i przestrzenne zróżnicowanie przemysłowych przeobrażeń rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego według stanu na 1975 r.

Punktem wyjścia analiz mających na celu rekonstrukcję rozmiarów i tempa antropogenicznych przeobrażeń w powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego jest rok

1975. Jedynie od tego roku udało się bowiem skompletować dane statystyczne o wielkości przemodelowania powierzchni ziemi wskutek oddziaływania przemysłu dla całego rejonu wałbrzyskiego. Dzięki temu dokonano bardziej precyzyjnego, niż we wcześniejszych publikacjach autora (Wójcik 1988, 1993a, 1993b, 1996c), odtworzenia antropogenicznych zmian w powierzchni ziemi u schyłku rozwoju, a także podczas likwidacji tradycyjnych gałęzi przemysłu w badanym obszarze.

Ustalono, że w 1975 r. na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń węgla było 39 różnej wielkości hałd, z czego 32 usypano w Kotlinie Wałbrzyskiej, 7 zaś w Kotlinie Kuźnickiej. Wyżej wymienione formy antropogeniczne zajmowały wówczas łącznie 226,8 ha, w tym 185,8 ha było zajęte przez zwały kopalniane w Kotlinie Wałbrzyskiej, a 41,0 ha w Kotlinie Kuźnickiej. Kubatura odpadów tworzących hałdy wynosiła 52,9 mln m^3 i była także zróżnicowana w wyżej wymienionych kotlinach: odpowiednio 41,5 mln m^3 i 11,4 mln m^3 (tab. 8).

Zmiany w rzeźbie terenu spowodowane składowaniem odpadów na powierzchni ziemi wystąpiły również na terenie Kopalni Barytu „Boguszów" w Boguszowie-Gorcach. Były one jednak niewielkie w porównaniu do tych, które wiązały się z kopalnictwem węgla. W 1975 r. zbocza doliny Potoku Kolskiego przemodelowały dwie hałdy odpadów górniczych o łącznej powierzchni 0,8 ha i objętości 1,5 tys. m^3 (*Program ochrony… kopalni „Boguszów"*…1985).

Podobnymi do hałd, lecz mającymi zwykle znacznie mniejsze rozmiary, formami antropogenicznymi występującymi w badanym obszarze były składowiska różnych odpadów przemysłowych i wysypiska odpadów komunalnych. Według stanu na koniec 1974 r. w rejonie wałbrzyskim istniało osiem tego typu form, na których składowano, przeważnie w sposób nieuporządkowany, różne odpady komunalne i przemysłowe. Sześć z nich powstało na terenie Wałbrzycha, po jednym w Boguszowie-Gorcach i Jedlinie-Zdroju. Zajmowały one łącznie 6,05 ha, a kubaturę zgromadzonych tam odpadów szacowano wówczas na 749,4 tys. m^3 (tab. 9).

W pobliżu szybów kopalnianych „Victoria", „Julia", „Chrobry", „Mieszko" i „Barbara" oraz na terenach dużych zakładów przemysłowych Wałbrzycha, m.in. Fabryki Porcelany Stołowej „Wałbrzych", Elektrociepłowni „Victoria" i Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych" powstały różnej wielkości osadniki przeznaczone do mechanicznego oczyszczania ścieków. Największe stawy osadowe utworzono na hałdach kopalnianych oraz w pobliżu tych form (Stachurski, Sanak 1972). W 1975 r. w rejonie wałbrzyskim było osiem osadników kopalnianych, w tym aż siedem czynnych. Na terenie Kotliny Wałbrzyskiej powstało siedem tego typu obiektów, a w Kotlinie Kuźnickiej jeden. Łączna powierzchnia, jaką zajmowały te formy wynosiła 68,0 ha, a objętość zgromadzonych w misach odpadów wraz z obwałowaniami oceniono na 8,2 mln m^3 (tab. 10). Inne, niż kopalniane, osadniki przemysłowe miały znacznie mniejsze rozmiary. W 1975 r., na terenie badanego obszaru było osiem takich obiektów. Łączna powierzchnia, jaką wówczas zajmowały, to 4,5 ha,

Tab. 8. Liczba, powierzchnia i objętość hałd kopalnictwa węgla w rejonie wałbrzyskim w 1975 r.

Wyszczególnienie	Liczba hałd			Powierzchnia hałd (ha)			Objętość hałd (mln m^3)		
	ogółem	czynnych	nieczynnych	ogółem	czynnych	nieczynnych	ogółem	czynnych	nieczynnych
KWK Wałbrzych	15	3	12	61,1	22,9	38,2	12,13	5,8	6,33
KWK Victoria	14	4	10	94,1	63,2	30,9	23,55	19,4	4,15
KWK Thorez	10	4	6	71,6	29,7	41,9	17,22	8,2	9,02
Razem	39	11	28	226,8	115,8	111	52,9	33,4	19,5
Kotlina Wałbrzyska	32	9	23	185,8	93,4	92,4	41,5	23,8	17,7
Kotlina Kuźnicka	7	2	5	41	22,4	18,6	11,4	9,6	1,8
Razem	39	11	28	226,8	115,8	111	52,9	33,4	19,5

KWK: kopalnia węgla kamiennego
Opracowanie własne na podstawie różnych dokumentów z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Tab. 9. Powierzchnia i objętość wysypisk odpadów przemysłowych i składowisk odpadów komunalnych w rejonie wałbrzyskim w 1975 r.

Wyszczególnienie	Ilość	Powierzchnia (ha)	Objętość (tys. m^3)
Wałbrzych	6	5	727,2
Boguszów-Gorce	1	0,55	12,2
Jedlina-Zdrój	1	0,5	10
Ogółem	8	6,05	749,4

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Tab. 10. Powierzchnia i objętość osadników kopalnianych w rejonie wałbrzyskim w 1975 r.

Wyszczególnienie	Ilość	Powierzchnia (ha)	Objętość (mln m^3)
Kotlina Wałbrzyska	7	66,7	7,75
Kotlina Kuźnicka	1	1,3	0,45
Ogółem	8	68,0	8,20

Opracowanie własne na podstawie różnych dokumentów z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

a kubatura zgromadzonych w nich odpadów razem z umocnieniami wynosiła 624 tys. m^3 (*Ewidencja wysypisk odpadów*... 1976).

Z ustaleń autora, opartych na analizie archiwalnych materiałów źródłowych oraz weryfikacji tych informacji w terenie wynika, że w 1975 r. w badanym obsza-

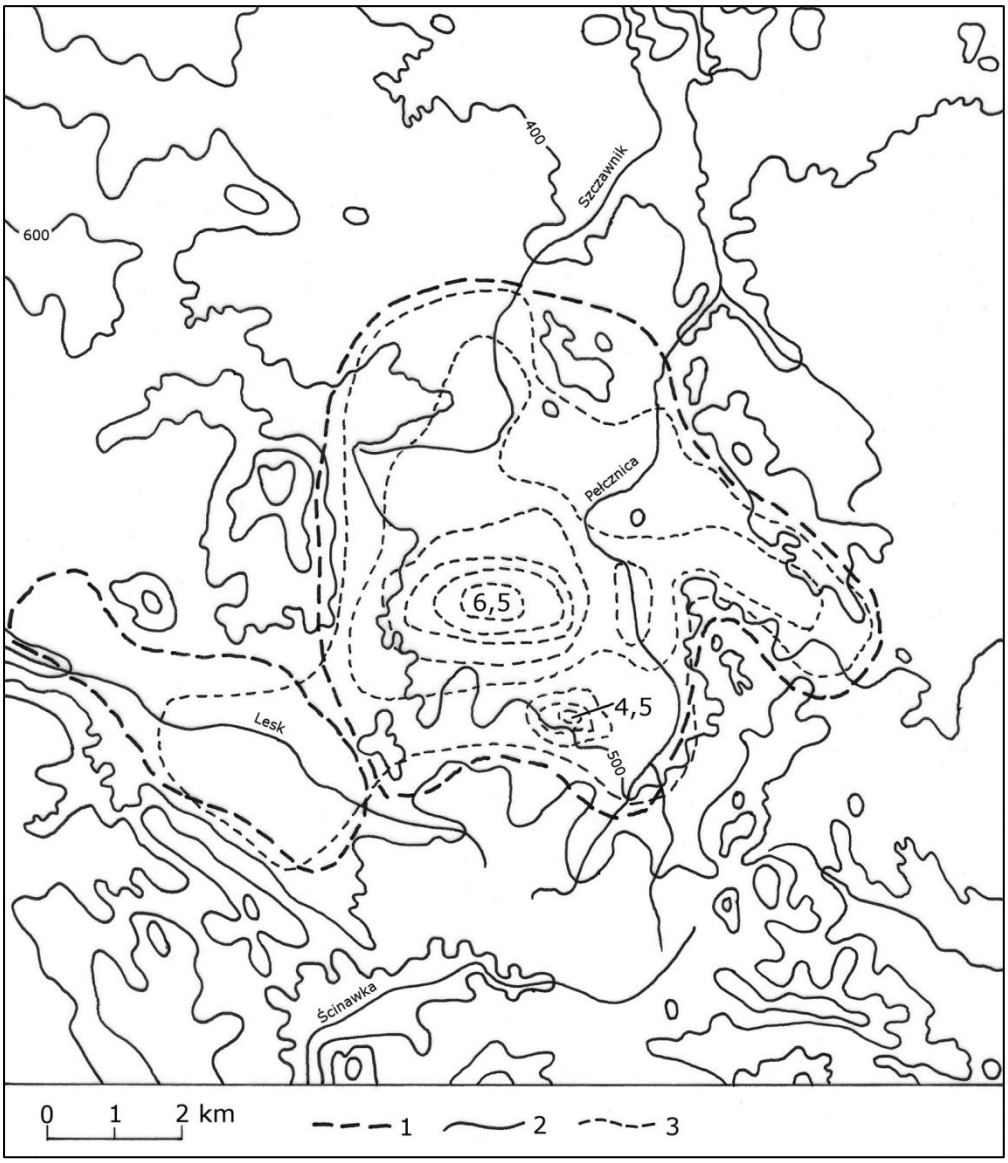
rze było 65 różnej wielkości form utworzonych wskutek działalności budującej człowieka, związanych z rozwojem przemysłu. Formy te przeobraziły rzeźbę na powierzchni około 306 ha. Objętość ogółu istniejących wówczas tego typu form antropogenicznych wynosiła około 62,5 mln m^3 (tab. 11).

Dokładne określenie przestrzennego zasięgu deformacji w powierzchni ziemi wywołanych naruszeniem górotworu oraz rozmiarów niecek z osiadania w badanym obszarze, według stanu na 1975 r., było trudne do ustalenia. Ze względu na niewielką ilość punktów pomiarowych, zlokalizowanych wyłącznie w obrębie zabudowy mieszkalnej i przemysłowej oraz niektórych szlaków drogowych i kolejowych, nieregularnie prowadzone dawniej obserwacje osiadania powierzchni ziemi oraz zdekompletowane archiwalne źródła danych na ten temat, a także urozmaiconą rzeźbę terenu badanego obszaru, wielkość powstałych wtedy zmian w powierzchni ziemi można określić jedynie w przybliżeniu. Biorąc pod uwagę rozprzestrzenienie robót górniczych i pomierzone wartości obniżenia powierzchni ziemi w pionie, zaznaczone na mapach sytuacyjno-wysokościowych terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla (*Mapa sytuacyjno-wysokościowa... 1:2000 KWK Thorez* 1976, ... *1:2000 KWK Victoria* 1976, ... *1:2000 KWK Wałbrzych* 1976) oraz zestawienia wyników pomiarów osiadań górotworu dla lat 1912–1974 (*Osiadanie powierzchni... DZPW Wałbrzych* 1975) ustalono, że do końca 1974 r. około 29 km^2 rejonu wałbrzyskiego uległo obniżeniu wskutek osiadania górotworu naruszonego eksploatacją węgla kamiennego. Wielkość osiadania była zróżnicowana i wahała się od 0,1 do 6,5 m, zależnie od miejsca i czasu prowadzonych obserwacji. W Kotlinie Wałbrzyskiej deformacje rzeźby terenu spowodowane osiadaniem wystąpiły na obszarze o powierzchni około 24 km^2, a wielkość obniżenia w pionie wynosiła od 0,1 do 6,5 m. W Kotlinie Kuźnickiej wielkości te wynosiły odpowiednio: 5 km^2 i 0,5–1,2 m (tab. 12). Prawdopodobny zasięg i rozmiary osiadania powierzchni ziemi w badanym obszarze, według stanu na 1975 r., przedstawiono na ryc. 12.

Tab. 11. Powierzchnia i objętość form utworzonych wskutek działalności budującej człowieka w rejonie wałbrzyskim w 1975 r.

Wyszczególnienie	Ilość	Powierzchnia (ha)	Objętość (mln m^3)
Hałdy kopalniane	41	227,6	52,9
Osadniki kopalniane	8	68	8,2
Inne osadniki przemysłowe	8	4,5	0,6
Wysypiska odpadów przemysłowych i komunalnych	8	6,05	0,75
Ogółem	65	306,15	62,45

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



Ryc. 12. Osiadanie powierzchni ziemi spowodowane górnictwem węgla kamiennego do 1975 r. na tle maksymalnego zasięgu robót górniczych w rejonie wałbrzyskim: 1 – maksymalny zasięg robót górniczych związanych z kopalnictwem węgla, 2 – poziomice (co 100 m), 3 – izolinie osiadania gruntu (co 1 m). Liczba obok izolinii oznacza maksymalną stwierdzoną pomiarami wielkość osiadania powierzchni ziemi. Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego oraz Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Rzadko spotykanymi w rejonie wałbrzyskim formami antropogenicznymi są zapadliska w powierzchni terenu. Największe skupisko tych form występowało na terenie górniczym kopalni barytu „Boguszów", w obrębie zachodnich stoków Kopu-

ły Chełmca. W 1975 r., na obszarze o powierzchni 0,95 km^2 (teren górniczy wyżej wymienionej kopalni) było osiem zapadlisk o długości od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Maksymalna szerokość tych form to 6 m, a głębokość 10 m (*Mapa geologiczno-górnicza... Wałbrzych* 1976, P*rogram ochrony... kopalni „Boguszów"…* 1985, Wójcik 1993a). W cytowanych wyżej opracowaniach brak informacji, kiedy powstały te formy. Z treści różnych niepublikowanych materiałów zgromadzonych w administracji dawnej kopalni barytu „Boguszów" wynika, że przed 1975 r. na terenie górniczym były także cztery inne zapadliska, które w ramach prac rekultywacyjnych zasypano odpadami powstałymi w trakcie wydobywania i wzbogacania barytu (*Opinia w sprawie...*1976, *Inżyniersko-geologiczna prognoza...* 1979, *Możliwości eksploatacji...*1985, *Program ochrony... kopalni „Boguszów*…1985). W miejscach tych powierzchni terenu przywrócono pierwotny wygląd. W 1975 r. formy zapadliskowe, według ustaleń autora, przemodelowały około 0,2 ha południowo-zachodnich stoków Kopuły Chełmca, co stanowiło niecałe 0,2% terenu górniczego wyżej wymienionej kopalni.

Ukształtowanie powierzchni rejonu wałbrzyskiego zostało również przeobrażone przez górnictwo odkrywkowe surowców skalnych i kruszyw naturalnych. Bezpośrednim skutkiem tej działalności są zróżnicowanej wielkości i kształtu wyrobiska w powierzchni ziemi występujące w różnym położeniu w stosunku do rzeźby terenu. Formy te przemodelowały dna i zbocza kotlin, a także stoki gór oraz wzniesień znajdujących się w obniżeniach śródgórskich. Rozmieszczenie wyrobisk charakteryzuje się znacznym rozproszeniem. Ustalono, że w 1975 r. w badanym obszarze było 127 wyrobisk po odkrywkowej eksploatacji różnych surowców mineralnych, w tym 80 kamieniołomów, 23 odkrywki surowców ilastych oraz 24 wyrobiska kruszyw naturalnych (tab. 13). Największą powierzchnię zajmowały kamieniołomy piaskowców i zlepieńców (17,8 ha), najmniejszą zaś kamieniołomy gnejsów (0,2 ha). W sumie omawiane formy przeobraziły 35,9 ha gruntów, co stanowiło około 0,25% powierzchni rejonu wałbrzyskiego.

Charakterystycznym wskaźnikiem, przy pomocy którego można określić wielkość wyrobiska jest także objętość przestrzeni powstałej po wybraniu surowca. Biorąc to pod uwagę ustalono, że w 1975 r. największe przeobrażenia w powierz-

Tab. 12. Rozmiary deformacji powierzchni ziemi w rejonie wałbrzyskim spowodowane eksploatacją węgla według stanu na 1975 r.

Wyszczególnienie	Powierzchnia (km^2)	Głębokość osiadania (m)	Objętość (mln m^3)
Kotlina Wałbrzyska	24	0,1-6,5	85,5
Kotlina Kuźnicka	5	0,5-1,2	10,5
Ogółem	29	0,1-6,5	96

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Tab. 13. Wyrobiska odkrywkowe górnictwa surowców skalnych w rejonie wałbrzyskim w 1975 r.

Wyszczególnienie	Liczba	Powierzchnia (ha)	Objętość (tys.m^3)
wyrobiska kamieniołomów piaskowców i zlepieńców	44	17,8	305,3
wyrobiska kamieniołomów ryolitów	25	1,5	360,5
wyrobiska kamieniołomów melafirów	8	1,4	125
wyrobiska kamieniołomów gnejsów	3	0,2	1,8
wyrobiska glinianek	23	7,7	320,4
wyrobiska piaskowni i żwirowni	24	7,3	253,5
Ogółem	127	35,9	1366,5

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

chni ziemi Wałbrzycha i okolicy spowodowało wydobycie ryolitów (istniejące wtedy wyrobiska miały razem 360,5 tys. m^3), nieco mniejsze eksploatacja glin morenowych i iłów warwowych (320,4 tys. m^3) oraz piaskowców i zlepieńców (305,3 tys. m^3), a także piasków i żwirów (253,5 tys. m^3), najmniejsze zaś gnejsów (1,8 tys. m^3). Objętość ogółu istniejących wówczas wyrobisk wynosiła 1 366,5 tys. m^3 (tab. 13).

Nawiązując do przedstawionych wyżej ustaleń autora na temat rozmiarów przeobrażeń w powierzchni ziemi i zróżnicowania występujących tu form antropogenicznych opracowano kompleksowe zestawienie wielkości przemysłowych zmian w ukształtowaniu terenu rejonu wałbrzyskiego na wyjściu (tab. 14). Ustalono, że w 1975 r. rozpatrywane formy antropogeniczne zajmowały ogółem 3242,05 ha, co stanowiło 22,5% powierzchni badanego obszaru. Największe, pod względem rozmiarów, zmiany w rzeźbie terenu powstały wskutek osiadania górotworu nad podziemnymi wyrobiskami górniczymi. Wielkość zdeformowanej w ten sposób powierzchni terenu oceniono na 2900 ha (90,7% powierzchni, na której rzeźba terenu uległa przemodelowaniu przez przemysł). Pozostałe formy antropogeniczne, utworzone pod wpływem działalności niszczącej człowieka, przeobraziły 35,9 ha gruntów. Znacznie mniej rozległe przemysłowe przeobrażenia rzeźby terenu wiązały się z działalnością budującą człowieka. Do 1975 r. formy te spowodowały przekształcenie rzeźby terenu na powierzchni 306,15 ha, z czego 227,6 ha to zmiany powstałe na skutek rozwoju hałd kopalnianych.

Przedstawione wyżej dane na temat rozmiarów przemysłowych zmian w ukształtowania powierzchni ziemi mają charakter względny, gdyż dotyczą określonych typów form antropogenicznych. Jak wcześniej sygnalizowałem, niektóre formy antropogeniczne „nakładają się na siebie". W związku z tym rzeczywista wielkość przemodelowanej przez przemysł powierzchni jest nieco mniejsza, niż ta, która wynika z zsumowania powierzchni ogółu form antropogenicznych. Po odpowiedniej korekcie ustalono, że rzeczywista wielkość przemysłowych przemian rzeźby terenu wynosiła wówczas około 2972 ha.

Tab. 14. Powierzchnia i objętość form antropogenicznych związanych z rozwojem przemysłu w rejonie wałbrzyskim w 1975 r.

Wyszczególnienie	Powierzchnia (ha)	Objętość (mln m^3)
Formy utworzone wskutek działalności budującej człowieka	306,15	62 475
Formy utworzone wskutek działalności niszczącej człowieka	2 935,90	97 366
Ogółem	3 242,05	159 841

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Istotnym wyznacznikiem wielkości przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi badanego obszaru jest także objętość powstałych form antropogenicznych. Biorąc pod uwagę wielkość powierzchni, która uległa obniżeniu wskutek osiadania (2900 ha) oraz uśrednioną wartość pomierzonych do 1975 r. osiadań w pionie (3,3 m), obliczono orientacyjną objętość przestrzeni powstałej w obrębie niecek z osiadania. Ustalono, że łączna objętość powstałych w nieckach antropogenicznych obniżeń terenu wynosiła wówczas około 96 mln m^3 (około 85,5 mln m^3 w Kotlinie Wałbrzyskiej i 10,5 mln m^3 w Kotlinie Kuźnickiej) (tab. 12). Brak szczegółowych danych o rozmiarach poszczególnych niecek z osiadania oraz wysokości i ukształtowaniu powierzchni „wyjściowej", która uległa obniżeniu, uniemożliwia bardziej precyzyjne określenie objętości powstałych form. Dokładniejsze ustalenia dotyczą natomiast objętości wyrobisk na powierzchni ziemi oraz kubatury hałd kopalnianych i składowisk odpadów przemysłowych. W 1975 r. łączna objętość wyżej wymienionych form antropogenicznych wynosiła około 62 475 tys. m^3. Zwały kopalniane i składowiska odpadów przemysłowych miały znacznie większą objętość (62 475 tys. m^3) niż wyrobiska po odkrywkowej eksploatacji skał (1 366,5 tys m^3). (tab. 11 i tab. 13). Niemniej jednak objętość ogółu form utworzonych wskutek działalności niszczącej człowieka, a związanych z działalnością przemysłową jest większa niż tych, które powstały pod wpływem działalności budującej człowieka (odpowiednio: 97 366 tys. m^3 i 62 475 tys. m^3). (tab. 14). Wynika to z dużej objętości przestrzeni powstałej w obrębie niecek z osiadania, w związku ze znaczną rozległością tych form.

10.3. Przemysłowe zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000

Współczesna rzeźba antropogeniczna rejonu wałbrzyskiego to skutek rozwoju przemysłu w tym obszarze od połowy XIX w. do początku ostatniej dekady ubiegłego stulecia. Przyjęty w pracy zakres czasowy badań obejmuje więc końcowy etap antropogenicznego cyklu rzeźbotwórczego, związanego z rozwojem tradycyjnych gałęzi przemysłu w tym obszarze oraz lata likwidacji i restrukturyzacji prze-

mysłu. Specyficzną cechą badanego okresu jest zróżnicowane tempo antropogenicznych przemian w ukształtowaniu powierzchni ziemi uwarunkowane głębokimi zmianami zachodzącymi w gospodarce regionu. Zakończenie intensywnej antropopresji spowodowane likwidacją uciążliwych gałęzi przemysłu stworzyło możliwość kompleksowego przebadania antropogenicznych zmian w powierzchni ziemi, a także dokonania oceny powstałych przeobrażeń i ich wpływu na środowisko przyrodnicze badanego obszaru.

W latach 1975–2000 antropogeniczne zmiany rzeźby terenu w Wałbrzychu i okolicy wiązały się ściśle z ilością wydobytych i wykorzystanych tam surowców mineralnych oraz z gospodarką odpadami przemysłowymi. Rozmiary i tempo oraz przestrzenne zróżnicowanie przemian w ukształtowaniu powierzchni ziemi były uwarunkowane wielkością wytworzonych odpadów oraz tym, w jakim stopniu były one wykorzystywane i w jaki sposób unieszkodliwiane. Odtworzenie antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu oraz ustalenie, jak przebiegał ten proces w wyżej wymienionym okresie wymaga więc nawiązania do wybranych zagadnień gospodarki odpadami w przemyśle badanego obszaru. Ze względu na bardzo dużą ilość wytwarzanych odpadów oraz przemożny wpływ kopalnictwa węgla na rzeźbę terenu, w porównaniu do innych rozwiniętych w rejonie wałbrzyskim gałęzi przemysłu, szczególnie dokładnie omówiono, jak gospodarowano odpadami w górnictwie węgla kamiennego i jaki był wpływ tej działalności na przebieg i skutki antropopresji.

10.4. Gospodarka odpadami w górnictwie węgla kamiennego

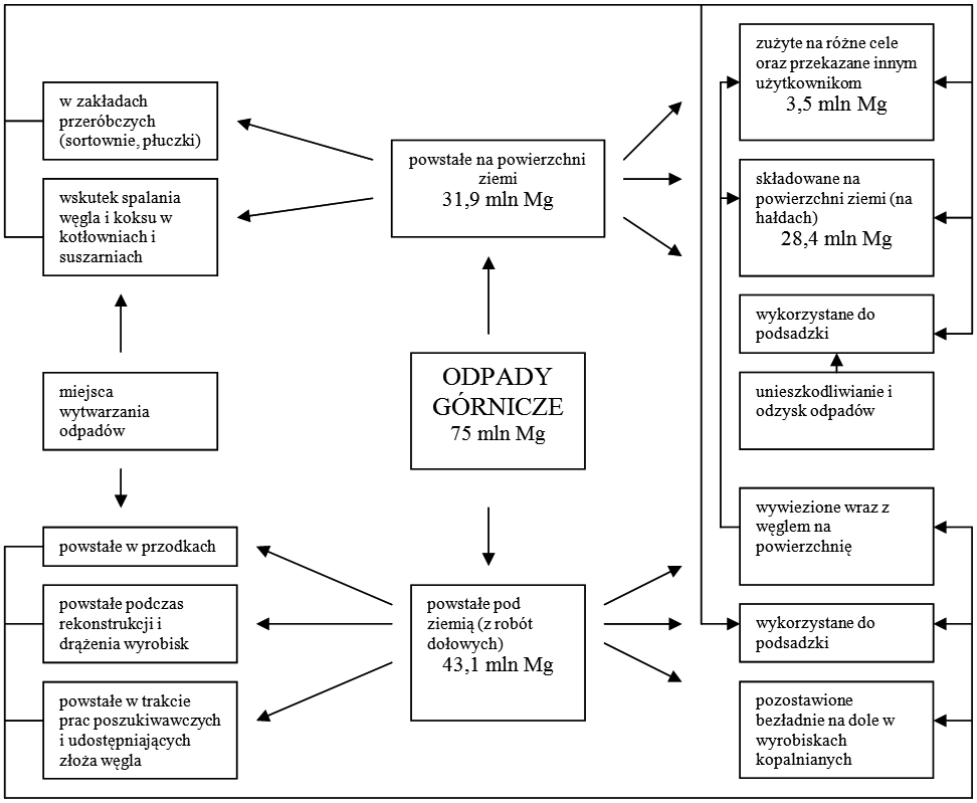
W latach 1975–2000 w rejonie wałbrzyskim działało od 12 do 27 zakładów przemysłowych, należących do różnych gałęzi i branż przemysłu, w których systematycznie ewidencjonowano ilość i jakość powstałych odpadów. „Wytwarzanie" dużych ilości odpadów przez kopalnie węgla wiązało się ze specyficznym charakterem działalności tych zakładów i było spowodowane, przede wszystkim, trudnymi warunkami geologiczno-górniczymi eksploatacji tego surowca (niewielka miąższość pokładów – przeważnie 0,5–1,0 m, maksymalnie 3,0 m – często zaburzonych tektonicznie i zawierających przerosty mułowców i iłowców, rozdzielonych grubymi seriami skał płonnych), znacznym rozprzestrzenieniem robót górniczych oraz dekoncentracją wydobycia (Chwastek 1977, Bolembach, Oprychał 1978). Wzrost ilości odpadów w kopalniach po 1960 r. wiązał się, przede wszystkim, z udostępnianiem coraz głębiej zalegających złóż węgla oraz rozpoczęciem na początku lat osiemdziesiątych XX w. masowej eksploatacji tego surowca w obrębie filarów ochronnych (*Resortowa statystyka*... 1960–1990, Wysoczański 1976, *Program ochrony... KWK Victoria* 1985, *Program ochrony...KWK Thorez* 1985, *Program ochrony...KWK Wałbrzych* 1985, Wójcik 1993a, 1996c, 2006b). W związku z tym

rosła także ilość „wytwarzanych" przez kopalnie odpadów przypadających na 1 Mg wydobytego węgla. W latach 1960–1975 wskaźnik ten wynosił średnio 1,6 Mg, natomiast w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia 2,0 Mg (Jabłoński 1976, Jabłoński, Kacperkiewicz 1979, Kacperkiewicz 1986, *Ewidencja*...1975–1996, Wójcik 1993a, 2006b).

Odpady górnicze powstawały pod powierzchnią terenu: w trakcie wydobywania węgla, rekonstrukcji i drążenia wyrobisk kopalnianych oraz udostępniania nowych pokładów, a także na powierzchni kopalń w zakładach przeróbczych. Były to głównie skały płonne. W kotłowniach i suszarniach oraz działających na terenie kopalń elektrociepłowniach powstawały znaczne ilości żużli i popiołów. Wydobycie i wykorzystywanie węgla powodowało permanentne „wytwarzanie" odpadów, co w konsekwencji wymuszało określone działania mające na celu ich odzysk oraz unieszkodliwianie, przede wszystkim, przez składowanie na powierzchni ziemi i w podziemnych wyrobiskach kopalnianych. W górotworze oraz na powierzchni ziemi zachodziło, więc ciągłe przemieszczanie odpadów. W latach 1975–1996 przestrzenny zasięg strefy, w której odbywały się te procesy był zróżnicowany, gdyż zmieniało się rozprzestrzenienie i zasięg robót górniczych, a także charakter gospodarowania odpadami, w związku z rozwojem oraz likwidacją kopalń. Większość odpadów była przemieszczana od miejsc, w których powstawały do miejsc ich składowania. Tylko niewielką ich ilość poddawano odzyskowi. Część odpadów powstałych w podziemnych wyrobiskach pozostawiano na miejscu, natomiast reszta była transportowana wraz z węglem na powierzchnię, oddzielana od tego surowca, a następnie ponownie przemieszczana do starych wyrobisk kopalnianych i tam składowana. Większość wydobytych w ten sposób skał płonnych gromadzono jednak na powierzchni ziemi. „Antropogeniczny obieg odpadów" na terenach górniczych kopalń węgla polegał także na wtórnym ich przemieszczaniu, np. z hałd, gdzie były one już unieszkodliwione do podziemnych wyrobisk kopalnianych w celu ich podsadzania lub z osadników na zwały w związku z przygotowaniem mis stawów osadowych do ponownego napełnienia. Nagromadzone na zwałach skały płonne, były w niewielkim stopniu wykorzystywane do budowy dróg oraz do niwelowania terenu. Schemat przemieszczania odpadów w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego w latach 1975–1996, z uwzględnieniem ilości odpadów i miejsc ich powstawania, przedstawiono na ryc. 13.

10.4.1. Wytwarzanie odpadów

Z przedstawionego na ryc. 13 modelu wynika, że „wytwarzane" w kopalniach węgla odpady powstawały na różnych etapach cyklu technologicznego: podczas wydobywania, wzbogacania i wykorzystywania węgla. W badanym okresie



Ryc. 13. Schemat obiegu odpadów w kopalniach węgla kamiennego, z uwzględnieniem ich ilości, powstałych w latach 1975–1996. Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego oraz Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

wałbrzyskie kopalnie wytworzyły ogółem około 75 mln Mg różnych odpadów, w tym w podziemnych wyrobiskach powstało około 43,1 mln Mg, a na powierzchni kopalń około 31,9 mln Mg (tab. 15, w załączniku). Należy jednak podkreślić, że podane wyżej wielkości wiążą się z miejscami, w których odpady były ewidencjonowane. Większość odpadów górniczych powstała bowiem pod ziemią, skąd tylko część była wywieziona wraz z węglem na powierzchnię kopalń. W zakładach przeróbczych oddzielone od węgla skały płonne były przeważnie wywożone na hałdy, tylko niewielką ich część wykorzystywano na inne cele lub składowano w poeksploatacyjnych pustkach w górotworze, a więc tam gdzie pierwotnie powstały. Dlatego też w kopalnianych statystykach gospodarowania odpadami często występują znaczne różnice między ilością wytworzonych ogółem odpadów w kolejnych latach badanego okresu, a wielkością obliczoną na podstawie zsumowania ilości odpadów powstałych w związku z wydobyciem, wzbogacaniem i wykorzystaniem węgla. Transport od padów w kopalniach „powodował", że w zakładowych staty-

stykach były one niekiedy powtórnie ewidencjonowane, np. po raz pierwszy jako odpady powstałe w wyrobiskach górniczych a po wywiezieniu wraz z węglem na powierzchni po raz drugi jako odpady z zakładów przeróbczych. W celu uporządkowania zebranych danych statystycznych o gospodarce odpadami w kopalniach dokonano więc pewnych korekt tak, aby część odpadów powstałych w określonym miejscu nie była powtórnie wykazywana w innym miejscu, a ilość wytworzonych odpadów bilansowała się z ilością odpadów poddanych odzyskowi i unieszkodliwionych.

Charakterystyczną cechą badanego okresu było znaczne zróżnicowanie ilości odpadów powstałych w kopalniach w skali roku: od 0,2 mln Mg w 1996 r. do 5,8 mln Mg w 1979 r. (tab. 15, ryc. 14). Pomimo znacznego zróżnicowania wielkości wytwarzanych w kolejnych latach odpadów, można wydzielić dwa okresy wyraźnie różniące się ilością powstałych odpadów:
– 1975–1988, w którym ilość odpadów była największa (3,1–6,6 mln Mg rocznie),
– 1989–1996 o znacznie mniejszej ilości powstałych wówczas odpadów (0,2–1,6 mln Mg rocznie).

W pierwszym z wyżej wydzielonych okresów wystąpiły kilkakrotnie zmieniające się trendy – wzrostowy i spadkowy ilości wytwarzanych odpadów, w drugim natomiast systematyczna spadkowa tendencja wielkości powstałych odpadów.

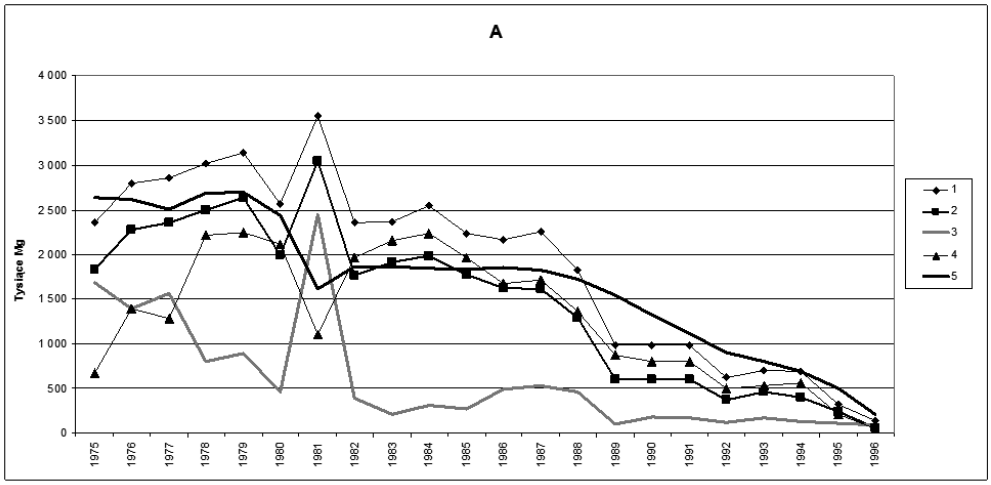
Typową cechą górnictwa węglowego w Wałbrzychu i okolicy była także przewaga ilości wytwarzanych odpadów nad wielkością wydobytego węgla (tab. 15, ryc. 14). Największe różnice w tym względzie występowały w latach 1976–1987, kiedy to na jedną tonę wydobytego węgla przypadało aż 2,0–4,1 Mg odpadów. W latach 1989–1993 i 1995–1996 rozpatrywany wyżej wskaźnik był znacznie mniejszy i wahał się od 1,0 do 1,5.

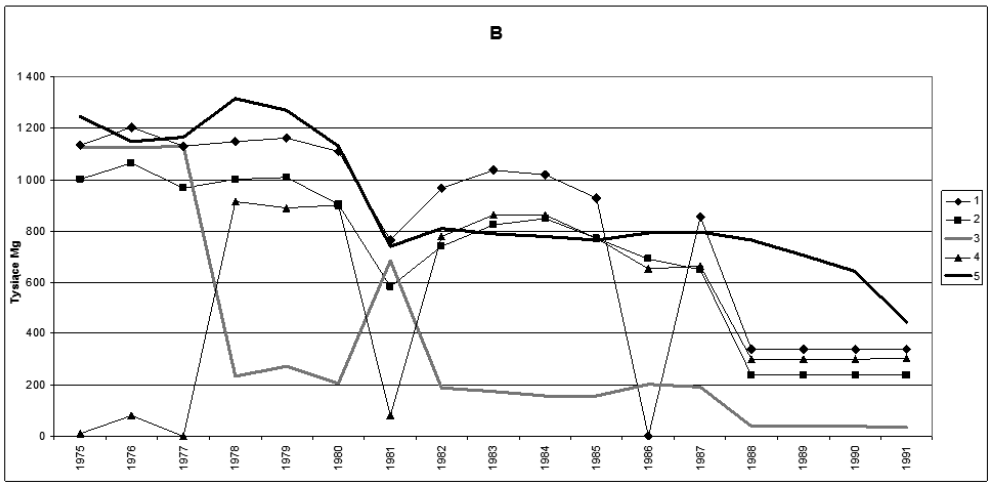
Przyrost i spadek ilości wytwarzanych odpadów nie zawsze były wprost proporcjonalne do wielkości wydobycia węgla. Przykładem są lata 1982–1988 o ustabilizowanym wydobyciu węgla (1,72–1,86 mln Mg rocznie) i znacznych wahaniach wielkości powstałych odpadów górniczych (3,1–4,5 mln Mg rocznie). Podobne wydobycie węgla na początku wyżej wymienionego okresu (1975–1979) wiązało się z przyrostem, a w latach 1981–1987 ze spadkiem ilości „wytwarzanych" odpadów. W badanym okresie stwierdzono także inne zależności: trendowi spadkowemu wydobycia węgla w latach 1975–1977 i 1987–1988 odpowiadała wzrostowa tendencja ilości powstałych odpadów, natomiast w okresie 1981–1982 wystąpiła sytuacja odwrotna.

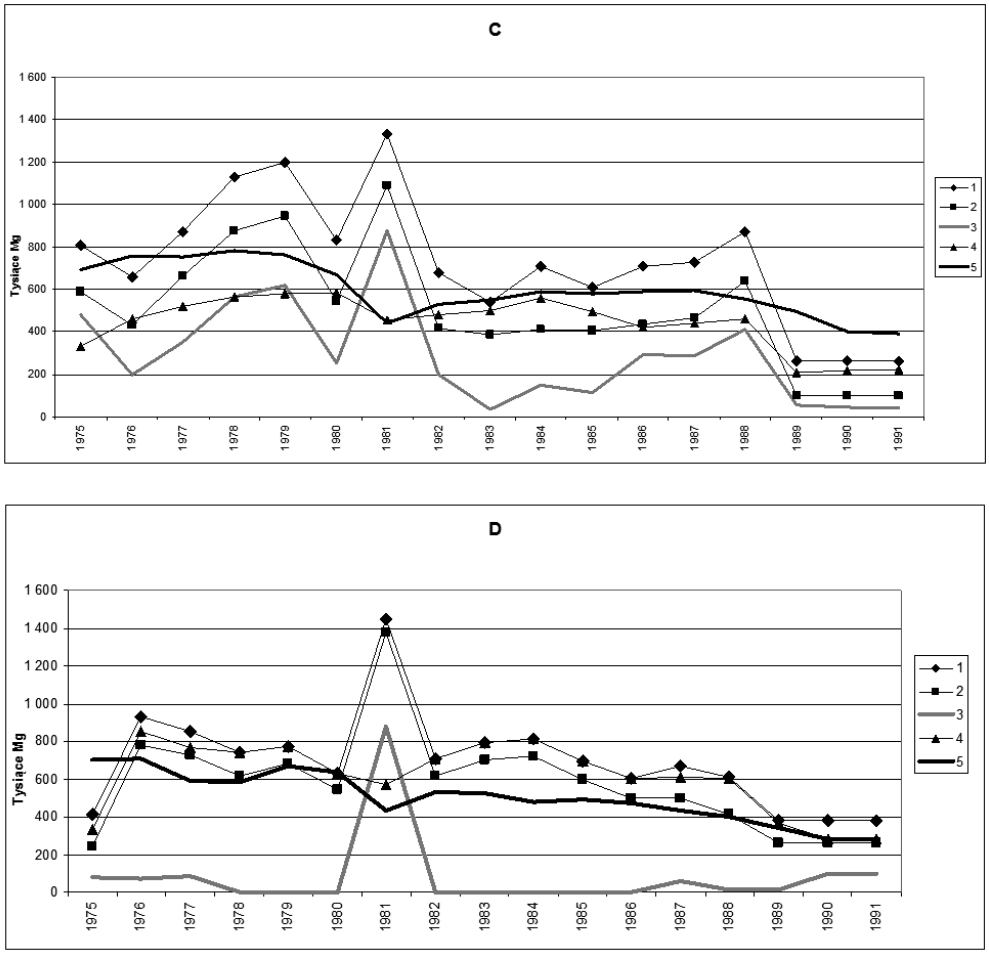
Nawiązując do dynamiki zmian w ilości „wytwarzanych" odpadów i wydobytego węgla w latach 1975–1996 wydzielono cztery charakterystyczne okresy:
– 1975–1979; o znacznie większym tempie przyrostu odpadów (38%), niż wydobycia węgla (7,6%),
– 1979–1982; w którym zanotowano wyraźny spadkowy trend wydobycia węgla i „wytwarzanych" odpadów (odpowiednio o 38,8% i 35,9%),

– 1982–1987; charakteryzujący się stabilnym wydobyciem węgla oraz wahaniami ilości powstałych odpadów o tendencji spadkowej (ogółem o 13%)
– 1987–1996; w którym wystąpił systematyczny spadkowy trend wydobycia węgla (o 87,5%) oraz nieregularny ilości „wytwarzanych" odpadów (spadek o 95%) (ryc. 14).

Zróżnicowana dynamika zmian w ilości powstałych odpadów i wydobytego węgla była spowodowana następującymi czynnikami. W pierwszym z wyżej wydzielonych okresów szybsze tempo przyrostu „wytwarzanych" odpadów niż wydobycia węgla wiązało się głównie z intensywnie prowadzonymi wówczas pracami udostępniającymi nowe złoża tego surowca (Bernat, Bolembach 1978, Dydejczyk, Suława 1978, Wójcik 1988). Pomimo znacznego spadku wydobycia węgla w latach1979–1981 i eksploatowania mniejszych ilości tej kopaliny po 1981 r. niż







Ryc. 14. Gospodarka odpadami przemysłowymi w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego na tle wydobycia tego surowca w latach 1975–1996: 1 – odpady powstałe na dole w kopalniach, 2 – odpady wytworzone w zakładach przeróbczych (na powierzchni), 3 – odpady zużyte na różne cele, 4 – odpady unieszkodliwione na hałdach, 5 – wydobycie węgla, A – wałbrzyskie kopalnie węgla kamiennego (ogółem), B – KWK „Wałbrzych", C – KWK „Victoria", D – KWK „Thorez". Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 15.

w okresie wcześniejszym, ilość powstałych w górnictwie odpadów była nadal bardzo duża. W latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia rozpoczęto udostępnianie złóż węgla znajdujących się w filarach ochronnych Śródmieścia Wałbrzycha i dworca kolejowego Wałbrzych Główny oraz drążenie nowego szybu „Kopernik", który w przyszłości miał pełnić funkcję głównego szybu wydobywczego dla połączonych wałbrzyskich kopalń węgla (*Program ochrony... KWK Victoria* 1985, *Program ochrony... KWK Wałbrzych* 1985, Biel, Balcerek 1988, Wójcik 1993a, 2006a, 2006b).

Nieopłacalność eksploatacji węgla w Zagłębiu Wałbrzyskim oraz kryzys ekonomiczny w Polsce pod koniec lat osiemdziesiątych, a także zmiana modelu gospodarki z planowanej centralnie na rynkową stworzyły warunki do podjęcia decyzji o likwidacji kopalń i niektórych kooperujących z nimi zakładów przemysłowych w badanym obszarze. W latach 1989–1990 w zakładach górniczych zaprzestano działalności inwestycyjnej, a od 1991 r. do 1996 r. systematycznie ograniczano wydobycie węgla oraz zamykano szyby wydobywcze (Burdek, Zasłuń 1994–1995, Wojtaś 1997). W związku z tym wystąpił znaczny spadek ilości „wytwarzanych" odpadów z 3,1 mln Mg w 1988 r. do 0,2 mln Mg w 1996 r. (tab. 15). W trakcie likwidacji kopalń zmniejszyła się także ilość odpadów przypadających na tonę wydobytego węgla (do około 1,1 Mg). Po 1989 r. zaprzestano prowadzenia prac poszukiwawczych i udostępniających nowe pokłady węgla, które generowały znaczne ilości odpadów. Ponadto skały płonne powstałe w trakcie wydobywania węgla były w znacznie większym stopniu, niż w latach ubiegłych, wykorzystywane do zasypywania zrobów i otamowania likwidowanych wyrobisk kopalnianych. Pozostawione bezładnie w wyrobiskach skały płonne zwykle nie uwzględniano w statystykach jako „wytworzone" odpady górnicze.

Działające w rejonie wałbrzyskim trzy kopalnie węgla „wytwarzały" różne ilości odpadów. W latach 1975–1991, najwięcej odpadów powstało w kopalni „Wałbrzych" (26,7 mln Mg), w dwóch pozostałych: „Thorez" i „Victorii" odpowiednio 23,3 mln Mg i 21,1 mln Mg (tab. 15, ryc. 14).

Wydobycie węgla w wyżej wymienionych kopalniach, w latach 1975–1992, było także zróżnicowane (tab. 15). Najwięcej tego surowca wydobyła kopalnia „Wałbrzych" (15,6 mln Mg), znacznie mniej kopalnie „Victoria" (10,5 mln Mg) i „Thorez" (8,8 mln Mg). Uśredniony dla wyżej wymienionego okresu wskaźnik ilości „wytworzonych" odpadów przypadających na tonę wydobytego węgla wynosił w kopalni „Wałbrzych"1,7 Mg, „Victoria" 2,0 Mg, a „Thorez"2,6 Mg. W poszczególnych latach badanego okresu wielkości analizowanego wskaźnika znacznie się różniły i wynosiły dla kopalni „Wałbrzych" 1,1–2,5, „Victoria" 1,6–3,0, a „Thorez" 1,3–3,6. Przyjmując podobne warunki geologiczno-górnicze eksploatacji węgla w wyżej wymienionych kopalniach ustalono, że relatywnie najwięcej odpadów, w stosunku do wielkości wydobytego węgla, powstawało w kopalni „Thorez", najmniej zaś w kopalni „Wałbrzych". Łączna ilość odpadów „wytwarzanych" przez poszczególne kopalnie w kolejnych latach analizowanego okresu była zróżnicowana, a tendencje zachodzących zmian nieregularne. W kopalniach „Thorez" i „Victoria" ilość wytwarzanych odpadów w latach 1975–1981 wskazywała na ogólną tendencję rosnącą, natomiast w okresie 1981–1989 malejącą. W kopalni „Wałbrzych" w całym badanym okresie wystąpił natomiast ogólny trend malejący ilości powstałych odpadów (tab. 15, ryc. 14).

10.4.2. Odzysk odpadów

Część powstałych w kopalniach odpadów poddawano odzyskowi. Z zestawień gospodarowania odpadami sporządzanych przez zakłady górnicze wynika, że były one wykorzystywane do podsadzania podziemnych wyrobisk. Tylko niewielką ich ilość zużyto do niwelacji terenu, różnych robót inżynieryjnych i produkcji materiałów budowlanych, a także przekazano lub sprzedano innym użytkownikom. Ze względu na specyficzną formę zestawień danych o gospodarce odpadami w kopalniach węgla oraz to, że składowanie odpadów pod ziemią wywarło istotny wpływ na zmiany powstałe w ukształtowaniu powierzchni terenu, wykorzystanie odpadów do podsadzki zostanie omówione w rozdziale dotyczącym ich unieszkodliwiania.

Ilość odpadów poddanych odzyskowi w wałbrzyskich kopalniach węgla, w kolejnych latach okresu 1975–1996, była zróżnicowana (tab. 15, ryc. 14). Ustalono, że na różne cele (za wyjątkiem podsadzki) zużyto zaledwie 7,7 mln Mg odpadów, co stanowiło 10,3% ogółu wytworzonych. Przeważającą część (96%) wykorzystano do niwelacji terenu i różnych robót inżynieryjnych, resztę (4%) do produkcji materiałów budowlanych oraz jako paliwo w elektrociepłowni (muł węglowy z osadników), a także przekazano innym użytkownikom (*Analiza techniczno-ekonomiczna*… 1976, Jastalski, Hodurek 1982). Zużycie odpadów górniczych na różne cele, również do podsadzki, było zwykle nieregularne, a proces ten w latach 1975–1996 zachodził „skokowo" (ryc. 14). Analizując wykorzystanie odpadów można jednak dostrzec wyraźny spadkowy trend zmian, świadczący o malejącej ilości odzyskiwanych odpadów. Najwięcej odpadów zużyto w latach 1975–1977 oraz w 1981 r. (1,4–2,4 mln Mg rocznie; 31–40% ogółu wówczas wytworzonych), zaś najmniej w okresie 1989–1996 (0,18–0,1 mln Mg rocznie; 13–17% ogółu wówczas wytworzonych). W pozostałych latach badanego okresu zużycie odpadów na różne cele było zróżnicowane i wynosiło od 0,2 do 0,9 mln Mg rocznie (5–16% ogółu wówczas wytworzonych).

Z rocznych bilansów gospodarki odpadami sporządzanych przez wałbrzyskie kopalnie wynika, że w zakładach tych występowały znaczne różnice w ilości odpadów poddanych odzyskowi (tab. 15 ryc. 14). W latach 1975–1991 najwięcej odpadów wykorzystano w kopalni „Wałbrzych" (6 mln Mg), o około milion Mg mniej w kopalni „Victoria", najmniej zaś w kopalni „Thorez" (1,4 mln Mg). W porównaniu do ogółu wytworzonych w wyżej wymienionych zakładach górniczych odpadów stanowiło to odpowiednio: 22,5%, 23,7% i 6%. Ilość odpadów poddanych odzyskowi w każdej z kopalń była także zróżnicowana w czasie (ryc. 14). W kopalni „Wałbrzych" najwięcej odpadów wykorzystano w latach 1975–1977 oraz w 1981 r. (0,7–1,1 mln Mg), zaś najmniej w latach 1988–1991 (0,04 mln Mg). W pozostałym okresie zużycie odpadów wahało się od 0,15 do 0,3 mln Mg rocznie. Zużycie odpadów w kopalni „Victoria" zmieniało się nieregularnie w czasie. Występowały na przemian wzrostowe i spadkowe trendy zmian, przy czym zwykle

znacznie więcej odpadów wykorzystano w latach 1975–1981 aniżeli w okresie późniejszym. Powstałe w kopalni „Thorez" odpady były natomiast wykorzystywane sporadycznie. W ostatnich osiemnastu latach działalności tej kopalni, tylko w 1975, 1976 i 1977 i w okresie 1987–1991, za wyjątkiem 1981 r., odzyskano znikome ilości odpadów, w pozostałych latach w ogóle nie wykorzystywano tam skał płonnych.

10.4.3. Składowanie odpadów

Jednym ze skutków gospodarowania odpadami w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego w latach 1975–1996 było gromadzenie ich na powierzchni ziemi oraz w podziemnych wyrobiskach górniczych. Składowanie odpadów na powierzchni ziemi było wówczas najczęściej stosowaną metodą ich unieszkodliwiania. W świetle ustawy o odpadach (Dz. U. Nr 96, poz. 592) gromadzenie odpadów w podziemnych wyrobiskach kopalnianych można uznać, zarówno za odzysk jak i unieszkodliwianie odpadów. Były one bowiem wykorzystane, nie tylko do podsadzki ale również pozostawiano je w zrobach w formie podziemnych składowisk. W wykorzystanych w niniejszej pracy archiwalnych materiałach kopalnianych brak rozdzielenia, ile odpadów poddano odzyskowi a ile unieszkodliwiono na dole w wyrobiskach. Nie miało to jednak zasadniczego znaczenia w wyjaśnieniu wpływu górnictwa na ukształtowanie powierzchni rejonu wałbrzyskiego. Istotnym w problematyce pracy była natomiast całkowita ilość składowanych pod ziemią odpadów. Od tego bowiem zależała wielkość osiadania górotworu nad podziemnymi wyrobiskami górniczymi, a w konsekwencji także rozmiary deformacji w powierzchni ziemi i szkody górnicze. Składowanie odpadów w wyrobiskach kopalnianych jest więc znaczącym elementem profilaktyki górniczej. Dla potrzeb pracy przyjęto więc, że wszystkie pozostawione pod ziemią i złożone tam skały płonne to odpady składowane. Od ilości odpadów unieszkodliwianych w podziemnych wyrobiskach kopalnianych zależało także, jak dużo odpadów zostanie składowanych na powierzchni ziemi. W związku z tym unieszkodliwianie odpadów w wyrobiskach górniczych wpływało pośrednio na rozmiary antropogenicznych zmian w ukształtowaniu powierzchni terenu, w związku z rozwojem hałd kopalnianych.

W badanym okresie ilość odpadów górniczych pozostawionych na dole w kopalniach oraz składowanych na powierzchni ziemi była zróżnicowana (tab. 15, ryc. 14). W podziemnych wyrobiskach kopalnianych zgromadzono ogółem około 35,2 mln Mg, natomiast na zwałach około 28,4 mln Mg odpadów. W latach 1975––1996 odpady składowane w obrębie górotworu i na powierzchni ziemi stanowiły aż 89,5% ogółu powstałych w zakładach górniczych. Ilość pozostawionych w wyrobiskach odpadów w wyżej wymienionym okresie była podobna do wielkości wydobytego wówczas węgla (odpowiednio: 35,2 i 37,1 mln Mg). Od 1975 r. do 1989 r. wielkości określające wydobycie węgla i składowanie odpadów oscylowały wokół

siebie, natomiast po 1989 r. wydobycie tej kopaliny, aż do likwidacji kopalń, było większe od ilości składowanych pod ziemią odpadów. W badanym okresie wystąpił spadkowy trend ilości gromadzonych w wyrobiskach odpadów w związku z coraz mniejszym wydobyciem węgla, a po 1990 r. także z zaprzestaniem prac związanych z udostępnianiem nowych złóż tego surowca.

Jak wcześniej sygnalizowałem, składowanie odpadów na hałdach było powszechnie stosowaną w wałbrzyskich kopalniach metodą ich unieszkodliwiania. W latach 1975–1996 wydzielono trzy okresy różniące się ilością wywożonych na zwały odpadów:
– 1975–1978, w którym wystąpił dynamiczny wzrost ilości składowanych odpadów (0,7–2,2 mln Mg),
– 1978–1985, o największych ilościach gromadzonych na hałdach odpadów w ciągu roku (2,0–2,2 mln Mg), za wyjątkiem 1981 r.,
– 1985–1996, w którym zanotowano systematyczny spadkowy trend ilości wywożonych na zwały odpadów (od 2,0 do 0,15 mln Mg).

W badanym okresie można zauważyć podobne trendy zmian w ilości wytwarzanych ogółem oraz składowanych na hałdach odpadów. Wraz ze wzrostem ilości powstałych odpadów rosła także, ale z „opóźnieniem" (od jednego do trzech lat), ilość odpadów gromadzonych na powierzchni ziemi. Spadek ilości „wytwarzanych" odpadów wiązał się natomiast z coraz mniejszą ich ilością wywożoną na hałdy.

W ostatnich dwudziestu dwóch latach rozwoju górnictwa węglowego w Wałbrzychu i okolicy proporcje między wielkością wydobytego węgla i składowanych na powierzchni ziemi odpadów były zróżnicowane. Od 1975 r. do 1979 r. wielkość wydobycia węgla utrzymywała się na podobnym poziomie, szybko rosła natomiast ilość gromadzonych na hałdach odpadów. W latach 1979–1981 zanotowano wyraźny spadek wydobycia węgla oraz ilości wywożonych na zwały odpadów. O wiele mniejsze wydobycie węgla w okresie 1981–1989 niż w latach 1975––1980, wiązało się natomiast z dużą ilością gromadzonych na hałdach odpadów, a dla lat 1982–1985 nawet większą od ogółu wydobytego węgla. Po 1987 r. ilość odpadów wywożonych na zwały systematycznie malała i aż do zamknięcia kopalń (w 1996 r.) była mniejsza od wydobycia węgla. Znaczne zmiany w proporcjach między ilością wydobytego węgla i gromadzonych na powierzchni ziemi odpadów, w okresach 1975–1979 i 1982–1987, były uwarunkowane prowadzonymi w latach 80 XX w. pracami udostępniającymi głębiej zalegające oraz znajdujące w obrębie filarów ochronnych złoża tego surowca, a także drążeniem szybu wydobywczego „Kopernik", z którego prawie wszystkie powstałe odpady były wywożone na hałdy.

W latach 1975–1991 najwięcej odpadów wywieziono na zwały występujące na terenie górniczym kopalni „Thorez" (10,4 mln Mg), najmniej zaś na hałdy należące do kopalni „Victoria" (7,5 mln Mg). Trzecia z działających w rejonie wałbrzyskim kopalń („Wałbrzych") zgromadziła na zwałach 8,7 mln Mg odpadów (tab. 15,

ryc. 14). Wystąpiły zróżnicowane trendy zmian w ilości odpadów wywożonych na składowiska. Największe zmiany w tym względzie dotyczyły hałd należących do kopalni „Wałbrzych". Wydzielono tam pięć charakterystycznych tendencji zmian:
– ustabilizowaną, przypadającą na lata1975–1977, o niewielkiej ilości składowanych na hałdach odpadów (3–80 000 Mg rocznie),
– wzrostową, z 3,0 Mg w 1977 r. do 915 tys. Mg w 1978 r.,
– o niewielkim spadku i największej ilości gromadzonych na zwałach odpadów (915–664 tys. Mg) – przypadającą na lata 1978–1987,
– spadkową, w okresie 1987–1988, w którym ilość odpadów wywiezionych na zwały zmniejszyła się z 664 do 301 tys. Mg,
– ustabilizowaną w latach 1988–1991 (299–302 tys Mg) (ryc. 14).

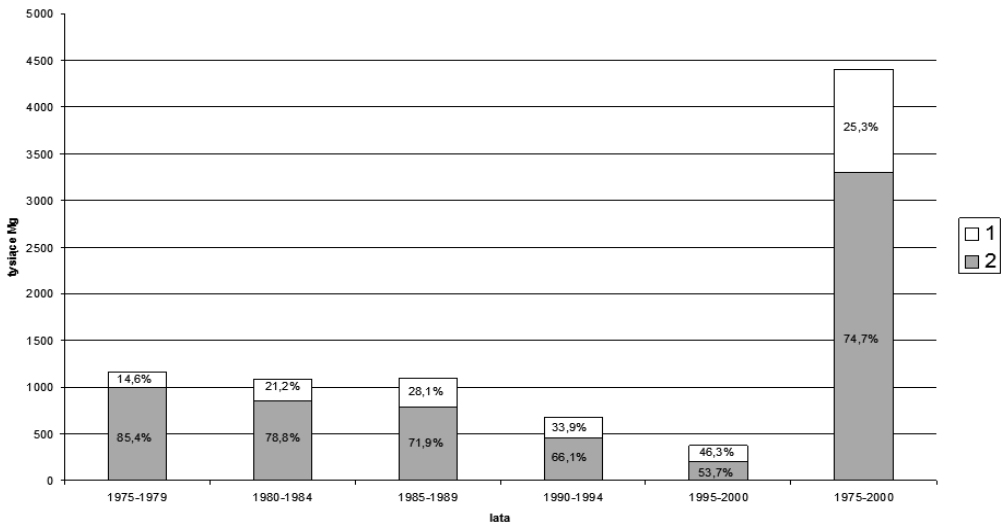
Na terenach górniczych pozostałych dwóch kopalń („Victorii" i „Thorez") wystąpiły inne tendencje zmian, co do ilości składowanych na zwałach odpadów. Ponadto zróżnicowanie wielkości unieszkodliwianych w ten sposób odpadów nie było tak duże jak na obszarze należącym do kopalni „Wałbrzych". W latach 1976–1988 w obu kopalniach występowały niewielkie wahania ilości składowanych na powierzchni ziemi odpadów. Po 1988 r. zanotowano spadkową tendencję zmian, a od 1989 r. ilość wywożonych na hałdy odpadów w skali roku była podobna i najmniejsza w całym badanym okresie. Porównując ilości odpadów wywożonych na zwały przez poszczególne kopalnie w okresach rocznych należy podkreślić, iż największe różnice w tym względzie wystąpiły w latach 1975–1977 oraz w 1981 r., natomiast najmniejsze w okresie 1989–1991. Po 1984 r. stopniowo malała ilość odpadów składowanych na hałdach przez każdą z kopalń (ryc. 14).

10.4.4. Gospodarka odpadami w pozostałych gałęziach przemysłu

Prócz kopalnictwa węgla kamiennego miejscami powstawania odpadów w rejonie wałbrzyskim były również działające tu mniejsze zakłady należące do różnych gałęzi i branż przemysłu (*Przemysł województwa wałbrzyskiego*… 1975, *Ocena gospodarki*… 1980). Wypada tu wymienić kopalnie barytu, ryolitów i melafirów, zakłady energetyczne, zakłady chemiczne, koksownie, huty szkła i fabryki wytwarzające porcelanę, a także zakłady przemysłu włókienniczego, odzieżowego, maszynowego i spożywczego (tab. 16). W badanym okresie wyżej wymienione obiekty przemysłowe przyczyniły się do powstania 4,4 mln Mg różnych odpadów, co stanowiło zaledwie 6% ogółu wytworzonych przez przemysł w rejonie wałbrzyskim. Tylko 1,1 mln Mg (25%) poddano odzyskowi, resztę (3,3 mln Mg; 75%) unieszkodliwiono, głównie przez składowanie na powierzchni ziemi. Z szacunkowych ustaleń autora wynika, że około 3,1 mln Mg odpadów (94%) wywieziono na składowiska przemysłowe i komunalne, zaś 0,2 mln Mg (6%) spalono (tab. 16, w załączniku).

W latach 1975–2000 wystąpił wyraźny spadkowy trend w ilości wytwarzanych odpadów przemysłowych. W analizowanych okresach pięcioletnich, najwięcej odpadów powstało w latach 1975–1979 (1,16 mln Mg), nieco mniej w okresach 1980–1984 i 1985–1989 (około 1,1 mln Mg), natomiast od 1990 do 1994 r. i od 1995 do 2000 r. najmniej odpadów (odpowiednio: 0,68 i 0,38 mln Mg) (tab.16). Systematycznie rosła także ilość odpadów wykorzystanych na różne cele, w stosunku do ogółu powstałych, z 14,6% w latach 1975–1979 do 46,2% w okresie 1995–2000. Ilość wykorzystanych odpadów rozpatrywana w wartościach bezwzględnych rosła natomiast tylko w latach 1975–1989, natomiast od 1990 do 2000 r. zaznaczył się spadek ilości wykorzystanych odpadów. W badanym okresie wystąpił także spadkowy trend ilości odpadów gromadzonych na składowiskach, z 0,99 mln Mg (83,4% ogółu wytworzonych) w latach 1975–1979 do 0,2 mln Mg (53,8% ogółu powstałych) w okresie 1995–2000 (ryc. 15).

Nawiązując do działających w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000 zakładów wytwarzających odpady opracowano uproszczony bilans gospodarki odpadami w przemyśle badanego obszaru[2] (tab. 17). Z prezentowanego zestawienia wynika, że najwięcej odpadów powstało w przemyśle energetycznym oraz w kopalnictwie barytu i surowców skalnych (2,2 i 0,9 mln Mg, co stanowiło 50,4% i 20,4% ogółu wytworzonych), najmniej zaś w przemyśle włókienniczym i odzieżowym (0,06 mln Mg; 1,4%) oraz w hutnictwie szkła (0,055 mln Mg, 1,3%).



Ryc. 15. Gospodarka odpadami przemysłowymi, poza górnictwem węgla kamiennego, w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000: 1 – odpady zagospodarowane w różny sposób, 2 – odpady unieszkodliwione na powierzchni ziemi. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 16.

[2] bez górnictwa węgla kamiennego.

Tab. 17. Bilans gospodarki odpadami w przemyśle rejonu wałbrzyskiego, poza górnictwem węgla kamiennego, w latach 1975–2000.

Wyszczególnienie	Odpady							
	wytworzone		wykorzystane			unieszkodliwione na powierzchni ziemi		
	Mg	% ogółu z lat 1975-2000	Mg	w stosunku do ogółu wykorzystanych w latach 1975-2000 (w%)	w stosunku do ogółu wytworzonych w gałęzi przemysłu (w %)	Mg	w stosunku do ogółu unieszkodliwionych w latach 1975-2000 (w %)	w stosunku do ogółu wytworzonych w gałęzi przemysłu (w %)
Energetyka	2 220 149	50,4	514 732	46,3	23,2	170 5417	51,8	76,8
Górnictwo	897 969	20,4	200 764	18,1	22,4	697 205	21,2	77,6
Przemysł spożywczy	622 250	14,1	214 669	19,3	34,5	407 581	12,4	65,5
Przemysł koksowniczy	213 780	4,9	46 376	4,1	21,7	167 404	5,1	78,3
Produkcja porcelany	206 535	4,7	80 938	7,2	39,2	125 597	3,8	60,8
Przemysł elektromaszynowy	124 421	2,8	1 613	0,2	1,3	122 808	3,7	98,7
Przemysł włókienniczy	62 694	1,4	26 312	2,4	42	36 382	1,1	58
Przemysł hutniczy	55 309	1,3	26 514	2,4	47,9	28 795	0,9	52,1
Ogółem	4 403 107	100,0	1 111 918	100,0	25,3	3291189	100,0	74,7

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Spośród ogółu wykorzystanych na różne cele odpadów najwięcej pochodziło z energetyki (0,5 mln Mg: 46,3%) znacznie mniej z przemysłu spożywczego (0,21 mln Mg: 19,3%) oraz górnictwa barytu i surowców skalnych (0,2 mln Mg: 18,1%), natomiast najmniej z przemysłu maszynowego (0,2 mln Mg; 0,2%).

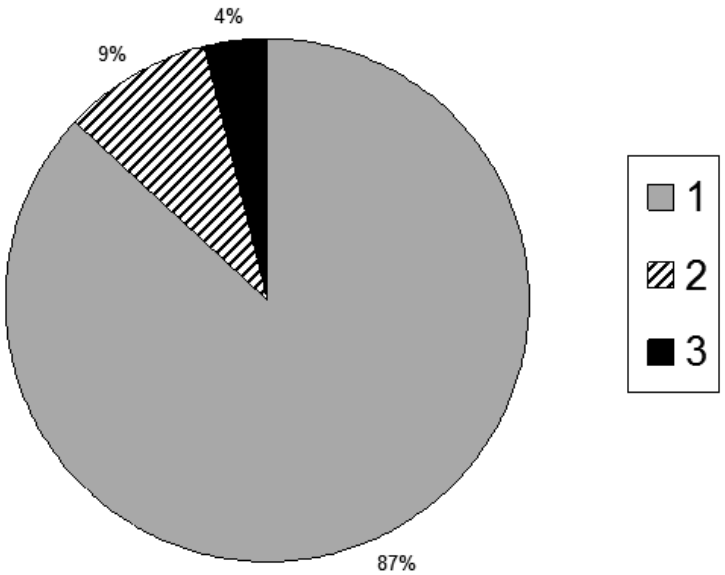
Znaczna część wszystkich odpadów wywiezionych w latach 1975–2000 na wysypiska komunalne i składowiska przemysłowe pochodziła z obiektów przemysłu energetycznego (1,7 mln Mg: 51,8%). W kopalnictwie barytu i skał budowlanych unieszkodliwiono, gromadząc na powierzchni ziemi, 0,7 mln Mg odpadów (21,2%). Najmniej składowanych odpadów pochodziło natomiast z przemysłu włókienniczego i odzieżowego oraz hutnictwa szkła (0,065 mln Mg: 2%).

Charakterystyczną cechą gospodarki odpadami w omawianych wyżej gałęziach przemysłu była wyraźna ilościowa przewaga odpadów składowanych na powierzchni ziemi nad tymi, które wykorzystano na różne cele. Największe różnice w tym względzie dotyczyły przemysłu maszynowego, energetycznego, górnictwa barytu oraz surowców skalnych, a także przemysłu koksowniczego, natomiast najmniejsze hutnictwa szkła oraz przemysłu włókienniczego i odzieżowego.

W strukturze odpadów wytwarzanych poza górnictwem węgla większość stanowiły żużle i popioły oraz skały płonne (88% ogółu powstałych). Stłuczka szklana i porcelanowa, smoła pogazowa oraz różne odpady włókiennicze i spożywcze to zaledwie 12% wszystkich powstałych odpadów.
Biorąc pod uwagę ogół odpadów powstałych w przemyśle rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 należy podkreślić, że większość z nich to odpady mineralne (87%) będące skutkiem eksploatacji różnych surowców, głównie węgla kamiennego. Żużle i popioły stanowiły 9%, a inne rodzaje odpadów 4% wszystkich powstałych w badanym obszarze (ryc. 16). Rzutowało to na charakter przemian, jakie zachodziły w powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego.

10.5. Przemiany w ukształtowaniu powierzchni rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 w świetle gospodarki odpadami przemysłowymi

Stosowane w wałbrzyskim przemyśle sposoby gospodarowania odpadami wywarły znaczący wpływ na przebieg i rozmiary antropogenicznych przemian w ukształtowania powierzchni terenu Wałbrzychu i okolicy. Warunkowały one bowiem zmiany zachodzące w rzeźbie terenu na znacznej powierzchni. Oddziaływanie gospodarki odpadami na ukształtowanie powierzchni ziemi przebiegało w sposób



Ryc. 16. Struktura odpadów wytworzonych w przemyśle rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000: 1 – różne odpady mineralne, 2 – żużle i popioły, 3 – inne (smoła pogazowa, śmiecie, itp.). Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

bezpośredni i pośredni. Bezpośredni wpływ tej działalności wiązał się z unieszkodliwianiem odpadów przez ich składowanie głównie na hałdach i w osadnikach, co powodowało narastanie antropogenicznych zmian w ukształtowaniu terenu.

Podziemne kopalnictwo surowców mineralnych w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach przyczyniło się do powstania licznych pustek w górotworze na obszarach zajmowanych przez te miejscowości. Wskutek ciśnienia mas skalnych często dochodziło do samopodsadzania wyrobisk. W wałbrzyskich kopalniach preferowano wydobycie węgla z zawałem stropu, lub z częściową podsadzką, natomiast stosowanie pełnej podsadzki dotyczyło zwykle obszarów zabudowy mieszkalnej i przemysłowej oraz szlaków komunikacyjnych (Dydejczyk, Suława 1978, Bernat, Kornalewski 1984, Borowiec 1984, *Program ochrony... KWK Victoria* 1985, *Program ochrony... KWK Thorez* 1985, *Program ochrony... KWK Wałbrzych* 1985, Wójcik 1993a, 2006a, 2006b). Skutkiem przemieszczeń mas skalnych w górotworze są różne deformacje powierzchni ziemi, głównie niecki z osiadania. Tempo tworzenia się tych form oraz ich rozmiary były uwarunkowane m.in. gospodarką odpadami w kopalniach. Na ogół nie sprzyjała ona profilaktyce górniczej, na co wskazuje mała ilość skał płonnych wykorzystywanych do podsadzania podziemnych wyrobisk górniczych, w stosunku do ogółu powstałych w badanym okresie. Z ustaleń autora wynika, że w ostatnich dwudziestu dwóch latach działalności kopalń wybrano z górotworu, razem z węglem, około 117 mln m^3 skał, natomiast pozostawiono i złożono w podziemnych wyrobiskach tylko około 38,7 mln m^3 różnych odpadów górniczych. Wykorzystanie w większym stopniu skał płonnych do wypełniania wyrobisk górniczych, które znajdowały się przeważnie na znacznych głębokościach (500––700 m pod powierzchnią terenu), zapewne przyczyniłoby się do powstania mniejszych deformacji na powierzchni ziemi oraz szkód górniczych w zabudowie i infrastrukturze komunikacyjnej. W tym aspekcie dostrzegamy pośredni wpływ gospodarki odpadami na ukształtowanie powierzchni w badanym obszarze. Brak racjonalnego ukierunkowania gospodarki odpadami na sterowanie zmianami w powierzchni ziemi i jej ochronę był uwarunkowany głównie względami ekonomicznymi – obniżaniem kosztów wydobycia węgla. Należy podkreślić, że górnictwo węglowe w Zagłębiu Wałbrzyskim przez wiele lat było działalnością deficytową, dotowaną z budżetu, w celu utrzymania wydobycia tego surowca i miejsc pracy. Fakt ten przez wiele lat był ukrywany, a skutki jakie spowodował wywierają do dziś piętno na społeczności regionu i środowisku tego obszaru.

Charakterystyczną cechą antropogenicznych przemian w ukształtowaniu powierzchni terenu rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–1996 było nieustanne narastanie przeobrażeń, w związku z przyrostem powierzchni zajmowanej pod zwały i ich objętości (tab. 18 i tab. 19). W 1975 r. hałdy kopalniane zajmowały ogółem 226,8 ha (w tym czynne: 115,8 ha), a kubatura zgromadzonych tam odpadów wynosiła 52,9 mln m^3 (w tym czynnych: 33,4 mln m^3). W ostatnich 22 latach działalności kopalń węgla zgromadzono na zwałach 29,8 mln m^3 odpadów, co spowodowało, że

powierzchnia jaką zajmowały zwiększyła się o 78,3 ha. Wkrótce po zakończeniu wydobycia węgla na skalę przemysłową (wg stanu na koniec 1996 r.) hałdy badanego obszaru zajmowały 305,1 ha, a ich kubaturę oszacowano na 82,7 mln m^3 (tab. 18 i tab. 19).

Tab. 18. Przyrost powierzchni hałd ogółem i czynnych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1996.

Rok	Powierzchnia hałd (ha)		Kumulacyjny przyrost powierzchni hałd (w%)		Przyrost powierzchni hałd w interwałach pięcioletnich (w %)	
	ogółem	czynnych	ogółem	czynnych	ogółem	czynnych
1975	226,8	115,8				
			12	23,5	12	23,5
1980	254	143				
			21,4	41,9	8,4	14,9
1985	275,3	164,3				
			29,9	58,5	7	11,7
1990	294,5	183,5				
			34,5	67,6	3,6	5,8
1996	305,1	194,1				
przyrost w latach 1975–1996	78,3	78,3	34,5	67,6	-	-

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Tab. 19. Przyrost objętości hałd ogółem i czynnych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1996.

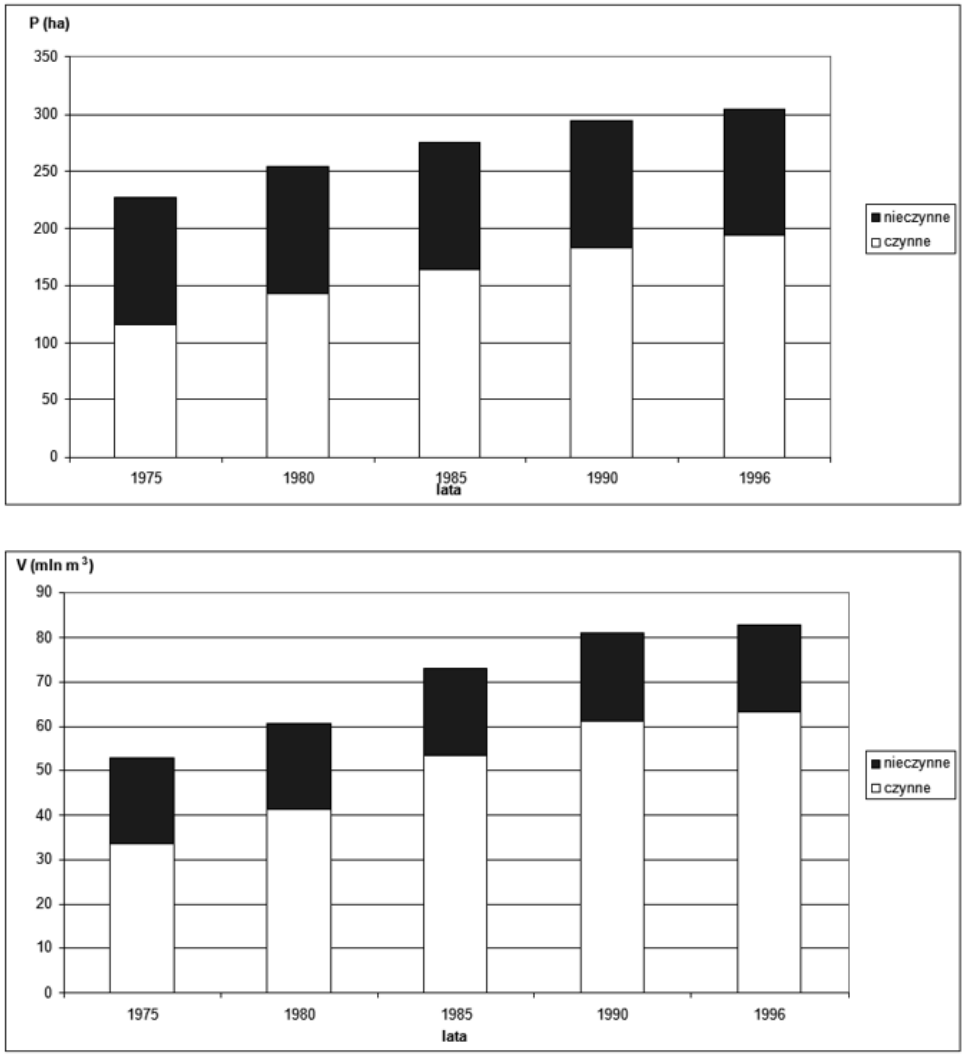
Rok	Objętość hałd (w tys. m^3)		Kumulacyjny przyrost objętości hałd (w %)		Przyrost objętości hałd w interwałach pięcioletnich (w %)	
	ogółem	czynnych	ogółem	czynnych	ogółem	czynnych
1975	52,9	33,4				
			14,7	23,6	14,7	23,6
1980	60,7	41,3				
			37,8	59,9	20,1	29,3
1985	72,9	53,4				
			52,7	83,2	10,8	14,6
1990	80,8	61,2				
			56,3	89,2	2,4	3,3
1996	82,7	63,2				
przyrost w latach 1975 -1996	29,8	29,8	56,3	89,2	-	-

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

W latach 1975–1996 dynamika przyrostu powierzchni i objętości zwałów była zróżnicowana. Wydzielono dwie charakterystyczne fazy tego procesu (ryc. 17). Wcześniejsza przypadała na okres 1975–1989 i cechowała się znacznie szybszym tempem przyrostu powierzchni i objętości hałd, niż późniejsza, która trwała od 1990 r. do 1996 r. Nawiązując do zestawionych w tabelach 18 i 19 danych obliczono, że w pierwszym z wyżej wydzielonych okresów powierzchnia ogółu hałd przyrastała średnio w ciągu roku o 4,5 ha, w drugim zaś o 1,8 ha. Uśredniony roczny przyrost objętości zwałów dla tych okresów wynosił odpowiednio: 1,9 mln m^3 i 0,3 mln m^3.

W celu porównania tempa antropogenicznych przemian w rzeźbie terenu, związanych z przyrostem powierzchni i objętości zwałów, dokonano przeliczenia wielkości rzeczywistych na procentowe. Ustalono, że od 1975 r. do 1996 r. łączna powierzchnia hałd zwiększyła się o 34,5%, natomiast kubatura o 56,3%, w stosunku do wielkości tych form z 1975 r. Wystąpił więc szybszy przyrost objętości, niż powierzchni zwałów. Należy to wiązać z preferowaniem unieszkodliwiania odpadów w kopalniach przez gromadzenie ich na powierzchni ziemi. Ciągłe „wytwarzanie" odpadów przez zakłady górnicze oraz ubywanie wolnych powierzchni pod ich składowanie przyczyniło się do nadbudowywania zwałów. Rozwój tych form ku górze skutkował więc szybszym przyrostem ich objętości niż powierzchni. Tym tłumaczę różną dynamikę przyrostu powierzchni i kubatury hałd u schyłku rozwoju kopalnictwa węgla w rejonie wałbrzyskim. W badanym okresie występowała także systematyczna spadkowa tendencja tempa przyrostu powierzchni zwałów, natomiast dynamika przyrostu kubatury tych form w latach 1975–1985 rosła zaś po 1985 r. zanotowano spadkowy trend analizowanych zmian. Najmniejsza dynamika przyrostu powierzchni i objętości zwałów wystąpiła w latach 1990–1996 i była związana z ciągłym spadkiem wydobycia węgla spowodowanym likwidacją kopalń tego surowca. Po 1990 r. znaczne ilości skał płonnych powstałych podczas wydobycia węgla wykorzystywano do zasypywania likwidowanych szybów i otamowania starych wyrobisk kopalnianych, co również przyczyniło się do wywożenia na zwały mniejszych niż w latach 1975–1990 ilości odpadów.

Wielkość antropogenicznych przeobrażeń w powierzchni ziemi związanych z rozwojem zwałów kopalnianych w latach 1975–1996 można również ocenić porównując powierzchnię i objętość hałd według stanu z 1975 r. z powierzchnią i kubaturą tych form w momencie zakończenia ich usypywania (w 1996 r.). Przyjmując, że intensywny antropogeniczny cykl rzeźbotwórczy, uwarunkowany rozwojem kopalnictwa węgla, rozpoczął się w 1865 r. i trwał do 1996 r. (Wójcik 1993a) obliczono, że przyjęty w niniejszej pracy okres badań stanowił zaledwie 16,8% całego cyklu rzeźbotwórczego. Jak ustalono wcześniej, w ostatnich 22 latach działalności kopalń hałdy górnicze zajęły 78,3 ha, a ich objętość przyrosła o 29,8 mln m^3. W porównaniu do powierzchni i kubatury ogółu zwałów (305,1 ha i 82,7 mln m^3)



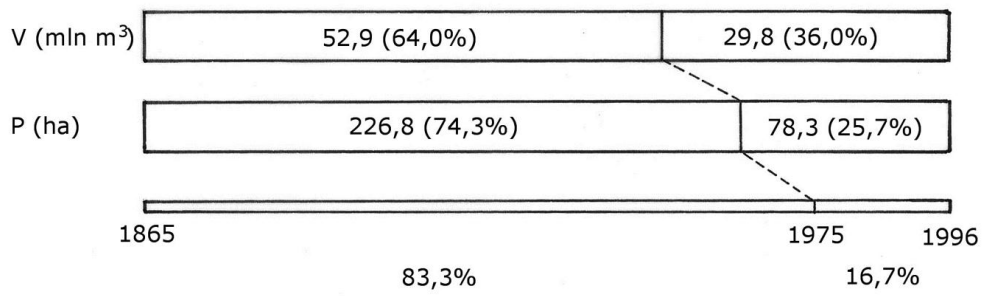
Ryc. 17. Rozwój powierzchni i objętości hałd kopalnianych związanych z wydobyciem węgla w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–996. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 18 i tab. 19.

stanowiło to odpowiednio 25,7% i 36,0%. Porównawcze zestawienie rozmiarów zmian w powierzchni ziemi powstałych do 1975 r. i w badanym okresie, związanych z sypaniem zwałów kopalnianych, przedstawiono w tab. 20 i na ryc. 18. Prezentowane dane świadczą o bardzo dużym nasileniu antropopresji uwarunkowanej rozwojem górnictwa w badanym okresie, znacznie większym niż w latach 1865–1974. Wskazywały na to już wyniki wcześniejszych badań autora (Wójcik 1993a, 1995a, 1996b, 1996c), dotyczące ochrony powierzchni ziemi i wybranych problemów gospodarki odpadami na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń węgla.

Tab. 20. Porównanie powierzchni i objętości hałd górnictwa węglowego na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1865-1974 i 1975-1996.

Okres	Hałdy kopalniane					
	P (ha)	%	V (mln m^3)	%	średni przyrost w skali roku	
					P (ha)	V (mln m^3)
1865-1974 (110 lat)	226,8	74,3	52,9	64	o 2,1	o 0,48
1975-1996 (22 lata)	78,3	25,7	29,8	36	o 3,6	o 1,36
1865-1996 (132 lata)	305,1		82,7		o 2,3	o 0,63

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



Ryc. 18. Przyrost powierzchni i objętości hałd kopalnianych w latach 1975-1996, na tle całkowitej powierzchni i objętości tych form. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 20.

W 1975 r. powierzchnia i objętość czynnych hałd położonych na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń była zróżnicowana (tab. 21 i tab. 22). Największą powierzchnię zajmowały hałdy należące do kopalni „Victoria" (63,2 ha), o wiele mniejszą zaś zwały użytkowane przez kopalnie „Thorez" (29,7 ha) i „Wałbrzych" (22,9 ha). Ustalono, że w rozpatrywanym okresie największy przyrost rzeczywistej powierzchni zwałów wystąpił na terenie górniczym kopalni „Thorez" (o 28,9 ha), która składowała swoje odpady w centralnej i wschodniej części Kotliny Wałbrzyskiej. Hałdy należące do kopalni „Victoria", powstałe w południowej i południowo zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej oraz w Kotlinie Kuźnickiej, powiększyły się o 25,3 ha, natomiast najmniejszy przyrost powierzchni zwałów wystąpił na terenie górniczym kopalni „Wałbrzych" (o 24,1 ha), która unieszkodliwiała odpady na składowiskach znajdujących się w centralnej i południowej części Kotliny Wałbrzyskiej. Rozpatrując dynamikę przyrostu powierzchni hałd, w stosunku do powierzchni wyjściowej tych form (z 1975 r.) ustalono, że była ona największa dla zwałów kopalni „Wałbrzych" i „Thorez" (przyrost powierzchni o 105,2% i 97,3%). Powierzchnia hałd kopalni „Victoria" przyrosła w badanym okresie o 40,0%. (tab. 21).

Tab. 21. przyrost powierzchni hałd na terenach górniczych kopalń „Wałbrzych", „Victoria" i „Thorez" w latach 1975–1996

Rok	Powierzchnia (ha)								
	przyrost powierzchni (w%)	KWK Wałbrzych	przyrost powierzchni (w%)	przyrost powierzch-ni(w%)	KWK Victoria	przyrost powierzchni (w%)	przyrost powierzchni (w%)	KWK Thorez	przyrost powierzchni (w%)
1975	0	22,9		0	63,2		0	29,7	
			46,3			8,2			38,4
1980	46,3	33,5		8,2	68,4		38,4	41,1	
			28,4			7,7			15,8
1985	87,8	43		16,6	73,7		60,3	47,6	
			9,1			16			7,4
1990	104,8	46,9		35,3	85,5		72,1	51,1	
			0,2			3,5			14,7
1996	105,2	47		40	88,5		97,3	58,6	
1975–1996	105,2	24,1	-	40	25,3	-	97,3	28,9	-

Opracowanie własne na podstawie danych z różnych dokumentów pochodzących z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla i Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Tab. 22. Przyrost objętości hałd na terenach górniczych kopalń „Wałbrzych", „Victoria" i „Thorez" w latach 1975–1996.

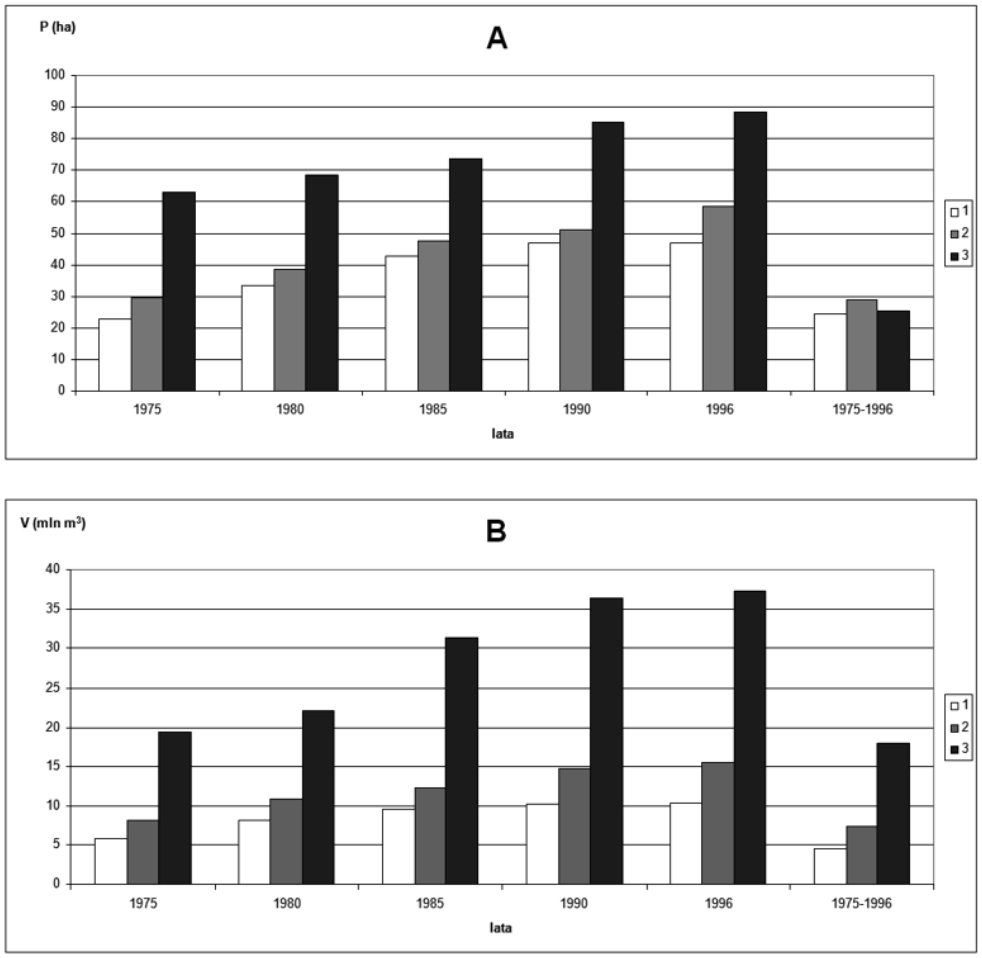
Rok	Objętość (mln m^3)								
	przyrost objętości (w%)	KWK Wałbrzych	przyrost objętości (w%)	przyrost objętości (w%)	KWK Victoria	przyrost objętości (w%)	przyrost objętości (w%)	KWK Thorez	przyrost objętości (w%)
1975	0	5,8		0	19,4		0	8,18	
			43,6			13,4			32,6
1980	43,6	8,33		13,4	22		32,6	10,85	
			15,2			42,5			14,3
1985	65,5	9,6		61,6	31,35		51,6	12,4	
			5,9			16			18,5
1990	75,3	10,17		87,5	36,37		79,7	14,7	
			1			2,6			6
1996	77,1	10,27		92,3	37,3		90,5	15,58	
1975–1996	77,1	4,47	-	92,3	17,90	-	90,5	7,40	-

Opracowanie własne na podstawie danych z różnych dokumentów pochodzących z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

W 1975 r. największą objętość miały zwały należące do kopalni „Victoria" (19,4 mln m^3), znacznie mniejszą hałdy położone na terenach pozostałych dwóch kopalń („Thorez": 8,2 mln m^3; „Wałbrzych": 5,8 mln m^3) (tab. 22). W badanym okresie największy przyrost objętości hałd dotyczył także form zlokalizowanych na terenie górniczym kopalni „Victoria" (o 17,9 mln m^3). Zwały należące do kopalni „Thorez'' zwiększyły objętość o 7,4 mln m^3, a do kopalni „Wałbrzych" o 4,5 mln m^3. Największe tempo przyrostu objętości hałd, w stosunku do stanu wyjściowego (z 1975 r.), wystąpiło na terenach górniczych kopalń „Victoria" (przyrost kubatury o 92,3%), i „Thorez" (przyrost kubatury o 90,5%) nieco mniejsze dla zwałów kopalni „Wałbrzych" (przyrost kubatury o 77,1%) (tab. 22).

Porównując dynamikę przyrostu powierzchni i kubatury zwałów, w świetle ilości składowanych tam przez poszczególne kopalnie odpadów, wyróżniono w badanym okresie trzy charakterystyczne trendy w rozwoju tych form (ryc. 19). Pierwszy polegał na preferowaniu rozwoju hałd przez szybsze zwiększanie ich objętości niż powierzchni, którą zajmowały. Drugi wiązał się z większą dynamiką przyrostu powierzchni, niż kubatury, natomiast trzeci charakteryzował się podobnym tempem rozpatrywanych zmian. Objętość hałd należących do kopalni „Victoria" przyrastała szybciej niż powierzchnia tych form (odpowiednio o 92% i 40%). Kubatura zwałów kopalni „Wałbrzych" rosła natomiast wolniej niż ich powierzchnia (odpowiednio o 77% i 105%). Dynamika rozwoju powierzchni i objętości hałd będących wówczas własnością kopalni „Thorez" była podobna (odpowiednio: 97% i 91%).

Charakterystyczną cechą rozwoju hałd kopalnianych, a tym samym modelowania ukształtowania powierzchni rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–1996, było powiększanie starszych zwałów powstałych jeszcze przed 1975 r. W ostatnich dwudziestu dwóch latach górnictwa węglowego w badanym obszarze kopalnie węgla nie otrzymały bowiem zezwolenia od władz Wałbrzycha na lokalizację nowych hałd. Ustalono, że w 1975 r. wśród 39 różnej wielkości zwałów, tylko 11 było czynnych (tab.23). Koncentracja składowania odpadów przyczyniła się do dalszego ograniczania liczby czynnych hałd. W okresie 1975–1988 funkcje składowisk odpadów górniczych przestały pełnić dwa zwały (1–1 i 7–3), a w 1996 r. jeden: 5–2. Rok później zaprzestano składowania odpadów na kolejnych pięciu hałdach (4–1, 1–2, 8–2, 4–3 i 5–3), zaś pozostałe dwie (9–2 i 1–3) były użytkowane aż do 1998 r., a więc nieco dłużej od likwidacji kopalń pod koniec 1996 r. Od stycznia 1997 r. do czerwca 1998 r. w Wałbrzychu działał bowiem także Zakład Wydobywczo-Przeróbczy Antracytu (Kotełko 1997, Płonka i in. 1999). Przedsiębiorstwo to przyczyniło się do składowania na hałdach około 65 tys. Mg odpadów, co nie wpłynęło jednak znacząco na rozmiary powstałych wcześniej antropogenicznych przeobrażeń w ukształtowaniu powierzchni ziemi. W 2000 r. żadna z hałd na terenie rejonu wałbrzyskiego nie była już czynna.



Ryc. 19. Dynamika przyrostu powierzchni i objętości hałd na terenach górniczych kopalń: „Victoria", „Thorez" i „Wałbrzych" w latach 1975–1992: 1 – KWK „Wałbrzych", 2 – KWK „Thorez", 3 – KWK „Victoria". Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 21 i tab. 22.

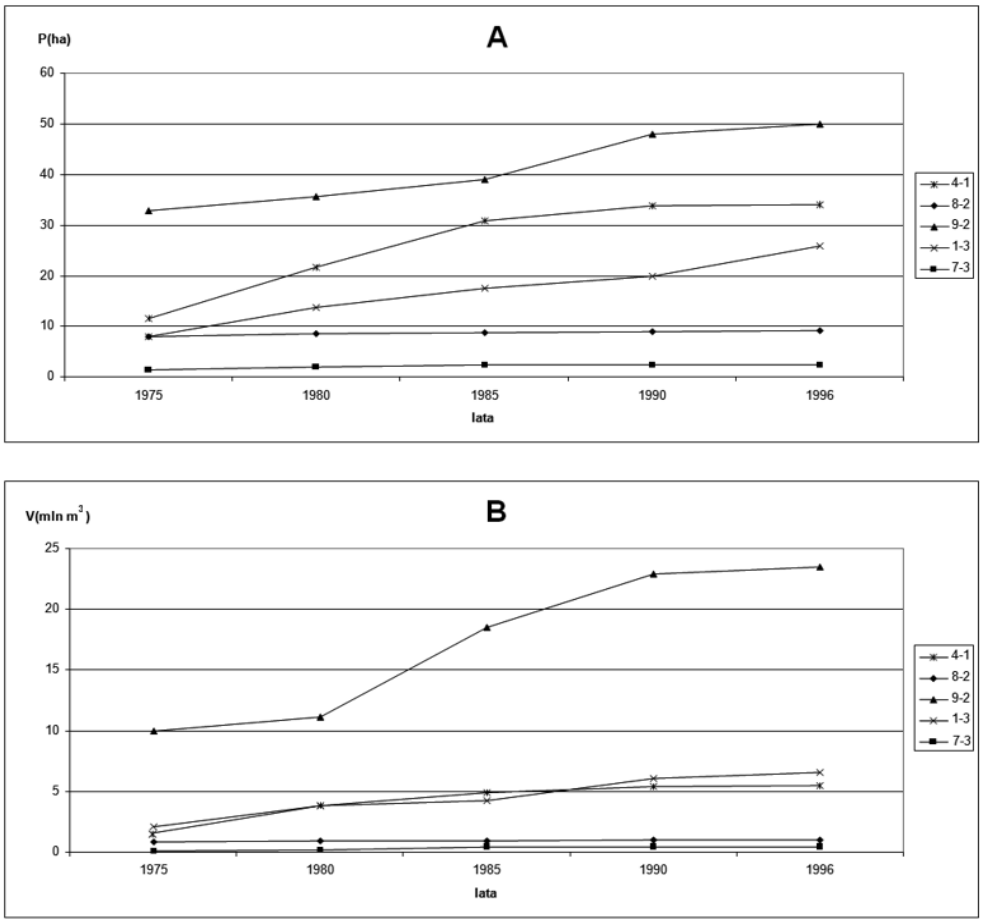
Tab. 23. Zmiany w liczbie hałd czynnych i nieczynnych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975-2000.

Wyszczególnienie	Lata						
	1975	1978	1988	1996	1997	1998	2000
Hałdy czynne	11	10	9	8	3	2	0
Hałdy nieczynne	28	29	30	31	36	37	39
Ogółem	39	39	39	39	39	39	39

Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 32.

Nawiązując do zebranych danych statystycznych o powierzchni i kubaturze wszystkich czynnych w latach 1975–1996 hałd (tab. 24) odtworzono rozwój tych form. Ze względu na tempo przyrostu powierzchni i objętości poszczególnych zwałów wydzielono także trzy charakterystyczne typy form: o małej, dużej i zróżnicowanej dynamice rozpatrywanych zmian. Pierwszy z wyżej wydzielonych typów form reprezentują m.in. zwały 8–2 i 7–3, drugi 9–2 i 1–3, trzeci zaś 4–1 i 1–3 (ryc. 20).

Specyficznymi, pod względem rozmiarów i pełnionych funkcji, hałdami użytkowanymi w latach 1975–1996 były zwałowiska centralne. Formy te zajmowały znaczne powierzchnie, miały dużą objętość, wyróżniały się wśród ogółu hałd większymi wysokościami, a składowane w ich obrębie odpady często pochodziły z kilku zakładów górniczych. Przykładami zwałowisk centralnych były hałda 4–1 należąca



Ryc. 20. Rozwój powierzchni i objętości wybranych zwałów górnictwa węglowego na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–1996. Numery zwałów zgodne z opisem w tab. 32. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 24.

do kopalni „Wałbrzych" powstała w południowej części Kotliny Wałbrzyskiej (1975 r.: 11,5 ha, 1,6 mln m^3 , 22 m wysokości; 1996 r.: 34,0 ha, 14,1 mln m^3, 50 m wysokości) oraz zwał 1–3 użytkowany przez kopalnię „Thorez", zlokalizowany w zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej u podnóża Chełmca (1975 r.: 8,0 ha, 2,1 mln m^3, 20 m wysokości; 1996 r.: 25,9 ha, 6,6 mln m^3, 70 m wysokości). Funkcje zwałowiska centralnego pełniła także stara, powstała w 1873 r., hałda 9–2 na terenie kopalni „Victoria", zlokalizowana w południowo zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej (1975 r.: 32,8 ha, 10,0 mln m^3, 87 m wysokości; 1996 r.: 50,0 ha, 23,1 mln m^3, 105 m wysokości) (tab. 24).

Tab. 24. Przyrost powierzchni i objętości wybranych hałd rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–1996.

Rok		Hałdy									
		1–1		4–1		1–2		5–2		8–2	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1975	p	4,9	0	11,5	0	16,5	0	5,9	0	8	0
	o	1,35	0	1,6	0	6,8	0	1,8	0	0,8	0
1980	p	5,2	6,1	21,8	89,6	17,9	8,5	6,3	6,8	8,5	6,3
	o	1,68	24,4	3,8	137,5	7,6	11,8	2,4	33,3	0,9	12,5
1985	p	5,6	14,3	30,9	168,7	19,2	16,4	6,8	15,3	8,7	8,8
	o	1,85	37	4,9	206,3	8,1	19,1	3,8	111,1	0,95	18,8
1990	p	6,5	32,7	33,9	194,8	19,5	18,2	8,9	50,8	9	12,5
	o	1,92	42,2	5,4	237,5	8,3	22,1	4,2	133,3	0,97	21,3
1996	p	6,5	32,7	34	195,7	19,5	18,2	9,9	67,8	9,1	13,8
	o	1,92	42,2	5,5	243,8	8,3	22,1	4,5	150	1	25
		9–2		4–3		5–3		7–3		1–3	
		A	B	A	B	A	A	B	A	B	A
1975	p	32,8	0	19,4	0	0,9	0	1,4	0	8	0
	o	10	0	5,9	0	0,06	0	0,12	0	2,1	0
1980	p	35,7	8,8	25,5	31,4	–	–	1,9	35,7	13,7	71,3
	o	11,1	11	6,8	15,3			0,2	66,7	3,85	83,5
1985	p	39	18,9	27,8	43,3	–	–	2,3	64,3	17,5	118,8
	o	18,5	85	7,8	32,2			0,4	233,3	4,2	100
1990	p	48,1	46,6	28,9	49	–	–	2,3	64,3	19,9	148,8
	o	22,9	129	8,2	39			0,4	233,3	6,1	190,5
1996	p	50	52,4	29,3	51	1,2	33,3	2,3	64,3	25,9	223,8
	o	23,5	135	8,5	44,1	0,08	33,3	0,4	233,3	6,6	214,3

p – powierzchnia (ha), o – objętość (mln. m^3), A – powierzchnia i objętość hałdy w wartościach rzeczywistych, B – przyrost powierzchni i objętości w wartościach procentowych w stosunku do 1975 r. (wyjściowego okresu badań). Numer hałdy zgodny z opisem w tab. 32. Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi uwarunkowane rozwojem górnictwa węglowego były spowodowane także powstaniem osadników kopalnianych. Jak wcześniej zaznaczyłem, w badanym okresie działało osiem osadników, w tym aż siedem w Kotlinie Wałbrzyskiej, jeden zaś w Kotlinie Kuźnickiej. Wszystkie powstały przed 1975 r. i za wyjątkiem dwóch zlokalizowanych w obrębie zabudowy kopalnianej zakładu górniczego „Mieszko" (KWK„Wałbrzych") były to obiekty śródzwałowe i nazwałowe (nadpoziomowe). Formy te były więc ściśle związane z hałdami. W porównaniu do rozmiarów zwałów wielkość osadników nie ulegała zasadniczym zmianom w badanym okresie (tab. 25). Powierzchnia tych obiektów

Tab. 25. Rozwój powierzchni i objętości osadników związanych z górnictwem węgla kamiennego w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1996.

Wyszczególnienie	Powierzchnia (ha)															
	KWK Wałbrzych				KWK Victoria				KWK Thorez				Rejon wałbrzyski			
	1975		1996		1975		1996		1975		1996		1975		1996	
	O	CZ	O	CZ	O	CZ	O	CZ	O	CZ	O	CZ	O	CZ	O	CZ
Osadniki	28,3	13,6	28,7	14,0	23,1	23,1	24,2	24,2	16,6	16,6	21,3	21,3	68,0	53,3	74,2	59,5
- misy	18,3	7,2	18,5	7,4	17,1	17,1	17,5	17,5	8,6	8,6	9,9	9,0	44,0	32,9	45,9	33,9
- obwałowania	10,0	6,4	10,2	6,6	6,0	6,0	6,7	6,7	8,0	8,0	11,4	12,3	24,0	20,4	28,3	25,6
Przyrost (1975–1996)	ogółem: 0,4				1,1				4,7				6,2			
	-misy: 0,2				0,4				1,3				1,9			
	-obwałowania: 0,2				0,7				3,4				4,3			
	Objętość (tys. m^3)															
Osadniki	2885	1850	3015	1980	1352	1352	1497	1497	3945	3945	4495	3495	8182	7147	9007	6972
- misy	1520	1050	1565	1090	952	952	1068	1068	725	725	1268	798	3197	2727	3901	2956
- obwałowania	1365	800	1450	890	400	400	429	429	3220	3220	3227	2697	4985	4420	5106	4016
Przyrost (1975–1996)	ogółem: 130				145				550				825			
	- misy: 45				116				543				704			
	- obwałowania: 85				29				7				121			

O – powierzchnia i objętość osadników ogółem, CZ – powierzchnia i objętość czynnych wówczas osadników, KWK – kopalnia węgla kamiennego.
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł

zwiększyła się z 68,0 ha w 1975 r. do 74,2 ha w 1996 r., w tym czynne osadniki zajmowały odpowiednio 53,3 ha i 59,5 ha. Rzeczywista powierzchnia tych form przyrosła o 6,2 ha, a więc o 9,1% w stosunku do ich powierzchni z 1975 r. W rozpatrywanym okresie objętość ogółu osadników zwiększyła się z 8 182 tys. m^3 do 9 007 tys. m^3 (o 825 tys. m^3), czyli o 10,1% w porównaniu do kubatury tych obiektów z 1975 r. Zmiany w rzeźbie osadników dotyczyły pogłębiania mis oraz rozbudowy obwałowań. Rozmiary przeobrażeń obwałowań stawów osadowych były znacznie większe, aniżeli mis tych form. Powierzchnia i objętość obwałowań przyrosły bowiem o 17,9% i 22,0%, natomiast mis o 4,3% i 2,4% (tab. 25). Największe przemiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi związane z rozwojem osadników kopalnianych wystąpiły na terenie górniczym kopalni „Thorez" (przyrost powierzchni o 4,7 ha, kubatury o 650 tys. m^3), najmniejsze zaś na terenie kopalni „Wałbrzych" (przyrost powierzchni o 0,4 ha, kubatury o 135 tys. m^3) (tab. 25).

W latach 1975–1996 osadniki kopalniane były wielokrotnie „napełniane" mułem węglowym i popiołami oraz opróżniane z tych odpadów. Unieszkodliwiano je głównie przez składowanie na zwałach. Działania te powodowały częste zmiany w rzeźbie mis osadników. Na skutek wybierania odpadów powstawały głębokie, nawet na kilkadziesiąt metrów doły, przypominające wyrobiska kopalń odkrywkowych, które wypełniano później wodą. Gromadzenie odpadów przyczyniało się do spłycania zbiornika, a jego dno podczas maksymalnego wypełnienia osadami przedstawiało powierzchnię płaską lub lekko nachyloną w kierunku upustu wody z osadnika (ryc. 21). Różnice wysokości między dnem stawu osadowego a obwałowaniami w chwili całkowitego wypełnienia odpadami były niewielkie i wynosiły zwykle od 2 do 4 m natomiast największe deniwelacje w obrębie tych form (do 30 m) występowały w okresach, kiedy wybrano z nich wszystkie odpady.

Z ustaleń autora wynika, że w ostatnich 22 latach działalności wałbrzyskich kopalń węgla złożono w osadnikach ogółem około 9,5 mln Mg różnych odpadów, z czego 5,5 mln Mg (58%) wywieziono na zwały, a 2,0 mln Mg (21%) pozostawiono tam i tyle samo wykorzystano jako paliwo w elektrociepłowniach oraz do produkcji brykietu, a także przekazano innym użytkownikom.

Podsumowując należy podkreślić, że gospodarowanie odpadami na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń węgla w latach 1975–1996 przyczyniło się do nagromadzenia na powierzchni ziemi 28,4 mln Mg odpadów. Preferowany przez zakłady górnicze sposób unieszkodliwiania odpadów spowodował, że łączna powierzchnia hałd i osadników zwiększyła się z 294,8 ha w 1975 r. do 379,3 ha w 1996 r., natomiast kubatura tych form z 61,1 mln m^3 do 91,7 mln m^3. W rozpatrywanym okresie powierzchnia ogółu form antropogenicznych związanych ze składowaniem odpadów powiększyła się więc o 84,5 ha (28,7%), a objętość o 30,6 mln m^3 (50,1%).

Modelowanie powierzchni ziemi w latach 1975–1996, uwarunkowane gospodarką odpadami, charakteryzowało się więc znacznie większą dynamiką niż

przed 1975 r. W badanym okresie powierzchnia i kubatura omawianych form przyrastała średnio o 3,8 ha i 1,4 mln m^3 w ciągu roku, zaś w latach 1865–1974 uśredniony roczny przyrost analizowanych wielkości wynosił odpowiednio 2,7 ha i 0,6 mln m^3 (tab. 26).

Bezpośrednim skutkiem wydobywania węgla kamiennego było powstawanie licznych pustek w górotworze, zwykle na głębokości kilkuset metrów pod powierzchnią terenu. Wskutek nacisku mas skalnych często dochodziło do osiadania górotworu, co prowadziło do tworzenia się różnych deformacji w powierzchni ziemi. Rzeczywista wielkość i powierzchniowe rozmiary osiadania, a w konsekwencji także rzeźbotwórcze skutki działalności wydobywczej, są dziś trudne do ustalenia. Jak wcześniej sygnalizowałem, do 1912 r. nie prowadzono bowiem pomiarów osiadania terenu, później zaś były one wykonywane nieregularnie i przeważnie tam, gdzie istniało zagrożenie budynków i budowli oraz szlaków komunikacyjnych szkodami górniczymi (Frajtak 1978, Rejman 1983, *Program ochrony...KWK Thorez* 1985, *Program ochrony...KWK Victoria* 1985, *Program ochrony...KWK Wałbrzych* 1985, Pinińska 1993). W latach 1970–1985, w związku z rozprzestrzenianiem się robót górniczych, systematycznie uzupełniano sieć reperów, na podstawie których

Ryc. 21. Płaska powierzchnia na przedpolu zwału 4–1 powstała na skutek gromadzenia odpadów górniczych w osadniku kopalnianym 16–1 należącym niegdyś do kopalni „Wałbrzych" (fot. J. Wójcik).

Tab. 26. Porównanie powierzchni i objętości hałd i osadników kopalnianych oraz ilości nagromadzonych na powierzchni ziemi odpadów górniczych w rejonie wałbrzyskim w latach 1865–1974 i 1975–1996.

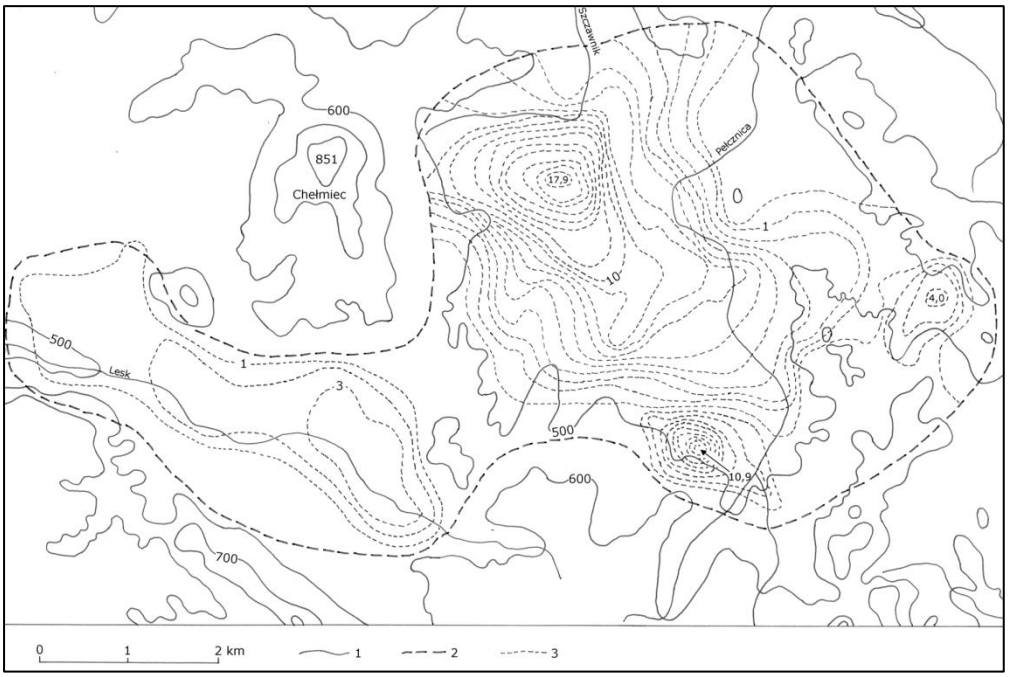
Wyszczególnienie		1865–1974 (110 lat)	1975–1996 (22 lata)
Ilość nagromadzonych odpadów (w mln Mg)		55	26,4
Zmiany powierzchni (w ha)		0,0-294,8	294,8-379,3
Zmiany objętości (w mln m^3)		0,0-61,1	61,1-91,7
Przyrost powierzchni (w ha i w %)		o 294,8	o 84,5 i o 28,7%
Przyrost objętości (w mln m^3 i w %)		o 61,1	o 30,6 i o 50,1%
Średni roczny przyrost	składowanych odpadów (w mln Mg)	0,5	1,2
	powierzchni składowisk (w ha)	2,7	3,8
	objętości składowisk (w mln m^3)	0,56	1,39

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

rejestrowano wielkość osiadania. Wtedy to powstało najwięcej punktów tworzących sieć niwelacji precyzyjnej w rejonie wałbrzyskim. Większość reperów umieszczono w kotlinach: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, tylko kilka znajdowało się poza granicami tych jednostek. Na podstawie zasięgu eksploatacji górniczej oraz zebranych wyników pomiarów osiadania górotworu z lat 1975–1996, na tle wielkości osiadań zarejestrowanych od 1912 r., podjęto próbę wyznaczenia powierzchniowego zasięgu niecek i wielkości powstałych deformacji w powierzchni ziemi (ryc. 22).

Z ustaleń autora wynika, że w latach 1975–1996 największe osiadanie powierzchni ziemi wystąpiło w północno-zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej, na terenie Wałbrzycha Białego Kamienia (15,7 m). Powstała tam niecka ma kształt owalu o długości 1,5 km i szerokości 0,8 km. Nachylenie zboczy tej formy wynosi od 10° do 20°. Przyczyną utworzenia niecki była eksploatacja węgla w polu górniczym szybu „Jan" (KWK „Thorez") prowadzona na niewielkiej głębokości (250––300 m), bez stosowania pełnej podsadzki (*Program ochrony...Thorez* 1982, *Program ochrony...KWK Thorez* 1985, Wójcik 1993a, 2006a). W dnie niecki powstało niewielkie zalewisko zasilane wodami podziemnymi i opadami. Utworzone antropogeniczne obniżenie jest obszarem bezodpływowym, a gromadząca się tam woda jest wypompowywana i odprowadzana na zewnątrz przez specjalny system odwadniający. Stojące tu przed powstaniem niecki murowane budynki mieszkalne popękały oraz uległy podtopieniu i zostały wyburzone (Wójcik 1991, 1993a, 1995b, 1997e). Na ich miejscu zbudowano drewniane domy (ryc. 23).

W latach 1975–1996 znacznie płytsza niecka z osiadania o maksymalnej głębokości 5,5 m rozwinęła się w południowej części Kotliny Wałbrzyskiej: w rejonie dworca kolejowego Wałbrzych Główny i wiaduktu linii kolejowej Wałbrzych–Kłodzko. Długość omawianej formy wynosi 1,9 km a szerokość 0,9 km (ryc. 22).



Ryc. 22. Osiadanie powierzchni ziemi spowodowane górnictwem węgla kamiennego w latach 1912–1996 na tle maksymalnego zasięgu robót górniczych w rejonie wałbrzyskim: 1 – poziomice (co 100 m), 2 – maksymalny zasięg robót górniczych związanych z kopalnictwem węgla, 3 – izolinie osiadania gruntu (co 1 m). Liczba obok izolinii oznacza maksymalną stwierdzoną pomiarami wielkość osiadania powierzchni ziemi. Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego oraz Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Powstanie i rozwój niecki wiązały się z eksploatacją węgla z filarów ochronnych dworca kolejowego Wałbrzych Główny i linii kolejowej Wałbrzych–Kłodzko (Skinderowicz 1984, *Program ochrony... KWK Wałbrzych* 1985, *Mapa sytuacyjno-wysokościowa... KWK Wałbrzych* 1987).

Specyficznym, ze względu na osiadanie górotworu, obszarem antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu jest dno Kotliny Wałbrzyskiej w Śródmieściu Wałbrzycha. Tutaj bowiem sąsiadowały ze sobą tereny górnicze trzech kopalń: „Victorii", „Thorez" i „Wałbrzych", które równocześnie wydobywały tam węgiel. Skutkiem tego było utworzenie rozległej strefy wpływów na powierzchni około 5,3 km^2, w której wielkość osiadania była zróżnicowana i wahała się od 0,6 m do 4,8 m. (tab. 27). Wyznaczenie powierzchniowego zasięgu powstałych tam niecek oraz ich głębokości są trudne do ustalenia, gdyż formy te „zachodzą na siebie", a ponadto tworzyły się w różnych okresach działalności kopalń. Powstałe deformacje powierzchni ziemi mają więc złożoną strukturę wynikającą z nałożenia się wpływów trzech kopalń, które prowadziły tu wydobycie węgla na różnych głębokościach.

Ryc. 23. Drewniane domy w dnie niecki z osiadania koło nieczynnego już szybu „Jan" zbudowane na miejscu domów murowanych zniszczonych na skutek osiadania górotworu w związku z eksploatacją węgla (fot. J. Wójcik).

O wiele mniejsze deformacja w powierzchni terenu związane z osiadaniem górotworu powstały także we wschodniej części Kotliny Wałbrzyskiej (dzielnice Rusinowa i Nowe Miasto). Utworzone tam niecki zajmują powierzchnię około 0,7 km^2, a ich głębokość waha się od 1,9 do 4,0 m (tab. 27, ryc. 22).

W latach 1975–1996 rozwój górnictwa spowodował więc rozległe zniekształcenia powierzchni Kotliny Wałbrzyskiej, zwłaszcza w zachodniej i centralnej części tego regionu. Strefa wpływów objęła obszar około 24 km^2 rozciągający się od Obniżenia Białego Kamienia na północy po Krawędź Unisławską na południu oraz od zachodnich zboczy Kotliny Wałbrzyskiej i stoków Kopuły Chełmca po wschodnie stoki Grzbietu Niedźwiadków (ryc. 22).

Osiadanie powierzchni ziemi spowodowane eksploatacją węgla wystąpiło także w dnie Kotliny Kuźnickiej i na terenach przyległych do tego obniżenia. Strefa wpływów objęła obszar około 5 km^2, a maksymalna stwierdzona pomiarami wielkość osiadania była znacznie mniejsza niż w Kotlinie Wałbrzyskiej i wynosiła 2 m (ryc. 22).

Tab. 27. Osiadanie powierzchni ziemi wywołane eksploatacją węgla kamiennego w rejonie wałbrzyskim w latach 1912–1996 oraz 1975–1996.

L.p	Miejsce osiadania	A	B	C	D	E
1	przy skrzyżowaniu ulic 1-go Maja i Skarżyskiej w Wałbrzychu Śródmieściu	W	8,7	4,3	4,4	1969–1996
2	w zachodniej części zabudowań dworca kolejowego Wałbrzych Główny	W	10,9	5,5	5,4	1964–1996
3	w centralnej części zabudowań dworca kolejowego Wałbrzych Główny	W	4,9	3,3	1,6	1959–1996
4	w południowo-wschodniej części zabudowań dworca kolejowego Wałbrzych Główny	W	2,9	2,8	0,1	1970–1996
5	w północno–wschodniej części zabudowań dworca kolejowego Wałbrzych Główny	W	1,5	1,4	0,1	1979–1996
6	na terenie szybu„Henryk” w Wałbrzychu Gaju	W	8,5	3,9	4,6	1912–1996
7	przy ulicy 1–go Maja w Wałbrzychu Śródmieściu	W	8,4	4	4,4	1912–1996
8	Na terenie Rynku w Wałbrzychu Śródmieściu	W	0,6	0,6	0	1980–1990
9	przy ulicy Niepodległości w Wałbrzychu Podgórzu	W	3,9	3,9	0	1980–1996
10	przy skrzyżowaniu ulic B. Chrobrego I M. Reja w Wałbrzychu Śródmieściu	W	5,4	4,4	1	1970–1996
11	na Placu J. Tuwima w Wałbrzychu Śródmieściu	W	1,4	1	0,4	1970–1996
12	przy wiadukcie kolejowym nad ulicą 1–go Maja w Wałbrzychu Sobięcinie	V	11,3	4,8	6,5	1960–1996
13	przy skrzyżowaniu ulic 1-go Maja I Kolejarskiej w Wałbrzychu Sobięcinie	V	9,9	5,6	4,3	1917–1996
14	na terenie szybu„Irena” w Wałbrzychu Sobięcinie	V	3,9	1,4	2,5	1917–1996
15	na terenie szybu„Victoria” w Wałbrzychu Sobięcinie	V	3,2	1,6	1,6	1923–1996
16	przy skrzyżowaniu ulic Zachodniej I Widok w Wałbrzychu Sobięcinie	V	0,3	0,1	0,2	1926–1996
17	przy skrzyżowaniu ulic II Armi Wojska Polskiego i 1–go Maja w Wałbrzychu Sobięcinie	V	7,6	3,1	4,5	1917–1996
18	przy skrzyżowaniu ulic M. Kosteckiego i 1–go Maja w Wałbrzychu Sobięcinie	V	4,6	2,3	2,3	1917–1996
19	na terenie szybu„Wojciech”	V	1,3	0,3	1	1917–1996
20	na północ od szybu„Witold” przy ulicy Traugutta w Boguszowie-Gorcach (Gorce)	V	1,4	0,9	0,5	1955–1996
21	na północ od szybu „Barbara” w Boguszowie-Gorcach (Kuźnice Świdnickie)	V	3,3	2,1	1,2	1956–1996
22	w okolicy skrzyżowania ulic11-go Listopada i Strzegomskiej w Wałbrzychu Rusinowej	T	4	1,8	2,2	1958–1996
23	na Placu Górnika W Wałbrzychu Nowym Mieście	T	1,9	0,8	1,1	1970–1996
24	na południe od szybu„Jan” w Wałbrzychu Białym Kamieniu	T	17,9	15,7	2,2	1916–1996
25	przy skrzyżowaniu ulic Andersa i Ratuszowej w Wałbrzychu Białym Kamieniu	T	5,9	3,8	2,1	1926–1996
26	przy ulicy Ludowej w Wałbrzychu Białym Kamieniu	T	7,9	5,7	2,2	1926–1996
27	przy skrzyżowaniu ulic 11-go Listopada i J. Piłsudskiego w Wałbrzychu Nowym Mieście	T	4	2,9	1,1	1926–1996
28	przy ulicy J. Piłsudskiego w centrum Wałbrzycha Nowego Miasta	T	1,9	1,2	0,7	1959–1996
29	przy skrzyżowaniu ulic Świdnickiej i Niepodległości w Wałbrzychu Podgórzu	T	0,8	0,8	0	1974–1996
30	przy szybie „Teresa” w Wałbrzychu Rusinowej	T	2,5	1,5	1	1950–1996
–	–	W, V, T	0,6–17,9	0,1–15,7	0,0–6,5	1912–1996

A – teren kopalni, B – pomierzona maksymalna wielkość osiadania powierzchni ziemi (w m), C– Szacunkowa wielkość osiadania powierzchni ziemi w latach 1975–1996 (w m), D – Różnica (w m), E – Okres obserwacji, W – Kopalnia Węgla Kamiennego „Wałbrzych; V – Kopalnia Węgla Kamiennego „Victoria”; T – Kopalnia Węgla Kamiennego „Thorez”. Opracowanie własne na podstawie danych z różnych dokumentów i map kopalnianych zgromadzonych w archiwach działów ochrony środowiska i geologiczno-mierniczych wałbrzyskich kopalń węgla oraz Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Nie ulega wątpliwości, że osiadanie powierzchni ziemi w Wałbrzychu i okolicy to skutek długotrwałe j eksploatacji węgla i znacznego rozprzestrzenienia robót górniczych. Czynnikami sprzyjającymi powstawaniu deformacji w powierzchni ziemi były natomiast technika pozyskiwania węgla oraz specyficzna gospodarka odpadami górniczymi, co sygnalizowano wcześniej w niniejszej pracy. W latach 1950–1990 systematycznie zwiększał się udział wydobycia węgla z „zawałem stropu" i samopodsadzaniem wyrobisk kopalnianych, malał natomiast udział eksploatacji tego surowca zakończony stosowaniem pełnej podsadzki (tab. 28). Decydowały o tym, przede wszystkim względy ekonomiczne – wydobywanie węgla z „zawałem stropu" było zwykle tańsze niż z podsadzką. Z ustaleń autora wynika, że w badanym okresie wydobyto z górotworu około 106,5 mln Mg różnych skał wraz z węglem kamiennym, natomiast w powstałych wyrobiskach kopalnianych złożono około 35,2 mln Mg odpadów. Przyjmując, że 1 m^3 skał w górotworze waży w przybliżeniu 1 Mg, szacunkowo ustalono, że łączna objętość podziemnych pustek poeksploatacyjnych powstałych w ostatnich 22 latach działalności kopalń to około 106,5 mln m^3. Z metra sześciennego skał tworzących górotwór po wydobyciu „powstaje" około 1,2 m^3 odpadów skalnych. W związku z tym, że w wyrobiskach kopalnianych złożono ogółem 35,2 mln Mg odpadów, wypełniły one tam przestrzeń o objętości 42,2 mln m^3. Pozostała część wyrobisk, o łącznej objętości 64,3 mln m^3 ,tworzyła w górotworze „pustą przestrzeń". Nie uwzględniono tu tych wyrobisk, które uległy sampodsadzeniu, ze względu na brak danych na ten temat. Zasięg podziemnych robót górniczych obejmował obszar około 35 km^2. Z obliczeń wynika, że w strefie objętej działalnością wydobywczą „wybrano" więc warstwę górotworu o średniej miąższości 3,1 m, z tym, że przestrzeń ta została częściowo ponownie wypełniona różnymi odpadami górniczymi o przeciętnej miąższości 1,2 m. Szacuje się, że stosowanie pełnej podsadzki, z wykorzystaniem powstałych w górnictwie odpadów skalnych, zmniejszyłoby wielkość osiadania w pionie o około 40% (*Program ochrony... KWK Victoria* 1985), a także przyczyniłoby się do znacznie mniejszych przeobrażeń w powierzchni ziemi spowodowanych składowaniem odpadów.

Rozmiary i dynamikę przemian w rzeźbie terenu wywołanych osiadaniem górotworu oceniono porównując zebrane na ten temat dane z lat 1975–1996, z wielkością osiadania udokumentowaną od czasu rozpoczęcia pomiarów. Porównawcze zestawienie danych o osiadaniu powierzchni ziemi w badanym obszarze, w latach 1975–1996, na tle wielkości osiadania od 1912 r., przedstawiono w cytowanej tab. 27. Pod koniec 1974 r. pomierzone wielkości osiadania powierzchni terenu Wałbrzycha i okolicy były zróżnicowane i wynosiły od 0,1 m w pobliżu budynku dworca kolejowego Wałbrzych Główny do 6,5 m koło wiaduktu kolejowego nad ulicą 1-go Maja w Wałbrzychu Sobięcinie. Zarejestrowane w wyżej wymienionej dzielnicy w latach 1960-1974 obniżenie powierzchni ziemi w pionie o 6,5 m było spowodowane nałożeniem się wpływów trzech kopalń, których tereny górnicze sąsiadują ze sobą właśnie w tym obszarze. W okresie 1912-1974 osiadanie powierzchni ziemi

wywołane kopalnictwem węgla zachodziło na ogół wolniej, aniżeli w latach 1975––1996. Pomierzone w tych samych punktach Wałbrzycha i okolicy wielkości osiadania górotworu do 1974 r. były przeważnie mniejsze od tych, które zanotowano w latach 1975–1996 pomimo, że okres prowadzonych wcześniej obserwacji był znacznie dłuższy od rozpatrywanego w niniejszej pracy (tab. 27).

Odpady powstałe w innych niż kopalnie zakładach przemysłowych rejonu wałbrzyskiego, także w znacznej części były unieszkodliwiane przez składowanie na powierzchni ziemi. Wywożono je głównie na zakładowe składowiska odpadów, a także na wysypiska odpadów komunalnych. Jak wcześniej ustalono, w 1975 r. na omawianym obszarze było 8 tego typu obiektów, w tym 6 na terenie Wałbrzycha, a po jednym w Boguszowie-Gorcach i Jedlinie-Zdroju. Łącznie zajmowały one 6,05 ha gruntów, a objętość składowanych tam odpadów wynosiła 749,4 tys. m^3. W latach osiemdziesiątych XX w. powstały w badanym obszarze cztery nowe wysypiska, w tym trzy w Wałbrzychu i jedno w Boguszowie-Gorcach. W rozpatrywanym okresie ogółem wywieziono na składowiska około 3,3 mln Mg różnych odpadów przemysłowych. Biorąc pod uwagę wielkość o jaką przyrosła objętość wszystkich wysypisk komunalnych i składowisk odpadów przemysłowych (5,26 mln m^3) oraz ilość wywiezionych w latach 1975–2000 odpadów przemysłowych (3,3 mln m^3) przyjęto, że resztę (1,96 mln m^3) stanowiły odpady komunalne. Dynamika modelowania powierzchni ziemi na skutek rozwoju składowisk odpadów przemysłowych i wysypisk komunalnych przewyższała tempo antropogenicznych zmian spowodowanych sypaniem zwałów kopalnianych. W badanym okresie wielkość przeobrażonej, na skutek składowania odpadów przemysłowych i komunalnych, powierzchni powiększyła się bowiem ponad sześciokrotnie w stosunku do stanu z 1975 r., natomiast hałdy kopalniane przyczyniły się do zwiększenia przemodelowanej powierzchni ziemi o około 34%. Jeszcze większe różnice wystąpiły w dynamice przyrostu objętości porównywanych wyżej typów form w badanym okresie. Kubatura ogółu zwałów kopalnianych przyrosła o 56%, natomiast składowisk odpadów przemysłowych i wysypisk odpadów komunalnych powiększyła się aż ośmiokrotnie. Rzeczywiste rozmiary antropogenicznych przemian w powierzchni ziemi wskazują jednak na znacznie większy rzeźbotwórczy wpływ gospodarki odpadami w górnictwie węgla kamiennego, niż pozostałych gałęzi przemysłu rozwiniętych w rejonie wałbrzyskim. Powierzchnia i kubatura zwałów przyrosła bowiem o 78,3 ha i 29,8 mln m^3, natomiast składowisk i wysypisk odpadów przemysłowych i komunalnych o 31,5 ha i 5,3 mln m^3 (tab. 29).

W latach 1975–2000 górnictwo odkrywkowe surowców skalnych i kruszyw naturalnych nie odegrało istotnej roli w modelowaniu powierzchni ziemi na terenie Wałbrzycha i okolicy. Nawiązując do wcześniejszych wyników badań autora (Wójcik 1993a) i nielicznych na ten temat materiałów źródłowych, m.in. opracowania Hodurka i in. (1984) ustalono, że większość wyrobisk związanych z odkrywkowym pozyskiwaniem różnych skał powstała jeszcze przed 1945 r. Na początku lat pięć-

dziesiątych ubiegłego wieku tylko w kilku prowadzono jeszcze wydobycie surowców skalnych (Szczepankiewicz 1954). W badanym okresie modelowanie powierzchni ziemi wywołane odkrywkową eksploatacją skał wiązało się jedynie z eksploatacją melafirów i ryolitów w Wałbrzychu Podgórzu i w Boguszowie-Gorcach (*Dokumentacja geologiczna…* 1971, *Program ochrony...* 1980, *Karta rejestracyjna...* 1985). Działały tam trzy kamieniołomy, które spowodowały powstanie znacznych rozmiarów wyrobisk w zachodnich stokach Dłużyny (685 m n.p.m.) sąsiadujących z Kotliną Wałbrzyską oraz w stokach wzniesienia Boracza (586 m n.p.m.) otaczającego od zachodu Kotlinę Kuźnicką. Zmiany wielkości wyrobisk wyżej wymienionych kamieniołomów, dokumentujących rozmiary antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu w latach 1975–2000, przedstawiono w tab. 30.

W podsumowaniu należy podkreślić, że odkrywkowa eksploatacja skał spowodowała stosunkowo niewielkie, w porównaniu do kopalnictwa węgla, zmiany w ukształtowaniu powierzchni rejonu wałbrzyskiego. Przeobrażenia te mają zwykle charakter punktowy, a ich wielkość nie waży w istotny sposób na kompleksowej ocenie antropogenicznych zmian w rzeźbie terenu uwarunkowanych działalnością przemysłową.

Tab. 28. Zmiany w technice eksploatacji węgla w Zagłębiu Wałbrzyskim w latach 1975–1990.

Wyszczególnienie	1975	1980	1985	1990	1975–1990
Udział wydobycia z podsadzką (w %)	25,1	22	20,1	19,3	21,6
Udział wydobycia z zawałem stropu (w%)	74,9	78	79,9	80,7	78,4
Średnia szybkość drążenia chodników kopalnianych (m/dobę)	2,33	2,45	2,48	2,49	2,44

Opracowanie własne na podstawie danych Dydejczyka i Suławy (1978) oraz pochodzących z różnych dokumentów w archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Tab. 29. Porównanie zmian w powierzchni i objętości hałd i osadników kopalnianych oraz składowisk odpadów przemysłowych i wysypisk komunalnych występujących na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975 i 2000.

Wyszczególnienie	P (ha)		V (mln m^3)		Przyrost powierzchni		Przyrost objętości	
	1975	2000	1975	2000	w ha	w %	w mln^3	w %
Hałdy i osadniki kopalniane	294,8	379,3	61,1	91,7	84,5	28,7	30,6	50,1
Składowiska odpadów przemysłowych i wysypiska komunalne	6,05	37,48	1,06	6,03	31,43	519,5	4,97	468,9

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Tab. 30. Zmiany rozmiarów wyrobisk kamieniołomów w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000.

Wyszczególnienie	Wymiary wyrobiska									
	1975					2000				
	D (m)	SZ (m)	W(m)	P(m^2)	V (tys.m^3)	D(m)	SZ(m)	W(m)	P(m^2)	V (tys. m^3)
Kamieniołom ryolitów „Gorce 1”	50	30	50	1 500	75	60	40	60	2 400	144
Kamieniołom ryolitów „Gorce 2”	X	X	X	X	X	50	40	20	2000	40
Kamieniołom melafirów „Wał-brzych Podgórze”	70	30	50	2 100	105	75	35	65	2 625	171

D – długość, Sz – szerokość, W – wysokość, P – powierzchnia, V – objętość, X – wyrobisko nie istniało
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

10.6. Wielkość, zróżnicowanie przestrzenne i charakterystyczne cechy przemysłowych przeobrażeń rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego w 2000 r.

Całkowite rozmiary antropogenicznych przeobrażeń w powierzchni ziemi badanego obszaru, według stanu na 2000 r., to skutek „nałożenia się” wpływów przemysłu w latach 1975–2000 na istniejącą już wcześniej rzeźbę antropogeniczną. Określenie ogółu rozmiarów antropogenicznych przemian rzeźby terenu wymaga więc uwzględnieniem także tych zmian, które powstały przed 1975 r., czyli w okresie wykraczającym poza ramy czasowe badań.

Rozpatrując wpływ przemysłu na ukształtowanie powierzchni rejonu wałbrzyskiego i skutki tego procesu zwrócono uwagę na dwa aspekty tego zagadnienia. Pierwszy dotyczył wyraźnych wizualnych przemian w rzeźbie terenu, czyli takich, które wiązały się z powstaniem i rozwojem zwałów i osadników kopalnianych, składowisk odpadów przemysłowych oraz różnego typu wyrobisk w powierzchni ziemi. Drugi aspekt omawianego zagadnienia wiązał się natomiast z bezpośrednim oddziaływaniem kopalnictwa węgla na wierzchnią warstwę skorupy ziemskiej, czego skutkiem były pionowe i poziome przemieszczenia skał w obrębie górotworu, ujawniające się powstaniem deformacji w powierzchni ziemi, głównie niecek z osiadania, o zróżnicowanym zasięgu powierzchniowym i głębokości. Rozpatrywane zmiany w ukształtowaniu terenu były rejestrowane pomiarami geodezyjnymi (*Bilans terenów słabych*… 1989). Niecki z osiadania, w porównaniu do pozostałych form tworzących rzeźbę antropogeniczną, są na ogół trudno rozpoznawalne w terenie, ze względu na duże podobieństwo do naturalnych obniżeń w powierzchni ziemi. Powstały zwykle z przeobrażenia form płaskich lub wklęsłych. Znaczne rozmiary poziome większości niecek z osiadania (długość do 2 km i szerokość do 1 km) oraz

stosunkowo niewielkie nachylenia zboczy (przeważnie kilka, rzadziej kilkanaście stopni) i zróżnicowane głębokości tych form (zwykle od kilku do kilkunastu metrów) powodują „wtapianie się" ich w naturalną rzeźbę Wałbrzycha i okolicy, cechującą się znacznie większymi deniwelacjami (do 70 m w Kotlinie Wałbrzyskiej i 80 m w Kotlinie Kuźnickiej).

Z treści różnych materiałów źródłowych wykorzystanych w niniejszej pracy (vide wykaz piśmiennictwa) wynika, że zasięg obszaru, na którym stwierdzono osiadanie powierzchni ziemi w związku z eksploatacją węgla na ogół pokrywa się z maksymalnym rozprzestrzenieniem robót górniczych prowadzonych w różnych okresach działalności kopalń (ryc. 22). W miejscach, gdzie nie prowadzono wydobycia węgla zlokalizowano zaledwie osiem punktów, w których mierzono osiadanie górotworu. Znajdowały się one w odległości do 300 m od granicy zasięgu robót wydobywczych. W badanym okresie tylko w trzech punktach pomiarowych wystąpiło niewielkie osiadanie powierzchni ziemi (0,05–0,11 m). Wysokość pozostałych reperów nie uległa natomiast zmianie (tab. 27). Można więc przyjąć, że rzeźbotwórcze skutki osiadania górotworu w strefie peryferyjnej pól górniczych wałbrzyskich kopalń na obszarach, gdzie nie prowadzono wydobycia węgla, są niewielkie lub w ogóle nie występują. Stąd też oczywista zależność między rozprzestrzenieniem wydobycia węgla a przeobrażeniami w ukształtowaniu powierzchni ziemi powstałymi na skutek tej działalności.

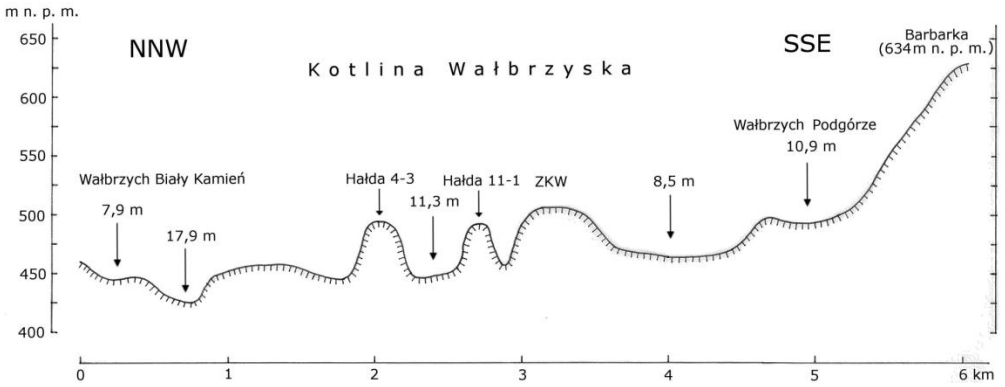
Nawiązując do zawartych w tab. 27 danych ustalono, że największe powierzchniowe rozmiary osiadania górotworu i związane z tym deformacje w ukształtowaniu terenu wystąpiły w dnie Kotliny Wałbrzyskiej oraz na jej zboczach do wysokości około 500 m n.p.m. (ryc. 22). Osiadanie powierzchni ziemi stwierdzono także na obszarach sąsiadujących z Kotliną Wałbrzyską, m.in. u podnóża wschodnich stoków Kopuły Chełmca do wysokości 520-530 m n.p.m., w strefie obejmującej północne stoki Wyżyny Unisławskiej do wysokości około 580 m n.p.m. oraz na północnych stokach Wołowca (776 m n.p.m.) i zachodnich stokach Niedźwiadków (629 m n.p.m.) do wysokości 570 m n.p.m. Wielkość terenu, którego powierzchnia uległa deformacjom na skutek osiadania górotworu, wynosi około 29 km^2. Największe pionowe rozmiary osiadania powierzchni ziemi wystąpiły w północno-zachodniej i południowej częściach Kotliny Wałbrzyskiej na terenie dzielnic Wałbrzycha Biały Kamień i Podgórze (tab. 27, ryc. 22). W pierwszym z wyżej wymienionych obszarów maksymalne stwierdzone pomiarami obniżenie powierzchni terenu w pionie wynosi 17,9 m (w tym 15,7 m w badanym okresie), w drugim natomiast 10,9 m (w tym 5,5 m w badanym okresie). W południowo-zachodniej i centralnej części Kotliny Wałbrzyskiej osiadanie powierzchni ziemi było zróżnicowane, od 0,6 do 8,7 m (w tym 0,6–4,6 m w badanym okresie). Zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi spowodowane osiadaniem górotworu w związku z wydobyciem węgla wystąpiły także w południowo-wschodniej części omawia-

nej kotliny, a maksymalne osiadanie wyniosło tam 2,5 m (w tym 1,5 m w latach 1975–1996).

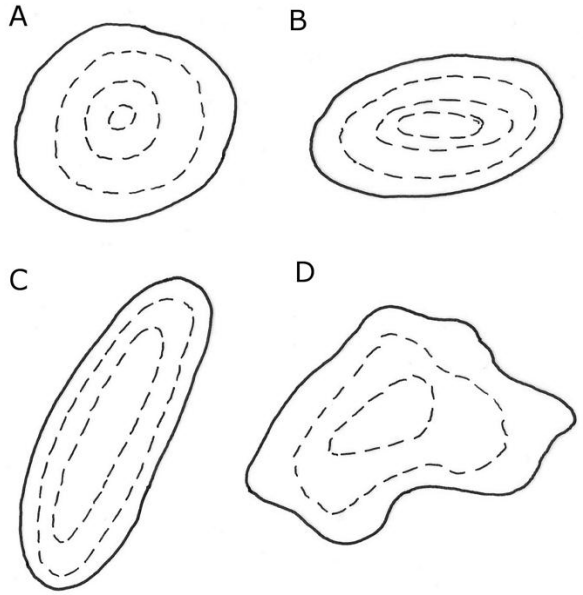
Charakterystyczną cechą ukształtowania powierzchni dna Kotliny Wałbrzyskiej, związaną z osiadaniem górotworu, jest występowanie dwóch rozległych obniżeń rozdzielonych strefą, w której deformacje rzeźby terenu spowodowane osiadaniem mają przeważnie znacznie mniejsze rozmiary(ryc. 22 i ryc. 24). Obszar ten ma długość 5,5 km, maksymalną szerokość 4 km i zajmuje powierzchnię około 21 km^2. Ze względu na pionowe i poziome rozmiary zniekształceń w powierzchni ziemi, to największy obszar w rejonie wałbrzyskim.

Rozległe deformacje rzeźby terenu wystąpiły również w obrębie dna i zboczy Kotliny Kuźnickiej, między-Gorcami i Kuźnicami Świdnickimi (ryc. 22). Strefa ta ma długość 5 km, a jej maksymalna szerokość to około 1 km (około 5 km^2). Od 1955 r. osiadanie powierzchni ziemi wyniosło tam 3,3 m, w tym w badanym okresie 2,0 m) (tab. 27). Pionowe rozmiary zniekształceń w powierzchni Kotliny Kuźnickiej spowodowane naruszeniem górotworu w związku z eksploatacją węgla, są więc znacznie mniejsze aniżeli w Kotlinie Wałbrzyskiej. Charakterystycznymi cechami powstałych tam niecek z osiadania są niewielka głębokość i znaczne rozmiary powierzchniowe tych form. Obniżenia te są więc trudno zauważalne w rzeźbie terenu, pomimo nieznacznie urozmaiconej powierzchni dna Kotliny Kuźnickiej. Występujące w omawianej kotlinie niecki nie wpłynęły więc zasadniczo na zmianę ukształtowania powierzchni tej części badanego obszaru.

Kształty występujących w badanym obszarze niecek z osiadania są zróżnicowane (ryc. 25). Formy te mają zwykle zarys koła, owalu lub wydłużonego obniżenia terenu. Jest to uwarunkowane, przede wszystkim, sposobem i głębokością eksploatacji węgla, rozprzestrzenieniem robót górniczych oraz ukształtowaniem



Ryc. 24. Profil terenu przez Kotlinę Wałbrzyską z uwzględnieniem miejsc i wielkości osiadania powierzchni ziemi w związku wydobyciem węgla kamiennego: ZKW – Zakłady Koksownicze „Wałbrzych". Numery hałd zgodne z opisem w tab. 32. Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego oraz Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.



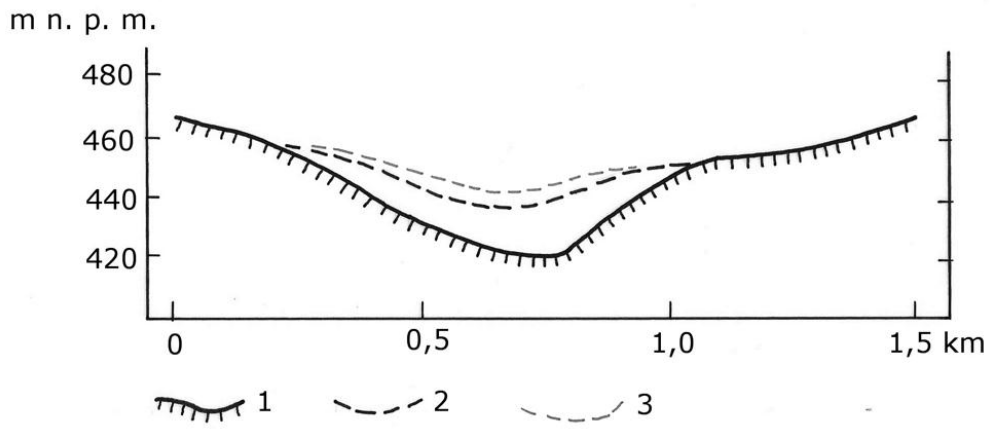
Ryc. 25. Kształty niecek z osiadania powstałych na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego: A – kolisty, B – owalny, C – wydłużony, D – nieregularny. Opracowanie własne na podstawie różnych materiałów pochodzących z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego oraz Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

powierzchni wyjściowej, która uległa przeobrażeniu. Niektóre z tych form mają także nieregularny kształt spowodowany zachodzeniem jednych form na drugie, np. w centrum Kotliny Wałbrzyskiej, gdzie nakładały się wpływy trzech kopalń: „Wałbrzych", „Victoria" i „Thorez", które niezależnie wydobywały tam węgiel.

Omawiając wpływ kopalnictwa węgla na ukształtowanie powierzchni rejonu wałbrzyskiego należy podkreślić, że nie wszędzie osiadanie górotworu doprowadziło do powstania klasycznych niecek z osiadania. Formy te utworzyły się jedynie tam, gdzie deniwelacje rzeźby były mniejsze, niż wielkość obniżenia powierzchni ziemi. Większość niecek z osiadania powstała więc na dawniej płaskich terenach i w obszarach o nieznacznie urozmaiconym ukształtowaniu powierzchni. Wypukłe formy terenu, o wysokościach względnych od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów uległy natomiast „złagodzeniu" pod wpływem osiadania górotworu. Przykładem mogą być wzniesienia występujące w zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej, których powierzchnia na skutek osiadania górotworu obniżyła się od 6 do 10 m, a formy te przybrały obłe kształty. Tworzą one jednak nadal wyniosłości w rzeźbie terenu. Zróżnicowana wielkość osiadania górotworu w niektórych obszarach o urozmaiconym ukształtowaniu powierzchni była także przyczyną zwiększenia dynamiki rzeźby na skutek zmiany wysokości względnych. Przykładem jest fragment dna Kotliny Wałbrzyskiej w okolicy dawnego szybu „Jan" na terenie Wałbrzycha Białe-

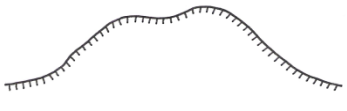
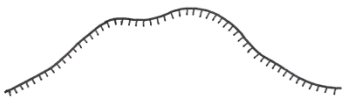
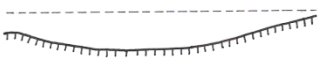
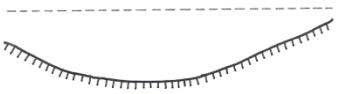
go Kamienia. Pod wpływem osiadania górotworu deniwelacje rzeźby terenu wzrosły tam z 25 do 43 m (ryc. 26). Rozpatrywane przeobrażenia w powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego są więc wypadkową zróżnicowanej wielkości osiadania i urozmaiconej rzeźby terenu obszarów, na których zachodził ten proces. Rzeźbotwórcze skutki osiadania górotworu, w nawiązaniu do zróżnicowanej pod względem ukształtowania powierzchni wyjściowej przedstawiono w tab. 31.

Charakterystycznymi formami terenu w obszarach głębinowej eksploatacji węgla kamiennego są także zapadliska (Żmuda 1968, Zapletal 1968, Wrona 1973, Jankowski 1986, Coates 1987). Pod tym względem badany obszar jest nietypowy, bowiem występuje tu niewiele tego typu form. Wspomina o nich m.in. Pinińska (1993) dokonując retrospektywnej oceny geologiczno-inżynierskiej deformacji powierzchni w Wałbrzychu. Na podstawie różnych archiwalnych dokumentacji i map geologiczno-górniczych ustalono, że formy te występują jedynie w obszarach dawnej, płytkiej eksploatacji tego surowca, na skrzydłach węglowej niecki Sobięcina (w dzielnicach Wałbrzycha: Biały Kamień i Sobięcin). Są to długie na kilkanaście i głębokie do trzech metrów doły o wyraźnie zarysowanych skarpach i krawędziach, zwykle zarośnięte krzewami i drzewami. Znaczna głębokość, na której prowadzono wydobycie węgla (zwykle od 400 do 700 m pod powierzchnią ziemi) oraz stosunkowo niewielka miąższość większości eksploatowanych pokładów (przeciętnie 0,5––1,5 m, maksymalnie 3,0 m), nie sprzyjały zapadaniu się powierzchni terenu. Zapadliska o wydłużonym kształcie i pęknięcia w powierzchni ziemi o głębokości nawet kilkudziesięciu metrów występują także w obrębie zachodnich stoków Chełmca (851 m n.p.m.) i Mniszka (711 m n.p.m.) w Boguszowie-Gorcach (Jońca 1968, *Program ochrony terenów… KWK Victora* 1985, *Eksploatacja górnicza*... 2000). Nie



Ryc. 26. Profil niecki z osiadania powstałej koło nieczynnego już szybu „Jan" (KWK „Thorez") na terenie Wałbrzycha Białego Kamienia, z zaznaczeniem przebiegu pierwotnej powierzchni terenu oraz powierzchni w 1975 r.: 1 – współczesna powierzchnia terenu, 2 – powierzchnia terenu w 1975 r., 3 – pierwotna powierzchnia terenu (przed rozpoczęciem pomiarów osiadania). Opracowanie własne na podstawie danych z Działu Ochrony Środowiska KWK Thorez.

Tab. 31. Modelowe zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi na skutek osiadania górotworu w związku z wydobyciem węgla.

Proces	Powierzchnia wyjściowa	Skutki rzeźbotwórcze	Zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi	
Osiadanie górotworu	Znaczne wzniesienia terenu	brak wyraźnych skutków w kształcie tych form	A	
			B	
	Powierzchnie płaskie i nieznacznie nachylone	powstanie obniżeń w powierzchni ziemi o zróżnicowanych rozmiarach: od kilkuset metrów do kilku kilometrów długości i do kilkunastu metrów głębokości	A	
			B	
	zaklęśnięcia w powierzchni ziemi	zwykle powiększenie poziomych rozmiarów obniżenia terenu i jego głębokości	A	
			B	

A – powierzchnia wyjściowa, B – powierzchnia powstała na skutek osiadania górotworu
Opracowanie własne.

wiadomo, czy formy te powstały pod wpływem eksploatacji węgla i barytu, czy są skutkiem wydobywania tu, znacznie wcześniej, rud miedzi, ołowiu i srebra (Piątek i Piątek 1975, 1981, Dziekoński 1977). Po zamknięciu kopalń węgla w wielu miejscach na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc nielegalnie wydobywa się węgiel. W wychodniach pokładów wydrążono liczne biedaszyby, których stropy często zawalają się, co powoduje powstawanie różnej wielkości zapadlisk w powierzchni ziemi. Pomimo rekultywacji tych terenów przez władze Wałbrzycha już od kilkunastu lat ciągle w innych miejscach powstają nowe tego typu formy (ryc. 27). Powodują one coraz większe przeobrażenia w powierzchni ziemi, przyczyniając się również do dewastacji gruntów (Tritt, Bałuka 2003a, Wójcik 2006a).

W większości publikacji dotyczących różnych aspektów antropopresji w badanym obszarze osiadanie powierzchni terenu jest interpretowane wyłącznie jako skutek wpływu górnictwa węglowego. Należy jednak podkreślić, że rejon wałbrzy-

Ryc. 27. „Biedaszyby" – skutki współczesnych zmian w powierzchni ziemi spowodowane nielegalnym wydobyciem węgla na terenie Wałbrzycha Sobięcina (A) i Wałbrzycha Białego Kamienia (B) (fot. J. Wójcik).

ski leży także w strefie, w której notuje się pionowe ruchy górotworu spowodowane czynnikami endogenicznymi (Kowalczyk 1969, Rejman 1982a, Krzyszkowski i in.1995, Krzyszkowski, Stachura1998). Przyjmuje się, że są one niewielkie i wynoszą 1–3 mm rocznie. Rozmiary pionowych przemieszczeń górotworu uwarunkowane czynnikami wewnętrznymi są więc znacznie mniejsze od tych, które powstały na skutek antropopresji. Można zatem przyjąć, że oddziaływanie czynników endogenicznych nie wpłynęło w istotny sposób na wielkość obserwowanych deformacji terenu w obszarach wydobycia węgla w rozpatrywanym okresie.

Czynnikami powodującymi przemieszczenia mas skalnych w górotworze, a w konsekwencji także zmiany w powierzchni ziemi, mogły być naprężenia i drgania wywołane detonacją materiałów wybuchowych, w związku z wydobyciem węgla i samoczynnym lub sterowanym zawałem wyrobisk kopalnianych oraz ruchem kolejowym i drogowym odbywającym się nad wyrobiskami górniczymi, a także migracją gazów w przypowierzchniowej strefie górotworu wywołaną likwidacją wyrobisk kopalnianych. Piszą o tym m.in. Gołębiowski i Frajtak (1984), Kłyż (1984), Gogolewski (1999) oraz Kotarba i in. (1999). Nie prowadzono jednak szczegółowych badań na temat oddziaływania wyżej wymienionych czynników na wielkość osiadania powierzchni ziemi w całym Zagłębiu Wałbrzyskim.

Osobliwym, ze względu na charakter antropogenicznych przeobrażeń w powierzchni ziemi, obszarem jest teren górniczy dawnej kopalni barytu „Boguszów". Surowiec ten eksploatowano pod stokami i na przedpolu Chełmca (851 m n.p.m.) w wyrobiskach o maksymalnej głębokości do 400 metrów od powierzchni terenu (*Surowce mineralne Dolnego Śląska* 1979, *Program ochrony… kopalni „Boguszów"…* 1985). Jak wcześniej sygnalizowano, do XIX w. wydobywano na tym obszarze także rudy miedzi, srebra i ołowiu (Piątek i Piątek 1975). Naruszenie górotworu przez kopalnictwo barytu w strefie, gdzie dawniej przez kilkaset lat wydobywano rudy metali, przyczyniło się do utworzenia na zachodnich i południowych stokach Chełmca licznych zapadlisk w powierzchni ziemi. Formy te występują w obszarze stosunkowo słabo rozpoznanym, pod względem rozmieszczenia zrobów rud metali, a także w strefie o skomplikowanej budowie geologicznej i znacznym spękaniu górotworu (*Inżynieryjno-geologiczna…* 1979). Podczas badań terenowych prowadzonych na obszarze górniczym wyżej wymienionej kopalni w latach 1993–1998 zinwentaryzowano 25 różnej wielkości zapadlisk o maksymalnej długości 30 m i szerokości 5 m. Formy te miały nieregularny, wydłużony kształt, charakterystyczny dla pęknięć w powierzchni ziemi. Z ustnych przekazów uzyskanych od pracowników nadzoru kopalni „Boguszów" i Okręgowego Urzędu Górniczego w Wałbrzychu wynika, że głębokość zapadlisk w okresie, kiedy wyżej wymieniona kopalnia była jeszcze czynna (do 1998 r.), wynosiła od 6 do 40 m. W latach 1980–1998 powstałe na terenie górniczym zapadliska były, w ramach prac rekultywacyjnych, systematycznie zasypywane odpadami górniczymi (*Program ochrony… kopalni „Boguszów"…* 1985, *Likwidacja płytkiej zawałowej…* 1998,

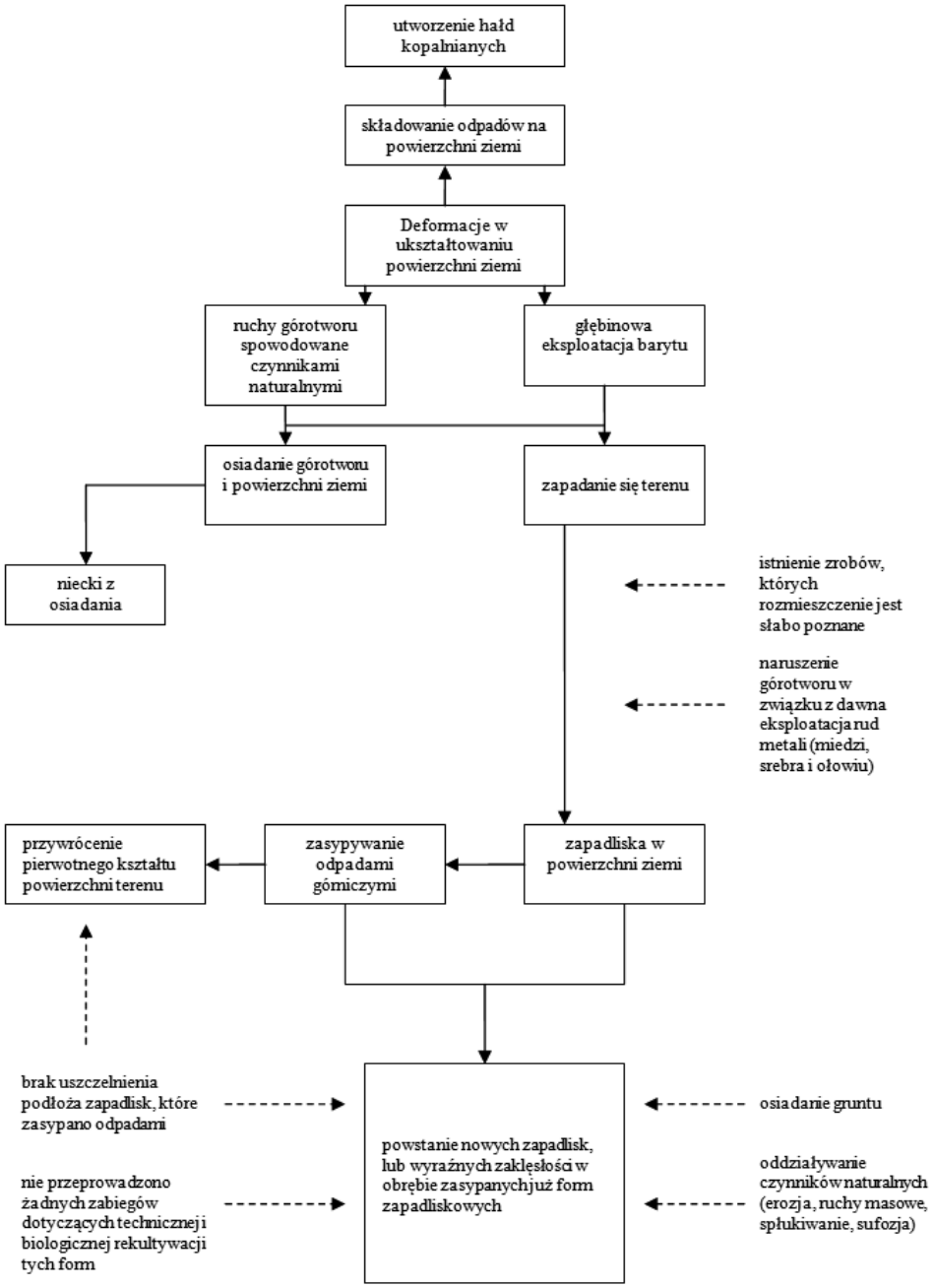
Ocena oddziaływania na środowisko... 1998). Jeszcze w 1999 r. na stokach Chełmca było 10 widocznych zapadlisk, które odsłaniały zroby rud miedzi, srebra i ołowiu. Do końca 2003 r. w całości zasypano je odpadami.

Większość zapadlisk miała połączenie z dawnymi zrobami. Dna tych form, przed zasypaniem ich różnej wielkości odpadami skalnymi, nie były zwykle uszczelnione. Sprzyjało to infiltracji wód opadowych i roztopowych oraz wypłukiwaniu przez nie drobnych odłamków skalnych. Szczególnie dużo zapadlisk uwidoczniło się po długotrwałych i intensywnych opadach w lipcu 1997 r. Według danych Okręgowego Urzędu Górniczego w Wałbrzychu na terenie górniczym Kopalni Barytu „Boguszów" powstało wówczas 17 nowych zapadlisk a 4 wcześniej zasypane ponownie się ujawniły. Wskutek kompakcji odpady wypełniające zapadliska osiadały, co powodowało powstawanie w tych miejscach wtórnych zaklęsłości w powierzchni terenu o głębokości do 2,0 m. Większości zapadlisk występowała w obrębie stromych stoków Chełmca o nachyleniu od 20° do 35°. Zasypanie części tych form przyczyniło się do przywrócenia pierwotnego ukształtowania terenu. Nie przeprowadzono jednak na tym obszarze zabiegów rekultywacyjnych mających na celu odtworzenie gleby i wprowadzenie roślin. Utworzone z odpadów „nowo powstałe" powierzchnie stokowe były szybko niszczone przez erozję, na co wskazują liczne rozcięcia o charakterze żłobin.

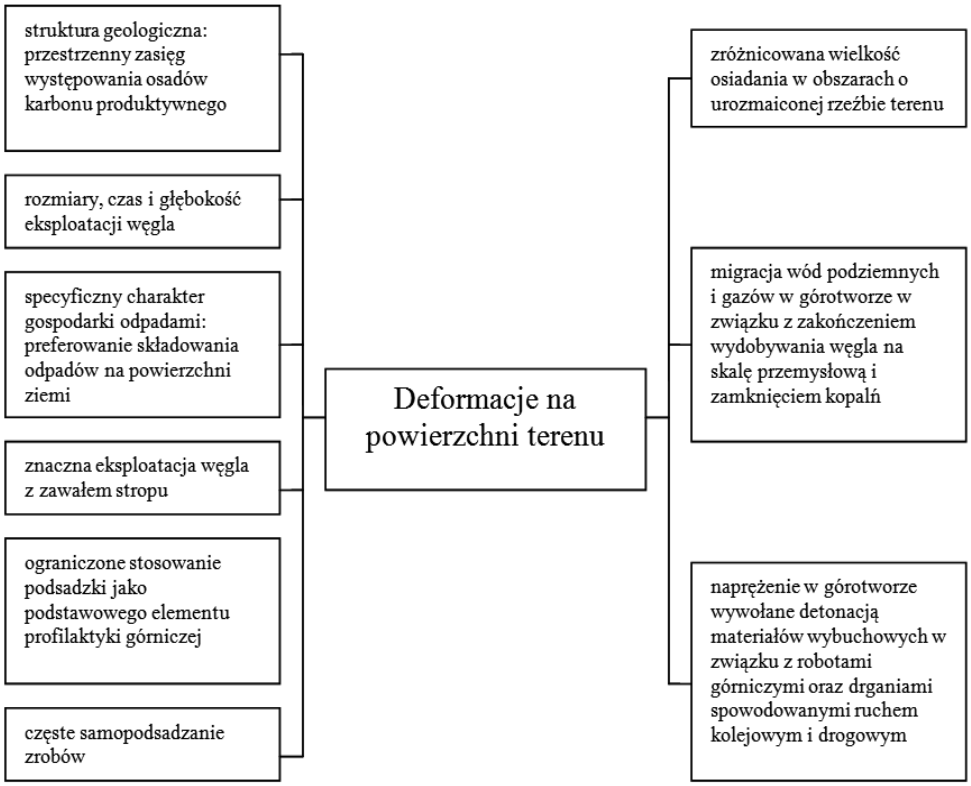
W badanym okresie wielkość obniżenia powierzchni ziemi w pionie na terenie górniczym kopalni „Boguszów", spowodowana eksploatacją barytu, wahała się od 56 do 150 mm. Osiadanie górotworu wystąpiło jedynie w północno-zachodniej części Boguszowa na powierzchni około 0,6 km^2 (*Program ochrony… kopalni „Boguszów"*… 1985, *Ocena oddziaływania na środowisko*... 1998). Pionowe i poziome rozmiary rozpatrywanych zmian w powierzchni ziemi spowodowane kopalnictwem barytu, są znacznie mniejsze od tych, które wiązały się z wydobyciem węgla kamiennego. Schemat modelowania ukształtowania powierzchni ziemi przez górnictwo barytu, w północno-zachodniej części Boguszowa, w latach 1975–1998, przedstawiono na ryc. 28.

Przemiany rzeźby badanego obszaru spowodowane naruszeniem górotworu przez podziemną eksploatację kopalin miały zróżnicowany charakter i przebieg. Uwarunkowania i czynniki deformacji powierzchni terenu w rejonie wałbrzyskim będące skutkiem prac górniczych przedstawiono na ryc. 29.

W latach 1975–1996 tereny górnicze wałbrzyskich kopalń węgla i kopalni barytu zajmowały 94,5 km^2, z czego tylko 38 km^2 to obszar, pod którym wydobywano wyżej wymienione surowce. Można zatem przypuszczać, że jest to także wielkość powierzchni, która uległa deformacjom na skutek osiadania górotworu. Jednak nie wszędzie prowadzono pomiary osiadania powierzchni terenu. Jak wcześniej zaznaczyłem, poza strefą zabudowy mieszkalnej i przemysłowej oraz szlakami komunikacyjnymi dysponujemy skromną ilością danych na ten temat. Biorąc pod



Ryc. 28. Uwarunkowania i czynniki deformacji powierzchni ziemi na terenie górniczym kopalni „Boguszów" w związku z podziemną eksploatacją barytu w latach 1975–1998. Opracowanie własne.



Ryc. 29. Uwarunkowania i czynniki deformacji powierzchni ziemi na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975-1996 w związku z górnictwem węgla. Opracowanie własne.

uwagę wielkość obszaru, na którym udokumentowano pomiarami osiadanie górotworu oraz maksymalny na tych terenach, zasięg powierzchniowy robót górniczych ustalono, że co najmniej 35 km^2 powierzchni rejonu wałbrzyskiego uległo różnym ciągłym deformacjom wskutek eksploatacji węgla. Stanowi to około 73% obszaru związanego z maksymalnym rozprzestrzenieniem robót wydobywczych oraz 37% ogółu terenów górniczych wałbrzyskich kopalń. W związku z brakiem danych o osiadaniu górotworu w obszarach poza strefą zabudowy mieszkalnej i przemysłowej, gdzie także prowadzono wydobycie węgla przypuszczam, że powierzchnia terenu, na której występują deformacje jest większa od ustalonej wyżej. Należy również dodać, że wśród ogółu rozpatrywanych w rejonie wałbrzyskim form antropogenicznych, niecki z osiadania zajmują największą powierzchnię – aż jedenastokrotnie większą, aniżeli hałdy kopalniane.

Współczesny obraz rozmieszczenia zwałów kopalnianych w rejonie wałbrzyskim ukształtował się już w 1970 r. Sypanie najmłodszej hałdy w Wałbrzychu i okolicy rozpoczęto bowiem we wrześniu 1969 r. (tab. 32, w załączniku). W bada-

nym okresie modelowanie powierzchni ziemi przez zwały wiązało się wyłącznie z rozbudową tych form, a więc przyrostem objętości i powierzchni, którą zajmowały. Rosła także wysokość czynnych wówczas zwałów.

Czynnikami mającymi bezpośredni lub pośredni wpływ na to, gdzie powstały i jak się rozwijały hałdy, a w konsekwencji także na ich obecne rozmieszczenie, były:

– znaczne rozprzestrzenienie i związane z tym rozproszenie robót górniczych,
– względy ekonomiczne,
– ubywanie wolnych powierzchni, które można było przeznaczać na składowanie odpadów,
– względy administracyjne związane z lokalizacją i rozbudową tych form.

Należy również podkreślić, że wszystkie hałdy kopalniane rejonu wałbrzyskiego powstały na obszarze ograniczonym maksymalnym rozprzestrzenieniem utworów karbonu produktywnego. Modelowanie ukształtowania terenu przez górnictwo węglowe wiązało się więc z obszarami występowania złóż węgla. Powierzchniowy zasięg przeobrażeń rzeźby terenu związanych z rozwojem zwałów kopalnianych, a także w znacznej części niecek z osiadania nawiązuje więc do określonej wyżej struktury geologicznej podłoża. Powstała rzeźba antropogeniczna ma zatem charakter „strukturalny". Do podobnego wniosku doszedł Jania (1978, 1983) badając rzeźbę antropogeniczną wschodniej części Wyżyny Śląskiej.

Istotnym czynnikiem lokalizacji hałd kopalnianych w badanym obszarze były względy ekonomiczne. Formy te powstawały zwykle w niewielkiej odległości (150–400 m) od szybów wydobywczych, co wiązało się z mniejszymi kosztami transportu odpadów na zwały. Niemniej ważne znaczenie dla ich lokalizacji miała również stosunkowo duża ilość odpadów powstałych przy wydobyciu i wzbogacaniu węgla w rejonie wałbrzyskim, które w większości unieszkodliwiano właśnie przez składowanie na zwałowiskach.

Uwarunkowania ekonomiczne oraz usytuowanie szybów kopalnianych sprawiły, że prawie wszystkie hałdy badanego obszaru powstały w obrębie den i zboczy kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej. Na terenach tych występuje na ogół zwarta zabudowa mieszkalna i przemysłowa oraz gęsta sieć szlaków komunikacyjnych, co wpłynęło także na lokalizację i rozwój zwałów. Wraz z upływem czasu ubywało wolnych powierzchni pod składowanie odpadów, a także tych, które można było przeznaczyć na powiększanie starych składowisk. Już na początku lat osiemdziesiątych XX w. problem ten dotyczył prawie wszystkich użytkowanych wówczas hałd, co zmusiło kopalnie do zmniejszenia szybkiego dotychczas tempa zajmowania przez nie nowych powierzchni i w związku z tym bardziej dynamicznej rozbudowy tych form ku górze. Od 1980 r. władze administracyjne Wałbrzycha wstrzymały również wydawanie pozwoleń na znaczne powiększanie hałd i lokalizację nowych tego typu obiektów. Niektóre z czynnych wówczas zwałów, np. 9–2, powiększano nadal bez odpowiednich zezwoleń, wykorzystując w tym celu przylegające do nich

grunty prywatne. Powierzchnia zajęta pod wyżej wymienioną hałdę przyrosła w ten sposób o około 0,5 ha (informacja ustna od pracowników Działu Ochrony Środowiska KWK „Victoria").

Współczesne rozmieszczenie i wielkość zwałów, a w konsekwencji także zmiany w rzeźbie terenu, wynikają więc z określonych wyżej uwarunkowań środowiskowych oraz decyzji administracyjnych i względów ekonomicznych. Charakterystyczną cechą rozmieszczenia zwałów jest ich rozproszenie, co wynika z dekoncentracji wydobycia węgla w badanym obszarze. Tylko na terenie Wałbrzycha w ostatnich 22 latach rozwoju górnictwa węglowego było czynnych aż 15 szybów kopalnianych udostępniających złoża tego surowca (Wójcik 1993a). Wcześniej (od 1886 r. do1939 r.) w badanym obszarze równocześnie działało nawet 25 takich obiektów (*Waldenburg in Schlesien Topographische Karte 1:25 000* 1886, *Waldenburg in Niederschlesien. Topographische Karte 1:25000* 1930, *Waldenburg in Niederschlesien Topographische Karte 1:25000* 1939). Z tego m.in. powodu hałdy górnicze występują dziś w wielu miejscach badanego obszaru (ryc. 30). Tworzą one kilka charakterystycznych skupisk, wskazując obszary o znacznym stopniu przemodelowania rzeźby terenu. Najwięcej zwałów powstało w południowej i południowo-zachodniej częściach Kotliny Wałbrzyskiej oraz na terenach położonych na zachód od śródmieścia Wałbrzycha. Znacznie mniejsze nagromadzenia hałd występują w północno-zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej oraz w południowo-wschodniej i zachodniej częściach Kotliny Kuźnickiej. W północno-wschodniej części Kotliny Wałbrzyskiej hałdy kopalniane są rozproszone.

Na podstawie rozmieszczenia zwałów możemy jedynie stwierdzić, w których obszarach rejonu wałbrzyskiego rzeźba terenu została przemodelowana. W celu zbadania rozmiarów zmian w ukształtowaniu powierzchni ziemi powstałych na skutek usypania hałd, przeprowadzono szczegółową analizę kształtu i cech morfometrycznych tych form oraz porównano wielkość zwałów z naturalnymi wzgórzami występującymi w kotlinach: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej. Istotne znaczenie w ocenie przeobrażenia rzeźby terenu miało także określenie położenia hałd w stosunku do naturalnych form terenu.

10.6.1 Cechy morfometryczne i formy zwałów

Hałdy kopalniane rejonu wałbrzyskiego cechują się zróżnicowaną powierzchnią, jaką zajmują i objętością (kubaturą) zgromadzonych odpadów oraz wysokością i różnym nachyleniem stoków. Ich ukształtowanie zasadniczo różni się od powierzchni, na której zostały usypane. Formy te mają również rozmaite kształty (tab. 32).

Ryc. 30. Rozmieszczenie hałd i osadników kopalnianych w rejonie wałbrzyskim na tle terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i kopalni barytu według stanu na 2000 r.: 1 – zabudowa, 2 – drogi, 3 – linie kolejowe / tunel, 4 – hałdy kopalniane, 5 – osadniki kopalniane, 6 – granice terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla i kopalni barytu; V – „Victoria", T – „Thorez", W – „Wałbrzych", B – „Boguszów". Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

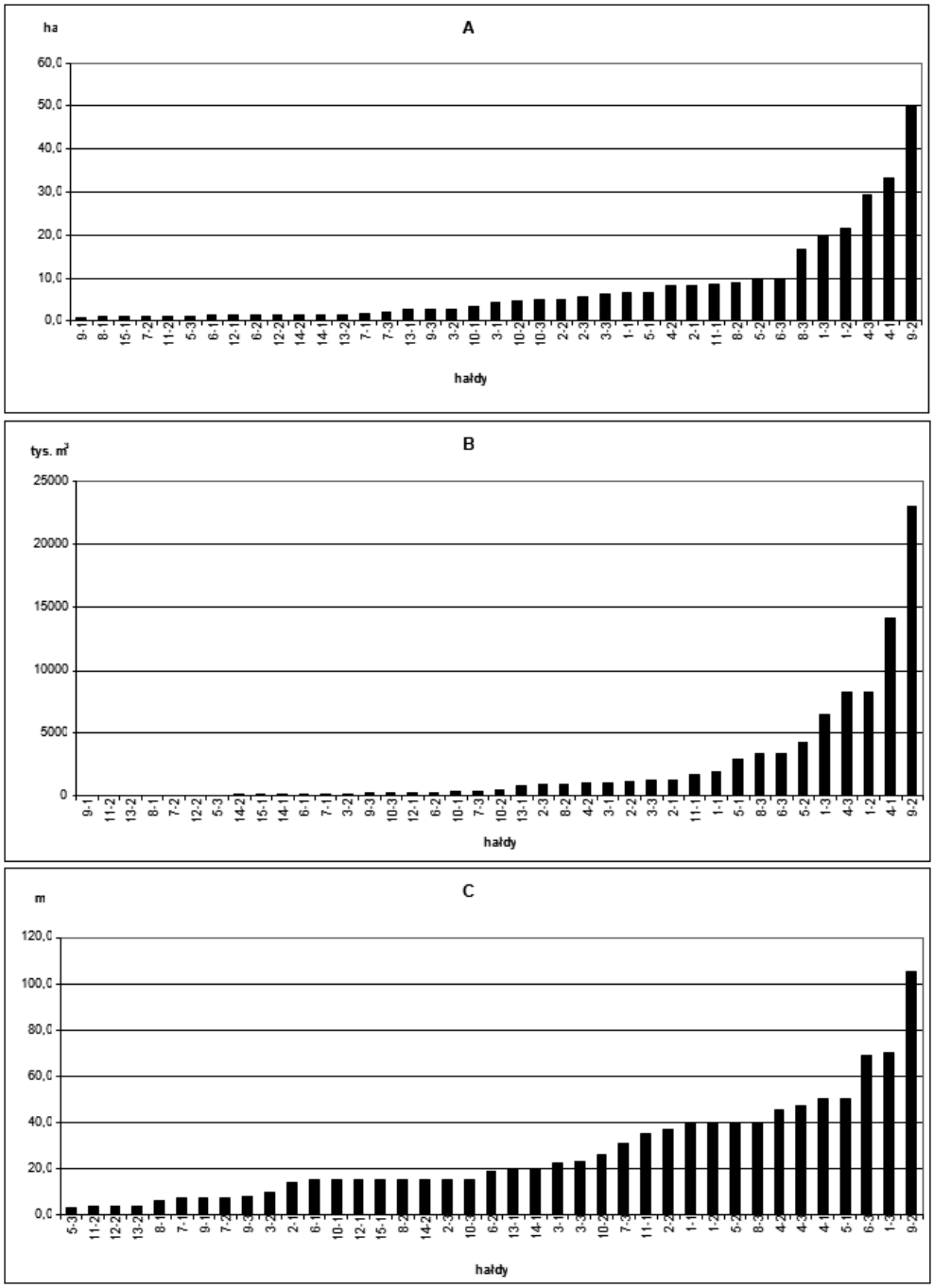
Zwały kopalniane i składowiska odpadów przemysłowych są typowymi formami antropogenicznymi na terenach górniczo-przemysłowych. Zajmują różne powierzchnie: od kilku do nawet kilku tysięcy hektarów. Kryterium wielkości powierzchni było podstawą opracowania przez Klimaszewskiego (1978) klasyfikacji hałd. Cytowany autor wydzielił trzy grupy form:
– małe, zajmujące mniej niż 100 ha,
– średnie, o powierzchni od 100 do 1000 ha,
– wielkie, zajmujące ponad 1000 ha.

Wyżej cytowana klasyfikacja nie dotyczy hałd występujących w konkretnym obszarze, lecz nawiązuje do wielkości zwałów z różnych okręgów górniczo-przemysłowych. Z danych zamieszczonych m.in. w opracowaniach Horniga (1955), Zapletala (1968), Żmudy (1973), Jani (1978) i Havrlanta (1979), wynika, że zaproponowane przez Klimaszewskiego (1978) tak duże zróżnicowanie powierzchni zwałów na określonym obszarze należy do rzadkości. Zwykle różnice w powierzchniach hałd są znacznie mniejsze, co jest uwarunkowane względami terenowymi oraz specyfiką rozwiniętych gałęzi przemysłu. Przykładem takiego obszaru jest rejon wałbrzyski, w którym powstały jedynie zwały określane przez Klimaszewskiego (1978) jako małe, zajmujące powierzchnie do 50 ha (tab. 32). Urozmaicona rzeźba terenu oraz zwarta zabudowa miejska i przemysłowa, a także gęsta sieć szlaków komunikacyjnych sprawiły, że wolnych powierzchni, na których można było składować odpady było stosunkowo niewiele. Z tych m.in. powodów nie powstały w rejonie wałbrzyskim hałdy średnie i wielkie.

Zebrane dane o rozmiarach występujących w badanym obszarze zwałów kopalnianych (tab. 32) posłużyły do sporządzenia zestawienia tych form według wielkości zajmowanej przez nie powierzchni, objętości zgromadzonych tam odpadów i wysokości tych form (ryc. 31). Stanowiło to podstawę do opracowania klasyfikacji hałd według wyżej wymienionych kryteriów oraz wykazania związków i zależności między powierzchnią, objętością i wysokością tych form.

Biorąc pod uwagę powierzchnię hałd wydzielono w rejonie wałbrzyskim cztery grupy form:
a) zwały o bardzo małej powierzchni (0,3–2,5 ha),
b) zwały o małej powierzchni (3,5–6,5 ha),
c) zwały o średniej powierzchni (8,3–9,9 ha),
d) zwały o dużej powierzchni (16,6–50,0 ha).

Największe zróżnicowanie omawianej cechy występuje w grupach hałd o bardzo małej i dużej powierzchni, najmniejsze zaś wśród zwałów o średniej powierzchni. Liczba hałd w wydzielonych wyżej grupach jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości powierzchni tych form. Najliczniejsze są hałdy o bardzo małej powierzchni (osiemnaście zwałów). Form małych jest dziewięć, natomiast o średniej i dużej powierzchni po sześć. Rozproszone wydobycie węgla, zwłaszcza w drugiej



Ryc. 31. Zróżnicowanie powierzchni (A), objętości (B) i wysokości (C) hałd kopalnianych w rejonie wałbrzyskim według stanu na 2000 r. Numery hałd zgodne z opisem w tab. 32. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 33.

połowie XIX i w pierwszej połowie XX w. oraz warunki terenowe sprawiły, że większość zwałów w Wałbrzychu i okolicy to formy o niewielkich powierzchniach.

Istotną dla oceny wielkości zwałów cechą morfometryczną tych form jest ich objętość (kubatura). Hałdy rejonu wałbrzyskiego charakteryzują się znacznie większym zróżnicowaniem kubatury, niż powierzchni, jaką zajmują. Objętość najmniejszego i największego zwału (9–1 i 9–2) wynosi odpowiednio 35 tys. m^3 i 23 077 tys. m^3, natomiast powierzchnia tych form to 0,7 ha i 50,0 ha (tab. 32). Kubatura największego zwału jest aż 659 razy większa od najmniejszej hałdy, zaś powierzchnia tej formy jest większa tylko 71 razy. Znaczne zróżnicowanie objętości zwałów utrudnia uporządkowanie ich w grupy form o podobnej kubaturze. Spośród 39 hałd zbliżoną kubaturę (50–75 tys. m^3) ma jedynie sześć niewielkich zwałów, a także po trzy hałdy o objętości 120–150 tys. m^3 i 250–285 tys. m^3 oraz po dwa zwały o kubaturach 270–280 tys. m^3, 918–965 tys. m^3 i 1050–1078 tys. m^3. Objętości pozostałych 21 form znacznie się różnią (ryc. 31).

Oceniając wielkość hałd zwrócono również uwagę na wysokości tych form. Z zebranych przez autora danych na ten temat wynika, ze wałbrzyskie hałdy mają zróżnicowane wysokości: od 3 do 105 m (tab. 32). Ponadto niektóre, zwłaszcza duże zwały mają nieregularny kształt (zespoły pryzm, stożków, kopuł, itp.), co wynika z rozbudowy tych form w różnych okresach działalności kopalń, a także urozmaiconej pod względem ukształtowania powierzchni terenu, na której składowano odpady górnicze. Z tych powodów niektóre zwały mają zwykle kilka kulminacji o zróżnicowanych wysokościach w stosunku do powierzchni, na której powstały. Przyjęto, że wysokość takich hałd to różnica pomiędzy najwyższym i najniższym punktem w jej obrębie (maksymalna deniwelacja). Mimo wyraźnego zróżnicowania wysokości zwałów (ryc. 31) można wydzielić kilka grup tych form. Najliczniej reprezentowane są hałdy o niewielkich wysokościach: 3–4 m (4 formy) i 6–8 m (5 form), a także te, które są od nich nieco wyższe: 14–15 m (9 form). Zwały o wysokościach 19–23 m są reprezentowane przez 5 form, 4 hałdy mają wysokość 40 m i od 45 do 50 m. Pozostałe osiem hałd znacznie różni się wysokością między sobą. Stwierdzono zależność między wysokością hałd, a ich liczbą w badanym obszarze. Im wyższe są zwały tym liczba ich jest przeważnie mniejsza, zwykle rosną także różnice między maksymalnymi wysokościami kolejnych hałd. Największe dysproporcje w tym względzie dotyczą obiektów o wysokościach ponad 50 m. Duże zróżnicowanie wałbrzyskich zwałów, ze względu na powierzchnię, objętość i wysokość wskazuje na znaczną dynamikę rzeźby antropogenicznej, której głównymi elementami są omawiane wyżej formy.

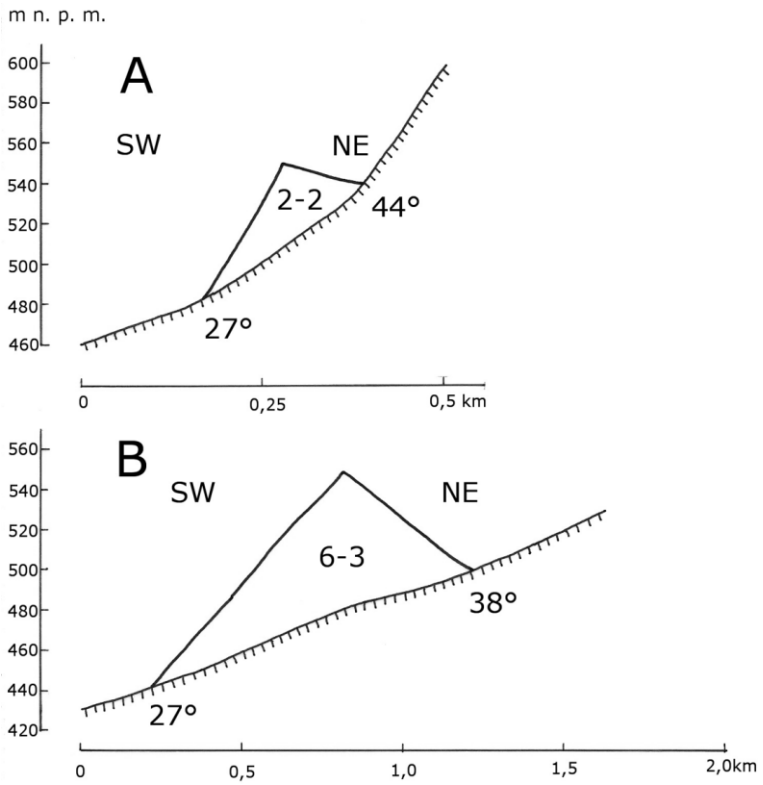
Zróżnicowany skład petrograficzny, wielkość oraz rodzaje odpadów kopalnianych budujących zwały, rozmaite techniki ich składowania, urozmaicone ukształtowanie powierzchni terenu, na której gromadzono skały płonne, a także różny stopień rekultywacji i zagospodarowania hałd warunkowały zróżnicowane nachylenia stoków tych form. Z ustaleń autora wynika, że stoki zwałów kopalnianych w rejonie

wałbrzyskim są przeważnie nachylone od 20° do 44° w stosunku do powierzchni, na których usypano hałdy (tab. 32). Fragmenty stoków niektórych hałd utworzone ze scalonych popiołów, żużli i mułu węglowego, pochodzącego z osadników kopalnianych, mają zwykle większe nachylenia (50–75°), a miejscami tworzą także pionowe skarpy. Spośród ogółu zwałów, aż w dwudziestu pięciu przeważają stoki o nachyleniach 33–37°. Powierzchnie te budują różne skały płonne: piaskowce, zlepieńce, łupki ilaste, iłowce, mułowce i ryolity o zróżnicowanej zawartości tych składników. Na ogół najmniejsze nachylenia stoków (20–25°) mają zwały utworzone w przewadze z drobnych odpadów skalnych (łupków ilastych, mułowców i iłowców), największe zaś (37–44°) z odpadów o dużych rozmiarach, z przewagą odłamków piaskowców i zlepieńców. Wśród hałd badanego obszaru występują również formy o asymetrycznych stokach. Przykładem jest hałda 2–2 powstała przy dawnym szybie „Klara" w Boguszowie-Gorcach. Stok tej formy zgodny z nachyleniem terenu opada pod kątem 27°, natomiast przeciwległy ma nachylenie 44°. Innym przykładem może być zwał 6–3 usypany przy nieczynnym szybie „Krakus" w Wałbrzychu Nowym Mieście. Bardziej stromy stok wyżej wymienionej formy ma nachylenie 38°, zaś przeciwległy 27° (ryc. 32). Czynnikami asymetrii stoków wałbrzyskich hałd były znaczne nachylenia powierzchni, na których powstawały te formy oraz sposób gromadzenia odpadów.

Nachylenia stoków czynnych zwałów kopalnianych często się zmieniały w czasie. Wiązało się to ze zmianami sposobów i miejsc składowania odpadów, a także było uwarunkowane rodzajem i wielkością unieszkodliwianych odpadów. Niektóre stoki hałd, np. 4–3, sąsiadujące z terenami zagospodarowanymi (zabudowa mieszkalna i przemysłowa oraz szlaki komunikacyjne), mają od wielu lat stałe nachylenie. Zabudowa i szlaki komunikacyjne uniemożliwiały bowiem rozwój zwałów w tych kierunkach.

Wiele hałd w badanym obszarze jest pokrytych przez darń oraz krzewy i drzewa, co stanowi element rekultywacji tych form, a także sukcesji roślin. Na podstawie pomiarów wykonanych na szczegółowych kopalnianych planach sytuacyjno-wysokościowych w skalach 1:2000 i 1:5000, aktualizowanych dla lat 1990–1995 ustalono, że pokryte roślinnością stoki dużych hałd (4–1, 9–2, 1–3 i 8–3) mają na ogół większe nachylenia, niż nagie stoki tych form. Różnice w nachyleniu tych powierzchni były znaczne i wahały się od 7° do 13°. Należy podkreślić, że porównywano tylko stoki zwałów powstałe w tym samym okresie, utworzone z podobnych pod względem składu petrograficznego i wielkość odpadów oraz te, na których zakończono już składowanie skał płonnych. Do celów porównawczych wybrano także takie fragmenty hałd, które powstały na podobnym, co do ukształtowania powierzchni, podłożu.

Badając wałbrzyskie zwały dokonano także porównania nachylenia wybranych zrekultywowanych i niezrekultywowanych stoków tych form, nawiązując do



Ryc. 32. Profile hałd o stokach asymetrycznych w stosunku do powierzchni terenu, na której usypano te formy. A – 2–2*[3] przy nieczynnym szybie „Klara" (KWK „Victoria") w Boguszowie-Gorcach, B – 6–3 przy nieczynnym szybie „Krakus" (KWK „Thorez") w Wałbrzychu Nowym Mieście. Opracowanie własne na podstawie danych z map sytuacyjno-wysokościowych terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego.

wieku i okresu użytkowania hałdy. Ustalono, że stoki starszych zwałów, na których składowanie odpadów zakończyło się kilkadziesiąt lat temu, a do 1996 r. nie zostały one zrekultywowane, mają na ogół nachylenie 28–34°. Sąsiadujące z nimi stoki, wcześniej już zrekultywowane, są natomiast zwykle nachylone pod nieco większymi kątami (36–41°). Mniejsze różnice w nachyleniu nagich i zrekultywowanych powierzchni stokowych stwierdzono natomiast w obrębie hałd, na których jeszcze w 1996 r. składowano odpady górnicze. Wykonane w 1997 r. pomiary nachylenia niektórych zrekultywowanych w latach 1990–1994 stoków zwałów 9–2 i 1–3 dały wynik 37–40°, natomiast dla sąsiadujących z nimi nagich powierzchni stokowych 33–38°.

Nie ulega wątpliwości, że porastająca zwały roślinność hamuje tempo i rozmiary niszczenia stoków tych form, przede wszystkim przez ruchy masowe,

[3] numeracja hałd zgodna z opisem w tab. 32.

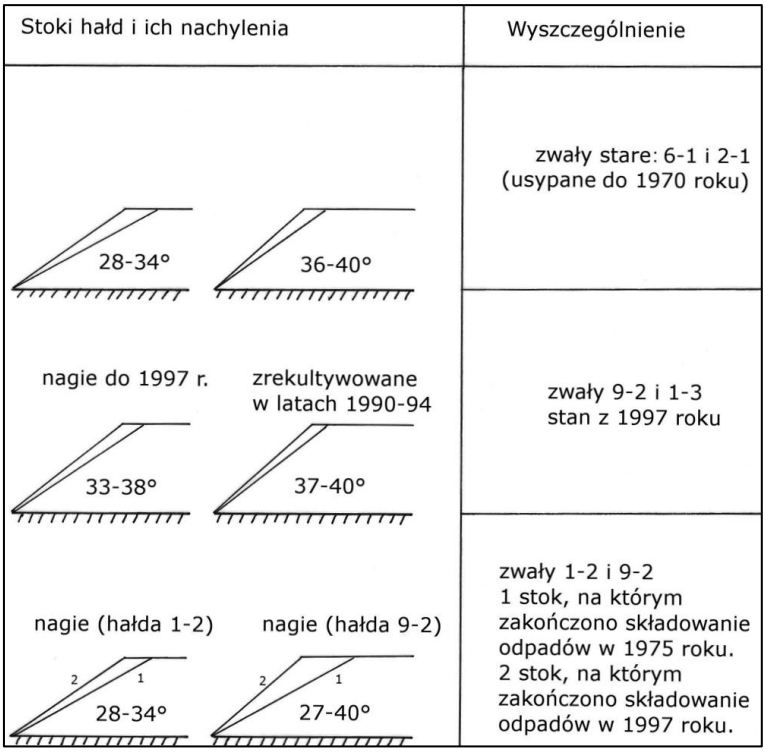
spłukiwanie rozproszone i erozję linijną (Kroutilik 1953, Stokłosa 1960, Greszta, Morawski 1972, Klimaszewski 1978, Daniels, Zipper 1995). Z obserwacji autora wynika, że nagie stoki wałbrzyskich hałd są znacznie bardziej zniszczone przez erozję niż te, które są pokryte roślinnością (ryc. 33). Zapewne także z tego powodu zrekultywowane, zwłaszcza pokryte darnią stoki hałd mają zwykle nieco większe nachylenia od sąsiadujących z nimi niezrekultywowanych powierzchni stokowych. Modelowanie zwałów przez procesy erozyjne przyczynia się , na ogół do złagodzenie nachylenia stoków tych form. Przykładami są m.in. hałdy 1–2, 1–3 i 9–2. Starsze, nagie stoki wyżej wymienionych zwałów mają na ogół nieco mniejsze nachylenia, aniżeli młodsze powierzchnie stokowe (ryc. 34). Nachylenie stoków hałd zależy więc również od ich wieku.

Do czynników różnicujących omawiane cechy zwałów należy także zaliczyć różne tempo kompakcji odpadów oraz znaczny nacisk zwałów o dużej masie i ciężarze na podłoże. Wskazują na to wyniki badań Klenczara (1952) i Stokłosy (1960) dotyczące m.in. zwałów Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Pierwszy z wyżej wymienionych badaczy podaje, że hałda o ciężarze 1 mln Mg i wysokości 65 m może spowodować deformacje powierzchni terenu na obrzeżach tej formy o wysokości do 10 m. W badanym obszarze aż 16 zwałów ma masę od jednej do dwudzie-

Ryc. 33. Nagie stoki górnej części zwału 9–2 są intensywniej modelowane przez erozję niż dolne części stoków tej formy zrekultywowane i pokryte roślinnością fot. J. Wójcik).

stu czterech milionów Mg. W wielu miejscach na przedpolu dużych hałd stwierdzono niewielkie nabrzmienia na powierzchni terenu o wysokości 1,0–1,5 m. W analizowanych publikacjach i materiałach źródłowych brak informacji o tych formach. Na szczegółowych planach i mapach terenów górniczych wałbrzyskich kopalń zaznaczono je jako nieużytki. Wykonany przez autora szurf pozwolił określić budowę jednej z tych form (ryc. 35). W stropie odsłonięcia stwierdzono 25-centymetrowej grubości warstwę organiczną (próchnica?) leżącą na zwietrzelinie mułowców i iłowców o miąższości około 50 centymetrów. W spągu odkrywki występowały lite, mocno spękane skały (mułowce i iłowce). Przypuszczam, że forma ta powstała na skutek ondulacji gruntu, w związku z naciskiem zwału 4–3 na podłoże. Zweryfikowanie tego wymaga podjęcia dodatkowych szczegółowych badań, które wykraczają poza ramy niniejszej pracy.

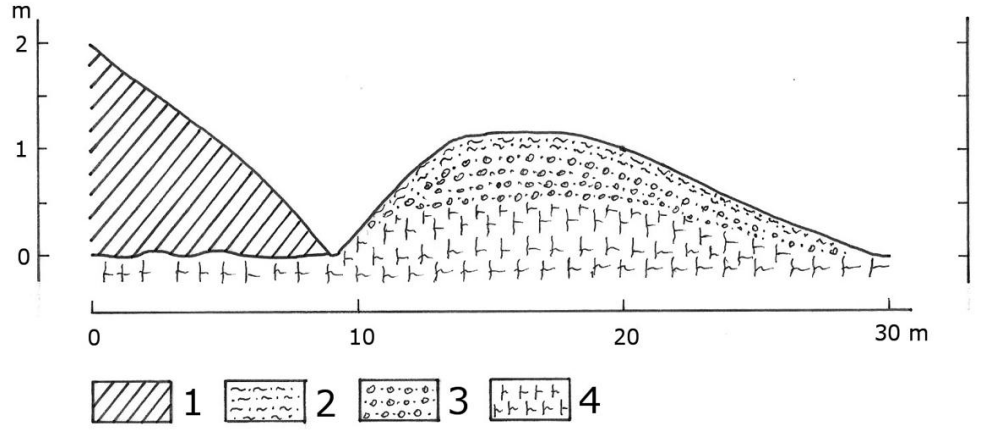
Nie ma wątpliwości, że składowane na hałdach odpady kopalniane poddane są kompakcji. Proces ten przyczynia się do zmniejszania pierwotnej objętości tych form na skutek wzrostu gęstości budujących je składników. W związku z tym wpływa to na wysokość oraz nachylenia stoków zwału. Przykładem może być hałda 1–1 należąca niegdyś do kopalni „Wałbrzych" (tab. 32). Jest ona zbudowana głów-



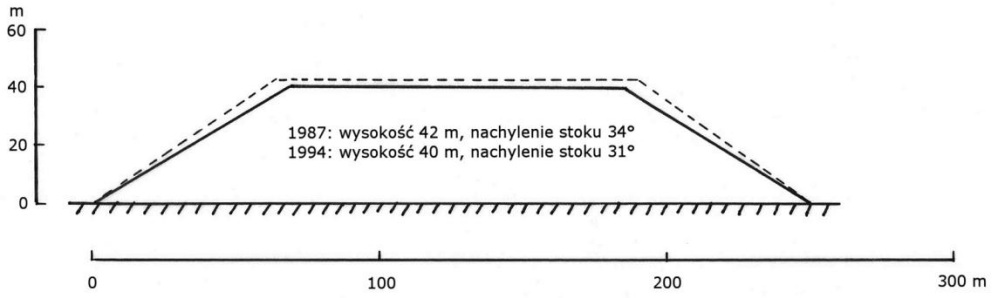
Ryc. 34. Zróżnicowanie nachylenia stoków wybranych hałd w zależności od wieku tych form. Opracowanie własne na podstawie danych z map sytuacyjno-wyskościowych terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego.

nie z łupków ilastych (70% składników zwału), a ponadto z mułu węglowego (20%) oraz żużli i popiołów (10%). W 1987 r., kiedy zakończono w tym miejscu składowanie odpadów, płaska wierzchowina pryzmy znajdowała się na wysokości 42 m, licząc od podnóża zwału (*Karta hałdy 1–1*...1987). Przez 8 lat (do 1994 r.), prawdopodobnie pod wpływem osiadania gruntu, w związku z kompakcją wysokość wyżej wymienionej formy obniżyła się o 2 metry (ryc. 36). Złagodzeniu uległy również nachylenia stoków, z 34° w 1987 r. do 31° w 1994 r. (*Mapa sytuacyjno-wysokościowa... Wałbrzych* 1994). Należy podkreślić, że wierzchowina wyżej wymienionej hałdy nie była w latach 1987–1994 niwelowana, ani nie prowadzono tam żadnych innych prac.

Mając na uwadze rozpatrywane wyżej cechy geometryczne zwałów rejonu wałbrzyskiego podjęto próbę wyjaśnienia zależności między ich powierzchnią, obję-



Ryc. 35. Budowa nabrzmienia na powierzchni terenu powstałego na przedpolu zwału 4–3 w Wałbrzychu Sobięcinie: 1 – skały płonne tworzące zwał kopalniany, 2 – warstwa próchnicy, 3 – warstwa zwietrzałych mułowców i iłowców, 4 – silnie spękane iłowce i mułowce. Opracowanie własne.



Ryc. 36. Zmiany wysokości i nachylenia stoków zawału 1-1, w związku z kompakcją odpadów budujących tę formę, w latach 1987–1994. Opracowanie własne na podstawie mapach sytuacyjno-wysokościowych terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego.

tością i wysokością. W tym celu opracowano zestawienie porównawcze wielkości wszystkich hałd występujących w badanym obszarze, przyjmując za punkt wyjścia powierzchnię jaką zajmują te formy (tab. 33, ryc. 37). Z analizy wyżej wymienione-

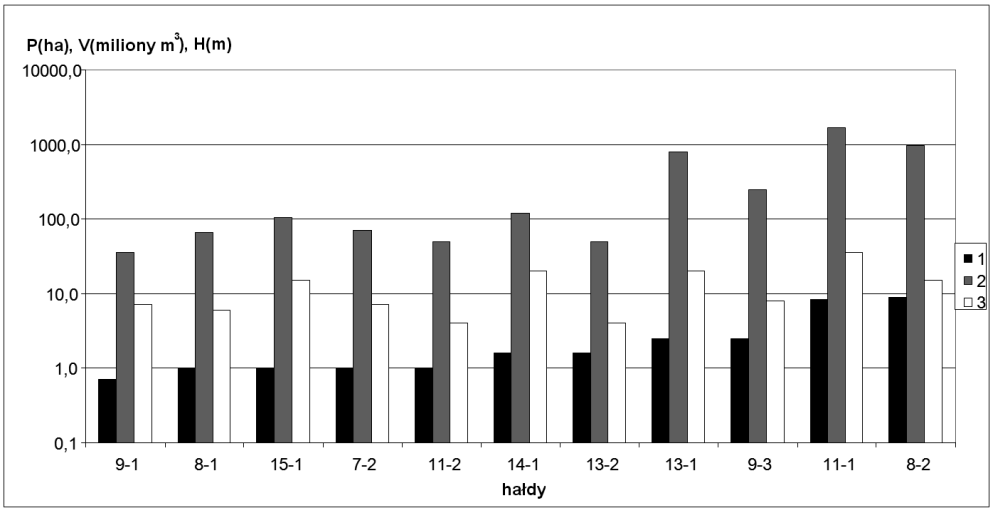
Tab. 33. Objętość i wysokość hałd kopalnianych rejonu wałbrzyskiego w zależności od powierzchni tych form.

Hałda	Powierzchnia (ha)	Objętość (tys. m^3)	Wysokość (m)
9–1	0,7	35	7
8–1	1	65	6
15–1	1	104	15
7–2	1	70	7
11–2	1	50	4
5–3	1,2	75	3
6–1	1,3	136	15
12–1	1,4	270	15
6–2	1,4	285	19
12–2	1,5	70	4
14–2	1,5	100	15
14–1	1,6	120	20
13–2	1,6	50	4
7–1	1,8	160	7
7–3	2,3	396	31
13–1	2,5	800	20
9–3	2,5	250	8
3–2	2,7	180	10
10–1	3,5	350	15
3–1	4,5	1078	22
10–2	4,7	540	26
10–3	5	250	15
2–2	5,2	1450	37
2–3	5,6	918	15
3–3	6,3	1213	23
1–1	6,5	1920	40
5–1	6,5	2856	50
4–2	8,3	1050	45
2–1	8,4	1300	14
11–1	8,5	1700	35
8–2	9	965	15
5–2	9,9	4297	40
6–3	9,9	3380	69
8–3	16,6	3320	40
1–3	20	6427	70
1–2	21,4	8296	40
4–3	29,3	8274	47
4–1	33,3	14088	50
9–2	50	23077	105

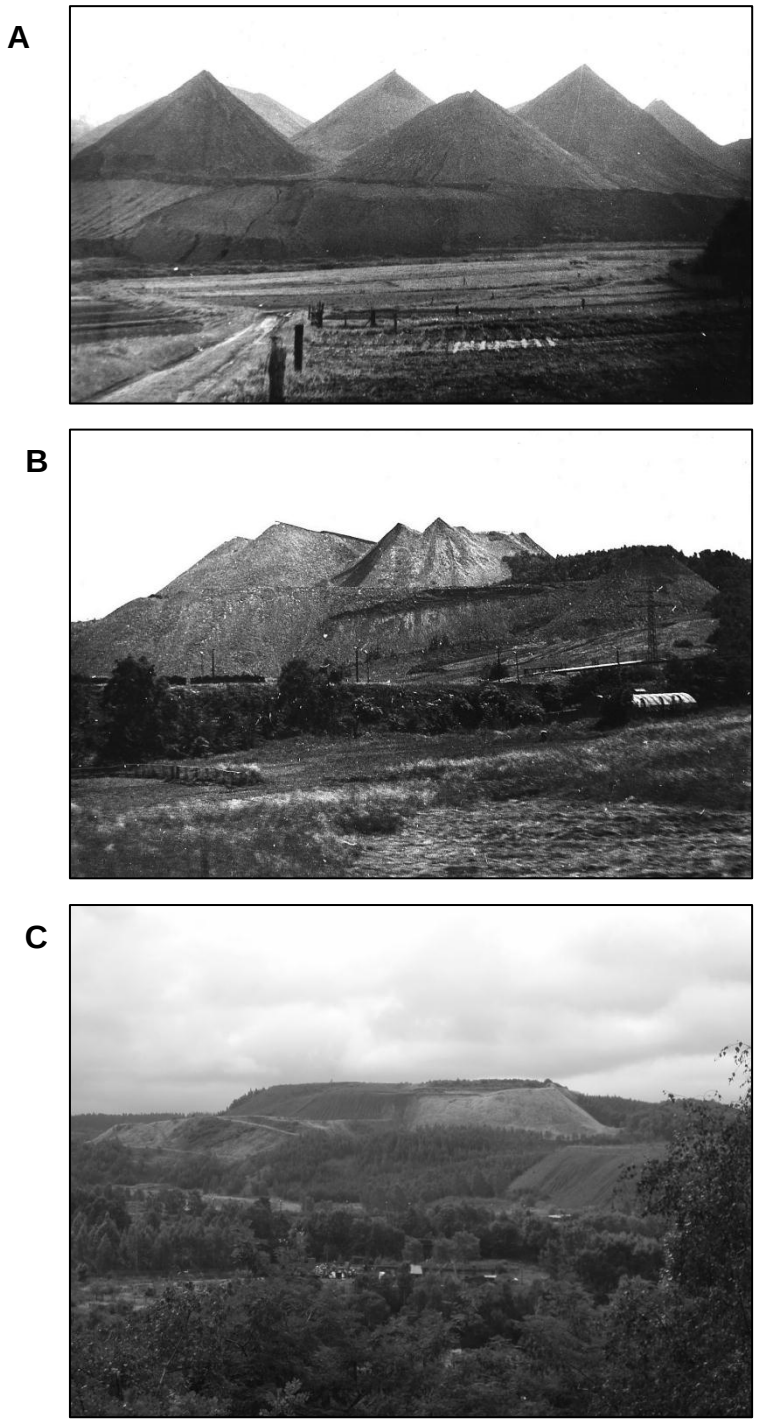
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

go zestawienia wynika, że kubatura i wysokość hałd nie zawsze są wprost proporcjonalne do powierzchni zwałów. Z ogólnej liczby 39 hałd aż 24 zwały przyporządkowane do 10 grup o takiej samej, lub podobnej powierzchni (1,0 ha: 8–1, 15–1, 7–2 i 11–2; 1,6 ha: 14–1 i 13–2; 2,5 ha: 13–1 i 9–3, itd.) miało różną, większą albo mniejszą, objętość. Niektóre formy o większej powierzchni miały mniejszą kubaturę niż te, które zajmowały mniejszą powierzchnię (8–2: 9,0 ha i 965 tys. m^3; 11–1: 8,5 ha i 1700 tys. m^3). Występowała także odwrotna zależność (9–3: 2,5 ha i 250 tys. m^3; 3–2: 2,7 ha i 180 tys m^3) (tab. 33). Proporcje między objętością i powierzchnią zwałów zależały, przede wszystkim, od kształtu formy, a także od jej wysokości. Hałdy o regularnych kształtach pryzm zajmują przeważnie większe powierzchnie i mają mniejsze objętości i wysokości, aniżeli formy stożkowe o podobnej powierzchni oraz zwały pryzmowe nadbudowane stożkami.

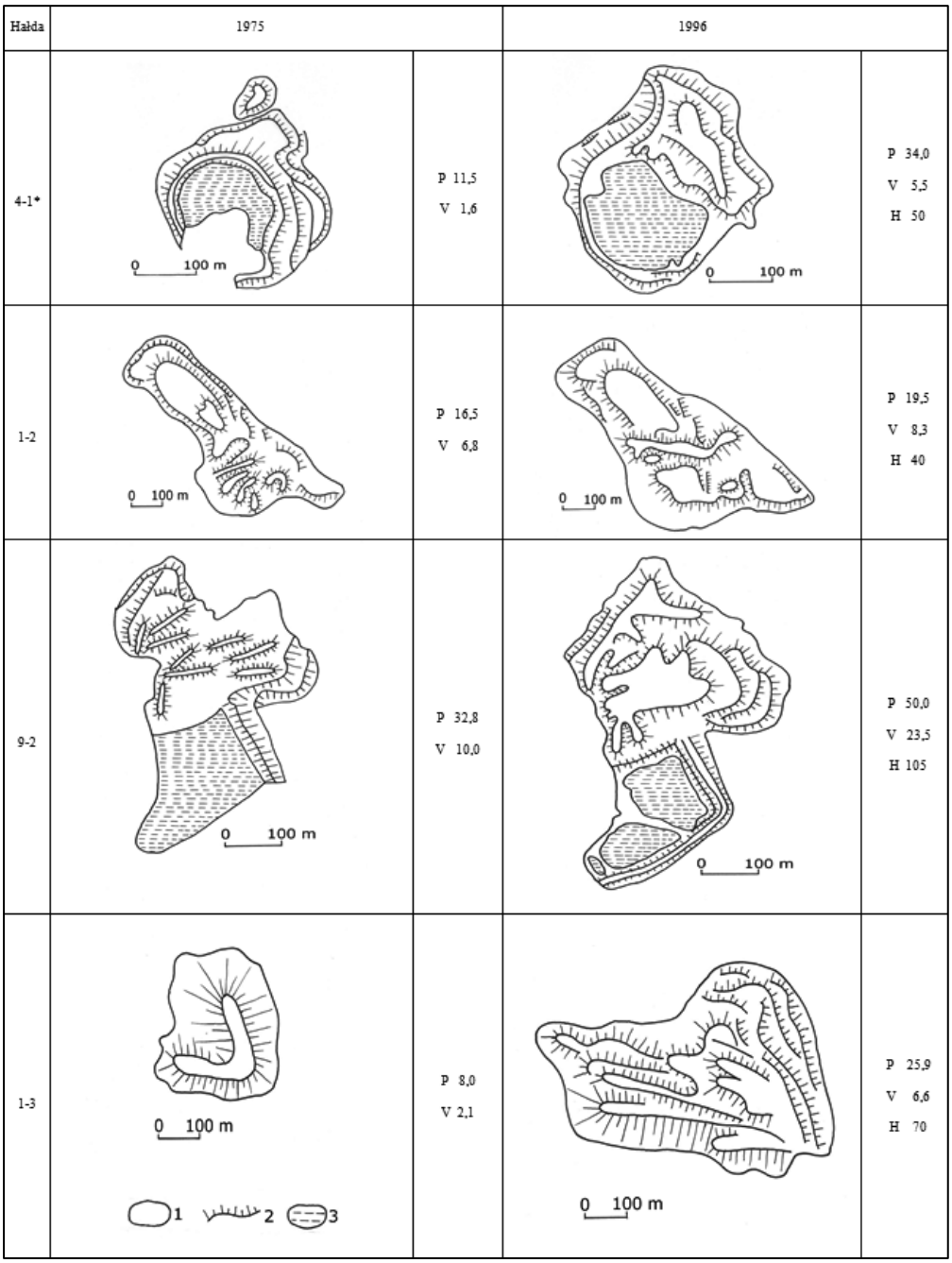
Z archiwalnych dokumentacji i map kopalnianych wynika, że formy zwałów, w okresie, kiedy były usypywane przybierały rozmaite kształty (ryc. 38). Na skutek przyrostu powierzchni hałd i ich rozbudowy ku górze powstawały formy o nieregularnych kształtach w formie stoliw, stożków, kopuł, pryzm, grzęd itp. Charakterystyczną cechą takich zwałów były występujące w ich obrębie liczne „wolne przestrzenie". Często taki zwał składał się z kilku położonych blisko siebie składowisk skał płonnych, które rozwijały się niezależnie i tworzyły przez pewien czas odrębne formy (ryc. 39). W związku z tym posiadał on zwykle dwie lub więcej kulminacji. Dalszy rozwój takich hałd polegał na wypełnianiu odpadami górniczymi „wolnych przestrzeni" w obrębie zwału, w celu nadania mu kształtu zgodnego z planem rozwoju tego obiektu. W trakcie składowania odpadów na hałdach propor-



Ryc. 37. Powierzchnia, objętość i wysokość hałd kopalnianych na przykładach wybranych form występujących w badanym obszarze: 1 – powierzchnia (ha), 2 – objętość (mln m^3), 3 – wysokość (m). Opracowanie własne.



Ryc. 38. Zmiany rozmiarów i kształtu hałdy 9–2 w latach 1975–2000 (fot. J. Wójcik, materiały Działu Ochrony Środowiska KWK Victoria za zgodą S. Hodurka): A – widok hałdy w 1975 r., B – widok hałdy w 1986 r., C – widok hałdy w 2000 r.



Ryc. 39. Zarys i główne rysy ukształtowania powierzchni wybranych hałd rejonu wałbrzyskiego w latach 1975 i 1996: 1 – zarys hałdy, 2 – stoki i skarpy hałd, 3 – osadnik kopalniany, P – powierzchnia (ha), V – objętość (mln m^3), H – wysokość (m). Opracowanie własne na podstawie map sytuacyjno-wysokościowych terenów górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i różnych dokumentacji kopalnianych.

cje między powierzchnią, a objętością tych form często się zmieniały. W związku z tym niektóre z wałbrzyskich hałd o podobnej powierzchni znacznie różnią się kubaturą, a o zbliżonej objętości zajmują różne powierzchnie. Zwały wyższe mają na ogół większą objętość niż niższe, zajmują natomiast przeważnie mniejszą powierzchnię (ryc. 37).

Dotychczas opracowano kilkadziesiąt mniej lub bardziej rozbudowanych klasyfikacji antropogenicznych form rzeźby terenu, w tym także zwałów kopalnianych i składowisk różnych odpadów przemysłowych. Pierwsze próby usystematyzowania skutków oddziaływania człowieka na powierzchnię ziemi w obszarach silnie uprzemysłowionych podjęli m.in. Marsh (1864), Fisher (1915), Sherlock (1922, 1923, 1932), Pawłowski (1923), Shultze-Naumburg (1928), Fels (1934, 1935) i Hering (1939). Po 1850 r. największe antropogeniczne przemiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi wiązały się z rozwojem przemysłu, głównie z wydobyciem różnych surowców mineralnych (Żmuda 1964, 1973, Allaglo i inni 1987, Coates 1987, Francaviglia 1992, Mannion 2001). Tempo i skutki tych zmian w powierzchni ziemi, na obszarach górniczo-przemysłowych, były często większe niż rzeźbotwórczy wpływ procesów naturalnych. Zauważyli to już Fischer (1915) i Sherlock (1922) określając działalność człowieka jako najmłodszy „czynnik geologiczny" modelujący powierzchnię ziemi. Narastające rozmiary oraz specyficzny charakter antropogenicznych przemian w ukształtowaniu powierzchni ziemi, a także zwykle negatywne skutki jakie powodowały one w środowisku przyrodniczym oraz życiu i działalności człowieka, zwłaszcza w drugiej połowie XX w., przyczyniły się do większego zainteresowania naukowców antropogenicznymi formami terenu. Nawiązując do hałd kopalnianych i składowisk odpadów przemysłowych opracowano wiele klasyfikacji tych form, które są oparte o różne kryteria, m.in. kształt, wielkość, wiek, genezę, budowę oraz stadium rozwoju i stopień przeobrażenia zwałów przez procesy naturalne, a także stan rekultywacji i zagospodarowania oraz uciążliwość tych obiektów dla środowiska przyrodniczego i możliwość wykorzystania zgromadzonych tam odpadów do celów gospodarczych. Badacze form antropogenicznych nawiązywali również do specyficznych cech środowiska przyrodniczego i gospodarki obszarów, na których występowały te formy. Spośród licznych opracowań zawierających m.in. różne klasyfikacje hałd wypada wymienić publikacje Bondarczuka (1949), Kroutilika (1953), Horniga (1955, 1956, 1968), Laskowskiego (1955), Zapletala (1956, 1967, 1968, 1973), Bespalyj (1958), Klimaszewskiego i Karaś-Brzozowskiej (1960), Drlika (1960, 1965), Góreckiej (1962), Paprzyckiego (1962), Kotłowa (1963), Kalesnika (1969), Chwastka (1970), Wrony (1973), Żmudy (1973), Mołodkina (1975), Klimaszewskiego (1978), Kozackiego (1978, 1983), Galona (1979), Havrlanta (1979), Jani (1983), Klemens (1983a, 1983b), Mazurova (1985), Rubina (1986), Demka (1987), Podgórskiego (1996, 2001), Wójcika (1991, 1993a, 1996c, 2006a) i Gawor, Szmatłoch (2010)

Zwały kopalniane rejonu wałbrzyskiego są zbudowane ze zróżnicowanych pod względem rodzaju i wielkości oraz składu petrograficznego odpadów, różnią się powierzchnią, kubaturą, wysokością i nachyleniem stoków, również kształtem i położeniem w stosunku do naturalnej powierzchni terenu, na której powstały oraz stopniem zrekultywowania. Wszystkie hałdy badanego obszaru to formy nadpoziomowe, gdyż „nadbudowały" one naturalną powierzchnię terenu, na której powstały. W ukształtowaniu powierzchni ziemi tworzą one więc mniej lub bardziej wyraźne wzniesienia.

Nawiązując do założonych w opracowaniu celów badawczych przyjęto za istotne zbadanie zróżnicowania rozmiarów i kształtu zwałów oraz ich położenia w stosunku do naturalnych form rzeźby. Ustalenie wielkości i kształtu poszczególnych hałd oraz określenie ich położenia na tle naturalnych form rzeźby terenu, a także rozmieszczenia, stanowiło punkt wyjścia do oceny przeobrażenia powierzchni ziemi przez górnictwo w badanym obszarze.

Biorąc pod uwagę kształty zwałów wyróżniono w rejonie wałbrzyskim dwa zasadnicze typy tych form: o regularnym i nieregularnym zarysie (ryc. 40). Pierwszy z wyżej wymienionych typów to hałdy o kształtach podobnych do figur geometrycznych, np. stożków lub ostrosłupów ściętych (pryzm). Formy o nieregularnym kształcie składają się natomiast ze stożków, pryzm, kopuł, grzęd, stoliw, itp. zachodzących na siebie, lub występujących jedne nad drugimi, w związku z nadbudowaniem niektórych zwałów. Ze względu na to, że tworzą one pewną całość traktujemy je jako jedną formę. Wśród zwałów mających regularny kształt wyróżniono cztery typy form:

a) pryzmy o wyrównanej wierzchowinie i stokach nachylonych pod podobnymi kątami do powierzchni, na której usypano hałdę,

b) asymetryczne pryzmy o wyrównanej wierzchowinie i stokach nachylonych pod różnymi kątami do powierzchni, na której usypano zwał,

c) stożki,

d) stożki ścięte.

Hałdy o nieregularnych kształtach są natomiast reprezentowane przez formy:

a) składające się z kilku stożków o zróżnicowanych powierzchniach, kubaturach i wysokościach, tworzące tzw. zespół stożków,

b) składające się z kilku pryzm o zróżnicowanych powierzchniach, kubaturach i wysokościach, tworzące tzw. zespół pryzm

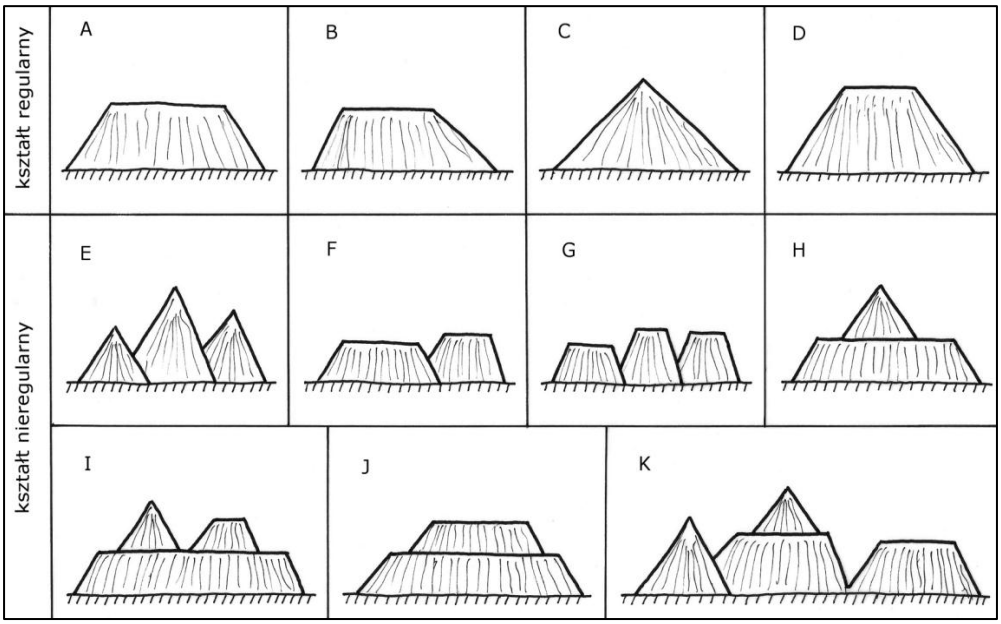
c) utworzone ze stożków ściętych o zróżnicowanych powierzchniach, kubaturach i wysokościach, tzw. zespół stożków ściętych,

d) stożków ściętych nadbudowanych stożkami,

e) pryzm nadbudowanych stożkami i stożkami ściętymi,

f) pryzm nadbudowanych pryzmami,

g) składające się z pryzm, stożków i stożków ściętych, tworzących zwykle kilka kulminacji, między którymi powstały śródzwałowe obniżenia (ryc. 40).



Ryc. 40. Formy hałd kopalnianych w rejonie wałbrzyskim: A – pryzma z wyrównaną wierzchowiną i stokami nachylonymi pod podobnymi kątami do naturalnej powierzchni terenu na której usypano zwał, B – asymetryczna pryzma o wyrównanej wierzchowinie i stokach nachylonych pod różnymi kątami do naturalnej powierzchni terenu na której usypano zwał, C – stożek, D – stożek ścięty, E – zespół różnej wielkości stożków, F – zespół różnej wielkości pryzm, G – zespół stożków ściętych, H – stożek ścięty nadbudowany hałdą stożkową, I – pryzma nadbudowana stożkiem i stożkiem ściętym, J – pryzma nadbudowana pryzmą, K – pryzmy, stożki i stożki ścięte z licznymi śródzwałowymi obniżeniami terenu. Opracowanie własne.

Omawiając rzeźbę hałd należy zaznaczyć, że niektóre z form, zwłaszcza o dużych rozmiarach, np. 4–1, 9–2 i 1–3, mają wycięte w stokach tarasy oddzielone zwykle stromymi skarpami, a także wyrównane wierzchowiny. Wymienione wyżej elementy urzeźbienia powstały w trakcie nadbudowywania zwałów w celu umożliwienia dojazdu samochodom przewożącym odpady na hałdy oraz po zakończeniu użytkowania składowiska, w związku z formowaniem zwału i przygotowaniem tego obiektu do rekultywacji. Ostateczny kształt niektórych wałbrzyskich hałd jest więc „wypadkową" sposobu składowania i rodzaju gromadzonych tam odpadów, ukształtowania powierzchni na której powstał zwał oraz działań związanych z modelowaniem stoków i wierzchowin tych form, zarówno w trakcie ich rozwoju, jak i po zaprzestaniu działalności składowiska.

Charakterystycznym elementem ukształtowania powierzchni niektórych dużych zwałów pryzmowych rejonu wałbrzyskiego są także owalne i prostokątne zagłębienia występujące w ich wierzchowinowych częściach. Formy te mają głębokość od kilku do kilkunastu metrów i powierzchnię nawet kilkanaście hektarów. Są to misy dawnych nazwałowych osadników kopalnianych do dziś częściowo wypeł-

nione popiołami i odpadami pochodzącymi z płukania węgla i mechanicznego oczyszczania ścieków kopalnianych oraz różnymi odpadami komunalnymi (ryc. 41). Rozpatrując górnicze przeobrażenia rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego zwrócono także uwagę na położenie zwałów w stosunku do naturalnej powierzchni terenu, na której powstały te formy. Biorąc pod uwagę to kryterium wydzielono w badanym obszarze cztery typy hałd (ryc. 42):

a) usypane na powierzchniach płaskich w dnie Kotliny Wałbrzyskiej i Kotliny Kuźnickiej,

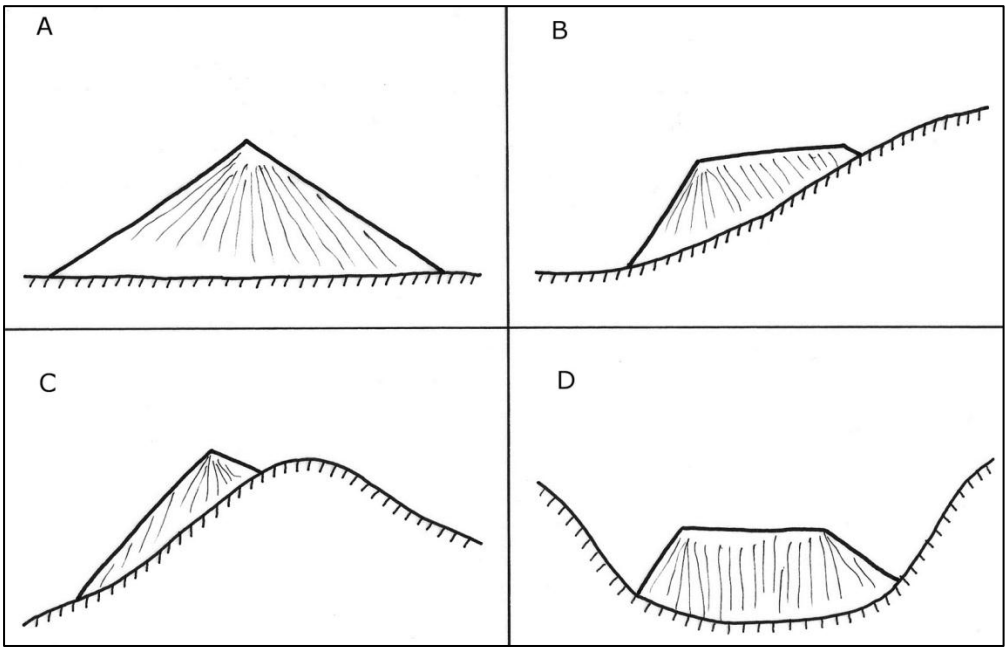
b) powstałe w obrębie zboczy kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej,

c) usypane na stokach wzniesień występujących w wyżej wymienionych kotlinach i na stokach Gór Wałbrzyskich,

d) wypełniające dna i zbocza dolin oraz naturalne obniżenia terenu w kotlinach: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej.

Unieszkodliwianie odpadów kopalnianych przez składowanie ich na powierzchni ziemi przyczyniło się więc do przemodelowania płaskich den i zboczy kotlin oraz dolin i obniżeń terenu w kotlinach Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, a także dolnych części stoków Gór Wałbrzyskich.

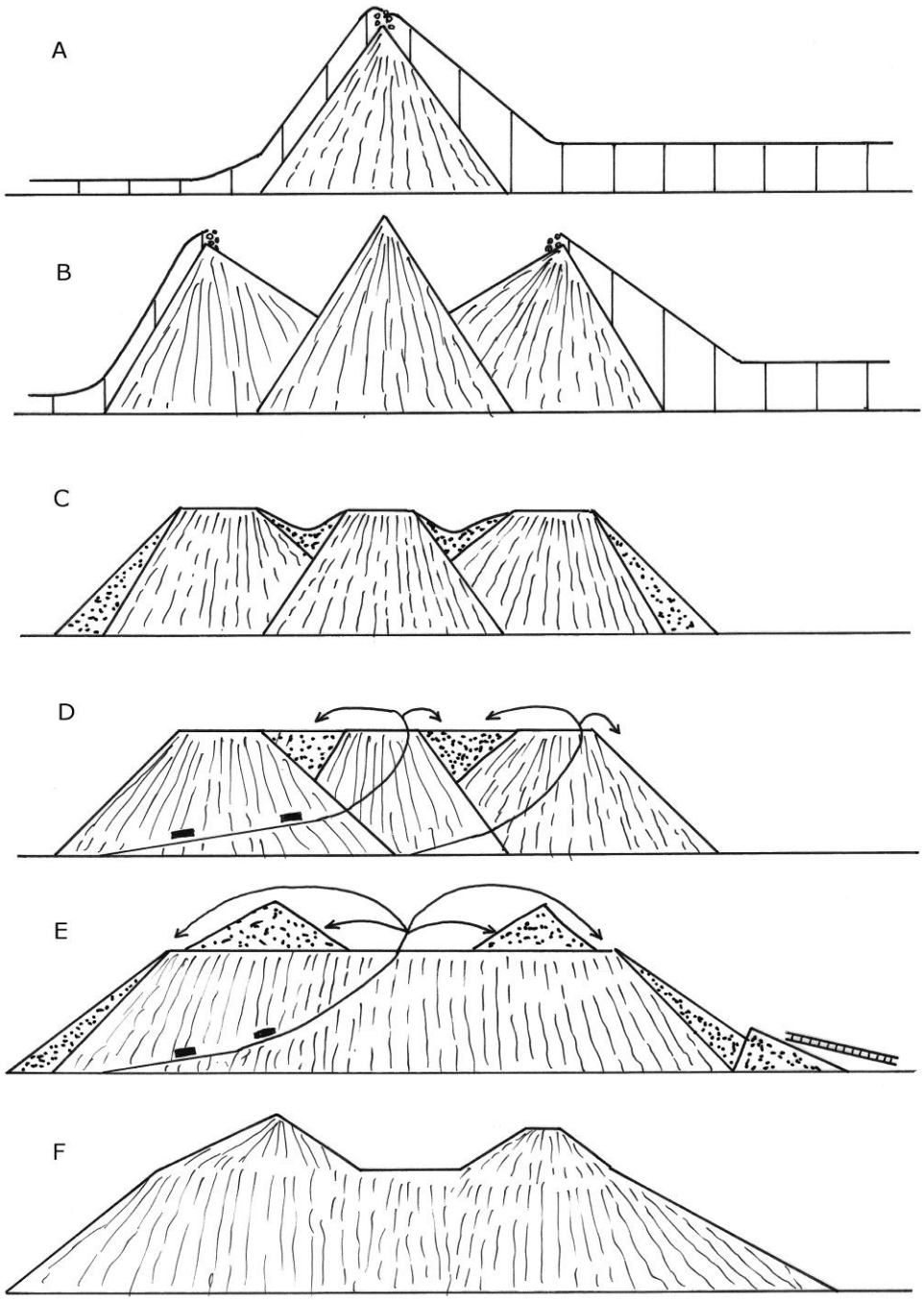
Ryc. 41. Niezrekultywowane dno osadnika 16–1 i stoki zwałowiska 4–1 w Wałbrzychu Śródmieściu są znacznym źródłem zapylenia powietrza w okolicy tych obiektów (fot. J. Wójcik).



Ryc. 42. Położenie hałd na tle naturalnej rzeźby terenu: A – hałda usypana na powierzchni płaskiej, B – hałda usypana na zboczu kotliny, C – hałda usypana na stoku wzniesienia, D – hałda usypana w dnie doliny (obniżeniu terenu). Opracowanie własne.

Charakterystyczną cechą ogółu zwałów kopalnianych rejonu wałbrzyskiego jest znaczne zróżnicowanie kształtów tych form (ryc. 40). Powstanie rozmaitych kształtów hałd było uwarunkowane:
–zmieniającymi się w czasie i w przestrzeni sposobami składowania odpadów,
– znacznym zróżnicowaniem odpadów, ze względu na wielkość i skład petrograficzny, tworzących hałdy,
– różnym wiekiem i okresem użytkowania oraz wielkością powierzchni przeznaczonej pod hałdę,
– charakterem prac mających na celu przystosowanie hałdy do składowania tam odpadów a po zakończeniu użytkowania do rekultywacji,
– zabiegami rekultywacyjnymi
– różnym ukształtowaniem powierzchni terenu, na której powstały zwały,
– modelowaniem przez procesy naturalne.

Składowanie odpadów na wałbrzyskich hałdach odbywało się przy pomocy taśmociągów i samochodów wywrotek, rzadziej stosowano linowe wózki górnicze, natomiast sporadycznie wykorzystywano w tym celu kopalniane wózki wąskotorowe. Transport odpadów taśmociągami warunkował powstawanie hałd stożkowych, a także form nadbudowanych stożkami (ryc. 43). Zmiany położenia taśmociągu lub



Ryc. 43. Wpływ sposobu składowania odpadów na formy zwałów: A – hałda stożkowa usypana za pomocą taśmociągu, B – zespół hałd stożkowych usypanych przy pomocy taśmociągu, C – zniwelowane hałdy stożkowe, D – składowanie odpadów na hałdach przy pomocy samochodów wywrotek, powstanie zespołu hałd utworzonych ze stożków ściętych i pryzm, E – nadbudowanie hałdy pryzmowej formami stożkowymi, F – powstanie zwałowiska złożonego. Opracowanie własne.

wykorzystywanie jednocześnie kilku tych urządzeń, prowadziło zwykle do powstania zespołu hałd stożkowych. Często przestrzenie między stożkami były później wypełniane skałami płonnymi oraz odpadami z osadników kopalnianych, a także żużlem. Prowadziło to do powstania płaskiej wierzchowiny hałdy. W trakcie usypywania zwałów niektóre stoki tych form były przeobrażane w związku z tworzeniem tam tarasów. Zniwelowane w latach 1975–1986 wierzchowiny niektórychstarszych zwałów stanowiły powierzchnie, które wykorzystywano do składowania odpadów. Rozbudowa hałdy ku górze powodowała często zmianę kształtu formy. Przykładami takich zwałów były obiekty 1–2 i 9–2. W badanym okresie transport odpadów na wyżej wymienione hałdy odbywał się równocześnie za pomocą taśmociągów i samochodów wywrotek w kilku częściach zwału, co wynikało z faktu, że składowane tam odpady pochodziły zwykle z różnych miejsc – nierzadko z kilku szybów wydobywczych i zakładów wzbogacania węgla. Zmieniające się w czasie oraz odbywające się w kilku miejscach hałdy składowanie odpadów przyczyniły się do powstania form o nieregularnym kształcie. Formy zwałów ulegały przeobrażeniu także pod wpływem rekultywacji, co sygnalizowano już wcześniej. Rzadko natomiast kształt zwału zmieniał się na skutek rozebrania części składowiska. Przykładem jest zwał 2–1, którego wschodni fragment rozebrano w związku z rozbudową węzła komunikacyjnego na terenie Śródmieścia Wałbrzycha.

Istotny wpływ na kształt zwałów wywarły również rodzaj i wielkość odpadów, z których zbudowane są te formy. Strukturę składowanych na hałdach odpadów według miejsc ich powstawania oraz rodzaju odpadów, w latach 1975–1996, przedstawiono w tab. 34. Z załączonego zestawienia wynika, że głównymi składnikami hałd są różne skały płonne powstałe przy wydobyciu i wzbogacaniu węgla, a ponadto żużle i popioły oraz szlamy i muły węglowe wywożone na zwały z osadników kopalnianych. Zróżnicowana budowa geologiczna górotworu, w której prowadzono wydobycie węgla oraz udostępniano nowe złoża tego surowca sprawiła, że zwały na terenie górniczym kopalni „Wałbrzych" są zbudowane w przewadze z piaskowców i zlepieńców, na obszarze kopalni „Victoria" dominującymi składni

Tab. 34. Struktura i ilość odpadów powstałych w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego w latach 1975–1996.

Wyszczególnienie	% ogółu odpadów	ilość	
		mln m^3	mln Mg
Odpady skalne	90	76	68,4
Odpady poflotacyjne	1,6	1,3	1,2
Żużle i popioły	6,4	5,4	4,9
Inne odpady przemysłowe i odpady komunalne	2	1,7	1,5
Ogółem	100	84,4	76

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

kami hałd są łupki ilaste i piaskowce, a na terenie kopalni „Thorez" formy te tworzą głównie łupki ilaste i mułowce (tab. 35). Brak jednak szczegółowych danych o składzie petrograficznym odpadów w odniesieniu do wszystkich hałd występujących w badanym rejonie. Na podstawie różnych archiwalnych dokumentacji kopalnianych udało się natomiast ustalić przybliżoną ilość odpadów wywiezionych na zwały w latach 1975–1996, według ich składu petrograficznego. Zebrane dane porównano z łączną ilością odpadów zgromadzonych na zwałach, co stanowiło podstawę do oceny rozmiarów i tempa antropogenicznych przemian w powierzchni ziemi w badanym okresie.

Z ustaleń autora wynika, że dominującymi skałami płonnymi wywożonymi na zwały w badanym okresie były łupki ilaste i mułowce (53,4%) oraz piaskowce (34,1%) (tab. 36). Najmniejszy odsetek odpadów stanowiły natomiast ryolity i melafiry (1,3%) oraz muły poflotacyjne (1,6%). W latach 1975–1996 ilość odpadów wywiezionych na hałdy zwiększyła się o 56,3%, w stosunku do stanu z 1975 r. Stanowiło to aż 36% ogółu odpadów unieszkodliwionych na zwałach w badanym obszarze. Biorąc pod uwagę wartości rzeczywiste (tab. 36) ustalono, że do 1975 r. w ciągu roku wywożono na hałdy średnio 2,8 razy mniej odpadów, aniżeli w latach 1975–1996 (odpowiednio 0,49 mln m^3 i 1,35 mln m^3). Porównania te wskazują na znacznie szybsze tempo modelowania powierzchni terenu przez hałdy w ostatnich 22 latach działalności kopalń węgla kamiennego, niż w okresie 1865–1974, kiedy powstały wszystkie zwały występujące do dziś w rejonie wałbrzyskim.

Tab. 35. Struktura odpadów powstałych przy wydobyciu i wzbogacaniu węgla kamiennego w Zagłębiu Wałbrzyskim w latach 1975–1996.

Miejsca powstawania odpadów	Rodzaje odpadów		
	KWK Wałbrzych	KWK Victoria	KWK Thorez
Odpady z dołowych robot górniczych	iłowce, mułowce, łupki ilaste, piaskowce, zlepieńce	łupki ilaste, mułowce, iłowce, piaskowce, zlepieńce	iłowce, mułowce, łupki ilaste, piaskowce, zlepieńce, ryolity
Odpady z sortowni (skały płonne o średnicy ponad 80 mm)	łupki ilaste, mułowce, piaskowce, zlepieńce oraz okruchy węgla (do 12% ogółu odpadów)	łupki ilaste, piaskowce, mułowce oraz okruchy węgla (do 10% ogółu odpadów)	łupki ilaste, mułowce oraz okruchy węgla (6-14% ogółu odpadów)
Odpady z płuczki (skały płonne o średnicy 20-80 mm)	łupki ilaste, mułowce oraz okruchy węgla (do 10% ogółu odpadów)	łupki ilaste, mułowce oraz okruchy węgla (do 15% ogółu odpadów)	łupki ilaste, mułowce oraz okruchy węgla (do 15% ogółu odpadów)
Odpady z osadzarek (skały płonne o średnicy 1–20 mm)	rozkruszone piaskowce i zlepieńce oraz okruchy węgla	rozkruszone piaskowce i zlepieńce oraz okruchy węgla	rozkruszone piaskowce i zlepieńce i ryolity oraz okruchy węgla
Odpady poflotacyjne (ziarna mniejsze od 1 mm)	drobiny węgla (do 28% ogółu odpadów) oraz miał skalny i popioły	drobiny węgla (25-31% ogółu odpadów) oraz miał skalny i popioły	drobiny węgla (25-32% ogółu odpadów) oraz miał skalny i popioły

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Tab. 36. Ilość odpadów kopalnianych składowanych na hałdach rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–1996 w porównaniu do ogółu unieszkodliwionych tam odpadów.

Wyszczególnienie	Odpady							
	mln m^3		mln Mg		przyrost 1975––1996 (w %)	udział (w %)	ilość w latach 1975–1996 w stosunku do ogółu odpadów składowanych na hałdach (w%)	sposób składowania
	1975	1996	1975	1996				
Łupki ilaste I mułowce	28,5	44,2	25,7	39,8	55,1	53,4	35,5	wymieszane
Piaskowce	18,1	28,2	16,3	25,4	55,8	34,1	35,8	wymieszane
Zlepieńce	1,3	2,5	1,2	2,3	92,3	3	48	wymieszane
Ryolity i melafiry	0,7	1,1	0,6	1	57,1	1,3	36,4	wymieszane
Żużle i popioły	3,4	5,4	3	4,9	58,8	6,6	37	wydzielone
Muły i odpady poflotacyjne	0,9	1,3	0,8	1,2	44,4	1,6	30,8	w części wydzielone
Ogółem	52,9	82,7	47,7	74,6	śr. 60,6	100	śr. 37,3	

Przyjęto, że 1 m^3 odpadów kopalnianych waży 0,9 Mg.Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Wśród ogółu odpadów składowanych na zwałach w latach 1975–1996, aż o 92,3% wzrosła ilość zlepieńców. Nie wpłynęło to jednak zasadniczo na zróżnicowanie składu petrograficznego odpadów budujących hałdy, bowiem odłamki tych skał stanowiły niewielki odsetek ogółu składników (w 1975 r. 2,46%, a w 1996 r. 3,0%). Ilość łupków ilastych, mułowców i piaskowców będących głównymi składniki zwałów (87,5%) zwiększyła się, w porównaniu do 1975 r., o około 55%. Na hałdach składowano także różne odpady komunalne i przemysłowe (szlamy z osadników, żużle i popioły). W rozpatrywanym okresie wywieziono na zwały około 1,7 mln m^3 tych odpadów, co stanowi 1,6% ogółu składników tworzących te formy. Porównawcze zestawienie przedstawiające zróżnicowanie odpadów budujących wałbrzyskie hałdy na początku badanego okresu (w 1975 r.) oraz w momencie zakończenia użytkowania tych obiektów przez kopalnie węgla (w 1996 r.), oznaczającego koniec intensywnego antropogenicznego cyklu rzeźbotwórczego, przedstawiono w tab. 36.

Charakterystyczną cechą zwałów rejonu wałbrzyskiego jest znaczne zróżnicowanie wielkości odpadów budujących te formy. Z ustaleń autora opartych na analizie różnych niepublikowanych materiałów źródłowych wynika, że dominującą frakcją odpadów tworzących hałdy są odłamki skał płonnych o wymiarach 80–200 mm (33,1% ogółu odpadów), pochodzące głównie z robót dołowych oraz z kopalnianych sortowni (tab. 38). Stosunkowo dużo składników hałd stanowią również odłamki skał o wielkości od 10 do 80 mm (26,5%), a także odpady

o znacznie mniejszych rozmiarach: 1–10 mm (25,4%). Pierwsze z wyżej wymienionych odpadów górniczych pochodziły głównie z przesiewaczy klasyfikacyjnych oraz z płuczki, natomiast drugie z osadzarek. Niewielki odsetek, bo zaledwie 1,7% ogółu składników hałd, to odpady o frakcji mniejszej od 1 mm. Jest to miał węglowy powstały w kopalnianych wialniach oraz muły węglowe i popioły pochodzące z osadników. Wśród skał płonnych budujących omawiane formy nierzadko występują także odpady o wymiarach 200–500 mm (12,3% ogółu składników hałd), natomiast większe fragmenty skał o wielkości przekraczającej 500 mm stanowią tylko 1% składników zwałów (tab. 37).

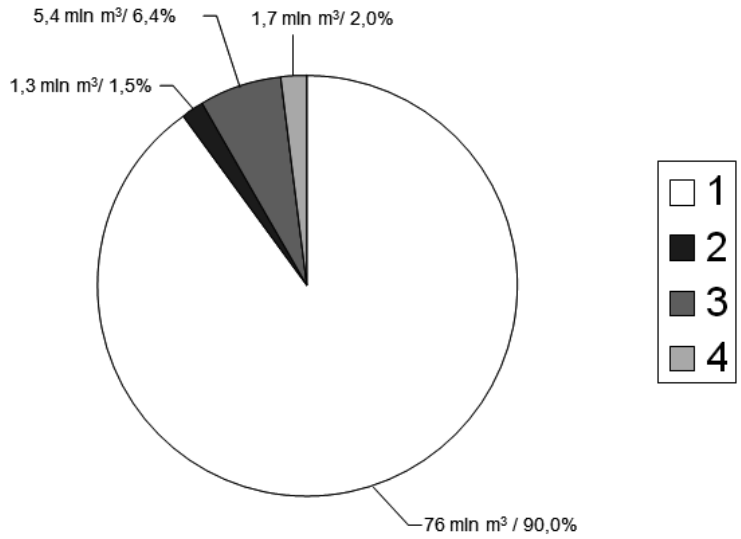
Nawiązując do rodzaju odpadów składowanych na hałdach w latach 1975–1996 należy podkreślić, że aż 90% z nich to różne skały płonne. Żużle i popioły stanowiły 6,4% a muł węglowy 1,6% wszystkich odpadów. Pozostałe 2% to odpady pochodzące z innych niż kopalnie zakładów przemysłowych oraz odpady komunalne (ryc. 44).

Różne rodzaje odpadów oraz zróżnicowany skład petrograficzny i wielkość odłamków skał płonnych budujących zwały wywarły istotny wpływ, głównie na nachylenia stoków tych form. Hałdy, które nie uległy transformacji antropogenicznej (przemodelowaniu w związku z rekultywacją), a zbudowane są w przewadze z dużych odłamków piaskowców i zlepieńców z domieszką ryolitów, mają na ogół bardziej strome stoki i urozmaicone wierzchowiny niż te, które są utworzone głównie z mułowców, iłowców i łupków ilastych. Wynika to z różnego kąta naturalnego zsypu dla wyżej wymienionych typów skał. Stoki wałbrzyskich zwałów, zbudowane w przewadze z ostrokrawędzistych odłamków piaskowców, zlepieńców i ryolitów mają nachylenia 37–45°, natomiast te utworzone głównie z mułowców, iłowców i łupków ilastych 25–32° (tab. 32). Przykładem zwału o znacznym nachyleniu stoków (37–44°) jest obiekt 2–1, potocznie zwany „hałdą kamienia grubego", zbudowany w 80% z piaskowców i zlepieńców, a w 20% z łupków ilastych. Znacznie

Tab. 37. Skład granulometryczny odpadów kopalnianych składowanych na zwałach górniczych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1996

Wielkość odpadów(mm)	% ogółu odpadów	Ilość	
		mln m^3	mln Mg
poniżej 1	1,7	0,5	0,4
1-10	25,4	7,6	6,7
11-80	26,5	7,9	7
81-200	33,1	9,8	8,7
201-500	12,3	3,7	3,3
powyżej 501	1	0,3	0,3
Ogółem	100	29,8	26,4

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



Ryc. 44. Struktura i ilość odpadów powstałych w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego w latach 1975–1996: 1 – odpady skalne, 2 – odpady poflotacyjne, 3 – żużle i popioły, 4 – odpady inne. Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

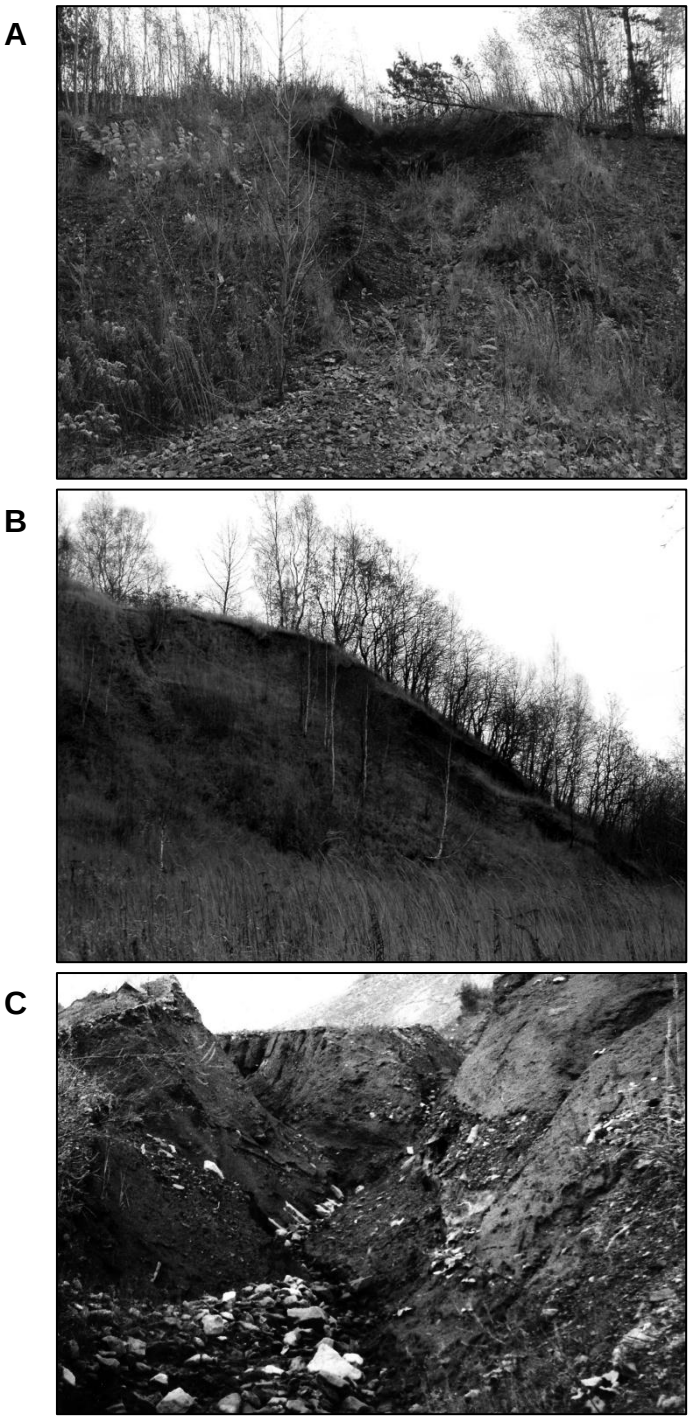
mniejsze nachylenia stoków (28–33°) ma hałda 6–2 składająca się w 50% z łupków ilastych i piaskowców. Należy także dodać, że wymienione wyżej zwały mają kształty pryzm oraz usypano je na podobnych pod względem ukształtowania powierzchniach terenu. Stosunkowo niewielkie nachylenia stoków (20–25°) ma zwał 9–3 zbudowany z łupków ilastych (60% składników hałdy) i mułowców (10%) oraz mułów poflotacyjnych (30%). Łupki ilaste są skałami mało chropowatymi, często nasiąkają wodą opadową i roztopową, a wilgotne tworzą powierzchnie sprzyjające przemieszczaniu wyżej leżących gruntów na stoku. Występują przeważnie jako drobne odłamki skalne. Hałdy zbudowane z dużej ilości łupków ilastych mają więc zwykle mniejsze nachylenia stoków, niż formy utworzone z innych skał płonnych. Wyjątkiem są zwały w obrębie których składowano także gorące żużle i popioły. Zachodzące tam procesy termiczne przyczyniły się m.in. scalenia części odpadów. W związku z tym fragmenty stoków zwałów utworzonych z przepalonych łupków ilastych, iłowców i mułu węglowego mają przeważnie większe nachylenia, niż stoki powstałe w obrębie nie przepalonych skał. Przykładami są hałdy 1–1, 5–1 i 2–2. W miejscach, gdzie składowano gorące żużle i popioły maksymalne nachylenia powierzchni stokowych wynoszą: 37°, 40° i 44° (tab. 32).

Podsumowując prezentowane wyżej wyniki badań należy podkreślić, że charakterystyczną cechą rozwoju zwałów w latach 1975–2000, były ciągłe zmiany wielkości i kształtu tych form. Wiązały się one z rozbudową hałd, która polegała na zajmowaniu przez nie coraz większej powierzchni oraz podwyższaniu tych form.

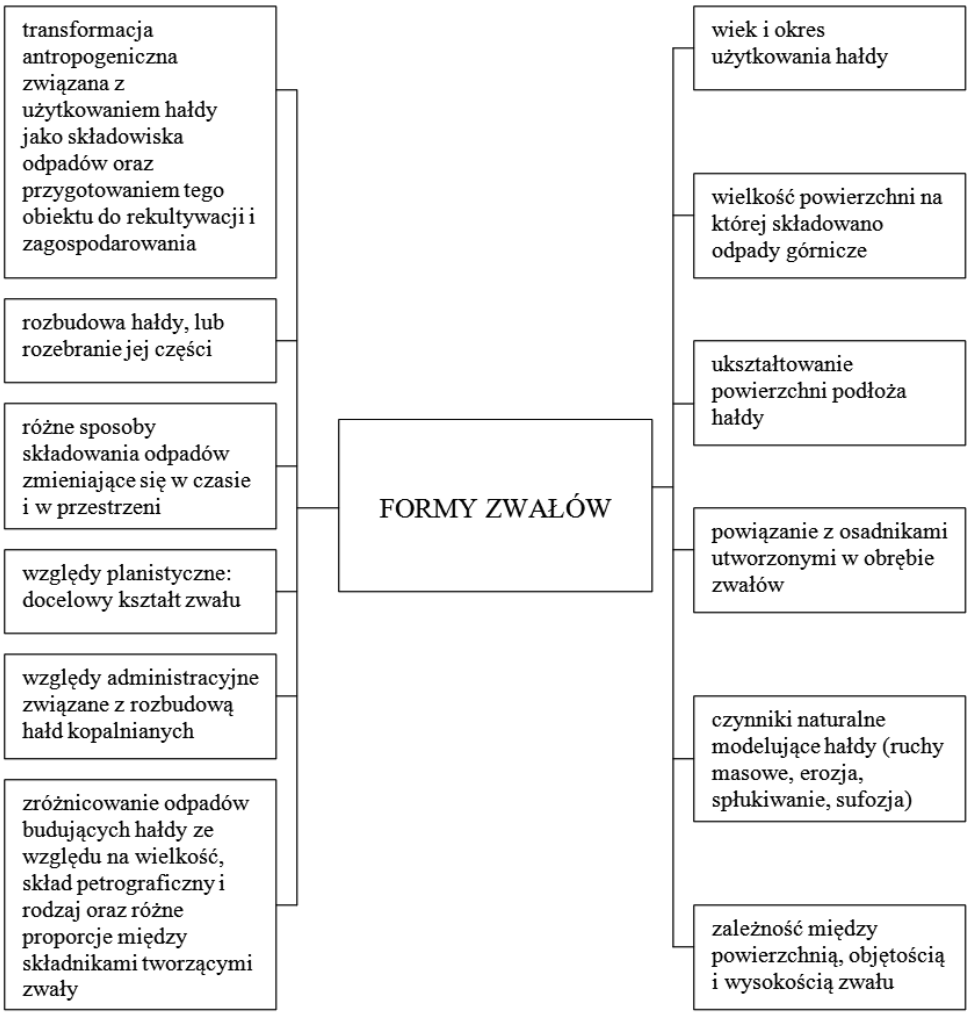
Objętość hałd przyrastała zwykle szybciej niż powierzchnia, na której składowano odpady. Przyczyną tego było kurczenie się wolnych powierzchni pod rozbudowę hałd. Permanentne nadbudowywanie starszych zwałów spowodowało wzrost wysokości względnych w obrębie powstałej rzeźby antropogenicznej, a tym samym dynamiki urzeźbienia. W latach 1975–1996 rozpatrywane formy często zmieniały kształt, co było spowodowane częstym składowaniem odpadów w różnych miejscach hałdy. Kształty zwałów były uwarunkowane także zróżnicowanym ukształtowaniem powierzchni podłoża oraz zależały także od rodzaju i wielkości unieszkodliwianych odpadów. Czynniki naturalne wywarły znacznie mniejszy wpływ na formy hałd, aniżeli czynniki antropogeniczne. Zaprzestanie użytkowania zwałów jako składowisk odpadów przemysłowych w ostatniej dekadzie XX w. wiązało się ze zmianą charakteru antropopresji w odniesieniu do tych form. Antropogeniczne przeobrażanie kształtu czynnych wcześniej hałd polegało głównie na niwelowaniu szczytowych części stożków oraz wyrównywaniu wierzchowin i tworzeniu w stokach zwałów tarasów w celu przygotowania tych powierzchni do rekultywacji. Modelowanie większych hałd było także ukierunkowane na powstanie takiej formy, która byłaby podobna do zaprojektowanej w docelowym planie rozwoju tego obiektu. Zabiegi te przyczyniły się do „złagodzenia" wyglądu większości hałd, w porównaniu do kształtu tych form w momencie zakończenia ich użytkowania. Zaprzestanie składowania odpadów na zwałach zakończyło antropogeniczny cykl rozwoju tych form. Do dziś stoki i wierzchowiny hałd są modelowane przez procesy naturalne, głównie ruchy masowe oraz erozję. Rzeźbotwórcze skutki ich oddziaływania są widoczne, przede wszystkim na nagich stokach zwałów (ryc. 45). Schemat uwarunkowań i czynników mających wpływ na zróżnicowanie form zwałów w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000, przedstawiono na ryc. 46.

Jak wcześniej ustalono niecki z osiadania powstałe w badanym obszarze zajmują około jedenastokrotnie większą powierzchnię, niż hałdy kopalniane. Należy jednak podkreślić, że wizualna rzeźbotwórcza rola zwałów górnictwa węglowego jest znacznie większe niż niecek z osiadania. Wałbrzyskie hałdy mają bowiem zwykle większą wysokość oraz powierzchnię i objętość niż sąsiadujące z nimi naturalne wzniesienia terenu. Niecki z osiadania są natomiast przeważnie znacznie płytszymi formami, aniżeli naturalne obniżenia terenu tworzące rzeźbę w Wałbrzychu i okolicy. Ponadto amplituda wysokości w obrębie niecek z osiadania wynosi maksymalnie 17,9 m i jest wyraźnie mniejsza niż w obrębie hałd (105 m). Pomimo wyraźnych różnic w powierzchni, jaką zajmują porównywane wyżej formy antropogeniczne, utworzona przez hałdy rzeźba terenu cechują się znacznie większą dynamiką niż ta, która jest wynikiem deformacji w powierzchni ziemi w związku z osiadaniem górotworu.

Formami antropogenicznymi powstałymi na skutek składowania na powierzchni ziemi odpadów są także wysypiska komunalne oraz składowiska różnych



Ryc. 45. Współczesne modelowanie stoków hałd (fot. J. Wójcik): A – rynna erozyjna i stożek napływowy w górnej części stoku hałdy 4–1, B – nisza osuwiskowa powstała w górnej części obwałowania osadnika 16–1, C – głębokie rozcięcie erozyjne w niezrekultywowanym stoku hałdy 9–2.



Ryc. 46. Uwarunkowania i czynniki wpływające na zróżnicowane kształty zwałów występujących w rejonie wałbrzyskim. Opracowanie własne.

odpadów przemysłowych. Jak już ustalono, w badanym okresie w rejonie wałbrzyskim stwierdzono 12 tego typu obiektów, w tym 8 w Wałbrzychu oraz po dwa w Boguszowie-Gorcach i Jedlinie-Zdroju (tab. 38, w załączniku). W porównaniu do większości hałd kopalnianych rozmiary tych form są na ogół mniejsze, a ponadto nie tworzą one skupisk. Największym było wysypisko odpadów komunalnych i przemysłowych w Wałbrzychu Szczawienku o powierzchni 12,6 ha i wysokości 12 m, na którym pod koniec użytkowania (w 1998 r.) znajdowało się około 4,6 mln m^3 odpadów. W 1998 r. obiekt ten przestał pełnić funkcje składowiska, a powstałą formę częściowo zniwelowano i zrekultywowano (ryc. 47). Obecnie

obiekt ten znajduje się ona na terenie Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej „Invest-Park". Pozostałe składowiska odpadów zajmowały znacznie mniejsze powierzchnie (0,2–6,8 ha), a ich objętość wahała się od 160 do 318 000 m^3. Wysokości tych form były także zróżnicowane (3–15 m). W 2000 r. rozwój wysypisk komunalnych i składowisk odpadów przemysłowych przyczynił się przeobrażenia rzeźby terenu na powierzchni 35,7 ha, gdzie powstało dwanaście form antropogenicznych o różnych rozmiarach i łącznej objętości około 6 mln m^3 (tab. 38).

Porównując powierzchnię i objętość ogółu wysypisk komunalnych i składowisk odpadów przemysłowych z powierzchnią i kubaturą hałd kopalnianych ustalono, że górnictwo węgla kamiennego odegrało znacznie większą rolę w modelowaniu powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego, aniżeli pozostałe gałęzie przemysłu i gospodarka komunalna. Zwały kopalniane przeobraziły bowiem 8,5 razy większą powierzchnię, a łączna objętość tych form jest aż 13,8 razy większa, niż innych składowisk odpadów (odpowiednio; 305,1 i 35,7 ha oraz 82,7 i 6 mln m^3).

Trzecim charakterystycznym typem form antropogenicznych w badanym obszarze, powstałych wskutek działalności budującej człowieka i związanych z przemysłem, są osadniki kopalniane. Służyły do gromadzenia hydraulicznie od-

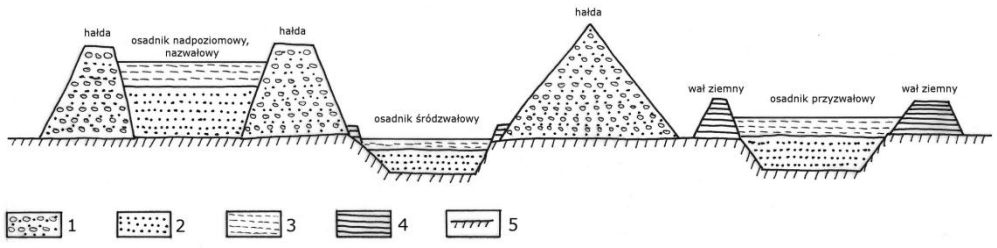
Ryc. 47. Zrekultywowane składowisko odpadów komunalnych i przemysłowych w Wałbrzychu Szczawienku działające do końca 1998 r. (fot. J. Wójcik).

prowadzanych z elektrociepłowni i koksowni popiołów oraz odpadów powstałych przy płukaniu i flotacji węgla (Gierwielaniec, Wójcik 1971). Pod koniec 1996 r., w związku z likwidacja kopalń, obiekty te przestały pełnić wyżej wymienione funkcje.

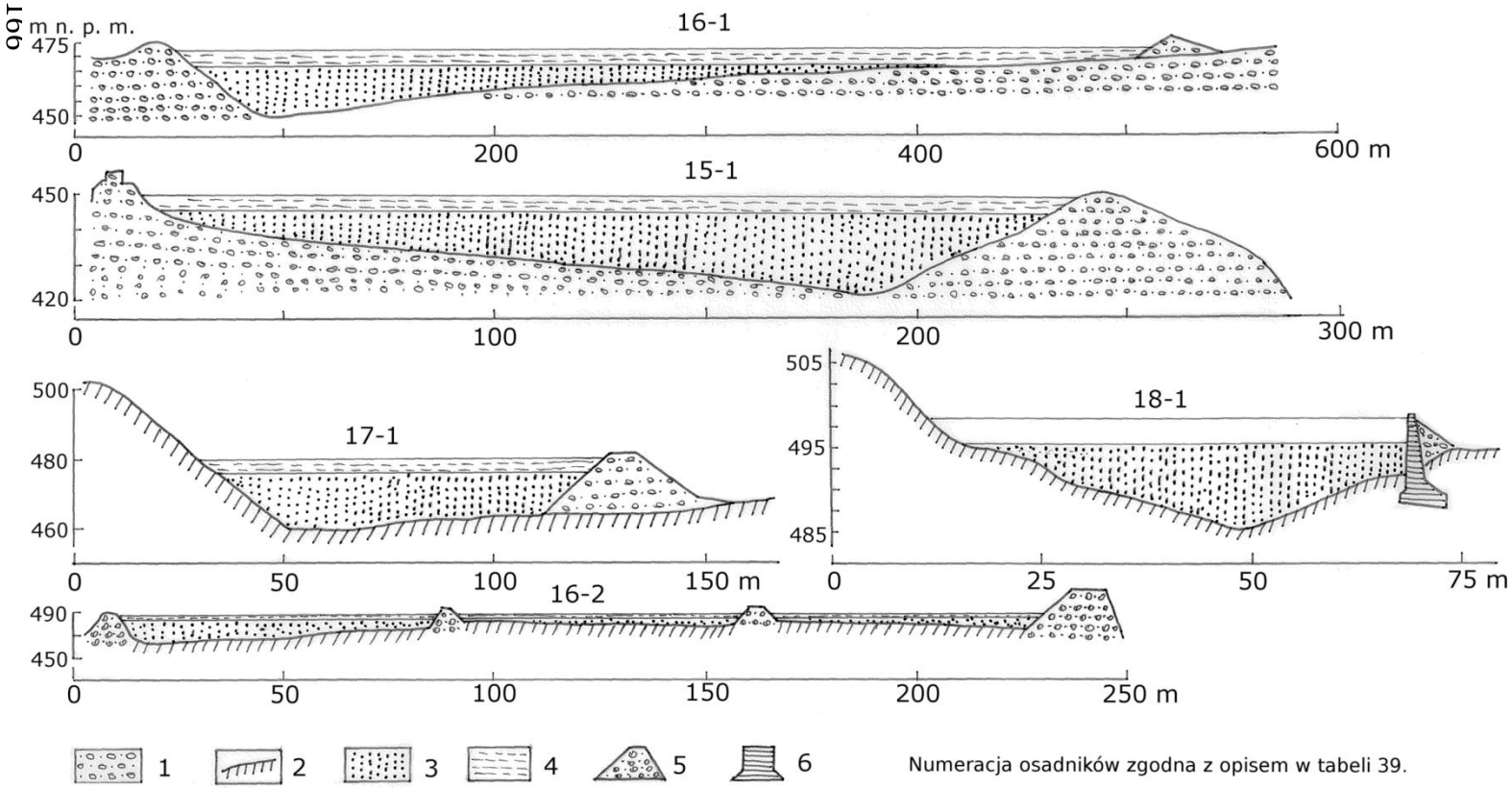
Rozpatrując położenie wałbrzyskich osadników w stosunku do powierzchni terenu, wydzielono dwa typy obiektów (ryc. 48):
– nadpoziomowe, zwane także nazwałowymi, ze względu na położenie w górnych częściach dużych zwałów,
– podpoziomowe, powstałe w obniżeniach terenu otoczonych hałdami, lub groblami oraz w specjalnie przystosowanych do tego celu dołach.

Jak wcześniej ustalono w rejonie wałbrzyskim powstało 16 osadników, które były czynne w różnych okresach działalności kopalń. Większość z nich (10 obiektów) to stawy osadowe nadpoziomowe utworzone w sztucznych zagłębieniach w obrębie zwałów (tab. 40). Obwałowania tych form leżą na różnych wysokościach (23–45 m) w stosunku do otaczającego je terenu. Przykładami takich osadników były obiekty 16–1, 11–3 i 12–3 powstałe w obrębie zwałów 4–1, 8–3 i 4–3. Stawy osadowe podpoziomowe występowały w obniżeniach terenu między hałdami (tzw. osadniki śródzwałowe) oraz w obrębie zabudowy kopalnianej. Były to obiekty 17–1 i 18–1 na polu górniczym szybu „Mieszko" (dawna kopalnia węgla „Wałbrzych") oraz osadnik 16–2, zlokalizowany obok zwału 9–2, zwany „mokrym składowiskiem odpadów" (ryc. 49).

Charakterystycznymi elementami osadników kopalnianych, jako antropogenicznych form rzeźby terenu, są misy stawów i ich obwałowania. W 1996 r. osadniki rejonu wałbrzyskiego zajmowały ogółem 74,2 ha, w tym użytkowane wówczas obiekty 59,5 ha. Misy stawów osadowych miały znacznie większą powierzchnię (45,9 ha, w tym obiekty czynne: 33,9 ha), niż obwałowania tych form (28,3 ha, w tym obiekty czynne: 25,6 ha). Pod koniec 1996 r. kubatura ogółu osad ników kopalnianych wraz ze składowanymi w nich odpadami wynosiła około 9 mln m^3, w tym użytkowanych wtedy obiektów około 7 mln m^3. Misy stawów osadowych miały objętość około 5,1 mln m^3, natomiast obwałowania 3,9 mln m^3 (tab. 25).



Ryc. 48. Typy osadników, ze względu na położenie w stosunku do hałd kopalnianych: 1 – skały płonne, 2 – osad ściekowy, 3 – woda nadosadowa, 4 – obwałowania osadnika, 5 – naturalne podłoże osadników i hałd kopalnianych. Opracowanie własne.



Ryc. 49. Przekroje wybranych osadników kopalnianych rejonu wałbrzyskiego charakteryzujące wielkość i rzeźbę tych obiektów: 1 – podłoże osadnika utworzone przez skały płonne, 2 – naturalne podłoże osadnika, 3 – osad ściekowy, 4 – woda nadosadowa, 5 – obwałowania osadnika utworzone z gleby i skał płonnych, 6 – zapora betonowa. Opracowanie własne na podstawie dokumentacji osadników kopalnianych pochodzącej z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego.

W latach 1975–1996 kopalnie posiadały osiem czynnych osadników. Siedem z nich znajdowało się w Kotlinie Wałbrzyskiej, a tylko jeden w Kotlinie Kuźnickiej. Pozostałe osiem obiektów przestało pełnić swe funkcje jeszcze przed 1975 r. Do dziś misy tych osadników są wypełnione mułem węglowym, żużlem, popiołem oraz różnymi odpadami z koksowni, gazowni i fabryki kwasu siarkowego (Hodurek i inni 1984, *Program ochrony... KWK Victoria* 1985, I 1985, I1985, Wójcik 1993a, 2006b). Zgromadzone w osadnikach odpady tworzą zwykle płaskie powierzchnie, tylko w niewielkiej części są zarośnięte drzewami, krzewami i trawami, co nastąpiło w wyniku rekultywacji tych obiektów lub samoistnego wkraczania na nie roślinności.

Rozmieszczenie ogółu osadników kopalnianych w badanym obszarze jest nierównomierne (ryc. 30). Obiekty te, ze względu na funkcje jakie pełniły, powstały w pobliżu większych szybów wydobywczych: „Victoria", „Mieszko", „Bolesław Chrobry", „Staszic", „Julia" i „Barbara", w odległości nie większej niż 800 m od nich. Występują prawie wyłącznie w Kotlinie Wałbrzyskiej, w jej południowo-zachodniej i centralnej części tworząc tam skupisko aż piętnastu osadników. Poza tym obszarem powstał tylko jeden staw osadowy – w Boguszowie-Gorcach na terenie Kotliny Kuźnickiej. Współczesne rozmieszczenie osadników w rejonie wałbrzyskim nawiązuje do miejsc wydobycia węgla, co było uwarunkowane względami ekonomicznymi. Większość stawów osadowych zajmowała znaczne powierzchnie: od kilku do kilkunastu hektarów. Czynnikami, które wpłynęły na takie, a nie inne rozmieszczenie omawianych obiektów były również urozmaicona rzeźba terenu i stosunkowo niewielka powierzchnia Kotliny Wałbrzyskiej, a także gęsta zabudowa mieszkalna i przemysłowa oraz sieć szlaków komunikacyjnych. Ograniczenia terenowe spowodowały, że prawie wszystkie stawy osadowe powstały w obrębie hałd. Rozmiary osadników były więc uwarunkowane także powierzchnią zwałów oraz istnieniem wolnych jeszcze przestrzeni między nimi. Z tych m.in. powodów wałbrzyskie stawy osadowe zajmowały zwykle znacznie mniejsze powierzchnie (maksymalnie 21 ha) niż osadniki powstałe w innych obszarach wydobycia węgla kamiennego. W zagłębiach : Górnośląskim i Ostrawsko-Karwińskim, a także w Zagłębiu Ruhry i Appalachijskim obiekty te często zajmują powierzchnię ponad 50 ha (Hornig 1955, 1968, Żmuda 1964, 1973, 1975, Zapletal 1968, 1973, Havrlant 1979, 1980, Mannion 2001).

Osadniki kopalniane rejonu wałbrzyskiego różniły się objętością oraz powierzchnią, jaką zajmowały, kubaturą nagromadzonych w misach odpadów, głębokością mis stawów, nachyleniem stoków i wysokością obwałowań oraz kształtem. Biorąc pod uwagę całkowitą powierzchnię tych form, największymi osadnikami były obiekty 11–3 (21,3 ha), 16–2 (18,7 ha) i 16–1 (17,0 ha), najmniejszymi zaś 17–1 (1,5 ha) i 18–1 (0,9 ha) (tab. 39). Większość stawów osadowych to zbiorniki jednokomorowe, po których pozostały do dziś różnej wielkości i głębokości zagłębienia w powierzchni terenu otoczone obwałowaniami (ryc. 49). Pozostałością po

osadnikach 16–2 i 11–3 są natomiast po dwa znacznych rozmiarów zagłębienia w powierzchni ziemi o płaskim dnie rozdzielone groblą. Formy te powstały w miejscach, gdzie jeszcze w 1996 r. były czynne osadniki dwukomorowe (ryc. 49).

Objętość poszczególnych osadników kopalnianych, wraz z nagromadzonymi w nich odpadami, była także zróżnicowana (tab. 39). Największą, pod względem

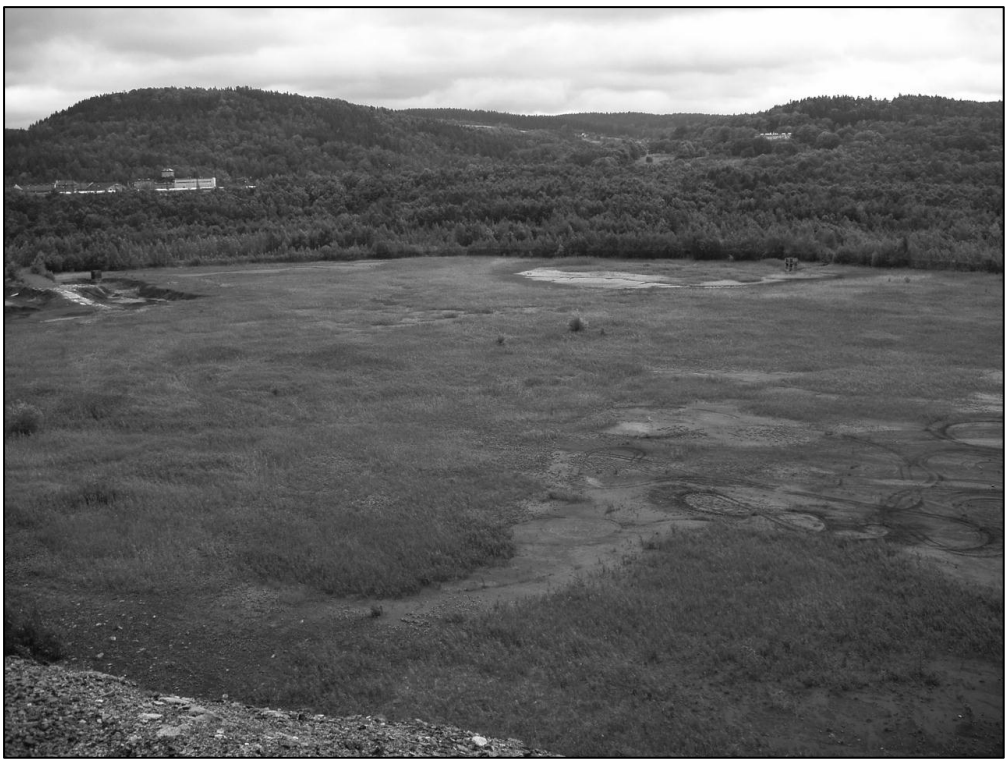
Tab. 39. Charakterystyka osadników kopalnianych na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego w latach 1975 i 1997.

Nr osadnika	Położenie osadnika	Okres użytkowania	Rodzaj składowanych odpadów	Głębokość wraz z odpadami (m)	Powierzchnia (ha)		Objętość (tys. m^3)	
					1975	1997	1975	1997
16–1	w Wałbrzychu Sobięcinie przy ulicy 1-go Maja	1961–1979 i 1983–1986	muły poflotacyjne	30	10	10,2	940	980
17–1	w Wałbrzychu Śródmieściu przy ulicy S. Moniuszki	1969–1997	muły poflotacyjne, popioły	28	15,9	16,1	1830	1920
18–1	na terenie pola górniczego „Mieszko" KWK „Wałbrzych" (osadnik dolny)	1932–1989	muły węglowe, odpady z koksowni	35	1,5	1,5	60	60
19–1	na terenie pola górniczego „Mieszko" KWK „Wałbrzych" (osadnik górny")	1964–1985	muły węglowe, odpady poflotacyjne	35	0,9	0,9	55	55
15–2	w Wałbrzychu Sobięcinie na północ od szybu „Victoria" (KWK „Victoria")	1910–1997	muły węglowe, popioły	15	2,7	3,3	62	82
16–2	w Wałbrzychu Gaju koło hałdy 9–2	1956–1997	muły węglowe, popioły	25	19,1	19,6	840	965
17–2	w Boguszowie-Gorcach na terenie Kuźnic Świdnickich	1947–1997	muły węglowe, odpady z kopalni barytu	20	1,3	1,3	450	450
11–3	w Wałbrzychu przy ulicy P. Wysockiego	1960–1989	muły węglowe, popioły	36	16,6	21,3	3945	4495
–	tereny górnicze kopalń węgla kamiennego	1910–1997	muły węglowe i poflotacyjne oraz popioły	15–36	68	74,2	8182	9007

16–1, 17–1, 18–1, 19–1: osadniki położone na terenie górniczym Kopalni Węgla Kamiennego „Wałbrzych". 15–2, 16–2, 17–2: osadniki położone na terenie górniczym Kopalni Węgla Kamiennego „Victoria". 11–3: osadnik położony na terenie górniczym Kopalni Węgla Kamiennego „Thorez". Opracowanie własne na podstawie danych z działów ochrony środowiska i geologiczno–mierniczych kopalń węgla kamiennego: „Victoria", „Thorez" i „Wałbrzych", z archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu oraz z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Wałbrzychu.

kubatury formą był obiekt 11–3 (3,32 mln m^3). Inne duże osadniki: 16–1, 15–1 i 16–2, miały znacznie mniejsze objętości, odpowiednio 1,85, 0,98 i 0,9 mln m^3. Najmniejsze tego typu obiekty, o kubaturze około 0,06 mln m^3 powstały natomiast w obrębie zabudowań kopalnianych. Po likwidacji kopalń węgla misy tych stawów zostały w całości wypełnione szlamem oraz różnymi odpadami z koksowni i fabryki kwasu siarkowego. Obecnie występują tam płaskie powierzchnie antropogeniczne (ryc. 50).

Charakterystycznymi cechami morfometrycznymi osadników są także wysokość i nachylenia obwałowań oraz głębokość mis tych form. W latach 1975–1996 wymienione wyżej elementy geometryczne osadników często się zmieniały, w związku z okresowym wybieraniem nagromadzonych tam odpadów, pogłębianiem komór stawów osadowych oraz rozbudową obwałowań. Od 1997 r. obiekty te przestały pełnić swe funkcje, a ich rzeźba nie ulegała już tak znacznym, jak wcześniej przeobrażeniom. Misy większości osadników zostały w różnym stopniu wypełnione mułem węglowym i popiołami, a różnice wysokości między powierzchnią utworzoną przez nagromadzone tam odpady a obwałowaniami wynoszą od 3 do 6 m. W okresie, kiedy omawiane obiekty były czynne, deniwelacje w obrębie tych



Ryc. 50. Płaska powierzchnia antropogeniczna powstała w miejscu dawnego stawu osadowego na terenie Wałbrzycha Śródmieścia (fot. J. Wójcik).

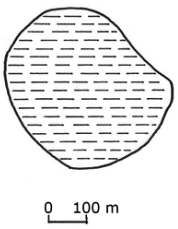
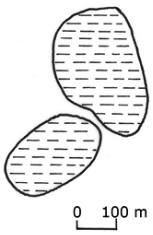
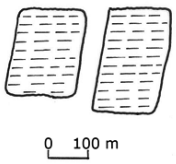
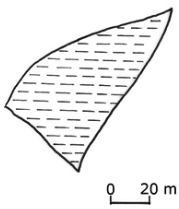
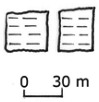
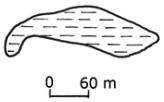
form wynosiły czasem nawet 32 m (*Program ochrony.... KWK Wałbrzych* 1985). Nachylenia obwałowań i grobli w obrębie osadników, a także długość, szerokość i wysokość tych form zależały od wielkości stawu osadowego oraz jego położenia w stosunku do rzeźby terenu. Osadniki nazwałowe były w całości zamknięte obwałowaniami o wysokościach 6–8 m i szerokości 8–15 m. Zewnętrzne powierzchnie obwałowań były często górnymi fragmentami stoków hałd, w obrębie których powstały te zbiorniki a ich nachylenie wahało się od 30° do 38°. Wewnętrzne powierzchnie obwałowań, tworzące misy stawów osadowych, miały zwykle mniejsze nachylenia (18–28°), a ponadto były przeważnie obudowane płytami betonowymi. Charakterystyczną cechą wałów otaczających misy osadników nazwałowych jest przeważnie asymetryczny profil poprzeczny tych form (ryc. 49). Niektóre stawy osadowe powstałe obok hałd graniczyły bezpośrednio z tymi formami. Na znacznych odcinkach rolę obwałowań pełniły tam dolne części stoków zwałów przylegające do stawów osadowych. Należy także podkreślić, że wały osadników śródzwałowych są zwykle bardziej zróżnicowane, ze względu na wielkość, niż obwałowania form powstałych na hałdach, co wynika z urozmaiconej rzeźby terenu podłoża i otoczenia tych obiektów.

Osadniki kopalniane rejonu wałbrzyskiego mają różne kształty uwarunkowane charakterem miejsca, w którym powstały. Stawy osadowe nazwałowe są przeważnie koliste, owalne lub prostokątne i nawiązują zwykle do zarysu wierzchowiny hałdy. Pozostałe obiekty mają kształty trójkątów i kwadratów, a także nieregularne. Zróżnicowanie kształtów osadników kopalnianych, na przykładach wybranych obiektów, przedstawiono na ryc. 51.

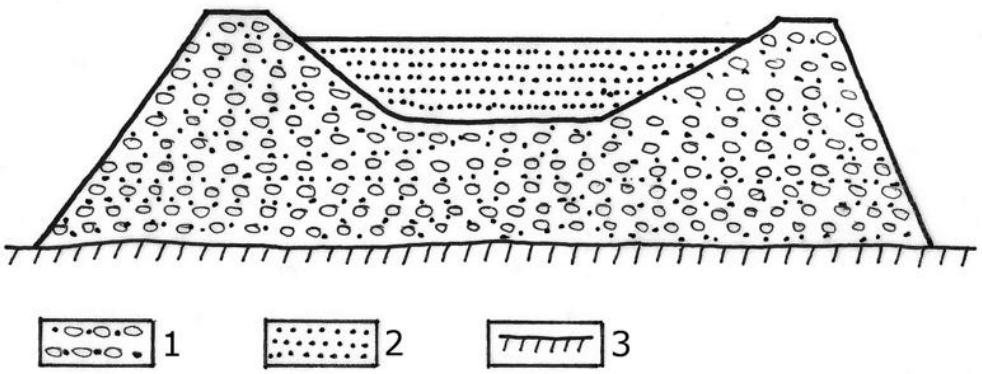
Większość wałbrzyskich osadników jest ściśle powiązana z hałdami. Formy te powstały bowiem w górnych częściach zwałów, co spowodowało przemodelowanie wierzchowin i stoków tych hałd. Rozmiary i kształty osadników były więc uwarunkowane wielkością i zarysem wierzchowiny zwału, w obrębie której powstały te obiekty. Wskutek „nałożenia się" osadników na hałdy powstały specyficzne antropogeniczne formy terenu o dwudzielnej strukturze (ryc. 52). Są one zbudowane ze skał płonnych, na których zalega warstwa szlamu i mułu węglowego oraz popiołów powstałych w stawach osadowych na skutek oczyszczania tam ścieków kopalnianych i pochodzących z elektrociepłowni.

Wraz z likwidacją kopalń węgla, z osadników wypuszczono wodę i osuszono misy większości tych form. Od 1998 r. powierzchnie den dawnych stawów osadowych są wykorzystywane do składowania tam różnych odpadów komunalnych i przemysłowych. W niektórych osadnikach powstały kilkumetrowej wysokości składowiska odpadów o powierzchni do 1000 m^2. Formy te spowodowały wtórne przemodelowanie zwykle płaskich powierzchni den osadników.

Z ustaleń autora wynika, że w 2000 r. było zrekultywowane oraz zarosło drzewami, krzewami i trawami około 55% powierzchni osadników. Jedynie

Wyszczególnienie	Położenie i kształt osadnika		
	kolisty: 17-1*	owalny; 16-2*	prostokątny: 11-3*
Osadniki nazwałowe *-położenie osadnika opisano w tabeli nr 40			
	trójkątny: przy dawnym szybie "Eugeniusz" (KWK „Wałbrzych")	kwadratowy: na terenie dawnej koksowni "Wałbrzych"	nieregularny: przy dawnym szybie "Staszic" (KWK „Wałbrzych")
Inne osadniki przemysłowe			

Ryc. 51. Kształty osadników przemysłowych występujących w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1996. Opracowanie własne na podstawie map sytuacyjno-wysokościowych terenów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i różnych dokumentów kopalnianych.

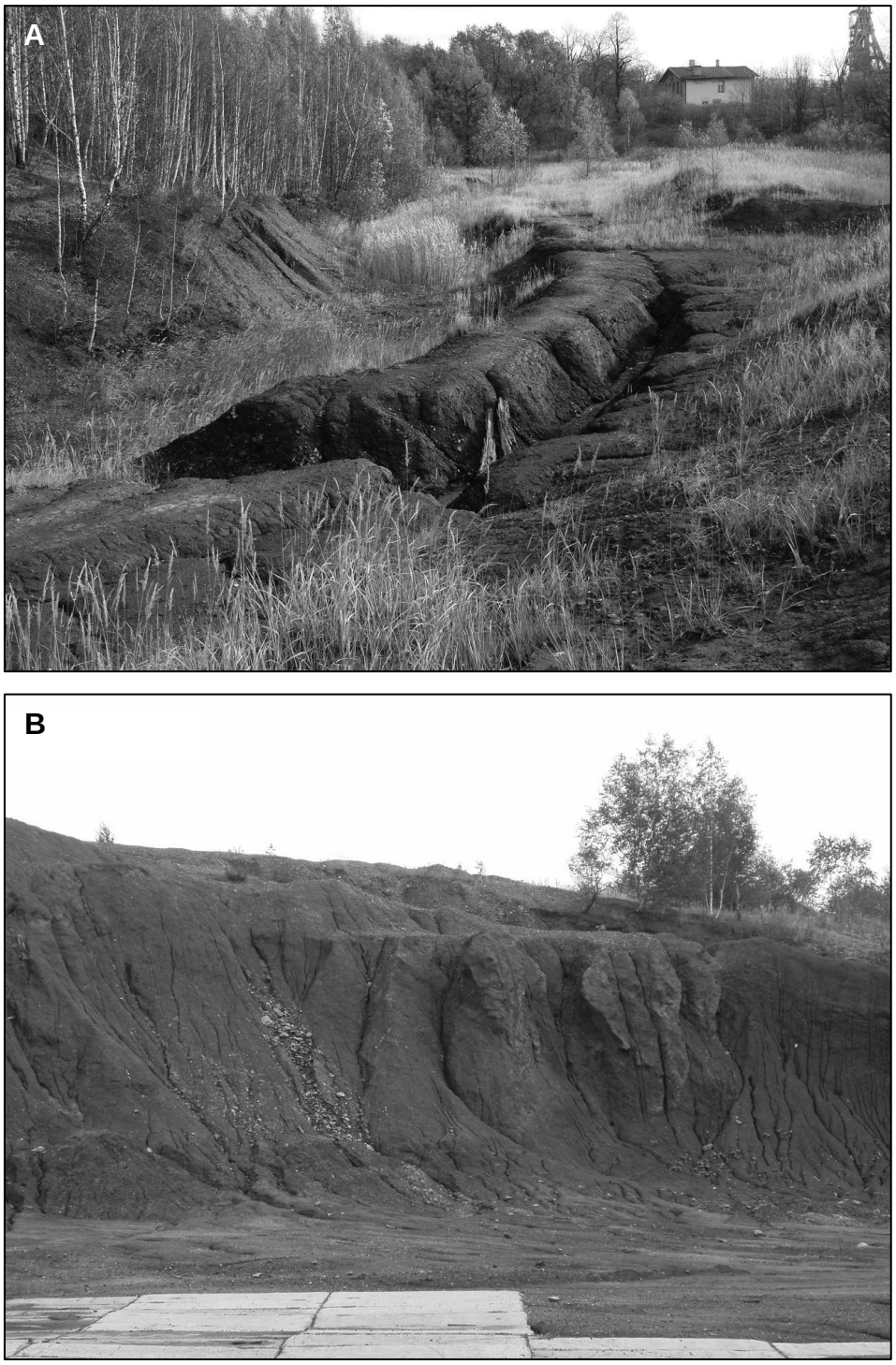


Ryc. 52. Dwudzielna struktura formy antropogenicznej utworzonej przez hałdę i występujący w jej obrębie osadnik nazwałowy: 1 – skały płonne, 2 – osady ściekowe, 3 – podłoże naturalne. Opracowanie własne.

z dwóch: 15–1 i 18–1, położonych w pobliżu stacji kolejowych Wałbrzych Główny i Wałbrzych Fabryczny, do 2000 r. wydobywano muły węglowe. Do dziś powstałe wskutek tej działalności doły o łącznej powierzchni 2,5 ha i głębokości kilkunastu metrów, nie zostały zrekultywowane (ryc. 53). Specyficzne odpady występujące w osadnikach oraz brak zrekultywowania tych obiektów na powierzchni około 33 ha sprzyjają zachodzącym tam procesom erozji i ruchom masowym (ryc. 54). Tereny te mogą być poligonem do badania tych procesów i ich skutków w obrębie osadów pochodzenia antropogenicznego. Zbytnio przesuszone niezrekultywowane powierzchnie osadników utworzone z mułu węglowego i szlamów kopalnianych podlegają także intensywnej deflacji. Do dziś są one źródłem zanieczyszczania powietrza pyłami w okolicy tych obiektów.

Przeobrażanie rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego spowodowane rozwojem przemysłu polegało też na niwelowaniu nierówności w ukształtowaniu powierzchni ziemi i tworzeniu różnej wielkości powierzchni płaskich. Powstały one na skutek składowania odpadów w obniżeniach terenu, głównie skał płonnych. Płaskie powierzchnie antropogeniczne występują na terenach jeszcze niedawno należących do kopalń węgla i koksowni oraz w pobliżu zakładu „Interminglass" (dawna Huta Szkła „Wałbrzych") (ryc. 55). Z szacunkowych ustaleń autora wynika, że powstałe

Ryc. 53. Doły po eksploatacji mułów węglowych z osadnika należącego niegdyś do kopalni „Wałbrzych" (fot. J. Wójcik).

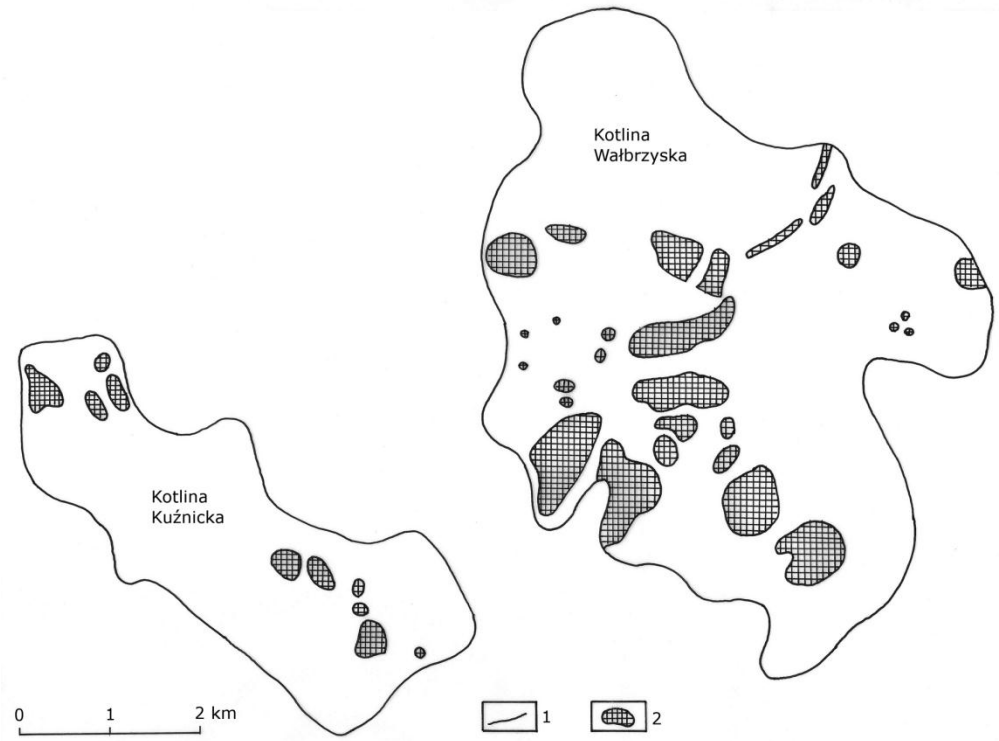


Ryc. 54. Skutki procesów erozyjnych w odpadach powęglowych pozostawionych w dnie osadnika kopalnianego (A) oraz w obrębie stoków utworzonych z mułów węglowych (B) (fot. J. Wójcik).

w ten sposób powierzchnie zajmowały w 2000 r. około 5,5 ha. Zapewne wartość ta jest zaniżona, gdyż obejmuje jedynie te powierzchnie, które nie zostały wówczas zagospodarowane. Niwelowanie terenu za pomocą odpadów przez kopalnie węgla miało m.in. na celu uzyskanie nowych powierzchni pod zabudowę. Innym przykładem jest wspomniany wyżej teren przemysłowy dawnej Huty Szkła „Wałbrzych". Składowanie tam odpadów pochodzących z wyżej wymienionego zakładu miało na celu wyrównanie terenu pod rozbudowę bocznicy kolejowej. Planowana inwestycja jednak nie powstała. Można przypuszczać, że działania te powodowały pewne oszczędności związane z wywożeniem mniejszych ilości odpadów na obce składowiska, bowiem zakład ten nie posiadał wówczas własnego wysypiska odpadów.

Pod wpływem antropopresji związanej z rozwojem przemysłu powstała warstwa utworów antropogenicznych pokrywających w wielu miejscach dno i zbocza kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej (ryc. 56). Tworzą ją głównie skały płonne (piaskowce, zlepieńce, mułowce, iłowce, łupki ilaste) powstałe podczas wydobycia i wzbogacania węgla oraz udostępniania złóż tego surowca, a ponadto muły i szlamy węglowe oraz inne odpady przemysłowe i komunalne. Pionowy zasięg występowania omawianych utworów antropogenicznych jest zróżnicowany: od 420 do 580 m n.p.m. w Kotlinie Wałbrzyskiej i od 510 do 575 m n.p.m. w Kotlinie Kuźnickiej. Noosfera badanego obszaru, rozumiana jako „warstwa nowych osadów" (antropo-

Ryc. 55. Płaska powierzchnia antropogeniczna powstała na przedpolu hałdy 9–2 w Wałbrzychu Sobięcinie wykorzystywana do składowania odpadów (fot. J. Wójcik).



Ryc. 56. Warstwa utworów antropogenicznych związanych z rozwojem przemysłu pokrywających dna i zbocza kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej: 1 – zasięg kotlin, 2 – utwory antropogeniczne związane z rozwojem przemysłu. Opracowanie własne.

genicznych) o specyficznej treści składu mineralnego, cechuje się także różną miąższością: od 3 do 105 m, nie tworzy jednak ciągłej powierzchni. Występujące na terenie Kotliny Kuźnickiej utwory antropogeniczne mają także znacznie mniejszą miąższość (do 45 m), niż w Kotlinie Wałbrzyskiej (do 105 m).

Górnicze zmiany rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego są związane również z odkrywkową eksploatacją różnych skał budowlanych i kruszyw naturalnych. W badanym okresie, na skalę przemysłową wydobywano tu jedynie melafiry i ryolity, wcześniej zaś piaskowce, zlepieńce i gnejsy oraz gliny morenowe, iły warwowe, piaski i żwiry. Eksploatacja wyżej wymienionych surowców była rozproszona, co wiązało się z różnymi miejscami ich występowania. Skały lite wydobywano drążąc wyrobiska stokowe w obrębie wzniesień występujących na terenie kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej oraz gór otaczających te obniżenia. Kruszywa naturalne i surowce ilaste eksploatowano natomiast z osadów rzecznych i polodowcowych występujących w dolinach rzek na terenie wyżej wymienionych kotlin oraz na Pogórzu Wałbrzyskim. Rzeźbotwórczym skutkiem rozwoju górnictwa odkrywkowego w badanym obszarze są więc wyrobiska kamieniołomów rozcinające stoki gór oraz różnej

wielkości doły po gliniankach, piaskowniach i żwirowniach. Przeobrażenia w powierzchni ziemi rejonu wałbrzyskiego spowodowane odkrywkową eksploatacją skał są o wiele mniejsze od tych, które powstały pod wpływem kopalnictwa węgla, ze względu na niewielkie wydobycie tych surowców i stosunkowo małą ilość „wytwarzanych" odpadów. W latach 1960–1975 niektóre wyrobiska glinianek, piaskowni i żwirowni w Kotlinie Wałbrzyskiej oraz na Pogórzu Wałbrzyskim przestały istnieć jako antropogeniczne formy terenu, gdyż zasypano je ziemią i odpadami, w związku z przeznaczeniem tych terenów pod zabudowę mieszkalną i szlaki komunikacyjne. Po 1975 r. w badanym obszarze nie powstały nowe wyrobiska kruszyw i surowców ilastych. Wniosek ten wynika m.in. z analizy treści map topograficznych 1:10 000, obejmujących rejon wałbrzyski, aktualizowanych dla lat 1976 i 1996[4] oraz różnych niepublikowanych źródeł wykorzystanych w niniejszej pracy. Zawarte w materiałach źródłowych informacje na temat rozpatrywanych form antropogenicznych zweryfikowano w trakcie prac terenowych. Ustalono, że w latach 1975–2000 w badanym obszarze było 128 wyrobisk po odkrywkowej eksploatacji różnych skał. Ustalono także, jakie były rozmiary i przestrzenne zróżnicowanie przeobrażeń spowodowanych odkrywkowym pozyskiwaniem surowców mineralnych według stanu na 2000 r. Zwrócono uwagę na powierzchnię i objętość istniejących wówczas form antropogenicznych oraz na ich położenie w stosunku do naturalnych form terenu. Dokonano również uporządkowania form, ze względu na typ wyrobiska oraz położenie w obrębie jednostek administracyjnych tworzących rejon wałbrzyski.

Największe przeobrażenia w ukształtowaniu powierzchni ziemi spowodowane odkrywkową eksploatacja skał powstały na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc, a więc miast pełniących, przede wszystkim, funkcje przemysłowe (tab. 40). W granicach administracyjnych pierwszego z wyżej wymienionych miast występuje 68 różnej wielkości zagłębień po wydobyciu skał, które przemodelowały rzeźbę terenu na powierzchni około 27 ha. W Boguszowie-Gorcach powstało natomiast 37 wyrobisk, które przeobraziły około 6,8 ha gruntów. Rozpatrywane formy antropogeniczne zajmują w Wałbrzychu prawie czterokrotnie większą powierzchnię, niż w Boguszowie-Gorcach, zaś łączna ich objętość jest tylko 1,2 razy większa (odpowiednio 770 i 632 tys. m^3). Wynika to ze znacznej objętości kamieniołomów ryolitów i stosunkowo niewielkiej powierzchni tych form, rozcinających stoki wznie-

[4] Mapa topograficzna Polski. Arkusze: Grzędy Dolne (462.343), Boguszów-Gorce (462.341), Jedlina-Zdrój (462.344), Wałbrzych (462.342). Główny Urząd Geodezji i Kartografii, OPGK Kraków 1977. Opracowanie kartograficzne 1976. Mapa topograficzna Polski. Arkusze: Boguszów –-Gorce – Kuźnice Świdnickie (M-33-45-C-d-2), Grzędy (M-33-45-C-d-1), Boguszów-Gorce (M-33-45-C-b-1), Wałbrzych Piaskowa Góra (M-33-45-D-a-1), Wałbrzych Rusinowa (M-33-45-D-a-4), Wałbrzych Podgórze II (M-33-45-D-c-1), Wałbrzych (M-33-45-D-a-3), Jedlina-Zdrój (M-33-45-D-c-2), Czarny Bór (M-33-45-C-b-3). Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna. Opracowanie topograficzne 1996. OPGK Rzeszów 1998.

Tab. 40. Powierzchnia i objętość wyrobisk związanych z odkrywkową eksploatacją skał na terenie rejonu wałbrzyskiego w 2000 r.

Wyszczególnienie	Wałbrzych			Boguszów--Gorce			Szczawno--Zdrój			Jedlina-Zdrój			Rejon wałbrzyski		
	Ilość	P (ha)	V (tys.m^3)	Ilość	P(ha)	V (tys.m^3)	Ilość	P(ha)	V(tys.m^3)	Ilość	P(ha)	V (tys.m^3)	Ilość	P(ha)	V(tys.m^3)
kamieniołomy piaskowców i zlepieńców	33	14,57	265,1	4	1,97	26	2	0,02	0,2	5	1,2	14	44	17,76	305,3
kamieniołomy ryolitów	5	0,2	20	16	1,96	431,5	3	0,15	17	2	0,3	55	26	2,61	523,5
kamieniołomy melafirów	3	1,1	109	5	0,71	65,2	0	0	0	0	0	0	8	1,77	173,7
kamieniołomy gnejsów	2	0,1	0,8	0	0	0	0	0	0	1	0,1	1	3	0,2	1,8
glinianki	12	5,8	210	6	1,25	65	2	0,15	10	3	0,5	35,4	23	7,7	320,4
żwirownie i piaskownie	13	5,6	165,5	6	0,95	44	3	0,55	29	2	0,2	15	24	7,3	253,5
ogółem	68	27,37	769,9	37	6,84	631,7	10	0,87	56,2	13	2,3	120,4	128	37,34	1578,2
powierzchnia jednostki administracyjnej	-	8500	-	-	2700	-	-	1490	-	-	1750	-	-	14400	-
wielkość przeobrażonej powierzchni (w %)	-	0,32	-	-	0,25	-	-	0,06	-	-	0,13	-	-	0,26	-

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

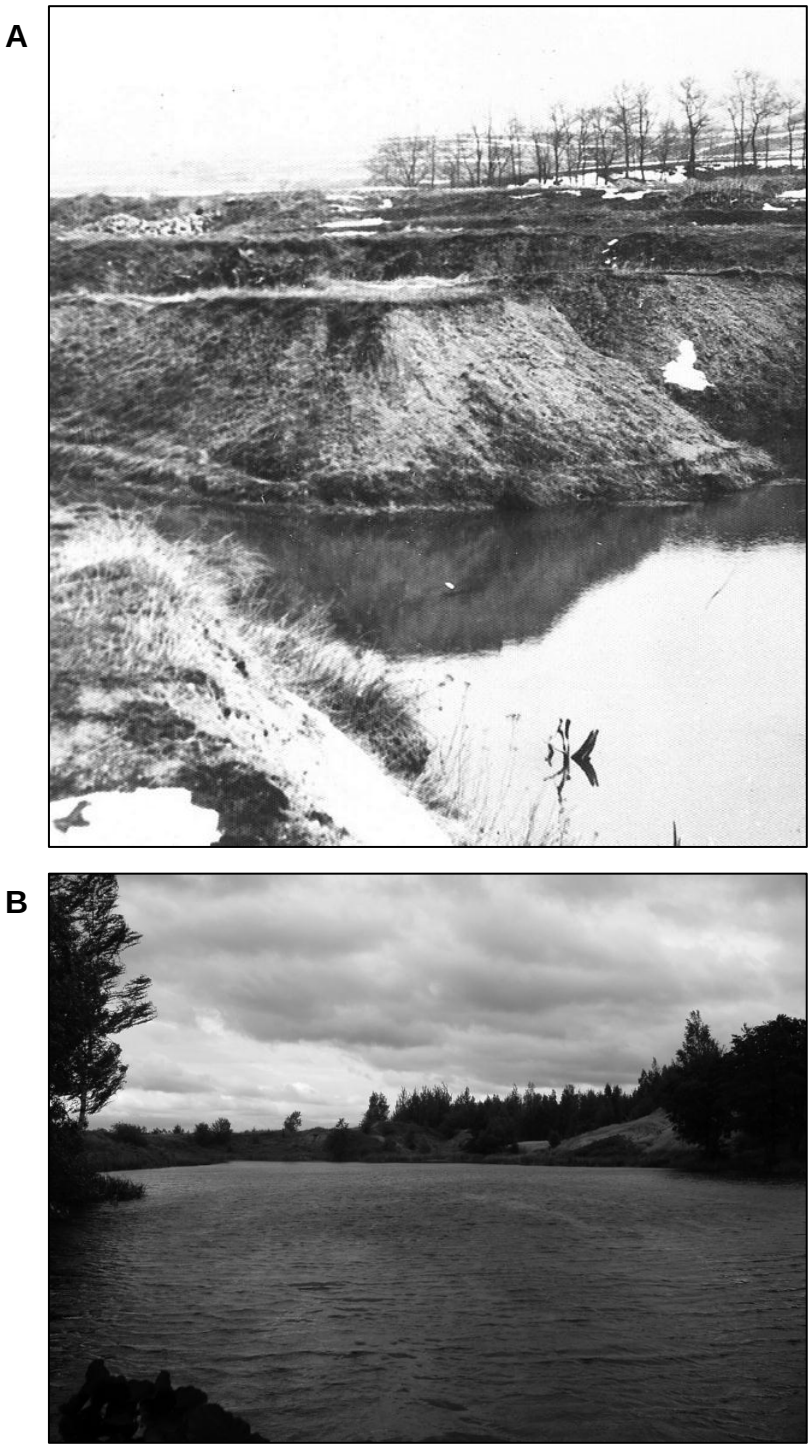
sień na terenie Kotliny Kuźnickiej. W Jedlinie-Zdroju i Szczawnie-Zdroju rozmiary przeobrażeń w rzeźbie terenu powstałe na skutek odkrywkowej eksploatacji skał są znacznie mniejsza niż w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach. Ogółem zinwentaryzowano tam 23 wyrobiska o łącznej objętości 177 tys. m^3, zajmujące 31,1 ha gruntów (tab. 40).

Największe rozmiary przeobrażeń w rzeźbie terenu, w stosunku do powierzchni jednostek administracyjnych tworzących rejon wałbrzyski, występują także na terenie Wałbrzycha (0,32%) i Boguszowa-Gorc (0,25%), o wiele mniejsze w Jedlinie-Zdroju (0,13%) i w Szczawnie-Zdroju (0,06%) (tab. 40).

Analizując położenie omawianych form antropogenicznych na tle naturalnej rzeźby terenu ustalono, że znacznie większe przeobrażenia powstały w stokach wzniesień i gór, aniżeli w dnach kotlin oraz na powierzchnie płaskich w strefie Pogórza Wałbrzyskiego. Wyrobiska kamieniołomów przemodelowały bowiem około 22,4 ha powierzchni stokowych, natomiast zagłębienia po wydobyciu glin, iłów, piasków i żwirów około 15 ha gruntów (tab. 40). Największe, pod względem powierzchni, zmiany w rzeźbie terenu spowodowało wydobycie piaskowców i zlepieńców (17,8 ha). Objętość ogółu pozostałych po tej działalności wyrobisk wynosi około 305 tys. m^3. Poszczególne formy mają zwykle niewielkie rozmiary (przeciętna powierzchnia to 0,4 ha, a objętość 6,9 tys. m^3). Odkrywki, w których eksploatowano piaskowce i zlepieńce występują głównie na terenie Wałbrzycha (33 spośród 44 w badanym obszarze). W rejonie wałbrzyskim od dawna nie prowadzi się wydobycia wyżej wymienionych skał, a powstałe wyrobiska są przeważnie zarośnięte drzewami i krzewami maskującymi te formy. Kamieniołomy ryolitów i melafirów przeobraziły stoki Gór Wałbrzyskich i wzniesień w Kotlinie Kuźnickiej. Dna tych form zajmują niewielkie powierzchnie, zwykle kilkaset, rzadko kilka tysięcy metrów kwadratowych. Ze względu na duże nachylenia stoków wzniesień, w obrębie których wydobywa się ryolity i melafiry, ściany niektórych wyrobisk osiągają znaczne wysokości, nawet 70 m. Pomimo niewielkiej powierzchni jaką zajmuje większość tego typu wyrobisk, powstała po wybraniu skały przestrzeń cechuje się znaczną objętością – nawet 170 tys. m^3. Kamieniołomy melafirów i ryolitów należą do największych, pod względem objętości, form antropogenicznych związanych z odkrywkowym górnictwem surowców skalnych w badanym obszarze (tab. 30).

Doły po gliniankach, piaskowniach i żwirowniach zostały zalane wodą, a także zarosły lub w części zasypano je różnymi odpadami. Formy te przemodelowały płaskie i faliste powierzchnie kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, dolinę Bystrzycy w rejonie Jedliny-Zdroju oraz południową część Pogórza Wałbrzyskiego (ryc. 57). Na skutek eksploatacji piasków, żwirów, glin i iłów warwowych przeobrażeniu uległo około 15 ha gruntów, a objętość powstałych wyrobisk oszacowano na około 574 tys. m^3 (tab. 41).

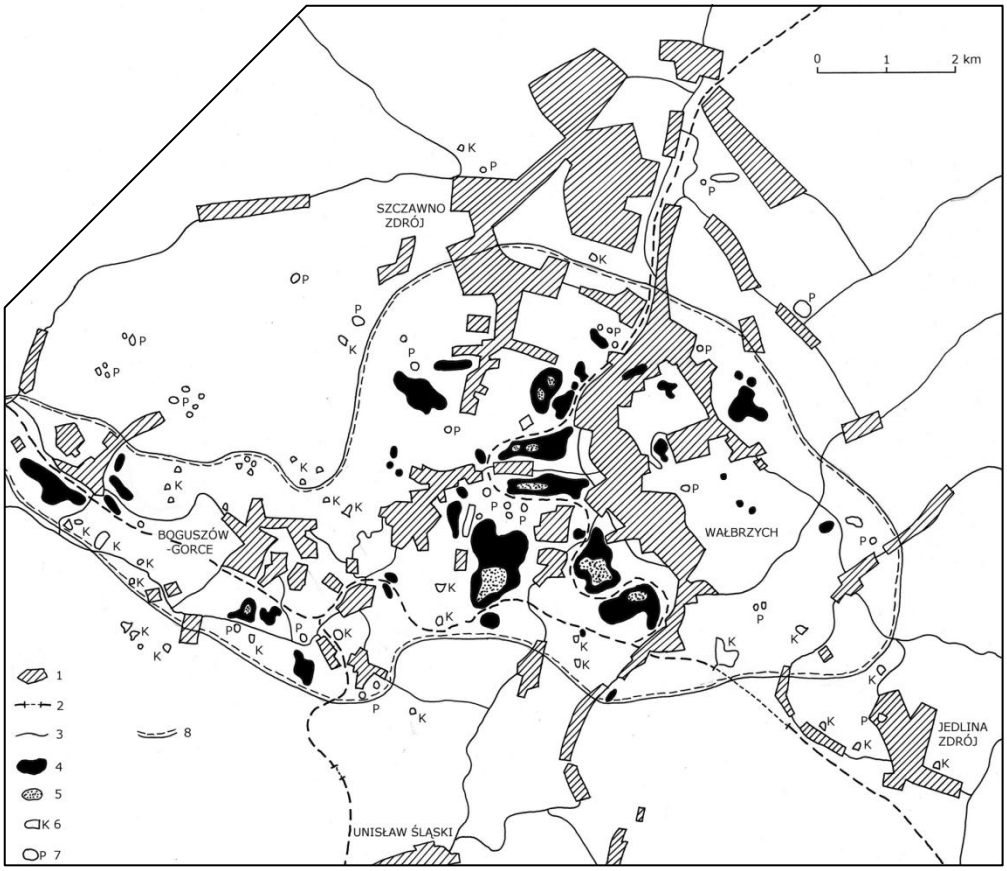
W podsumowaniu należy podkreślić, że odkrywkowe górnictwo skał i kruszyw naturalnych spowodowało przemodelowanie rzeźby terenu na powierzchni około 37 ha. W 2000 r. na obszarze rejonu wałbrzyskiego zinwentaryzowano 128 różnej wielkości wyrobisk na powierzchni ziemi o łącznej objętości około 1,58 mln m^3. Najwięcej odkrywek powstało na terenie Wałbrzycha (68), natomiast największe (ze względu na powierzchnię) przeobrażenia wiążą się z wydobyciem piaskowców i zlepieńców (17,8 ha). Większość wyrobisk to niewielkie formy a ich rozmieszczenie charakteryzuje się znacznym rozproszeniem. W porównaniu do powierzchni rejonu wałbrzyskiego (144 km^2) rozmiary powstałych przeobrażeń są nieznaczne (0,26% powierzchni badanego obszaru) (tab. 40). Można stwierdzić, że



Ryc. 57. Wyrobisko glinianki w Wałbrzychu Poniatowie (fot. J. Wójcik). A – fragment ścian wyrobiska w 1975 r., B – staw do hodowli ryb powstały na terenie dawnego wyrobiska (stan z 2000 r.).

eksploatacja skał metodą odkrywkową nie odegrała istotnej roli w przemodelowaniu rzeźby terenu badanego terenu.

Rozmieszczenie form antropogenicznych powstałych pod wpływem przemysłu, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu górnictwa węgla kamiennego i odkrywkowego pozyskiwania surowców skalnych, przedstawiono na ryc. 58.



Ryc. 58. Rozmieszczenie form antropogenicznych w rejonie wałbrzyskim powstałych pod wpływem przemysłu w latach 1865–2000: 1 – zabudowa, 2 – linie kolejowe/tunel, 3 – drogi, 4 – hałdy kopalniane i inne składowiska odpadów przemysłowych, 5 – osadniki kopalniane i przemysłowe, 6 – wyrobiska kamieniołomów (k), 7 –wyrobiska glinianek oraz piaskowni i żwirowni (p), 8 – maksymalny zasięg rozprzestrzenienia robót górniczych związanych z wydobyciem węgla kamiennego. Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

10.7. Próba oceny antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu

Badania antropogenicznych zmian rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego były ukierunkowane m.in. na ustalenie wymiarów poszczególnych form, ich kształtu oraz

położenia na tle naturalnych form ukształtowania powierzchni ziemi. Morfografia i morfometria badanych form stanowiła podstawę do oceny przeobrażenia rzeźby terenu. Zestawienie zbiorcze wielkości form antropogenicznych, w nawiązaniu do ich zróżnicowania na formy wypukłe, wklęsłe i płaskie oraz powstałe pod wpływem niszczącej i budującej działalności człowieka, przedstawiono w tab. 41. Zestawione w niej dane określają rzeczywiste rozmiary antropogenicznych zmian w powierzchni terenu związane z rozwojem przemysłu. Nie mówią one jednak o przestrzennym zróżnicowaniu przeobrażeń i stopniu przemodelowania naturalnej rzeźby terenu. W celu określenia przestrzennego zróżnicowania wielkości przemysłowych przeobrażeń w powierzchni terenu i oceny tych zmian przeprowadzono analizę porównawczą powierzchni, objętości i wysokości (lub głębokości) form antropogenicznych z analogicznymi cechami geometrycznymi sąsiadujących z nimi form naturalnych. Badania dotyczyły dwóch obszarów: Kotliny Wałbrzyskiej i Kotliny Kuźnickiej. Regiony te wybrano celowo, gdyż tam właśnie występują wszystkie znane z rejonu wałbrzyskiego formy antropogeniczne i w związku z tym wyżej wymienione obsza-

Tab. 41. Porównanie powierzchni i objętości form antropogenicznych z powierzchnią i objętością form naturalnych w kotlinach: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej.

Wyszczególnienie					Kotlina Wałbrzyska (46 km^2: obszar ograniczony poziomicą 580 m n.p.m)	Kotlina Kuźnicka (19 km^2: obszar ograniczony poziomicą 575 m n.p.m.	Rejon wałbrzyski (w granicach wydzielonych jednostek)
Formy antropogeniczne	utworzone wskutek działalnosci budującej	wypukłe	hałdy kopalniane wysypiska odpadów przemysłowych	p	299,0	47,0	346,0
				o	67,3	16,3	83,6
			osadnik i kopalniane	p	65,0	9,2	74,2
				o	8,3	0,75	9,05
		powierzchnie płaskie		p	5,0	0,5	5,5
	Utworzone wskutek działalności niszczącej	wklęsłe	niecki z osiadania	p	2900,0	600 (660 razem z terenem kopalni barytu)	3500 (3560 razem z terenem kopalni barytu)
			wyrobiska odkrywkowe	p	27,3	6,8	34,1
				o	0,77	0,63	1,4
Formy naturalne	wzniesienia terenu			p	183,0	155	338
				o	40,9	104	144,9
	powierzchnie płaskie			p	80,0	105	185
	obniżenia terenu			p	450,0	400	850

p – powierzchnia (ha), o – objętość (mln m^3)
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

ry są typowe do zbadania stopnia przemodelowania rzeźby terenu przez przemysł. Syntetyczne wyniki badań autora na ten temat przedstawiono w cytowanej wyżej tab. 41.

Ustalono, że największe pod względem rozmiarów antropogeniczne zmiany w powierzchni ziemi powstały na skutek niszczącej działalności człowieka. Osiadanie górotworu, w związku z podziemną eksploatacja kopalin, spowodowało zniekształcenie rzeźby terenu na powierzchni 3560 ha. Znacznie większy obszar zajmują deformacje powierzchni ziemi na terenie Kotliny Wałbrzyskiej (2900 ha), niż w Kotlinie Kuźnickiej (600 ha, około 660 ha z terenem Kopalni Barytu „Boguszów"). Wiąże się to ze zróżnicowanym zasięgiem robót górniczych i wielkością wydobycia węgla na tych obszarach. W porównaniu do naturalnych obniżeń terenu, wklęsłe formy antropogeniczne (wyrobiska odkrywkowe) i obszary, na których stwierdzono zniekształcenia powierzchni spowodowane osiadaniem górotworu, zajmują w Kotlinie Wałbrzyskiej sześć i pół razy większą, a w Kotlinie Kuźnickiej półtorakrotnie większą powierzchnię. Biorąc natomiast pod uwagę wielkość zdeformowanej na skutek osiadania powierzchni terenu, w stosunku do powierzchni wyżej wymienionych regionów ustalono, że w Kotlinie Wałbrzyskiej przemodelowaniu uległo 63%, a w Kotlinie Kuźnickiej 34,5% powierzchni tych obszarów.

Wielkość powierzchni zajętej przez antropogeniczne i naturalne formy wypukłe, w wyżej wymienionych kotlinach, jest także zróżnicowana. W Kotlinie Wałbrzyskiej formy powstałe wskutek budującej działalności człowieka zajmują znacznie większą powierzchnię, aniżeli naturalne formy wypukłe (odpowiednio: 364 ha i 183 ha). Również objętość wszystkich tego typu form antropogenicznych jest tam znacznie większa od objętości ogółu wypukłych form naturalnych (75,6 mln m^3 i 40,9 mln m^3). W Kotlinie Kuźnickiej stwierdzono natomiast odwrotne proporcje między powierzchnią i objętością naturalnych i antropogenicznych wzniesień w powierzchni ziemi. Wypukłe formy naturalne zajmują tam ogółem większą powierzchnię i mają większą objętość niż rozpatrywane formy antropogeniczne (155 ha i 56,2 ha oraz 104 mln m^3 i 17 mln m^3). Formy antropogeniczne utworzone wskutek działalności budującej przemodelowały 3% powierzchni Kotliny Kuźnickiej i aż 7,9% powierzchni Kotliny Wałbrzyskiej.

Powierzchnie płaskie powstałe na skutek zasypania odpadami przemysłowymi zagłębień terenu nie odgrywają w wyżej wymienionych kotlinach znaczącej roli rzeźbotwórczej. Formy te zajmują tylko 0,08% powierzchni tych obszarów, w tym 0,1% powierzchni Kotliny Wałbrzyskiej i 0,03% powierzchni Kotliny Kuźnickiej. Przeobraziły one ogółem 5,5 ha gruntów, co stanowi około 3% naturalnych powierzchni płaskich w wyżej wymienionych kotlinach (0,5% w Kotlinie Kuźnickiej i 6,3% w Kotlinie Wałbrzyskiej).

Na podstawie przeprowadzonych porównań powierzchni i objętości form naturalnych i antropogenicznych oraz wielkości przemodelowanej przez przemysł powierzchni ziemi ustalono, że rozmiary i stopień przeobrażenia rzeźby terenu

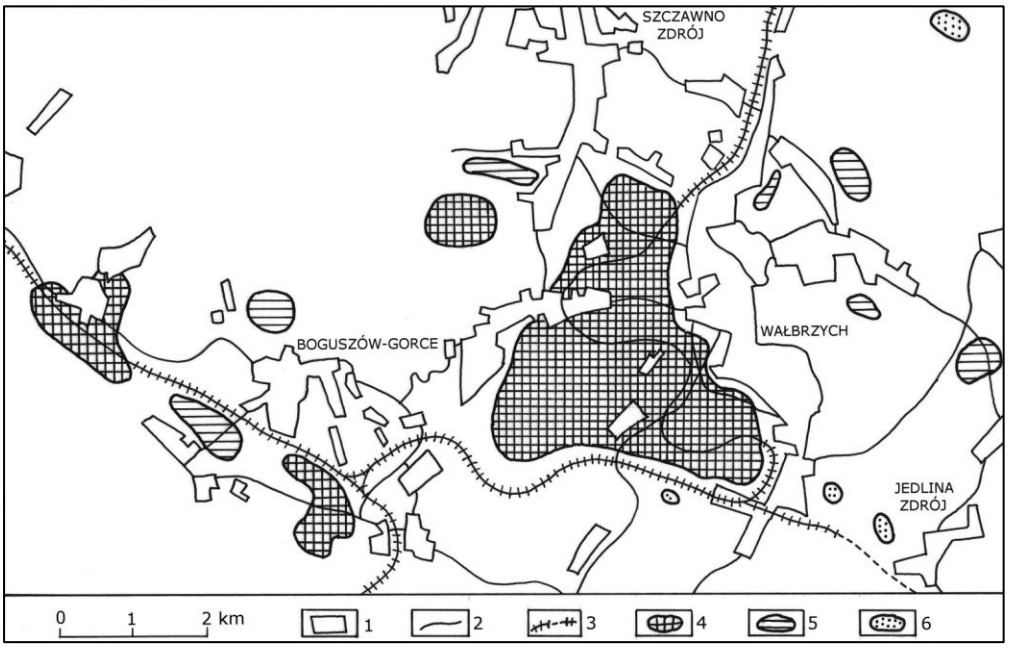
w Kotlinie Wałbrzyskiej są znacznie większe, niż w Kotlinie Kuźnickiej. W obrębie pierwszej z wyżej wymienionych kotlin przeobrażeniu uległo około 67%, w drugiej zaś 45% powierzchni. Ponadto powstałe w Kotlinie Wałbrzyskiej wypukłe i wklęsłe formy antropogeniczne zajmują większą powierzchnię i mają większą objętość, niż naturalne wzniesienia i obniżenia terenu. Na obszarze Kotliny Kuźnickiej wypukłe i wklęsłe formy naturalne zajmują natomiast większą powierzchnię i mają większą objętość, niż formy antropogeniczne (tab. 41).

Nawiązując do rozmieszczenia oraz zróżnicowania morfometrycznego i morfograficznego rozpatrywanych form antropogenicznych wydzielono w rejonie wałbrzyskim trzy typy obszarów różniące się stopniem przeobrażenia ukształtowania powierzchni:

– znacznie przemodelowane przez przemysł, o największej koncentracji różnej wielkości form antropogenicznych, na których część naturalnych form uległa zatarciu wskutek antropopresji,

– w średnim stopniu przeobrażone przez przemysł, na których występują zwykle formy antropogeniczne o mniejszych rozmiarach nie tworzące wyraźnych skupisk,

– w nieznacznym stopniu przemodelowane przez przemysł, na których występują tylko niektóre typy form antropogenicznych, a ich rozmieszczenie charakteryzuje się rozproszeniem (ryc. 59).



Ryc. 59. Obszary o różnym stopniu przemodelowania powierzchni terenu przez przemysł: 1 – zabudowa, 2 – drogi, 3 – linie kolejowe / tunel, 4 – obszary o znacznym przeobrażeniu naturalnej rzeźby terenu przez przemysł, 5 – obszary o średnim stopniu przemodelowania rzeźby terenu przez przemysł, 6 – obszary o nieznacznym stopniu przemodelowania rzeźby terenu przez przemysł. Opracowanie własne.

W rejonach znacznie przeobrażonych przez przemysł zmiany w rzeźbie terenu obejmują duże powierzchnie, natomiast w pozostałych dwóch wydzielonych wyżej typach obszarów przeobrażenia w ukształtowaniu powierzchni mają przeważnie charakter punktowy. Ponadto w strefach znacznie i średnio przekształconych przez przemysł rzeźba antropogeniczna jest reprezentowana przez wszystkie występujące w rejonie wałbrzyskim typy form, zaś na obszarach w nieznacznym stopniu przeobrażonych tylko przez niektóre formy antropogeniczne.

Biorąc za punkt wyjścia zróżnicowany stopień antropogenicznych zmian w rzeźbie terenu wydzielono w rejonie wałbrzyskim trzy obszary, na których naturalne ukształtowanie powierzchni uległo znacznemu przeobrażeniu (ryc. 59). Największy z nich występuje w Kotlinie Wałbrzyskiej, w jej zachodniej i południowo-zachodniej części, obejmując także „enklawę antropogeniczną" w okolicy Białego Kamienia. Powierzchnia terenu uległa tam w całości zdeformowaniu na skutek osiadania górotworu naruszonego eksploatacją węgla, a pionowe rozmiary tych zmian wahają się od dwóch do prawie osiemnastu metrów. Na powierzchni około 12 km^2 powstało 26 różnej wielkości zwałów kopalnianych, 6 składowisk odpadów przemysłowych, 5 nazwałowych osadników oraz 24 wyrobiska w powierzchni ziemi. Ogółem wyżej wymienione formy antropogeniczne zajmują około 340 ha, co stanowi 28,3% powierzchni tego obszaru. Formy naturalne mają tu ponad dwukrotnie mniejszą powierzchnię (około 150 ha), a tereny zajęte pod zabudowę mieszkalną i przemysłową oraz szlaki komunikacyjne 710 ha. Obszarami, na których rzeźba terenu została w znacznym stopniu przemodelowana wskutek rozwoju przemysłu, są również zachodnia i wschodnia część Kotliny Kuźnickiej. Powierzchniowy zasięg antropogenicznych przemian w powierzchni ziemi jest tu jednak o wiele mniejszy niż w Kotlinie Wałbrzyskiej. W okolicach-Gorc wielkość obszaru, na którym występują znaczne przeobrażenia w ukształtowaniu powierzchni, wynosi około 1 km^2, a w rejonie Kuźnic Świdnickich około 0,9 km^2. W pierwszym z wyżej wydzielonych obszarów formy antropogeniczne zajmują 37 ha, w drugim zaś 24 ha. Przemodelowaniu uległo tam więc 37% i 26,7% powierzchni tych terenów. Nawiązując do wielkości Kotliny Kuźnickiej (19 km^2) należy podkreślić, że tylko 10% jej powierzchni to obszary, na których występują znaczne przemysłowe przeobrażenia rzeźby terenu. Szacunkowo około 600 ha powierzchni dna Kotliny Kuźnickiej uległo także zniekształceniu pod wpływem osiadania górotworu. W-Gorcach i Kuźnicach Świdnickich stwierdzone pomiarami pionowe deformacje wynoszą maksymalnie 3,3 m.

Obszary w Kotlinie Kuźnickiej o znacznych antropogenicznych zmianach w rzeźbie terenu są rozdzielone strefą, w której ukształtowanie powierzchni jest w średnim stopniu przemodelowane przez przemysł. Obejmuje ona centralną część kotliny między Boguszowem a Starym Lesieńcem. W strefie tej o powierzchni 0,5 km^2 przemysłowe przeobrażenia rzeźby terenu wiążą się głównie z odkrywkową eksploatacją skał budowlanych oraz z osiadaniem górotworu, spowodowanym roz-

winiętym tu do 1993 r. górnictwem węglowym. Powstałe wyrobiska zajmują łącznie 1,5 ha, co stanowi 3,0% powierzchni omawianej strefy. Wprawdzie cały ten obszar podlegał osiadaniu, ale stwierdzone pionowe rozmiary deformacji w powierzchni terenu są niewielkie (0,5–1,0 m). Wynika to z peryferyjnego położenia tego obszaru w obrębie pól górniczych szybów „Witold" w Gorcach i „Barbara" w Kuźnicach Świdnickich.

Obszarem, na którym ukształtowanie powierzchni zostało przeobrażone przez przemysł w średnim stopniu jest również teren górniczy kopalni barytu „Boguszów". Część doliny niewielkiego cieku Kolski Potok została zasypana odpadami przemysłowymi tworzącymi dwie hałdy o łącznej powierzchni 1,0 ha. Na stokach Chełmca powstały natomiast liczne zapadliska terenu, które według szacunków autora zajmowały około 1,2 ha. Obecnie większość tych form jest zasypana odpadami. Powstałe na terenie górniczym kopalni barytu formy antropogeniczne przyczyniły się do przemodelowania rzeźby na powierzchni 2,2 ha, co stanowi niecałe 2,2% powierzchni dawnego terenu górniczego wyżej wymienionej kopalni.

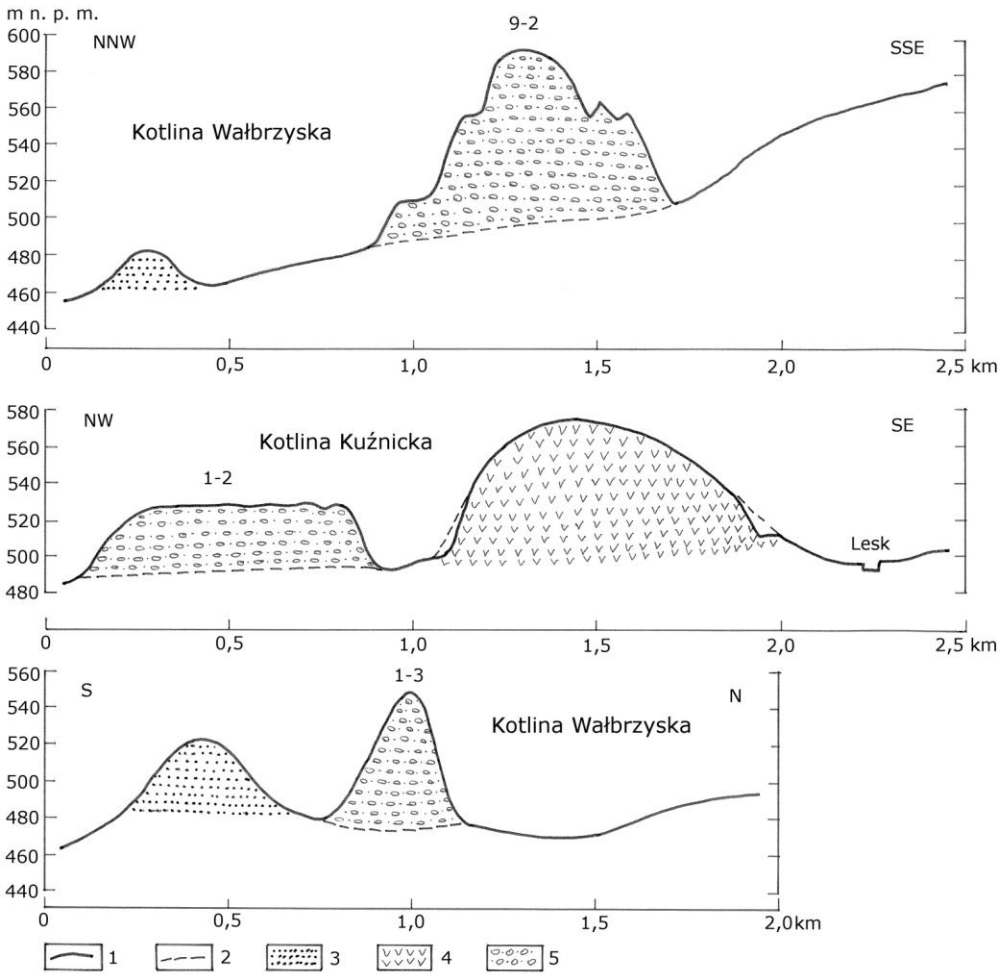
Średnim stopniem przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi przez przemysł charakteryzują się także tereny położone we wschodniej części Kotliny Wałbrzyskiej. Wydzielony obszar zajmuje 5,5 km^2. Powstało tam 7 hałd kopalnianych, które przemodelowały rzeźbę terenu na powierzchni 15,7 ha oraz 18 wyrobisk o łącznej powierzchni 8,5 ha. Największe osiadanie powierzchni ziemi (2,0 m) wystąpiło w okolicy szybów „Krakus" (Wałbrzych Nowe Miasto) i „Teresa (Wałbrzych Rusinowa). Rozpatrywane zmiany w rzeźbie terenu zajmują tam ogółem około 28,2 ha gruntów, co stanowi 5,1% powierzchni omawianego obszaru.

W innych niż wyżej wydzielone obszarach rejonu wałbrzyskiego rozmiary przemysłowych przeobrażeń w rzeźbie terenu są niewielkie i wiążą się wyłącznie z odkrywkową eksploatacją różnych skał oraz składowaniem odpadów na powierzchni ziemi. Rozmieszczenie powstałych tam form antropogenicznych charakteryzuje się rozproszeniem a zmiany w powierzchni terenu mają charakter punktowy. Przykładami obszarów, na których ukształtowanie powierzchni zostało w nieznacznym stopniu zmienione wskutek oddziaływania przemysłu, są fragment Pogórza Wałbrzyskiego na terenie dzielnicy Wałbrzycha Poniatów (dół po wyrobisku glinianki o powierzchni 5,0 ha i objętości 55 tys. m^3, częściowo zalany wodą), zachodnie stoki Gór Czarnych w okolicy Jedliny-Zdroju (dwa wyrobiska kamieniołomów ryolitów o objętości 4,5 tys. m^3 zniekształcające rzeźbę terenu na powierzchni 1,2 ha) oraz Krawędź Unisławska (wyrobisko kamieniołomu ryolitów rozcinające południowe stoki góry Barbarka: 634 m n.p.m., o objętości 4 tys. m^3 i powierzchni 0,3 ha).

Podsumowując powyższe ustalenia należy podkreślić, że ważną cechą rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego jest występowanie na znacznym obszarze dużej liczby form antropogenicznych. Większość z nich powstała pod wpływem przemysłu a decydującą rolę odegrało tu górnictwo węgla kamiennego. Stwierdzono ścisły

związek między rejonami wydobycia tego surowca a obszarami o największych przeobrażeniach rzeźby terenu. Prawie wszędzie, gdzie eksploatowano węgiel kamienny występują różnej wielkości deformacje powierzchni ziemi spowodowane osiadaniem górotworu. Ustalono, że co najmniej 63% powierzchni Kotliny Wałbrzyskiej (29 km^2) i 32% powierzchni Kotliny Kuźnickiej (6 km^2) uległo zniekształceniu na skutek naruszenia górotworu, w związku z eksploatacją węgla. Maksymalne stwierdzone pomiarami osiadanie powierzchni ziemi w pionie wyniosło prawie 18 m. W wyżej wymienionych obszarach występują także największe w rejonie wałbrzyskim zmiany rzeźby terenu związane ze składowaniem odpadów przemysłowych na powierzchni ziemi oraz z odkrywkową eksploatacją surowców skalnych. Powstałe na skutek tych działań formy antropogeniczne przemodelowały w Kotlinie Wałbrzyskiej 391 ha (8,5%), a w Kotlinie Kuźnickiej 63 ha (3,3%) gruntów. W niektórych miejscach hałdy i osadniki kopalniane tworzą skupiska, np. w południowozachodniej części Wałbrzycha, całkowicie maskując tam pierwotną rzeźbę terenu. Charakterystyczną cechą obszarów znacznie przeobrażonych przez przemysł jest więc występowanie tam enklaw, na których kompleks rzeźby składa się wyłącznie z form antropogenicznych. Świadczy to o istotnej roli człowieka jako czynnika morfotwórczego w badanym obszarze w minionych kilkudziesięciu latach. Na obszarach, w których ukształtowanie powierzchni ziemi zostało przeobrażone przez przemysł w średnim i nieznacznym stopniu, formy antropogeniczne zajmują od 0,4 do 2,0% ich powierzchni.

Z wcześniejszych badań autora (Wójcik 1988, 1993a, 1996b), a także ustaleń innych badaczy, m.in. Piątka (1995) oraz Piątek i Piątek (2000) wynika, że główne rysy współczesnej rzeźby antropogenicznej Wałbrzycha i okolicy powstały w ostatnich około 150 latach rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu w tym obszarze. Jeszcze w pierwszej połowie XIX w. przeważnie płaskie i faliste powierzchnie den kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej były urozmaicone jedynie naturalnymi wzniesieniami zbudowanymi z górnokarbońskich piaskowców i zlepieńców oraz ryolitów, o wysokościach od kilkunastu do 70 m, a także dolinami niewielkich cieków: Pełcznicy i Leska (Ohle 1927, Wałbrzych 1993, Wójcik 1993a). Dziś charakterystycznymi elementami rzeźby terenu tych obszarów są liczne hałdy kopalniane oraz składowiska odpadów przemysłowych, których rozmiary są niejednokrotnie większe od sąsiadujących z nimi naturalnych wzniesień terenu (ryc. 60). Formy te powstały w dolinach cieków oraz w naturalnych obniżeniach, a także na powierzchniach płaskich oraz w obrębie zboczy wyżej wymienionych kotlin. Kopalnictwo węgla przyczyniło się również do utworzenia niecek z osiadania o zróżnicowanym powierzchniowym zasięgu (nawet kilku kilometrów kwadratowych) i głębokości do 18 m. Jednocześnie, w niektórych miejscach, na skutek składowania odpadów, naturalna powierzchnia terenu została „nadbudowana" od kilku do 105 m (najwyższy w badanym obszarze zwał: 9–2). Powstałe pod wpływem budującej i niszczącej działalno-



Ryc. 60. Porównanie wielkości form antropogenicznych z sąsiadującymi z nimi wypukłymi formami naturalnymi na terenach kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej: 1 – powierzchnia terenu, 2 – przebieg powierzchni terenu przed utworzeniem form antropogenicznych, 3 – piaskowce karbońskie, 4 – ryolity, 5 – skały płonne powstałe przy wydobyciu węgla. Numery hałd zgodne z opisem w tab. 32. Opracowanie własne.

ści człowieka formy utworzyły w Kotlinie Wałbrzyskiej rzeźbę o deniwelacji 150 m (430 m n.p.m. – najniżej położony w wyżej wymienionej kotlinie punkt, w którym stwierdzono zmiany w rzeźbie terenu spowodowane osiadaniem górotworu; 580 m n.p.m. – maksymalna wysokość wierzchowiny najwyższego zwału w Wałbrzychu). W Kotlinie Kuźnickiej różnice wysokości w obrębie rzeźby antropogenicznej są natomiast dużo mniejsze i wynoszą 65 m (510 m n.p.m. – dno niecki z osiadania na terenie-Gorc; 575 m n.p.m. – najwyższy punkt wierzchowiny zwału 5–2 w Kuźnicach Świdnickich). Występujące w obrębie rzeźby antropogenicznej, na obszarze Kotliny Wałbrzyskiej, deniwelacje są więc prawie dwa razy większe, niż

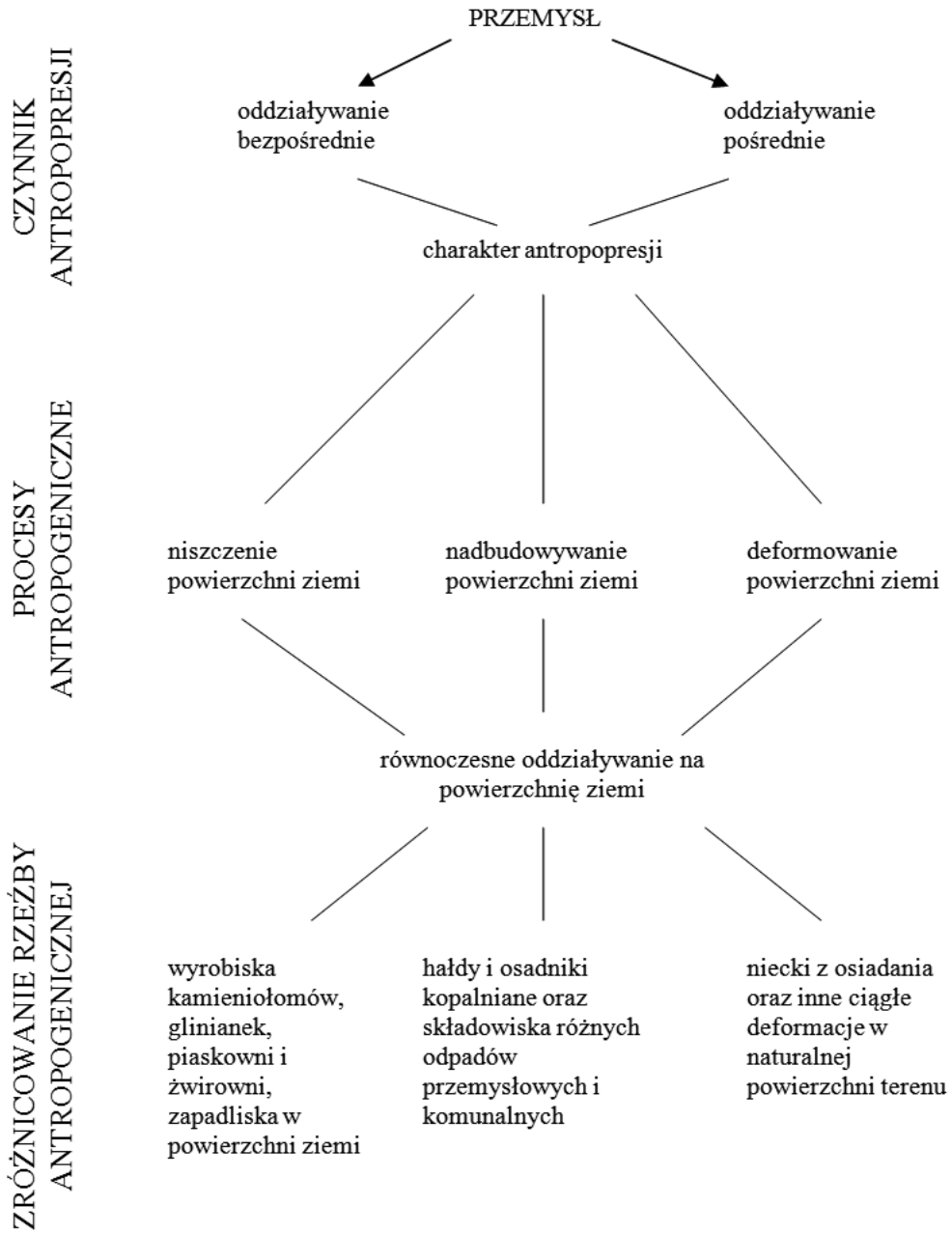
w obrębie rzeźby naturalnej w tym obniżeniu (odpowiednio: 150 m i 80 m). W Kotlinie Kuźnickiej różnica wysokości między najwyżej i najniżej położonymi punkami rzeźby antropogenicznej jest natomiast mniejsza, niż w obrębie rzeźby naturalnej (65 m i 82 m).

Antropogeniczne zmiany w ukształtowaniu powierzchni rejonu wałbrzyskiego wiążą się zarówno z bezpośrednim, jak i pośrednim wpływem przemysłu. Powstały kompleks rzeźby antropogenicznej jest wypadkową działalności niszczącej i budującej człowieka, a także przemian zachodzących w obrębie istniejących form naturalnych. Niszczenie i deformowanie powierzchni ziemi (odkrywkowa eksploatacja skał, osiadanie i zapadanie się terenu) zachodziło bowiem równocześnie z procesami antropopresji powodującymi nadbudowywanie powierzchni terenu (składowanie na powierzchni ziemi różnych odpadów). Założenie to było punktem wyjścia do opracowania schematu powstania kompleksu rzeźby antropogenicznej w rejonie wałbrzyskim (ryc. 61). Składa się on z dwóch zasadniczych części: czynników powodujących zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi oraz struktury powstałej rzeźby. Opracowany schemat ma więc charakter przyczynowo-skutkowy i strukturalny.

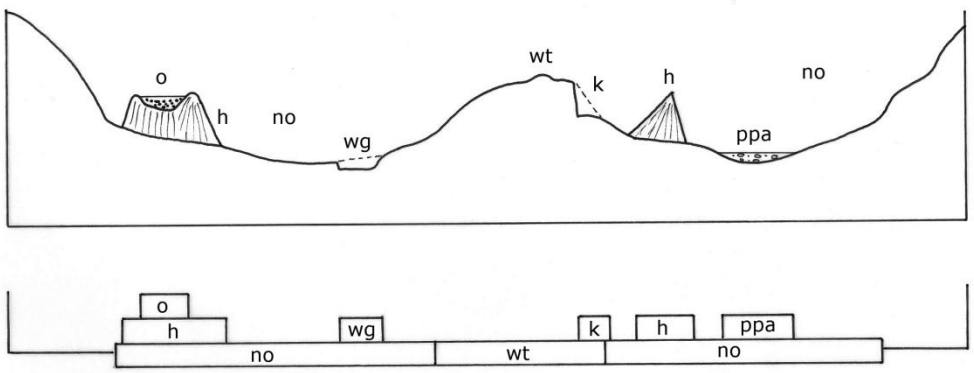
Rzeźba antropogeniczna badanego obszaru ma specyficzną strukturę (ryc. 62). Tworzą ją bowiem różnorodne, pod względem kształtu, wielkości i genezy formy, które często „nakładają się na siebie". W nieckach z osiadania oraz na zdeformowanych wskutek naruszenia górotworu powierzchniach terenu usypano większość hałd kopalnianych. Wierzchowiny niektórych zwałów zniwelowano i otoczono obwałowaniami, a na powstałych w ten sposób powierzchniach utworzono osadniki nazwałowe. Powstanie tych obiektów powodowało często zmianę pierwotnej formy hałdy. W obrębie zniekształconej na skutek osiadania górotworu powierzchni terenu powstały także śródzwałowe osadniki kopalniane. W wielu miejscach powierzchnia niecek z osiadania została również przeobrażona, w związku z odkrywkowym pozyskiwaniem tam kruszyw naturalnych. Niektóre wzgórza występujące w kotlinach: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, a więc w strefie, gdzie powierzchnia terenu ulegała zdeformowaniu na skutek osiadaniu, zostały rozcięte przez wyrobiska kamieniołomów. Charakterystyczną cechą rzeźby antropogenicznej rejonu wałbrzyskiego jest więc występowanie „jednych form w obrębie drugich". Wskazuje to na złożoną pionowa strukturę powstałej rzeźby antropogenicznej (ryc. 62) wynikającą z równoczesnego oddziaływania na powierzchnię ziemi różnych czynników antropopresji.

Główne rysy makrorzeźby badanego rejonu są uwarunkowane tektoniką i zróżnicowaną odpornością skał budujących ten obszar, co sygnalizowano już wcześniej w niniejszym opracowaniu. W centralnej część węglowej niecce wałbrzyskiej, która zajmuje około 70% powierzchni rejonu wałbrzyskiego, znajduje się Kopuła Chełmca (851 m n.p.m.). Masyw ten, ze względu na dużą odporność tworzących go ryolitów dominuje nad obszarami zbudowanymi ze skał starszych tworzą-

cych skrzydła niecki wałbrzyskiej. Występuje tu więc inwersja rzeźby (ryc. 63). Pod wpływem antropopresji, której głównym czynnikiem było górnictwo węgla, powierzchnie płaskie i wzniesienia terenu uległy sfalowaniu i obniżeniu, a naturalne



Ryc. 61. Model powstania kompleksu rzeźby antropogenicznej w rejonie wałbrzyskim w związku z rozwojem przemysłu. Opracowanie własne.

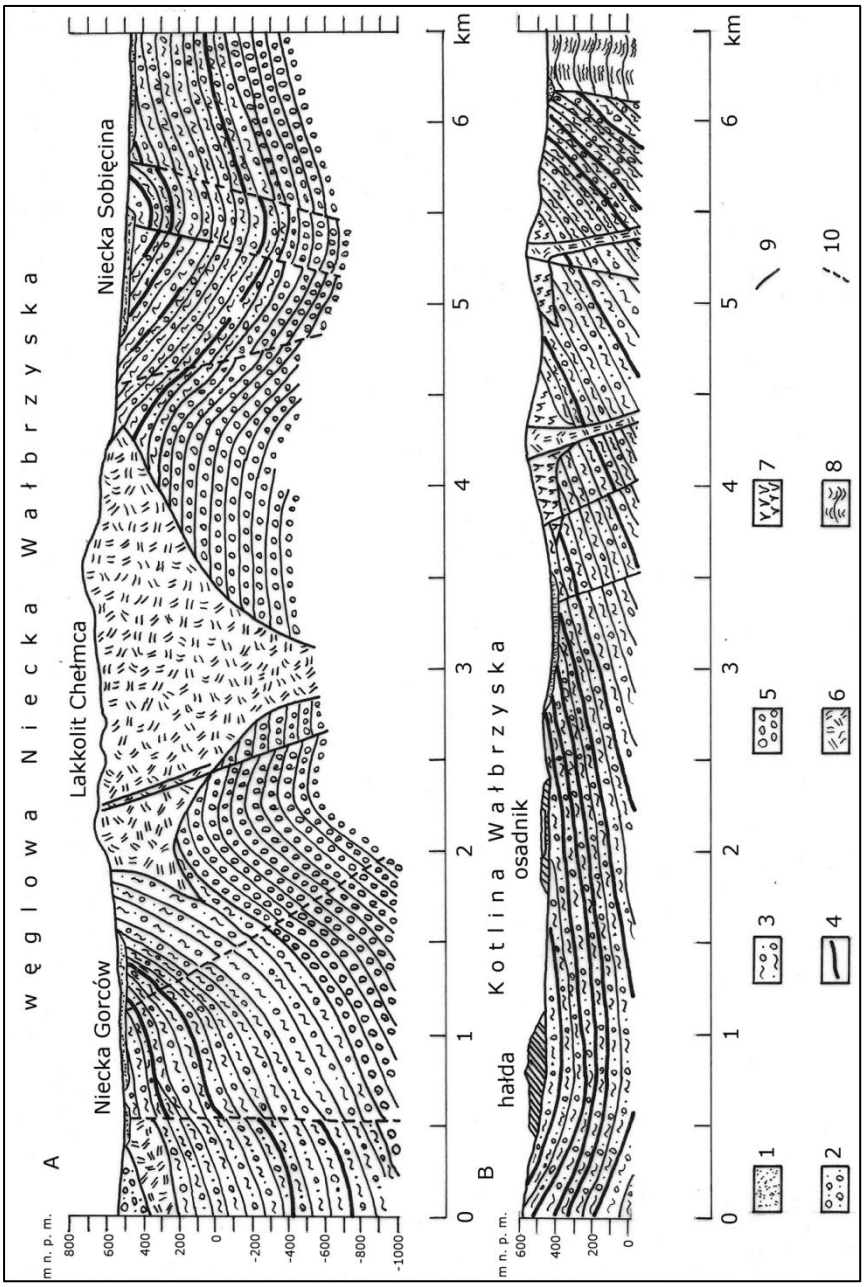


Ryc. 62. Pionowa struktura kompleksu rzeźby antropogenicznej powstałej pod wpływem przemysłu w rejonie wałbrzyskim w latach 1865–2000: h – hałda kopalniana, k – wyrobisko kamieniołomu, no – niecka z osiadania, o – osadnik kopalniany, ppa – płaska powierzchnia antropogeniczna, wg – wyrobisko glinianki, wt – zdeformowana powierzchnia wzniesienia terenu na skutek osiadania górotworu w związku z eksploatacją węgla. Opracowanie własne.

zagłębienia w powierzchni ziemi zostały częściowo zasypane odpadami przemysłowymi, z których zostały utworzone hałdy. Dawniej płaskie powierzchnie uległy przeobrażeniu w obniżenia terenu bądź powstały tam wyniosłości w powierzchni ziemi. Niektóre odcinki dolin cieków rozcinających dna kotlin: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, zostały przemodelowane i zmieniły się w wypukłe formy terenu o wysokościach od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Skutkiem intensywnej antropopresji trwającej od połowy XIX w. do ostatniej dekady XX w. są rozległe zmiany w ukształtowaniu powierzchni terenu, które doprowadziły do powstania antropogenicznej inwersji rzeźby (ryc. 63). Jest ona rozumiana przez autora wyłącznie jako takie antropogeniczne przekształcenie rzeźby terenu, które spowodowało utworzenie w naturalnych obniżeniach wyniosłości, a w obrębie powierzchni płaskich i wypukłych obniżeń w powierzchni terenu. Współczesne ukształtowanie powierzchni rejonu wałbrzyskiego jest więc wynikiem długotrwałego wpływu czynników endogenicznych i egzogenicznych o różnym przebiegu, rozmiarach i nasileniu oraz krótkotrwałej (w skali wieku geologicznego) antropopresji. Główną cechą makrorzeźby badanego obszaru jest naturalno-antropogeniczna inwersja rzeźby (ryc. 63).

10.8. Rekultywacja zwałów

Badając przemysłowe zmiany rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego zwrócono także uwagę na to, jak formy antropogeniczne oddziaływały na środowisko przy



Ryc. 63. Przekroje geologiczne ilustrujące inwersję rzeźby w rejonie wałbrzyskim: A – naturalna inwersja rzeźby, B – naturalno-antropogeniczna inwersja rzeźby; 1 – różne skały osadowe (plejstocen i holocen), 2 –zlepieńce i piaskowce (czerwony spągowiec), 3 – zlepieńce, piaskowce, łupki ilaste i mułowce(karbon górny), 4 – pokłady węgla kamiennego (karbon górny), 5 – zlepieńce, piaskowce i mułowce (karbon dolny), 6 – ryolity (karbon górny), 7 – tufy (karbon górny), 8 – gnejsy i migmatyty (proterozoik), 9 – uskoki stwierdzone, 10 – uskoki prawdopodobne. Opracowanie własne na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1:25 000 (Bossowski, Czerski 1987) z uzupełnieniami autora.

rodnicze i działalność człowieka oraz jak przebiegała ich rekultywacja i zagospodarowanie. Rekultywacja składowisk odpadów przemysłowych w znacznym stopniu przyczyniała się do „zabezpieczenia" przed ich negatywnym oddziaływaniem na środowisko przyrodnicze, a także do poprawy estetyki krajobrazu przemysłowego, którego głównymi elementami były właśnie owe formy. Nagie hałdy i osadniki zwykle szpecą krajobraz, a po odpowiednio przeprowadzonej rekultywacji często stają się zharmonizowanymi z naturalnymi wzniesieniami elementami rzeźby terenu.

Wśród ogółu powstałych w badanym obszarze form antropogenicznych, prace rekultywacyjne dotyczyły głównie hałd i osadników kopalnianych oraz zapadlisk na powierzchni ziemi. Odkrywkowe wyrobiska skał i kruszyw naturalnych były natomiast bardzo rzadko rekultywowane. Jak wyżej zaznaczyłem podstawowym celem rekultywacji było „zabezpieczenie" tych form przed ich niekorzystnym wpływem na powietrze i wody powierzchniowe oraz infrastrukturę kanalizacyjną i pobliskie grunty, a tym samym ograniczenie znacznej uciążliwości niezrekultywowanych składowisk odpadów dla dużej liczby ludności zamieszkującej ten obszar. Ponadto zrekultywowanie zwałów i osadników warunkuje możliwość ich zagospodarowania na różne cele, np. rekreacyjne, czy turystyczne (Bolembach, Frajtak 1976, Siemion, Lekon 1976).

Charakterystyczną cechą rekultywacji hałd i osadników oraz innych składowisk odpadów przemysłowych było znaczne opóźnienie tych prac, w stosunku do wielkości powierzchni, którą należało zrekultywować. W omawianym obszarze zabiegi rekultywacyjne w obrębie zwałów rozpoczęto bowiem dopiero w 1960 r. (Jońca 1959, *Pięć wieków węgla kamiennego*… 1978). Wówczas formy te zajmowały już 148 ha gruntów (Wójcik 2007a). Nawiązując do rozpatrywanego w niniejszej pracy okresu ustalono, że w 1975 r. pod hałdy było zajęte 226,8 ha gruntów, z czego 115,8 ha przypadało na obiekty wtedy użytkowane (czynne), pozostałe 110,0 ha zajmowały zwały nieczynne (tab. 8). Na początku 1975 r. było zrekultywowane tylko 73,7 ha ogółu powierzchni hałd, natomiast ponad dwukrotnie większą powierzchnię (153,1 ha) zajmowały zwały nagie (tab. 42). Z ustnych informacji uzyskanych od pracowników Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego wynika, że czynne wówczas hałdy w ogóle nie były zrekultywowane. Stąd wniosek, że część zwałów wtedy już nieczynnych zajmujących około 37,3 ha gruntów, także nie było zrekultywowanych. W ostatnich 22 latach kopalnictwa węgla powierzchnia zajęta pod hałdy w rejonie wałbrzyskim przyrosła o 78,3 ha, natomiast w okresie tym zrekultywowano 97,8 ha zwałów. Należy zaznaczyć, że odpowiedzialnymi za rekultywowanie wszystkich hałd były wówczas wałbrzyskie kopalnie. W 1996 r., kiedy zakończono tu wydobycie węgla na skalę przemysłową, na terenach górniczych było zrekultywowanych ogółem 171,5 ha zwałów, co stanowiło 56,2% powierzchni zajętej pod te formy. W 2000 r. odsetek ten wzrósł do 58,9% (tab. 42).

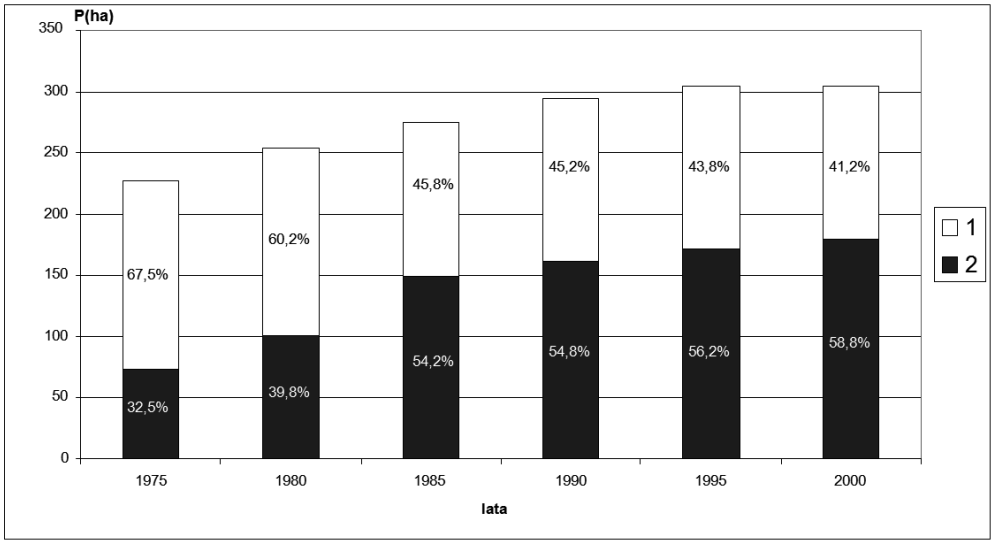
Porównując wielkość zrekultywowanej i niezrekultywowanej w latach 1975–2000 powierzchni hałd, wydzielono dwa okresy: 1975–1983 i 1984–2000. W pierwszym przeważały niezrekultywowane powierzchnie zwałów, natomiast w drugim zrekultywowane. Ustalono także, że w latach 1975–1996 łączna powierzchnia czynnych wtedy zwałów była większa od zrekultywowanej powierzchni ogółu hałd, a w okresie 1981–1996 również od niezrekultywowanej powierzchni tych form (ryc. 64).

Analizując tempo prac rekultywacyjnych wydzielono też dwa okresy: 1975–1985 i 1986–2000. Pierwszy z wyżej wymienionych charakteryzował się znacznie większą dynamiką rekultywacji zwałów niż drugi, a także szybszym tempem przy rostu powierzchni zrekultywowanych niż to, które wiązało się z zajmowaniem nowych gruntów pod hałdy. Po 1986 r. dynamika przyrostu zrekultywowanych powierzchni zwałów była natomiast podobna do tempa rozwoju powierzchni czynnych wtedy hałd. Najmniejsza dynamika prac związanych z rekultywacją zwałów

Tab. 42. Dynamika rekultywacji hałd kopalnianych w rejonie wałbrzyskim, w latach 1975–2000, w świetle przyrostu powierzchni tych form.

Rok	Powierzchnia hałd ogółem (ha)	Przyrost powierzchni		Powierzchnia hałd zrekultywowanych		Przyrost powierzchni		Powierzchnia hałd niezrekultywowanych		Zmiany w niezrekultywowanej powierzchni hałd	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1975	226,8			73,7	32,5			153,1	67,5		
		27,2	12			27,4	37,2			–0,2	–0,13
1980	254			101,1	39,8			152,9	60,2		
		21,3	8,4			48,2	47,7			–26,9	–17,6
1985	275,3			149,3	54,2			126	45,8		
		19,2	7			12,1	8,1			7,1	5,6
1990	294,5			161,4	54,8			133,1	45,2		
		10,6	3,6			10,1	6,3			0,5	0,4
1995	305,1			171,5	56,2			133,6	43,8		
		0	0			7,9	4,6			–7,9	–5,9
2000	305,1			179,7	58,8			125,4	41,2		
1975–2000	226,8–305,1	78,3	34,5	73,7–179,7	32,5–58,8	105,7	143,4	125,4–153,1	41,2–67,5	–	–

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



Ryc. 64. Zmiany w wielkości zrekultywowanej i niezrekultywowanej powierzchni hałd w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000: 1 – niezrekultywowana powierzchnia hałd, 2 – zrekultywowana powierzchnia hałd. Opracowanie własne.

wystąpiła w latach 1986–1990. W ostatniej dekadzie ubiegłego stulecia tempo rekultywacji hałd nieznacznie wzrosło, nie było jednak tak duże, jak w okresie 1975–1985 (ryc. 64).

Analizując zmiany w proporcjach między zrekultywowaną i nie zrekultywowaną powierzchnią ogółu zwałów w latach 1975–2000 zauważono dwie charakterystyczne tendencje. Pierwsza wystąpiła w okresie 1975–1985 i wiązała się z szybkim przyrostem zrekultywowanych powierzchni hałd oraz spadkiem powierzchni zwałów niezrekultywowanych, zwłaszcza w latach 1980–1985. Po 1985 r. zrekultywowana powierzchnia hałd nadal rosła, choć znacznie wolniej niż we wcześniejszych latach, natomiast wielkość niezrekultywowanej powierzchni zwałów nie ulegała istotnym zmianom (ryc. 64).

Dynamika rekultywacji hałd była zróżnicowana, nie tylko w czasie, ale także w przestrzeni. Można to zauważyć porównując tempo tych prac w obrębie wybranych zwałów, na tle przyrostu powierzchni zajmowanej przez te formy (tab. 43). Z analizy przedstawionych na ryc. 65 wykresów wynika, że dynamika rekultywacji hałd 4–1 i 1–3 była wolniejsza od tempa, w jakim przyrastały powierzchnie tych form. Powierzchnia zwału 1–2 rosła natomiast wolniej niż rekultywowana powierzchnia tej hałdy. Dynamika rekultywacji zwału 9–2, w porównaniu do tempa w jakim forma ta zajmowała nowe grunty, zmieniała się w czasie. W latach 1975––1985 tempo rozpatrywanych zmian było podobne, od 1985 do 1990 r. powierzch-

Tab. 43. Rekultywacja wybranych hałd kopalnianych rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 na tle przyrostu powierzchni tych form.

A

Rok	Hałda 4–1						
	Powierzchnia (ha)			Powierzchnia zrekultywowana (ha)			
	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	w %
1975	11,5	0		3,9	0		33,9
			10,3			1,2	
1980	21,8	10,3		5,1	1,2		23,4
			9,1			0,7	
1985	30,9	19,4		5,8	1,9		18,8
			3			0,3	
1990	33,9	22,4		6,1	2,2		18
			0,1			0,9	
1995	34	22,5		7	3,1		20,6
			0			0,9	
2000	34	22,5		7,9	4		23,2

B

Rok	Hałda 1–2						
	Powierzchnia (ha)			Powierzchnia zrekultywowana (ha)			
	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	w %
1975	16,5	0		9,9	0		60
			1,4			3,3	
1980	17,9	1,4		13,2	3,3		73,7
			1,3			2,7	
1985	19,2	2,7		15,9	6		82,6
			0,3			2,4	
1990	19,5	3		18,3	8,4		93,8
			0			1,2	
1995	19,5	3		19,5	9,6		100
			0			0	
2000	19,5	3		19,5	9,6		100

C

Hałda 1–3

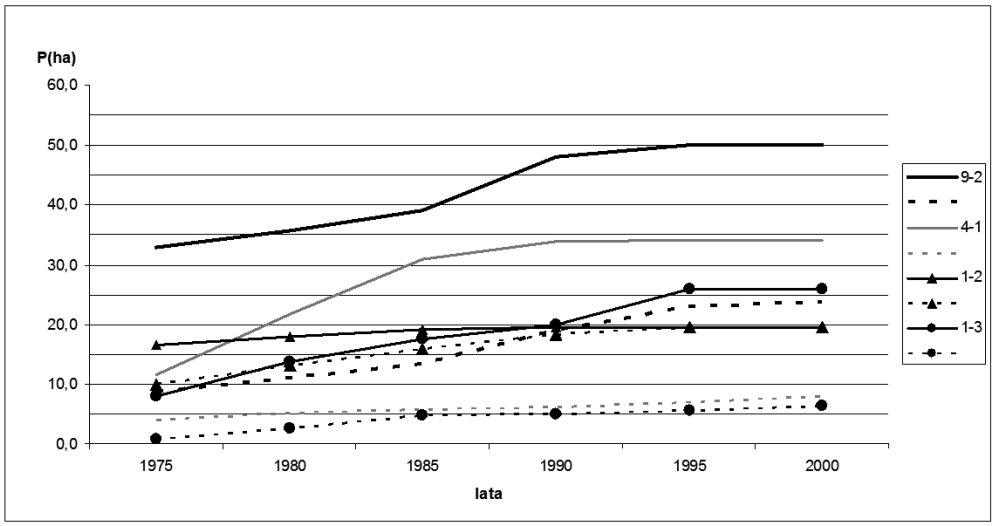
Rok	Powierzchnia (ha)			Powierzchnia zrekultywowana (ha)			
	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	w %
1975	8	0		0,8	0		3,75
			5,7			1,8	
1980	13,7	5,7		2,6	1,8		19
			3,8			2,2	
1985	17,5	9,5		4,8	4		27,4
			2,4			0,2	
1990	19,9	11,9		5	4,2		25,1
			6			0,5	
1995	25,9	17,9		5,5	4,7		21,2
			0			0,9	
2000	25,9	17,9		6,4	5,6		24,7

D

Hałda 9–2

Rok	Powierzchnia (ha)			Powierzchnia zrekultywowana (ha)			
	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	ogółem	przyrost względny (1975-2000)	przyrost w interwałach pięcioletnich	w %
1975	32,8	0		8,5	0		25,9
			2,9			2,4	
1980	35,7	2,9		10,9	2,4		30,5
			3,3			2,4	
1985	39	6,2		13,3	4,8		34
			9,1			5,6	
1990	48,1	15,3		18,9	10,4		39,3
			1,9			4	
1995	50	17,2		22,9	14,4		45,8
			0			0,9	
2000	50	17,2		23,8	15,3		47,6

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



Ryc. 65. Przyrost rekultywowanych powierzchni wybranych hałd w rejonie wałbrzyskim na tle zmian powierzchni zajmowanej przez te formy w latach 1975–2000. Linie ciągłe na wykresie oznaczają powierzchnię hałd ogółem, przerywane zaś zrekultywowaną powierzchnię zwałów. Numer hałdy zgodny z opisem w tab. 32. Opracowanie własne.

nia wyżej wymienionego zwału przyrastała szybciej niż ta, którą zrekultywowano, a po 1990 r. przemiany związane z rekultywacją charakteryzowały się większą dynamiką od tempa w jakim rosła powierzchnia hałdy.

Podsumowując rozmiary i tempo rekultywacji zwałów na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 na tle przyrostu powierzchni tych form, można stwierdzić, że nie były one zadawalające. W 1975 r. było zrekultywowane 32,5% powierzchni wszystkich zwałów, natomiast nieczynne wówczas hałdy zajmowały już 48,9% ogółu powierzchni zajętej przez te formy. Wprawdzie do 2000 r. odsetek zrekultywowanych powierzchni zwałów wzrósł do 58,9%, ale wielkość niezrekultywowanej powierzchni hałd, w związku z ciągłą ich rozbudową w latach 1975–1996, była nadal znaczna (125 ha). Średnio w ciągu roku rekultywowano zaledwie 4,1 ha powierzchni hałd. Tempo tych prac nie było więc imponujące. Należy jednak podkreślić, że w badanym okresie zrekultywowano większą powierzchnię zwałów (około 106 ha) od tej, która przyrosła na skutek rozwoju tych form (78,3 ha). Często bowiem powiększanie hałd wiązało się z ich nadbudowywaniem, co jak wcześniej zaznaczyłem było uwarunkowane kurczeniem się wolnych powierzchni pod składowanie odpadów.

Zróżnicowanie dynamiki rekultywacji zwałów w latach 1975–2000 było uwarunkowane wieloma czynnikami. Jednym z nich jest znaczne opóźnienie tych prac, w stosunku do okresu w którym rozwijały się te formy. Jak wcześniej sygnalizowano pierwsze zabiegi rekultywacyjne w obrębie wałbrzyskich zwałów rozpoczę-

to w 1960 r. Wówczas hałdy zajmowały 147,6 ha gruntów (Wójcik 1993a, 2007a). Pomimo, że prace te prowadzi się już 51 lat, w tym 13 lat od zakończenia ich użytkowania jako składowiska odpadów górniczych, nie udało się zrekultywować wszystkich form w całości. Według szacunków autora, pod koniec 2008 r. było zrekultywowane około 75% powierzchni zwałów. Prawie w 95% stoki hałd i zewnętrzne obwałowania dawnych osadników kopalnianych porastają drzewa i darń. Wywiera to korzystne wrażenie estetyczne, gdyż można sądzić, że formy te są w pełni zrekultywowane. Jednak wierzchowiny dużych, czynnych do 1996 r. zwałów, a zwłaszcza misy osadników nawałowych, dotychczas nie obsadzono żadnymi roślinami oraz w znacznej części nie zrekultywowano (ryc. 66).

Istotnym czynnikiem wpływającym pośrednio na tempo rekultywacji hałd była także gospodarka odpadami w kopalniach węgla (Frajtak, Jastalski 1979, Frajtak 1981). Z badań autora wynika, że już od dłuższego czasu (co najmniej od 1960 r.) preferowano tam składowanie dużych ilości skał płonnych i innych odpadów górniczych na powierzchni ziemi jako najtańszy i stosunkowo prosty sposób ich unieszkodliwiania (Wójcik 1996b, 2006a, 2006b). Odpady te były zwykle nieuporządkowane, co nie sprzyjało ich wykorzystaniu. Ogółem nagromadzono na hał-

Ryc. 66. Fragment nagiej hałdy 1-3 usypanej u podnóża Chełmca będącej źródłem zapylenia powietrza m.in. w Szczawnie-Zdroju (fot. J. Wójcik).

dach około 74,6 mln Mg odpadów, w tym aż 26,9 mln Mg wywieziono na zwały w badanym okresie (tab. 36). W latach 1975–1998 powierzchnia wszystkich hałd przyrosła o 78,3 ha, a ich kubatura o 29,8 mln m^3 (tab. 18 i tab. 19). W związku z tym systematycznie rosła powierzchnia zwałów przewidzianych w przyszłości do rekultywacji. Sypano głównie hałdy stożkowe, co było uwarunkowane możliwością gromadzenia tam dużych ilości odpadów na stosunkowo małej powierzchni i względami ekonomicznymi. Rozwój takich zwałów utrudniał natomiast równoczesne składowanie odpadów i prowadzenie zabiegów rekultywacyjnych. Przystosowanie hałd stożkowych do rekultywacji jest zwykle długotrwałe i kosztowne, co powoduje, że prawie zawsze składowiska takie rekultywuje się po zakończeniu ich usypywania. Do dziś niektóre z wałbrzyskich hałd lub ich części w kształcie stożków nie zostały w ogóle zrekultywowane, np. 9–2, 1–3 i 8–3 (ryc. 67). Rozwój zwałów stożkowych, których powstanie było uzasadnione głównie względami terenowymi i ekonomicznymi, wiąże się teraz z większymi kosztami i dłuższym czasem potrzebnymi na ich rekultywację. Osiągnięto więc krótkotrwałe i jak się obecnie ocenia pozorne oszczędności. Należy także podkreślić, że opóźnienie rekultywacji zwałów spowodowało wydłużenie okresu, w którym obiekty te wywierały niekorzystny wpływ na środowisko przyrodnicze. Powodowały one zanieczyszczanie powietrza pyłami, a także gazami, które były emitowane do powietrza, w związku z zachodzą-

Ryc. 67. Zajmowanie gruntów przez górnictwo węglowe w związku z rozbudową hałd. Młode hałdy stożkowe powstałe na przedpolu zwałowiska centralnego (1–3) KWK „Thorez". Stan z 1985 r. (fot. J. Wójcik).

cymi w niektórych hałdach procesami termicznymi (palenie się i tlenie odłamków węgla i mułu węglowego). W latach 1975 –1996 w obrębie czynnych wówczas zwałów złożono bowiem około 1,9 mln Mg żużli i popiołów pochodzących z elektrociepłowni, kopalń węgla i koksowni (tab. 36). Średnio w ciągu roku wywożono więc na hałdy około 86 tys. Mg tych odpadów. Termicznie czynne powierzchnie zwałów, nawet po ugaszeniu, przez dłuższy czas nie nadawały się do rekultywacji (Kuś 1997).

Czynnikami utrudniającymi rekultywację stoków hałd są także procesy naturalne modelujące te formy, zwłaszcza erozja linijna, spłukiwanie oraz grawitacyjne przemieszczanie gruntu (ryc. 68). Sprzyjają im znaczne nachylenia powierzchni stokowych (28–45°) oraz zróżnicowany skład petrograficzny i granulometryczny odpadów budujących te formy. Na stromych stokach zwałów występują także niezbyt korzystne warunki dla rozwoju gleby i wegetacji roślin (Skrężyna 1979, 1981, Ryszka-Jarosz 1981, Jońca, Kacperkiewicz 1986). Z tych m.in. powodów znaczne fragmenty stoków niektórych hałd pokrywa jedynie darń.

Stosunkowo wolne tempo rekultywowania zwałów w badanym obszarze było również uwarunkowane zbyt małymi funduszami przeznaczanymi na ten cel

Ryc. 68. Strome stoki hałd stożkowych utrudniają rekultywacje tych form. Fragment zniszczonej w wyniku erozji pokrywy roślinnej na stoku hałdy 9–2 w Wałbrzychu Gaju (fot. J. Wójcik).

przez kopalnie. Górnictwo węglowe rejonu wałbrzyskiego charakteryzowało się trudnymi warunkami geologiczno-górniczymi wydobycia tego surowca, niską rentownością oraz znaczną dekapitalizacją majątku trwałego. W związku z tym wałbrzyskie kopalnie były zainteresowane ekonomicznymi wynikami wydobycia i sprzedaży węgla, w mniejszym stopniu przeznaczaniem odpowiednich funduszy na rekultywację hałd. „Oszczędzano" również na sporządzaniu dokumentacji wymaganej do prowadzenia prac rekultywacyjnych. Niektóre fragmenty zwałów 9–2 i 1–3 zrekultywowano bez kompletnej dokumentacji przyrodniczej i technicznej dla tych obiektów (informacja ustna od pracowników działu ochrony środowiska dawnych wałbrzyskich kopalń „Victoria" i „Thorez").

Istotnym uwarunkowaniem wolno postępujących prac rekultywacyjnych był również brak całościowej koncepcji rekultywacji i zagospodarowania terenów zdegradowanych i zniszczonych przez górnictwo. W badanym okresie nie powołano także wyspecjalizowanych niezależnych jednostek, które mogłyby prowadzić rekultywację hałd oraz koordynować prace w tym zakresie. Do połowy 1993 r. każda kopalnia prowadziła rekultywację hałd na swoim terenie. W latach 1993–1996, w związku z likwidacją trzech kopalń węgla, powstało jedno przedsiębiorstwo górnicze: Wałbrzyskie Kopalnie Węgla Kamiennego. Z powodu złej sytuacji ekonomicznej wyżej wymienionego przedsiębiorstwa prace rekultywacyjne na zwałach prowadzono sporadycznie

Od 1997 r. rekultywacją zwałów zajęły się władze Wałbrzycha. Zaistniały bardziej sprzyjające do prowadzenia zabiegów rekultywacyjnych warunki, bowiem na hałdach zaprzestano już składowania odpadów (Kmak i in. 2000). Nie wpłynęło to jednak na przyśpieszenie tempa tych prac pod koniec badanego okresu. W latach 1997–2000 zrekultywowano zaledwie 7,9 ha zwałów. Ogółem w badanym okresie wielkość zrekultywowanej powierzchni hałd zwiększyła się z 73,7 ha do 179,7 ha (tab. 42). Wzrósł także odsetek zrekultywowanych gruntów w stosunku do powierzchni wszystkich zwałów, z 32,5% w 1975 r. do 58,9% w 2000 r. W pierwszej dekadzie obecnego wieku, a więc w okresie wykraczającym już poza czasowe ramy badań, tempo rekultywowania zwałów nieznacznie wzrosło. W 2008 r. było zrekultywowanych 229 ha hałd, co stanowiło około 75% powierzchni tych form. Zaprzestanie składowania na zwałach odpadów sprzyjało wkraczaniu roślin na ich stoki i wierzchowiny wskutek sukcesji (Tritt, Bałuka 2003b, Wójcik 2007a). Odsetek powierzchni zwałów pokrytej roślinnością był nieco większy i według szacunków autora pod koniec 2008 r. wynosił około 80%.

W badanym okresie i w kolejnych latach (do 2009 r.) nie prowadzono żadnych prac związanych z zagospodarowaniem hałd i osadników kopalnianych oraz innych składowisk odpadów przemysłowych. Wyjątkiem była próba utworzenia wokół zwału „Krakus" (6–3), położonego na terenie dzielnicy Wałbrzycha Nowe Miasto, terenów rekreacyjnych. Wytyczono tam ścieżki spacerowe oraz zbudowano przy nich ławki i proste urządzenia do ćwiczeń. Zostały one jednak zdewastowane.

W wielu miejscach powierzchnia den śródzwałowych osadników kopalnianych jest natomiast wykorzystywana do składowania tam różnych odpadów komunalnych i przemysłowych.

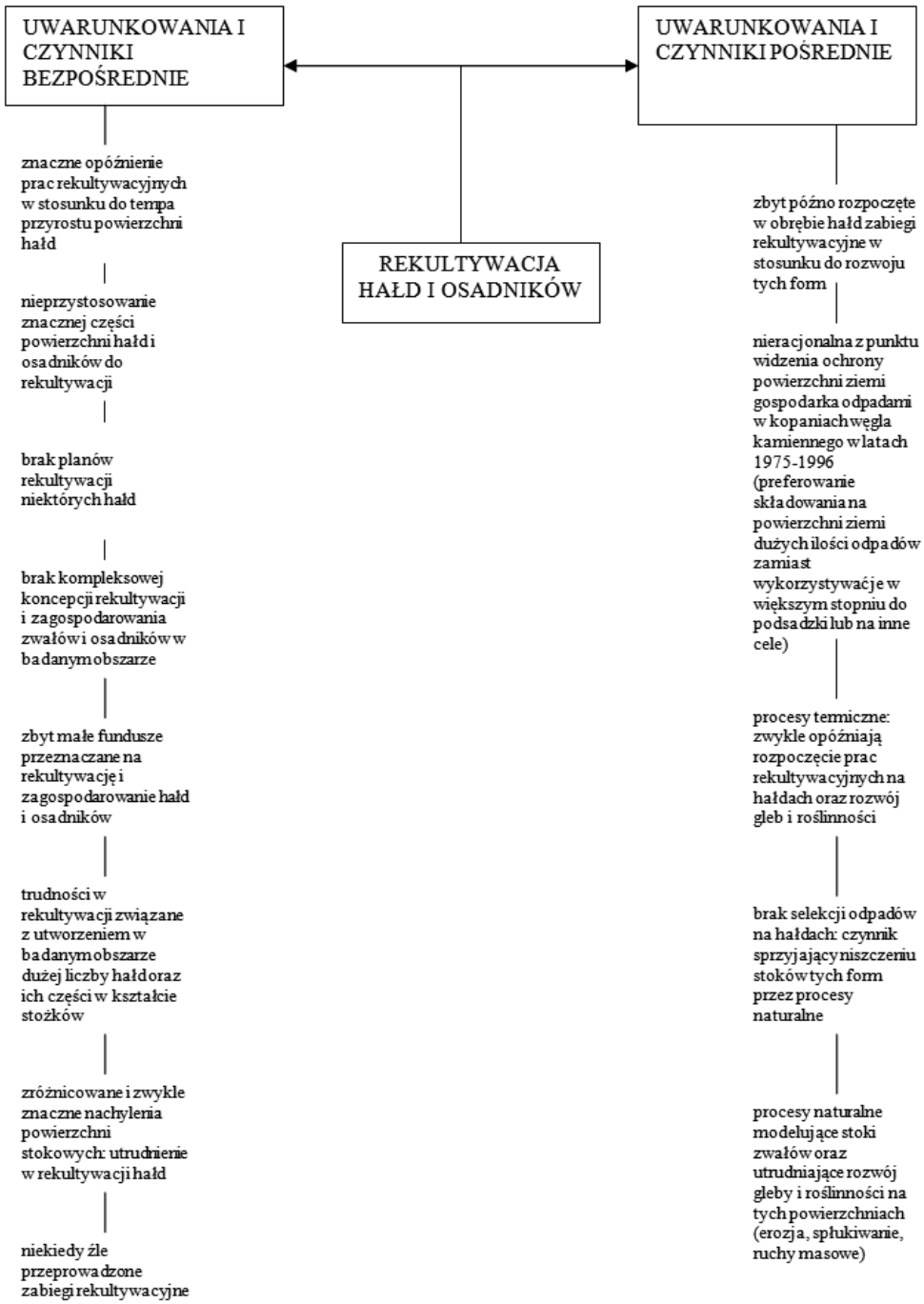
Podsumowując powyższe ustalenia opracowano schemat uwarunkowań i czynników mających wpływ na zróżnicowanie dynamiki rekultywacji zwałów w rejonie wałbrzyskim (ryc. 69). Wydzielono w nim dwa zasadnicze typy barier: bezpośrednie i pośrednie, hamujących rekultywację hałd oraz kilka rodzajów czynników, które determinowały tempo tego procesu. Wskazując uwarunkowania i czynniki zmiennej dynamiki rekultywacji tych form nawiązano do warunków środowiska przyrodniczego oraz specyficznego charakteru przemysłu i przemian, jakie zachodziły w gospodarce badanym obszaru, zwłaszcza w ostatniej dekadzie XX w.

10.9. Wpływ form antropogenicznych na wybrane komponenty środowiska przyrodniczego

Jednym z istotnych skutków rozwoju przemysłu w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego są znaczne zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi. Powstały tu liczne formy antropogeniczne, które nie są obojętne dla środowiska przyrodniczego, oddziałując w różny sposób na gleby, szatę roślinną, powietrze i wody powierzchniowe. Niektóre wyniki badań autora na ten temat zostały już opublikowane (Wójcik 1993a, 1995b, 1997e). W trakcie prac badawczych prowadzonych w latach 1998–2004 udało się zebrać dodatkowe dane dokumentujące zawarte w wyżej cytowanych publikacjach spostrzeżenia autora oraz dokonać nowych, bardziej precyzyjnych ustaleń dotyczących wpływu form antropogenicznych na środowisko przyrodnicze, zwłaszcza w ostatniej dekadzie XX w. W celu spojrzenia na problem całościowo uzasadnione jest nawiązanie do opublikowanych już wyników badań na ten temat.

10.9.1. Oddziaływanie form antropogenicznych na gleby i szatę roślinną

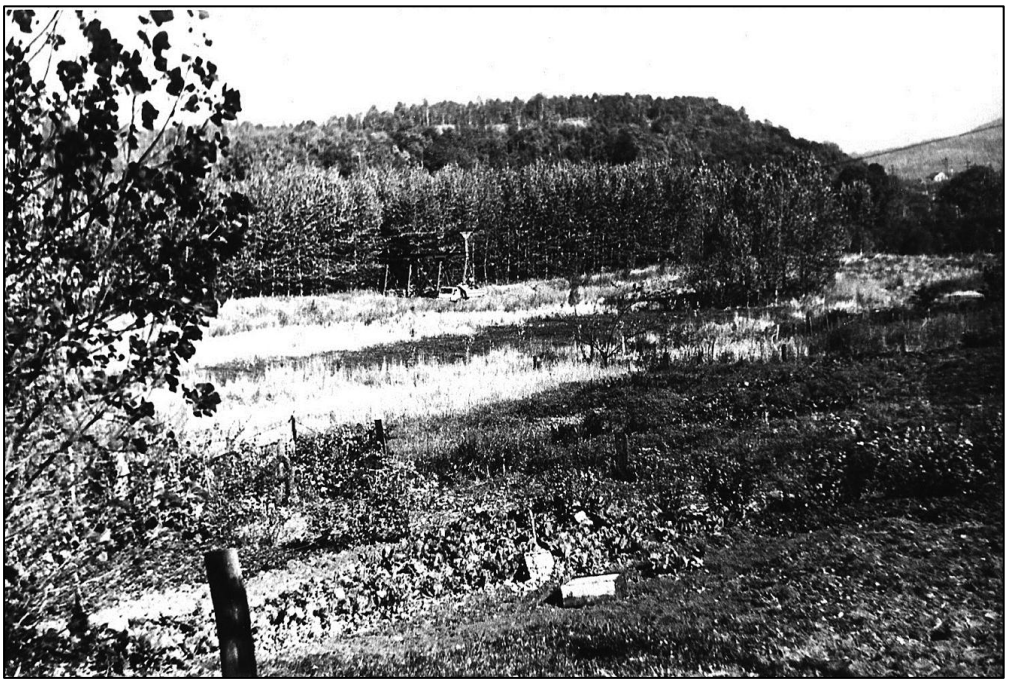
Charakterystycznymi formami antropogenicznymi w rejonie wałbrzyskim są hałdy kopalniane. Powstały one na terenach, które były wcześniej użytkowane głównie przez rolnictwo oraz w miejscach, gdzie były działki, a także pokrytych lasami (*Waldenburg in Schlesien. Topographische Karte 1:25000*... 1886, *Waldenburg in Niederschlesien. Topographische Karte 1:25000*... 1939, *Mapa obrębowa 1:25000. Powiat Wałbrzych*... 1962, *Mapa topograficzna Polski 1:10000. Arkusze: Boguszów-Gorce (462.341), Jedlina-Zdrój (462.344), Wałbrzych (462.342)*... 1977). Skutkiem rozwoju zwałów było pokrycie prze nie części pokryw glebowych, co



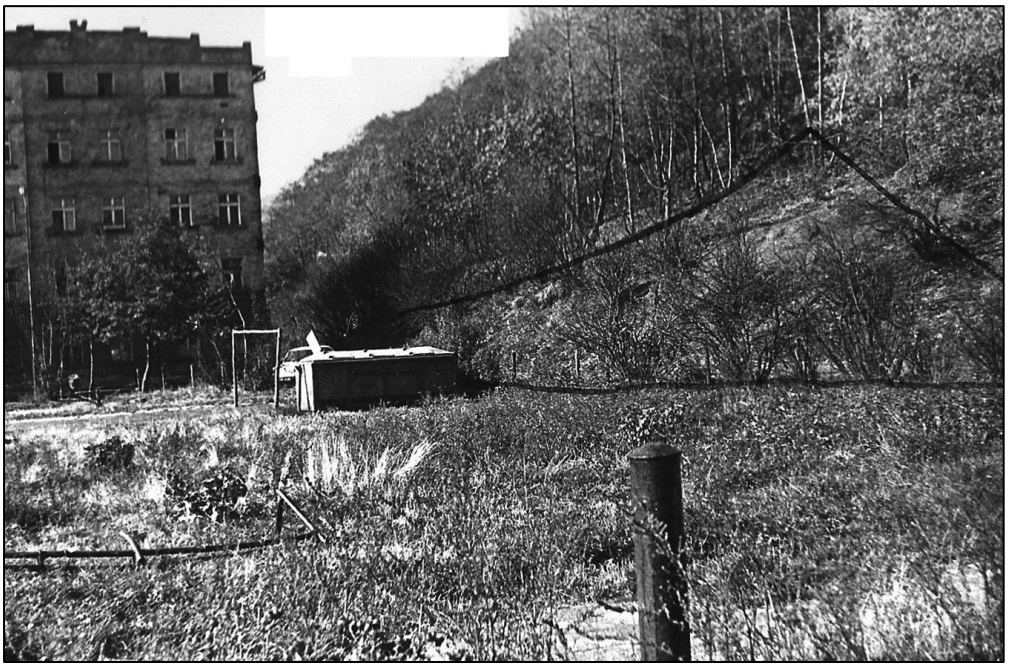
Ryc. 69. Uwarunkowania i czynniki wpływające na tempo rekultywacji zwałów i osadników na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

spowodowało wyłączenie ich z produkcji rolnej, a w konsekwencji zmniejszenie powierzchni użytkowej gleb. W ten sposób ograniczono potencjał glebowy lokalnego rolnictwa. W miejscu, gdzie powstały hałdy szata roślinna uległa zniszczeniu, a gleby w pobliżu tych form degradacji (ryc. 70). Trwałe szkody w roślinności i glebach wiążą się także z odkrywkową eksploatacją skał. Rozwój zwałów kopalnianych i innych składowisk odpadów przemysłowych oraz wyrobisk odkrywkowych przyczynił się do zniszczenia szaty roślinnej i pokryw glebowych w badanym obszarze na powierzchni około 380 ha.

Hałdy kopalniane, a zwłaszcza niezrekultywowane, wywierały także negatywny wpływ na gleby znajdujące się w najbliższym sąsiedztwie tych form. Zachodzące tam przemiany miały charakter fizyczny i chemiczny. Jak wcześniej sygnalizowałem stoki zwałów zbudowanych w przewadze z łupków ilastych i iłowców były podatne na ruchy masowe. W lipcu i sierpniu 1993 roku zaobserwowano 15 rynien erozyjnych powstałych w dolnych częściach stoków zwałowiska 4–1 na terenie Wałbrzycha, a także niewielkie osuwiska, które sięgały kilkanaście metrów poza obręb hałdy. W wielu miejscach u wylotu rynien powstały różnych rozmiarów stożki napływowe zbudowane ze słabo wysortowanego materiału (ryc. 71). Nierzadko wkraczają one na pokrywy glebowe i roślinność niszcząc je. Na skutek spłukiwania drobna zwietrzelina i składowane na hałdach muły węglowe były wynoszone na



Ryc. 70. Degradacja pokryw glebowych i zniszczenie roślinności w pobliżu hałdy 4–3 w Wałbrzychu Sobięcinie (stan z 1987 r.) (fot. J. Wójcik).



Ryc. 71. Porośnięty trawą i krzewami stożek napływowy na przedpolu hałdy 4–3 w Wałbrzychu Sobięcinie wkraczający na teren ogródków działkowych (stan z 1985 r.) (fot. J. Wójcik).

przedpole zwałów. W niektórych miejscach przed hałdami powierzchnię gruntu przykrywają okruchy skalne, które pochodzą z grawitacyjnego przemieszczania się odpadów po stokach zwałów. W związku z tym gleby w pobliżu dawniej czynnych oraz niezrekultywowanych hałd są często pokryte drobnymi okruchami skał płonnych oraz warstwą osadów mułowo-ilastych. Ustalono, że osady te zanieczyszczają gleby nawet w odległości 40 m od tych form. Skutkiem tego jest degradacja pokryw glebowych w sąsiedztwie zwałów, co wpływa ujemnie na ich wykorzystanie pod uprawę.

Na gleby znajdujące się blisko hałd niekorzystny wpływ wywierają także procesy chemiczne zachodzące w zwałach zawierających gorące żużle i popioły. W latach 1975–1996 składowano na hałdach przeciętnie około 86 tysięcy ton tych odpadów w ciągu roku. Jak podaje Dziadek (1984), w termicznie czynnych zwałach, na skutek wzrostu udziału kwaśnych siarczanów żelaza i glinu podlegających hydrolizie, następuje wydzielanie się kwasu siarkowego, który przy współudziale wody zakwasza gleby. Potwierdzają to badania prowadzone przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska m.in. na terenie Wałbrzycha (*Ocena stanu środowiska*... 1993, *Raport o stanie środowiska*... 1994). Wynika z nich, że odczyn gleb znajdujących się w pobliżu palących i tlących się hałd wahał się od 4,5 do 5,0 pH. Inną przyczyną zakwaszenia gleb mogło być także powietrze silnie zanieczyszczone związkami

siarki. Pokrywy glebowe leżące z dala od termicznie czynnych zwałów były jednak mniej zakwaszone (5,7–6,0 pH) (*Ocena stanu środowiska*... 1993, *Raport o stanie środowiska*... 1994). Gleby sąsiadujące ze zwałami, na których składowano muły węglowe, zawierają również siarczany i chlorki (*Ocena stanu środowiska*… 1993). Są one więc zasolone. W cytowanych wyżej źródłach brak danych, jakie jest stężenie tych związków w glebie. Nie udało się też odszukać materiałów wyjściowych, na podstawie których stwierdzono zasolenie gleb. Prawdopodobnie zasolenie pokryw glebowych wiąże się z występowaniem chlorków i siarczanów w mułach węglowych. Odpady te powstają bowiem w osadnikach zasilanych słonymi wodami dołowymi z kopalń węgla. Oddziaływanie fizyczne i chemiczne hałd na występujące w pobliżu gleby spowodowało, że większość gruntów przeobraziła się w nieużytki, co obserwujemy w wielu miejscach na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc (ryc. 70).

10.9.2. Wpływ form antropogenicznych na powietrze

Spośród ogółu form antropogenicznych znaczny wpływ na powietrze wywierają głównie niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane oraz składowiska różnych odpadów przemysłowych i wysypiska komunalne. Oddziałują one na powietrze w dwojaki sposób: bezpośredni i pośredni. Bezpośredni wpływ polega na zanieczyszczaniu przez nie atmosfery, zaś pośredni na zmianie warunków terenowych, od których w znacznym stopniu zależy stężenie oraz rozprzestrzenianie się pyłów i gazów w powietrzu.

Składowane na niektórych zwałach gorące żużle i popioły powodowały palenie i tlenie się węgla i łupka węglowego. Pod wpływem procesów termicznych powstawały dymy, które w sposób niekontrolowany zanieczyszczały atmosferę. Głównymi ich składnikami były popioły lotne oraz tlenki siarki i węgla (Kuś 1997). Największe stężenia wyżej wymienionych gazów notowano na terenie Sobięcina, Gaju i Podgórza, a więc w dzielnicach, gdzie często występowało od kilku do kilkunastu termicznych ognisk na zwałach. Należy jednak zaznaczyć, że najwięcej związków siarki i węgla emitowały tam koksownie, elektrociepłownie i kopalnie węgla kamiennego, a nie palące się wówczas zwały.

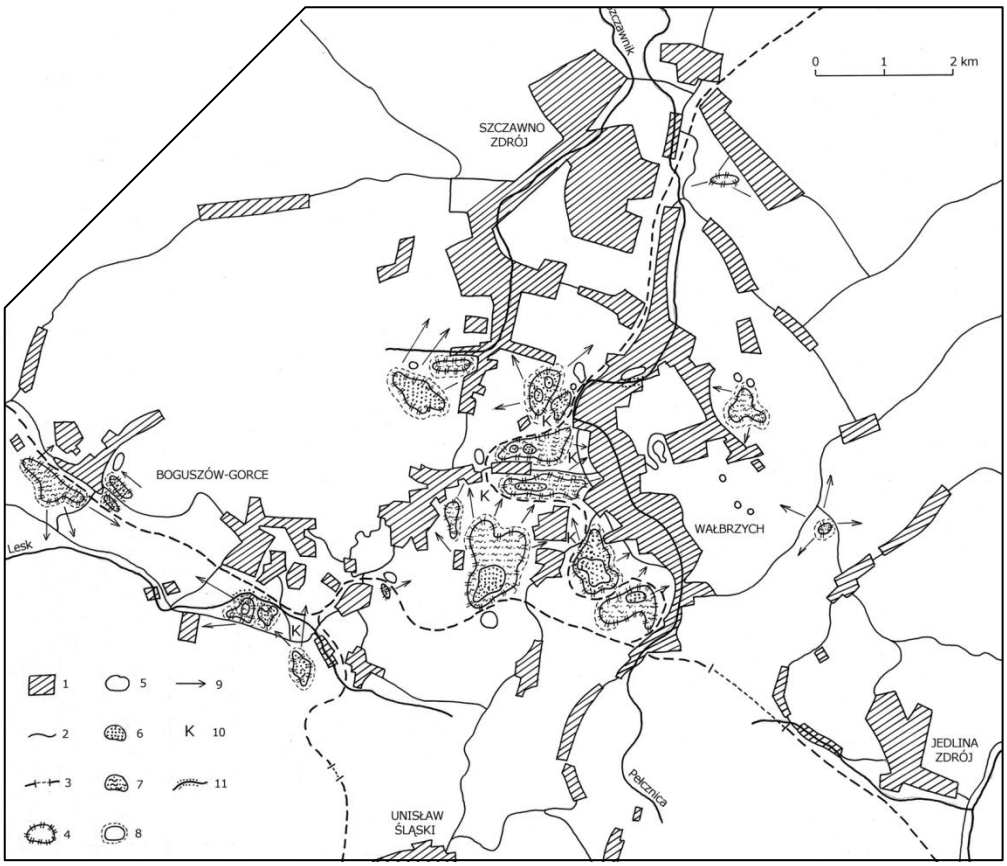
Niezrekultywowane hałdy, a także osadniki kopalniane w okresach, kiedy wypuszczono z nich wodę i wybierano odpady, były także istotnym źródłem zapylenia powietrza. Wśród ogółu zwałów aż jedenaście to wzniesienia o wysokościach od 40 m do 105 m w stosunku do powierzchni terenu, na której powstały, a sześć z nich to również stosunkowo duże formy zajmujące od 17 do 50 ha gruntów (tab. 32). Hałdy te są zlokalizowane blisko (od kilkudziesięciu do kilkuset metrów) zabudowy mieszkalnej Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc i zwykle górują nad nią (ryc. 72). Zwietrzelina i składowane na zwałach drobiny odpadów są z nich wywiewane i często

osadzane w obrębie zabudowy miejskiej. Ustalono, że w wielu miejscach, położonych w odległości nie większej niż 1 km od niezrekultywowanych hałd, roczna wielkość opadu pyłu nierzadko wynosiła ponad 1000 Mg/km^2 (maksymalnie 3710 Mg/km^2 w 1968 r. na ulicy św. Józefa w Wałbrzychu Sobięcinie) (Jabłoński 1976, Wójcik 1996a). Należy podkreślić, że obowiązująca wówczas norma dopuszczalna opadu pyłu wynosiła 250 Mg /km^2·r. Na podstawie ustaleń „Energoprojektu Katowice" z 1972 r. (za Kacperkiewiczem i Jońcą 1986) wynika, że aż 60% opadających na powierzchnię ziemi pyłów w Wałbrzychu Sobięcinie pochodziło z okolicznych niezrekultywowanych zwałów. Świadczy to o silnie niekorzystnym wpływie hałd na powietrze w obszarach, na których występują te formy.

Zwały kopalniane spowodowały znaczne zmiany konfiguracji terenu. Na dawniej płaskich obszarach oraz w niewielkich obniżeniach powstały stosunkowo wysokie składowiska odpadów, przyczyniając się do utworzenia między nimi wtórnych zagłębień przypominających kotliny (ryc. 72). Zalegające w nich powietrze było przeważnie silniej zanieczyszczone pyłami oraz związkami węgla i siarki, niż na zewnątrz tych obszarów. Przykładem może być kotlina antropogeniczna w południowo-zachodniej części Wałbrzycha otoczona zwałami o wysokościach od 40 do

Ryc. 72. Fragment zabudowy Wałbrzycha Gaju. Teren ten leży w kotlinie antropogenicznej powstałej na skutek usypania tam dwóch znacznych rozmiarów zwałów kopalnianych 9–2 i 4–1 górujących 90 i 50 m nad wyżej wymieniona dzielnicą (fot. J. Wójcik).

105 m. Ustalono, że w latach 1968–1980 średnia roczna wielkość opadu pyłu wynosiła tam od 490 do 1900 Mg/km^2. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego wahały się natomiast od 87 do 110 μg/m^3, a SO_2 od 185 do 280 μg/m^3. Mniejsze kotliny antropogeniczne powstały także we wschodniej części dzielnicy Sobięcin oraz na południu-Gorc (ryc. 73). Pośrednim skutkiem powstania zwałów jest więc zmiana warunków mikroklimatycznych obszarów, na których występują te formy. Warunki terenowe oraz częste inwersje termiczne, cisze atmosferyczne i na ogół słabe wiatry w Kotlinie Wałbrzyskiej nie sprzyjają wentylowaniu tego obszaru. Specyficznymi barierami orograficznymi utrudniającymi przewietrzanie południowej części Wał-



Ryc. 73. Wpływ hałd i osadników kopalnianych na wybrane komponenty środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000: 1 – zabudowa, 2 – droga, 3 – linia kolejowa / tunel, 4 – hałdy i osadniki o znacznej uciążliwości dla środowiska przyrodniczego, 5 – hałdy o niewielkiej uciążliwości dla środowiska przyrodniczego, 6 – hałdy powodujące zapylenie powietrza, 7 – hałdy powodujące zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami (głównie CO i SO_2), 8 – zasięg fizycznego oddziaływania hałd na grunty, 9 – kierunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń pyłowych i gazowych pochodzących z hałd, 10 – kotlina antropogeniczna, 11 – zmiany koryt cieków na skutek usypania hałd kopalnianych. Opracowanie własne.

brzycha są również hałdy. Z tego m.in. powodu powstałe tam kotliny antropogeniczne należały do obszarów, nad którymi występowało znacznie zanieczyszczone powietrze.

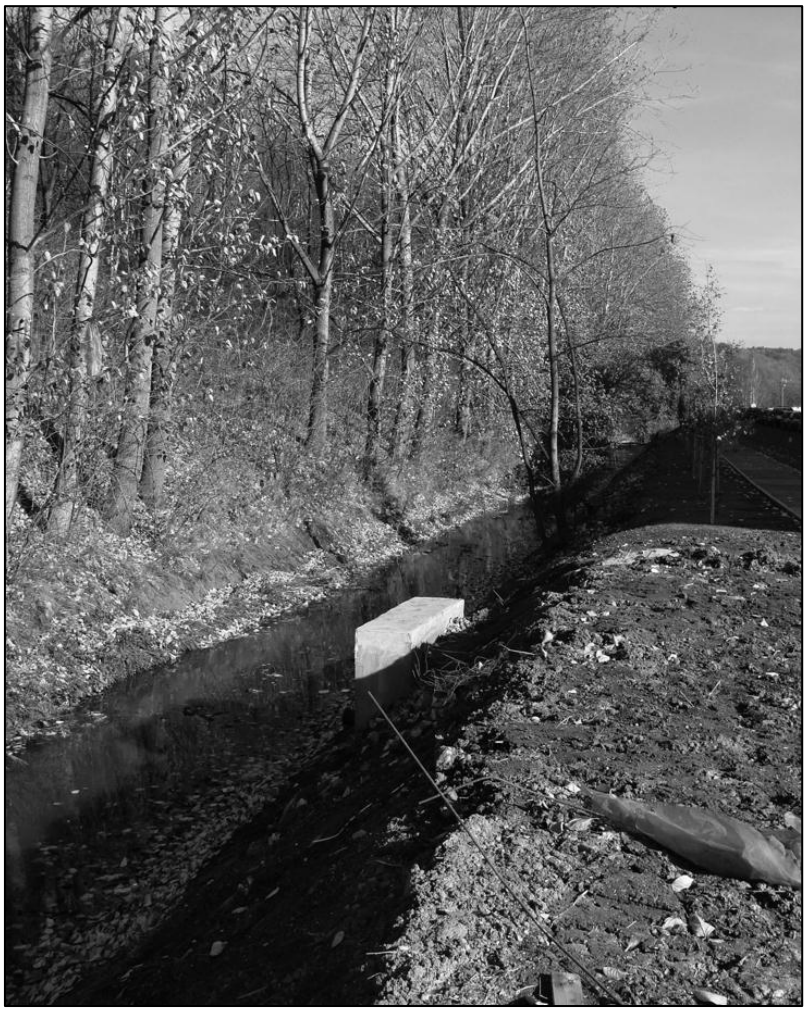
10.9.3. Oddziaływanie form antropogenicznych na wody powierzchniowe

Dominującym typem wód powierzchniowych w badanym obszarze są cieki wodne. Pod wpływem rozwoju przemysłu w niektórych odcinkach dolin rzecznych zaszły znaczne zmiany w rzeźbie terenu. Powstałe hałdy kopalniane przyczyniły się m.in. do przesunięcia koryt cieków, które płyną dziś przekopami wzdłuż tych form. Przykładem jest fragment sztucznego koryta Pełcznicy w pobliżu dawnego szybu kopalnianego „Chwalibóg" w Wałbrzychu Starym-Zdroju. Wyżej wymieniona rzeka płynie dziś wzdłuż zwału 10–3 nowym korytem na długości około 50 m (ryc. 73). W tym miejscu wypada również dodać, że Pełcznica i jej dolina należą do obszarów o największym stopniu przeobrażenia wskutek antropopresji. Na terenie Kotliny Wałbrzyskiej aż pięciokilometrowy odcinek tego cieku jest skanalizowany i przykryty betonowymi płytami (płynie pod powierzchnią ziemi), a dolina prawie w całości jest zajęta pod zabudowę mieszkalną i szlaki komunikacyjne. Powstałe przemiany nie wiążą się jednak z wpływem przemysłu, lecz z urbanizacją.

Antropogeniczne przeobrażenia sieci rzecznej stwierdzono także na terenie Sobięcina i Gaju, przez które to dzielnice płyną lewobrzeżne dopływy Pełcznicy. Znaczna część doliny Sobięcinka została zasypana odpadami górniczymi, które utworzyły tam zwał 4–3 o powierzchni 29,3 ha. Rozwój hałdy doprowadził do przesunięcia koryta wyżej wymienionego cieku o kilkanaście metrów na południe, na odcinku prawie jednego kilometra. Obecnie potok ten płynie sztucznym korytem wzdłuż zwału, w dwóch miejscach także przekopem w hałdzie, które jest częściowo przykryte betonowymi płytami (ryc. 74).

W 1961 r., między dzielnicami Gaj i Podgórze rozpoczęto sypanie centralnego zwałowiska (4–1) kopalni „Wałbrzych". Osiem lat później powstał tam także osadnik nazwałowy. Przez trzydzieści sześć lat (do 1996 r.) dolina płynącego tam lewobrzeżnego dopływu Pełcznicy została prawie w całości wypełniona odpadami górniczymi, na długości około jednego kilometra, które utworzyły tam hałdę o powierzchni 33,3 ha. Doszło do zmiany kierunku przepływu cieku. Obecnie potok płynie sztucznym korytem wzdłuż zwału przez 1,2 kilometra. W okresie, kiedy kopalnia użytkowała staw osadowy, był on zasilany wodą m.in. z tego cieku.

W Kotlinie Wałbrzyskiej zmienił się także kierunek płynięcia Martwego Potoku (lewobrzeżny dopływ Pełcznicy). W górnym odcinku tego cieku doszło do przemodelowania naturalnego koryta potoku, na skutek powiększenia zwału 8–3 należącego niegdyś do kopalni „Thorez".



Ryc. 74. Uregulowane koryto potoku Sobięcinek płynącego wzdłuż hałdy 4–3 w Wałbrzychu Sobięcinie (fot. J. Wójcik).

Niewielkie zmiany hydrograficzne wywołane antropopresją miały miejsce również w dolinie Leska między Kuźnicami Świdnickimi a Starym Lesieńcem (Boguszów-Gorce). Powstały tam dwie hałdy 4–2 i 6–2, z których pierwsza była wykorzystywana do składowania odpadów, również przez Kopalnię Barytu „Boguszów". Zmiany kierunku płynięcia Leska polegały na wyprostowaniu przebiegu i częściowym skanalizowaniu koryta wzdłuż zwału 4–2, na odcinku około 400 m oraz niewielkim przesunięciu koryta tego cieku w pobliżu hałdy 6–2 (ryc. 73).

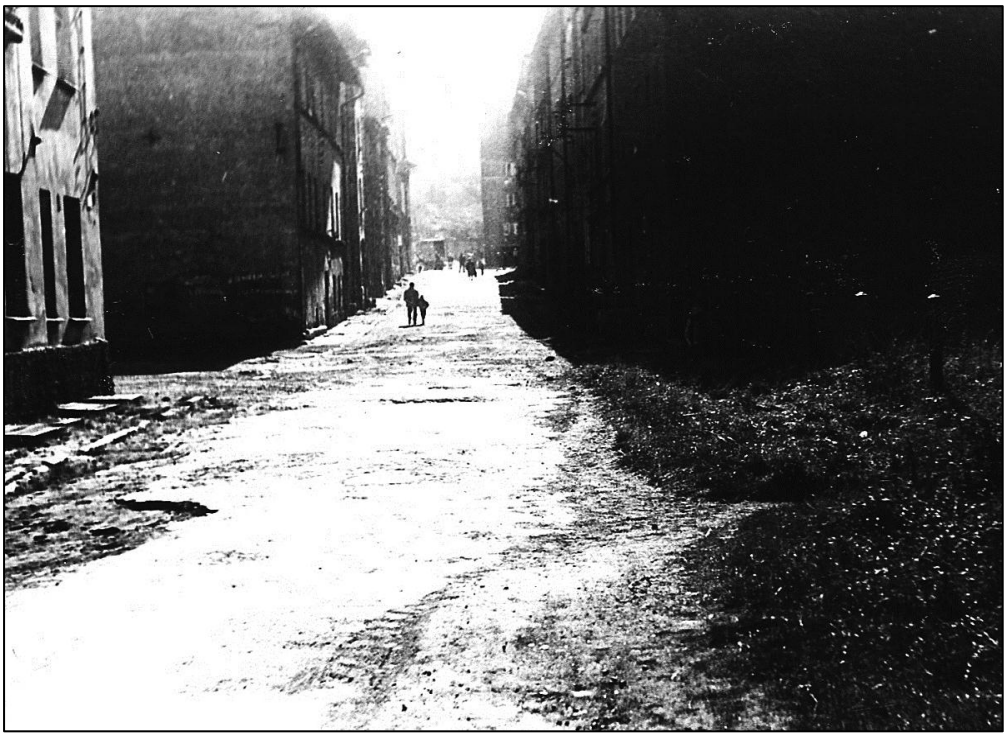
Specyficznymi zbiornikami antropogenicznymi w badanym obszarze były osadniki kopalniane. Przepływające przez nie ścieki były odprowadzane do Pełcznicy i jej dopływów oraz do Leska. Zawierały one znaczne ilości siarczanów, a także

dużo zawiesiny. Były to głównie drobiny węgla. Ich zawartość w jednym dm^3 ścieków dochodziła nawet do 30 gramów (*Program ochrony środowiska... KWK Victoria* 1985). Przez kilkadziesiąt lat permanentnie odpływające z osadników ścieki kopalniane przyczyniły się do utworzenia w dolinie Pełcznicy kilkudziesięciocentymetrowej warstwy osadów zawierających sporo węgla. Ciekawostką jest, że w latach pięćdziesiątych XX w. mieszkańcy Wałbrzycha Szczawienka wydobywali nad tą rzeką muł węglowy, który po osuszeniu wykorzystywali do palenia w piecach (Jońca 1960). Wzmianki na temat pokryw antropogenicznych w dolinie wyżej wymienionej rzeki znajdujemy także w opracowaniach Jabłońskiego (1976), Jońcy i Kacperkiewicza (1986) oraz autora (Wójcik 1998b, 2002). Do dziś osady takie są dobrze widoczne m.in. w odsłoniętych fragmentach koryta Pełcznicy w Wałbrzychu Szczawienku oraz w odcinku przełomowym tej rzeki na terenie Książańskiego Parku Krajobrazowego. Miąższość ich dochodzi tam do 0,5 m. Według danych Kołodziej (1973) zalegające w obniżeniach terenu nad Pełcznicą osady fluwialne składające się głównie z miału węglowego, mają grubość nawet 1,5 m.

10.10. Rzeźba antropogeniczna, a zagrożenia dla gospodarki i człowieka

Licznie występujące w rejonie wałbrzyskim niezrekultywowane składowiska odpadów przemysłowych stwarzały potencjalne zagrożenie dla zdrowia zamieszkałej tu ludności. Większość tych form powstała bowiem blisko zabudowań mieszkalnych, znacznie wyżej od nich i na terenach stosunkowo słabo wentylowanych, co przyczyniało się do permanentnego zanieczyszczania powietrza pyłami w obszarach o dużej gęstości zaludnienia. Powstająca, zwykle w sezonie grzewczym, nad Wałbrzychem „miejska wyspa ciepła" i związana z nią cyrkulacja bryzowa powodowały napływ zanieczyszczeń pochodzących m.in. z hałd do centrum miasta. Kumulacji pyłów i gazów w powietrzu sprzyjał tworzący się, co pewien czas, nad Kotliną Wałbrzyską smog. Hałdy kopalniane przyczyniały się również pośrednio do strat w zabudowie i infrastrukturze komunalnej. Spłukiwany ze zwałów drobny materiał był bowiem osadzany na pobliskich ulicach, w źle zabezpieczonych przed ściekami opadowymi piwnicach oraz w studzienkach kanalizacyjnych. W starszych dzielnicach, gdzie hałdy nierzadko sąsiadują z budynkami i ulicami, po gwałtownych deszczach i dłuższych roztopach często dochodziło do zatkania kanalizacji burzowej (ryc. 75).

Wałbrzyskie zwały powstawały w różnym czasie i są różnego wieku. Niektóre były kilkakrotnie powiększane. Lokalizacja tych form nie zawsze nawiązywała do warunków terenowych, a ostateczny ich kształt do głównych rysów naturalnego ukształtowania powierzchni. Z tych m.in. powodów większość hałd to formy dysharmonijne, trwale szpecące dziś krajobraz Kotliny Wałbrzyskiej. Gęsta zabudowa,



Ryc. 75. Jedna z bocznych ulic w Wałbrzychu Sobięcinie kończąca się na hałdzie kopalnianej nr 4–3. Podczas deszczu i roztopów śniegu dochodziło tu często do spływów mułowych z wyżej wymienionej hałdy, które powodowały zamulenie ulicy i studzienek kanalizacyjnych oraz zanieczyszczanie piwnic (stan z 1985 r.) (fot. J. Wójcik).

w pobliżu której znajdowały się niezrekultywowane zwały i osadniki kopalniane oraz często występujące tam, jeszcze pod koniec ubiegłego wieku znaczne zanieczyszczenie powietrza, nierzadko również smog, sprawiały przygnębiające wrażenie.

W świetle powyższych ustaleń można więc stwierdzić, że hałdy i osadniki z różnych względów, były uciążliwymi dla środowiska przyrodniczego i dla człowieka formami antropogenicznymi. Konkludując spowodowały one:
– wyłączenie części gruntów zajętych pod zwały z produkcji rolnej i leśnej,
– powstanie w pobliżu tych form stref o ograniczonej przydatności dla człowieka,
– utrudnienia w przewietrzaniu terenów, na których występuje zanieczyszczenie powietrza,
– przeobrażenia koryt i kierunku cieków na niektórych odcinkach oraz zanieczyszczenie wód,
– pośrednio utworzenie w dolinach warstwy osadów zawierających głównie miał węglowy,
– zeszpecenie krajobrazu.

Charakterystycznymi formami antropogenicznymi w badanym obszarze są także niecki z osiadania. Rozwój tych form wpłynął niekorzystnie głównie na zabudowę mieszkalną i przemysłową oraz infrastrukturę komunikacyjną. Typowym skutkiem osiadania górotworu są szkody górnicze. Ustalono, że w dzielnicach: Sobięcin, Podgórze, Biały Kamień i Śródmieście, które zajmują około 70% powierzchni Kotliny Wałbrzyskiej, aż 25% ogółu budynków mieszkalnych ma różne uszkodzenia elewacji i ścian. Większość domów jest pościągana szynami i klamrami, niektóre zaś są przewidziane do wyburzenia (ryc. 76). Prawie wszystkie drogi na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc, na obszarach, gdzie wydobywano węgiel, mają zdeformowaną w różnym stopniu nawierzchnię. Wymuszało to częste zamykanie i remonty dróg, co powodowało ograniczenia oraz utrudnienia w komunikacji. W kotlinach: Wałbrzyskiej i Kuźnickiej, wskutek osiadania powierzchni ziemi uszkodzeniu uległo prawie 12 km torów kolejowych na odcinku Wałbrzych Miasto – Boguszów-Gorce Zachód (szlak kolejowy Wrocław – Jelenia Góra). Od wielu lat pociągi jeżdżą tam z prędkościami 15– 30 km/h. Znaczne ograniczenia ruchu kolejowego występują również na linii Wałbrzych–Kłodzko, a w ostatniej dekadzie XX w. przez kilka lat pociągi nie jeździły tam w ogóle z powodu złego stanu tech-

Ryc. 76. Stalowe ankry zabezpieczające budynek mieszkalny przed pękaniem ścian i zawaleniem w związku z osiadaniem gruntu w Wałbrzychu Białym Kamieniu (fot. J. Wójcik).

nicznego wiaduktu w Wałbrzychu Podgórzu, spowodowanego osiadaniem górotworu, w związku z eksploatacją węgla w filarze ochronnym stacji kolejowej Wałbrzych Główny (ryc. 77).

Osiadanie górotworu przyczyniło się także do zmian w płytko zalegających wodach podziemnych na tych obszarach. Na obrzeżach dużych niecek zwierciadło wód podziemnych jest zwykle obniżone, natomiast w dnach tych form leży tuż przy powierzchni terenu i nierzadko również wody gruntowe wypływają tam na powierzchnię (ryc. 78). Najniżej położone części niecek są przeważnie podmokłe, a po długotrwałych lub obfitych opadach tworzą się tam niewielkie zalewiska. Przykładem jest obniżenie terenu o głębokości 18 metrów w dzielnicy Wałbrzycha – Biały Kamień powstałe w niecce z osiadania. Obniżenie to musi być regularnie odwadniane, ponieważ znajdujące się w niecce zabudowania mieszkalne uległyby podtopieniu. Z niepublikowanych materiałów źródłowych wykorzystanych w niniejszej pracy (Jabłoński 1976, *Program ochrony... KWK Thorez...* 1976, *Program ochrony... KWK Thorez...* 1982, *Osiadanie powierzchni ziemi... KWK Thorez… Wałbrzych* 1989) wynika, że zwierciadło wód podziemnych w sąsiedztwie wyżej wymienionej niecki uległo obniżeniu i leży obecnie na głębokości od 2 do 4 m pod powierzchnią

Ryc. 77. Wiadukt na linii kolejowej Wałbrzych-Kłodzko w Wałbrzychu Podgórzu był często remontowany i wzmacniany specjalnymi zabezpieczeniami oraz wyłączany z użytkowania w związku z osiadaniem terenu na skutek prowadzonej tam eksploatacji węgla (fot. J. Wójcik).

Ryc. 78. Fragment najniżej leżącego w niecce z osiadania terenu koło dawnego szybu „Jan" w Wałbrzychu Białym Kamieniu. W dnie obniżenia wypływają na powierzchnię wody gruntowe, które są odprowadzane na zewnątrz specjalnym systemem odwadniającym (fot. J. Wójcik).

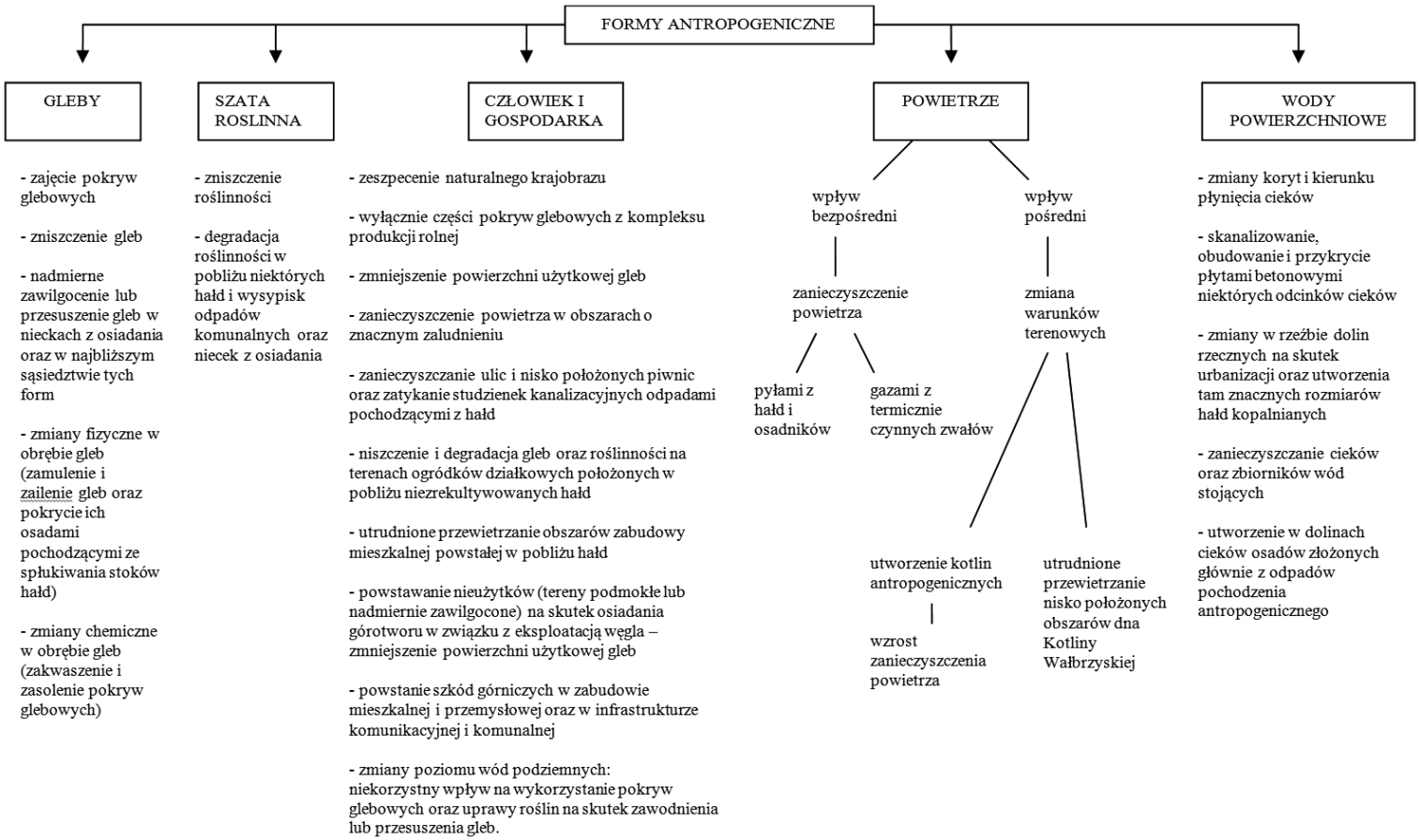
terenu. Wpłynęło to ujemnie na rolnicze wykorzystanie gleb, a także na pobliskie ogródki działkowe. Grunty w pobliżu niecek z osiadania są zwykle przesuszone i nie nadają się do uprawy bez nawadniania. W sąsiedztwie niecek, w wielu miejscach dawne tereny rolnicze i działki zmieniły się w nieużytki (ryc. 79).

Badania autora dowiodły, iż powstanie form antropogenicznych uwarunkowanych rozwojem przemysłu spowodowało liczne, przeważnie negatywne skutki dla środowiska przyrodniczego i działalności człowieka w regionie. Schemat ilustrujący wpływ form antropogenicznych na środowisko przyrodnicze i gospodarkę w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach oraz skutki tych procesów przedstawiono na ryc. 80.

Pod wpływem rekultywacji i wkraczania roślinności na hałdy krajobraz obszarów, na których występują te formy, stopniowo się zmienia. Porastająca zwały roślinność, a zwłaszcza drzewa spowodowała, że niektóre z tych form upodobniły się do sąsiadujących z nimi naturalnych wzniesień terenu. W przyszłości planuje się zalesienie wszystkich hałd, a niektóre duże zwały, np. 4–1 w Śródmieściu Wałbrzy-

Ryc. 79. Nieużytki w sąsiedztwie niecki z osiadania na terenie Wałbrzycha Białego Kamienia powstałe na skutek obniżenia się zwierciadła wód podziemnych w związku z eksploatacja węgla (fot. J. Wójcik).

cha i 1–3 u podnóża Chełmca, mają być zagospodarowane na cele rekreacyjne (Piątek i Piątek 2000, Wójcik 2007a). W literaturze znajdujemy wiele publikacji na temat propozycji zagospodarowania hałd oraz ocen przeprowadzonych już prac w tym zakresie (Gaflagher 1978, Klemens 1983a, 1983b, Brown 1997, Collins 1997, Wakelin 1997, Watson 1997, Gawor, Szmatłoch 2010). Mając na uwadze ukierunkowanie rozwoju rejonu wałbrzyskiego na turystykę, duże hałdy o znacznych wysokościach względnych mogłyby być wykorzystane jako specyficzne punkty widokowe (ryc. 81). Większość miejsc w obrębie tych form jest stosunkowo łatwo dostępna, ze względu na zbudowane tam wcześniej drogi, którymi poruszały się samochody wywrotki wywożące odpady na hałdy. Wytyczenie szlaków turystycznych przez zwały i odpowiednie ich zagospodarowanie nie wymaga dużych nakładów finansowych, co w obecnej sytuacji ekonomicznej rejonu wałbrzyskiego jest optymalnym rozwiązaniem. Stoki niektórych hałd, np. 9–2, po odpowiedniej przebudowie i wyposażeniu mogłyby być także wykorzystane do uprawiania narciarstwa zjazdowego, czy kwalifikowanej turystyki rowerowej. Przystosowanie hałd do tych celów wymaga jednak znacznie większych nakładów finansowych. Duże zwały kopalniane w odpowiedni sposób zagospodarowane mogłyby być miejscem rekreacji i wypoczynku mieszkańców Wałbrzycha oraz specyficzną atrakcję turystyczną, dzięki której można promować to miasto i okoliczne miejscowości, a także realizować cele edukacyjne i poznawcze związane z dziedzictwem przemysłowym w regionie.



Ryc. 80. Wpływ form antropogenicznych na wybrane komponenty środowiska przyrodniczego oraz gospodarkę w rejonie wałbrzyskim. Opracowanie własne.

Ryc. 81. Krajobraz Kotliny Wałbrzyskiej. Gęsta zabudowa śródmieścia Wałbrzycha oraz warunki terenowe i klimatyczne nie sprzyjają optymalnemu wentylowaniu tego obniżenia (fot. J. Wójcik).

Po likwidacji tradycyjnych gałęzi przemysłu pozostały liczne obiekty przemysłowe, które w większości są rozbierane, niszczeją, lub są rozkradane (Borówka 2010). W jednym z nich utworzono Muzeum Przemysłu i Techniki wałbrzyskiego górnictwa węglowego (Szewczyk 2006), a w przyszłości ma tam powstać Park Wielokulturowy „Stara Kopalnia", realizowany z funduszy Unii Europejskiej i Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego. Kilka innych obiektów pogórniczych zaadoptowano na magazyny i hurtownie, lub przebudowano i przeznaczono na inne cele (Piątek i Piątek 2000, Kaszowska i in. 2006, Borówka 2010)). Wraz z hałdami tworzą one charakterystyczny krajobraz poprzemysłowy stanowiący dziedzictwo kulturowe tego obszaru. Zagospodarowanie nieczynnych obiektów poprzemysłowych i powiązanie ich z hałdami, elementami krajobrazu dobitnie świadczącymi o industrialnej przeszłości tego obszaru oraz odpowiednia ich promocja stwarzają duże szanse dla rozwoju turystyki w regionie.

Ze względu na znaczne ilości zgromadzonych na zwałach odpadów skalnych można je traktować jako potencjalne złoża antropogeniczne i w przyszłości wykorzystać na różne cele, m.in. w budownictwie drogowym i kolejowym, do produkcji materiałów budowlanych oraz do zasypywania wyrobisk i rekultywowania

terenów poprzemysłowych. Wyniki wstępnych badań na temat wartości użytkowej mineralnych surowców odpadowych występujących w hałdach na Dolnym Śląsku, także w badanym obszarze, opublikował m.in. Sroga (1994, 1997, 1998). Znaczne ilości miału węglowego pozostawione w osadnikach kopalnianych można wykorzystać do produkcji niskokalorycznego paliwa. W latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia z odpadów tych produkowano brykiety węglowe, którymi palono m.in. w elektrociepłowniach: „Victoria" w Wałbrzychu i „Siekierki" w Warszawie (Hodurek 1987, 1988). W wielu niepublikowanych opracowaniach zgromadzonych w archiwach Urzędu Miejskiego i dawnego Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu są zawarte różne sugestie oraz projekty dotyczące likwidacji wałbrzyskich hałd. Niektóre zwały mogą więc zostać w przyszłości rozebrane, co spowodowałoby znów zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi. Dotychczas likwidowano jedynie doraźnie i tylko niewielkie fragmenty zwałów, np. przy budowie obwodnicy śródmieścia Wałbrzycha. Likwidacja hałd przyczyniłaby się także do powstania nowych powierzchni do zagospodarowania. Obecnie (październik 2010 r.) w dolinie cieku Sobięcinek, której znaczną część (około 29 ha) zajmuje zwał 4–3, ukończono budowę dużego kompleksu handlowo-usługowego: galerii „Victoria" (ryc. 82). Likwidacja kopalń i zaprzestanie wydobycia węgla kamiennego na skalę przemysłową nie za

Ryc. 82. Kompleks handlowo-usługowy „Victoria" zbudowany w 2010 r. na zdegradowanych terenach ogródków działkowych położonych na przedpolu hałdy 4–3 w dzielnicy Sobięcin (fot. J. Wójcik).

myka możliwości dalszego wykorzystania tego surowca. W górotworze pozostały bowiem znaczne złoża tej kopaliny. Gazy pochodzące z odgazowania złóż węgla można użyć do produkcji energii w tzw. elektrowniach podziemnych, na co coraz częściej zwraca się uwagę wskazując szanse rozwoju gospodarki w regionie. Zapewne przyczyniłoby się to również do szybszego uporządkowania i zagospodarowania terenów poprzemysłowych, na których rozwinęłaby się ta działalność.

11. Zanieczyszczenie powietrza – zróżnicowanie przestrzenne i zmiany w latach 1975–2000, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu

Powietrze jest najbardziej dynamicznym komponentem środowiska przyrodniczego charakteryzującym się permanentnym ruchem. Ważnymi cechami powietrza są m.in. możliwość pochłaniania, gromadzenia i przemieszczania różnych zanieczyszczeń. Stąd zmieniające się w czasie i w przestrzeni zanieczyszczenie przypowierzchniowej warstwy atmosfery.

Rejon wałbrzyski charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem ukształtowania powierzchni i wysokości względnych, a także zagospodarowania i pokrycia terenu. W związku z tym występują tu różne lokalne warunki atmosferyczne, od których w dużym stopniu zależy rozprzestrzenianie się i stężenie pyłów i gazów w powietrzu. Warunki atmosferyczne determinują także zależności w relacjach: emisja – imisja zanieczyszczeń. Ilość i jakość emitowanych do atmosfery antropogenicznych zanieczyszczeń w rejonie wałbrzyskim były uwarunkowane zróżnicowanym zagospodarowaniem badanego obszaru. W Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach dominowała funkcja przemysłowa, natomiast w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju funkcje turystyczna i rekreacyjna. Większość obiektów będących źródłem emisji zanieczyszczeń występowało w śródgórskich obniżeniach terenu. Często panują tam niekorzystne warunki aerosanitarne, spowodowane m.in. zaleganiem chłodnych mas powietrza. Utrudniony odpływ powietrza na zewnątrz kotlin sprzyjał gromadzeniu się w nim pyłów i gazów, co zwykle powodowało wzrost imisji zanieczyszczeń. Znaczną część rejonu wałbrzyskiego zajmują tereny zurbanizowane i przeważnie gęsto zaludnione, a jeszcze niedawno (do 1996 r.) były to także obszary silnie uprzemysłowione. Przestrzenny rozkład zanieczyszczenia powietrza w rejonie wałbrzyskim był więc zróżnicowany i zależał od wielu czynników. Wydzielono dwie zasadnicze grupy tych czynników: pierwotne i wtórne. Do pierwszej z nich zaliczamy wszelkie źródła emisji zanieczyszczeń, zarówno zorganizowane, jaki i niezorganizowane. Przestrzenne ich rozmieszczenie było nierównomierne, a także zmieniało się w czasie. W kolejnych latach okresu 1975–2000 notowano również zróżnicowaną ilość i jakość emitowanych do powietrza zanieczyszczeń. Czynnikami wtórnymi mającymi zasadniczy wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza w badanym obszarze, były specyficzne warunki naturalne, przede wszystkim, urozmaicona rzeźba terenu i stosunkowo duże wysokości względne oraz zróżnicowane kierunki i prędkości wiatrów, a także zagospodarowanie i pokrycie terenu. Decydowały one głównie o rozprzestrzenianiu się oraz stężeniu pyłów i gazów w powietrzu. Zanieczyszczanie przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad rejonem wałbrzyskim

wiązało się więc z występowaniem różnych obiektów emitujących pyły i gazy (czynniki pierwotne), natomiast przebieg i zróżnicowanie tego procesu, zarówno w przestrzeni jak i w czasie, warunkowały czynniki wtórne. Stan zanieczyszczenia powietrza w badanym obszarze był „wypadkową" przestrzennego zróżnicowania wielkości emisji w czasie i uwarunkowań środowiskowych rozprzestrzeniania się pyłów i gazów w powietrzu. Czystość powietrza w rejonie wałbrzyskim zależała także od przemian w strukturze przemysłu, z czym wiążą się zmiany w rodzajach i ilości wprowadzanych do atmosfery zanieczyszczeń.

Nawiązując do cyrkulacji powietrza w skali regionalnej należy podkreślić, że w Sudetach dominują wiatry zachodnie i północno-zachodnie (przeciętnie 22% dni w ciągu roku) (Schmuck 1952, 1969, Walczak 1968, *Atlas Śląska Dolnego*...1997, Sobik 2005). Wobec tego część zanieczyszczeń, zwłaszcza związków siarki, występujących w powietrzu nad rejonem wałbrzyskim mogła w latach 1975–2000 pochodzić ze źródeł wysokiej emisji związanych z rozwiniętym w rejonie Turoszowa oraz w północnych Czechach i południowo-wschodniej części Niemiec przemysłem paliwowo-energetycznym. Wskazują na to m.in. wyniki badań Sobika (1991), Barona i Sobika (1995), Sienkiewicza i Twarowskiego (1996), Błasia (1997) oraz Błasia, Dore i Sobika (1999), dotyczące rozprzestrzeniania się i występowania zanieczyszczeń w powietrzu nad Sudetami, pochodzących z wyżej wymienionych obszarów. Ponadto potwierdzają to badania jakości powietrza i chemizmu opadów atmosferycznych w polskiej części obszaru zwanego „Czarnym Trójkątem", prowadzone przez Inspekcję Ochrony Środowiska (*Raport*... 1994, 1997, *Raport*... 1998, *Raport*... 1999, 2000). W odniesieniu do rejonu wałbrzyskiego nie udało się ustalić, jaką rolę w zanieczyszczaniu powietrza odegrały lokalne, a jaką położone w większej odległości, źródła emisji zanieczyszczeń. W badanym obszarze brak bowiem stacji pomiarowych sieci monitoringu „Czarny Trójkąt". Najbliższe znajdują się w Witkowie i w Sokolcu, odpowiednio 20 i 30 km od Wałbrzycha. Działają one dopiero od 1995 r. (*Raport*... 1999). W związku z tym, iż w rejonie wałbrzyskim nie prowadzono takich badań, ustalenia autora dotyczące zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza w aspektach przestrzennym i czasowym można powiązać jedynie z ilością i jakością emitowanych zanieczyszczeń pochodzących z lokalnych źródeł emisji.

11.1. Przemysłowe źródła i wielkość emisji zanieczyszczeń

W latach 1975–1990 gospodarka rejonu wałbrzyskiego była głównie oparta na rozwiniętych tu tradycyjnych gałęziach przemysłu: górnictwie węgla, przemyśle koksowniczym, produkcji porcelany oraz przemyśle włókienniczym i hutnictwie szkła. W ostatniej dekadzie XX w., w badanym obszarze przeprowadzono restrukturyzację gospodarki, która spowodowała m.in. likwidację wielu gałęzi przemysłu

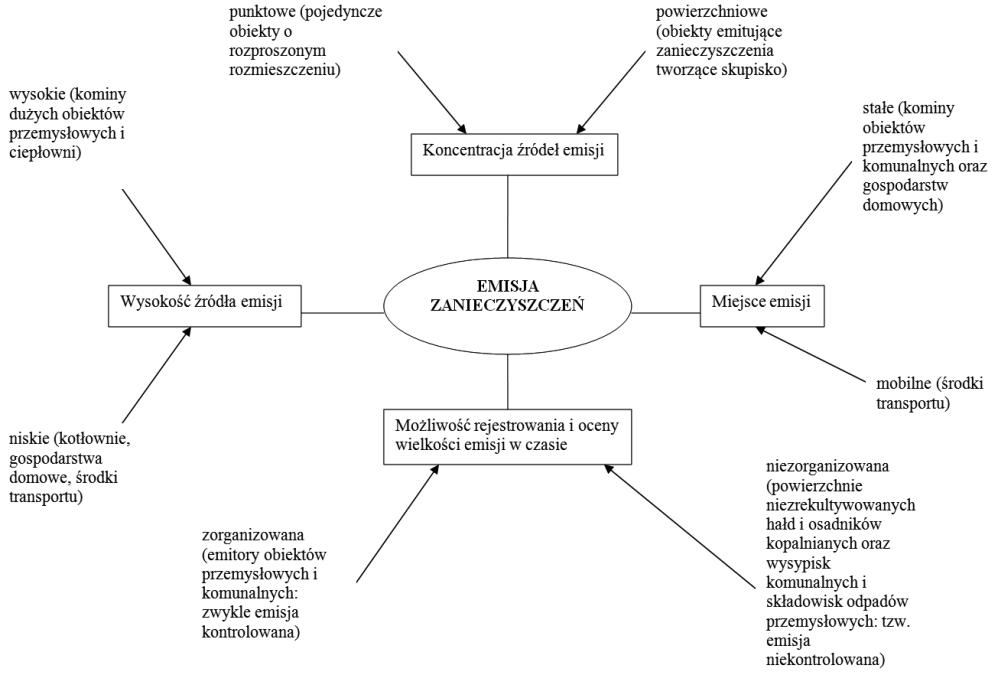
w regionie oraz zmiany w rozmieszczeniu obiektów przemysłowych. Przemiany w gospodarce wywarły istotny wpływ na ilość i jakość emitowanych do powietrza zanieczyszczeń, a w konsekwencji także na czystość powietrza nad badanym obszarem.

W rozpatrywanym okresie w rejonie wałbrzyskim występowały różnorodne źródła wysokiej i niskiej emisji zanieczyszczeń. Były to głównie kominy różnych obiektów przemysłowych, kotłowni i gospodarstw domowych, środki transportu samochodowego oraz nagie składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych, zwłaszcza hałdy i osadniki kopalniane.

Biorąc pod uwagę wielkość źródeł emisji zanieczyszczeń wydzielono punktowe źródła zanieczyszczania powietrza np. wyloty kominów, a także powierzchniowe ich źródła np. niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane. Miały one charakter stałych lub mobilnych (środki transportu samochodowego) źródeł emisji pyłów i gazów do atmosfery. Zanieczyszczanie powietrza nad badanym obszarem przebiegało także w sposób zorganizowany i niezorganizowany. Emisja zorganizowana wiązała się z obiektami, które prowadziły działalność gospodarczą w środowisku, natomiast emisja niezorganizowana miała przeważnie charakter niekontrolowany, np. wywiewanie przez wiatr drobin pyłów z osadników i hałd lub tlenie i palenie się składowanych na hałdach odłamków węgla. Na terenach uprzemysłowionych zanieczyszczanie atmosfery wiązało się także z emisją wtórną. Proces ten zachodził m.in. podczas niewłaściwego usuwania pyłów z urządzeń odpylających lub w trakcie transportu wcześniej unieszkodliwionych już zanieczyszczeń, np. popiołów i miału węglowego z osadników kopalnianych na hałdy. Źródła emisji zanieczyszczeń powietrza w rejonie wałbrzyskim i ich zróżnicowanie w latach 1975–2000 przedstawiono na ryc. 83.

Jak wcześniej sygnalizowałem zanieczyszczenie powietrza w rejonie wałbrzyskim wiązało się głównie z przemysłem i gospodarką komunalną, a ponadto z oddziaływaniem motoryzacji, palenisk domowych oraz niezrekultywowanych zwałów i osadników kopalnianych. Precyzyjne ustalenie wielkość emisji pyłów i gazów było możliwe jedynie w odniesieniu do zorganizowanych źródeł emisji, dla których prowadzono taką statystykę. Dane o wielkości emisji ze źródeł niezorganizowanych są przybliżone i opierają się na wyliczeniach szacunkowych.

Ustalono, że udział przemysłu w ogólnej ilości emitowanych do powietrza zanieczyszczeń w rejonie wałbrzyskim był zróżnicowany, zarówno w czasie, jak i w przestrzeni (tab. 44). W latach 1975–1990 działalność przemysłowa w Wałbrzychu była źródłem około 70%, w Boguszowie –-Gorcach około 60%, a w Jedlinie-Zdroju około 40% ogółu wprowadzonych do atmosfery zanieczyszczeń. W Szczawnie-Zdroju brak obiektów przemysłowych zanieczyszczających powietrze. Po 1990 r., w związku z systematyczną likwidacją dużych zakładów reprezentujących tradycyjne gałęzie przemysłu w regionie i ogólnym spadkiem wielkości produkcji



Ryc. 83. Źródła emisji zanieczyszczeń i ich zróżnicowanie w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000 według wybranych kryteriów. Opracowanie własne.

Tab. 44. Szacunkowy udział przemysłu w wielkości emisji zanieczyszczeń w miastach rejonu wałbrzyskiego (w %).

Miasto	1975-1990	1991-2000
Wałbrzych	70	40
Boguszów-Gorce	60	30
Jedlina-Zdrój	40	25

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

przemysłowej, udział tego sektora gospodarki w zanieczyszczaniu powietrza wyraźnie się zmniejszył. W ostatniej dekadzie XX w. w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach, udział emisji przemysłowych wynosił odpowiednio 40 i 30%, a w Jedlinie-Zdroju 25% ogółu emitowanych do atmosfery pyłów i gazów w tych miastach. Rola przemysłu jako czynnika zanieczyszczania powietrza w latach 1991–2000, w porównaniu do okresu wcześniejszego (1975–1990) znacznie zmalała. Szczególnie wyraźnie zaznaczyło się to w miastach pełniących, przede wszystkim, funkcje przemysłowe. W porównywanych okresach na terenie Wałbrzycha restrukturyzacja

gospodarki przyczyniła się do spadku udziału emisji przemysłowych w ogólnej wielkości emisji o 75%, a w Boguszowie-Gorcach o 100%.

Nawiązując do rozwiniętych w rejonie wałbrzyskim gałęzi i branż przemysłu podjęto próbę ustalenia, które z nich i w jakim stopniu przyczyniały się do zanieczyszczenia powietrza w badanym obszarze. Materiałami wyjściowymi były zebrane przez autora dane statystyczne o ilości emitowanych przez poszczególne zakłady zanieczyszczeń. Ich źródłem były natomiast różnorodne, przeważnie niepublikowane opracowania i dokumenty pochodzące z różnych urzędów administracji państwowej oraz z archiwów zakładów przemysłowych. Obiekty przemysłowe uporządkowano w cztery grupy. Wydzielono przemysł węglowy i energetykę, przemysł chemiczny i koksownictwo, hutnictwo szkła i produkcję porcelany oraz pozostałe gałęzie przemysłu (włókienniczy i odzieżowy, maszynowy, mięsny, spożywczy). Zróżnicowanie emisji w wielkościach rzeczywistych i procentowych według wydzielonych wyżej grup przemysłu, w latach 1975–2000, przedstawiono w tab. 45 i na ryc. 84.

Spośród ogółu działających w omawianym obszarze zakładów przemysłowych największe ilości zanieczyszczeń emitowały zakłady energetyczne (elektrociepłownie) i kopalnie węgla kamiennego. W kolejnych latach badanego okresu obiekty te wprowadzały do powietrza od 49,9% do 71% wszystkich zanieczyszczeń przemysłowych w rejonie wałbrzyskim. Znaczne ilości emitowanych do atmosfery zanieczyszczeń pochodziły także z zakładów chemicznych, głównie koksowni (18,4–40,1% ogółu przemysłowych zanieczyszczeń w skali roku). Inne gałęzie przemysłu odegrały niewielką rolę w zanieczyszczaniu powietrza, na co wskazuje stosunkowo mały odsetek emitowanych przez nie pyłów i gazów w ciągu roku (5,3–10,1%). Większość zakładów reprezentujących branżę hutniczą i produkcję porcelany oraz pozostałe gałęzie przemysłu przetrwała do 2000 r., a więc najtrudniejszy okres transformacji gospodarczej. W związku z przemianami spowodowanymi restrukturyzacją, po 1993 r. wystąpił nieznaczny wzrost udziału emisji pochodzących z wyżej wymienionych gałęzi przemysłu w całkowitej ilości emitowanych zanieczyszczeń (tab. 45).

W latach 1975–2000 rzeczywista wielkość emisji przemysłowych w rejonie wałbrzyskim była w skali roku zróżnicowana i wahała się od 7,1 tys. Mg w 2000 r. do 65,4 tys. Mg w 1978 r. (tab. 45 , ryc. 84). Wydzielono trzy charakterystyczne okresy różniące się wielkością emisji pyłów i gazów w ciągu roku:

a) 1975–1980, o największej emisji zanieczyszczeń (54,7–65,4 tys. Mg)

b) 1984–1989 o emisji zanieczyszczeń wynoszącej od 40,7 do 45,3 tys. Mg

c) 1994–2000 o najmniejszej emisji zanieczyszczeń (7,1–11,4 tys. Mg).

Lata od 1980 do1984 r. oraz od 1989 do1994 r. były okresami przejściowymi, które charakteryzowały się spadkowym trendem emitowanych do powietrza zanieczyszczeń. W pierwszym z wyżej wymienionych okresów ilość wypuszcza-

Tab. 45. Emisja zanieczyszczeń ze źródeł przemysłowych według wydzielonych grup przemysłu w rejonie wałbrzyskim w latach 1975-2000.

Rok	Emisja zanieczyszczeń (w Mg)									
	Zanieczyszczenia pyłowe									
	ogółem	%	grupy zakładów przemysłowych							
			1	%	2	%	3	%	4	%
1975	33302,5	51,60%	29254	87,80%	2285	6,90%	1290	3,90%	473,5	1,40%
1976	33210,5	51,80%	29219	88,00%	2447	7,40%	1129	3,40%	415,5	1,30%
1977	33553,5	52,50%	29763	88,70%	2267	6,80%	1098	3,30%	425,5	1,30%
1978	34389,5	52,60%	31142	90,60%	2241	6,50%	557	1,60%	499,5	1,50%
1979	23991,5	43,80%	20716	86,30%	2390	10,00%	448	1,90%	397,5	1,70%
1980	31497,3	52,90%	25653	81,40%	5045	16,00%	389	1,20%	410,3	1,30%
1981	25842,3	52,10%	22861	88,50%	1826	7,10%	722	2,80%	433,3	1,70%
1982	14947,3	39,90%	12958	86,70%	1493	10,00%	551	3,70%	418,3	2,80%
1983	15147,3	41,20%	13040	86,10%	1295	8,50%	417	2,80%	395,3	2,60%
1984	21120,3	50,70%	18521	87,70%	1674	7,90%	415	2,00%	510,3	2,40%
1985	25241,3	55,70%	22669	89,80%	1604	6,40%	462	1,80%	506,6	2,00%
1986	20715,6	49,10%	17964	86,70%	1613	7,80%	580	2,80%	559,6	2,70%
1987	22475,6	53,40%	18083	80,50%	3332	14,80%	561	2,50%	499,6	2,20%
1988	25426,6	57,70%	21229	83,50%	3283	12,90%	575	2,30%	339,6	1,30%
1989	21115,6	51,90%	17642	83,50%	2682	12,70%	490	2,30%	301,6	1,40%
1990	15153,6	49,30%	12831	84,70%	1592	10,50%	458	3,00%	272,6	1,80%
1991	11101,0	46,80%	9948	89,60%	660	5,90%	231	2,10%	262	2,40%
1992	6731,5	36,50%	5911	87,80%	456	6,80%	161	2,40%	203,5	3,00%
1993	2300,5	15,70%	1507	65,50%	479	20,80%	128	5,60%	186,5	8,10%
1994	2137,1	18,70%	1419	66,40%	407	19,00%	116	5,40%	195,1	9,10%
1995	1955,1	18,30%	1358	69,50%	360	18,40%	60	3,10%	177,1	9,10%
1996	1780,8	18,10%	1197	67,20%	325	18,30%	91	5,10%	167,8	9,40%
1997	1638,8	18,90%	1085	66,20%	320	19,50%	80	4,90%	153,8	9,40%
1998	1536,6	19,20%	1022	66,50%	290	18,90%	80	5,20%	144,6	9,40%
1999	1413,6	19,40%	934	66,10%	293	20,70%	63	4,50%	123,6	8,70%
2000	1440,6	20,30%	994	69,00%	282	19,60%	56	3,90%	108,6	7,50%
1975––2000	429165,9	47,50%	368920	86,00%	40941	9,50%	11208	2,60%	8581,20	2,00%

Rok	Zanieczyszczenia gazowe									
	ogółem	%	grupy zakładów przemysłowych							
			1	%	2	%	3	%	4	%
1975	31297,9	48,40%	15137	48,40%	13115	41,90%	2190	7,00%	855,9	2,70%
1976	30914,9	48,20%	15020	48,60%	13033	42,20%	2014	6,50%	897,9	2,90%
1977	30412,9	47,50%	15179	49,90%	12299	40,40%	2165	7,10%	769,9	2,50%
1978	31009,9	47,40%	16261	52,40%	12286	39,60%	1710	5,50%	752,9	2,40%
1979	30740,9	56,20%	15192	49,40%	13136	42,70%	1616	5,30%	796,9	2,60%
1980	28082,1	47,10%	14821	52,80%	11075	39,40%	1328	4,70%	858,1	3,10%
1981	23768,1	47,90%	11032	46,40%	10421	43,80%	1478	6,20%	837,1	3,50%
1982	22534,1	60,10%	10600	47,00%	9748	43,30%	1374	6,10%	812,1	3,60%
1983	21614,1	58,80%	10800	50,00%	8640	40,00%	1318	6,10%	856,1	4,00%
1984	20525,1	49,30%	10493	51,10%	7401	36,10%	1362	6,60%	1269,1	6,20%
1985	20111,5	44,30%	11366	56,50%	6751	33,60%	1351	6,70%	643,5	3,20%
1986	21475,5	50,90%	11812	55,00%	7698	35,80%	1293	6,00%	672,5	3,10%
1987	19644,5	46,60%	9929	50,50%	7838	39,90%	1222	6,20%	655,5	3,30%
1988	18661,5	42,30%	8808	47,20%	8223	44,10%	1032	5,50%	598,5	3,20%
1989	19542,5	48,10%	9486	48,50%	8564	43,80%	945	4,80%	547,5	2,80%
1990	15665,4	51,00%	7159	45,70%	7097	45,30%	895	5,70%	514,4	3,30%
1991	12629,1	53,20%	6384	50,50%	5169	40,90%	602	4,80%	474,1	3,80%
1992	11709,1	63,50%	5642	48,20%	5228	44,60%	446	3,80%	393,1	3,40%
1993	12444,3	84,70%	7442	59,80%	4224	33,90%	393	3,20%	385,3	3,10%
1994	9305,6	81,30%	4808	51,70%	3741	40,20%	369	4,00%	387,6	4,20%

1995	8709,3	81,70%	4535	52,10%	3471	39,90%	340	3,90%	363,3	4,20%
1996	8083,5	82,00%	4256	52,70%	3171	39,20%	312	3,90%	344,5	4,30%
1997	7024,2	81,10%	3299	47,00%	3090	44,00%	313	4,50%	322,2	4,60%
1998	6447,4	80,80%	2961	45,90%	2907	45,10%	274	4,20%	305,5	4,70%
1999	5879,9	80,60%	2710	46,10%	2632	44,80%	248	4,20%	289,9	4,90%
2000	5655,9	79,70%	2780	49,20%	2396	42,40%	244	4,30%	235,9	4,20%
1975–2000	473889,2	52,50%	237912	50,20%	193354	40,80%	26834	5,70%	15 839	3,30%

Zanieczyszczenia razem

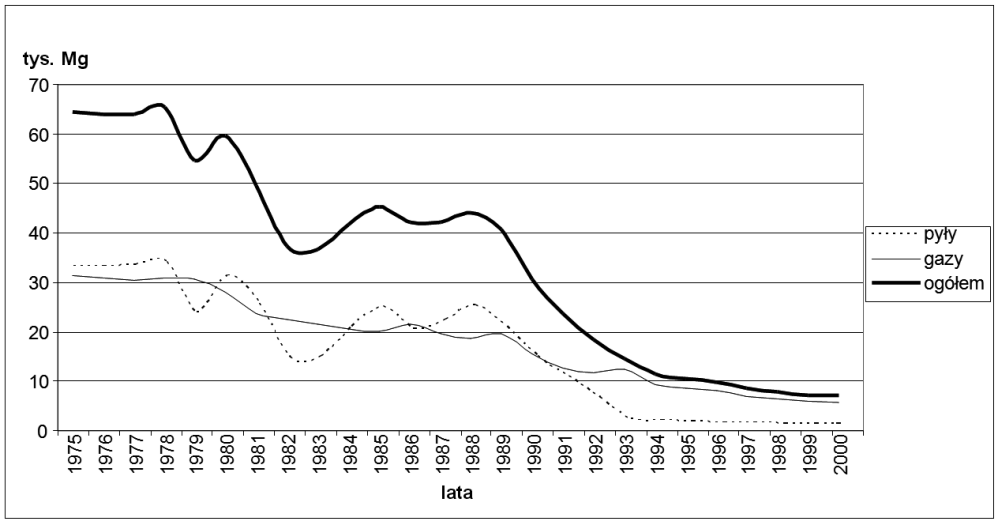
Rok	ogółem	grupy zakładów przemysłowych							
		1	%	2	%	3	%	4	%
1975	64601	44391	68,70%	15400	23,80%	3480	5,40%	1330	2,10%
1976	64125	44239	69,00%	15480	24,10%	3143	4,90%	1263	2,00%
1977	63966	44942	70,30%	14566	22,80%	3263	5,10%	1195	1,90%
1978	65399	47403	72,50%	14527	22,20%	2267	3,50%	1202	1,80%
1979	54732	35948	65,70%	15526	28,40%	2064	3,80%	1194	2,20%
1980	59579	40474	67,90%	16120	27,10%	1717	2,90%	1268	2,10%
1981	49610	33893	68,30%	12247	24,70%	2200	4,40%	1270	2,60%
1982	37481	23085	61,60%	11241	30,00%	1925	5,10%	1230	3,30%
1983	36761	23840	64,90%	9935	27,00%	1735	4,70%	1251	3,40%
1984	41645	29014	69,70%	9075	21,80%	1777	4,30%	1779	4,30%
1985	45353	34035	75,00%	8355	18,40%	1813	4,00%	1150	2,50%
1986	42190	29776	70,60%	9310	22,10%	1873	4,40%	1231	2,90%
1987	42120	28012	66,50%	11170	26,50%	1783	4,20%	1155	2,70%
1988	44088	30037	68,10%	11506	26,10%	1607	3,60%	938	2,10%
1989	40658	27128	66,70%	11246	27,70%	1435	3,50%	849	2,10%
1990	30729	19900	64,80%	8689	28,30%	1353	4,40%	787	2,60%
1991	23730	16332	68,80%	5829	24,60%	833	3,50%	736	3,10%
1992	18441	11553	62,60%	5684	30,80%	607	3,30%	597	3,20%
1993	14691	8949	60,90%	4703	32,00%	521	3,50%	518	3,50%
1994	11443	6227	54,40%	4148	36,20%	485	4,20%	583	5,10%
1995	10662	5891	55,30%	3831	35,90%	400	3,80%	540	5,10%
1996	9862	5453	55,30%	3496	35,40%	401	4,10%	512	5,20%
1997	8663	4384	50,60%	3410	39,40%	393	4,50%	476	5,50%
1998	7984	3983	49,90%	3197	40,00%	354	4,40%	450	5,60%
1999	7294	3644	50,00%	2925	40,10%	311	4,30%	414	5,70%
2000	7097	3774	53,20%	2678	37,70%	300	4,20%	345	4,90%
1975–2000	902 904	606307	67,20%	234294	25,90%	38040	4,20%	24263	2,70%

1 – kopalnie węgla kamiennego i barytu oraz elektrociepłownie, 2 – zakłady chemiczne, 3 – zakłady porcelany stołowej i huta szkła, 4 – zakłady włókiennicze, odzieżowe i inne.
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

nych do atmosfery pyłów i gazów spadła z 59,6 do 36,8 tys. Mg, natomiast w drugim z 40,7 do 11,4 tys. Mg (ryc. 84). Tendencja spadkowa wielkości emisji przemysłowych w latach 1989–1994 cechowała się więc większą dynamiką zmian, aniżeli w okresie 1980–1983 (spadek ilości emitowanych zanieczyszczeń o 72% i 38,3%).

Uogólniając wyniki badań ustalono, że ilość wypuszczanych przez przemysł do powietrza pyłów i gazów w badanym okresie stopniowo malała, a proces ten charakteryzował się zróżnicowaną intensywnością (ryc. 84).

Wielkość emisji zanieczyszczeń zmieniała się zapewne także w ciągu roku. Pośrednio wskazują na to zróżnicowane dane o wielkości imisji pyłów i gazów w Wałbrzychu, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju w poszczególnych miesiącach



Ryc. 84. Zróżnicowanie wielkości emisji zanieczyszczeń ze źródeł przemysłowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 45.

roku, a zwłaszcza w okresach zwanych sezonami: grzewczym i pozagrzewczym. Dla żadnej miejscowości rejonu wałbrzyskiego nie prowadzono jednak statystyki wielkości emisji zanieczyszczeń w okresach miesięcznych. Z szacunkowych obliczeń WIOŚ i WSSE oraz z informacji pochodzących z opracowań niepublikowanych wynika, że w Wałbrzychu w sezonie grzewczym (październik–marzec) emisja ogółu zanieczyszczeń była zwykle o około 25% większa, niż w pozostałych miesiącach roku (kwiecień–wrzesień) (Jabłoński 1976, *Ogólna ocena*... 1978, *Raport o stanie*... 1981, Kacperkiewicz 1986). Wiązało się to ze zwiększonym zużyciem paliw do celów energetycznych oraz utrzymywaniem odpowiedniej temperatury warunkującej optymalny przebieg procesów technologicznych w przemyśle, a także z innymi niż przemysł czynnikami – głównie uruchamianiem lokalnych kotłowni, osiedlowych ciepłowni i powszechnie występujących w badanym obszarze pieców węglowych, również większym zużyciem benzyn i oleju napędowego przez środki transportu.

W strukturze emitowanych do atmosfery zanieczyszczeń najczęściej wydziela się dwie podstawowe grupy: pyły i gazy. W kolejnych latach okresu 1975–1980 wielkość emisji pyłów i gazów w rejonie wałbrzyskim była podobna, a także osiągała najwyższe wartości (tab. 45). W latach 1981–1989 występowały natomiast znaczne większe wahania ilości emitowanych do powietrza zanieczyszczeń pyłowych, niż gazowych. W ostatnich dwunastu latach rozpatrywanego okresu (1989–2000) wielkość emisji gazów systematycznie malała. W tym samym czasie ilość emitowanych do atmosfery pyłów początkowo (w latach 1989–1993) szybko malała, a po 1993 r. tempo tych zmian było już znacznie mniejsze (ryc. 84). Naj-

większy wpływ na wielkość przemysłowych emisji zanieczyszczeń wywarły przemysł węglowy i energetyka, a w odniesieniu do zanieczyszczeń gazowych także przemysł koksowniczy (tab. 45).

Rozwinięte w rejonie wałbrzyskim tradycyjne gałęzie i branże przemysłu, a także często stosowane tam przestarzałe technologie sprawiły, że do atmosfery dostawały się różne zanieczyszczenia gazowe. W strukturze emitowanych gazów dominowały tlenki siarki, azotu i węgla, a ponadto specyficzne dla wałbrzyskiego przemysłu takie zanieczyszczenia jak związki fluoru, siarkowodór, mgła kwasu siarkowego, formaldehyd, węglowodory aromatyczne (benzen, ksylen, toluen) oraz substancje smołowe (*Ogólna ocena...* 1977, *Ocena stanu...* 1989; 1993, *Raport...*1994, Sołtysiak 1989, 1998, *Raport...* 1999). Porównanie ilości dwutlenku (ditlenku) siarki, tlenków azotu i tlenków węgla wyemitowanych w latach 1975–2000 przez przemysł do powietrza w stosunku do ogółu wypuszczonych do atmosfery w rejonie wałbrzyskim przemysłowych zanieczyszczeń gazowych, przedstawiono w tab. 46 i na ryc. 85. Ustalono, że dominującym, pod względem wielkości, zanieczyszczeniem emitowanym do powietrza nad rejonem wałbrzyskim, w rozpatrywanym okresie, był dwutlenek siarki. Działające tu obiekty przemysłowe wprowadziły do powietrza łącznie około 255 tys. Mg tego związku. W porównaniu do ogółu zanieczyszczeń gazowych wypuszczanych do powietrza w skali roku ilość dwutlenku siarki była zróżnicowana i wahała się od 42,4 % w 1990 r. do 71,2% w 1997 r. Rzeczywiste roczne wielkości emisji wyżej wymienionego zanieczyszczenia były także zróżnicowane: od 3,3 tys. Mg w 2000 r. do 18 tys. Mg w 1978 r. Zachodzące zmiany miały wyraźny trend spadkowy. Największe ilości dwutlenku siarki wyemitowano do atmosfery w latach 1975–1980 (16,2–18,0 tys. Mg/r). W okresie 1983–1989 wielkość emisji tego gazu znacznie spadła (9,1–11,0 tys. Mg/r), natomiast w latach 1994–2000 była najmniejsza w całym badanym okresie (3,3–5,1 tys. Mg rocznie). Ilość wprowadzonych do atmosfery przez przemysł tlenków azotu w ciągu roku, była przeważnie kilkakrotnie mniejsza niż dwutlenku siarki. Największe emisje tych zanieczyszczeń notowano w latach 1975–1986 (4,7—5,8 tys. Mg/r), najmniejsze zaś od 1991 r. do 2000 r. (0,6–1,5 tys. Mg/r). W badanym okresie wystąpił także wyraźny spadkowy trend przemysłowych emisji tlenków węgla. W latach 1975–1985 ilość tych zanieczyszczeń zmniejszyła się z 2,8 do 2,4 tys. Mg, w okresie 1986–1992 od 1,8 do 1,2 tys. Mg, a w latach 1993–2000 wahała się od 0,4 do 1,0 tys. Mg rocznie. Spadkowa tendencja wielkości emisji tlenków azotu charakteryzowała się znacznie większym tempem, aniżeli emisji tlenku węgla, zwłaszcza w latach 1986–1992. W związku z tym notowane w latach 1975–1988 znaczne różnice w wielkości emisji tych związków do atmosfery, po 1993 r. wyraźnie się zmniejszyły (tab. 46, ryc. 85).

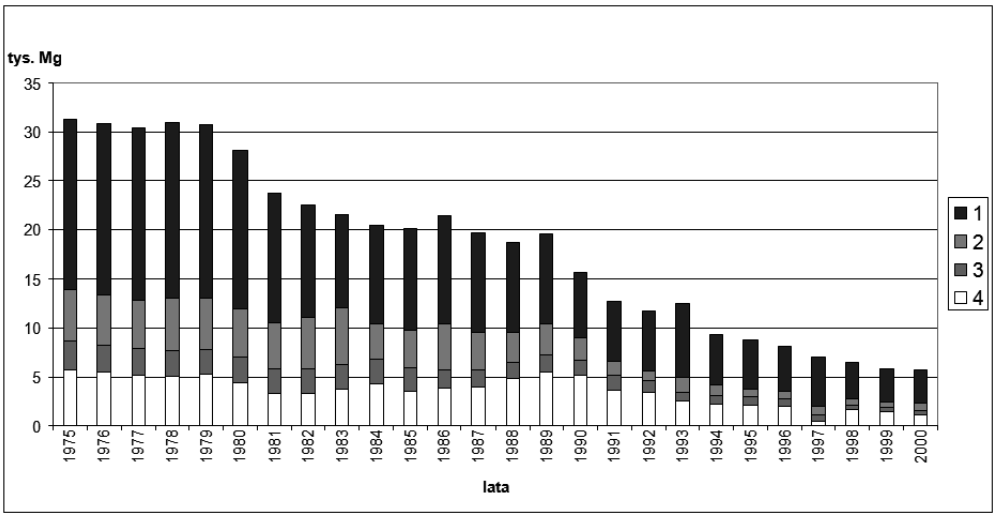
Spośród kilkudziesięciu zakładów przemysłowych działających w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000 kilkanaście wprowadzało do atmosfery stosunkowo duże ilości różnych zanieczyszczeń, nierzadko silnie toksycznych, np. związków

fluoru, fenoli, siarkowodoru i węglowodorów aromatycznych. Cztery z nich zostały uznane za szczególnie uciążliwe m.in. dla powietrza. Zakłady Koksownicze „Wałbrzych" i Elektrociepłownia „Victoria" już od 1991 r. były wpisane na „Listę 80" (obiekty przemysłowe będące największymi źródłami zanieczyszczeń w skali kraju), a Kopalnia Barytu „Boguszów" i Zakłady Urządzeń Górniczych „Wamag" zamiesz-

Tab. 46. Struktura zanieczyszczeń gazowych pochodzących z przemysłu w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000.

Rok	Zanieczyszczenia gazowe (w Mg)								
	SO_2	% ogółu	NO_2	% ogółu	CO	% ogółu	inne	% ogółu	ogółem
1975	17 384,8	55,5	5 285,5	16,9	2 840,8	9,1	5 786,80	18,5	31 297,9
1976	17 562,8	56,8	5 070,5	16,4	2 813,8	9,1	5 467,80	17,7	30 914,9
1977	17 520,8	57,6	5 049,5	16,6	2 666,8	8,8	5 175,80	17	30 412,9
1978	17 984,8	58	5 309,5	17,1	2 675,8	8,6	5 039,80	16,3	31 009,9
1979	17 681,8	57,5	5 252,5	17,1	2 573,8	8,4	5 232,80	17	30 740,9
1980	16 199,5	57,7	4 835,2	17,2	2 593,2	9,2	4 454,20	15,9	28 082,1
1981	13 221,5	55,6	4 677,2	19,7	2 568,8	10,8	3 300,60	13,9	23 768,1
1982	11 501,5	51	5 218,2	23,2	2 559,8	11,4	3 254,60	14,4	22 534,1
1983	9 559,5	44,2	5 796,2	26,8	2 519,8	11,7	3 738,60	17,3	21 614,1
1984	10 182,5	49,6	3 524,2	17,2	2546,8	12,4	4 271,60	20,8	20 525,1
1985	10 295,8	51,2	3 862,6	19,2	2 362,1	11,7	3 591,00	17,9	20 111,5
1986	10 981,8	51,1	4 815,6	22,4	1 814,1	8,4	3 864,00	18	21 475,5
1987	10 106,8	51,4	3 814,6	19,4	1 785,1	9,1	3 938,00	20	19 644,5
1988	9 125,8	48,9	3 073,6	16,5	1 673,1	9	4 789,00	25,7	18 661,5
1989	9 176,8	47	3 174,6	16,2	1 729,1	8,8	5 462,00	27,9	19 542,5
1990	6 640,9	42,4	2 307,5	14,7	1 526,7	9,7	5 190,30	33,1	15 665,4
1991	6 074,2	48,1	1 406,4	11,1	1 535,2	12,2	3 613,30	28,6	12 629,1
1992	6 107,7	52,2	988,5	8,4	1 181,1	10,1	3 431,80	29,3	11 709,1
1993	7 466,2	60	1 545,5	12,4	951,5	7,6	2 481,10	19,9	12 444,3
1994	5 109,4	54,9	1 087,4	11,7	920,8	9,9	2 188,00	23,5	9 305,6
1995	4 932,2	56,6	826,4	9,5	857,2	9,8	2 093,50	24	8 709,3
1996	4 497,8	55,6	815,7	10,1	798,5	9,9	1 971,50	24,4	8 083,5
1997	5 003,2	71,2	898,1	12,8	615,9	8,8	507	7,2	7 024,2
1998	3 661,1	56,8	700,9	10,9	448,4	7	1 637,00	25,4	6 447,4
1999	3 478,6	59,2	580,2	9,9	426	7,2	1 395,10	23,7	5 879,9
2000	3 310,5	58,5	834,8	14,8	378,5	6,7	1 132,10	20	5 655,9
1975––2000	254768,3	śr. 53,8	80750,9	śr.17,0	45362,7	śr.9,6	93007,30	śr. 19,6	473889,2

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



Ryc. 85. Struktura i wielkość emisji zanieczyszczeń gazowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000: 1 – SO_2 , 2 – NO_2 , 3 – CO , 4 – inne (HCHO, H_2S, F, węglowodory aromatyczne itp.). Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 46.

czono na liście zakładów znacznie uciążliwych w skali województwa (Sołtysiak 1998, 1999, *Raport*... 1999, 2000). Główne przemysłowe źródła zanieczyszczania powietrza w Wałbrzychu i okolicy oraz ilość i rodzaje emitowanych przez nie zanieczyszczeń przedstawiono w tab. 48 (w załączniku). Obiektami przemysłowymi wypuszczającymi do powietrza największe ilości pyłów i gazów były Kopalnia Węgla Kamiennego „Victoria" i działająca na jej terenie Elektrociepłownia „Victoria". W rozpatrywanym okresie zakłady te wyemitowały razem około 495 tys. Mg zanieczyszczeń, w tym ponad dwukrotnie więcej pyłów niż gazów (odpowiednio: 345 i 150 tys. Mg). Stanowiło to 54,8% ogółu wprowadzonych do powietrza zanieczyszczeń przemysłowych w rejonie wałbrzyskim. Drugim pod względem wielkości źródłem emisji zanieczyszczeń były Zakłady Koksownicze „Wałbrzych", w skład których wchodziły cztery samodzielne obiekty: „Victoria", Chrobry", „Mieszko" i „Biały Kamień" powstałe w różnych miejscach Kotliny Wałbrzyskiej. W latach 1975–2000 zakłady te wyemitowały do powietrza około 216 tys. Mg zanieczyszczeń, w tym, aż 176 tys. Mg (81,7%) to różne zanieczyszczenia gazowe. Głównymi przyczynami znacznych emisji zanieczyszczeń były stosowane tam przeważnie przestarzałe technologie (z początku XX w.) oraz wykorzystywanie w produkcji energii silnie zasiarczonego węgla i gazu. Ponadto obiekt „Victoria" nie posiadał instalacji do odsiarczania gazu koksowniczego. Wałbrzyskie koksownie były także źródłem niekontrolowanych emisji benzenu, toluenu, ksylenu i fenoli oraz substancji smołowych, w związku z nieszczelnością instalacji technologicznych. Wielokrotne próby jej hermetyzacji nie powiodły się (Koncur, Zalewski 1976, Piotrowski 1979, *Raport*... 1999). Istotnym czynnikiem wpływającymi na ilość wypuszczanych do

atmosfery pyłów i gazów przez te obiekty był również ich wiek. Większość działających tam urządzeń była w znacznym stopniu wyeksploatowana, a niektóre z nich pracowały nawet 100 lat (Piotrowski 1979, Figura 1989, *Wałbrzych* 1993). Sprawność najstarszych urządzeń nie przekraczała 30%. Ze względów ekonomicznych modernizacja tych zakładów nie była więc opłacalna, również trudna z powodu stosowania w nich przestarzałych technologii. Ponadto nie wszystkie emitory zanieczyszczeń wyposażono w urządzenia do redukcji pyłów i gazów, a większość zainstalowanych była tak zużyta, że ich sprawność oceniano na 20–30% (Piotrowski 1979, Jońca, Kacperkiewicz 1986, Zachariasz 1987, *Studium kształtowania*... 1994). W wałbrzyskich koksowniach i Elektrociepłowni „Victoria" niekontrolowana emisja zanieczyszczeń wiązała się także z pracami prowadzonymi na otwartej przestrzeni, np. gaszeniem żużla i koksu.

Inne większe zakłady przemysłowe rejonu wałbrzyskiego wprowadziły do powietrza w badanym okresie znacznie mniej zanieczyszczeń. Wielkość emitowanych przez nie pyłów i gazów była zróżnicowana i wynosiła od kilkunastu do kilkudziesięciu tysięcy Mg rocznie (tab. 47). Należy tu wymienić m.in. Wojewódzkie Przedsiębiorstwo Energetyki Cieplnej w Wałbrzychu, Kopalnię Barytu „Boguszów", Hutę Szkła „Wałbrzych", Zakłady Porcelany Stołowej „Wałbrzych", kopalnie węgla „Thorez" i „Wałbrzych" oraz Zakłady Porcelany Elektrotechnicznej „Zofiówka" w Jedlinie-Zdroju.

W badanym okresie największe zmiany wielkości emisji zanieczyszczeń w poszczególnych zakładach przemysłowych rejonu wałbrzyskiego wystąpiły w ostatniej dekadzie XX w. i były ściśle związane z restrukturyzacją gospodarki w regionie. Stopniowe zamykanie nierentownych zakładów przemysłowych oraz ograniczenie produkcji w jeszcze działających, w związku z transformacją gospodarczą, spowodowały tam znaczny spadek emisji pyłów i gazów (tab. 48). Podjęte wówczas decyzje administracyjne o reformowaniu przemysłu, podyktowane przede wszystkim względami ekonomicznymi, to zasadnicze uwarunkowanie zmian w natężeniu emisji zanieczyszczeń w badanym obszarze. W związku z likwidacją górnictwa węglowego zakończyła się kooperacja między kopalniami a innymi zakładami przemysłowymi w regionie. Wpłynęło to pośrednio na spadek emisji zanieczyszczeń. Przykładem były wałbrzyskie koksownie. W okresie 1991–1999 spośród czterech działających tam obiektów zlikwidowano trzy, m.in. z powodu zaprzestania wydobycia węgla, który wykorzystywano tam do produkcji koksu. Do dziś przetrwała jedna koksownia („Victoria"), która przerabia węgiel sprowadzany z Rybnickiego Zagłębia Węglowego. W latach 1975–1989 wałbrzyskie koksownie wytwarzały rocznie około 2 mln Mg koksu. W 1990 r. produkcja tego surowca spadła do 1,5 mln Mg, a w 1994 r. wyprodukowano 0,9 mln Mg koksu (*Produkcja przemysłowa koksu*.... 1975–2000). Wielkość produkcji, uwarunkowana ściśle sytuacją gospo-

Tab. 47. Emisja zanieczyszczeń z wybranych zakładów przemysłowych rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000.

Wyszczególnienie	Emisja (w Mg), zanieczyszczenie:		
	pyłowe	gazowe	ogółem
Kopalnia Węgla Kamiennego i Elektrociepłownia "Victoria"	344355,0	150363,0	494718,0
Zakłady Koksownicze „Wałbrzych"	39462,0	176184,0	215646,0
Wałbrzyskie Przedsiębiorstwo Energetyki Cieplnej	15804,0	59128,0	74932,0
Kopalnia Barytu „Boguszów"	4404,8	21531,6	25936,4
Huta Szkła „Wałbrzych"	4034,0	6491,0	10525,0
Zakłady Porcelany Stołowej „Wałbrzych"	1562,0	8591,0	10153,0
Kopalnia Węgla Kamiennego „Wałbrzych"	1600,0	7711,0	9311,0
Kopalnia Węgla Kamiennego „Thorez"	2924,0	6245,0	9169,0
Zakłady Porcelany Elektrotechnicznej „Zofiówka" w Jedlinie-Zdroju	3575,0	5051,0	8626,0
Zakłady Porcelany Stołowej „Krzysztof" w Wałbrzychu	1514,4	6804,3	8318,7
Dolnośląskie Przedsiębiorstwo Urządzeń Górniczych Przemysłu Węglowego „Wamag" w Wałbrzychu	3708,7	3977,8	7686,5
Zakłady Włókiennicze „Camela" w Wałbrzychu	1329,9	3440,4	4770,3
Zakłady Gazownicze „Wałbrzych"	1256,0	3050,0	4306,0
Zakłady Mięsne w Wałbrzychu	1914,5	1727,7	3642,2
Zakłady Odzieżowe „Polsport" w Wałbrzychu	341,0	1825,0	2166,0
Wałbrzyskie Zakłady „Kalkomania"	339,1	1713,9	2053,0
Zakłady Piwowarskie w Boguszowie	216,7	965,8	1182,5

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

darczą, wywarła decydujący wpływ na rozmiary emisji zanieczyszczeń w koksowniach. Profilaktyka związana z ochroną powietrza przed zanieczyszczaniem odegrała natomiast drugoplanową rolę, bowiem w okresie 1975–1989, kiedy kopalnie regularnie dostarczały węgiel do produkcji koksu, obiekty te permanentnie emitowały bardzo duże ilości zanieczyszczeń (tab. 48). Należy podkreślić, że działający do dziś zakład koksowniczy „Victoria", w latach 2007–2009 został gruntownie zmodernizowany i dzięki temu jest obecnie najnowocześniejszą koksownią w Polsce. We wrześniu 2011 r. koksownię kupiła Jastrzębska Spółka Węglowa.

Znaczny spadkowy trend emisji pyłów i gazów po 1989 r. wystąpił również w kopalni węgla i elektrociepłowni „Victoria" oraz fabrykach porcelany stołowej „Krzysztof" i „Wałbrzych", a także w zakładach włókienniczych „Camela" w Wałbrzychu (tab. 48). W ostatnich trzech wyżej wymienionych obiektach przemysłowych istotnymi czynnikami zmian w wielkości emisji zanieczyszczeń, prócz ograniczeń w produkcji, były: stosowanie lepszej jakości paliw, w tym także gazu ziemnego oraz hermetyzacja i modernizacja linii produkcyjnych. Ze względów ekonomicznych rzadko natomiast instalowano tam nowocześniejsze i sprawniejsze urządzenia

wychwytujące pyły i redukujące zanieczyszczenia gazowe (*Raport*… 1995, *Raport*…1999, Wójcik 1999).

Charakterystyczną cechą wielkości emisji zanieczyszczeń ze źródeł przemysłowych w rejonie wałbrzyskim było znaczne przestrzenne zróżnicowanie tego zjawiska. Nawiązując do jednostek administracyjnych tworzących badany obszar ustalono, że największe emisje pyłów i gazów występowały w Wałbrzychu, a zwłaszcza w południowej części tego miasta leżącej w Kotlinie Wałbrzyskiej. W rozpatrywanym okresie wałbrzyski przemysł wprowadził do atmosfery ogółem około 865 tys. Mg różnych zanieczyszczeń, w tym 445 tys. Mg (51,4%) różnych gazów oraz 420 tys. Mg (48,6%) pyłów (tab. 49, w załączniku). Porównując te dane z wielkością emisji przemysłowych w całym badanym obszarze stanowiło to aż 93,5% wprowadzonych do powietrza zanieczyszczeń (pyły: 96,2%, gazy: 91,1%). Potencjał Boguszowa-Gorc, jako ośrodka przemysłowego był znacznie mniejszy, niż Wałbrzycha. W latach 1975–2000 działające w tym mieście obiekty przemysłowe wyemitowały ogółem do atmosfery około 39 tys. Mg zanieczyszczeń, co stanowiło zaledwie 4,3% w skali całego rejonu wałbrzyskiego (gazy: 6,4%, pyły: 2%) (tab. 50). Przemysł Wałbrzycha odegrał więc znacznie większą rolę w zanieczyszczaniu powietrza nad badanym obszarem, niż przemysł Boguszowa-Gorc, mimo, że w obu miastach dominowała funkcja przemysłowa.

W miejscowościach uzdrowiskowych: Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdrój ilość wyemitowanych do atmosfery zanieczyszczeń była niewielka, w porównaniu do pozostałych dwóch miast rejonu wałbrzyskiego (tab. 51). W latach 1975–2000 wprowadzono tam do powietrza około 21,5 tys. Mg różnych zanieczyszczeń, z czego 11,7 tys. Mg w Jedlinie-Zdroju, a 9,8 tys. Mg w Szczawnie-Zdroju. Należy podkreślić, że dane te dotyczyły nie tylko emisji ze źródeł przemysłowych, ale także z innych obiektów, co wynika z takiej a nie innej sprawozdawczości GUS i potrzeb administracji państwowej. Jak wcześniej sygnalizowałem, w Szczawnie-Zdroju brak obiektów przemysłowych zanieczyszczających powietrze. Nie udało się także ustalić, ile zanieczyszczeń wprowadzonych do powietrza w Jedlinie-Zdroju pochodziło tylko z zakładów przemysłowych w tym mieście. W istocie nie mało to zasadniczego wpływu na wielkość wyemitowanych przez przemysł zanieczyszczeń w rejonie wałbrzyskim. W obu uzdrowiskach w strukturze emisji dominowały zanieczyszczenia gazowe: ogółem 13,4 tys. Mg, co stanowiło 62,3%. Łączna wielkość emisji pyłowych wyniosła tam 8,1 tys. Mg (37,7%). W analizowanym okresie w Jedlinie-Zdroju notowano większą emisję pyłów niż w Szczawnie-Zdroju (odpowiednio 5,1 i 3,0 tys. Mg), natomiast ilość wprowadzonych do powietrza zanieczyszczeń gazowych była w obu miejscowościach podobna (6,6 i 6,8 tys. Mg). Lokalne źródła emisji pyłów stwarzały więc większe zagrożenie zanieczyszczaniem powietrza w Jedlinie-Zdroju, aniżeli w Szczawnie-Zdroju. Czy faktycznie spowodowało to większy opad pyłu i zapylenie powietrza w pierwszym z wyżej wymienionych uzdrowisk, postaram się wyjaśnić w dalszej części niniejszego rozdziału.

Tab. 50. Emisja zanieczyszczeń w Boguszowie-Gorcach w latach 1975–2000.

Rok	Emisja (w Mg)								
		zanieczyszczenia pyłowe		zanieczyszczenia gazowe					
	ogółem	ogółem	% ogółu zanieczyszczeń	ogółem	% ogółu zanieczyszczeń	SO_2	% anieczyszczeń gazowych	NO_2	% zanieczyszczeń gazowych
1975	3 183	745	23,4	2 438	76,6	1 405	57,6	1 033	42,4
1976	3 324	798	24	2 526	76	1 508	59,7	1 018	40,3
1977	3 514	805	22,9	2 709	77,1	1 628	60,1	1 081	39,9
1978	3 419	821	24	2 598	76	1 499	57,7	1 099	62,3
1979	3 202	766	23,9	2 436	76,1	1 382	56,7	1 054	63,3
1980	3 033	705	23,2	2 328	76,8	1 420	61	908	59
1981	3 044	680	22,3	2 364	77,7	1 380	58,4	984	41,6
1982	3 896	695	24	2 201	76	1 249	56,7	952	43,3
1983	2 741	542	19,8	2 199	80,2	1 198	54,5	1 001	45,5
1984	2 224	399	17,9	1 825	82,1	1 055	57,8	770	42,2
1985	1 408	203	14,4	1 205	85,6	1 079	89,5	126	10,5
1986	1 343	215	16	1 128	84	996	88,3	132	11,7
1987	1 415	143	10,1	1 272	89,9	978	76,9	294	23,1
1988	1 133	140	12,4	993	87,6	789	79,5	204	20,5
1989	655	136	20,8	519	79,2	347	66,9	172	33,3
1990	429	128	29,8	301	70,2	202	67,1	99	32,9
1991	399	101	25,3	298	74,7	199	66,8	99	33,2
1992	308	59	19,2	249	80,8	163	65,5	86	34,5
1993	286	33	11,5	253	88,5	149	58,9	104	41,1
1994	179	31	17,3	148	82,7	80	54,1	68	45,9
1995	185	82	44,3	103	55,7	63	61	40	39
1996	157	58	36,9	99	63,1	55	55,6	44	44,4
1997	147	64	43,5	83	56,5	48	57,8	35	42,2
1998	124	55	44,4	69	55,6	39	56,5	30	43,5
1999	125	57	45,6	68	54,4	29	42,6	39	57,4
2000	121	52	43	69	57	31	44,9	38	55,1
1975––2000	38 994	8 513	śr. 25,4	30 481	śr. 74,6	18 971	śr. 62,0	11 510	śr. 38,0

Opracowanie własne na podstawie danych z Urzędu Miejskiego w Boguszowie-Gorcach oraz z WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu.

Tab. 51. Wielkość emisji zanieczyszczeń w Jedlinie-Zdroju i Szczawnie-Zdroju w latach 1975–2000 (w Mg)

Rok	Jedlina-Zdrój					Szczawno-Zdrój				
	zanieczyszczenia					zanieczyszczenia				
	pyłowe	%	gazowe	%	ogółem	pyłowe	%	gazowe	%	ogółem
1975	479	45,7	569	54,3	1048	169	32,6	349	67,4	518
1976	358	38,6	569	61,4	927	161	30,8	362	69,2	523
1977	477	44,3	599	55,7	1076	226	36	401	64	627
1978	202	32,5	419	67,5	621	221	38,8	348	61,2	569
1979	150	27,3	399	72,7	549	190	36,1	336	63,9	526
1980	158	29	376	70,4	534	171	34,7	322	65,3	493
1981	169	29,4	406	70,6	575	179	34,6	339	65,4	518
1982	184	32,7	379	67,3	563	170	34,8	318	65,2	488
1983	211	38,5	337	61,5	548	169	35,6	306	64,4	475
1984	226	46,5	260	53,5	486	166	35,5	301	64,5	467
1985	279	52,8	249	47,2	528	159	32,6	328	67,4	487
1986	280	50,9	270	49,1	550	140	30,4	321	69,6	461
1987	282	54	240	46	522	148	32,7	305	67,3	453
1988	294	53	261	47	555	112	28,9	276	71,1	388
1989	258	50,4	254	49,6	512	71	27,6	186	72,4	257
1990	242	51,2	231	48,8	473	110	29	269	71	379
1991	186	52,7	167	47,3	353	71	28,1	182	71,9	253
1992	177	68,6	81	31,4	258	76	28,5	191	71,5	267
1993	108	53,7	93	46,3	201	36	23,5	117	76,5	153
1994	90	54,9	74	45,1	164	36	15,9	191	84,1	227
1995	78	50	78	50	156	39	16,5	197	83,5	236
1996	68	50	68	50	136	46	16,1	239	83,9	285
1997	49	41,9	68	58,1	117	40	15,7	215	84,3	255
1998	51	42,5	69	57,5	120	42	15,5	229	84,5	271
1999	29	34,1	56	65,9	85	35	15,6	190	84,4	225
2000	27	34,6	51	65,4	78	28	15,4	154	84,6	182
1975––2000	5112	śr. 44,6	6623	śr. 55,4	11735	2983	śr. 27,8	6818	śr. 72,3	9801

śr: wartość średnia. Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

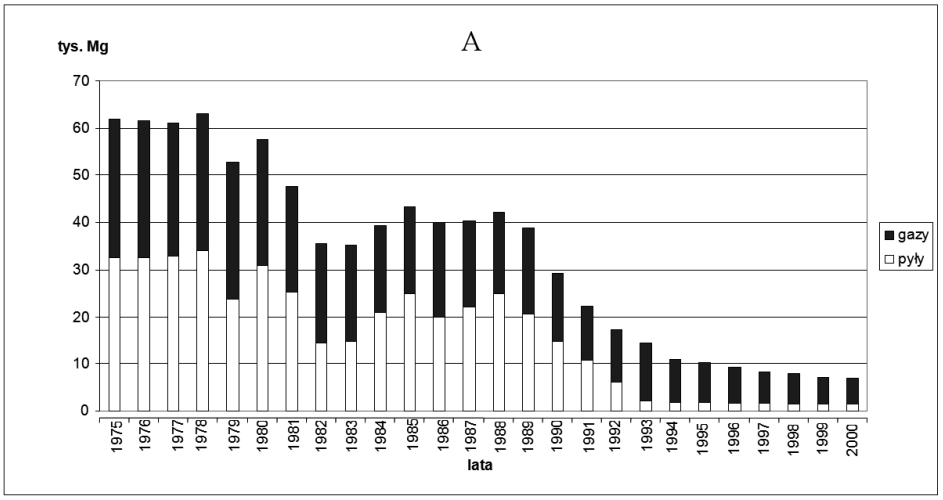
Z wcześniejszych ustaleń autora wynika, że wielkość emisji zanieczyszczeń w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000 malała stopniowo. Tendencja ta była charakterystyczna także dla każdego z miast badanego obszaru. Szczególnie wyraźnie zaznaczyła się w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach (ryc. 86). W pierwszym

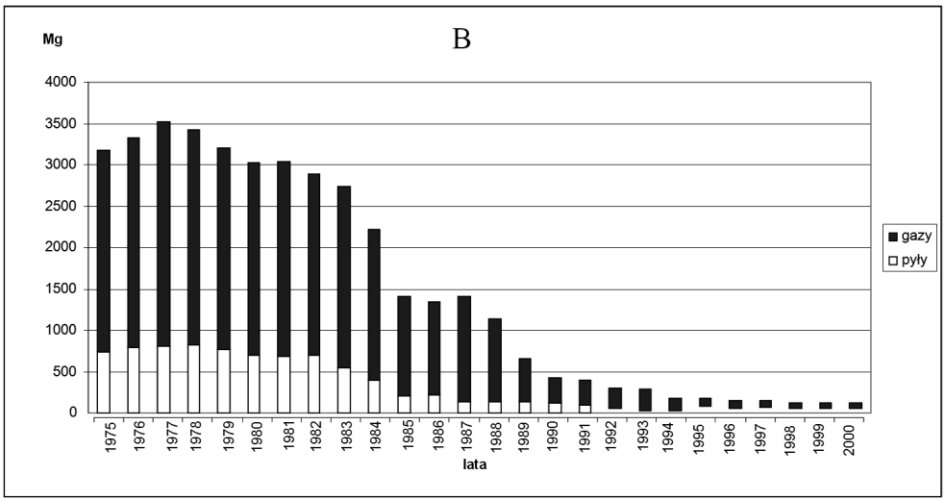
z wyżej wymienionych miast tendencja ta wystąpiła w latach 1978–1982 oraz od 1989 do 1994 r., a więc na początku okresu restrukturyzacji i likwidacji tradycyjnych gałęzi przemysłu w tym mieście. Spadkowy trend emisji pyłowych charakteryzował się zwykle większym natężeniem zmian, aniżeli emisji gazowych. W Boguszowie-Gorcach największe tempo spadku emisji zanieczyszczeń zanotowano natomiast już w latach 1981–1990, a więc dużo wcześniej niż w innych miastach rejonu wałbrzyskiego. Zmiany te dotyczyły przede wszystkim emisji gazowych, które stanowiły o wielkości emisji przemysłowych w omawianym mieście. W Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju spadkowy trend emisji zanieczyszczeń charakteryzował się przeważnie znacznie mniejszym natężeniem zmian, niż w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach. Wyjątkiem były lata 1977 i 1978, w którym to okresie wielkości emisji na terenie Jedliny-Zdroju spadła aż o 42,3% (z 1076 do 621 Mg).

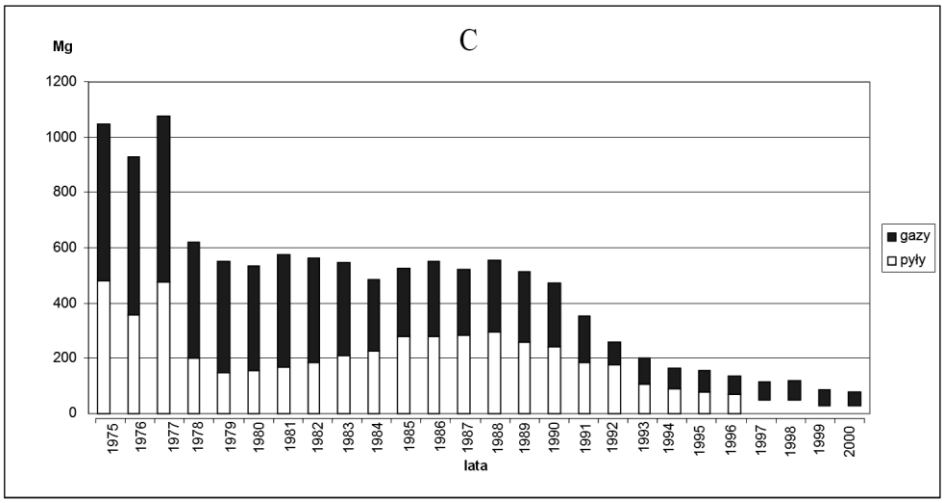
Rozmieszczenie zakładów przemysłowych emitujących do atmosfery duże ilości zanieczyszczeń w rejonie wałbrzyskim było nierównomierne. Największa koncentracja tych obiektów występowała w południowej części Wałbrzycha (Kotlina Wałbrzyska). W północnej części tego miasta powstałej na Pogórzu Wałbrzyskim oraz w Boguszowie-Gorcach (głównie w Kotlinie Kuźnickiej) przemysłowe źródła zanieczyszczania powietrza nie tworzyły już tak wyraźnych skupisk, jak w Kotlinie Wałbrzyskiej. Poza wyżej wymienionymi obszarami obiekty przemysłowe zanieczyszczające powietrze występowały w rozproszeniu (ryc. 87).

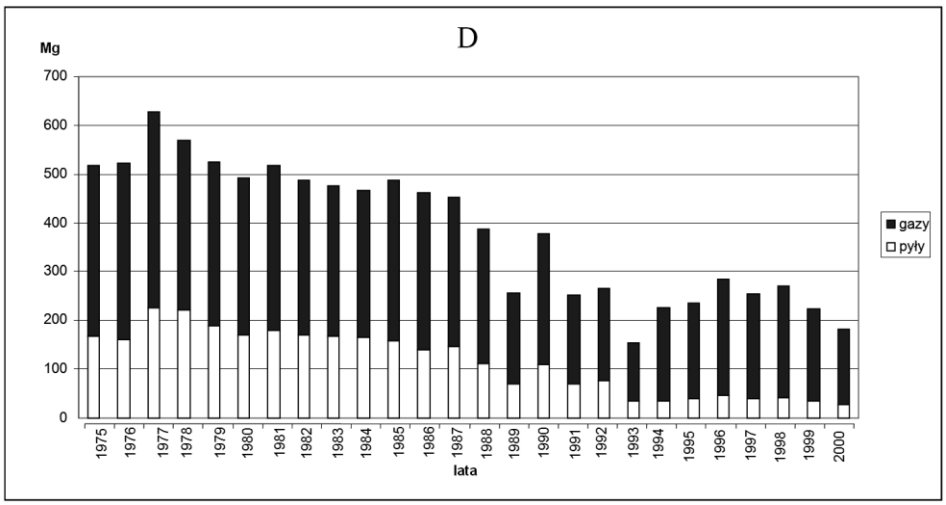
Nawiązując do przestrzennego rozmieszczenia przemysłowych źródeł zanieczyszczania powietrza oraz charakteru rozprzestrzeniania się pyłów i gazów w pobliżu emitorów, wydzielono w badanym obszarze dwa typy emisji: punktową i obszarową (ryc. 88). Emisja obszarowa wiązała się głównie z terenami, na których występowały skupiska dużych zakładów przemysłowych, które zwykle sąsiadowały ze sobą. Niewielkie odległości między emitorami zanieczyszczeń (od kilkudziesięciu do stu kilkudziesięciu metrów) oraz przeważnie podobne wysokości, na których wprowadzano do powietrza zanieczyszczenia powodowały, że strumienie emitowanych pyłów i gazów często „nakładały się na siebie" tworząc obszarową strefę emisji, charakterystyczną m. in. dla południowych jeszcze niedawno silnie uprzemysłowionych dzielnic Wałbrzycha. Na obszarach, gdzie obiekty przemysłowe zanieczyszczające powietrza występowały w znacznej odległości od siebie (kilkuset metrów lub większej), np. w Boguszowie-Gorcach i Jedlinie-Zdroju, emisja zanieczyszczeń miała charakter punktowy.

Specyficznymi źródłami zanieczyszczania powietrza w Wałbrzychu i okolicy, ściśle związanymi z działalnością przemysłową, były czynne oraz niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane, a także składowiska różnych odpadów komunalnych i przemysłowych. Wpływ tych form na wybrane komponenty środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego, w tym także na powietrze, omówiono w poprzednim rozdziale niniejszej pracy. Z wcześniejszych ustaleń autora wynika, że


A
tys. Mg
70
60
50
40
30
20
10
0
gazy
pyły
1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
lata


B
Mg
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
gazy
pyły
1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
lata

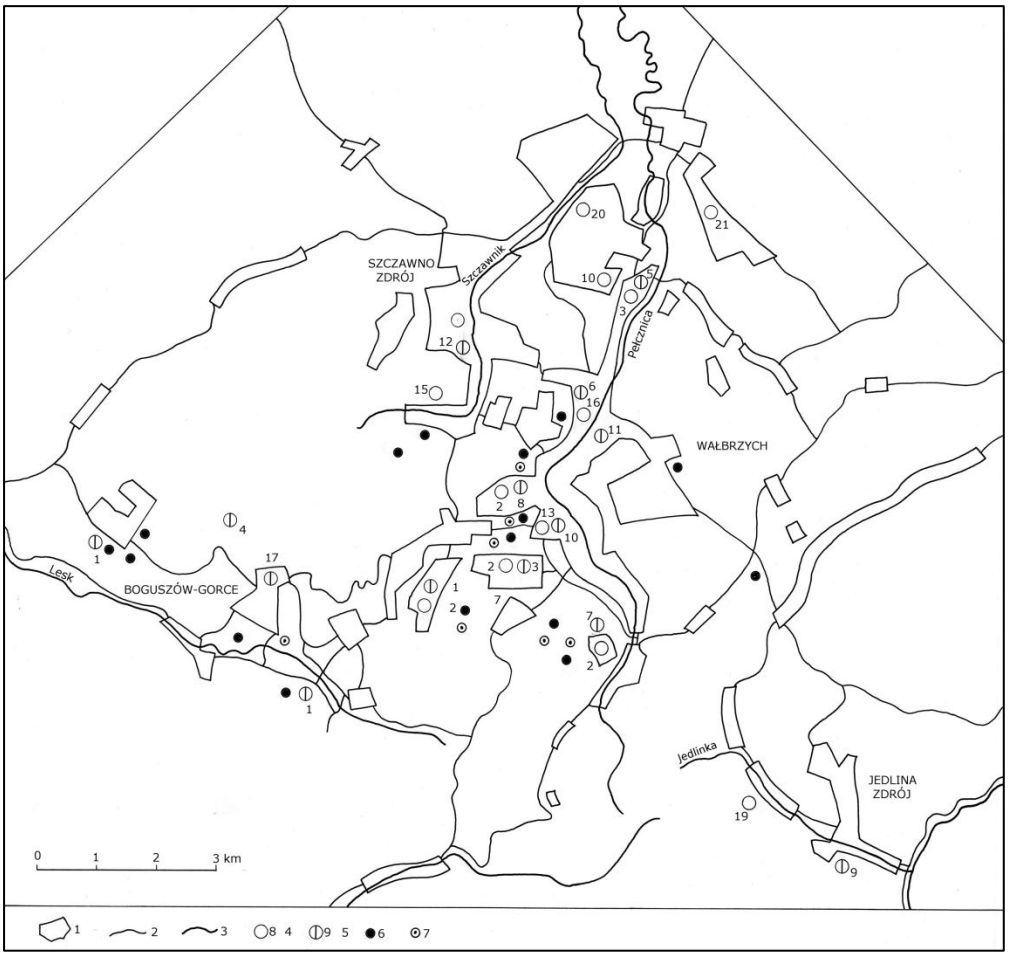

C
Mg
1200
1000
800
600
400
200
0
gazy
pyły
1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
lata



Ryc. 86. Wielkość emisji pyłów i gazów w miastach rejonu wałbrzyskiego na tle ogółu emitowanych tam zanieczyszczeń w latach 1975–2000: A –Wałbrzych, B – Boguszów-Gorce, C – Jedlina-Zdrój, D – Szczawno-Zdrój. Opracowanie własne na podstawie danych z tabel: 49, 50 i 51.

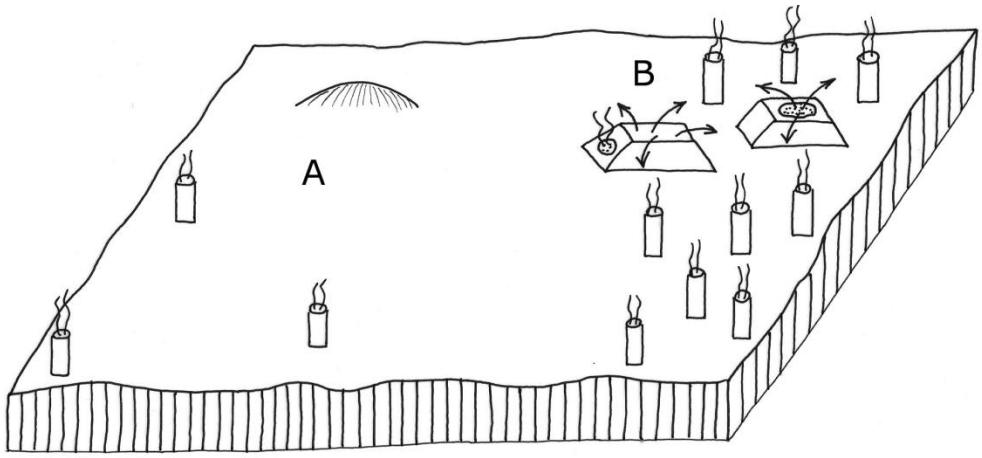
niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane zajmowały w latach 1975–2000 od 126 do 153 ha gruntów. Stanowiły więc znaczne potencjalne źródło niezorganizowanej emisji pyłów w rejonie wałbrzyskim. Jak wcześniej sygnalizowano, aż 60% wszystkich pyłowych zanieczyszczeń powietrza notowanych w opadzie pyłu na terenie Wałbrzycha Sobięcina pochodziło z okolicznych hałd i osadników kopalnianych (za Skrężyną 1979 oraz Jońcą i Kacperkiewiczem 1986). Nawiązując do powyższych ustaleń oraz zebranych przez autora danych o opadzie pyłu obliczono prawdopodobną wielkość emisji tych zanieczyszczeń ze zwałów i osadników na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc. W badanym okresie wyżej wymienione obiekty były prawdopodobnie źródłem około 257 tys. Mg pyłów, z czego, aż 252 tys. Mg opadło na powierzchnię terenu w Wałbrzychu, a 5,1 tys. Mg w Boguszowie-Gorcach.

Nierzadko składowanymi na zwałach odpadami były gorące żużle i popioły pochodzące głównie z elektrociepłowni, koksowni i przemysłowych kotłowni. Powodowały one tlenie i palenie się odłamków węgla i miału węglowego. Niekontrolowane emisje zanieczyszczeń gazowych występowały zwykle w obrębie czterech zwałów: 5–1, 1–2, 4–2 i 9–2 znajdujących się na terenie wałbrzyskich dzielnic: Sobięcin, Gaj i Podgórze oraz w-Gorcach. Z obserwacji prowadzonych przez autora wynika, że termicznie czynne powierzchnie wyżej wymienionych hałd miały w latach 1985–1997 niewielkie rozmiary: zwykle kilkadziesiąt, rzadziej kilkaset metrów kwadratowych. Występowały przeważnie w jednym, niekiedy w kilku miejscach zwału, zarówno w obrębie stoków, jak i wierzchowin tych form. Miejsca na hałdach,



Ryc. 87. Rozmieszczenie głównych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza i obiektów przemysłowych wytwarzających i zrzucających ścieki do wód powierzchniowych na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000: 1 – zabudowa, 2 – drogi, 3 – ciek wodny, 4 – obiekt przemysłowy emitujący dużo zanieczyszczeń, 5 – obiekt przemysłowy zanieczyszczający powietrze i wody powierzchniowe, 6 – hałda kopalniana, 7 – osadnik kopalniany. Numer obok obiektu zgodny z opisem w tab. 47.
Opracowanie własne.

w których obserwowano niekontrolowane emisje dymów często się zmieniały. Jedne z ognisk bowiem gaszono lub samoistnie gasły, w innych częściach zwałów pod wpływem składowania tam gorących żużli powstawały nowe zarzewia ognia. Skutkiem zachodzących w hałdach procesów termicznych są występujące tam do dziś fragmenty powierzchni utworzone z żużli i przepalonych odłamków skał płonnych. W jednym miejscu palenie i tlenie się zwałów trwało zwykłe od kilku do kilkunastu dni, czasem nawet kilka tygodni. W związku z tym, że procesy termiczne na zwa-



Ryc. 88. Typy emisji zanieczyszczeń w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000: A – punktowa, B – obszarowa (powierzchniowa). Opracowanie własne.

łach zwykle nie trwały długo i miały niewielki zasięg powierzchniowy, powodowały najczęściej zadymienie powietrza w pobliżu tych form. Hałdy takie były źródłem zanieczyszczenia powietrza przede wszystkim związkami węgla i siarki. W dostępnych publikacjach i niepublikowanych materiałach źródłowych brak jednak szczegółowych danych na temat wielkości emisji zanieczyszczeń gazowych z termicznie czynnych zwałów i wpływu tych zjawisk na zanieczyszczenie powietrza w badanym obszarze.

Omawiając niezorganizowane źródła emisji zanieczyszczeń związane z działalnością przemysłową, należy zwrócić uwagę na środki transportu, którymi przewożono odpady na składowiska. Jak sygnalizowano wcześniej były to głównie otwarte samochody wywrotki, taśmociągi i wózki linowe, a także rzadko stosowane wózki szynowe. Największe zagrożenie zanieczyszczeniem powietrza występowało podczas załadunku i rozładunku popiołów oraz przesuszonych odpadów z osadników, a także w czasie ich transportu do miejsc, w których były unieszkodliwiane. Drobnofrakcyjne odpady były bowiem szczególnie podatne na rozwiewanie. O skali zagrożenia powietrza zanieczyszczeniem pyłami świadczy fakt, że w badanym okresie przewieziono na hałdy aż 2,3 mln Mg tych odpadów (przeciętnie około 105 tys. Mg rocznie).

W uprzemysłowionych obszarach rejonu wałbrzyskiego zanieczyszczanie powietrza wiązało się także z wtórną emisją pyłów. Nierzadko bowiem ponownie wprowadzano do atmosfery te zanieczyszczenia pyłowe, które wcześniej wychwycono, a nawet już unieszkodliwiono. Przypominając wcześniejsze ustalenia, wtórna emisja pyłów występowała głównie podczas niewłaściwego usuwania tych zanieczyszczeń z urządzeń odpylających, w trakcie suszenia i wybierania oraz transportu

odpadów z osadników kopalnianych, a także w miejscach na zwałach nieodpowiednio zabezpieczonych przed wywiewaniem.

Podsumowując zawarte w niniejszym rozdziale ustalenia opracowano schemat przemysłowych źródeł emisji zanieczyszczeń nawiązujący do rozwiniętych w rejonie wałbrzyskim gałęzi i branż przemysłu oraz wielkości emitowanych do atmosfery pyłów i gazów w latach 1975–2000 (tab. 52).

11.2. Zanieczyszczenie powietrza – zróżnicowanie w przestrzeni i w czasie

Ciągłe zmiany warunków atmosferycznych, dokonujące się w wyniku cyrkulacji powietrza oraz wpływu czynników topograficznych, przyczyniają się do powstawania zróżnicowanych warunków rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń, a w konsekwencji także zmieniającego się w przestrzeni i w czasie rozkładu oraz

Tab. 52. Źródła, wielkość i zróżnicowanie emisji zanieczyszczeń w miastach rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000.

Wałbrzych	Boguszów-Gorce	Szczawno-Zdrój	Jedlina-Zdrój
Źródła emisji zanieczyszczeń			
zorganizowane			
obiekty przemysłowe obiekty komunalne środki transportu	obiekty przemysłowe obiekty komunalne środki transportu	obiekty komunalne środki transportu	obiekty przemysłowe obiekty komunalne środki transportu
niezorganizowane			
niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane oraz inne składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych, produkcja przemysłowa na otwartej przestrzeni	niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane, wysypisko odpadów komunalnych	brak	wysypisko odpadów komunalnych
wielkość emisji zanieczyszczeń (w Mg)			
ogółem: 865 173,1	ogółem: 38 994	ogółem: 9 801	ogółem: 11 735
w tym pyłów 419 696,3	w tym pyłów 8 513	w tym pyłów 2 983	w tym pyłów 5 112
w tym gazów 445 476,8	w tym gazów 30 481	w tym gazów 6 818	w tym gazów 6 623
rejon wałbrzyski	wielkość emisji zanieczyszczeń: 925 703,1	w tym pyły: 436 304,3	i gazy: 489 398, 8

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

stężenia zanieczyszczeń w powietrzu. Istotnymi czynnikami wpływającymi na rozprzestrzenianie się i wielkość imisji pyłów i gazów w powietrzu są:
– miąższość warstwy powietrza, w której zachodzi mieszanie się zanieczyszczeń,
– struktura prędkości i kierunków wiatrów,
– rozkład i wielkość opadów w ciągu roku,
– rzeźba i pokrycie terenu.

Przestrzenny zasięg i stężenia zanieczyszczeń w powietrzu są ponadto uwarunkowane wielkością emisji i jej zmianami w czasie oraz rozmieszczeniem i położeniem w przestrzeni źródeł emisji (Parczewski 1969, Juda, Chróściel 1974, Siemiński 1994, Olszewski 1995).

Badany obszar charakteryzuje się zróżnicowanymi warunkami topoklimatycznymi i urozmaiconą rzeźbą terenu. Skutkiem transformacji gospodarczej w latach 1990–1997 była restrukturyzacja przemysłu w regionie. Spowodowała ona istotne zmiany w przestrzennym rozmieszczeniu przemysłowych źródeł emisji zanieczyszczeń. Zanieczyszczenie powietrza w rejonie wałbrzyskim zmieniało się więc w czasie i w przestrzeni, a także było zróżnicowane ze względu na ilość i jakość wprowadzanych do powietrza zanieczyszczeń.

Z badań, jakie prowadziły wałbrzyska delegatura PIOŚ (obecnie IOŚ) i WSSE oraz jednostki zajmujące się monitorowaniem i ochroną środowiska w dużych zakładach przemysłowych Wałbrzycha i okolicy wynika, że w przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad rejonem wałbrzyskim występowało kilkadziesiąt różnych gazów i aerozoli, a także zróżnicowanej wielkości pyły pochodzenia przemysłowego zanieczyszczające powietrze (Jabłoński 1976, *Ogólna ocena*...1978, Skrężyna 1981, Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Ocena stanu*...1989, 1991, 1992, 1993, *Raport*… 1994, 1995, *Raport*…1999, 2000, Sołtysiak 1998, 1999).

Większość występujących w powietrzu nad badanym obszarem zanieczyszczeń gazowych pochodziła ze zorganizowanych źródeł emisji, zarówno przemysłowych, jak i komunalnych. W Wałbrzychu niejednokrotnie stwierdzano także wtórne zanieczyszczenia, powstałe wskutek synergizmu (*Ocena stanu*... 1989, *Raport*... 1994). Przemysł i gospodarka komunalna powodowały również zapylenie powietrza. Znaczny opad i stężenie pyłów w powietrzu wiązało się także z niezorganizowanymi źródłami emisji zanieczyszczeń. Na terenach, gdzie niezrekultywowane zwały i osadniki kopalniane tworzyły skupiska, obiekty te były głównym źródłem zapylenia powietrza (Jabłoński 1976, Jabłoński, Kacperkiewicz 1979, Kacperkiewicz 1986, Wójcik 1995b, 1996a, 1997a).

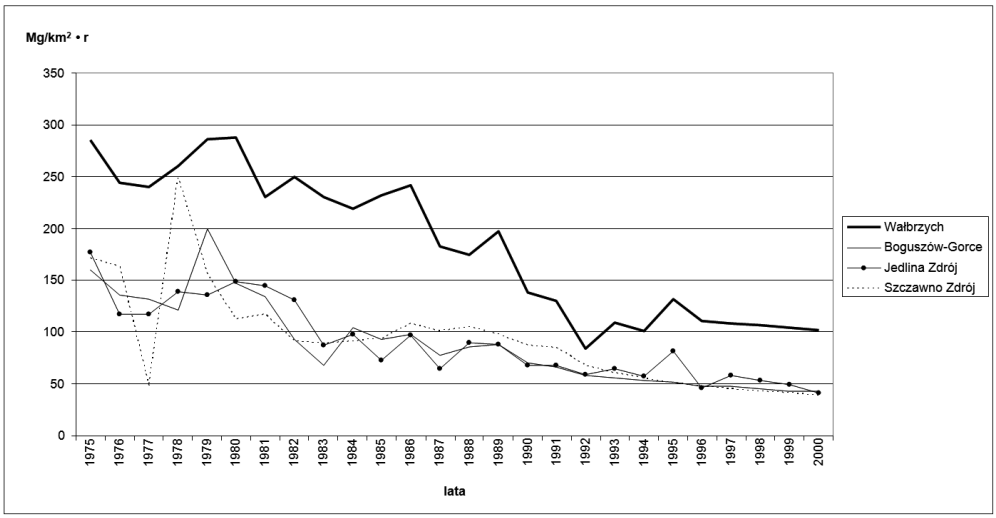
Jak wcześniej sygnalizowałem systematyczne pomiary zanieczyszczenia powietrza, których wyniki sygnalizowano w niniejszej pracy, były prowadzone głównie na terenach zajętych pod zabudowę mieszkalną i przemysłową. W innych obszarach zanieczyszczenie powietrza badano rzadko i nieregularnie. W latach 1975–2000 w rejonie wałbrzyskim prowadzono regularne pomiary wielkości opadu pyłu oraz zawartości w powietrzu pyłu zawieszonego, dwutlenku (ditlenku) siarki

(SO_2), dwutlenku azotu (NO_2) mgły kwasu siarkowego (H_2SO_4), a w Wałbrzychu również formaldehydu (HCHO), siarkowodoru (H_2S) i fluoru (F). W celu zbadania zróżnicowania i określenia głównych trendów zmian w zanieczyszczeniu powietrza w aspektach: przestrzennym i czasowym wykorzystano skompletowane dla całego okresu dane o średnich rocznych wielkościach imisji wyżej wymienionych zanieczyszczeń. Ponadto w odniesieniu do Wałbrzycha udało się zebrać dane o średnich miesięcznych wielkościach imisji pyłu zawieszonego dla kolejnych lat okresu 1985–2000, a dla Wałbrzycha, Szczawna-Zdroju i Jedliny-Zdrój także dane o średnich miesięcznych stężeniach SO_2 w latach 1981–2000. Pozwoliło to ocenić, jak zmieniało się zanieczyszczenie powietrza tymi substancjami w skali roku. Zanieczyszczenie powietrza oceniano porównując zebrane dane z wartościami (normami) dopuszczalnymi stężeń zanieczyszczeń w powietrzu. Należy podkreślić, że w badanym okresie zmieniano normatywne wartości opadu i imisji pyłów oraz niektórych zanieczyszczeń gazowych. W celu uniknięcia rozbieżności w ocenie zanieczyszczenia powietrza, wynikających ze zmian norm dopuszczalnych, zebrane dane o wielkości imisji pyłów i gazów porównywano z normatywnymi wartościami stężeń obowiązującymi w 2000 r. (*rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 28 kwietnia 1998 r. Dz. U. Nr 55, poz. 355*).

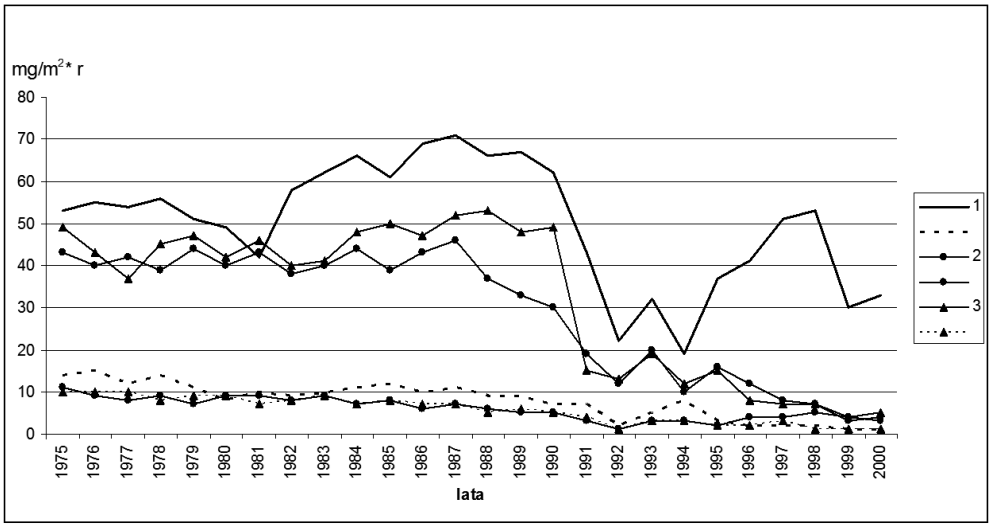
Standardowymi wskaźnikami zanieczyszczenia pyłowego powietrza są wielkość opadu pyłu i stężenie pyłu zawieszonego. Sieć pomiarowa związana z wyżej wymienionymi zanieczyszczeniami była w badanym obszarze najlepiej rozwinięta. Obejmowała bowiem największy obszar, a liczba i gęstość punktów pomiarowych były znacznie większe niż w sieciach rejestrujących pozostałe zanieczyszczenia powietrza. Głównie z tego powodu dysponujemy dziś znacznie większą ilością danych archiwalnych o zanieczyszczeniu powietrza pyłami w badanym obszarze, niż różnymi gazami.

W latach 1975–2000 pomiary opadu i imisji pyłów prowadzono systematycznie we wszystkich dzielnicach Wałbrzycha, za wyjątkiem Szczawienka (brak danych o opadzie pyłu dla okresu 1975–1976) (tab. 53 w załączniku, ryc. 89). W Boguszowie-Gorcach regularne badania opadu pyłu na terenach trzech jednostek administracyjnych: Boguszowa,-Gorc i Kuźnic Świdnickich, tworzących od 1973 r. to miasto, rozpoczęto w 1977 r. Pomiary stężenia pyłu zawieszonego prowadzono tam natomiast przez cały badany okres. Systematyczne rejestrowanie zanieczyszczenia pyłowego powietrza w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju obejmowało strefy sanatoryjne oraz tereny zajęte pod zabudowę mieszkalną. W pyle opadającym na powierzchnię terenu w Wałbrzychu oraz na obszarach wyżej wymienionych uzdrowisk badano także zawartość ołowiu i kadmu (tab. 54 w załączniku, ryc. 90), a w pyle zawieszonym nad Wałbrzychem stężenie ołowiu (tab. 55).

W latach 1975–2000 roczne wielkości opadu pyłu na terenie Wałbrzycha i okolic, wyrażone w megagramach na kilometr kwadratowy (Mg/km^2), były zróżni-



Ryc. 89. Średni roczny opad pyłu w miastach rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000. Opracowanie własne na podstawie danych w tab. 53.



Ryc. 90. Zmiany zawartości średnich rocznych wielkości ołowiu i kadmu w opadzie pyłu na terenie Wałbrzycha, Szczawna-Zdroju i Jedliny-Zdroju w latach 1975–2000: 1 –Wałbrzych, 2 – Szczawno-Zdrój, 3 – Jedlina-Zdrój. Linią ciągłą zaznaczono zawartość ołowiu, a linią przerywaną zawartość kadmu w opadzie pyłu. Opracowanie własne na podstawie danych w tab. 54.

cowane. Największe uśrednione wartości analizowanego wskaźnika notowano w Wałbrzychu (219–288 Mg/km^2·r), gdzie od 1975 r. do 1986 r. permanentnie była przekroczona norma dopuszczalna tego zanieczyszczenia (200 Mg/km^2·r). Nie-

Tab. 55. Średnia roczna zawartość ołowiu w pyle zawieszonym w powietrzu nad Wałbrzychem w latach 1975–2000.

Rok	Zawartość (w µg/m^3)	Rok	Zawartość (w µg/m^3)	Rok	Zawartość (w µg/m^3)
1975	4	1984	2,1	1993	2,6
1976	1,5	1985	1,9	1994	0,9
1977	2,5	1086	2	1995	0,6
1978	5,5	1987	2,5	1996	0,6
1979	2,4	1988	1,8	1997	0,5
1980	2,5	1089	2,5	1998	0,6
1981	2,6	1990	2,3	1999	0,3
1982	2	1991	1,8	2000	0,2
1983	2,3	1992	2		

Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu.

znaczny ponadnormatywny opad pyłu wystąpił także w 1989 r. (207 Mg/km^2·rok). W pozostałych latach rozpatrywanego okresu, za wyjątkiem 1992 r., uśredniony opad pyłu był znacznie mniejszy, jednak zawsze przekraczał wartość 100 Mg/km^2·rok. Wielkość opadu pyłu w poszczególnych dzielnicach Wałbrzycha zwykle znacznie się różniła od średniej rocznej imisji tego zanieczyszczenia obliczonej dla Wałbrzycha. W omawianym mieście występowało więc duże zróżnicowanie w przestrzennym rozkładzie opadu pyłu. Przykładami są lata 1978, 1983, 1986 i 1989, w których ekstremalne wielkości imisji tego zanieczyszczenia wynosiły odpowiednio 130 i 559 Mg/km^2, 74 i 603 Mg/km^2, 86 i 511 Mg/km^2 oraz 83 i 566 Mg/km^2 (tab. 53). W znacznej liczbie dzielnic Wałbrzycha notowano również spore różnice wielkość opadu pyłu w kolejnych latach badanego okresu (tab. 53, ryc. 89). Specyficzną cechą opadu pyłu na terenie Wałbrzycha było więc znaczne zróżnicowanie rozmiarów tego zjawiska, zarówno w przestrzeni, jak i w czasie. Uogólniając wydzielono trzy charakterystyczne okresy o zróżnicowanej w przestrzeni wielkości opadu pyłu w tym mieście: 1975–1981, 1982–1991 i 1992–2000. W pierwszym z okresów opad pyłu wahał się od 119 Mg/km^2·r w Wałbrzychu Rusinowej do 559 Mg/km^2·r w Wałbrzychu Sobięcinie. W latach 1982–1991 przestrzenne zróżnicowanie analizowanego zanieczyszczenia było nieco większe (48–603 Mg/km^2·r). W ostatnich dziewięciu latach badanego okresu wielkość opadu pyłu na terenie Wałbrzycha charakteryzowała się natomiast najmniejszym zróżnicowaniem przestrzennym (58–280 Mg/km^2·r). Notowany po 1989 r. trend zmian, polegający na niwelowaniu dysproporcji w przestrzennym zróżnicowaniu wielkości opadu pyłu, był spowodowany spadkiem emisji tych zanieczyszczeń w związku ze stopniową likwidacją obiektów przemysłowych (kopalń węgla, koksowni itp.) i ograniczeniem produkcji w jeszcze działających oraz malejącą powierzchnią nagich zwałów i osad-

ników kopalnianych, na skutek rekultywacji tych form. Szybkie tempo spadku opadu pyłu w uprzemysłowionych dzielnicach Wałbrzycha w latach 1989–1996 przyczyniło się do zatarcia istotnych różnic w przestrzennym rozkładzie wielkości analizowanego zjawiska w tym mieście. Jeszcze przed 1990 r. opad pyłu w uprzemysłowionych dzielnicach położonych w Kotlinie Wałbrzyskiej był na ogół kilkakrotnie większy niż w peryferyjnych osiedlach Wałbrzycha. W drugiej połowie ostatniej dekady badanego okresu zróżnicowanie imisji omawianego zanieczyszczenia było już znacznie mniejsze (tab. 53). Należy jednak podkreślić, że nie we wszystkich dzielnicach Wałbrzycha, w okresie restrukturyzacji przemysłu, zanotowano spadek wielkości opadu pyłu. Na terenie Starego-Zdroju i Szczawienka (północne dzielnice miasta), w latach 1995–2000 w porównaniu z okresem 1990–1994 wystąpił wzrost opadu pyłu (tab. 53). Powodem tego było utworzenie w pobliżu tych dzielnic Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej, w której zlokalizowano kilkanaście nowych zakładów przemysłowych, m. in. Fabrykę Porcelany „Książ" oraz uruchomienie w Wałbrzychu Podzamczu największej w mieście elektrociepłowni.

Znaczne zróżnicowania średnich rocznych wielkości opadu pyłu na terenie Wałbrzycha w latach 1975–2000, w świetle normy dopuszczalnej tego zanieczyszczenia (200 Mg/km^2·r), stanowiło podstawę do wydzielenia trzech charakterystycznych okresów wskazujących na zachodzące wówczas zmiany:
– 1975–1986 o największym opadzie pyłu permanentnie przekraczającym dopuszczalną normę,
– 1987–1992, w którym wystąpił wyraźny spadkowy trend wielkości opadu pyłu, do wartości poniżej normy dopuszczalnej, za wyjątkiem 1989 r.,
– 1993–2000, o najmniejszym w całym badanym okresie opadzie pyłu, którego wielkość wahała się od 84 do 132 Mg/km^2·r.

Biorąc pod uwagę rozkład przestrzenny wielkości opadu pyłu wydzielono na terenie Wałbrzycha dwa obszary:
a) południową część miasta położoną w Kotlinie Wałbrzyskiej, w której aż do 1989 r. występował znaczny, zwykle ponadnormatywny opad pyłu spowodowany koncentracją i dużą ilością przemysłowych i komunalnych źródeł emisji tych zanieczyszczeń. Po 1994 r. zarejestrowano tam spadek wielkości opadu pyłu, w związku z likwidacją większości dużych zakładów przemysłowych zanieczyszczających powietrze.
b) północną część miasta, w której opad pyłu był na ogół dużo mniejszy, a przekroczenia dopuszczalnych norm tego zanieczyszczenia notowano rzadziej.

W latach 1975–1994 wyżej wydzielone obszary znacznie różniły się wielkością opadu pyłu, natomiast w okresie 1995–2000 zróżnicowanie omawianego zjawiska nie było już tak duże. Uproszczony obraz zmian w rozkładzie wielkości opadu pyłu na terenie Wałbrzycha, w latach 1975–2000, przedstawiono na ryc. 91.

Opadający na powierzchnię terenu w Wałbrzychu pył zawierał m.in. drobiny ołowiu i kadmu, a więc metali szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia ludzi

(tab. 54). Ilość pierwszego z wyżej wymienionych metali i jego związków, w kolejnych latach badanego okresu była zróżnicowana (19–71 mg/m^2·r), niemniej jednak dopuszczalna norma tego zanieczyszczenia (100 mg/m^2·r) nie została przekroczona. W latach 1975–1978 i 1984–1985 oraz w 1987 r. w opadzie pyłu stwierdzono natomiast niewielkie przekroczenia dopuszczalnej normy zawartości kadmu (11–15 mg/m^2·r; norma: 10 mg/m^2·r) (tab. 54). Ustalono także, że ilość ołowiu w opadającym na powierzchnię terenu pyle, zmieniała się nieregularnie. W latach 1975–1982 oscylowała między 49 i 58 mg/ m^2·r. Od 1983 r. do 1990 r. zawartość tego metalu w opadzie pyłu była nieco większa (61–71 mg/m^2·r), natomiast w kolejnych pięciu latach (1990–1994) zanotowano wyraźny trend spadkowy tego zanieczyszczenia (62–19 mg/m^2·r). W okresie 1994–1998 wystąpił znów wzrost zawartości ołowiu w opadzie pyłu, z 19 do 79 mg/m^2·r, a po 1998 r. ponownie zanotowano tendencję

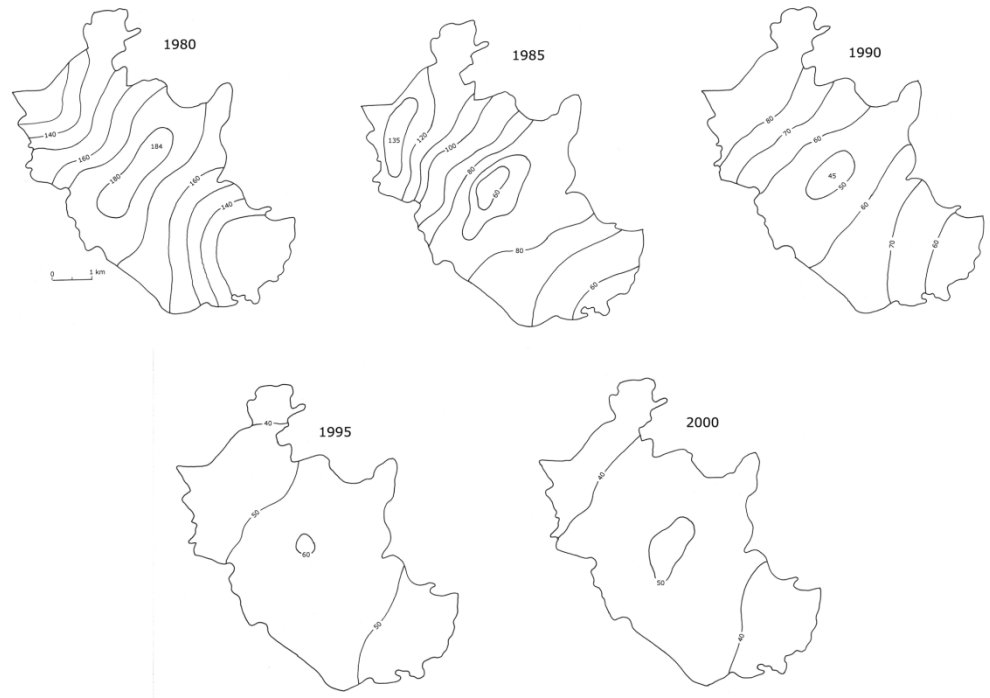
Ryc. 91. Przestrzenne zróżnicowanie wielkości opadu pyłu w Mg/km^2 na terenie Wałbrzycha w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

spadkową (79–33 mg/m^2·r). Zawartości kadmu w opadzie pyłu na terenie Wałbrzycha, w badanym okresie, stopniowo malała (tab. 54).

W Boguszowie-Gorcach średni roczny opad pyłu był przeważnie znacznie mniejszy niż w Wałbrzychu. Wielkość tego wskaźnika wahała się od 43 Mg/km^2 w latach 1999 i 2000 do 199 Mg/km^2 w 1979 r. (tab. 53). Dane te wskazują na brak przekroczeń normy dopuszczalnej opadu pyłu w tym mieście w całym badanym okresie. Wyjątkiem był ponadnormatywny opad pyłu (295 Mg/km^2) zmierzony w 1979 r. tylko na terenie Boguszowa.

W analizowanym okresie na terenie Boguszowa-Gorc wystąpiła spadkowa tendencja opadu pyłu. Trend ten był charakterystyczny także dla każdej z trzech jednostek osadniczych tworzących to miasto. W Boguszowie znaczny spadek opadu pyłu zaznaczył się już w latach 1979–1983 (295–57 Mg/km^2·r), w-Gorcach w okresie 1985–1991 (135–45 Mg/km^2·r), a w Kuźnicach Świdnickich w latach 1989–1992 (98–40 Mg/km^2·r) (tab. 53). Przestrzenne zróżnicowanie i zmiany wielkości opadu pyłu na terenie Boguszowa-Gorc w pięcioletnich interwałach czasowych przedstawiono na ryc. 92.

Specyficznymi, ze względu na rygory związane z ochroną środowiska przyrodniczego, miastami leżącymi blisko Wałbrzycha są Szczawno-Zdrój i Jedlina-Zdrój. Obowiązujące tam normy dotyczące czystości powietrza są bowiem bardziej



Ryc. 92. Przestrzenne zróżnicowanie wielkości opadu pyłu w Mg/km^2 na terenie Boguszowa-Gorc w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

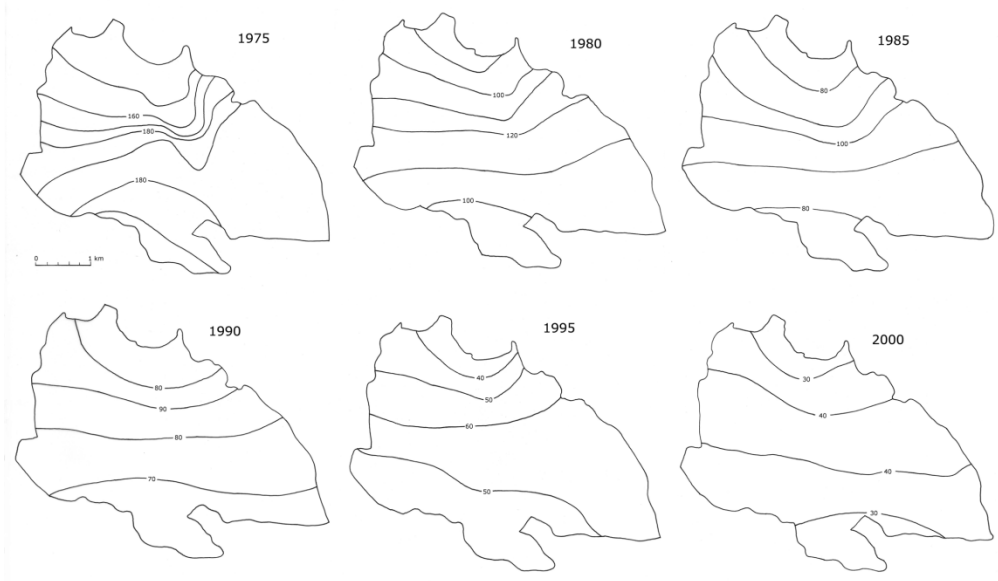
rygorystyczne, niż w innych obszarach rejonu wałbrzyskiego, co wynika z faktu przyznania tym miastom statusu uzdrowisk, a także wykorzystywania bioklimatu w lecznictwie sanatoryjnym (Baranowska i in. 1978, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Nawiązując do wielkości opadu pyłu dopuszczalna wartość tego zanieczyszczenia w obszarach ochrony uzdrowiskowej wynosi 40 Mg/km^2·r. W badanym okresie opad pyłu w obu uzdrowiskach nierzadko przekraczał nawet kilkakrotnie normę-dopuszczalną (tab. 54). W Szczawnie-Zdroju największe średnie roczne wielkości omawianego zanieczyszczenia notowano w latach 1975–1982 (117–177 Mg/km^2·r), natomiast w Jedlinie-Zdroju w okresie 1975–1981 (112–249 Mg/km^2·r). Należy także podkreślić, że w badanym okresie normatywny opad pyłu w uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego wystąpił jedynie w 2000 r. na terenie Jedliny-Zdroju (39 Mg/km^2). W pozostałych latach zanieczyszczenie to przekraczało często, nawet kilkakrotnie wartość dopuszczalną i było zwykle większe niż średnie roczne wielkości opadu pyłu w uprzemysłowionym Boguszowie-Gorcach. W omawianym okresie wystąpiła tam spadkowa tendencja opadu pyłu, co wpłynęło korzystnie na jakość powietrza w obu uzdrowiskach. W Szczawnie-Zdroju opad pyłu zmniejszył się z 177 Mg/km^2 w 1975 r. do 41 Mg/km^2 w 2000 r., natomiast w Jedlinie-Zdroju z 249 Mg/km^2 w 1978 r. do 39 Mg/km^2 w 2000 r.

Analizując zmiany w opadzie pyłu na terenie Jedliny-Zdroju, wydzielono trzy okresy charakteryzujące przebiegu tego procesu (ryc. 89):
– 1975–1981, o największym opadzie pyłu, także znacznych wahaniach imisji tego zanieczyszczenia (112–249 Mg/km^2·r),
– 1982–1988, o małym zróżnicowaniu wielkości opadu pyłu (89–108 Mg/km^2·r),
– 1989–2000, wystąpił wówczas systematyczny spadek opadu pyłu w uzdrowisku z 98 do 39 Mg/km^2·r.

W Szczawnie-Zdroju największy opad pyłu, a także duże zróżnicowanie tego zanieczyszczenia notowano w latach 1975–1982 (117–177 Mg/km^2·r). W okresie 1983–1989 wielkość opadu pyłu znacznie spadła, zmniejszyło się także zróżnicowanie w wielkości tego zjawiska (83–98 Mg/km^2·r). Po 1989 r. wystąpił tam spadkowy trend opadu pyłu, z niewielkimi zaburzeniami tej tendencji w latach 1995 i 1997 (ryc. 89). Przestrzenne zróżnicowanie i zmiany wielkości opadu pyłu na terenie omawianych uzdrowisk w interwałach pięcioletnich przedstawiono na ryc. 93 i ryc. 94.

Opadający w omawianych uzdrowiskach pył zawierał m.in. ołów i kadm. W badanym okresie ilość ołowiu w opadzie pyłu na terenie Jedliny-Zdroju wahała się od 4 mg/m^2 w 2000 r. do 53 mg/m^2 w 1988 r., natomiast w Szczawnie-Zdroju od 3 mg/m^2 w 1999 r. do 46 mg/m^2 w 1987 r. (tab. 54). W świetle wartości dopuszczalnej (100 mg/m^2·r) stwierdzono brak przekroczeń zawartości tego metalu i jego związków w pyle opadającym na powierzchnię terenu w uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego. W Jedlinie-Zdroju ilość kadmu w opadającym tam pyle wahała się od

Ryc. 93. Przestrzenne zróżnicowanie wielkości opadu pyłu w Mg/km^2 na terenie Szczawna-Zdroju w latach 1975–2000. Opracowanie własne.



Ryc. 94. Przestrzenne zróżnicowanie wielkości opadu pyłu w Mg/km^2 na terenie Jedliny-Zdroju w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

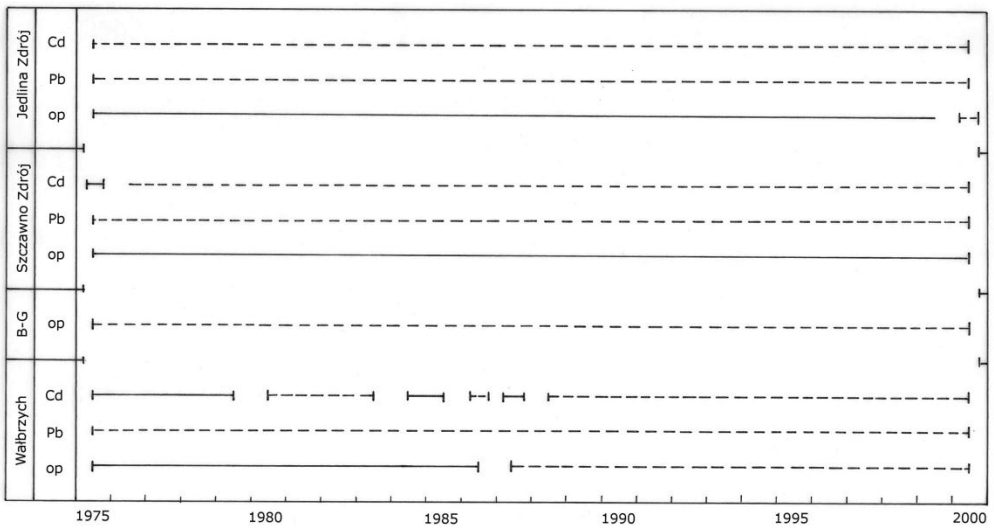
2 mg/m^2 w latach 1995 i 1996 do 10 mg/m^2 w okresie 1975–1977, natomiast na terenie Szczawna-Zdroju od 2 mg/m^2 w 1995 r. do 11 mg/m^2 w 1975 r. Nieznaczne przekroczenie dopuszczalnej normy zawartości kadmu w opadzie pyłu (10 mg/ m^2·r) stwierdzono jedynie w Szczawnie-Zdroju i tylko w 1975 r. W badanym okresie w obu uzdrowiskach wystąpiła również spadkowa tendencja zawartości tych metali w opadzie pyłu o największym natężeniu zmian pod koniec lat 80 i na początku ostatniej dekady ubiegłego wieku (ryc. 90).

Podsumowując prezentowane wyżej wyniki badań opracowano syntetyczne zestawienie zróżnicowania opadu pyłu oraz ołowiu i kadmu w rejonie wałbrzyskim, w aspektach przestrzennym i czasowym (ryc. 95).

Nawiązując do zamieszczonej wyżej graficznej syntezy wyników badań oraz analiz i porównań dotyczących opadu pyłu na terenie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 sformułowano następujące uogólnienia i wnioski.

1. W badanym obszarze rozkład opadu pyłu charakteryzował się znacznym zróżnicowaniem, zarówno w przestrzeni, jak i w czasie.

2. Największy opad pyłu, przekraczający często dopuszczalną wartość, występował w południowej części Wałbrzycha położonej w Kotlinie Wałbrzyskiej. Znaczny opad pyłu w tym obszarze wiązał się z dużą liczbą obiektów emitujących te zanieczyszczenia. Emisja pyłów przebiegała w sposób zorganizowany (z różnych obiektów przemysłowych i komunalnych) i niezorganizowany (pylenie z powierzchni



Ryc. 95. Zróżnicowanie opadu pyłu i zawartego w nim ołowiu i kadmu w świetle norm dopuszczalnych imisji tych zanieczyszczeń w powietrzu. Linią ciągłą zaznaczono przekroczenie norm dopuszczalnych opadu pyłu i zawartego w nim ołowiu i kadmu, a linią przerywaną normatywne wielkości wyżej wymienionych wskaźników zanieczyszczeń: B-G – Boguszów-Gorce. Opracowanie własne na podstawie danych w tab. 53 i tab. 54.

hałd i osadników kopalnianych oraz z innych składowisk odpadów) Charakterystyczną cechą rozmieszczenia pyłowych źródeł emisji zanieczyszczeń była duża gęstość tych obiektów w kotlinie. Istotnymi czynnikami sprzyjającymi znacznemu opadowi pyłu w Kotlinie Wałbrzyskiej były przeważnie zwarta zabudowa mieszkalna i przemysłowa utrudniająca cyrkulację powietrza w przypowierzchniowej warstwie atmosfery oraz panujące tu mało korzystne warunki topograficzne do przewietrzania terenu.

3. W północnej części Wałbrzycha oraz w Boguszowie-Gorcach opad pyłu był na ogół dużo mniejszy niż w Kotlinie Wałbrzyskiej, a średnie roczne wielkości tego zanieczyszczenia znacznie rzadziej i tylko w niektórych dzielnicach Wałbrzycha przekraczały w okresie 1975–1987 normę dopuszczalną. W wyżej wymienionych obszarach pyłowe źródła emisji zanieczyszczeń występowały przeważnie w rozproszeniu, a „otwarta przestrzeń" Pogórza Wałbrzyskiego (północne dzielnice Wałbrzycha) i notowane tam znacznie silniejsze niż w Kotlinie Wałbrzyskiej wiatry warunkowały rozpraszanie zanieczyszczeń i lepsze przewietrzanie tych obszarów.

4. W Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdrój wielkość opadu pyłu była podobna, jak w północnych dzielnicach Wałbrzycha i w Boguszowie-Gorcach. Zważywszy na fakt, iż są to obszary ochrony uzdrowiskowej, omawiane zanieczyszczenie w latach 1975–1999 permanentnie przekraczało tam dopuszczalną normę (40 $Mg/km^2 \cdot r$).

5. W analizowanym okresie na terenie Wałbrzycha i okolic wystąpił znaczny spadkowy trend opadu pyłu. Proces ten charakteryzował się zróżnicowanym w czasie i w przestrzeni natężeniem. W Jedlinie-Zdroju największa spadkowa tendencja opadu pyłu wystąpiła w latach 1978–1980, w Szczawnie-Zdroju przypadała na okresy 1975–1976 i 1981–1983, a w Boguszowie-Gorcach na lata 1979–1983. Na terenie Wałbrzycha największe tempo zmian w wielkości opadu pyłu zanotowano natomiast w latach 1986–1992, a więc w okresie znacznego spadku produkcji w związku z kryzysem gospodarczym pod koniec lat 80 i restrukturyzacją przemysłu rozpoczętą na początku lat 90 ubiegłego stulecia.

6. Spośród ogółu miast rejonu wałbrzyskiego największe zróżnicowanie opadu pyłu notowano w Wałbrzychu. W latach 1975–1991 występowały tam znaczne dysproporcje w tym względzie (48–603 $Mg/km^2 \cdot r$, a w skali roku: 100–582 $Mg/km^2 \cdot r$). W okresie od 1992 do 1996 r. przestrzenne zróżnicowanie opadu pyłu w poszczególnych dzielnicach tego miasta nie było już tak duże (43–280 $Mg/km^2 \cdot r$), natomiast najmniejsze różnice wielkości tego zanieczyszczenia stwierdzono w latach 1997–2000 (39–155 $Mg/km^2 \cdot r$).

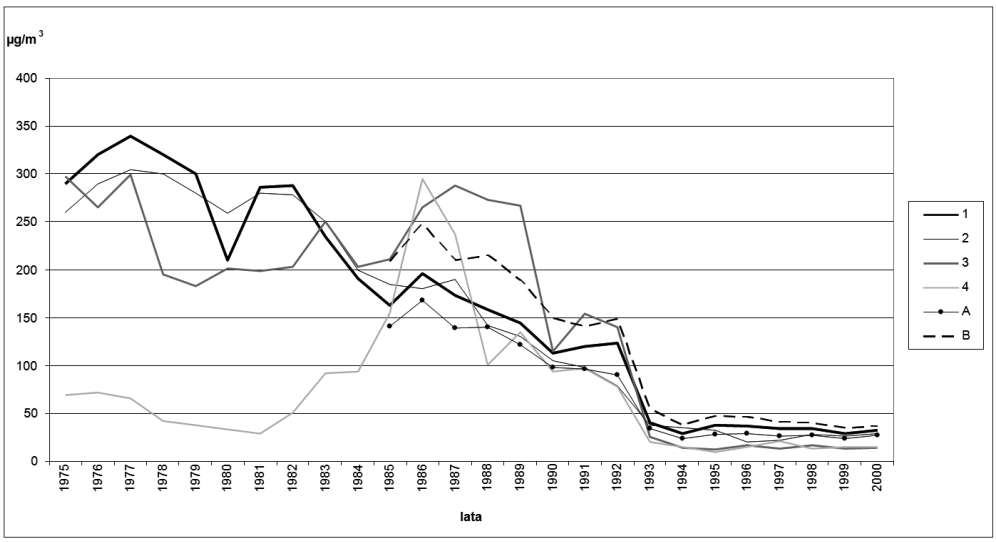
7. W badanym okresie brak przekroczeń średnich rocznych norm dopuszczalnych zawartości ołowiu i kadmu w opadzie pyłu. Zwykle więcej tych metali występowało w pyle opadającym na terenie Wałbrzycha, niż w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju. W latach 1975–1990 opad pyłu zawierał tam przeważnie więcej ołowiu i kadmu, niż w ostatniej dekadzie XX w.

8. W świetle dopuszczalnej wartości opadu pyłu w skali roku najmniejsze zanieczyszczenie powietrza występowało w Boguszowie-Gorcach. W badanym okresie nie przekraczało ono tam wartości normatywnej. Uśredniony dla Wałbrzycha opad pyłu poniżej wartości dopuszczalnej notowano dopiero od 1987 r., a w odniesieniu do wszystkich dzielnic tego miasta dziewięć lat później (od 1996 r.). W miejscowościach uzdrowiskowych opad pyłu przez cały czas, za wyjątkiem 2000 r. w Jedlinie-Zdroju, przekraczał normę dopuszczalną. Zasadniczymi czynnikami, które spowodowały spadek wielkości opadu pyłu w badanym obszarze, zwłaszcza pod koniec lat 80 i na początku lat 90 ubiegłego stulecia, były: mniejsza emisja tych zanieczyszczeń w związku z głębokimi przemianami i ograniczeniem produkcji w przemyśle, stopniowa rekultywacja hałd i osadników, które były znacznym źródłem niekontrolowanej emisji pyłów, modernizacja starych oraz instalowanie na emitorach nowocześniejszych urządzeń wychwytujących pyły, a także systematyczna likwidacja pieców i kotłowni węglowych oraz zastępowanie ich urządzeniami grzewczymi działającymi na gaz ziemny i olej opałowy.

Typowym zanieczyszczeniem powietrza w rejonie wałbrzyskim był pył zawieszony. Średnie roczne imisje tego zanieczyszczenia zmieniały się w przestrzeni i w czasie. Znaczne zróżnicowanie stężeń pyłu w powietrzu było uwarunkowane nierównomiernym, a także zmieniającym się w badanym okresie rozmieszczeniem źródeł i wielkością emisji pyłów oraz urozmaiconymi warunkami naturalnymi rejonu wałbrzyskiego, determinującymi rozprzestrzenianie się tych zanieczyszczeń. Ilość stałych punktów, w których mierzono zapylenie powietrza w miastach rejonu wałbrzyskiego była zróżnicowana. W latach 1975–2000 stężenie pyłu zawieszonego na terenie Wałbrzycha badano w dwunastu punktach reprezentujących poszczególne dzielnice tego miasta. Dzięki temu można było odtworzyć przebieg zmian w pyłowym zanieczyszczeniu powietrza i przestrzenne zróżnicowanie tego zjawiska. W Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju pomiary imisji pyłu zawieszonego prowadzono w dwóch stałych punktach, natomiast w Boguszowie-Gorcach w różnych miejscach na terenie Boguszowa,-Gorc i Kuźnic Świdnickich. Nie udało się skompletować materiałów wyjściowych, na podstawie których możnaby obliczyć średnie roczne wielkości imisji pyłu zawieszonego w ostatnim z wyżej wymienionych miast. Brak więc możliwości dokładnego odtworzenia zmian w przestrzennym zróżnicowaniu zapylenia powietrza w Boguszowie-Gorcach.

W analizowanym okresie średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego w Wałbrzychu było zróżnicowane i wahało się od 29 $\mu g/m^3$ w latach 1994 i 1999 do 340 $\mu g/m^3$ w 1977 r. (tab. 56 w załączniku, ryc. 96). W latach 1975–1992 notowano znaczne przekroczenia wartości dopuszczalnej tego zanieczyszczenia. Szczególnie wysokie ponadnormatywne imisje pyłu zawieszonego występowały w pierwszych dziewięciu latach badanego okresu (210–340 $\mu g/m^3$), co oznaczało nawet czterokrotne przekroczenie wartości dopuszczalnej (75 $\mu g/m^3$). W latach 1984–1992 stężenie tego zanieczyszczenia w powietrzu spadło (191– 123 $\mu g/m^3$), niemniej nadal

znacznie przekraczało normę dopuszczalną. Dopiero po 1992 r. imisje pyłu zawieszonego w powietrzu nad Wałbrzychem były niższe od wartości normatywnej (29––40 μg/m^3). Charakterystyczną cechą zapylenie powietrza w przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad Wałbrzychem w latach 1975–2000 był więc spadkowy trend imisji pyłów. Ilustruje to zestaw rycin, na których przedstawiono zmiany wielkości imisji pyłu zawieszonego w okresach pięcioletnich (ryc. 97). Proces ten miał zróżnicowane natężenie w przestrzeni. Największe zmiany w zapyleniu powietrza wiązały się z tymi dzielnicami Wałbrzycha, które jeszcze przed 1995 r. były silnie uprzemysłowione lub w ich obrębie występowały znacznych rozmiarów czynne oraz niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane. Przykładami są Śródmieście Wałbrzycha, Sobięcin, Podgórze i Gaj (tab. 56). Specyficzną, ze względu na zapylenie powietrza, dzielnicą w Kotlinie Wałbrzyskiej było natomiast Nowe Miasto. Do 1989 r. notowano tam znaczne zanieczyszczenie pyłowe powietrza (280–400 μg/m^3), mimo że brak w tej dzielnicy większych źródeł emisji pyłów. Pochodziły one głównie ze spalania węgla w piecach domowych oraz z nie w pełni zrekultywowanej hałdy „Krakus" o powierzchni 9,9 ha. W latach 1989–1996 w powietrzu nad Nowym Miastem wystąpił znaczny spadek imisji pyłu zawieszonego, charakterystyczny wówczas dla uprzemysłowionych dzielnic Wałbrzycha. Przypuszczam więc, że główną przyczyną znacznego zapylenia powietrzu nad tą dzielnicą, w latach 1975–1990, był napływ zanieczyszczeń z zachodniej i południowo-zachodniej części miasta, gdzie występowało największe w badanym rejonie skupisko przemysłowych źródeł emisji pyłów. Sprzyjały temu częste z tych kierunków wiatry (39% ogółu notowanych



Ryc. 96. Średnie roczne imisje pyłu zawieszonego w miastach rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–200 oraz w sezonach: grzewczym i pozagrzewczym w okresie 1985–2000: 1 – Wałbrzych, 2 – Boguszów-Gorce, 3 – Szczawno-Zdrój, 4 – Jedlina-Zdrój, A – sezon grzewczy (Wałbrzych), B – sezon pozagrzewczy (Wałbrzych). Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 56.

Ryc. 97. Przestrzenne zróżnicowanie średnich rocznych imisji pyłu zawieszonego w $\mu g/m^3$ na terenie Wałbrzycha w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

w Wałbrzychu) (ryc. 8). Od północnego-wschodu Nowe Miasto jest „otoczone" Wzniesieniami Ptasiej Kopy-Stróżka, o wysokościach względnych 100–180 m. Wzgórza te utrudniały rozprzestrzenianie się pyłów poza tę dzielnicę. Nowe Miasto jest więc przykładem obszaru, nad którym zapylenie powietrza było pochodną warunków naturalnych, wpływających na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w Kotlinie Wałbrzyskiej. Wzniesienia Ptasiej Kopy-Stróżka oddzielają Nowe Miasto od Poniatowa – także dzielnicy Wałbrzycha, ale położonej już na Pogórzu Wałbrzyskim. Pomimo niewielkiej odległości między tymi dzielnicami (około 1,6 km), w latach 1975–1990 notowano tam znaczne zróżnicowanie wielkości imisji pyłu zawieszonego (tab. 56). W niektórych latach wyżej wymienionego okresu średnie roczne stężenia pyłu w powietrzu nad Nowym Miastem były nawet dwukrotnie większe niż w Poniatowie. Przyczyną tego były sporej wysokości wzniesienia terenu

i góry otaczające Kotlinę Wałbrzyską, które utrudniały rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń na zewnątrz tego obniżenia, a w konsekwencji nie sprzyjały wentylowaniu południowych dzielnic Wałbrzycha.

W badanym okresie najmniejsze zróżnicowanie pyłowego zanieczyszczenia powietrza wystąpiło na terenach Poniatowa i Rusinowej (tab. 56), a więc w dzielnicach, które nie pełniły funkcji przemysłowej. Ponadto są to peryferyjne obszary miasta oddzielone od uprzemysłowionych terenów Wałbrzycha wzniesieniami o znacznych wysokościach względnych (80–150 m), które utrudniały napływ tam pyłów.

Charakterystyczną cechą przestrzennego zróżnicowania pyłowego zanieczyszczenia powietrzu nad Wałbrzychem w latach 1975–2000 było stopniowe niwelowanie różnic w imisji pyłów między poszczególnymi dzielnicami tego miasta. Największe dysproporcje w tym względzie występowały w latach 1975–1989, natomiast po 1989 r. notowano coraz mniejsze różnice w przestrzennym obrazie tego zjawiska. Wyjątkiem było Śródmieście, nad którą to dzielnicą w latach 1991–1992 wystąpił znaczny wzrost imisji pyłu zawieszonego (tab.56). Zapewne wiązało się to m.in. z pyleniem przesuszonych odpadów, które wybierano wówczas z misy nadpoziomowego osadnika kopalnianego (17–1) o powierzchni 17,0 ha i transportowano na zwał 4–1, w celu przygotowania tego obiektu do ponownego napełnienia.

Zmiany w zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym na terenie Wałbrzycha można ściśle powiązać z przemianami zachodzącymi w gospodarce, a zwłaszcza w przemyśle tego miasta. W latach 1975–1986 r. rozwijające się tam tradycyjne gałęzie przemysłu powodowały znaczne zapylenie powietrza. Spadek produkcji przemysłowej pod koniec lat 80 XX w., uwarunkowany kryzysem ekonomicznym, oraz rozpoczęcie restrukturyzacji gospodarki połączone z likwidacją przestarzałych i nierentownych gałęzi przemysłu na początku ostatniej dekady XX w. przyczyniły się do zmniejszenia zapylenia powietrza. Od 1993 r. średnia roczna wielkość imisji pyłu zawieszonego dla Wałbrzycha nie przekracza wartości dopuszczalnej i nie ulegała istotnym wahaniom. Tendencja ta utrzymuje się już od siedemnastu lat, co potwierdzają wyniki pomiarów zapylenia powietrza z lat 2001––2009 zamieszczone w raportach IOŚ (*Raport o stanie*… 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Przemysł oraz przeobrażenia w jego strukturze można więc uznać za główne czynniki zmian w zanieczyszczeniu pyłowym powietrza nad Wałbrzychem.

Analizując przebieg zmian w zapyleniu powietrza nad tym miastem zwrócono także uwagę na rozkład wielkości imisji pyłu zawieszonego w ciągu roku. Stwierdzono znaczne różnice w stężeniach tego zanieczyszczenia w okresach, które nazywamy umownie sezonami: grzewczym (październik–marzec) i pozagrzewczym (kwiecień–wrzesień). Na podstawie zebranych danych o średnich miesięcznych imisjach pyłu zawieszonego w latach 1985–2000 ustalono, że stężenie tego zanieczyszczenia w kolejnych sezonach grzewczych wyżej rozpatrywanego okresu było znacznie większe, niż w sezonach pozagrzewczych (tab. 56). Uśrednione dla sezonu

grzewczego wielkości imisji pyłu zawieszonego były od 37% do nawet 60% większe, niż w pozostałej części roku. Zmiany w pyłowym zanieczyszczeniu powietrza nad Wałbrzychem w ciągu roku to skutek zróżnicowanej w porównywanych okresach wielkości emisji tych zanieczyszczeń. Uwarunkowania i przyczyny tego zjawiska zostały wcześniej wyjaśnione.

Porównując średnie roczne wielkości opadu pyłu i imisji pyłu zawieszonego w uprzemysłowionych i nieuprzemysłowionych dzielnicach Wałbrzycha zauważono charakterystyczną prawidłowość. Różnice w wielkości opadu pyłu w porównywanych obszarach były na ogół większe, niż różnice w imisji pyłu zawieszonego. Urozmaicona rzeźba terenu oraz niewielkie średnie prędkości wiatrów w Kotlinie Wałbrzyskiej (1,7–3,6 m/s) nie sprzyjały transportowi zanieczyszczeń pyłowych o średnicy ziaren ponad 60 μm (tzw. pyłu grubego) na większe odległości od źródeł ich emisji. Pył zawieszony (średnica ziaren do 10 μm) utrzymuje się znacznie dłużej w powietrzu i może być przenoszony na większe odległości nawet przez wiatr o niewielkiej prędkości (1,5–2,0 m/s) (Fleming 1983, *Ocena oddziaływania...KWK „Victoria”*... 1990, *Ocena stanu*... 1993, Dubicka 1994, Lewińska 2000). Jak istotny był wpływ rzeźby terenu na rozprzestrzenianie się pyłów oraz zróżnicowanie opadu pyłu grubego można prześledzić na przykładzie Śródmieścia Wałbrzycha. Charakterystycznym elementem ukształtowania terenu w centrum omawianego miasta jest Góra Parkowa (508 m n. p. m.) o wysokości względnej 60 m. Zachodnie i południowo-zachodnie stoki tego wzniesienia były eksponowane na częste wiatry wiejące od uprzemysłowionych dzielnic Wałbrzycha (około 39% ogółu notowanych w Kotlinie Wałbrzyskiej). Występowało tam także największe skupisko niezrekultywowanych hałd i osadników kopalnianych. Z materiałów archiwalnych OBiKŚ w Wałbrzychu wynika, że średni roczny opad pyłu w latach 1974–1978 na dowietrznych stokach wyżej wymienionej góry wynosił od 400 do 450 $Mg/km^2 \cdot r$, a imisja pyłu zawieszonego od 470 do 530 $\mu g/m^3$ (tab. 57). W obrębie przeciwległych stoków Parkowej Góry, czyli na terenach, które nie były narażone na bezpośredni wpływ emisji przemysłowych, uśrednione dla kolejnych lat i tego samego okresu rozpatrywane wskaźniki pyłowego zanieczyszczenia powietrza wynosiły natomiast od 220 do 250 $Mg/km^2 \cdot r$ i od 400 do 420 $\mu g/m^3$ (*Opad pyłu*... 1979).

Składnikami pyłu zawieszonego w powietrzu nad Wałbrzychem były m.in. metale ciężkie, głównie ołów, kadm, nikiel, mangan, miedź i chrom (*Ocena*... 1989, 1991, 1993, *Raport*... 1994). W badanym okresie regularnie określano jedynie zawartość ołowiu. Średnie roczne stężenia tego zanieczyszczenia były zróżnicowane i wahały się od 0,2 $\mu g/m^3$ w 2000 r. do 5,5 $\mu g/m^3$ w 1978 r. (tab. 55). Dopuszczalne imisje ołowiu w powietrzu notowano tylko w latach 1997, 1999 i 2000. Średnia roczna norma tego zanieczyszczenia była zwykle przekroczona – w 1978 r. nawet jedenastokrotnie. Największe wahania stężeń analizowanego metalu w występowały w latach 1975–1979 (1,5–5,5 $\mu g/m^3$), dużo mniejsze natomiast w okresie 1980–1993 (1,5–2,6 $\mu g/m^3$). W ostatnich sześciu latach badanego okresu zawartość ołowiu

w powietrzu wahała się od 0,2 do 0,9 μg/m^3. Zanieczyszczenie powietrza ołowiem nad Wałbrzychem zmieniało się więc nieregularnie w czasie. W latach 1975–1993 kilka razy notowano wzrost i spadek stężeń tego metalu w powietrzu, później zaś (po 1993 r.) imisja systematycznie malała. Spadek wielkości imisji ołowiu do wartości dopuszczalnej przypada na okres, w którym zlikwidowano największą liczbę uciążliwych dla powietrza zakładów przemysłowych w Wałbrzychu. Stąd też wniosek o znaczącej roli przemysłu, jaką odegrał ten czynnik w zanieczyszczaniu powietrza drobinami ołowiu nad omawianym miastem.

W Boguszowie-Gorcach średnie roczne imisje pyłu zawieszonego, były w analizowanym okresie także zróżnicowane. Największe stężenia tego zanieczyszczenia (200–305 μg/m^3), przekraczające nawet czterokrotnie dopuszczalną normę, notowano w latach 1975–1984. W okresie 1985–1990 imisje pyłu zawieszonego wahały się od 105 do 190 μ/m^3, natomiast w ostatniej dekadzie XX w. od 20 do 98 μ/m^3 (tab. 56). Normatywne imisje pyłu zawieszonego występowały tam tylko w latach 1993–2000. W rozpatrywanym okresie pyłowe zanieczyszczenie powietrza nad Boguszowem-Gorcami stopniowo malało. Średnia roczna wielkość imisji pyłu zawieszonego spadła z 305 μg/m^3 w 1975 r. do 20 μg/m^3 w 1996 r. Tempo przemian w zanieczyszczeniu pyłowym powietrza było zróżnicowane. Największe wystąpiło w latach 1982–1985 (278–185 μg/m^3) i 1987–1993 (190–38 μg/m^3), najmniejsze zaś w okresach 1975–1979 i 1993–2000 (ryc. 96).

Porównując średnie roczne imisje pyłu zawieszonego w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach można zauważyć, że występowały tam zwykle niewielkie różnice w wielkości tego zanieczyszczenia w tych samych latach badanego okresu. W obu miastach notowano natomiast znaczne zróżnicowanie emisji pyłów. W Wałbrzychu wprowadzono ogółem do powietrza około 420 tys. Mg, a w Boguszowie-Gorcach tylko 8,5 tys. Mg tych zanieczyszczeń. Nie znajduję wyjaśnienia dlaczego, przy znacznie mniejszej emisji pyłów w Boguszowie-Gorcach niż w Wałbrzychu, notowano tam podobne średnie roczne wielkości imisji pyłu zawieszonego. Być może emisje pyłowe w Wałbrzychu zawierały duże ilości „pyłu grubego", na co wskazuje o wiele większy opad tego zanieczyszczenia w wyżej wymienionym mieście, niż w Boguszowie-Gorcach. Nie można także wykluczyć napływu pyłów z zewnątrz nad to miasto. Rzeźba terenu oraz struktura kierunków wiatrów nie sprzyjały jednak migracji pyłów z Kotliny Wałbrzyskiej do Kotliny Kuźnickiej. Zanieczyszczenie powietrza związane z wysoką emisją zanieczyszczeń z sektora zachodniego bada się na stacji pomiarowej w Witkowie, leżącej 9 km na północny zachód od Boguszowa-Gorc, działającej dopiero od 1996 r. W minionych czternastu latach nie stwierdzono tam ponadnormatywnego zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym (*Raport* 1999, 2000, 2003, 2004, 2005). W statystykach emisji zanieczyszczeń brak danych o strukturze wielkości emitowanych pyłów. Znacznie większy opad pyłu w Wałbrzychu niż w Boguszowie-Gorcach oraz podobne zapylenie powietrza w obu miastach przemawiają za stwierdzeniem, że w ostatnim z wyżej wymienionych miast

dominowały emisje drobin pyłu zawieszonego. Być może to jedno z uwarunkowań notowanego tam w latach 1975–1992 dużego pyłowego zanieczyszczenia powietrza.

Znaczne zróżnicowanie zapylenia powietrza w przestrzeni i w czasie występowało również w miejscowościach uzdrowiskowych rejonu wałbrzyskiego. Zanieczyszczenie powietrza pyłem było przeważnie większe w Szczawnie-Zdroju, niż w Jedlinie-Zdroju. Świadczą o tym średnie roczne imisje pyłu zawieszonego, które aż przez 22 lata badanego okresu osiągały wyższe wartości w pierwszym niż w drugim z wyżej wymienionych uzdrowisk (tab. 56). W Szczawnie-Zdroju największe zapylenie powietrza (195–299 μg/m^3) notowano w latach 1975–1989. Występowały tam wówczas także częste oraz znaczne wahania wielkości imisji tego zanieczyszczenia. Tendencja spadkowa stężenia pyłu zawieszonego w powietrzu nad omawianym uzdrowiskiem, o największym natężeniu w badanym okresie, wystąpiła dopiero w latach 1989–1993. Wielkość imisji pyłu spadła wtedy z 267 do 25 μg/m^3. W okresie 1994–2000 brak istotnych zmian w pyłowym zanieczyszczeniu powietrza nad Szczawnem-Zdrój (13–17 μg/m^3) (ryc. 96). Przestrzenny obraz zmian w zapyleniu powietrza nad wyżej wymienionym uzdrowiskiem w interwałach pięcioletnich przedstawiono na ryc. 98.

Zmiany w zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym nad Jedliną-Zdrój miały inny przebieg niż w Szczawnie-Zdroju (tab. 57, ryc. 96). W latach 1975–1981 notowano tam stosunkowo niewielkie, o tendencji spadkowej, immisje

Ryc. 98. Przestrzenne zróżnicowanie średnich rocznych imisji pyłu zawieszonego w μg/m^3 na terenie Szczawna-Zdroju w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

Tab. 57. Zróżnicowanie opadu pyłu i średnich rocznych imisji pyłu zwieszonego w Wałbrzychu Śródmieściu w latach 1974-1978.

Wyszczególnienie	opad pyłu (Mg/km^2)					imisja pyłu zawieszonego (μg/m^3)				
	1974	1975	1976	1977	1978	1974	1975	1976	1977	1978
tereny Góry Parkowej od strony Wałbrzycha Śródmieścia	450	440	400	440	420	520	530	470	500	530
tereny Góry Parkowej od strony Wałbrzycha Nowego Miasta	240	250	220	240	250	400	410	400	420	420

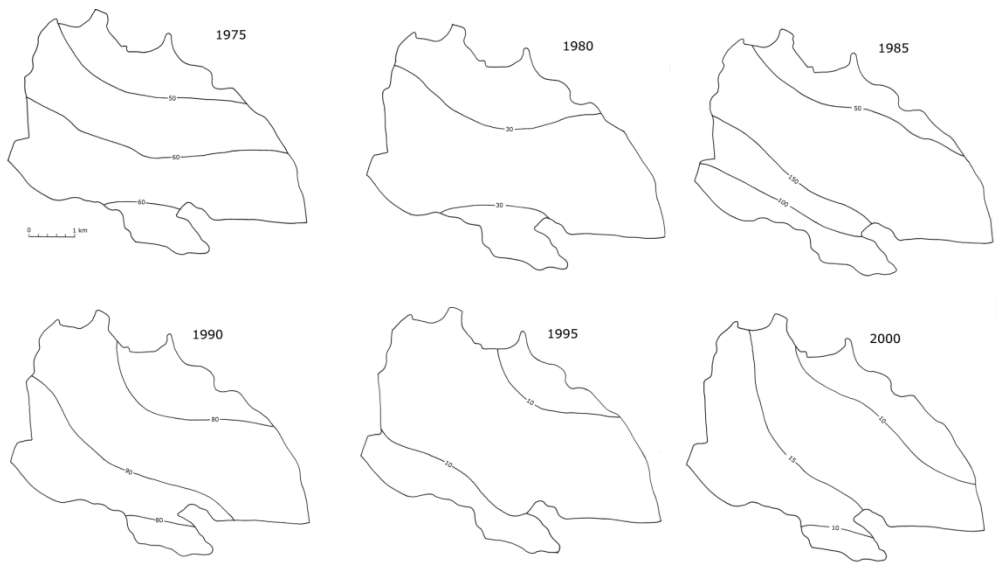
Opracowanie własne na podstawie danych z archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.

pyłu (72–29 μg/m^3). W okresie 1981–1986 wystąpił natomiast szybki wzrostowy trend stężeń analizowanego zanieczyszczenia (29–295 μg/m^3). Od 1986 r. do 1993 r. zapylenie powietrza nad omawianym uzdrowiskiem regularnie malało (295–20 μg/m^3), zaś w ostatnich siedmiu latach badanego okresu (1994–2000) nie zanotowano tam istotnych zmian w wielkość imisji pyłów. Przestrzenny obraz zróżnicowania wielkości imisji pyłu zawieszonego w powietrzu nad Jedliną-Zdrój, w latach 1975–2000, przedstawiono na ryc. 99.

Oceniając zanieczyszczenie pyłowe powietrza w uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego należy podkreślić, że przez znaczną część badanego okresu występowały tam duże stężenia tego zanieczyszczenia. W świetle dopuszczalnej wartości imisji pyłu zawieszonego w obszarach ochrony uzdrowiskowej (50 μg m^3), pyłowe zanieczyszczenie powietrza aż przez 18 lat w Szczawnie-Zdroju i przez 15 lat w Jedlinie-Zdroju przekraczało dopuszczalną normę. Największe średnie roczne stężenia pyłu w powietrzu nad wyżej wymienionymi uzdrowiskami były prawie sześciokrotnie większe od wartości normatywnej. O znacznym zapyleniu powietrza w Szczawnie-Zdroju w latach 1975–1992 świadczy również fakt, że średnie roczne stężenia pyłu w powietrzu nad tym miastem były podobne do tych, jakie notowano wtedy nad uprzemysłowionym Wałbrzychem i Boguszowem-Gorcami, a w okresie 1983–1989 imisje pyłu były tam nawet większe.

Podsumowując wyniki badań dotyczące pyłowego zanieczyszczenia powietrza nad rejonem wałbrzyskim w latach 1975–2000 sformułowano następujące uogólnienia i wnioski:

1. Charakterystyczną cechą zanieczyszczenia powietrza pyłami było znaczne zróżnicowanie tego zjawiska, zarówno w przestrzeni jak i w czasie. Wiązało się to przede wszystkim z różnym zagospodarowaniem rejonu wałbrzyskiego i uwarunkowaną tym zróżnicowaną wielkością emisji pyłowych, głębokimi zmianami strukturalnymi w przemyśle tego obszaru oraz ze zróżnicowanymi warunkami naturalnymi, które wpływały na rozprzestrzenianie się i stężenie pyłów.



Ryc. 99. Przestrzenne zróżnicowanie średnich rocznych imisji pyłu zawieszonego w $\mu g/m^3$ na terenie Jedliny-Zdroju w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

2. Największe stężenia pyłu zawieszonego w powietrzu, permanentnie przekraczające nawet kilkakrotnie dopuszczalną normę, notowano w latach 1975–1992 nad Wałbrzychem, Boguszowem-Gorcami i Szczawnem-Zdrój. W Jedlinie-Zdroju ponadnormatywne pyłowe zanieczyszczenie powietrza występowało natomiast w latach 1975–1977 i 1982–1992, a więc krócej niż pozostałych miastach badanego obszaru. Od 1993 r. imisja pyłu zawieszonego w rejonie wałbrzyskim nie przekraczała wartości normatywnych, a pyłowe zanieczyszczenie powietrza było najmniejsze w całym rozpatrywanym okresie.

3. W badanym okresie w Wałbrzychu, Boguszowie-Gorcach i Szczawnie-Zdroju wystąpiła tendencja spadkowa imisji pyłu zawieszonego o największym tempie zmian pod koniec lat 80 i na początku lat 90 XX w. W latach 1975–1992 notowano tam zwykle znaczne różnice wielkości imisji pyłu w powietrzu, natomiast w ostatnich ośmiu latach (1993–2000) zróżnicowanie pyłowego zanieczyszczenia powietrza było niewielkie. Zmiany w zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym nad Jedliną-Zdrój przebiegały inaczej niż w pozostałych miastach rejonu wałbrzyskiego. W okresie 1975–1981 wystąpił tam niewielki spadek zapylenia powietrza, później zaś do 1986 r. znaczny wzrost imisji tego zanieczyszczenia. Od 1986 do 1993 r. ponownie zaznaczyła się tendencja spadkowa, jednak o dużo większym natężeniu niż w latach 1975–1981. Po 1992 r. stężenie pyłów w powietrzu nad Jedliną-Zdrój było najmniejsze w badanym okresie i charakteryzowało się niewielkim zróżnicowaniem.

4. Największe dysproporcje w pyłowym zanieczyszczeniu powietrza nad rejonem wałbrzyskim notowano w latach 1975–1992. Restrukturyzacja przemysłu, której jednym ze skutków było zamknięcie dużej liczby uciążliwych dla powietrza zakładów przemysłowych, przyczyniła się nie tylko do spadku zapylenia powietrza, ale także do znacznego zniwelowania różnic w przestrzennym rozkładzie imisji pyłów. Okres ten rozpoczął się w 1993 r. i trwa do dziś, a więc wykracza poza ramy czasowe niniejszego opracowania.

W rejonie wałbrzyskim zanieczyszczenie pyłowe powietrza wiązało się z lokalnymi źródłami emisji. Biorąc to pod uwagę dokonano porównania wielkości emisji pyłów z opadem pyłu, nawiązując także do rozmiarów imisji pyłu zawieszonego w poszczególnych miastach badanego obszaru (tab. 58). Dane wyjściowe, które posłużyły do porównań pochodzą z publikowanych i niepublikowanych statystyk, a także z szacunkowych obliczeń autora. Nie można było bowiem precyzyjnie ustalić, jaką część emisji pyłowych stanowiły drobiny pyłu zawieszonego, a także ile tych zanieczyszczeń „odpłynęło" poza badany obszar. Brak również danych wskazujących, ile pyłów dostało się do powietrza z niezorganizowanych źródeł emisji. W związku z tym przyjęta do porównań wielkość emisji pyłów była zapewne mniejsza od rzeczywistej. Z ustaleń autora wynika, że jedynie w Wałbrzychu sumaryczne wielkości emisji i opadu pyłu w latach 1975–2000 nieznacznie się różniły (419,7 tys. Mg i 407,5 tys. Mg). W pozostałych miastach rejonu wałbrzyskiego łączna ilość opadu pyłu była natomiast znacznie większa, niż ogół tych zanieczyszczeń wprowadzonych do powietrza przez zorganizowane źródła emisji. W Boguszowie-Gorcach sumaryczny opad pyłu, w porównaniu do emisji tych zanieczyszczeń, był około sześć razy większy, w Jedlinie-Zdroju około dziewięć razy, a Szczawnie-Zdroju prawie dwanaście razy większy. Tak duży opad pyłu w wyżej wymienionych miastach, w porównaniu do wielkości emisji tych zanieczyszczeń trudno wytłumaczyć jedynie napływem ich spoza tych obszarów oraz pochodzeniem z niezorganizowanych źródeł emisji. Stwierdzono bowiem zbyt duże dysproporcje między wielkością

Tab. 58. Porównanie wielkości opadu pyłu z wielkością emisji pyłów ze źródeł zorganizowanych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000.

Miasto	Szacunkowa wielkość opadu pyłu(w tys. Mg)	Wielkość emisji pyłów ze źródeł zorganizowanych (w tys. Mg)
Wałbrzych	407,5	419,7
Boguszów-Gorce	54,6	8,5
Jedlina-Zdrój	44	4,7
Szczawno-Zdrój	35	3
Rejon wałbrzyski	541,1	435,9

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

emisji i imisji analizowanych zanieczyszczeń. Bardziej prawdopodobne wydaje się nie uwzględnianie w statystykach rzeczywistych rozmiarów emisji. Należy podkreślić także znaczny wpływ wałbrzyskiego przemysłu na zapylenie powietrza nad Szczawnem-Zdrój, co potwierdzają m.in. wyniki badań PIOŚ i WSSE w Wałbrzychu oraz autora (*Ocena*... 1991, 1992, 1993, *Raport*... 1994, Wójcik 1997c, 2006d, 2007b).

Specyficzne zależności między wielkością emisji pyłu a opadem pyłu i stężeniami pyłu zawieszonego, wystąpiły w Jedlinie-Zdroju. W badanym okresie sumaryczna wielkość opadu pyłu była tam bowiem dziewięć razy większa, niż łączna emisja tych zanieczyszczeń, natomiast uśredniona dla lat 1975–2000 imisja pyłu zawieszonego dwukrotnie mniejsza, aniżeli w pozostałych miastach rejonu wałbrzyskiego. Omawiane uzdrowisko leży 9 km na południowy wschód od Wałbrzycha. Rzadko notowane w Jedlinie-Zdroju wiatry północno-zachodnie (8,3% ogółu obserwacji anemometrycznych) oraz znacznej wysokości względnej (300 m) bariera orograficzna (Góry Czarne) między tymi miastami, to niewątpliwie czynniki ograniczające wpływ wałbrzyskiego przemysłu na powietrze w wyżej wymienionym uzdrowisku. Regularne badania czystości powietrza prowadzone przez PIOŚ w Jedlinie-Zdroju nie wskazują na występowanie tam takich zanieczyszczeń, jak siarkowodór, fluor, fenole czy węglowodory aromatyczne (benzen, toluen i inne). Gazy te wchodziły natomiast w skład emisji przemysłowych w Wałbrzychu i nierzadko były notowane w powietrzu nad Kotliną Wałbrzyską (Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Ocena*... 1989, 1993, *Raport*...1994, Wójcik 1997a). W świetle tych danych uzasadniona wydaje się hipoteza braku oddziaływania wałbrzyskiego przemysłu na zanieczyszczenie powietrza nad Jedliną-Zdrój. Na terenie wyżej wymienionego uzdrowiska, jak również w pobliżu tej miejscowości, nie występują żadne większe źródła emisji pyłów. Trudno więc wyjaśnić, dlaczego łączna wielkość opadu pyłu w Jedlinie-Zdroju była aż dziewięciokrotnie większa od emisji tych zanieczyszczeń, zważywszy również na to, że zwykle występowały tam mniejsze stężenia pyłu zawieszonego niż w pozostałych miastach rejonu wałbrzyskiego.

Typowym zanieczyszczeniem gazowym notowanym w powietrzu nad badanym obszarem był dwutlenek (ditlenek) siarki (SO_2). Źródłami emisji tego gazu były różne obiekty przemysłowe, przede wszystkim koksownie, kopalnie węgla kamiennego i barytu oraz elektrociepłownie, a także osiedlowe i lokalne kotłownie, również znaczna liczba domowych pieców, w których palono przeważnie niskiej jakości silnie zasiarczonym węglem kamiennym. Część zawartego w powietrzu SO_2 mogła mieć tło napływowe. Jak wcześniej sygnalizowałem, w Wałbrzychu i okolicy nie prowadzono badań w tym zakresie. Znaczne przestrzenne zróżnicowanie stężeń SO_2 w powietrzu w rejonie wałbrzyskim oraz występowanie silnie zanieczyszczonego powietrza tym gazem, zwykle nad obszarami, gdzie rejestrowano spore jego emisje wskazują raczej na lokalne pochodzenie tego zanieczyszczenia.

W analizowanym okresie największe imisje SO_2 w badanym obszarze notowano na terenie Wałbrzycha. W latach 1975–1994 średnie roczne stężenia omawianego zanieczyszczenia były znacznie zróżnicowane (56–181 μg/m^3) i przez cały czas przekraczały dopuszczalną normę (40 μg/m^3), nawet czterokrotnie. Dopiero w ostatnich sześciu latach badanego okresu (1995–2000) imisja SO_2 spadła poniżej wartości normatywnej (tab. 59 w załączniku, ryc. 100). Biorąc pod uwagę zmiany w zanieczyszczeniu powietrza tym gazem wydzielono dwa charakterystyczne okresy. Pierwszy trwał od 1975 do 1981 r. i cechował się znacznym wzrostem imisji SO_2 (102–181μg/m^3). W drugim, przypadającym na lata 1981–2000, stężenie omawianego zanieczyszczenia w powietrzu nad Wałbrzychem systematycznie malało (181–23 μg/m^3). Największe wzrostowe tempo zmian notowano w latach 1980–1981 (130–181 μg/m^3), natomiast spadkowe w okresach1981–1984 (181–124 μg/m^3) i 1987–1989 (130–77 μg/m^3). Nawiązując do podziału administracyjnego Wałbrzycha stwierdzono duże różnice imisji SO_2 w powietrzu nad poszczególnymi dzielnicami tego miasta. Największe przestrzenne zróżnicowanie tego zanieczyszczenia wystąpiło w latach 1975–1989. Notowano wtedy także znaczne amplitudy średnich rocznych imisji SO_2. Po 1989 r. dysproporcje w zanieczyszczeniu powietrza tym związkiem nad Wałbrzychem stopniowo malały. Spowodowało to zacieranie się różnic w przestrzennym obrazie tego zjawiska. Należy także zaznaczyć, że nad niektórymi dzielnicami Wałbrzycha zanieczyszczenie powietrza SO_2 często się zmieniało. I tak np. w latach 1975–1989 na terenie Piaskowej Góry, Podzamcza i Podgórza kilkakrotnie notowano wzrostowy i spadkowy trend stężeń tego gazu w powietrzu. Od 1975 do 1982 r. w Szczawienku wystąpiła natomiast spadkowa tendencja

Ryc. 100. Średnie roczne imisje SO_2 w miastach rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000:
1 – Wałbrzych, 2 – Boguszów-Gorce, 3 – Szczawno-Zdrój, 4 – Jedlina-Zdrój. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 59.

imisji SO_2, a w okresie 1983–1988 notowano niewielkie zróżnicowanie stężeń omawianego zanieczyszczenia w powietrzu (tab. 59).

Charakterystyczną cechą przemian w zanieczyszczeniu powietrza SO_2 nad Wałbrzychem w latach 1981–2000, była malejąca wielkość stężeń gazu w powietrzu. Analizując natomiast przebieg tego procesu w poszczególnych dzielnicach miasta należy podkreślić różną rozpiętość czasową rozpatrywanych zmian (tab. 59). W Śródmieściu spadkowa tendencja imisji SO_2 wystąpiła w latach 1983–2000, przy czym największe natężenie tych zmian notowano w okresach 1983–1984 (161–111 $\mu g/m^3$) i 1988–1989 (80–43 $\mu g/m^3$). Na terenie Starego-Zdroju proces ten trwał od 1983 do 1991 r., z największą intensywnością w okresie 1987–1991 (196–48 $\mu g/m^3$), a na Podgórzu tylko w trzech latach (1987–1989: 245–33 $\mu g/m^3$). Zachodzące tam wówczas zmiany charakteryzowały się znaczną dynamiką. W pierwszej z wyżej wymienionych dzielnic średnie roczne stężenie omawianego zanieczyszczenia spadło aż dziesięciokrotnie, w drugiej prawie pięciokrotnie, a w trzeciej siedmiokrotnie. Długotrwała spadkowa tendencja zmian w zanieczyszczeniu powietrza SO_2 wystąpiła m.in. w Poniatowie. Największy spadek imisji wyżej wymienionego zanieczyszczenia notowano tam w latach 1981–1983 (177–111 $\mu g/m^3$), natomiast w okresie 1984–2000 tempo rozpatrywanych zmian było już dużo wolniejsze. Uproszczony obraz zmian w przestrzennym rozkładzie imisji SO_2 nad omawianym miastem w latach 1975–2000 przedstawiono na ryc. 101

Podsumowując wyniki badań na temat zanieczyszczeniu powietrza SO_2 nad Wałbrzychem sformułowano następujące wnioski.

1. W badanym okresie wystąpiły znaczne zmiany w przestrzennym rozkładzie średnich rocznych wielkości imisji SO_2. Największe zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza omawianym gazem notowano w latach 1975–1989, natomiast najmniejsze w latach 1994–2000. Okres przejściowy (1989–1994) charakteryzował się niwelowaniem różnic w zanieczyszczeniu powietrza SO_2 między poszczególnymi dzielnicami miasta.

2. W analizowanym okresie do 1981 r. wielkość imisji SO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem miała tendencję rosnącą, po tym roku wystąpił trend malejący. W latach 1975–1994 występowało tam znaczne zanieczyszczenie powietrza, a średnie roczne stężenia omawianego gazu nawet kilkakrotnie przekraczały normę dopuszczalną. Normatywne stężenia SO_2 świadczące o poprawie jakości powietrza notowano dopiero w latach 1995–2000.

3. Znaczne zmiany w zanieczyszczeniu powietrza SO_2 wystąpiły w jeszcze niedawno silnie uprzemysłowionych dzielnicach Wałbrzycha. Na tych obszarach zanotowano bowiem największy spadek imisji tego gazu, w porównaniu do okresu, kiedy rozwijały się tam tradycyjne gałęzie przemysłu. W nieuprzemysłowionych dzielnicach Wałbrzycha zróżnicowanie stężeń SO_2 latach 1975–1989 i 1990–2000 było dużo mniejsze.

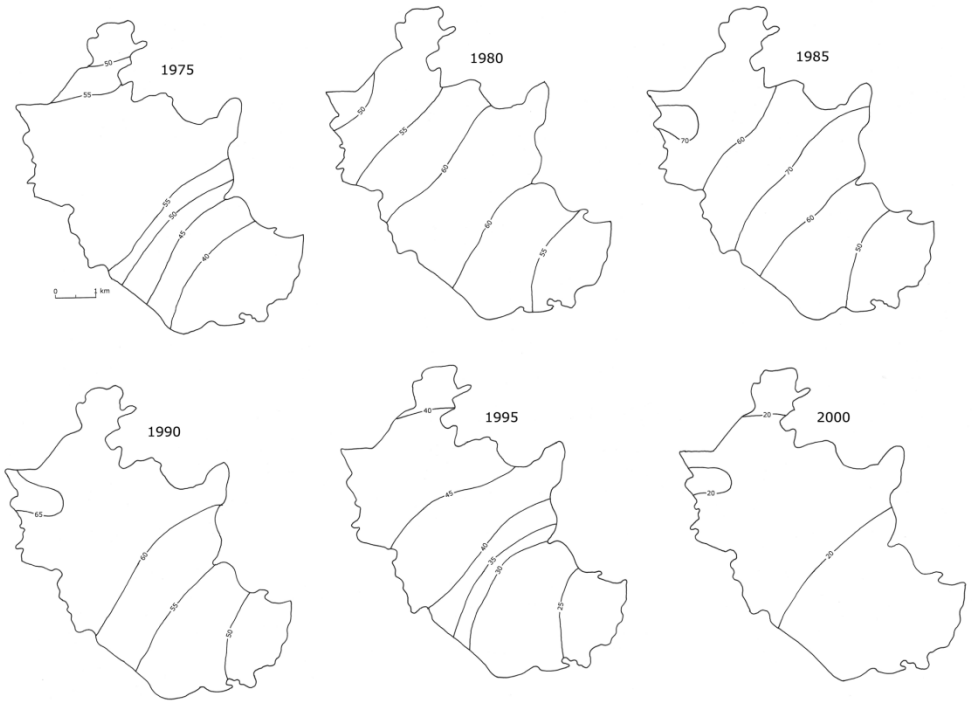
Ryc. 101. Przestrzenne zróżnicowanie średnich rocznych imisji SO_2 w $\mu g/m^3$ na terenie Wałbrzycha w latach 1975–2000.

W Boguszowie-Gorcach zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza SO_2 w latach 1975–2000 było znacznie mniejsze, niż w Wałbrzychu. Średnie roczne imisje tego związku wahały się od 23 $\mu g/m^3$ w 1999 r. do 69 $\mu g/m^3$ w 1986 r. (tab. 59, ryc. 100). Okres, w którym notowano ponadnormatywne stężenia SO_2 w Boguszowie-Gorcach (1975–1994) był identyczny, jak w Wałbrzychu. W ostatnim z wymienionych miast występowały natomiast przeważnie znacznie większe, zwłaszcza od 1975 do 1988 r., wartości imisji tego zanieczyszczenia, niż w Boguszowie-Gorcach. Spadek stężenia SO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem w latach 1987–1990 przyczynił się do wyrównania dysproporcji w zanieczyszczeniu tym związkiem przypowierzchniowej warstwy atmosfery w obu miastach. W ostatniej dekadzie XX w. średnie roczne imisje SO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem i Boguszowem-Gorcami tylko nieznacznie się różniły.

Nawiązując do uśrednionych w skali roku stężeń SO_2 w powietrzu nad trzema jednostkami osadniczymi tworzącymi Boguszów-Gorce, stwierdzono w tym mieście niewielkie przestrzenne zróżnicowanie zanieczyszczenia atmosfery tym gazem. W rozpatrywanym okresie największe imisje tego związku, aż przez 18 lat, notowano w-Gorcach, a więc w północno-zachodniej części omawianego zespołu miejskiego. Przez siedem lat najwyższe średnie roczne stężenia SO_2 rejestrowano w Boguszowie, natomiast w Kuźnicach Świdnickich tylko w 1983 r. Największe zróżnicowanie wielkości imisji tego gazu w powietrzu nad Boguszowem-Gorcami notowano w latach 1975–1978, 1984, 1991–1995, natomiast najmniejsze w latach 1981, 1983, 1986–1987 i 2000 (tab. 59). Zanieczyszczenie powietrza SO_2 nad omawianym miastem zmieniało się więc nieregularnie w czasie. Także inny przebieg miały zmiany w zanieczyszczeniu powietrza tym związkiem w poszczególnych obszarach Boguszowa-Gorc. W-Gorcach wystąpiły dwie wzrostowe (w latach 1975––1977 i 1981–1985) i dwie spadkowe (w latach 1977–1981 i 1985–2000) tendencje zmian w wielkości imisji analizowanego zanieczyszczenia w powietrzu. W Kuźnicach Świdnickich trend wzrostowy zanieczyszczenia powietrza SO_2 wystąpił w latach 1975–1983, zaś spadek stężeń tego gazu w powietrzu w okresie 1988–2000. W Boguszowie, do1989 r. notowano natomiast niewielkie zmiany imisji tego związku, a po tym roku wystąpił znaczny spadek stężenia tego zanieczyszczenia. Uogólniając przebieg zmian w zanieczyszczeniu powietrza SO_2 nad omawianymi wyżej obszarami Boguszowa-Gorc wydzielono dwa charakterystyczne okresy. W pierwszym, przypadającym na lata 1975–1986, notowano wzrostowe lub spadkowe trendy stężeń tego gazu w powietrzu, natomiast w drugim (po 1986 r.) wystąpiła spadkowa tendencja rozpatrywanych zmian (ryc. 100). Uproszczony obraz zanieczyszczenia powietrza SO_2 nad Boguszowem-Gorcami, w latach 1975–2000, przedstawiono na ryc. 102.

W obszarach ochrony uzdrowiskowej notowano znaczne zróżnicowanie imisji SO_2, a także przemienne – wzrostowe i spadkowe trendy zmian stężeń tego zanieczyszczenia. W latach 1975–1993 średnie roczne stężenia SO_2 w powietrzu nad Szczawnem-Zdrój przez cały czas znacznie przekraczały wartość dopuszczalną (30 $\mu g/m^3$), nawet czterokrotnie. W okresie 1975–1987 notowano tam największe wahania imisji SO_2 (41–114 $\mu g/m^3$) oraz na przemian wzrostowe i spadkowe tendencje zmian. Po 1987 r. zanieczyszczenie powietrza omawianym związkiem w wyżej wymienionym uzdrowisku stopniowo malało, a od 1994 r. średnie roczne imisje tego gazu w powietrzu nie przekraczały już wartości dopuszczalnej (tab. 59, ryc. 100).

Analiza średnich rocznych stężeń SO_2 w powietrzu nad Jedliną-Zdrój stanowiła podstawę do wydzielenia trzech charakterystycznych okresów o zróżnicowanym zanieczyszczeniu przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad tym miastem:
– 1975–1981, w którym imisja wahała się od 24 do 51 $\mu g/m^3$, a zanieczyszczenie powietrza tym gazem na przemian rosło i malało,



Ryc. 102. Przestrzenne zróżnicowanie średnich rocznych imisji SO_2 w $\mu g/m^3$ na terenie Boguszowa-Gorc w latach 1975–2000.

– 1982–1987, o największych stężeniach tego związku w powietrzu (87–96 $\mu g/m^3$) w całym badanym okresie i niewielkim zróżnicowaniu tych zmian,
– 1988–2000, w którym notowano znaczne zróżnicowanie imisji SO_2 (6–57 $\mu g/m^3$) oraz malejącą zawartość tego związku w powietrzu (ryc. 100).

Porównując średnie roczne stężenia SO_2 w powietrzu nad uzdrowiskami rejonu wałbrzyskiego należy podkreślić, że w Szczawnie-Zdroju występowało znacznie częściej niż w Jedlinie-Zdroju, większe zanieczyszczenie powietrza tym związkiem. W ostatniej z wymienionych miejscowości tylko w latach 1982–1984 i 1995–1996, a więc przez pięć lat imisja tego gazu była większa niż w Szczawnie-Zdroju (tab. 59). Podobne w obu uzdrowiskach były natomiast ramy czasowe okresów, w których wystąpił długotrwały spadek stężeń omawianego zanieczyszczenia w powietrzu. W Jedlinie-Zdroju trend taki zaznaczył się w latach 1986–2000 i trwał rok dłużej niż w Szczawnie-Zdroju (1987–2000) (ryc. 100).

Podstawowym materiałem, który posłużył do odtworzenia zmian i do oceny zanieczyszczenia powietrza SO_2 w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000, były średnie roczne wielkości imisji tego związku ustalone dla każdej miejscowości, a w odniesieniu do Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc także dla poszczególnych dzielnic w tych miastach. W oparciu o takie dane można było określić jedynie uprosz-

czony obraz zachodzących w przestrzeni i w czasie zmian. Uśrednione dla roku dane zwykle różnią się od faktycznego stężenia tego zanieczyszczenia w powietrzu. Ditlenek siarki należy bowiem do tych związków, które w powietrzu są aktywne chemicznie i stosunkowo szybko reagują z parą wodną, tworząc podczas opadu atmosferycznego kwaśny deszcz. Związek ten często łączy się z kropelkami pary wodnej powodując powstawanie w przypowierzchniowej warstwie atmosfery specyficznego wtórnego zanieczyszczenia w postaci aerozolu (zawiesiny), zwanego mgłą kwasu siarkowego (Zwoździak 1993). W związku z tym rzeczywiste stężenie SO_2 w powietrzu ulega ciągłym wahaniom. Świadczą o tym m. in. maksymalne imisje tego zanieczyszczenia rejestrowane w każdym z miast rejonu wałbrzyskiego. W dzielnicach Wałbrzycha: Śródmieściu, Sobięcinie i Szczawienku, maksymalne chwilowe i 20-minutowe pomiary imisji SO_2, w latach 1975–1990, nierzadko wynosiły 1000 μg/m^3, a w centrum Jedliny-Zdroju i Szczawna-Zdroju w okresie 1989–1993, odpowiednio 340 i 511 μg/m^3 (*Ocena stanu*...1989, *Raport*...1994, Wójcik 1997a, 2006d).

W Wałbrzychu, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju znaczne zróżnicowanie imisji SO_2 notowano także w skali roku (tab. 60). Szczególnie duże różnice w stężeniach wyżej wymienionego zanieczyszczenia występowały w okresach zwanych potocznie sezonami: grzewczym i pozagrzewczym. Uruchamianie w sezonie grzewczym lokalnych kotłowni osiedlowych, wydłużony czas użytkowania w ciągu doby licznych w rejonie wałbrzyskim pieców węglowych oraz spalanie większych ilości węgla kamiennego w elektrociepłowniach, w związku ze zwiększonym zapotrzebowaniem przemysłu i gospodarki komunalnej na ciepło i energię elektryczną, a także wzrost zużycia paliw w przemyśle, powodowały zwiększoną w porównaniu do pozostałych miesięcy roku emisję SO_2 do powietrza. W związku z tym, w okresie od października do marca, notowana zwykle wyższe imisje omawianego zanieczyszczenia. Porównawcze zestawienie uśrednionych dla sezonów grzewczego i pozagrzewczego imisji SO_2 w Wałbrzychu, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju, w latach 1981–2000, przedstawiono w cytowanej wyżej tab. 60. Nie udało się ustalić, jak przedstawiało się zróżnicowanie imisji SO_2 od 1975 do 1980 r., a więc w całym badanym okresie, ze względu na brak danych na ten temat. Z ustaleń autora wynika, że w sezonach grzewczych średnie stężenia omawianego zanieczyszczenia w powietrzu nad Wałbrzychem były od 31 do 106% większe niż w pozostałej części roku (kwiecień–wrzesień). W Szczawnie-Zdroju wielkość imisji SO_2 zwyżkowała w sezonie grzewczym o 21–84%, a w Jedlinie-Zdroju o 23–80% w stosunku do okresu pozagrzewczego. Biorąc natomiast pod uwagę uśrednione, rzeczywiste wielkości stężeń SO_2 należy podkreślić, że największe sezonowe zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza omawianym związkiem w ciągu roku notowano w latach 1981–1988 w Wałbrzychu. W Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju, a w ostatniej dekadzie XX w. także w Wałbrzychu, dysproporcje w zanieczyszczenia powietrza SO_2

Tab. 60. Zróżnicowanie wielkości imisji SO_2 w Wałbrzychu, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju w latach 1981–2000 w sezonach grzewczym i pozagrzewczym.

Rok	Uśredniona imisja (w µg/m^3)								
	Wałbrzych			Szczawno-Zdrój			Jedlina-Zdrój		
	sezon			sezon			sezon		
	grzewczy	poza-grzewczy	różnica (w%)	grzewczy	poza-grzewczy	różnica (w%)	grzewczy	poza-grzewczy	różnica (w%)
1981	225	137	64,2	128	100	28	30	18	66,7
1982	201	127	58,3	79	57	38,6	99	77	28,6
1983	198	96	106,3	63	41	53,7	97	77	26
1984	155	93	66,7	59	39	51,3	109	81	34,6
1985	150	88	70,5	129	91	41,8	101	75	34,7
1986	149	101	47,5	109	89	22,5	109	83	31,3
1987	155	105	47,7	125	95	31,6	102	78	30,8
1988	139	85	63,5	116	94	23,4	69	45	53,3
1989	99	55	80	89	67	32,8	58	36	61,1
1990	91	51	78,4	63	39	61,5	43	35	22,9
1991	76	40	90	79	57	38,6	59	45	31,1
1992	70	42	66,7	64	52	23,1	40	28	42,9
1993	70	42	66,7	69	49	40,8	33	22	50
1994	51	39	30,8	36	22	63,6	26	19	36,8
1995	48	30	60	26	16	62,5	29	23	26,1
1996	43	27	59,3	35	19	84,2	30	25	24
1997	39	25	56	27	21	28,6	20	15	33,3
1998	34	20	70	23	19	21	12	7	71,4
1999	32	17	88,2	29	21	38,1	17	11	54,5
2000	29	17	70,6	14	9	55,6	9	5	80

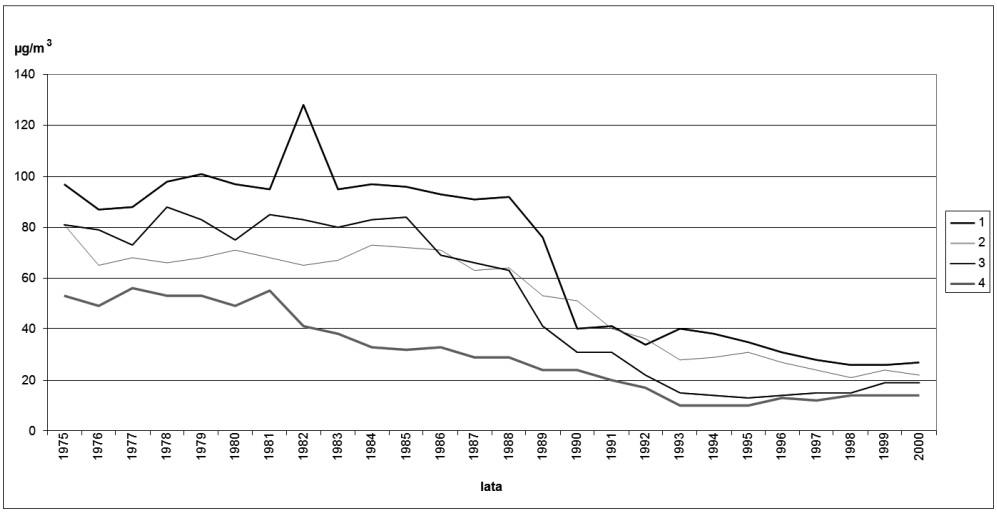
sezon grzewczy: październik-marzec, sezon pozagrzewczy: kwiecień-wrzesień.
Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu.

w porównywanych okresach roku były dużo mniejsze. Charakterystyczną cechą zanieczyszczenia powietrza omawianym gazem nad Wałbrzychem w latach 1989–2000 było malejące zróżnicowanie rzeczywistych wielkości imisji SO_2 w sezonach grzewczym i pozagrzewczym (tab. 60). Proces ten był uwarunkowany coraz mniejszą emisją tego zanieczyszczenia, również malejącym zróżnicowaniem wielkości emisji w ciągu roku, w związku z restrukturyzacją przemysłu w regionie, a także instalowaniem w obiektach przemysłowych i komunalnych sprawniejszych

urządzeń do redukcji zanieczyszczeń. Spadek emisji SO_2 w sezonie grzewczym wiązał się również z likwidowaniem tradycyjnych pieców węglowych i zastępowaniem ich piecami olejowymi i gazowymi. Znaczne tempo tego procesu zaobserwowano w latach 1991–1993 na terenie Szczawna-Zdroju. Wówczas podłączono do sieci gazowej 2352 mieszkania oraz 310 innych pomieszczeń w tym mieście (Piątek, Piątek 1996). W Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach wymiana pieców węglowych w gospodarstwach domowych na inne rodzaje ogrzewania postępowała wolniej, czego przyczyną był spadek stopy życiowej i trudności finansowe znacznej liczby ludności spowodowane utratą miejsc pracy w związku z likwidacja dużej liczby zakładów przemysłowych w tych miastach.

Powszechnie występującym i systematycznie badanym zanieczyszczeniem gazowymi w powietrzu nad rejonem wałbrzyskim był dwutlenek azotu (NO_2). Głównymi źródłami emisji tego gazu były środki transportu samochodowego oraz przemysł, zwłaszcza paliwowo-energetyczny i chemiczny, a także gospodarstwa domowe, w których do ogrzewania wykorzystywano piece węglowe (*Ogólna ocena...*1978, *Ocena stanu...*1993, *Raport o stanie...* 1994, *Raport o stanie*… 2000).

W badanym okresie, za wyjątkiem lat 1990 i 1992, największe średnie roczne imisje NO_2 notowano w powietrzu nad Wałbrzychem (tab. 61 w załączniku, ryc. 103). Począwszy od 1975 r. w kolejnych czternastu latach średnie roczne stężenia tego zanieczyszczenia oscylowały od 87 do 101 $\mu g/m^3$. Wyjątkowym był rok 1982, w którym średnia wielkość imisji tego gazu wynosiła 128 $\mu g/m^3$. Notowane wówczas wielkości stężeń NO_2 były najwyższe w całym analizowanym okresie,

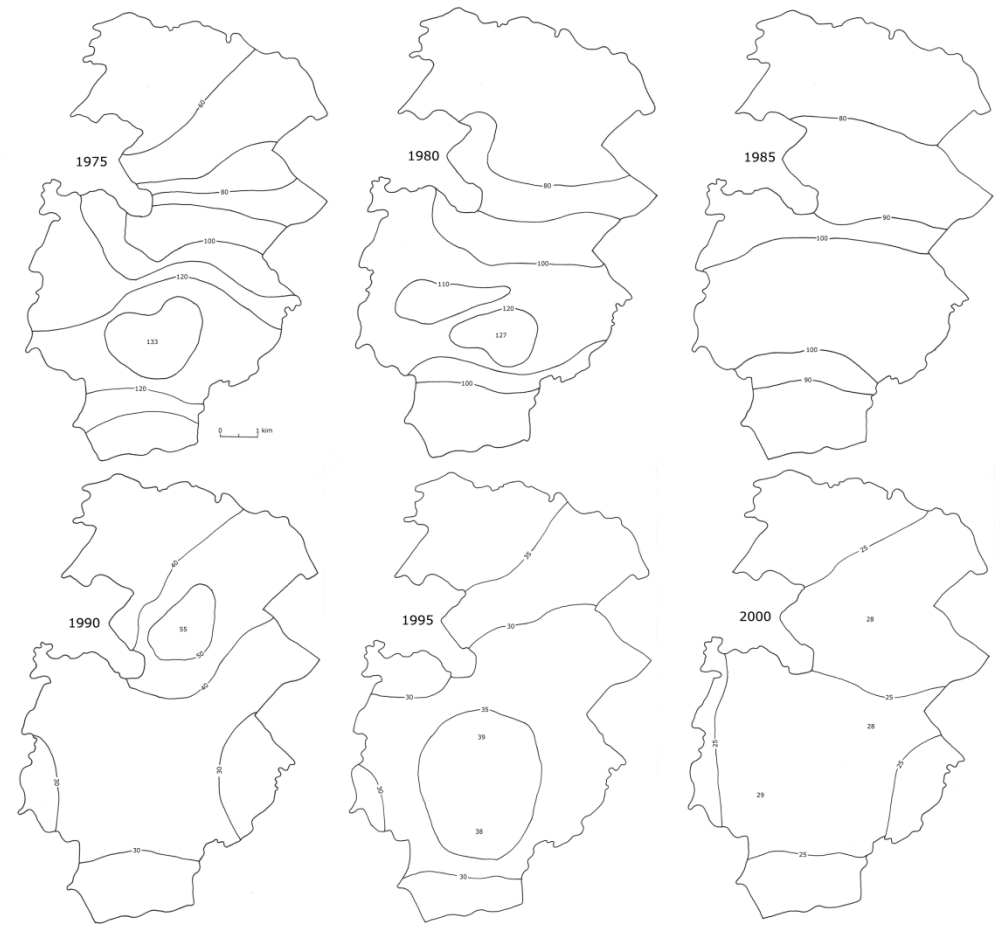


Ryc. 103. Średnie roczne imisje NO_2 w miastach rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000: 1 – Wałbrzych, 2 – Boguszów-Gorce, 3 – Szczawno-Zdrój, 4 – Jedlina-Zdrój. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 61.

a norma dopuszczalna (40 μg/m^3) permanentnie przekroczona od dwóch do trzech razy. W latach 1988–2000 wystąpił w Wałbrzychu spadkowy trend imisji tego zanieczyszczenia. Proces ten miał dwie charakterystyczne fazy. Pierwsza trwała od 1988 r. do 1990 r. i cechowała się znacznym natężeniem zmian (92–40 μg/m^3), natomiast druga była dłuższa (1990–2000) jednak o dużo mniejszym tempie spadku imisji (40–26 μg/m^3). W ostatniej dekadzie badanego okresu, za wyjątkiem 1991 r., średnie roczne stężenia NO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem nie przekraczały wartości dopuszczalnej (ryc. 103).

Spośród dwunastu dzielnic Wałbrzycha, tylko dla sześciu udało się zebrać kompletne dane o średnich rocznych imisjach NO_2 w całym badanym okresie (tab. 61). Dzielnice te można uznać za typowe dla omawianego miasta, gdyż reprezentują obszary, które jeszcze niedawno były w różnym stopniu uprzemysłowione, a także położone w południowej (Kotlina Wałbrzyska) i północnej (Pogórze Wałbrzyskie) częściach Wałbrzycha. Pozwoliło to precyzyjniej odtworzyć tendencje zmian w zanieczyszczeniu powietrza tym związkiem w aspektach przestrzennym i czasowym. Ustalono, że zanieczyszczenie powietrza NO_2 w tym mieście było znacznie bardziej zróżnicowane, niż wynika to z analizy średnich rocznych wielkości imisji dla całego Wałbrzycha. W latach 1975–1989 największe stężenia NO_2 notowano w powietrzu nad centralną i południową częścią Kotliny Wałbrzyskiej (Śródmieście, Sobięcin, Podgórze), a więc w obszarach, na których działało wówczas dużo uciążliwych ze względu na znaczne emisje zanieczyszczeń zakładów przemysłowych, a także występowało spore natężenie ruchu samochodowego. Nieco mniejsze imisje omawianego zanieczyszczenia notowano w północnej części wyżej wymienionej kotliny (w dzielnicy Stary-Zdrój), zaś najmniejsze nad Szczawienkiem i Piaskową Górą – w dzielnicach położonych na Pogórzu Wałbrzyskim. Uogólniony rozkład imisji NO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem w badanym okresie przedstawiono na ryc. 104. Znaczne różnice w zanieczyszczeniu powietrza NO_2 między południowymi i północnymi dzielnicami Wałbrzycha w latach 1975–1989 wynikały z nierównomiernego rozmieszczenia w omawianym mieście przemysłowych źródeł emisji tych zanieczyszczeń, a także zróżnicowanych warunków naturalnych – korzystniejszych do rozpraszania zanieczyszczeń na Pogórzu Wałbrzyskim i przewietrzania tego obszaru, niż w Kotlinie Wałbrzyskiej. W ostatniej dekadzie XX w. wystąpił znaczny spadkowy trend stężeń NO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem. Zmniejszyło się także zróżnicowanie imisji tego zanieczyszczenia, między poszczególnymi dzielnicami miasta. Największe zmiany stężeń omawianego związku zaobserwowano w uprzemysłowionych dzielnicach Wałbrzycha (Śródmieście, Sobięcin, Podgórze), co niewątpliwie wiąże się likwidacją większości obiektów przemysłowych. Przemiany w strukturze wałbrzyskiego przemysłu i ich ścisły związek w czasie ze znacznym spadkiem stężeń NO_2 wskazuje na istotny wpływ rozwiniętych tu jeszcze niedawno tradycyjnych gałęzi przemysłu na zanieczyszczenie powietrza związkami azotu. Z treści publikowanych raportów i ocen oraz opracowań niepublikowanych

dotyczących czystości powietrza, znajdujących się w archiwum WIOŚ w Wałbrzychu wynika jednak, że głównym źródłem zanieczyszczenia atmosfery NO_2 nad tym miastem była motoryzacja (*Ogólna ocena*... 1978, *Ocena*... 1989, 1993, *Raport*... 1994;). Pogląd ten nie został jednak w pełni uzasadniony. W latach 90 ubiegłego stulecia wzrosła bowiem w Wałbrzychu liczba samochodów, przeważnie starszych, które emitowały znaczne ilości spalin zawierających m.in. związki azotu. Na terenie Kotliny Wałbrzyskiej nie nastąpiły natomiast zasadnicze zmiany w układzie sieci dróg. Na głównych ciągach komunikacyjnych często powstawały zatory uliczne, co powodowało zwiększoną w tych miejscach emisję spalin. Przestrzenny zasięg oddziaływania tych zanieczyszczeń był jednak znacznie mniejszy niż emisji przemysłowych. Spaliny dostawały się do powietrza tuż nad powierzchnią gruntu, a ich rozprzestrzenianie ograniczała często zabudowa, a także wzniesienia terenu. Emisje NO_2 ze źródeł przemysłowych miały dużo większy przestrzenny zasięg oddziaływa-



Ryc. 104. Przestrzenne zróżnicowanie średnich rocznych imisji NO_2 w $\mu g/m^3$ na terenie Wałbrzycha w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

nia, ze względu na znaczną wysokość i położenie emitorów tych zanieczyszczeń. Należy również podkreślić, że pomiary stężeń omawianego związku, których uśrednione wyniki przedstawiono w tab. 61, były prowadzone nie tylko w pobliżu dróg kołowych, ale też na terenach kopalń, koksowni i innych zakładów przemysłowych oraz w niewielkiej odległości od tych obiektów. Znaczne stężenia NO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem w latach 1975–1989 oraz trend spadkowy po 1989 r., w świetle przemian zachodzących w gospodarce tego miasta wskazują na istotne przemysłowe, a nie tylko motoryzacyjne tło zanieczyszczenia tym gazem powietrza.

Średnie roczne imisje NO_2 w powietrzu nad Boguszowem-Gorcami zwykle nie były tak duże, jak w Wałbrzychu, niemniej także przez cały okres 1975–1990 r. permanentnie przekraczały, nawet dwukrotnie, wartość dopuszczalną (tab. 61). W latach 1975–1986 notowano tam najwyższe w całym rozpatrywanym okresie imisje omawianego zanieczyszczenia (65–81 $\mu g/m^3$). Od 1986 do 2000 r. wystąpił w tym mieście spadkowy trend zmian (z 71 do 22 $\mu g/m^3$) o największej dynamice w latach 1986–1993 (z 71 do 28 $\mu g/m^3$). W ostatnich dziesięciu latach analizowanego okresu średnie roczne stężenie NO_2 w powietrzu nad Boguszowem-Gorcami było najniższe i nie przekraczało wartości dopuszczalnej (ryc. 103).

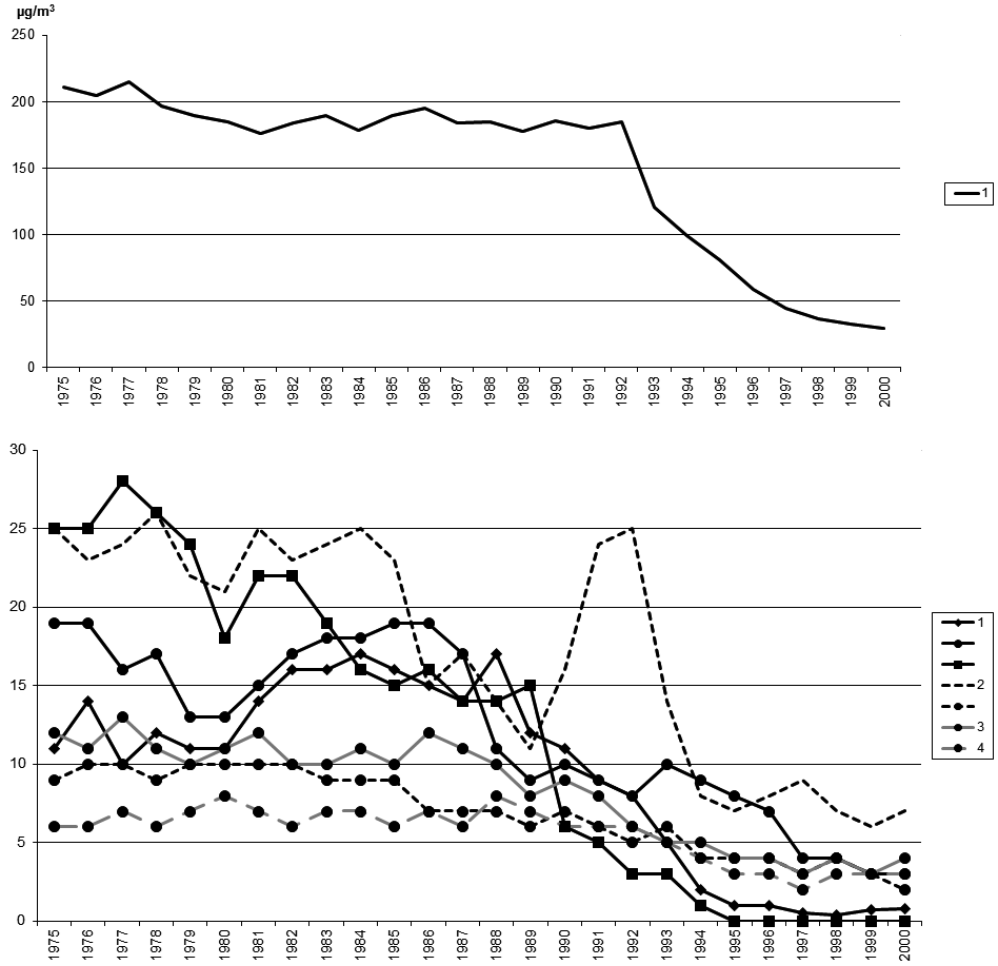
Porównując przebieg zanieczyszczania powietrza omawianym gazem w Boguszowie-Gorcach i Wałbrzychu zauważono podobne trendy zmian. W latach 1975––1988 notowano zwykle niewielkie zróżnicowanie średnich rocznych stężeń NO_2 w powietrzu nad omawianymi miastami. Spadek wielkości imisji analizowanego związku w latach 1988–1990, o znacznie większej dynamice w Wałbrzychu niż w Boguszowie-Gorcach, przyczynił się do wyrównania dysproporcji w zanieczyszczeniu tym gazem przypowierzchniowej warstwy atmosfery w obu miastach. W związku z tym od 1990 do 2000 r. stężenie NO_2 w powietrzu nad wyżej wymienionymi obszarami nieznacznie się różniło, a zachodzące wówczas zmiany charakteryzowały się powolnym spadkiem wielkości imisji.

Zanieczyszczenie powietrza NO_2 w miejscowościach uzdrowiskowych rejonu wałbrzyskiego w ostatnim ćwierćwieczu XX w. było także znacznie zróżnicowane (tab. 61). W Szczawnie-Zdroju średnie roczne stężenia tego gazu wahały się wówczas od 13 do 88 $\mu g/m^3$, natomiast w Jedlinie-Zdroju zróżnicowanie imisji było mniejsze i wynosiło od 10 do 56 $\mu g/m^3$. W świetle dopuszczalnej wartości stężenia NO_2 w powietrzu nad obszarami ochrony uzdrowiskowej (25 $\mu g/m^3$), ponadnormatywne zanieczyszczenie powietrza nad pierwszym z wyżej wymienionych miast notowano w latach 1975–1991, natomiast w drugim okres ten był krótszy i trwał od 1975 do 1988 r. W obu uzdrowiskach normy dopuszczalne tego zanieczyszczenia były w niektórych latach znacznie przekroczone: w Jedlinie-Zdroju nieco ponad 2-krotnie, a w Szczawnie-Zdroju nawet 3,5–krotnie. W pierwszym z wyżej wymienionych miast normatywne zanieczyszczenie powietrza NO_2 wystąpiło po 1988 r., natomiast w drugim dopiero w latach 1992–2000 r.

Nawiązując do przebiegu zanieczyszczenia powietrza NO_2 i zmian w natężeniu tego procesu wydzielono w uzdrowiskach trzy charakterystyczne okresy (ryc. 103):
a) o największym zanieczyszczeniu powietrza i niewielkich zmianach w wielkości imisji przypadających w Szczawnie-Zdroju na lata 1975–1985 (73–88 μg/m^3), a w Jedlinie-Zdroju na lata 1975–1981 (49–56 μg/m^3),
b) o znacznym spadku wielkości imisji i nieco szybszym tempie tych zmian w Szczawnie-Zdroju, niż w Jedlinie-Zdroju. W pierwszym z wymienionych uzdrowisk okres ten trwał od 1985 r. do 1993 r. (spadek imisji z 84 do 15 μg/m^3), w drugim zaś od 1981 r. także do 1993 r. (spadek imisji z 55 do 10 μg/m^3),
c) 1993–2000 o najmniejszych stężeniach NO_2 w całym rozpatrywanym okresie (10–19 μg/m^3) i niewielkiej tendencji zwyżkowej zanieczyszczenia powietrza tym związkiem.

Analizując średnie roczne wielkości imisji NO_2 w powietrzu nad Wałbrzychem i Szczawnem-Zdrój w latach 1975–1992 (za wyjątkiem 1982 r.) dostrzeżono tam duże podobieństwo trendów zmian w zanieczyszczeniu atmosfery tym związkiem. W okresie 1975–1988, z wyjątkiem 1986 r., stężenie omawianego zanieczyszczenia w przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad Szczawnem-Zdrój było również większe niż w powietrzu nad uprzemysłowionym Boguszowem-Gorcami. Część tych zanieczyszczeń mogła więc pochodzić z pobliskiego Wałbrzycha. Wskazują na to pośrednio stwierdzone przez PIOŚ w wyżej wymienionym uzdrowisku pyły pochodzące z wałbrzyskich hałd kopalnianych oraz zanieczyszczenia gazowe emitowane przez wałbrzyskie koksownie i elektrociepłownię „Victoria" (*Ocena oddziaływania*... 1990).

Specyficznymi zanieczyszczeniami notowanymi w powietrzu nad niektórymi obszarami rejonu wałbrzyskiego były także mgła kwasu siarkowego (H_2SO_4), formaldehyd (HCHO), siarkowodór (H_2) i fluor (F). W rozpatrywanym okresie regularne pomiary imisji wyżej wymienionych zanieczyszczeń prowadzono jedynie na terenie Wałbrzycha, natomiast w pozostałych miejscowościach badano tylko HCHO (tab. 62 w załączniku, ryc. 105). W pobliżu wałbrzyskich zakładów koksowniczych mierzono również zawartość węglowodorów aromatycznych (m.in. benzenu, ksylenu i toluenu) oraz substancji smołowych i fenoli w powietrzu. Pomiary te były prowadzone jednak rzadko i nieregularnie, choć często imisja tych zanieczyszczeń przekraczała znacznie wartości dopuszczalne (*Ogólna ocena*... 1978, *Ocena*... 1989, 1993, *Raport o stanie*… 1992, 1994, 1995, Michalski, Węglarz, Skrok 1997, *Raport o stanie*… 1999). Zebrane dane na ten temat są więc niekompletne (występują nawet kilkunastomiesięczne luki czasowe, a prowadzone pomiary miały zwykle charakter chwilowych lub 30 minutowych obserwacji) i w związku z tym na ich podstawie trudno odtworzyć zmiany w zanieczyszczeniu powietrza nad Wałbrzychem. Wskazują one jednak na złą jakość powietrza nad tym miastem.



Ryc. 105. Średnie roczne imisje mgły H_2SO_4, H_2S, HCHO i F w miastach rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000: 1 – Wałbrzych, 2 – Szczawno-Zdrój, 3 – Boguszów-Gorce, 4 – Jedlina Zdrój. Linie z sygnaturami: kwadracików oznaczają fluor i jego związki, kółek formaldehyd, rombów siarkowodór. Linie bez sygnatury oznaczają mgłę kwasu siarkowego.

Spośród licznych zanieczyszczeń gazowych zanotowanych w powietrzu nad Wałbrzychem, w latach 1975–1994, swoistym były związki fluoru. Zanieczyszczenia te emitowała Huta Szkła „Wałbrzych" zlokalizowana w pobliżu zabudowań mieszkalnych Szczawienka i Piaskowej Góry (północna część Wałbrzycha), a w niewielkich ilościach i sporadycznie także zakłady wytwarzające ceramikę (fabryki porcelany: „Krzysztof" w Śródmieściu, „Wałbrzych" w Starym-Zdroju i „Książ" w Szczawienku). W związku z tym, że głównym źródłem emisji fluoru była Huta „Wałbrzych" (przeciętnie 112 Mg rocznie), omawiane zanieczyszczenie notowano w powietrzu przeważnie nad północnymi dzielnicami Wałbrzycha na terenie Pogórza Wałbrzyskiego (*Ogólna ocena*... 1978, *Ocena stanu*... 1989, 1991,

1992, 1993). Jak wynika z badań PIOŚ i WSSE związki fluoru występowały w powietrzu w odległości do 3 km od wyżej wymienionej huty (*Ocena stanu*…1989). Rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń sprzyjało położenie obiektu na wzniesieniu terenu o wysokości względnej około 30 m. Największe imisje fluoru notowano w strefie położonej w odległości 0,3–0,6 km od wyżej wymienionego zakładu. Przewaga wiatrów południowych, południowo-zachodnich i zachodnich (55,5% ogółu notowanych w Wałbrzychu) powodowała, że zanieczyszczone fluorem powietrze występowało głównie nad Szczawienkiem i północno-zachodnią część Poniatowa, a także nad wschodnią częścią osiedla Piaskowa Góra. W badanym okresie średnie roczne stężenia omawianego zanieczyszczenia w powietrzu nad Wałbrzychem były zróżnicowane i wahały się od 1 μg/m^3 w 1994 r. do 28 μg/m^3 w 1977 r. (tab. 62). W latach 1975–1993 permanentnie była przekroczona dopuszczalna wartość imisji tego gazu (2 μg/m^3), nawet 14-krotnie. Jedynie w 1994 r., kiedy Huta „Wałbrzych" była likwidowana, w strefie oddziaływania tego obiektu notowano niższe od normatywnego stężenie analizowanego zanieczyszczenia w powietrzu. Ustalono także, że w badanym okresie wystąpił trend spadkowy imisji fluoru nad Wałbrzychem. Proces ten przebiegał stopniowo. Wydzielono cztery etapy różniące się wielkością stężeń tego zanieczyszczenia: 1975–1979 (24–28 μg/m^3), 1980–1983 (18–22 μg/m^3), 1984–1989 (14–16 μg/m^3) i 1990–1994 (1–6 μg m^3). Po 1994 r., w związku z zamknięciem Huty „Wałbrzych", w omawianym mieście nie zanotowano już zanieczyszczenia powietrza związkami fluoru (ryc. 105).

Specyficznym zanieczyszczeniem powietrza nad Wałbrzychem i Szczawnem-Zdrój była mgła H_2SO_4 (tab. 62). Średnie roczne imisje tego związku w przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad Wałbrzychem w całym badanym okresie znacznie przekraczały normę dopuszczalną (16 μg/m^3), nawet 13 razy. W latach 1975–1992 notowano największe stężenia, a także niewielkie zróżnicowanie imisji tego zanieczyszczenia. Jedynie w okresie 1977–1981 wystąpił niewielki spadkowy trend zmian (215–184 μg/m^3). Po 1992 r. stężenia omawianego zanieczyszczenia systematycznie malały, a zaobserwowana tendencja zmian charakteryzowała się największą w badanym okresie dynamiką. Wielkość imisji mgły H_2SO_4 zmniejszyła się wówczas z 185 do 30 μg/m^3 (ryc. 105). Jak wcześniej sygnalizowałem występująca w powietrzu nad Wałbrzychem mgła H_2SO_4 była zanieczyszczeniem wtórnym. Powstawała głównie wskutek utleniania SO_2 i H_2S (*Ocena*... 1993, *Raport o stanie*... 1994). Z ustaleń autora wynika, że zanieczyszczenie to, w znacznych ilościach, emitowały także koksownie i fabryka kwasu siarkowego. Występowały więc częste wahania imisji mgły H_2SO_4, zwłaszcza w odległości do kilkuset metrów od tych obiektów. Jak znaczne były to wahania wskazują ekstremalne (maksymalne i minimalne) średnie dobowe wyniki pomiarów stężeń omawianego związku w powietrzu koło koksowni w Wałbrzychu Sobięcinie. W 1992 r. imisja mgły H_2SO_4 oscylowała tam od 135 do 795 μg/m^3, zaś rok później od 115 do 538 μg/m^3 (*Ocena*... 1993, *Raport o stanie*... 1993)

Przypadający na ostatnią dekadę badanego okresu znaczny spadek stężeń analizowanego wyżej zanieczyszczenia w powietrzu, wskazuje na powiązanie wielkości imisji z procesami restrukturyzacji przemysłu w regionie. Wyraźny trend spadkowy stężeń mgły H_2SO_4, jak również innych omawianych wcześniej zanieczyszczeń (opadu pyłu, pyłu zawieszonego i SO_2) w powietrzu nad Wałbrzychem, wystąpił bowiem w okresie, kiedy likwidowano uciążliwe dla powietrza zakłady reprezentujące tradycyjne gałęzie przemysłu. Istotnym uwarunkowaniem zmian w zanieczyszczeniu powietrza był również kryzys ekonomiczny pod koniec lat 80 XX w., który przyczynił się do spadku produkcji przemysłowej i w związku z tym mniejszej emisji m.in. mgły H_2SO_4, H_2S i SO_2 przez koksownie i fabrykę kwasu siarkowego.

Zanieczyszczenie powietrza mgłą H_2SO_4 w Szczawnie-Zdroju, wyrażone średnimi rocznymi wielkościami imisji, było w badanym okresie znacznie mniejsze, niż w Wałbrzychu. Stężenia tego zanieczyszczenia wahały się od 6 $\mu g/m^3$ w 2000 r. do 26 $\mu g/m^3$ w 1978 r. (tab. 62). Biorąc pod uwagę dopuszczalną wartość imisji tej substancji w powietrzu nad obszarami ochrony uzdrowiskowej (16 $\mu g/m^3$), notowano tam stosunkowo niewielkie przekroczenia normy (maksymalnie 1,6–krotne) i tylko w latach 1975–1985, 1987 oraz 1991–1992. W pierwszym z wyżej wymienionych okresów w powietrzu nad Szczawnem-Zdrój występowały najwyższe stężenia mgły H_2SO_4, a także notowano niewielkie zróżnicowanie tego zanieczyszczenia. Po 1985 r. wystąpił tam spadek, a w latach 1989–1992 wzrost imisji omawianego zanieczyszczenia. Ponowna tendencja spadkowa zaznaczyła się w okresie 1992–1994, a w ostatnich siedmiu latach notowano w tym mieście niewielkie wahania stężeń mgły H_2SO_4 (ryc. 105). Uogólniając wyniki badań wydzielono dwa charakterystyczne okresy o zróżnicowanym zanieczyszczeniu powietrza mgłą H_2SO_4 nad Szczawnem-Zdrój: 1975–1993 i 1994–2000. W pierwszym z wyżej wymienionych średnie roczne stężenia omawianego zanieczyszczenia były zwykle kilkakrotnie wyższe niż w drugim. Spadek wielkości imisji wiązał się głównie z dwoma czynnikami: malejącą ilością tych zanieczyszczeń napływających znad Wałbrzycha, w związku z coraz mniejszą ich emisją w tym mieście oraz stopniowym ograniczaniem „niskiej" emisji SO_2 w uzdrowisku (likwidowanie lokalnych kotłowni i pieców węglowych oraz zastępowanie ich urządzeniami grzewczymi na gaz ziemny i olej opałowy).

Często występującym w powietrzu nad rejonem wałbrzyskim zanieczyszczeniem gazowym był formaldehyd (HCHO) (tab. 62). Związek ten emitowały do atmosfery pojazdy spalinowe, a także niektóre zakłady przemysłowe, np. koksownie, huta szkła oraz fabryki porcelany. Wobec tego znaczne zanieczyszczenie powietrza HCHO notowano w Wałbrzychu, gdyż właśnie tam występowało największe natężenie motoryzacji oraz duże skupisko uciążliwych dla powierza obiektów przemysłowych. Biorąc pod uwagę zróżnicowanie wielkości imisji omawianego zanieczyszczenia wydzielono trzy charakterystyczne okresy (ryc. 105):

a) 1975–1987, o największym zanieczyszczeniu powietrza tym związkiem (13–19 μg/m^3) i permanentnie przekroczonej wartości dopuszczalnej (4 μg/m^3), zwykle czterokrotnie,
b) 1988–1996, w którym stężenia HCHO w powietrzu nad Wałbrzychem znacznie spadło (7–11 μg/m^3), niemniej nadal było wyższe od normy dopuszczalnej,
c) 1997–2000, o najmniejszych imisjach w całym badanym okresie (3–4 μg/m^3) nie przekraczających już wartości dopuszczalnej.

Zmiany w zanieczyszczeniu powietrza HCHO nad Wałbrzychem można powiązać z okresami, w których rozwijały się, były likwidowane i zaprzestały działalności liczne obiekty przemysłowe związane z tradycyjnymi gałęziami przemysłu w regionie. Nie umniejszając roli środków transportu samochodowego, odtworzone przemiany w zanieczyszczeniu powietrza wyżej wymienionym związkiem nad Wałbrzychem wskazują także na istotną rolę przemysłu w tym względzie.

W pozostałych miastach rejonu wałbrzyskiego zanieczyszczenie powietrza HCHO było znacznie mniejsze niż w Wałbrzychu. W okresie 1975–1990 największe stężenia tego gazu występowały najczęściej w Boguszowie-Gorcach (8–13 μg/m^3), nieco mniejsze w Szczawnie-Zdroju (6–10 μg/m^3), natomiast najmniejsze w Jedlinie-Zdroju (6–8 μg/m^3) (tab. 62). W wyżej wymienionych miastach notowano wówczas także największe, w całym badanym okresie, zróżnicowanie imisji HCHO. Wyrównanie dysproporcji w zanieczyszczeniu powietrza omawianym związkiem nad Boguszowem-Gorcami, Szczawnem-Zdrój i Jedliną-Zdrój wystąpiło w 1992 r., a w odniesieniu do Wałbrzycha, dopiero w 1997 r. (ryc. 105).

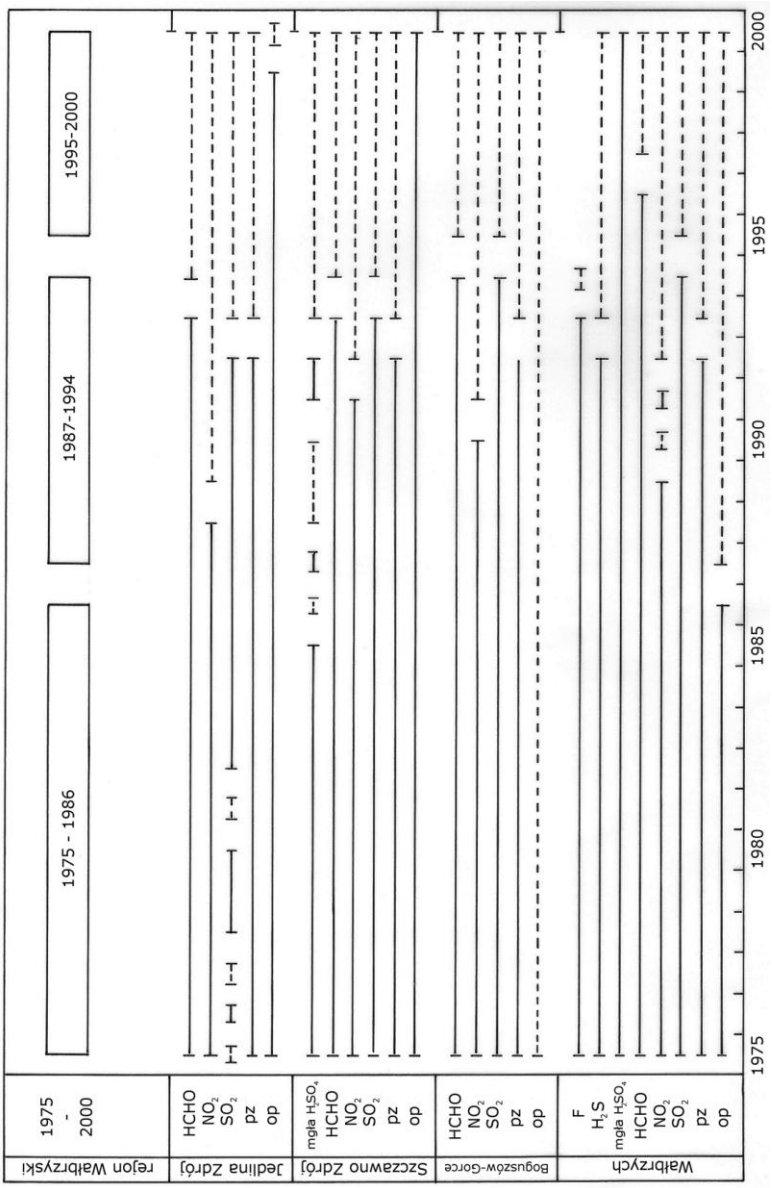
Jednym z wielu specyficznych zanieczyszczeń gazowych występujących w powietrzu nad Wałbrzychem był siarkowodór (H_2S). Związek ten emitowały m.in. zakłady koksownicze i fabryka kwasu siarkowego oraz huta szkła. Nawet przy niewielkich i utrzymujących się przez dłuższy czas (ponad kilka tygodni) stężeniach w powietrzu (6 μg/m^3) stanowił on zagrożenie dla organizmów żywych (Dobrzański i in. 1997, *Kompendium wiedzy*... 1999). W badanym okresie średnie roczne wartości imisji H_2S w przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad Wałbrzychem były znacznie zróżnicowane (tab. 62). Największe stężenia tego zanieczyszczenia notowano w latach 1975–1990. Występowały wówczas również spore różnice w wielkości imisji: od 10–14 μg/m^3 w latach 1975–1981 i 1989–1990 do 14–17 μg/m^3 w okresie 1981–1988. W latach 1988–1994 zanotowano tam znaczny spadek stężeń omawianego gazu w powietrzu, o największym natężeniu w całym analizowanym okresie. Średnie roczne imisje H_2S spadły wtedy z 17 do 2 μg m^3. W ostatnich sześciu latach badanego okresu występowały tam natomiast niewielkie wahania imisji tego zanieczyszczenia (0,4–1,0 μg/m^3) (ryc. 105). Podsumowując należy podkreślić, że zanieczyszczenie powietrza H_2S nad Wałbrzychem aż przez osiemnaście lat (1975–1992) permanentne przekraczało średnią roczną wartość dopuszczalną, niekiedy nawet trzykrotnie. Po 1993 r. imisja analizowanego zanieczyszczenia spadła poniżej normy dopuszczalnej, co przyczyniło się do poprawy czystości powietrza

w tym mieście. Głównym powodem zmian była likwidacja większości obiektów emitujących ten gaz do atmosfery. Przemiany w gospodarce Wałbrzycha w ostatniej dekadzie XX w. to zasadnicze uwarunkowanie zmian w zanieczyszczeniu powietrza H_2S nad tym miastem.

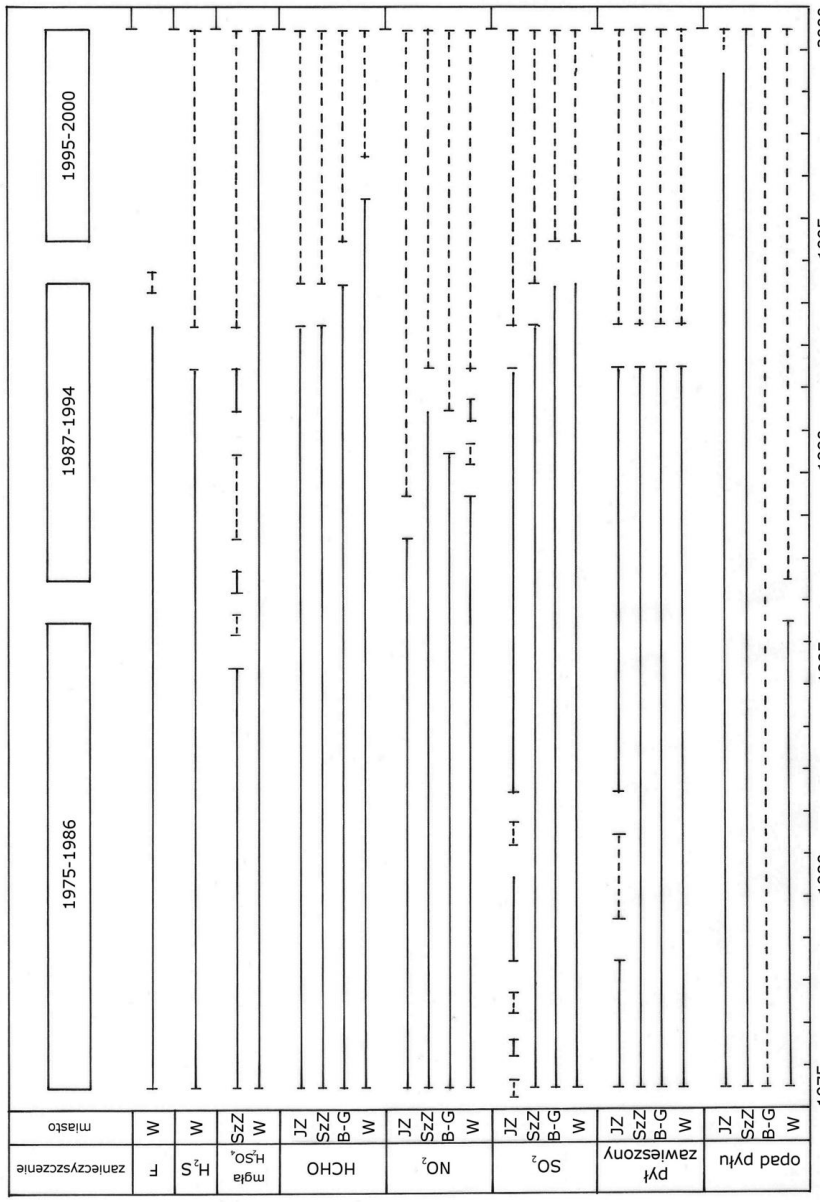
Z zamieszczonych wyżej analiz i porównań wielkości imisji pyłów i gazów wynika, że zanieczyszczenie powietrza nad rejonem wałbrzyskim było znacznie zróżnicowane w przestrzeni i zmieniało się w czasie. Jak wcześniej zaznaczono, nie wszystkie występujące w powietrzu zanieczyszczenia, zwłaszcza nad obszarami uprzemysłowionymi, były regularnie badane, m.in. tlenek węgla, fenol, benzen, ksylen, amoniak i cyjanowodór. Występowanie tych gazów w powietrzu, potwierdzone rzadkimi wynikami pomiarów, wskazuje na znacznie bardziej zróżnicowane zanieczyszczenie przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad badanym obszarem. Luki w danych statystycznych z lat 1975–2000, w odniesieniu do niektórych występujących w rejonie wałbrzyskim zanieczyszczeń gazowych sprawiły, że rekonstrukcja badanych zmian w ujęciu kompleksowym stała się niemożliwa.

Podsumowując wyniki badań opracowano zbiorcze zestawienie zanieczyszczenia powietrza nad rejonem wałbrzyskim w latach 1975–2000, nawiązujące do jednostek administracyjnych (miast) tworzących ten obszar oraz tych zanieczyszczeń, które regularnie tam badano (ryc. 106 i ryc. 107). Pod uwagę wzięto wyłącznie średnie roczne wielkości opadu pyłu oraz stężeń pyłu zawieszonego, a także uśrednione wartości rozpatrywanych wyżej zanieczyszczeń gazowych. Przyjęto, że punktem odniesienia umożliwiającym opracowanie takiego zestawienie, a następnie porównanie zamieszczonych tam danych, jest dopuszczalna wartość imisji analizowanego zanieczyszczenia ustalona dla danego typu obszaru (obszar kraju i obszar ochrony uzdrowiskowe) zgodnie z obowiązującą w 2000 r. normą. Biorąc pod uwagę powyższe założenia wydzielono trzy charakterystyczne okresy o zróżnicowanym w przestrzeni i w czasie zanieczyszczeniu powietrza nad rejonem wałbrzyskim: 1975–1986, 1987–1994 i 1995–2000 (ryc. 106 i ryc. 107). W pierwszym z wyżej wymienionych, stężenia ogółu badanych zanieczyszczeń przeważnie przekraczały i to nawet znacznie, wartości normatywne. Jedynie wielkości opadu pyłu na terenie Boguszowa-Gorc przez cały czas oraz imisje pyłu zawieszonego w latach 1979–1981 i SO_2 w latach 1975, 1977 i 1981 nad Jedliną-Zdrój były mniejsze, niż wartości dopuszczalne dla tych zanieczyszczeń. Następny okres przypadający na lata 1987–1994, który nazwano przejściowym, charakteryzował się zróżnicowaną, w porównaniu do norm dopuszczalnych, imisją pyłów i zanieczyszczeń gazowych, zarówno w przestrzeni, jak i w czasie. Wystąpiła wówczas spadkowa tendencja stężeń większości omawianych zanieczyszczeń w powietrzu. Długość okresów, w których notowano ponadnormatywne i normatywne imisje pyłów i gazów w poszczególnych miastach rejonu wałbrzyskiego była zróżnicowana. Przekroczenia dopuszczalnej wartości stężeń większości badanych zanieczyszczeń utrzymywały się najdłużej w powietrzu nad Szczawnem-Zdrój, nieco krócej w Boguszowie-Gorcach

i Jedlinie-Zdroju. Znaczne zróżnicowanie imisji pyłów i gazów występowało w powietrzu nad Wałbrzychem. Permanentnie notowano tam wówczas ponadnormatywne zanieczyszczenie mgłą H_2SO_4, do 1994 r. SO_2, do 1993 r. związkami fluoru, a do 1992 r. H_2S i pyłem zawieszonym. Dopuszczalna norma imisji NO_2 była natomiast przekroczona tylko do1989 i w 1991 r., a więc na początku wyżej wydzielonego okresu.



Ryc. 106. Zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza w miastach rejonu wałbrzyskiego w świetle norm dopuszczalnych imisji zanieczyszczeń. Linią ciągłą zaznaczono przekroczenie norm dopuszczalnych imisji zanieczyszczeń, a linią przerywaną normatywne wartości immisji zanieczyszczeń, op – opad pyłu, pz – pył zawieszony. Opracowanie własne.



Ryc. 107. Zróżnicowanie imisji badanych zanieczyszczeń w miastach rejonu wałbrzyskiego w świetle norm dopuszczalnych stężenia tych zanieczyszczeń w powietrzu: W – Wałbrzych, B-G – Boguszów-Gorce, JZ – Jedlina-Zdrój, SzZ – Szczawno-Zdrój. Linią ciągłą zaznaczono przekroczenie norm dopuszczalnych immisji zanieczyszczeń, a linia przerywaną normatywne wartości immisji zanieczyszczeń. Opracowanie własne.

Spośród regularnie badanych w rejonie wałbrzyskim zanieczyszczeń powietrza, w okresie przejściowym najdłużej utrzymywały się ponadnormatywne stężenia HCHO (w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach przez cały czas, a w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdrój do 1993 r.) (ryc. 106). W latach 1987–1994 w miejscowościach uzdrowiskowych ustawicznie była przekroczona także dopuszczalna wielkość opadu pyłu. Stosunkowo krótko występowały natomiast wyższe, od normatywnych

stężenia NO_2: w Jedlinie-Zdroju do 1988 r., w Wałbrzychu do 1989 r. i w 1991 r., a w Szczawnie-Zdroju do 1991 r.

W ostatnim z wyżej wydzielonych okresów (1995–2000) średnie roczne stężenia zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu nad rejonem wałbrzyskim były zwykle niższe od wartości dopuszczalnych. Niewielkie przekroczenia normy dotyczyły jedynie opadu pyłu w Szczawnie-Zdroju (1995–2000) i Jedlinie-Zdroju (1995–1999) oraz stężenia mgły H_2SO_4 (1995–2000) i HCHO (1995–1996) w Wałbrzychu.

Zebrany materiał badawczy wskazuje na głębokie przemiany w zanieczyszczeniu przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad rejonem wałbrzyskim. Notowane w latach 1975–1986 wysokie i zwykle ponadnormatywne imisje zanieczyszczeń, zaczęły w okresie 1987–1994 systematycznie maleć. Po 1994 r. stężenie większości zanieczyszczeń utrzymywało się poniżej wartości dopuszczalnych. W związku z likwidacją tradycyjnych gałęzi przemysłu zmniejszyło się także zróżnicowanie zanieczyszczeń gazowych rejestrowanych wcześniej w powietrzu nad badanym obszarem. Konsekwencją jakościowych i ilościowych zmian w zanieczyszczeniu atmosfery nad rejonem wałbrzyskim była znaczna poprawa czystości powietrza. Największe przemiany stanu powietrza zaobserwowano w obszarach jeszcze niedawno silnie uprzemysłowionych oraz w tych, które podlegały wpływowi zanieczyszczeń emitowanych przez wałbrzyski przemysł. Jak wynika z badań wałbrzyskiej delegatury IOŚ i WSSE, już od kilkunastu lat zanieczyszczenie powietrza nad rejonem wałbrzyskim nie ulega zasadniczym zmianom, a średnie roczne imisje pyłu i zanieczyszczeń gazowych zwykle nie przekraczają wartości dopuszczalnych (*Raport o stanie*… 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Wskazuje to pośrednio na fakt, jak znaczny był wpływ wałbrzyskiego przemysłu na powietrze w okresie, kiedy rozwijały się tu jeszcze tradycyjne gałęzie przemysłu.

11.3. Uwarunkowania środowiskowe i czynniki zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza w rejonie wałbrzyskim

Znaczne przestrzenne zróżnicowanie i zmiany w zanieczyszczeniu powietrza nad rejonem wałbrzyskim w latach 1975–2000 to wypadkowa działalności człowieka i warunków naturalnych, w których zachodziły procesy antropopresji. Wyróżniono dwie zasadnicze grupy czynników mających wpływ na zanieczyszczenie powietrza w badanym obszarze: pierwotne (bezpośrednie) i wtórne (pośrednie). Pierwsze z wymienionych wiążą się z emisją zanieczyszczeń, czyli ilością i rodzajami pyłów i gazów wprowadzanych do powietrza, zarówno w sposób zorganizowany, jak i niezorganizowany. Przestrzenne zróżnicowanie stanu czystości powietrza było uwarunkowane rozmieszczeniem, wysokością oraz położeniem na tle rzeźby terenu głównych źródeł emisji pyłów i gazów, a w niewielkim stopniu także migra-

cją zanieczyszczeń spoza badanego obszaru. Zmiany w zanieczyszczeniu powietrza nad rejonem wałbrzyskim wiązały się również z przemianami w gospodarce tego obszaru w ostatniej dekadzie XX w., przede wszystkim, głęboką restrukturyzacją przemysłu, która przyczyniła się do likwidacji większości obiektów emitujących do atmosfery duże ilości pyłów i gazów. Czynnikami wtórnymi wpływającymi na zanieczyszczenie powietrza w rejonie wałbrzyskim były natomiast warunki naturalne. Urozmaicona rzeźba terenu i stosunkowo duże wysokości względne, a także znaczne zróżnicowanie klimatu lokalnego warunkowały rozprzestrzenianie się i stężenie zanieczyszczeń w powietrzu. Przestrzenny rozkład imisji pyłowych i gazowych wskazuje również na istotny wpływ zabudowy mieszkalnej i przemysłowej Wałbrzycha oraz powierzchni leśnych w tym mieście i jego najbliższej okolicy na jakość powietrza w skali lokalnej. Schemat uwarunkowań i czynników mających wpływ na zróżnicowanie i zmiany w zanieczyszczeniu powietrza nad badanym obszarem, w latach 1975–2000, przedstawiono na ryc. 108 w załączniku. W prezentowanym wyżej modelu nawiązano także do zmian w wielkości emisji i imisji zanieczyszczeń w czasie, akcentując dynamiczny aspekt rozpatrywanych przemian. Opracowany model dotyczy uwarunkowań i czynników zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza w całym rejonie wałbrzyskim. Przedstawia więc jedynie ogólny obraz badanego zjawiska. Nie wskazano w nim przyczyn zanieczyszczenia powietrza w skali lokalnej – w odniesieniu do poszczególnych miast rejonu wałbrzyskiego. Ze względu na znaczne różnice w zagospodarowaniu badanego obszaru oraz przemiany, jakie tam zachodziły, a także zróżnicowanie warunków naturalnych, rozpoznanie uwarunkowań i czynników zanieczyszczenia powietrza przeprowadzono osobno dla każdego z miast.

Spośród czterech miast rejonu wałbrzyskiego Wałbrzych miał najlepiej rozwiniętą w latach 1975–2000 sieć punktów, w których regularnie mierzono zanieczyszczenie powietrza. Dla tego miasta dysponujemy także największą liczbą danych statystycznych na ten temat. Wałbrzych ma również najlepiej rozpoznane środowisko przyrodnicze w badanym obszarze. Dzięki temu można było przebadać oraz podjąć próbę wyjaśnienia i oceny wpływu rzeźby terenu i warunków klimatu lokalnego na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń i stan czystości powietrza. Wskazano również, jaki wpływ miało rozmieszczenie źródeł emisji pyłów i gazów, na zanieczyszczenie powietrza w rejonie wałbrzyskim, uwzględniając większe obiekty przemysłowe i zmiany w rozmieszczeniu przemysłowych źródeł emisji zanieczyszczeń w czasie.

Rozpatrując uwarunkowania i czynniki wpływające na zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza nad Wałbrzychem postawiono następująca hipotezę: rzeźba terenu i lokalne warunki klimatyczne zaczęły oddziaływać niekorzystnie na powietrze powodując znaczne jego zanieczyszczenie dopiero wtedy, kiedy intensywnie zaczął się tu rozwijać przemysł oraz wzrosło natężenie procesów urbanizacji. Od połowy XIX w. do lat 50 XX w. przestrzenny rozwój Wałbrzycha był ograniczony

głównie do niewielkiej Kotliny Wałbrzyskiej (*Wałbrzych* 1970, *Wałbrzych* 1993, Jońca 1979, 1985, Potocki, Szczęśniak 2009). W związku z tym znaczna część dna i zboczy tego obniżenia jest dziś zajęta pod zabudowę mieszkalną i przemysłową oraz szlaki komunikacyjne. Powstały tu największe, jeszcze niedawno działające w Wałbrzychu, zakłady przemysłowe o specyficznej strukturze gałęziowej i branżowej (energetyka, przemysł węglowy, przemysł chemiczny, przemysł hutniczy, przemysł ceramiczny, przemysł włókienniczy i odzieżowy). Obiekty te znajdują się w niewielkiej odległości od zabudowy mieszkalnej lub bezpośrednio z nią sąsiadują, głównie w dnie i na zboczach kotliny, a więc w zwykle niekorzystnych do rozpraszania zanieczyszczeń warunkach terenowych. Spowodowało to ostry konflikt między gospodarką a środowiskiem przyrodniczym w tym mieście. Skutkiem tego były permanentnie utrzymujące się, aż do początku lat 90 ubiegłego wieku, złe warunki aerosanitarne w Kotlinie Wałbrzyskiej.

Najbardziej uciążliwe dla powietrza zakłady przemysłowe Wałbrzycha: kopalnie węgla, koksownie, gazownia, elektrociepłownia i fabryka kwasu siarkowego należały do bardzo starych obiektów, działających już w drugiej połowie XIX w. (Jaros 1975, Piotrowski 1978, 1979, *Wałbrzych* 1993). W latach 1945–1990 wyżej wymienione zakłady były rzadko modernizowane. Były one wyposażone w przestarzałe linie technologiczne, które nie opłacało się lub nie można było unowocześnić (Koncur, Zalewski 1976, Piotrowski 1978, Skiba 1979, *Program ochrony*... 1986). Ponadto nie wszystkie emitory w wyżej wymienionych obiektach wyposażono w urządzenia do wychwytywania lub redukowania zanieczyszczeń, a większość zainstalowanych była znacznie wyeksploatowana i charakteryzowała się małą sprawnością (skuteczność odpylania zwykle 70–93%, a redukcja zanieczyszczeń gazowych do 60%). Liczba urządzeń służących do redukcji zanieczyszczania powietrza w zakładach przemysłowych Wałbrzycha także nie była zadawalająca (tab. 63). Należy również podkreślić, że część wprowadzanych do powietrza zanieczyszczeń m.in. przez koksownie i fabrykę kwasu siarkowego przebiegała w sposób niekontrolowany, na skutek nieszczelnych urządzeń i instalacji w tych zakładach oraz prowadzenia prac na „otwartej przestrzeni" np. „gaszenia" gorącego koksu (*Pięć wieków*... 1978, *Program ochrony*... 1986, *Raport*... 1994).

Większość działających w latach 1975–1995 zakładów przemysłowych, emitujących do atmosfery znaczne ilości pyłów i różnych zanieczyszczeń gazowych, powstało w południowej i południowo–zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej, w dzielnicach Podgórze, Śródmieście i Sobięcin (ryc. 87). Sąsiadowały one bezpośrednio z zabudową mieszkalną lub znajdowały się w odległości nie większej niż 400 m od niej (elektrociepłownia „Victoria", kopalnie węgla, koksownie, fabryka kwasu siarkowego, gazownia). Obiekty te zlokalizowano w dnie i na zboczach Kotliny Wałbrzyskiej. Pyły i gazy przemysłowe były więc wprowadzane do powietrza na różnych wysokościach: od kilkunastu do około 80 metrów nad dnem kotliny. Strefa ta obejmuje aż 85% powierzchni zajętej pod zabudowę mieszkalną w Kotlinie

Wałbrzyskiej. Wobec tego znaczna część ludności zamieszkującej stare dzielnice Wałbrzycha była narażona na bezpośredni wpływ emisji przemysłowych. Należy podkreślić, że omawiany obszar był gęsto zaludniony (około 1550 osób/ km^2), w którym mieszkało wówczas na stałe około 70 tysięcy osób. Nie pozostawało to bez wpływu na ich zdrowie, o czym świadczą znacznie wyższa niż przeciętna dla innych miast dawnego województwa wałbrzyskiego zachorowalność na alergie, nowotwory i choroby układu krążenia (Czajka 1985, Jońca, Kacperkiewicz 1986, Tercjak 1994, Wójcik 1997a).

Biorąc pod uwagę rozmieszczenie obiektów przemysłowych zanieczyszczających powietrze (ryc. 87) oraz strukturę częstości kierunków i prędkości wiatrów (ryc. 8 i ryc. 9), należy podkreślić, że uprzemysłowione dzielnice Wałbrzycha leżą na drodze najczęstszych i najsilniejszych wiatrów wiejących w kierunku centrum i północnych osiedli tego miasta. Wiatry południowe i południowo–zachodnie stanowią bowiem łącznie 38,3% ogółu obserwacji anemometrycznych, a ich średnie prędkości wynoszą odpowiednio 3,3 m/s i 3,6 m/s. Tworzące skupisko zakłady przemysłowe zlokalizowane w południowej i południowo–zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej, o znacznej uciążliwości dla środowiska przyrodniczego, powodowały permanentne zanieczyszczanie powietrza pyłami i gazami nad całą kotliną. Lokalizacja obiektów związanych z tradycyjnymi gałęziami przemysłu, w nawiązaniu do struktury kierunków lokalnych wiatrów w tym obszarze, jest więc niewłaściwa.

Większość zabudowań starych dzielnic Wałbrzycha (Podgórze, Śródmieście, Sobięcin i Stary-Zdrój) zajmuje najniżej położone powierzchnie w dnie Kotliny Wałbrzyskiej i rozciąga się wzdłuż doliny Pełcznicy i jej dopływów. Obniżenia terenu w omawianej kotlinie są więc obszarami, na których występuje największa gęstość zaludnienia, a także zwarta zabudowa mieszkalna i przemysłowa. Kotlina Wałbrzyska jest otoczona od zachodu, południa i wschodu wzniesieniami terenu o wysokościach względnych od 120 do 460 m. Jedynie od północy jest połączona

Tab. 63. Wyposażenie zakładów przemysłowych w Wałbrzychu w urządzenia do redukcji zanieczyszczeń powietrza w latach 1975–2000.

Rok	Liczba urządzeń do redukcji zanieczyszczeń powietrza					
	cyklony	multicyklony	filtry tkaninowe	elektrofiltry	urządzenia mokre	ogółem
1975	12	5	9	0	8	34
1980	21	4	23	1	10	59
1985	26	7	23	3	11	70
1990	25	7	22	3	11	68
1995	10	3	1	2	6	32
2000	10	3	12	2	3	30

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

z Pogórzem Wałbrzyskim wąskimi dolinami Pełcznicy i Szczawnika. Panują tu więc niezbyt korzystne do przewietrzania tego obniżenia warunki terenowe. W związku z tym większość emitowanych przez przemysł zanieczyszczeń pozostawała w kotlinie: opadała na powierzchnię terenu lub gromadziła się nad kotliną tworząc nad miastem „warstwę" zwykle silnie zanieczyszczonego powietrza. W latach 1975–1994 Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska wielokrotnie stwierdzała znaczne stężenia pyłów i różnych gazów w powietrzu nad Wałbrzychem, przekraczające nawet kilkadziesiąt razy wartości dopuszczalne, co sygnalizowano już wcześniej. Sytuacje takie trwały przeważnie od kilkunastu godzin do kilku dni i są udokumentowane w różnych niepublikowanych materiałach zgromadzonych w archiwach WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu (*Ogólna ocena*... 1978, *Raport o stanie*... 1982, *Ocena stanu*... 1991, 1992, 1993, *Raport o stanie*... 1994, *Ochrona środowiska*… 1997 i inne).

Zanieczyszczenie powietrza nad Wałbrzychem wiązało się także z gospodarką komunalną oraz z emisją spalin i dymów pochodzących z motoryzacji i pieców węglowych. Zasięg oddziaływania wyżej wymienionych źródeł emisji zanieczyszczeń był ograniczony przeważnie do kilkunastometrowej warstwy powietrza w strefie zabudowy mieszkalnej i szlaków komunikacyjnych. Słabe wentylowanie kotliny uwarunkowane rzeźbą terenu i utrudnione przez zwartą zabudowę oraz częste zaleganie w niej chłodnych mas powietrza sprzyjały tworzeniu się smogu typu siarczanowego. Zjawisko to występowało najczęściej jesienią, zimą i na wiosnę. Wówczas dochodziło do znacznej kumulacji zanieczyszczeń nad miastem pochodzących z przemysłu, motoryzacji i pieców węglowych, a także z uruchamianych w tym okresie 400 osiedlowych i domowych kotłowni.

Charakterystycznym zjawiskiem występującym co pewien czas w przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad Kotliną Wałbrzyską była inwersja temperatury (Schmuck 1948a, 1969, Jońca 1979, 1985, Jońca, Kacperkiewicz 1986). Miąższość warstwy inwersyjnej nad kotliną waha się przeważnie od 90 do 110 m (*Raport o stanie*.... 1982, Jońca 1985, Jońca, Kacperkiewicz 1986, Kacperkiewicz 1986). Występowanie inwersji termicznych uniemożliwia pionową wymianę powietrza nad miastem, a tym samym rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń na zewnątrz wyżej wymienionego obniżenia.

Istotnym czynnikiem wpływającym niekorzystnie na czystość powietrza w Kotlinie Wałbrzyskiej była także mała wysokość większości przemysłowych emitorów zanieczyszczeń. Dominowały kominy o wysokościach od 15 do 60 m. Obciążenie kominów, zwłaszcza starszych, spalinami było niepełne i wynosiło np. w Elektrociepłowni „Victoria" przeważnie 50 – 60%, a w Zakładach Koksowniczych „Wałbrzych" i w obiektach kopalnianych od 60 do 65% (*Program ochrony*... *KWK Victoria*...1985, *Program ochrony środowiska*... 1985, *Program ochrony*... *ZK Wałbrzych*... 1986). Małe ciśnienie dymów u wylotu kominów wpływało niekorzystnie na pionowe wynoszenie i rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Często

dochodziło więc do znacznej koncentracji pyłów i gazów na wysokości kilkadziesiąt metrów nad powierzchnią terenu i w odległości do kilkuset metrów od zakładu przemysłowego. Badania Działu Ochrony Środowiska KWK „Victoria" dowiodły, że wraz ze wzrostem obciążenia spalinami kominów w Elektrociepłowni „Victoria", w pobliżu tych obiektów malały 20–minutowe stężenia pyłu zawieszonego i SO_2 na wysokości około 35 m nad powierzchnią terenu. Spadek obciążenia kominów spalinami przyczyniał się natomiast do wzrostu stężeń tych zanieczyszczeń w powietrzu (tab. 64). Należy dodać, że pomiary imisji zanieczyszczeń, których wyniki przedstawiono wyżej, prowadzono w podobnych warunkach pogodowych.

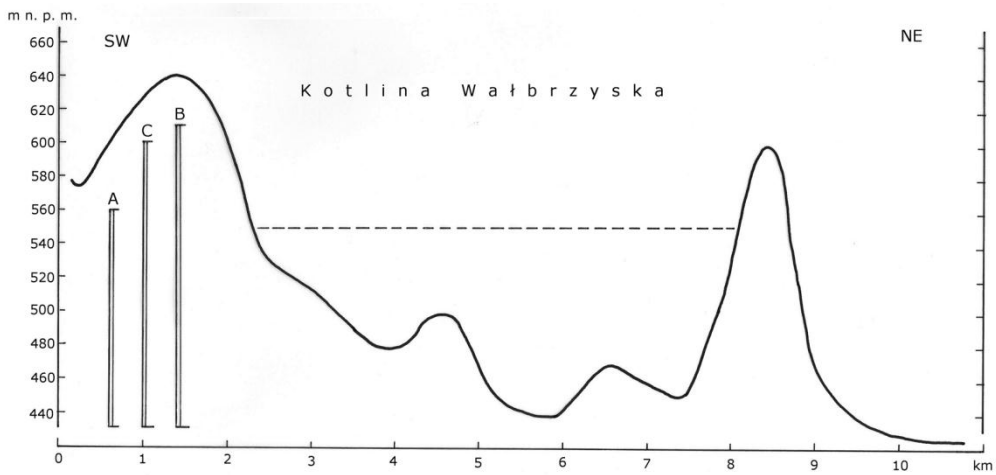
Zwykle większy pionowy zasięg warstwy inwersyjnej (90–110 m) niż wysokość emitorów zanieczyszczeń (do 60 m) powodował, że pyły i gazy przemysłowe zanieczyszczały powietrze, także nad dzielnicami Wałbrzycha położonymi nawet kilkadziesiąt metrów nad dnem Kotliny Wałbrzyskiej, gdzie nie było uciążliwych dla powietrza zakładów przemysłowych (ryc.109) Częste inwersje termiczne w Kotlinie Wałbrzyskiej (przeciętnie 45 dni w ciągu roku: *Raport o stanie...* 1982, Kacperkiewicz 1986) wpływały więc niekorzystnie na jakość powietrza w południowej części Wałbrzycha.

Z licznych obserwacji autora prowadzonych w latach 1987–1994 wynika, że dymy wypuszczane z kominów wałbrzyskich zakładów przemysłowych (kopalń, koksowni, elektrociepłowni) tworzyły najczęściej pionowe smugi o wysokości do kilkudziesięciu metrów, a następnie rozprzestrzeniały się poziomo lub pod niewielkimi kątami w różnych kierunkach, na odległość do kilkuset metrów od wylotu komina. W trakcie rozprzestrzeniania się smugi dymów ulegały stopniowemu rozpraszaniu na skutek dyfuzji. Ze względu na niewielkie odległości między obiektami przemysłowymi oraz różne wysokości wylotów kominów nad powierzchnią terenu rozprzestrzeniające się smugi dymów często łączyły się ze sobą tworząc „chmurę dymów" utrzymującą się w powietrzu nawet kilka godzin. Barierami ograniczają-

Tab. 64. Obciążenie głównego komina Elektrociepłowni „Victoria" spalinami, a zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym i SO_2 w pobliżu tego obiektu.

Wyszczególnienie		Obciążenie komina spalinami (w %) / Imisje zanieczyszczeń (w µg/m^3)					
		40%	50%	60%	70%	80%	90%
pomiar w odległości do 20 m od komina	20-minutowe imisje pyłu zawieszonego	720	680	630	610	490	480
	20-minutowe imisje SO_2	910	820	800	780	590	560
pomiar w odległości 250 m od komina	20-minutowe imisje pyłu zawieszonego	700	680	620	580	460	470
	20-minutowe imisje SO_2	820	800	760	720	580	550

Opracowanie własne na podstawie danych z archiwum Działu Ochrony Środowiska KWK „Victoria". Pomiary, których średnie wyniki zamieszczono w niniejszej tabeli, dokonano w lipcu 1989 r.



Ryc. 109. Zasięg występowania głównych źródeł emisji zanieczyszczeń na tle maksymalnej miąższości warstwy inwersyjnej w Kotlinie Wałbrzyskiej: A – pionowy zasięg występowania źródeł emisji przemysłowych i komunalnych, B – pionowy zasięg występowania źródeł emisji związanych z gospodarstwami domowymi ogrzewanymi piecami węglowymi, C – pionowy zasięg występowania źródeł emisji związanych z ruchem pojazdów samochodowych. Linią przerywaną zaznaczono pionowy zasięg warstwy, w której najczęściej występuje inwersja temperatury w Kotlinie Wałbrzyskiej. Opracowanie własne.

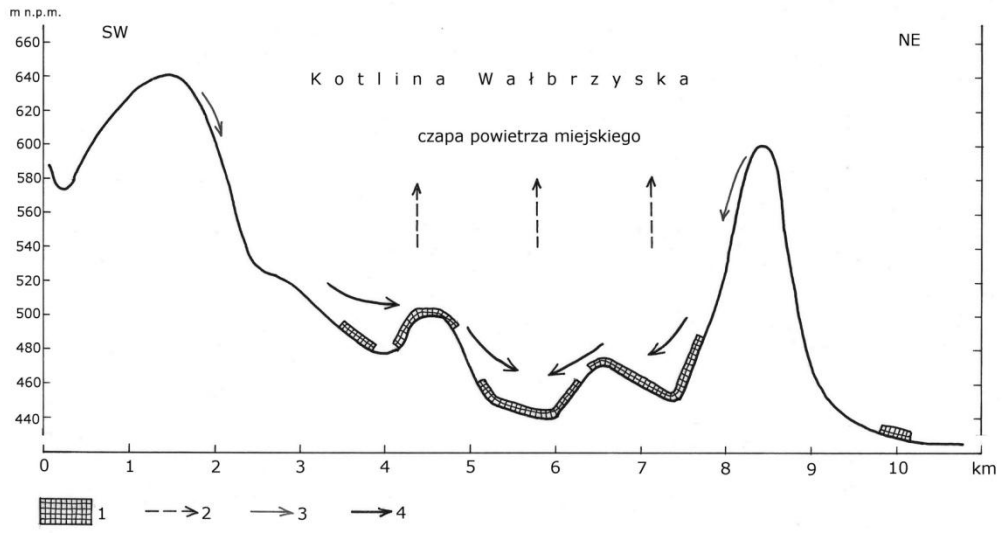
cymi rozprzestrzenianie się dymów pochodzących z zakładów przemysłowych zlokalizowanych w dnie Kotliny Wałbrzyskiej były naturalne wzniesienia o wysokościach do 70 m i hałdy kopalniane, z których najwyższa ma 105 m. Pyły i gazy przemysłowe występujące w powietrzu nad obniżeniami terenu w dnie kotliny mieszały się z zanieczyszczeniami pochodzącymi ze źródeł niskiej emisji (środki transportu, domowe piece węglowe) powodując powstawanie niekorzystnych sytuacji aerosanitarnych w obszarach zamieszkałych przez znaczną liczbę ludności. Zasięg wpływu dymów emitowanych przez obiekty przemysłowe położone wyżej np. przez koksownie w Śródmieściu Wałbrzycha i na Podgórzu zlokalizowane około 60 m nad dnem kotliny, posiadające kominy o wysokości kilkudziesięciu metrów, obejmował natomiast prawie całą Kotlinę Wałbrzyską. Większość wprowadzanych do powietrza, nad wyżej wymienioną kotliną zanieczyszczeń pozostawała nad tym obszarem. Zanieczyszczone pyłami i gazami powietrze rzadko przemieszczało się ku północy wzdłuż wąskich dolin Pełcznicy i Szczawnica nad Pogórze Wałbrzyskie. Do rzadkich należały sytuacje, w których występowały nad kotliną silne wstępujące prądy powietrza powodujące wynoszenie dymów na znaczne wysokości. Sprzyjały temu stan równowagi chwiejnej w atmosferze i cisze atmosferyczne. W kotlinie obserwowano wtedy pionowe smugi dymów osiągające wysokość do 200 m nad wyloty kominów (*Program ochrony*... 1975, 1976, *Program ochrony*... 1985). W warunkach silnej konwekcji termicznej mogło więc dochodzić do przemieszczania zanieczyszczonego powietrza poza to obniżenie.

Urozmaicone ukształtowanie powierzchni i zróżnicowane pokrycie terenu, a także zwarta zabudowa mieszkalna i przemysłowa powodują częste zmiany kierunków i prędkości wiatrów. Przemieszczanie się powietrza w Kotlinie Wałbrzyskiej odbywa się głównie dolinami i obniżeniami terenu, które należą do obszarów najsilniej zagospodarowanych przez przemysł i urbanizację. Po stokach Gór Wałbrzyskich, zwykle od południa i zachodu, do kotliny spływają także chłodne masy powietrza (Schmuck 1948a, Jońca 1979, 1985). Zwarta zabudowa w dnie Kotliny Wałbrzyskiej powodowała osłabienie prędkości, a tym samym siły nośnej wiatru, co w konsekwencji sprzyjało gromadzeniu się zanieczyszczeń w powietrzu. W przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad najniżej leżącymi, słabo przewietrzanymi obszarami kotliny notowano często znaczne, wielokrotnie przekraczające normy dopuszczalne, stężenia różnych zanieczyszczeń. Przykładem są nisko położone tereny w Wałbrzychu Śródmieściu i Sobięcinie, na których roczny opad pyłu przekraczał nierzadko 600 Mg/km^2, a maksymalne imisje pyłu zawieszonego, SO_2 i mgły H_2SO_4 wynosiły odpowiednio: 1220, 900 i 764 $\mu g/m^3$ (*Ogólna ocena*...1978, *Ocena stanu*...1989, *Ocena stanu*.... 1991, 1992, 1993, *Raport o stanie*...1994).

Wałbrzyski przemysł, gospodarka komunalna oraz spalanie węgla w gospodarstwach domowych powodowały uwalnianie do atmosfery znacznych ilości ciepła antropogenicznego, zwłaszcza w sezonie grzewczym. Z danych pochodzących z niepublikowanych opracowań PIOŚ wynika, że średnia temperatura powietrza w zimie w obrębie zwartej zabudowy śródmieścia Wałbrzycha była przed 1989 r. o około 3,5°C wyższa niż w peryferyjnych dzielnicach tego miasta na terenie Kotliny Wałbrzyskiej (*Ocena stanu*... 1989). Brak informacji, z jakiego okresu i których dzielnic dotyczą te dane. Nie ulega jednak wątpliwości, że emisja ciepła antropogenicznego wpływa na podwyższenie temperatury powietrza. Wskazują na to m.in. wyniki badań Fleminga (1983), Goldreicha (1984), Dubickiej (1994), Lewińskiej (1984, 2000) i Szymanowskiego (2004). Charakterystycznym zjawiskiem tworzącym się nad większymi miastami i terenami uprzemysłowionymi, ściśle związanym z emisją ciepła antropogenicznego jest tzw. „miejska wyspa ciepła". Uwarunkowania powstania oraz strukturę przestrzenną, a także wpływ „miejskiej wyspy ciepła" na środowisko przyrodnicze badali m.in. Dubicka (1994), Lewińska (2000) i Szymanowski (2004). Nawiązując do Wałbrzycha nie prowadzono szczegółowych badań na ten temat. W piśmiennictwie znajdujemy jedynie wzmianki o tym zjawisku w publikacjach Jońcy (1985), Jońcy i Kacperkiewicza (1986) oraz autora (Wójcik 1999). Mimo braku potwierdzenia badaniami występowania nad Wałbrzychem „miejskiej wyspy ciepła", istnienie tego zjawiska raczej nie budzi zastrzeżeń. Wskazuje na to analogia do innych miast, nad którymi przebadano to zjawisko. Przyjmując „a priori" występowanie „miejskiej wyspy ciepła" ustalono, jaki miała ona wpływ na czystość powietrza nad Wałbrzychem. Jednym z jej skutków jest specyficzny wymuszony ruch powietrza określany jako „miejska cyrkulacja bryzowa" (ryc. 110). Wraz z bryzą miejską do śródmieścia Wałbrzycha napływały pyły i gazy

pochodzące m.in. z licznych obiektów przemysłowych znajdujących się w południowej i południowo–zachodniej częściach Kotliny Wałbrzyskiej, powodując wzrost zanieczyszczenia powietrza w obszarach o największej gęstości zaludnienia. Zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza nad Wałbrzychem wiązało się więc, nie tylko z rozmieszczeniem obiektów emitujących pyły i gazy oraz wielkością emisji, ale także ze specyficznymi warunkami klimatu miasta, od których zależało rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń.

Omawiając uwarunkowania i czynniki zapylenia powietrza w badanym obszarze zwrócono także uwagę na niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane, które do dziś są powszechnie występującymi w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach antropogenicznymi formami terenu. Znaczna uciążliwość zwałów i osadników dla mieszkańców tych miast oraz środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego wynika z niewłaściwej lokalizacji tych obiektów oraz opóźnienia rozpoczęcia rekultywacji większości tych form. Z badań autora wynika, że w analizowanym okresie niezrekultywowane zwały i osadniki zajmowały od 125 do 153 ha (tab. 42). Powierzchnie te stanowiły potencjalne źródło niezorganizowanej emisji pyłów w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach. Znaczne wysokości dużych niezrekultywowanych hałd w stosunku do otaczających je terenów (40–105 m) oraz nazwałowe położenie większości osadników, a także lokalizacja tych form w „otwartej przestrzeni", warunkowały wywiewanie drobin pyłów ze składowanych tam popiołów i miału węglowego oraz zwietrzelin skał płonnych, powodując zanieczyszczanie nimi powietrza. Transport odpadów odkrytymi taśmociągami, wózkami linowymi i samochodami wywrotkami oraz mechaniczny ich załadunek i rozładunek powodowały rów-



Ryc. 110. Miejska wyspa ciepła i cyrkulacja bryzowa w Kotlinie Wałbrzyskiej: 1 – zabudowa, 2 – emisja ciepła antropogenicznego, 3 – spływ grawitacyjny chłodnych mas powietrza, 4 – bryza miejska. Opracowanie własne.

nież niekontrolowaną emisją pyłów. Wprawdzie składowane na hałdach miał węglowy i popioły były zraszane wodą lub specjalnymi środkami mającymi na celu związanie odpadów i ograniczenie pylenia, jednak działania te zwykle nie przynosiły oczekiwanych rezultatów. W pobliżu nagich zwałów notowano przez cały czas duży opad pyłów oraz znaczne zapylenie powietrza (Jabłoński 1976, Jabłoński, Kacperkiewicz 1979, Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Ocena stanu*... 1989, *Ocena stanu*... 1993; Wójcik 1995b, 1996a, 1997a 1997c, 1999).

Istotnym uwarunkowaniem znacznego zanieczyszczenia pyłowego powietrza w starych dzielnicach Wałbrzycha, położonych w Kotlinie Wałbrzyskiej było bliskie położenie zwałów i osadników w pobliżu zabudowy tych dzielnic. Odległość większości tych obiektów od zabudowań mieszkalnych wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset metrów, a niektóre z hałd występują także w strefie zabudowy. Większość zwałów kopalnianych to formy kilkakrotnie wyższe od budynków mieszkalnych. Znaczne rozmiary hałd (powierzchnia do 50 ha, objętość do 23,1 mln m^3 i wysokość do 105 m) oraz spore niezrekultywowane ich powierzchnie (125–153 ha), a także niewielka odległość od zabudowań mieszkalnych i lokalizacja większości zwałów w południowo-zachodniej części kotliny, skąd wieją częste wiatry ku centrum i północnym dzielnicom Wałbrzycha, stwarzały niekorzystne sytuacje aerosanitarne związane z zanieczyszczeniem pyłowym powietrza. O tym, jak duży był wpływ wałbrzyskich zwałów na zapylenie powietrza świadczy również fakt, że pochodzące z nich pyły stwierdzano niejednokrotnie nawet w odległości kilku kilometrów od tych obiektów, m.in. w Szczawnie-Zdroju (Sołtysiak, Zacharewicz 1989, *Sprawozdania roczne z opadu pyłu*... 1980–1985).

Hałdy kopalniane przyczyniły się także do zmiany warunków mikroklimatycznych obszarów, na których powstały. W obrębie płaskich i wklęsłych powierzchni w dnie Kotliny Wałbrzyskiej na skutek składowania odpadów powstały stosunkowo wysokie wzgórza (40–105 m), między którymi utworzyły się wtórne obniżenia (kotliny antropogeniczne), w których powietrze było zwykle silnie zanieczyszczone, przede wszystkim SO_2 i pyłami pochodzących z pobliskich hałd i osadników (Wójcik 1995b, 1997e, 1999). Nawiązując do niepublikowanych wyników badań PIOŚ porównano opad pyłu oraz stężenia pyłu zawieszonego i SO_2 w powietrzu nad jedną z takich kotlin, powstałą w Wałbrzychu Sobięcinie, z imisją wyżej wymienionych zanieczyszczeń w najbliższej okolicy tego obniżenia (tab. 65). Ustalono, że stężenia analizowanych zanieczyszczeń były większe w kotlinie antropogenicznej, aniżeli na zewnątrz tego obszaru. Stąd wniosek, że otoczenie pewnych powierzchni w dnie Kotliny Wałbrzyskiej przez hałdy kopalniane doprowadziło do rozwoju nad tymi obszarami niekorzystnych warunków aerosanitarnych sprzyjających koncentracji zanieczyszczeń w powietrzu.

Podczas trwającej kilka dni pogody antycyklonalnej, gdy występuje inwersja termiczna, w śródgórskich zagłębieniach terenu zalegają zwykle chłodne masy

Tab. 65. Roczny opad pyłu i średnie roczne wartości imisji pyłu zawieszonego i SO_2 w kotlinie antropogenicznej powstałej na terenie Wałbrzycha Sobięcina i na zewnątrz tego obszaru w latach 1985–1990

Wyszczególnienie	Kotlina antropogeniczna						Tereny na zewnątrz kotliny antropogenicznej					
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1985	1986	1987	1988	1989	1990
opad pyłu ($Mg/km^2 \cdot r$)	580	575	485	501	545	489	430	425	366	400	430	398
imisja pyłu zawieszonego ($\mu g/m^3$)	205	299	203	224	199	181	140	201	145	199	151	149
imisja SO_2 ($\mu g/m^3$)	101	98	90	99	82	91	76	73	68	71	61	70

Opracowanie własne na podstawie danych z archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.

powietrza. W Kotlinie Wałbrzyskiej w takich warunkach nawet przez 40 dni w ciągu roku tworzą się zastoiska chłodnego powietrza. W badanym obszarze sytuacje takie opisali m.in. Schmuck (1948a), Jabłoński (1976) Jońca (1979) oraz Jońca i Kacperkiewicz (1986). Słabe wiatry oraz dłuższe cisze wyraźnie pogarszają wtedy warunki wentylacyjne kotliny, co przyczynia się do wzrostu stężeń zanieczyszczeń w powietrzu, zwłaszcza przy powierzchni ziemi. W okresie 25–27 kwietnia 1985 r. podczas występowania zastoiska chłodnego powietrza średnie dobowe imisje pył zawieszonego, SO_2, NO_2 i mgły H_2SO_4, w powietrzu nad najniżej położonymi terenami w dnie Kotliny Wałbrzyskiej na terenie Śródmieścia Wałbrzycha wynosiłyodpowiednio: 1220, 938, 766 i 794 $\mu g/m^3$ (przekroczenie dopuszczalnych wartości o osiem, sześć, pięć i osiem razy). Nad leżącymi około 60 m wyżej terenami w tej kotlinie, w dzielnicach Wałbrzycha Śródmieście, Gaj i Podgórze, średnie dobowe stężenia wyżej wymienionych zanieczyszczeń były już znacznie mniejsze: 920, 588, 601 i 588 $\mu g/m^3$ (*Sprawozdanie roczne*... 1986). Zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza nad Kotliną Wałbrzyską nawiązywało więc do urozmaiconej rzeźby terenu i charakteryzowało się występowaniem „wysp zanieczyszczeń", (przestrzeni w przypowierzchniowej „warstwie" powietrza o większej imisji pyłów i gazów), które powstawały zwykle w zagłębieniach terenowych.

W badanym okresie zanieczyszczenie powietrza nad Kotliną Wałbrzyską było spowodowane zarówno stałymi, jak i mobilnymi źródłami emisji pyłów i gazów. Wprowadzanie zanieczyszczeń do atmosfery nad omawianą kotliną odbywało się na różnych wysokościach. Motoryzacja powodowała zanieczyszczanie przygruntowej warstwy powietrza w pobliżu dróg na wysokości od 430 do 600 m n.p.m. Należy podkreślić, że największa gęstość dróg i znacznie większe natężenie ruchu samochodowego występowały na terenach leżących niżej: od 430 do 500 m n.p.m. Dlatego właśnie w takich miejscach zagrożenie powietrza zanieczyszczeniem spalinami samochodowymi jest większe niż w wyżej położonych obszarach. Na wysoko-

ściach od 430 do 610 m n.p.m. były emitowane do powietrza dymy pochodzące z osiedlowych i domowych kotłowni oraz z pieców węglowych. Wprowadzanie tych zanieczyszczeń do atmosfery przebiegało najczęściej od kilku do kilkunastu metrów nad powierzchnią terenu. Najwięcej dymów pochodzących z gospodarstw domowych dostawało się do powietrza w obszarach gęstej zabudowy mieszkalnej, a więc na najniżej położonych terenach w Kotlinie Wałbrzyskiej. Najwyższymi emitorami zanieczyszczeń w omawianym obszarze były natomiast kominy dużych zakładów przemysłowych, których wyloty znajdowały się przeważnie od 40 do 60 m nad powierzchnią ziemi. Obiekty te emitowały dymy na wysokościach od 440 do 500 m n.p.m. Źródłem niezorganizowanej emisji znacznych ilości pyłów zanieczyszczających powietrze w Kotlinie Wałbrzyskiej były wspomniane już hałdy i osadniki kopalniane. Formy te leżą w obrębie dna i zboczy wyżej wymienionej kotliny na różnych wysokościach: od 470 do 550 m n.p.m.

Biorąc pod uwagę rozmieszczenie większych źródeł emisji zanieczyszczeń w Kotlinie Wałbrzyskiej oraz ich wysokość i położenie na tle rzeźby terenu, a także specyficzne warunki terenowe i klimatyczne ustalono prawdopodobną miąższość warstwy powietrza w kotlinie, która była narażona w znacznym stopniu na zanieczyszczenie. Według oceny autora miąższość tej warstwy wynosiła około 100 m nad dnem kotliny. Najniższe wzgórza otaczające Kotlinę Wałbrzyską (Wzniesienia Stróżka-Ptasiej Kopy) mają wysokość względną 120 m. W powietrzu nad dzielnicą Poniatów, która jest oddzielona od Kotliny Wałbrzyskiej wyżej wymienionymi wzgórzami, w latach 1975–1995 nie stwierdzono zanieczyszczeń pochodzących bezspornie z uprzemysłowionych obszarów kotliny. Może to być pośredni dowód na występowanie w Kotlinie Wałbrzyskiej sugerowanej, zwykle nie większej niż 100 m miąższości warstwy znacznie zanieczyszczonego przez przemysł powietrza (ryc. 109).

W północnej części Wałbrzycha położonej na Pogórzu Wałbrzyskim zanieczyszczenie powietrza w latach 1975–1990 było znacznie mniejsze, niż w Kotlinie Wałbrzyskiej. Spośród dwudziestu dwóch działających wówczas w tym mieście zakładów przemysłowych, o znacznej uciążliwości dla środowiska przyrodniczego ze względu na emisje zanieczyszczeń, pięć powstało w tej części miasta. Na Pogórzu Wałbrzyskim panują odmienne warunki terenowe i klimatyczne, aniżeli w Kotlinie Wałbrzyskiej, korzystniejsze do rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu. Ponadto starsza zabudowa północnej części Wałbrzycha powstała na mało urozmaiconej powierzchni terenu, w obrębie zrównanego 400-metrowego poziomu pogórza, jest na ogół mniej zwarta i zwykle niższa niż w Kotlinie Wałbrzyskiej. Najmłodsze osiedla Wałbrzycha (Piaskowa Góra i Podzamcze) charakteryzują się natomiast zróżnicowaną pod względem wysokości zabudową (przeważnie czterokondygnacyjne budynki i kilkunastopiętrowe wieżowce) z licznymi „wolnymi przestrzeniami" między kompleksami budynków umożliwiającymi dobre przewietrzanie tych obszarów. Sprzyjają temu notowane tu wiatry zachodnie i północno-zachodnie,

przeważnie o dużych prędkościach (10–15 m/s), a w porywach nawet do 30 m/s (Schmuck 1948a, Kwiatkowski 1979, Jońca 1979, 1985, Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Atlas Śląska*... 1997). Częściej na pogórzu występują jednak wiatry południowe i południowo-zachodnie (ryc. 8). Stanowią łącznie około 38% ogółu wiatrów notowanych w północnej części miasta. Zwykle mają one niewielkie prędkości (3,3–3,6 m/s). Przemieszczanie powietrza z Kotliny Wałbrzyskiej w kierunku Pogórza Wałbrzyskiego odbywa się głównie wąskimi dolinami Pełcznicy i Szczawnika. Wzniesienia Stróżka-Ptasiej Kopy o wysokości 120 m stanowiły barierę orograficzną, która pełniła funkcje ochronną w stosunku do północnych dzielnic Wałbrzycha przed napływem zanieczyszczeń emitowanych m.in. przez przemysł w Kotlinie Wałbrzyskiej.

Istotnym czynnikiem atmosferycznym modyfikującym zanieczyszczenie powietrza nad badanym obszarem były opady, a zwłaszcza ich wielkość i rozkład w ciągu roku. Opady deszczu i śniegu usuwają część pyłów i gazów z powietrza, a tym samym przyczyniają się do oczyszczania atmosfery z zanieczyszczeń. Jak wcześniej sygnalizowałem zróżnicowane warunki naturalne na terenie Wałbrzycha, przede wszystkim urozmaicona rzeźba terenu i znaczne wysokości względne, są przyczyną sporych różnic w wielkości średnich rocznych sum opadów w tym mieście. W Kotlinie Wałbrzyskiej wynoszą one około 670 mm, na Pogórzu Wałbrzyskim 750–800 mm, a na stokach Gór Wałbrzyskich otaczających wyżej wymienioną kotlinę od 850 do 900 mm (Schmuck 1948a, Chomicz, Sadowski 1967, Jońca 1979, 1985). Rozkład wielkości opadów na terenie Wałbrzycha jest także zróżnicowany w ciągu roku Największe sumy opadów są notowane w czerwcu i w lipcu, najmniejsze zaś od listopada do marca (tab. 2). Stosunkowo mała, jak na obszar górski ilość opadów, zwłaszcza w Kotlinie Wałbrzyskiej, gdzie jeszcze niedawno notowano silnie zanieczyszczone powietrze, nie sprzyjała oczyszczaniu atmosfery z zawartych w niej pyłów i gazów. Także rozkład wielkości opadów, w świetle ilości emitowanych zanieczyszczeń w ciągu roku, nie przyczyniał się w sposób optymalny do poprawy czystości powietrza. Największe opady notowano tam bowiem późną wiosną i w lecie, kiedy wielkość emisji zanieczyszczeń była przeważnie dużo mniejsza niż w sezonie grzewczym (październik–marzec), przypadającym na okres o znacznie mniejszej ilości opadów w kotlinie. Rozkład wielkości opadów sprzyjał więc większemu zróżnicowaniu zanieczyszczenia powietrza nad Kotliną Wałbrzyską w ciągu roku. Zasadniczym czynnikiem, który powodował wzrost imisji pyłów i gazów w powietrzu w półroczu chłodnym była natomiast większa emisja tych zanieczyszczeń, a także częściej notowane w tym okresie niesprzyjające wentylowaniu kotliny sytuacje pogodowe.

W niektórych wałbrzyskich zakładach przemysłowych, np. w koksowniach, elektrociepłowniach i kopalniach węgla kamiennego, podczas produkcji powstawały duże ilości pary wodnej, której część w sposób kontrolowany lub niezamierzony, dostawała się do atmosfery. Emisja pary wodnej, a także parowanie stawów osado-

wych i wilgotnego podłoża jak również sublimacja śniegu wpływały na wilgotność powietrza w Kotlinie Wałbrzyskiej. Największą wilgotność względną powietrza w tej kotlinie (81–95%) notowano w okresach przedzimia i zimy, najmniejszą zaś (70–79%) pod koniec wiosny i w lecie (Schmuck 1948a, Klimek 1969; Jabłoński 1976; Jońca 1979; Figura 1989). Przeważnie wilgotność powietrza była więc większa od wartości progowej (70%), powyżej której wzrasta intensywność przemian części zanieczyszczeń gazowych w substancje toksyczne (Olszewski 1992, 1995). Wzrostowi zawartości pary wodnej w powietrzu sprzyjały także tworzące się, najczęściej rano, mgły radiacyjne sięgające do kilkunastu metrów nad dno Kotliny Wałbrzyskiej. W strefie zwartej zabudowy mieszkalnej, zwłaszcza tam, gdzie przebiegały szlaki komunikacyjne o dużym natężeniu ruchu samochodowego, do wysokości kilkunastu metrów nad powierzchnią gruntu w ubiegłych latach panowały niekorzystne sytuacje aerosanitarne. Duża wilgotność powietrza pod „czapą" miejskiej wyspy ciepła oraz znaczne zanieczyszczenie atmosfery m. in. dwutlenkiem siarki i tlenkami azotu, warunkowały tworzenie się w powietrzu kwasów: siarkawego i azotawego. Warunki orograficzne południowej części Wałbrzycha oraz znaczne zanieczyszczenie pyłowe powietrza w latach 1975–1992 predysponowały powstawanie mgieł i zamgleń. Zjawisko mgły notowano przeciętnie 32 dni w ciągu roku (razem z zamgleniami 105 dni w ciągu roku) (Tryszczyła 1977, Figura 1989). Z danych zawartych w niepublikowanych opracowaniach wałbrzyskiego sanepidu dotyczących okresu 1984–1988 wynika, że pH kropelek wody tworzących mgłę nad Kotliną Wałbrzyską wahało się od 3,8 do 5,4, co wskazuje na kwaśny ich odczyn (*Analizy wody*.....1984–1989, Sołtysiak, Zacharewicz 1989). Znaczne stężenia SO_2 i NO_2 oraz mgły H_2SO_4 w powietrzu nad Wałbrzychem (tab. 60, 62 i 63) powodowały, że występujące tu opady były przeważnie silnie zakwaszone. Odczyn wody pochodzącej z opadów deszczu i topnienia śniegu wahał się w latach 1984–1989, od 4,4 do 5,4 (*Analizy wody*...1984–1989).

Charakterystyczną cechą zanieczyszczenia powietrza nad Kotliną Wałbrzyską w okresie 1975–1994 było często i nieregularnie notowane bardzo duże stężenia pyłów i różnych gazów w powietrzu. Wysokie imisje zanieczyszczeń, przekraczające niekiedy kilkanaście razy dopuszczalne normy, utrzymywały się zwykle kilka godzin, czasem nawet kilka dni. Na ogół panowały wtedy niekorzystne do przewietrzania kotliny sytuacje synoptyczne (występowanie mgieł i inwersji termicznych, znaczna wilgotność powietrza, zaleganie chłodnych mas powietrza, słabe wiatry i dłuższe cisze atmosferyczne), czego potwierdzeniem są ręcznie sporządzone przez osoby badające zanieczyszczenie powietrza notatki o panujących wtedy warunkach pogodowych (*Sprawozdania z badań*... 1976–1986).

Jednym z procesów wpływających negatywnie na czystość powietrza w obszarach, nad którymi do atmosfery emituje się duże ilości różnych gazów, jest synergiczne oddziaływanie zanieczyszczeń. Niewątpliwie obszarem takim była Kotlina Wałbrzyska, bowiem działające tu w latach 1975–1994 zakłady przemysłowe

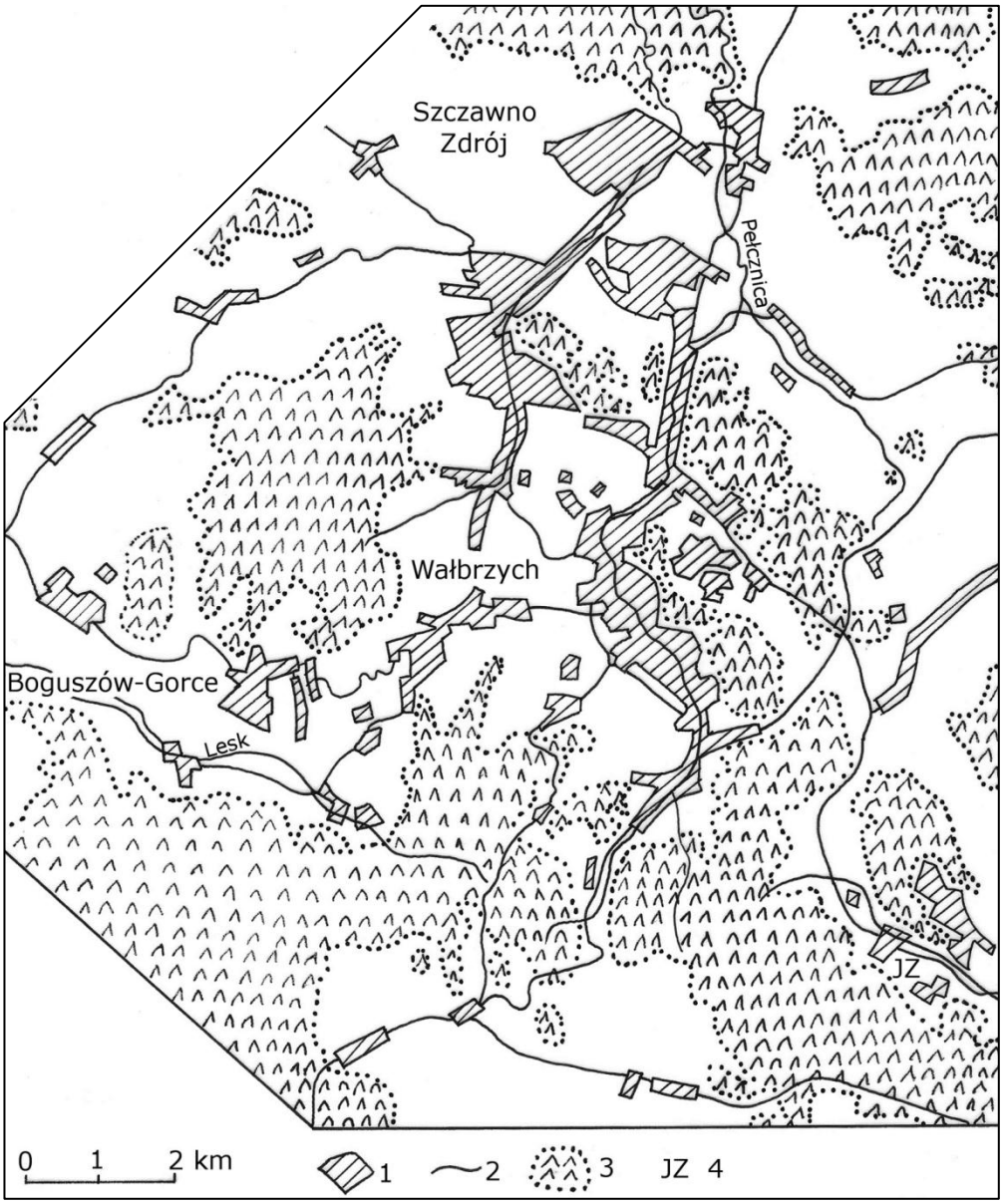
wprowadzały do powietrza kilkadziesiąt różnych zanieczyszczeń gazowych. Wskutek reakcji chemicznych tworzyły się w powietrzu wtórne zanieczyszczenia (*Ocena*... 1989, 1993, *Raport*... 1994). Instytucje, które zajmowały się m.in. badaniem czystości przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad Wałbrzychem wskazywały na ich występowanie w powietrzu, jednak regularnie nie mierzyły imisji tych zanieczyszczeń.

Omawiając czynniki wpływające na zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza oraz rozprzestrzenianie się pyłów i gazów zwrócono również uwagę na pokrycie terenu przez lasy. W Wałbrzychu kompleksy leśne tworzą niewielkie „wyspy", natomiast w najbliższym otoczeniu tego miasta znacznie większe, zwarte powierzchnie (ryc. 111). W granicach administracyjnych Wałbrzycha tereny pokryte lasami oraz te, na których rosną drzewa (parki, zieleń osiedlowa, zadrzewienia cmentarne itp.) zajmują około 25 km^2 (Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Rocznik statystyczny województwa wałbrzyskiego* 1998), co stanowi 29,3% powierzchni miasta. W badanym okresie wielkość powierzchni zajętej pod lasy nie ulegała zasadniczym zmianom. Wałbrzyskie lasy pokrywają w większości naturalne wzniesienia w centrum miasta oraz zbocza Kotliny Wałbrzyskiej i stoki Gór Wałbrzyskich. Największe zwarte kompleksy leśne otaczają Kotlinę Wałbrzyską od zachodu (lasy Kopuły Chełmca), południa (lasy w obrębie krawędzi unisławskiej) i wschodu (lasy Gór Czarnych i wzniesień oddzielających kotlinę od Pogórza Wałbrzyskiego).W latach 1975–1995 na terenie Wałbrzycha corocznie wycinano od 400 do 600 drzew, które obumarły pod wpływem zanieczyszczonego powietrza oraz inwazji różnych szkodników (Skrężyna 1981, Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Wałbrzych* 1992, *Lasy w Wałbrzychu. Dokumentacja z lat* 1985–1995...). W ramach rekultywacji obszarów zdegradowanych przez przemysł prowadzono także sadzenie drzew na hałdach kopalnianych i nieużytkach poprzemysłowych. Ustalono, że w badanym okresie zalesiono około 0,19 km^2 tych gruntów.

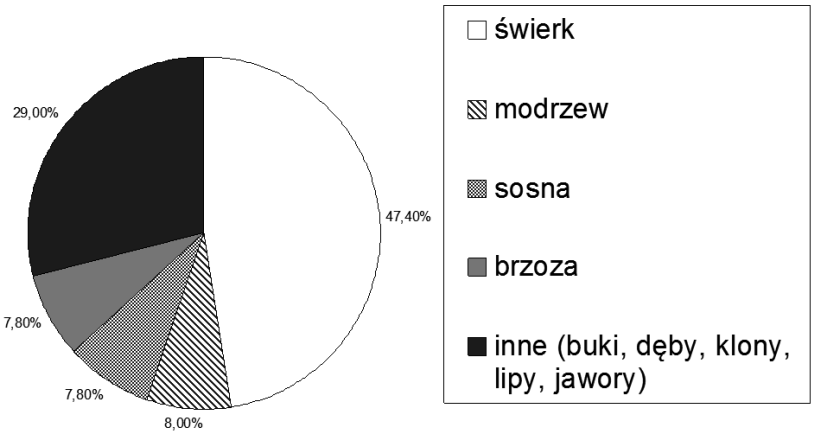
Znaczne kompleksy leśne otaczające Kotlinę Wałbrzyską wywierały dwojaki: dodatni i pośrednio ujemny, wpływ na czystość powietrza w badanym obszarze. Korzystne ich oddziaływanie polegało na zatrzymywaniu i pochłanianiu różnych zanieczyszczeń, regulowaniu wilgotności i łagodzeniu przebiegu temperatury powietrza oraz wytwarzaniu tlenu. Wzdłuż stoków Gór Wałbrzyskich występują spływy chłodnego i natlenionego powietrza do Kotliny Wałbrzyskiej, co nie jest obojętne dla jakości powietrza nad tym obszarem (Schmuck 1948a, Jońca 1979, 1985, Wójcik 1999). Duże i zwarte powierzchnie leśne powodują także zmniejszenie prędkości wiatru, a nawet całkowite wyhamowanie przepływu powietrza (Strauch 1975, Olszewski 1995). Występowanie zwartych kompleksów leśnych otaczających Kotlinę Wałbrzyską wyżej niż większość przemysłowych emitorów zanieczyszczeń w tym obszarze, nie sprzyjało jednak wynoszeniu zanieczyszczeń poza to obniżenie i ich rozpraszaniu. Wiązało się to z osłabieniem prędkości i siły nośnej wiatru już w pewnej odległości od lasu. Znaczne powierzchnie lasów na stokach Gór Wałbrzy-

skich utrudniały więc przewietrzanie omawianej kotliny, a tym samym pośrednio niekorzystnie wpływały na jakość powietrza nad południową częścią Wałbrzycha.

W strukturze drzewostanów wałbrzyskich lasów dominują świerki (47,4%) (ryc. 112). Znacznie mniejszy odsetek stanowią modrzewie (8,0%), sosny (7,8%) i brzozy (7,8%). Pozostałe 29% powierzchni porastają buki, dęby, klony, jawory,

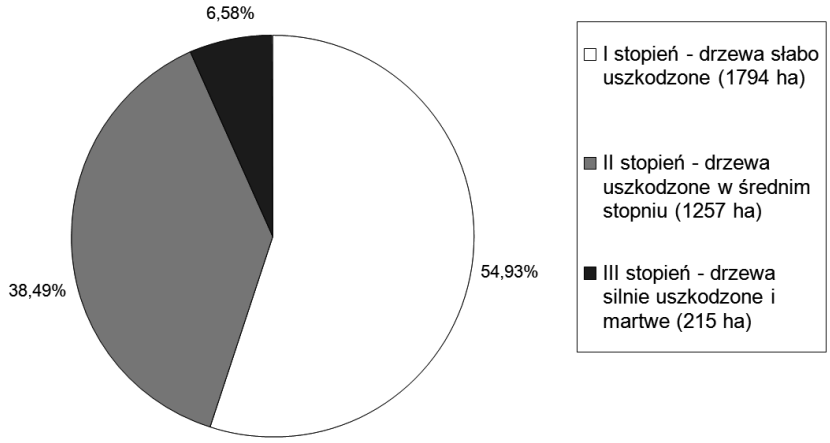


Ryc. 111. Rozmieszczenie kompleksów leśnych na terenie Wałbrzycha i w najbliższej okolicy tego miasta: 1 – zabudowa, 2 – drogi, 3 – lasy, 4 –Jedlina-Zdrój. Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.



Ryc. 112. Struktura gatunkowa drzew w lasach Wałbrzycha i najbliższej okolicy tego miasta. Opracowano na podstawie danych Jońcy (1985) i Skrężyny (1979, 1981) oraz różnych dokumentów z archiwum Urzędu Miejskiego w Wałbrzychu.

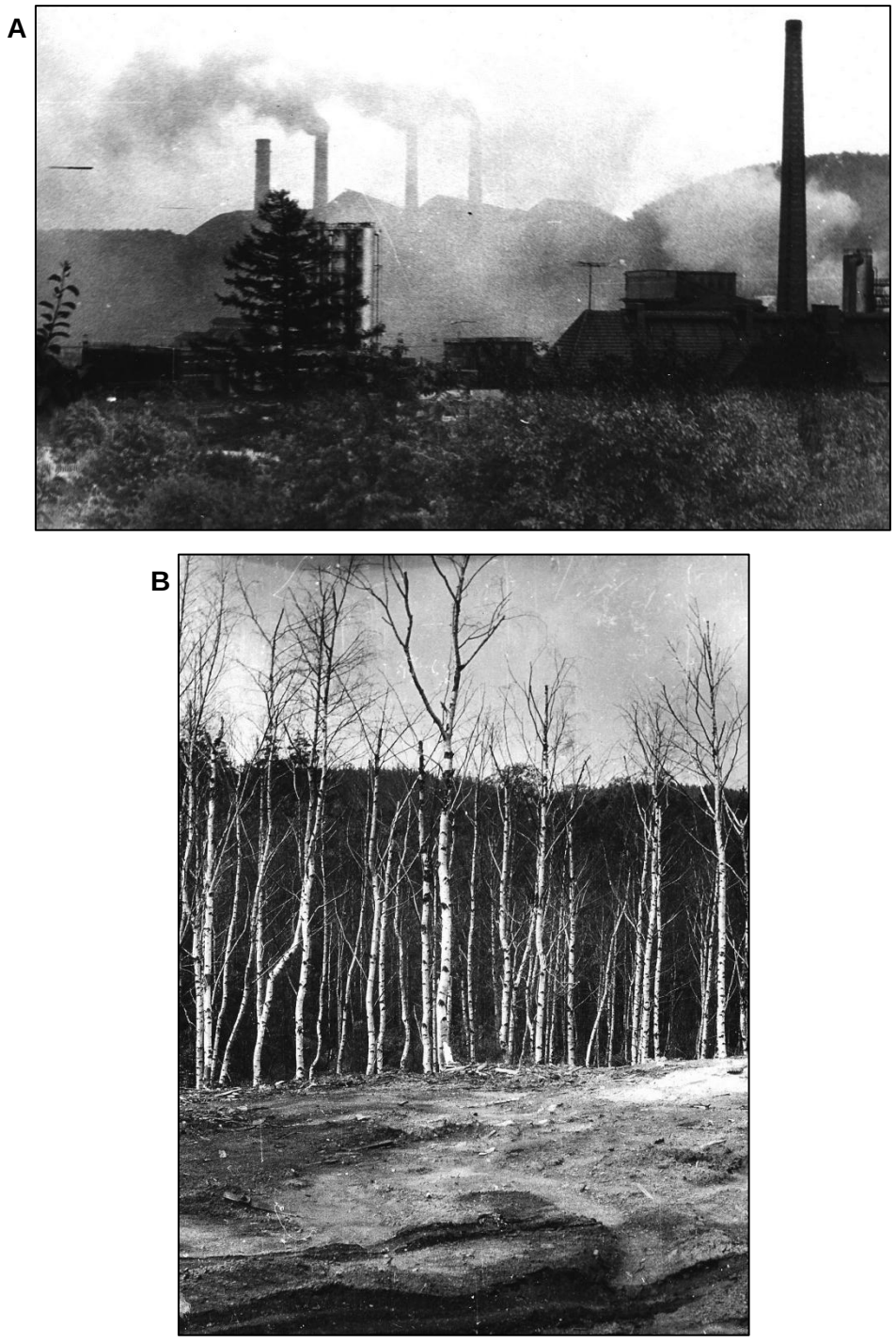
lipy, a także obce gatunki drzew występujące głównie w parkach (Jabłoński 1976, Jońca 1979, 1985, Skrężyna 1979, 1981, Figura 1989). Drzewa iglaste uznawane powszechnie za mniej odporne na różne zanieczyszczenia powietrza niż liściaste, zajmują około 37% powierzchni leśnej w Kotlinie Wałbrzyskiej i na stokach Gór Wałbrzyskich otaczających to obniżenie. Duże ilości pyłów i gazów emitowanych permanentnie przez przemysł wałbrzyski w latach 1975–1990, były przyczyną znacznego zanieczyszczenie przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad tym miastem. Utrzymujące się w powietrzu wysokie stężenia zanieczyszczeń powodowały masowe uszkodzenia drzew. Nawiązując do wyników badań Jońcy (1979, 1985), Skrężyny (1979, 1981) oraz Jońcy i Kacperkiewicza (1986), a także danych zamieszczonych w różnych materiałach niepublikowanych (Kacperkiewicz 1986, Figura 1989, Protasewicz 1995, *Lasy w Wałbrzychu. Dokumentacja z lat 1985––1995*..., Palzer 1997) ustalono, ze w strefie zagrożonej emisjami z wałbrzyskich zakładów przemysłowych występowało około 3266 ha lasów (powierzchnia ta dotyczy lasów w Wałbrzychu oraz rosnących na stokach gór otaczających to miasto). Wielkość ta nie obejmuje lasów zaliczanych wówczas do tzw. klasy „0", a więc tych, w których dominują drzewa bez uszkodzeń. W Wałbrzychu i najbliższej okolicy brak takich lasów. Lasy o uszkodzeniach słabych (klasa I) zajmowały 1794 ha, a o uszkodzeniach średnich (klasa II) 1257 ha. Kompleksy leśne silnie uszkodzone przez przemysł (klasa III), w których występowały również drzewa martwe, pokrywały 215 ha gruntów (ryc. 113). Prezentowane wyżej dane dotyczą jedynie lasów państwowych. Na terenie Wałbrzycha znajdują się również lasy komunalne i zadrzewienia o powierzchni 439 ha, które ze względu na bardzo bliskie położenie w stosunku do szczególnie uciążliwych dla środowiska przyrodniczego zakładów



Ryc. 113. Stopień uszkodzeń drzew w lasach Wałbrzycha i okolicy na skutek emisji zanieczyszczeń w latach 1975–2000. Opracowano na podstawie danych Skrężyny (1979) oraz różnych dokumentów z archiwum Urzędu Miejskiego w Wałbrzychu.

przemysłowych (od 100 do 300 m) były szczególnie narażone na uszkodzenia. Trudno jednak ocenić, w jakim stopniu drzewa uległy tam degradacji, z powodu braku danych na ten temat. Z obserwacji autora wynika, że większość drzew rosnących w odległości do 500 m od Elektrociepłowni „Victoria", Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych" i fabryki kwasu siarkowego na terenie dzielnic Sobięcin i Gaj, jest w znacznym stopniu uszkodzonych. Wskazują na to m. in. niewielka ich wysokość, przerzedzone korony oraz nienaturalnie zdeformowane pnie i konary tych drzew, a także zniszczone przez zanieczyszczenia gazowe liście i igły (ryc. 114). Na korze drzew nie stwierdzono również porostów, mchów ani glonów. Konsekwencją uszkodzenia drzew, zwłaszcza w stopniu średnim (II) i silnym (III), jest ograniczenie pełnienia przez nie funkcji ochronnej. Pochłaniają one bowiem znacznie mniej zanieczyszczeń i wytwarzają mniej tlenu, niż drzewa zdrowe (Skrężyna 1981). Kompleksy leśne, w których drzewa uległy uszkodzeniu w średnim i silnym stopniu zajmowały w Wałbrzychu i okolicy w latach 1975–1995 około 1472 ha gruntów. Zatem aż 44% powierzchni lasów w wyżej wymienionym obszarze nie pełni optymalnych funkcji ochronnych, polegających na oczyszczaniu powietrza z zawartych w nim zanieczyszczeń oraz wytwarzaniu tlenu.

Wokół uciążliwych dla środowiska przyrodniczego i człowieka zakładów przemysłowych, które działały w Kotlinie Wałbrzyskiej w latach 1975–1995 nie utworzono w ogóle stref ochronnych, a nawet pasów zadrzewień, które oddzielałyby te obiekty od położonych w pobliżu zabudowań mieszkalnych. Na terenie Sobięcina, między elektrociepłownią, koksownią i gazownią a zabudową mieszkalną powstały natomiast ogródki działkowe, co można uznać za skrajnie nieprzemyślaną decyzję



Ryc. 114. Elektrociepłownia „Victoria” (A) oraz skutki oddziaływania emisji zanieczyszczeń z tego obiektu na drzewa rosnące w odległości kilkuset metrów od tego zakładu (B) (stan z 1975 r.) (materiały Działu Ochrony Środowiska KWK Victoria – za zgodą S. Hodurka).

administracyjną. Brak stref ochronnych wokół zakładów przemysłowych wiąże się z rozwojem terytorialnym Wałbrzycha, który był uwarunkowany m.in. niewielką powierzchnią Kotliny Wałbrzyskiej (46 km^2). Zajmowanie dna i zboczy kotliny przez zabudowę mieszkalną i przemysłową oraz szlaki komunikacyjne przebiegało szczególnie intensywnie w latach 1908–1919, 1929–1934, 1946–1951 oraz 1970–1973 (Werwicki 1965, Jońca 1985, *Wałbrzych*... 1993). Od 1890 do 1980 r. powierzchnia Wałbrzycha zwiększyła się z 3 do 84,8 km^2 (Jońca 1985), z czego znaczna część to tereny zajęte pod zabudowę na Pogórzu Wałbrzyskim. Rozwój tego miasta wiązał się z zajmowaniem pod zabudowę wolnych jeszcze terenów, a także z przyłączaniem do Wałbrzycha sąsiadujących jednostek osadniczych. Spośród ogółu obiektów przemysłowych największą powierzchnię zajmowały kopalnie węgla i koksownie, wokół których powstawały coraz większe hałdy i osadniki kopalniane. Rosnące zapotrzebowanie przemysłu na siłę roboczą warunkowało rozwój zabudowy mieszkalnej. W 1900 r. Wałbrzych był piętnastotysięcznym miastem, natomiast w 1995 r. mieszkało tam na stałe 140 tysięcy osób (Jońca 1985, *Rocznik*... 1996). Powiększanie terenów przemysłowych oraz rozwój zabudowy mieszkalnej i sieci szlaków komunikacyjnych spowodowały, że obszary w których należało utworzyć strefy ochronne wokół uciążliwych zakładów przemysłowych, zostały zagospodarowane na inne cele i pełniły inne funkcje. Ze względu na przeznaczenie tych terenów pod zabudowę i drogi brak możliwości utworzenia tam stref ochronnych. Rozwój hałd oraz dążenie do tego, aby uzyskały one optymalny dla potrzebochrony środowiska kształt przez odpowiednie sterowanie składowaniem odpadów, z różnych względów nie był właściwy. Występujące w tych obszarach hałdy należało także systematycznie rekultywować, a na tereny przemysłowe wprowadzać więcej zadrzewień. Pozwoliłoby to lepiej sterować rozprzestrzenianiem się zanieczyszczeń, co zapewne wpłynęłoby na poprawę jakości powietrza nad Wałbrzychem. Zrekultywowane w kierunku leśnym zwały kopalniane mogłyby pełnić również funkcje ochronne w stosunku do powietrza, podobnie jak pasy zadrzewień. Stosowanie nasadzeń drzew do poprawy czystości powietrza nad uprzemysłowionymi terenami Wałbrzycha nie zostało jednak, w ocenie autora, w optymalny sposób wykorzystane.

Najmłodszymi dzielnicami Wałbrzycha, powstałymi w latach 60 i 70 ubiegłego stulecia, były Piaskowa Góra i Podzamcze. Osiedla te leżą na Pogórzu Wałbrzyskim i pełnią funkcje „miejskiej sypialni". Ze względu na stosunkowo częste wiatry południowe i południowo-zachodnie czystość powietrza w wyżej wymienionych dzielnicach zależała także od napływu zanieczyszczeń z Kotliny Wałbrzyskiej. Między Piaskową Górą i Podzamczem a silnie uprzemysłowionymi terenami w południowej części miasta nie utworzono jednak ochronnych pasów zadrzewień, które zapewne chroniłyby te osiedla przed wpływem wałbrzyskiego przemysłu. Nawiązując do struktury prędkości i częstości wiatrów, głównych rysów rzeźby terenu oraz rozmieszczenia przemysłowych źródeł emisji zanieczyszczeń, znacznie lepszymi do

budowy dużego osiedla w Wałbrzychu byłyby tereny pogórza w okolicach Poniatowa, dzielnicy położonej w północno-wschodniej części miasta. Jak wcześniej zaznaczyłem, w latach 1975–1995 nie notowano tam w powietrzu zanieczyszczeń pochodzących z obiektów przemysłowych działających w Kotlinie Wałbrzyskiej. Bariera orograficzna, jaką tworzą Wzniesienia Ptasiej Kopy-Stróżka o wysokościach względnych 120–210 m między wyżej wymieniona kotliną a Pogórzem Wałbrzyskim oraz znacznie rzadziej notowane tu wiatry południowo-zachodnie (od uprzemysłowionych terenów Wałbrzycha) warunkowałyby lepszą jakość powietrza w tej części pogórza niż na Piaskowej Górze. W 1997 r. utworzono tam Wałbrzyską Specjalną Strefę Ekonomiczną „Invest Park", w której powstało kilkanaście działających do dziś zakładów przemysłowych o niewielkiej uciążliwości dla środowiska. Wzmianki na temat koncepcji lokalizacji dużego osiedla mieszkaniowego w rejonie Poniatowa znajdujemy m.in. w publikacji Jońcy i Kacperkiewicza (1986) oraz w opracowaniu „Wałbrzych..." (1992), wydanym przez Urząd Miejski w Wałbrzychu.

Podsumowanie wyników badań na temat uwarunkowań i czynników zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza nad Wałbrzychem w latach 1975–2000, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu, przedstawiono na ryc. 115.

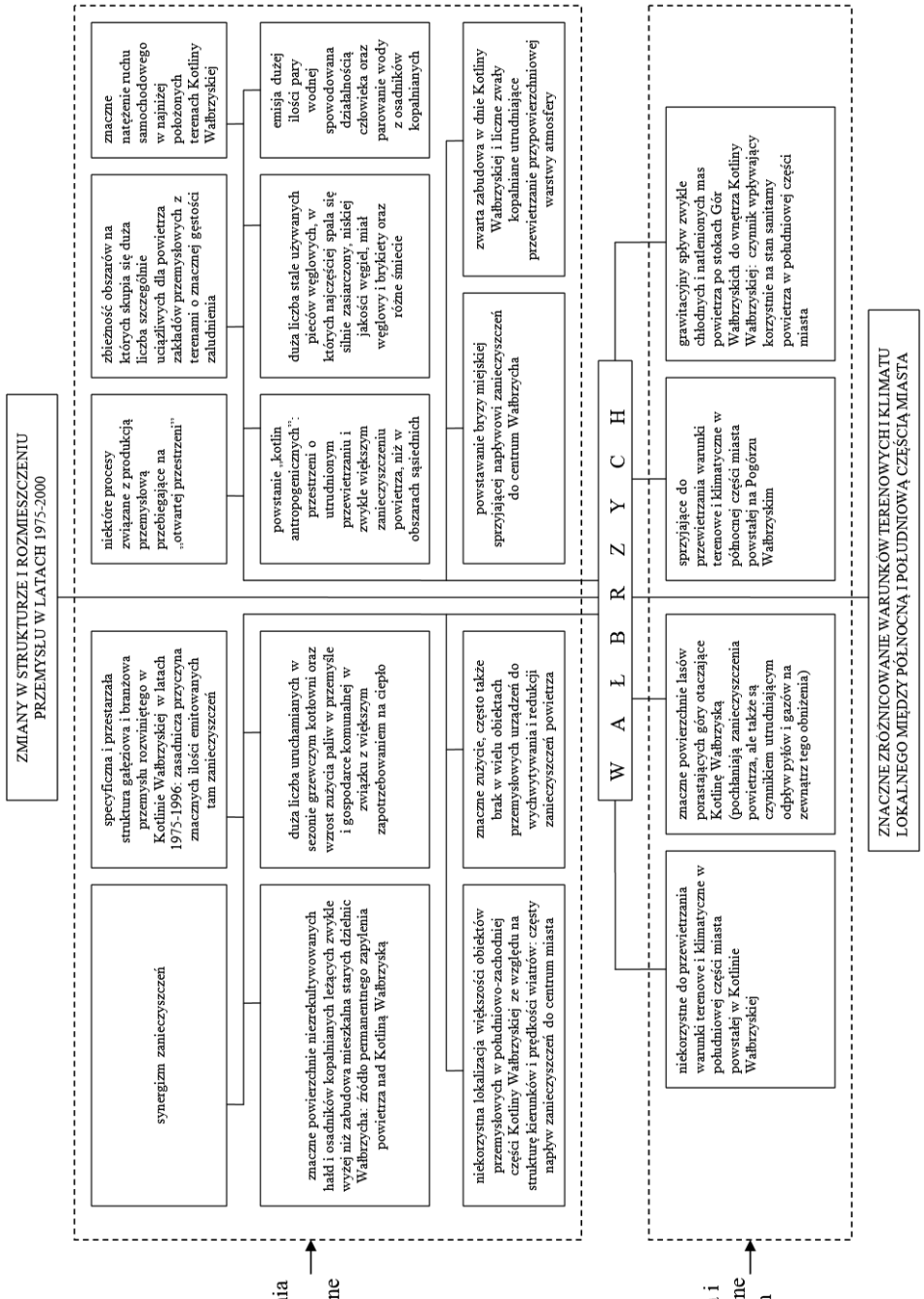
Południowo-zachodnią część rejonu wałbrzyskiego zajmuje Boguszów-Gorce. W badanym okresie miasto to pełniło głównie funkcje produkcyjne związane z górnictwem węgla i barytu. W porównaniu do Wałbrzycha występowało tu jednak znacznie mniejsze zróżnicowanie gałęziowe i branżowe przemysłu. Działające w Boguszowie-Gorcach zakłady przemysłowe nie należały także do szczególnie uciążliwych dla środowiska przyrodniczego (za wyjątkiem Kopalni Barytu „Boguszów"), a łączna wielkość emisji pyłów i gazów w analizowanym okresie była aż 22 razy mniejsza niż w Wałbrzychu. W związku z tym notowano tu mniejszy opad pyłu oraz mniejsze stężenia pyłu zawieszonego, SO_2 i NO_2, aniżeli w Wałbrzychu.

Pomimo niewielkiej odległości między obu miastami panujące tam lokalne warunki klimatyczne znacznie się różniły. Wskazują na to m.in. wyniki badań Schmucka (1948a), Klimek 1969 i Miłek (1983) oraz dane klimatyczne zawarte w „Atlasie Śląska Dolnego i Opolskiego" (1997). W Boguszowie-Gorcach wiatry południowo-zachodnie występowały częściej a południowe rzadziej, niż w Wałbrzychu. W porównaniu do Wałbrzycha notowano tu także mniej dni z ciszami atmosferycznymi (ryc. 8). Powierzchnia obu miast charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu o znacznych wysokościach względnych. Boguszów-Gorce leży jednak wyżej, niż Wałbrzych. Zabudowa mieszkalna zajmuje tereny od 500 do 610 m n.p.m. i jest rozproszona na znacznym obszarze (27 km^2). Miasto to powstało bowiem z połączenia kilku sąsiadujących miejscowości, które do dziś zachowały swój odrębny charakter (Szmytkie 2005). Największą jednostką osadniczą jest Boguszów, który rozwinął się w obrębie południowych stoków Kopuły Chełmca oraz w dnie Kotliny Kuźnickiej. Pozostałe jednostki administracyjne – Kuźnice Świdnic-

kie, Stary Lesieniec i-Gorce – powstały w Kotlinie Kuźnickiej oraz na południowych stokach Wyżyny Jabłowskiej. Boguszów-Gorce otaczają Góry Wałbrzyskie i Góry Kamienne o wysokościach względnych od 200 do 300 m. Większość obiektów zanieczyszczających powietrze (ciepłownie miejskie, kotłownie kopalniane, niezrekultywowane hałdy i osadniki oraz domowe piece węglowe) jest położonych w Kotlinie Kuźnickiej oraz na Wyżynie Jabłowa, a więc w najniżej położonych częściach miasta. Wpływało to niekorzystnie na stan sanitarny powietrza. Obiekty przemysłowe emitujące zanieczyszczenia nie tworzyły jednak tak dużych, jak w Wałbrzychu skupisk, a wielkość emisji pyłów i gazów w badanym okresie była tam aż 22 razy mniejsza. Kotlina Kuźnicka jest także obszarem lepiej przewietrzanym niż Kotlina Wałbrzyska, ze względu na stosunkowo szerokie połączenie tego obniżenia z Wyżyną Unisławską i Obniżeniem Górnego Leska, które ułatwia przepływ powietrza. Korzystny wpływ na jakość powietrza w Boguszowie-Gorcach miały również grawitacyjne spływy chłodnego i natlenionego powietrza wzdłuż północnych stoków Gór Kamiennych (Schmuck 1948a, Miłek 1983).

W obszarach o znacznie urozmaiconej rzeźbie terenu występują częste zmiany kierunków i prędkości wiatrów. W górach masy powietrza przemieszczają się głównie wzdłuż dolin i obniżeń terenu. Biorąc pod uwagę położenie Boguszowa-Gorc względem Wałbrzycha, różną wysokość tych miast oraz główne rysy rzeźby terenu, a także strukturę kierunków i częstości wiatrów w wyżej wymienionych miastach sądzę, że część zanieczyszczeń emitowanych do powietrza w Boguszowie-Gorcach migrowała do Kotliny Wałbrzyskiej. Sprzyjały temu częste wiatry zachodnie i południowo-zachodnie, które stanowiły odpowiednio 44,7 i 38,8% ogółu notowanych w tych obszarach. Masy powietrza wykorzystywały obniżenia terenu w obrębie południowych stoków Kopuły Chełmca, a następnie spływały grawitacyjnie do Kotliny Wałbrzyskiej, której dno leży 90 m niżej. Napływowi zanieczyszczonego powietrza do centrum Wałbrzycha sprzyjała bryza miejska. Migracja zanieczyszczeń z Kotliny Wałbrzyskiej do Kotliny Kuźnickiej mogła zachodzić tylko podczas wiatrów wschodnich i północno-wschodnich (10,9% ogółu notowanych w tym mieście). Pośrednio wskazują na to wyniki badań zanieczyszczenia powietrza w Boguszowie-Gorcach. W przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad tym miastem nie stwierdzono bowiem charakterystycznych zanieczyszczeń gazowych emitowanych m.in. przez koksownie i fabrykę kwasu siarkowego, które nierzadko występowały w powietrzu nad Wałbrzychem (np. amoniak, benzoapiren, benzen, toluen, ksylen). Warunki naturalne sprzyjające przewietrzaniu Kotliny Kuźnickiej przyczyniały się do wynoszona części emitowanych tam zanieczyszczeń na zewnątrz tego obniżenia. Migracja zanieczyszczeń poza obręb tej kotliny warunkowała więc lepszą jakość powietrza nad Boguszowem-Gorcami.

Średnie roczne sumy opadów w Boguszowie-Gorcach są nieco wyższe niż w Wałbrzychu i wynoszą 783 mm. Rozkład opadów jest zróżnicowany w ciągu ro-



Ryc. 115. Uwarunkowania i czynniki zróżnicowanego zanieczyszczenia powietrza w Wałbrzychu w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

ku. Największe średnie miesięczne opady notuje się od maja do sierpnia (86–103 mm), natomiast najmniejsze od listopada do marca (35–51 mm) (tab. 2). Stosunkowo mała ilość opadów przypada więc na okres, w którym występuje przeważnie większa emisja i imisja zanieczyszczeń. Zwykle mniejsze emisje i stężenia zanieczyszczeń w powietrzu notuje się natomiast w okresie o największych opadach w ciągu roku. Biorąc pod uwagę opady jako czynnik sprzyjający usuwaniu z powietrza różnych zanieczyszczeń należy podkreślić, że ich rozkład w ciągu roku, podobnie jak w Wałbrzychu, nie był optymalny dla łagodzenia zanieczyszczenia powietrza w Boguszowie-Gorcach. Najmniejsze opady przypadały bowiem na okres, w których emisja i imisja zanieczyszczeń były największe. Duże opady notowano natomiast w okresie o najmniejszej emisji i stężeniu zanieczyszczeń.

Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej powietrza w Boguszowie-Gorcach zawierają się między 69% do 89% (Schmuck 1948a, 1967, 1969, Klimek 1969, Miłek 1983, *Atlas Śląska Dolnego*...1997). Największą wilgotność względną notowano zwykle od października do marca (83–89%), najmniejszą zaś od kwietnia do września (69–76%) (tab. 4). W pierwszym z wyżej wymienionych okresów rejestrowano także przeważnie większe stężenia zanieczyszczeń w powietrzu, zwłaszcza pyłu zawieszonego, SO_2 i NO_2. Jak podkreślają Parczewski (1976) i Olszewski (1992, 1995) jednym ze skutków wzrostu wilgotności powietrza zanieczyszczonego różnymi gazami, jest rosnąca intensywność przemian zanieczyszczeń w substancje toksyczne. Jak wcześniej sygnalizowano wartością progową, powyżej której następuje przyśpieszenie tych przemian jest wilgotność względna 70%. W związku z tym w okresach przedzimia i zimy w Boguszowie-Gorcach panowały zwykle gorsze warunki aerosanitarne, aniżeli w lecie i na wiosnę.

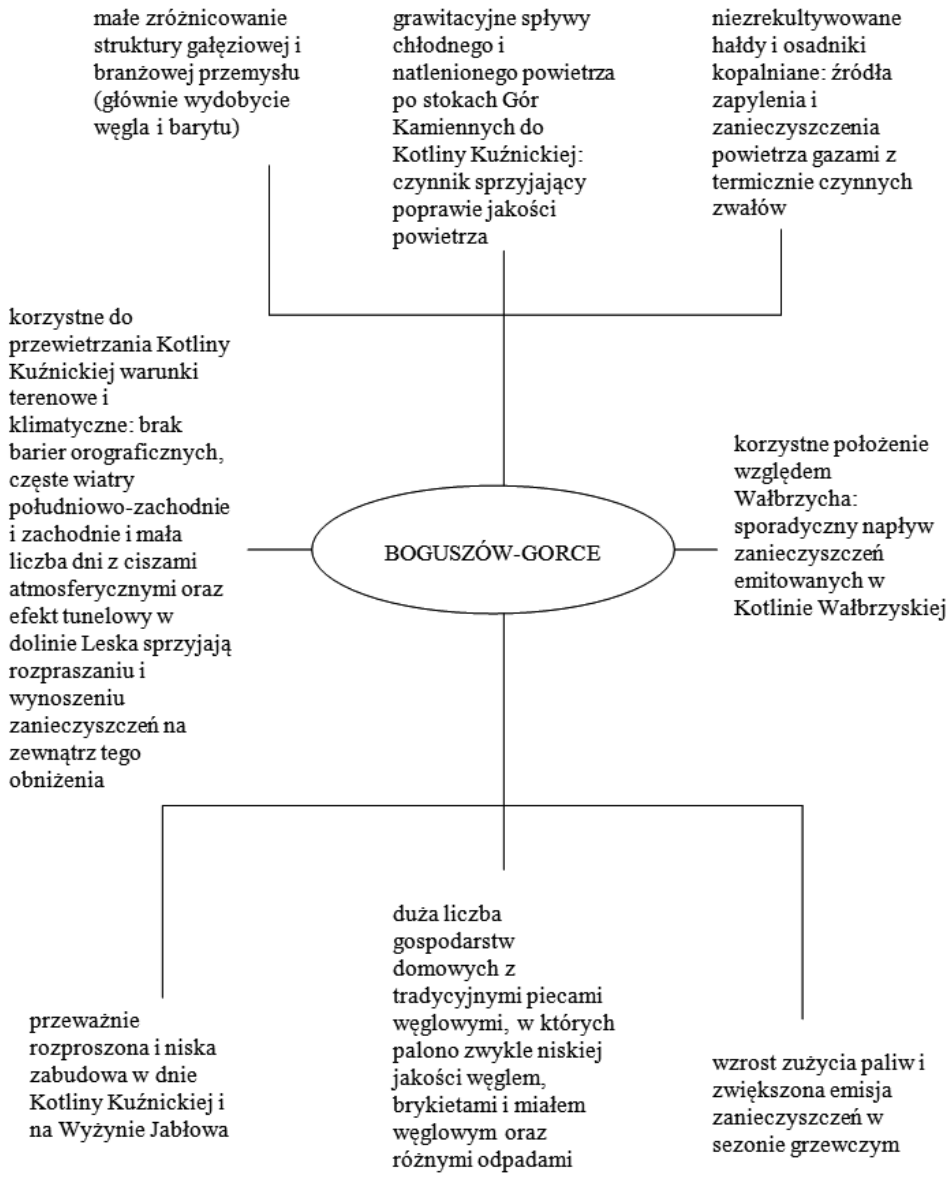
Tworzenie się mgieł i zamgleń w obszarach o znacznie zanieczyszczonym powietrzu przyczynia się również do powstawania niekorzystnych sytuacji aerosanitarnych. Specyficzne warunki orograficzne na terenie Boguszowa-Gorc sprzyjają powstawaniu mgieł w tym mieście. Z danych zawartych w różnych publikacjach (Schmuck 1948a, 1969, *Atlas Śląska Dolnego*… 1977) oraz w opracowaniach niepublikowanych (Klimek 1969, Miłek 1983) wynika, że w Boguszowie-Gorcach łączna liczba dni z mgłą i zamgleniami waha się od 125 do 140 w ciągu roku, w tym tylko z mgłą średnio 55 dni. Omawiane zjawiska synoptyczne najczęściej powstają w okresie od października do marca (11–13 dni w miesiącu), natomiast od kwietnia do września liczba dni z mgłą i zamgleniami waha się od 5 do 9 w miesiącu. Tworzą się przede wszystkim mgły radiacyjne, znacznie rzadziej adwekcyjne.

Największe zanieczyszczenie powietrza nad Boguszowem-Gorcami występują zwykle w okresach, kiedy występuje znaczna wilgotność względna powietrza oraz duża liczba dni z mgłą i zamgleniami, a także najmniejsze opady. Warunki te w badanym okresie wpływały niekorzystnie na czystość powietrza, zwłaszcza w sezonie grzewczym. Boguszów-Gorce od południa i północy otaczają Kopuła Chełmca i Masyw Dzikowca (Góry Kamienne). Góry te są porośnięte zwartymi

kompleksami leśnymi i stanowią bariery orograficzne o wysokościach względnych od 200 do 330 m, utrudniające rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Czynnikami wpływającymi korzystnie na jakość powietrza w rozpatrywanym mieście były natomiast często występujące tu wiatry południowo-zachodnie, zachodnie i północno-zachodnie (57% ogółu notowanych w tym mieście) sprzyjające przewietrzaniu Kotliny Kuźnickiej oraz spływy grawitacyjne chłodnych i natlenionych mas powietrza z Gór Kamiennych. Rozpraszaniu pyłów i gazów, emitowanych w zachodniej części tego obniżenia (nad-Gorcami), sprzyjał także wzrost prędkości wiatru związany z występującym tam efektem tunelowym (ryc. 116). Schemat uwarunkowań i czynników wpływających na zanieczyszczenie powietrza nad Boguszowem-Gorcami w latach 1975–2000, stanowiący syntezę wyników badań, przedstawiono na ryc. 117.

Z Wałbrzychem graniczą dwie miejscowości uzdrowiskowe: Szczawno-Zdrój i Jedlina-Zdrój. Jednym z powodów zakłócających funkcjonowanie tych uzdrowisk było utrzymujące się przez wiele lat znaczne zanieczyszczenie powietrza, zwłaszcza w Szczawnie-Zdroju (Schmidt 1970, Baranowska i in. 1978, Mączyński 1980, Piotrowska 1981, Styrna 1981, *Ochrona Środowiska* 1984, 1986, 1988, 1992,

Ryc. 116. Wąska przełomowa dolina Leska u wylotu Kotliny Kuźnickiej. W obszarze tym występuje często efekt tunelowy sprzyjający wynoszeniu zanieczyszczeń na zewnątrz wyżej wymienionej kotliny (fot. J. Wójcik).



Ryc. 117. Uwarunkowania i czynniki zanieczyszczenia powietrza w Boguszowie-Gorcach. Opracowanie własne.

1994, *Ocena stanu*... 1989, 1993, *Raport* 1994, Wójcik 1997c, 2006d, 2007b, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). W latach 1975–1992 imisje badanych zanieczyszczeń często przekraczały, nawet kilkakrotnie, dopuszczalne dla obszarów ochrony uzdrowiskowej normy (tab. 53, 56, 59, 61 i 62). Omawiane uzdrowiska, m.in. ze względu na permanentnie utrzymujące się przez długi okres ponadnormatywne za-

nieczyszczenia powietrza, już w 1983 r. znalazły się w obrębie wydzielonego prze Kassenberg i Rolewicz (1985) wałbrzyskiego obszaru ekologicznego zagrożenia.

Rozpatrując uwarunkowania i czynniki zanieczyszczenia powietrza w uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego zwrócono uwagę na rozmieszczenie źródeł i wielkość emisji zanieczyszczeń, zróżnicowanie lokalnych warunków klimatycznych i rzeźby terenu oraz położenie tych miejscowości względem Wałbrzycha. Zmiany zachodzące w zanieczyszczeniu powietrza nad Szczawnem-Zdrój i Jedliną-Zdrój analizowano w powiązaniu z przemianami zachodzącymi w gospodarce regionu, zwłaszcza w ostatniej dekadzie XX w.

Szczawno-Zdrój leży w Kotlinie Wałbrzyskiej i Pogórzu Wałbrzyskim. Południowa część miasta rozwinęła się w północno-zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej, a centrum uzdrowiska w wąskiej dolinie Szczawnika oraz na stokach Stróżka (526 m n.p.m.) i Parkowej Góry (528 m n.p.m.). Zabudowa północnej części Szczawna-Zdroju zajmuje natomiast fragment zrównanego poziomu Pogórza Wałbrzyskiego, nazwanego przez Jońcę (1979, 1985) Spłaszczeniem Piaskowej Góry. Mimo niewielkiej powierzchni (14,9 km^2) obszar miasta jest silnie zróżnicowany pod względem rzeźby i wysokości względnych. W dzielnicy sanatoryjnej, zajmującej dno i zbocza doliny Szczawnika, powierzchnia terenu leży na wysokości od 400 do 440 m n.p.m. Zabudowa mieszkalna Szczawna-Zdroju sięga do 500 m n.p.m. Deniwelacje w obrębie strefy zamieszkałej wynoszą więc 100 m. Od południowego-zachodu nad omawianą miejscowością wznosi się Kopuła Chełmca (851 m n.p.m.), natomiast od południowego-wschodu Wzniesienia Stróżka-Ptasiej Kopy (528 m n.p.m.).

Analizując lokalne warunki klimatyczne Szczawna-Zdroju zwrócono szczególną uwagę na strukturę kierunków i prędkości wiatrów w tym mieście. Wiatry wywierają bowiem decydującą rolę w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń, co ma istotne znaczenie dla wyjaśnienia wpływu wałbrzyskiego przemysłu na czystość powietrza w omawianym uzdrowisku.

W Szczawnie-Zdroju przeważają wiaty południowo-zachodnie i zachodnie (ryc. 8). W sumie stanowią one 39,4% ogółu obserwacji anemometrycznych. Nieco rzadziej są tam notowane wiatry północno-zachodnie (12,7%) i południowe (11,4%), bardzo rzadko natomiast wiatry południowo-wschodnie (2,5%) i wschodnie (4,1%). Częstość kierunków wiatrów zmienia się także w ciągu roku. W zimie najczęściej notowane są wiatry południowo-zachodnie (23,9%), na wiosnę wiatry zachodnie (17,5%) i północno-zachodnie (16,3%), w lecie wiatry zachodnie (20,3%) i południowo-zachodnie (19,9%), a jesienią wiatry południowo-zachodnie (28,2%) (Tryszczyła 1977, Baranowska i in. 1978, Jońca 1985, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Największymi średnimi prędkościami (2,9–3,6 m/s) cechują się wiatry o dużej częstości (południowe, południowo-zachodnie i zachodnie). Jesienią i w zimie mają one większe przeciętne prędkości, aniżeli w lecie i na wiosnę. W Szczawnie-Zdroju cisze atmosferyczne stanowią około 14% obserwacji anemometrycznych.

Występują nieregularnie w ciągu roku, zwykle częściej wiosną i latem i trwają do kilka dni w roku (Tryszczyła 1977 Baranowska i in. 1978, Piątek i Piątek 1996). Wąska dolina Szczawnika w centrum uzdrowiska sprzyja powstawaniu zastoiska chłodnego powietrza. Podczas bezchmurnej antycyklonalnej pogody często występuje inwersja temperatury, a warstwa inwersyjna sięga do wysokości około 100 m nad powierzchnią terenu (*Ocena stanu zagrożenia*... 1980, Jońca 1985, Jońca, Kacperkiewicz 1986, Kacperkiewicz 1986). Utrudnione, ze względu na rzeźbę terenu i zwartą zabudowę przewietrzanie centrum Szczawna-Zdroju, zróżnicowana wilgotność względna powietrza (od 58% w maju do 86% w grudniu) oraz nierzadko zaleganie chłodnego powietrza w dnie obniżenia sprzyjają powstawaniu mgieł, które występują tu średnio przez 37 dni w ciągu roku (Tryszczyła 1977, Garczyńska 1992). Długotrwałe, nawet kilkunastogodzinne zaleganie mgieł w dolinie Szczawnika często prowadziło do koncentracji zanieczyszczeń w powietrzu, niekiedy nawet powstawania smogu. Zjawisko to występowało zwykłe w półroczu chłodnym, w okresie sezonu grzewczego (Baranowska i in. 1978, *Stan zanieczyszczenia powietrza*... 1981, Garczyńska 1992).

Średnie roczne sumy opadów w Szczawnie-Zdroju są niewielkie (710 mm), z wyraźna przewagą w okresie od maja do sierpnia (tab. 2). Przeważnie są to opady krótkotrwałe i niezbyt obfite (Tryszczyła 1977, Garczyńska 1992, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002), co nie sprzyjało usuwaniu przez nie większości zawartych w powietrzu zanieczyszczeń.

W latach 1975–2000 zanieczyszczenie powietrza nad Szczawnem-Zdrój było zróżnicowane, na co złożyło się wiele czynników. Lokalnymi źródłami zanieczyszczenia atmosfery nad omawianą miejscowością były domowe piece węglowe i kotłownie. Najwięcej tych źródeł występowało w dolinie Szczawnika, gdyż jest tam duża liczbę starych budynków mieszkalnych ogrzewanych piecami. Do 1991 r. do wytwarzania ciepła wykorzystywano tam przeważnie niskogatunkowy i silnie zasiarczony węgiel kamienny, brykiety oraz miał węglowy, a także różne śmiecie (Tyczka 1961, Kacperkiewicz 1985, *Ocena stanu*...1989, Piątek i Piątek 1996), co nie pozostawało bez wpływu na ilość i jakość emitowanych do powietrza zanieczyszczeń, głównie pyłów i SO_2. Dopiero stopniowa rozbudowa sieci ciepłowniczej w Szczawnie-Zdroju na początku ostatniej dekady XX w., w powiązaniu ze skoncentrowanym źródłem wytwarzania ciepła (duża ciepłownia w Wałbrzychu – Piaskowej Górze) przyczyniła się do częściowego uporządkowania gospodarki cieplnej w tym mieście, a tym samym do spadku emisji zanieczyszczeń w uzdrowisku.

Istotnym źródłem zanieczyszczenia powietrza w omawianej miejscowości była również motoryzacja (Kacperkiewicz 1985). Główna arteria komunikacyjna Szczawna-Zdroju przebiega przez centrum miasta, a do 1990 r. ruch samochodowy odbywał się również w dzielnicy sanatoryjnej. Jeszcze do końca lat 70 XX w., przed wybudowaniem nowej drogi omijającej teren sanatoryjny, większość samochodów

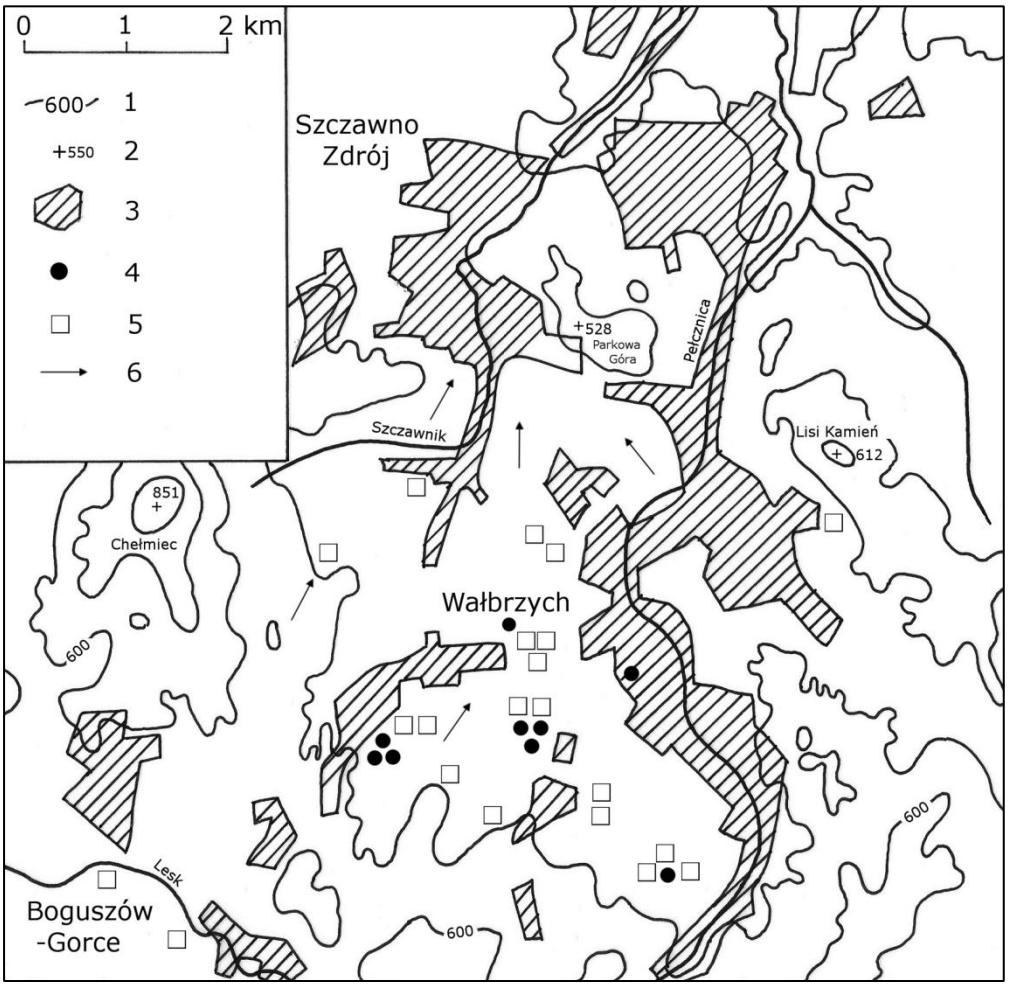
poruszała się po tej strefie. Wprawdzie już na początku lat 80 XX w. opracowano koncepcję i rozpoczęto budowę obwodnicy Szczawna-Zdroju (Piątek i Piątek 1996), to jednak do tej pory nie ukończono tej inwestycji. Jednym z istotnych uwarunkowań poprawy czystości powietrza w dzielnicy sanatoryjnej, w ostatniej dekadzie ubiegłego stulecia, było stopniowe ograniczanie ruchu samochodów. Przyczyniło się to m.in. do spadku imisji tlenków azotu i formaldehydu w uzdrowisku (Piątek i Piątek 1996, Wójcik 2006d).

Znaczne zanieczyszczenie powietrza nad Szczawnem-Zdrój, zwłaszcza w latach 1975–1992 (tab. 53, 56, 59, 61 i 62), nie można wytłumaczyć jedynie emisją pyłów i gazów w tym mieście. Szczawno-Zdrój graniczy od południa i wschodu z Wałbrzychem, a odległość centrum uzdrowiska od uciążliwych dla powietrza zakładów przemysłowych w tym mieście jest stosunkowo niewielka i wynosi od 3 do 5,5 km (ryc. 118). Szczególnie niekorzystny wpływ na jakość powietrza nad uzdrowiskiem wywierały Elektrociepłownia „Victoria" i Zakłady Koksownicze „Wałbrzych" oraz kopalnie „Thorez" i „Victoria" zlokalizowane w dzielnicy Sobięcin (*Aneks o uciążliwości*… 1990). W latach 1985 i 1986 zanieczyszczenia wypuszczane do powietrza przez wyżej wymienioną elektrociepłownię, aż przez 50 dni w roku docierały do Szczawna-Zdroju. Wynikało to głównie ze struktury kierunków wiatrów w zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej (tab. 66). Maksymalny zasięg oddziaływania wyżej wymienionego zakładu na powietrze wynosił około 5 km (*Ocena oddziaływania*... 1990). Ustalono także, że niektóre specyficzne gazy, m.in. benzoapiren i węglowodory aromatyczne emitowane przez dwa zakłady koksownicze („Thorez" i „Victoria") w Sobięcinie, położone około 4,5 km na północ od Szczawna-Zdroju, co pewien czas były notowane w powietrzu nad uzdrowiskiem (*Raport o stanie*... 1982). Bardzo duże ilości zanieczyszczeń wprowadzanych corocznie w latach 1975–1990 do powietrza przez wałbrzyski przemysł (od 25 do 54 tys. Mg) nie pozostawały bez wpływu na czystość przypowierzchniowej warstwy atmosfery w pobliskim uzdrowisku.

Ważnymi czynnikami warunkującymi zmiany w zanieczyszczeniu powietrza nad Szczawnem-Zdrój w ostatniej dekadzie XX w. były strukturalne przeobrażenia w przemyśle rejonu wałbrzyskiego oraz przemiany związane z gospodarką cieplną na terenie wyżej wymienionego uzdrowiska. Od 1987 r. wystąpił tam systematyczny spadek emisji i imisji zanieczyszczeń spowodowany modernizacją lokalnych kotłowni, zainstalowaniem na kominie sanatoryjnej kotłowni sprawniejszych urządzeń do redukcji zanieczyszczeń oraz zmianami w strukturze spalanych paliw (*Ocena stanu*... 1994, Raport... 1994, *Ochrona środowiska*... 1997). W 1991 r. Szczawno-Zdrój podłączono do sieci zasilanej gazem ziemnym. Zlikwidowano wówczas dużo pieców węglowych, zastępując je piecami gazowymi. W okresie 1991–1993 z sieci gazowej skorzystało 2352 mieszkań oraz 310 innych użytkowników (Piątek i Piątek 1996). Ponadto w budynkach mieszkalnych zainstalowano wte-

dy 50 pieców działających na olej opałowy (*Szczawno-Zdrój – dokumentacja statystyczna z lat 1991–1993. Urząd Miejski w Szczawnie-Zdroju*).

Poprawa jakości powietrza nad Szczawnem-Zdrój była również uwarunkowana czynnikami zewnętrznymi. Jednym z nich był kryzys ekonomiczny na przełomie lat 80 i 90 XX w., który przyczynił się do ograniczenia produkcji i likwidacji większości uciążliwych dla środowiska zakładów przemysłowych w Wałbrzychu. Spowodowało to spadek wielkości emisji zanieczyszczeń w tym mieście z 42,3 tys. Mg w 1988 r. do 7 tys. Mg w 2000 r. (tab. 49). W działających wówczas obiektach przemysłowych, m.in. w elektrociepłowniach, fabrykach porcelany stołowej i koksowniach podejmowano próby uszczelniania instalacji i urządzeń technologicznych,



Ryc. 118. Położenie Szczawna-Zdroju względem Wałbrzycha i obiektów przemysłowych zanieczyszczających powietrze w tym mieście: 1 – poziomice, 2 – kulminacja wzniesienia terenu, 3 – zabudowa, 4 – niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane, 5 – zakłady przemysłowe zanieczyszczające powietrze, 6 – kierunki przeważających wiatrów. Opracowanie własne.

Tab. 66. Struktura kierunków i prędkości wiatrów w południowo-zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej (na terenie Wałbrzycha Sobięcina).

Prędkość (m/s)	Kierunek (%)									Ogółem (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	cisza	
cisza	–	–	–	–	–	–	–	–	10,5	10,5
do 2	4,9	4,3	4	1,6	7,9	10,6	9,7	5,5	–	48,5
2–5	2,2	2,1	3,8	0,5	7,4	7	5	1,8	–	29,8
5–7	0,5	0,3	0,5	0,2	2	1,8	1	0,4	–	6,7
7–10	0,2	0,1	0,4	0,1	0,9	1,1	0,4	0,1	–	3,3
10–15	–	–	–	–	0,4	0,4	0,1	–	–	0,9
ponad 15	–	–	–	–	0,1	0,2	–	–	–	0,3
Ogółem	7,8	6,8	8,7	2,4	18,7	21,1	16,2	7,8	10,5	100

źródło: Ocena oddziaływania na powietrze Elektrociepłowni "Victoria" w latach 1985–1989 (ekspertyza). Dział Ochrony Środowiska KWK „Victoria" w Wałbrzychu.

z czym wiązała się niekontrolowana emisja zanieczyszczeń, a także zakładano sprawniejsze urządzenia do ochrony powietrza, głównie odpylacze i instalacje do odsiarczania spalin (*Ocena stanu*...1993, *Raport o stanie*...1994, 1997, Wójcik 1997a, Raport o stanie…. 1999). Poprawa czystości powietrza nad Szczawnem-Zdroju w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku była więc uwarunkowana, nie tylko przemianami zachodzącymi w tym mieście, ale także w gospodarce Wałbrzycha.

Istotnym źródłem niezorganizowanej emisji pyłów nad Wałbrzychem były czynne i niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane. W badanym okresie powierzchnia zajętej przez te formy terenu była zróżnicowana i wynosiła od 126 do 153 ha (Wójcik 2006b, 2006c, 2007a). Jak wcześniej sygnalizowano w niektórych dzielnicach Wałbrzycha, np. w Sobięcinie, aż 60% opadających na powierzchnię terenu pyłów pochodziło właśnie z hałd i osadników kopalnianych (Jabłoński 1976, Jabłoński, Kacperkiewicz 1979, Jońca, Kacperkiewicz 1986, Wójcik 1997a). W latach 1975–1995 największe powierzchnie nagich zwałów i osadników występowały w południowo-zachodniej części Kotliny Wałbrzyskiej, w odległości od 3,5 do 5 km na południe od Szczawna-Zdroju (ryc. 118). Znacznie bliżej, bo około 2,5 km od centrum uzdrowiska u podnóża zachodnich stoków Kopuły Chełmca, powstało duże zwałowisko skał płonnych zwane hałdą „Wiesław" (1–3) (ryc. 119). Usypywanie tej formy rozpoczęto w 1969 r. i nieustannie powiększano ją do 1998 r. (tab. 43). Powierzchnia, na której gromadzono odpady górnicze leży na wysokości od 470 do 490 m n.p.m. Obiekt ten zajmuje 25,9 ha, ma objętość 6,4 mln m^3 i maksymalną wysokość 70 m. Omawiany zwał składa się z kilku pryzm i stożków ściętych o wyrównanej wierzchowinie, leżących około 100 m wyżej niż centrum Szczawna-Zdroju. Tempo rekultywacji tej formy w okresie, kiedy była usypywana,

nie było zadawalające. W latach 1975–2000 zrekultywowano bowiem zaledwie 5,6 ha, natomiast przyrost powierzchni wyniósł 17,9 ha. Wielkość niezrekultywowanej powierzchni hałdy, będącej potencjalnym źródłem emisji pyłów nieustannie powiększała się od 7,2 ha w 1975 r. do 19,5 ha w 2000 r. (tab. 43).

W podobnej odległości od Szczawna-Zdroju, w pobliżu zabudowań dzielnicy Wałbrzycha - Białego Kamienia, znajduje się niezrekultywowany nazwałowy osadnik mułu węglowego (11–3), który również był źródłem zapylenia powietrza.

W Szczawnie-Zdroju przeważają wiatry południowo-zachodnie (21,6%), które wraz z wiatrami południowymi stanowią aż 33% ogółu obserwacji anemometrycznych. Mają one także największe średnie prędkości (3,3–3,6 m/s), co sprzyjało przemieszczaniu nad uzdrowisko różnych zanieczyszczeń znad uprzemysłowionego Wałbrzycha. Znaczna wysokość zwału „Wiesław" (1–3) w stosunku do zabudowy centrum Szczawna-Zdroju (około 100 m wyżej) oraz położenie tej formy 2 km na południowy zachód od uzdrowiska na drodze często występujących tu wiatrów z wyżej wymienionego kierunku, warunkowały transport nad Szczawno-Zdrój drobin pyłów pochodzących z niezrekultywowanej powierzchni hałdy. Część zanie-

Ryc. 119. Zwałowisko centralne (1-3) dawnej kopalni węgla „Thorez" usypane między dzielnicami Wałbrzycha: Sobięcin i Biały Kamień, u podnóża Chełmca. Znaczna część tej hałdy jest do dziś niezrekultywowana i stanowi jedno ze źródeł zapylenia powietrza m. in. w Szczawnie-Zdroju (fot. J. Wójcik).

czyszczeń pyłowych pochodziła także z pylenia drobnych odpadów wypełniającychwyżej wymieniony osadnik kopalniany. Potwierdziły to badania składu pyłu zawieszonego oraz opadu pyłu prowadzone przez OBiKŚ i PIOŚ na terenie wyżej wymienionego uzdrowiska (*Stan zanieczyszczenia*... 1981, *Sprawozdanie roczne*... 1990).

Położenie Szczawna-Zdroju w wąskiej dolinie Szczawnika rozszerzającej się ku północy w kierunku Wałbrzycha, otoczonej wzniesieniami o wysokościach względnych 80–130 m oraz zwarta zabudowa mieszkalna, zwłaszcza w centrum uzdrowiska, powodowały zmniejszenie prędkości wiatru oraz osłabienie jego siły nośnej (Baranowska i in. 1978, Wójcik 1997c, 2006d). Dolina Szczawnika należy do słabo przewietrzanych obszarów miasta, co podkreślają także Schmuck (1948a), Tyczka (1961), Jońca i Kacperkiewicz (1986) oraz Kozłowska-Szczęsna i in. (2002). Rzeźba terenu oraz zwarta zabudowa sprzyjają gromadzeniu się tam zanieczyszczeń pochodzących nie tylko z lokalnych źródeł emisji, ale także napływających tu znad Wałbrzycha. Częste inwersje termiczne i cisze atmosferyczne utrudniają rozpraszanie zanieczyszczeń i ich wynoszenie poza obręb miasta, (Wójcik 1997c, 2006d, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Charakterystycznym zjawiskiem atmosferycznym w dolinie Szczawnika są mgły występujące najczęściej w rano i wieczorem (Baranowska i in. 1978, Garczyńska 1992). Kilkudniowe okresy z pogodą wyżową sprzyjały powstawania tu zastoisk chłodnego powietrza (Jońca, Kacperkiewicz 1986, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Zalegające w obniżeniu terenu chłodne powietrze było zanieczyszczane spalinami samochodowymi oraz dymem pochodzącym z lokalnych kotłowni i palenisk domowych, co nierzadko prowadziło do wzrostu stężeń zanieczyszczeń i powstawania smogu. W latach 1975–1990 zjawisko to występowało zwykle od 17 do 25 dni w roku (informacja ustna od pracowników WIOŚ w Wałbrzychu).

Najniżej położone tereny w dolinie Szczawnika są otoczone od południowego wschodu wzniesieniami o wysokościach względnych 80–100 m. Wzgórza te hamują napływ zanieczyszczonego powietrza znad Wałbrzycha. Stoki wzniesień pokrywają lasy, które zmniejszają prędkości wiatru, a także pełnią funkcje ochronne zatrzymując i pochłaniając część pyłów i gazów docierających tu z Kotliny Wałbrzyskiej (Tyczka 1961, Baranowska i in. 1978, Wójcik 1997c, 2006d). Zabudowa dzielnicy sanatoryjnej jest otoczona od wschodu i zachodu terenami leśnymi, na których utworzono Park-Zdrojowy im. H. Wieniawskiego i Park Szwedzki. W granicach administracyjnych Szczawna-Zdroju lasy i parki zajmują ogółem 7,17 km^2 (*Rocznik statystyczny województwa wałbrzyskiego* 1998), co stanowi 48,1% obszaru miasta. Znaczne powierzchnie parków tworzą specyficzny mikroklimat uzdrowiska o korzystnych warunkach wilgotnościowych (Baranowska i in. 1978, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002), co wpływa dodatnio na stan higieniczny powietrza w tym mieście.

Nawiązując do wyników badań Baranowskiej i in. (1987) oraz Kozłowskiej-Szczęsnej i in. (2002), a także omawianego wyżej przestrzennego zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza na tle warunków klimatu lokalnego i rzeźby terenu, wydzielono w Szczawnie-Zdroju trzy obszary o różnych warunkach higienicznych powietrza:

1. Strefę o najmniej korzystnych warunkach obejmującą najniżej położone tereny w dolinie Szczawnika (400–440 m n.p.m.), słabo przewietrzaną, w której występuje zwarta zabudowa miasta, w tym także dzielnica sanatoryjna.
2. Strefę o umiarkowanie korzystnych warunkach obejmującą zachodnie zbocza doliny Szczawnika oraz północną część miasta. Tereny te leżą kilkadziesiąt metrów wyżej nad korytem Szczawnika, a występująca tam zabudowa mieszkalna jest mniej zwarta, co ułatwia lepsze przewietrzanie tej części miasta.
3. Strefę o najkorzystniejszych warunkach, położoną w zachodniej i północnej częściach miasta oraz na pokrytych lasami stokach Wzniesień Stróżek-Ptasia Kopa (ryc. 120).

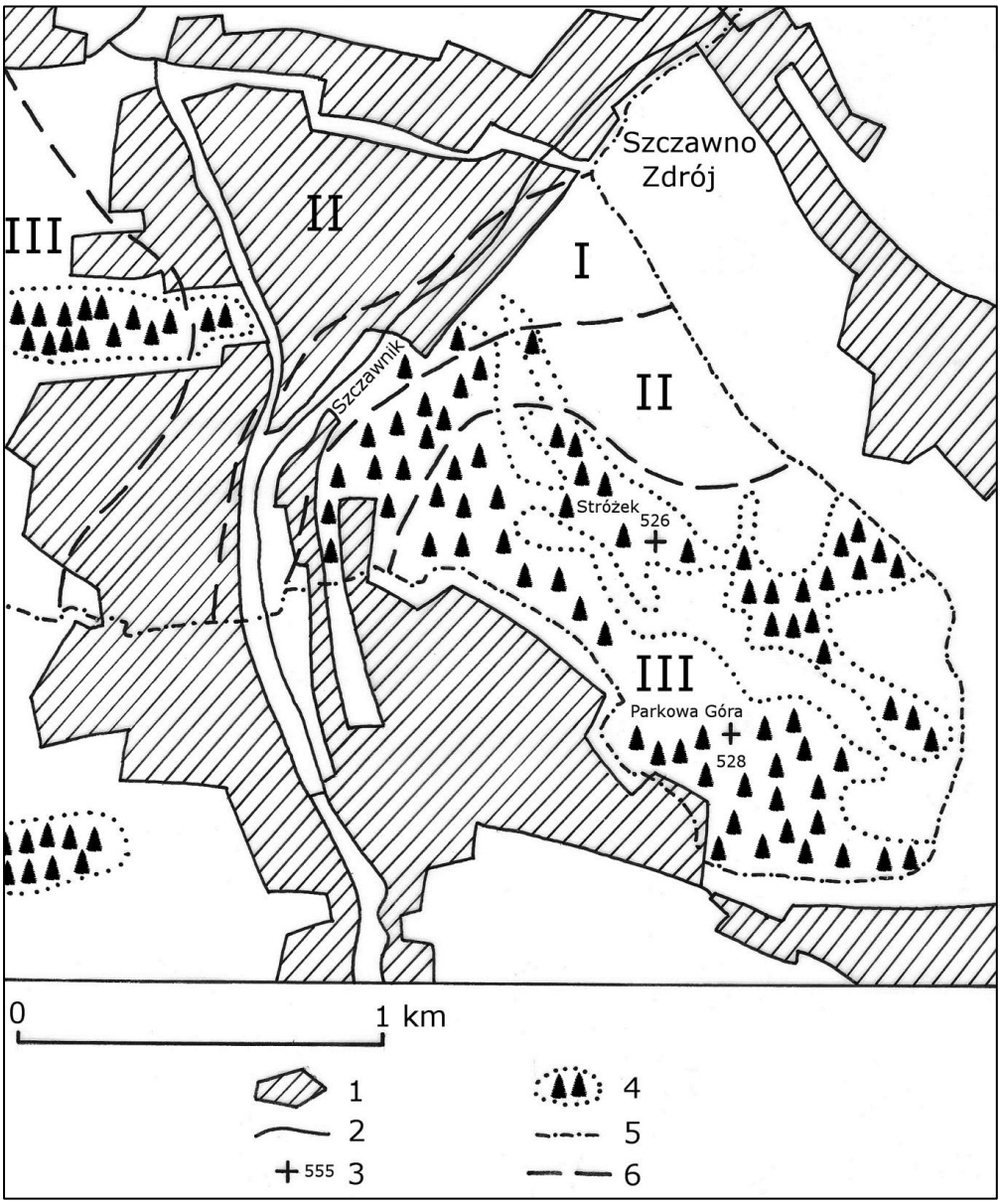
Ostatni z wyżej wymienionych obszarów zajmuje tereny położone kilkadziesiąt metrów nad dnem doliny Szczawnika. Niska, przeważnie willowa zabudowa mieszkalna oraz znaczne niezabudowane jeszcze powierzchnie w tej części miasta, a także stosunkowo częste wiatry południowo-zachodnie i zachodnie sprzyjają dobremu przewietrzaniu tej strefy. Wzniesienia Stróżka-Ptasiej Kopy są natomiast prawie w całości pokryte lasami, co powoduje występowanie tu specyficznych, korzystnych warunków mikroklimatycznych (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Zwarte powierzchnie leśne na południowym wschodzie Szczawna-Zdroju tworzą także „naturalną barierę ochronną" przed napływem zanieczyszczonego powietrza znad uprzemysłowionych dzielnic Wałbrzycha.

Biorąc pod uwagę warunki naturalne Szczawna-Zdroju i najbliższej okolicy tego miasta, które wpływały na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń oraz przestrzenne zróżnicowanie i zmiany w wielkości emisji i imisji pyłów i gazów w czasie, opracowano model uwarunkowań środowiskowych i czynników wpływających na zanieczyszczenie powietrza oraz przemian, jakie zachodziły w ważnym dla funkcjonowania uzdrowiska elemencie środowiska przyrodniczego – powietrzu (ryc. 121). Przedstawiono w nim także zasadnicze tendencje zmian w zanieczyszczeniu powietrza nad omawianym uzdrowiskiem w ostatnim ćwierćwieczu XX w. spowodowane antropopresją. Przeobrażenia w zanieczyszczeniu powietrza powiązano z przemianami w gospodarce Wałbrzycha oraz zmianami w rodzajach paliw wykorzystywanych do wytwarzania ciepła w Szczawnie-Zdroju, zwłaszcza w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku.

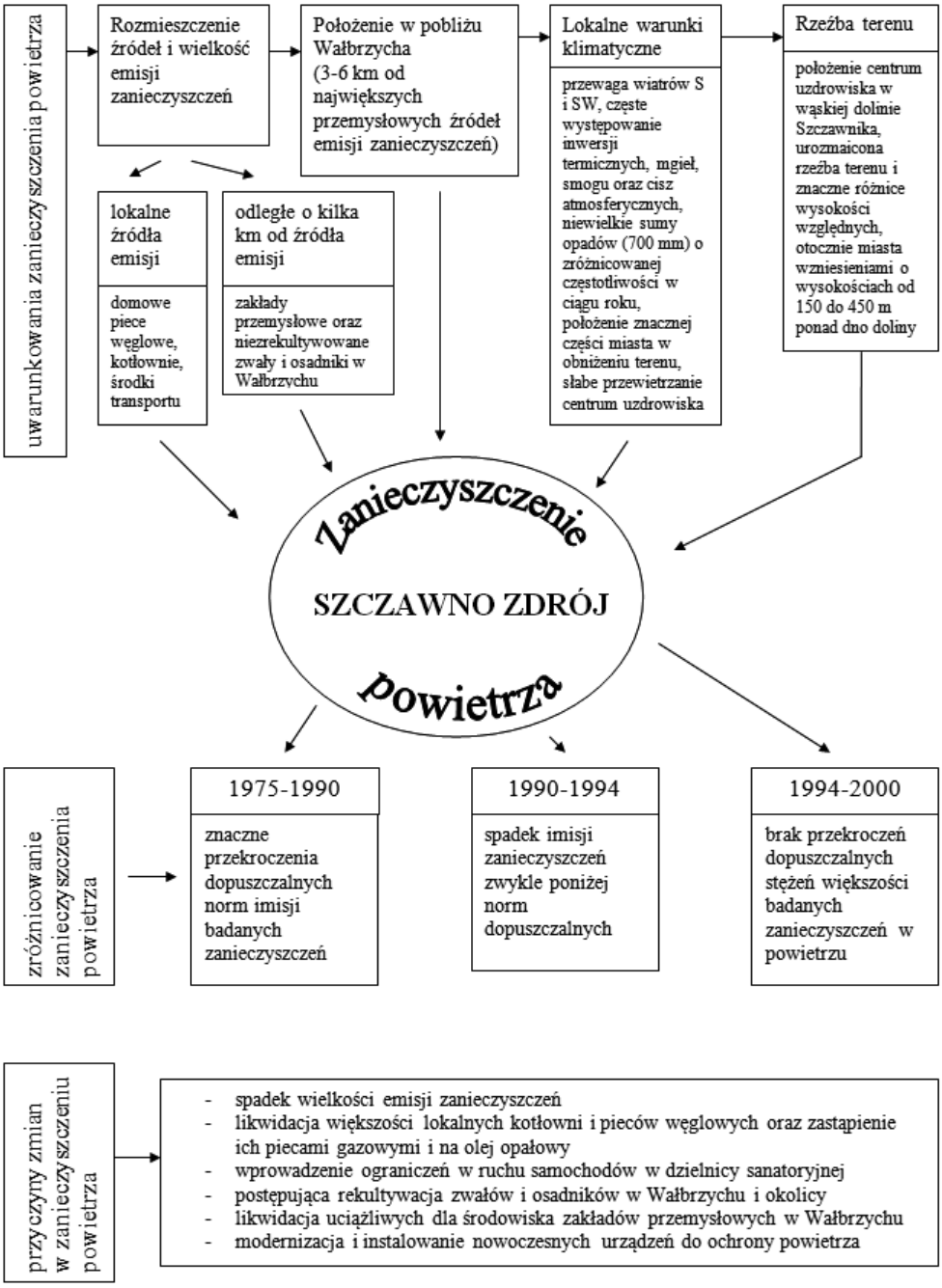
Podsumowując wyniki badań na temat zanieczyszczenia powietrza nad Szczawnem-Zdrój w latach 1975–2000 sformułowano kilka uogólnień i wniosków.

1. W rozpatrywanym okresie zanieczyszczenie powietrza nad Szczawnem-Zdrój było uwarunkowane wpływem dwóch grup czynników: wewnętrznych, związanych

z emisją pyłów i gazów w uzdrowisku oraz zewnętrznych – napływem zanieczyszczeń, głównie przemysłowych znad Wałbrzycha.



Ryc. 120. Zróżnicowanie przestrzeni nad Szczawnem-Zdroju ze względu na stan higieniczny powietrza: 1 – zabudowa, 2 – drogi, 3 – kulminacja wzniesienia terenu, 4 – lasy, 5 – granice administracyjne Szczawna-Zdroju, 6 – granice stref o zróżnicowanych warunkach higienicznych powietrza; I – o najmniej korzystnych warunkach, II – o umiarkowanie korzystnych warunkach, III – o najbardziej korzystnych warunkach. Opracowanie własne.



Ryc. 121. Zmiany i uwarunkowania zanieczyszczenia powietrza w Szczawnie-Zdroju w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

2. Stwierdzono ścisły związek przyczynowo-skutkowy między zanieczyszczeniem powietrza nad Szczawnem-Zdrój, a przemianami zachodzącymi w gospodarce rejonu wałbrzyskiego. Znaczne imisje pyłów i gazów występowały w okresie, kiedy w Wałbrzychu były rozwinięte tradycyjne gałęzie przemysłu, a na terenie uzdrowiska do wytwarzania ciepła w większości gospodarstw domowych wykorzystywano piece węglowe. Likwidacja w latach 1992–1997 większości uciążliwych dla środowiska przyrodniczego zakładów przemysłowych na terenie Wałbrzycha związana z restrukturyzacją gospodarki w tym mieście, a także przemiany w Szczawnie-Zdroju polegające na stopniowym zastępowaniu pieców węglowych piecami olejowymi i gazowymi, przyczyniły się do wyraźnej poprawy czystości powietrza w wyżej wymienionym uzdrowisku.

3. Zasadniczymi czynnikami przestrzennego zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza nad Szczawnem-Zdrój są specyficzne warunki naturalne panujące w tym mieście oraz różne zagospodarowanie i pokrycie terenu. Struktura kierunków wiatrów i ukształtowanie powierzchni sprzyjały napływowi zanieczyszczeń emitowanych przez wałbrzyski przemysł. Wąska i stosunkowo głęboka dolina Szczawnika, zajęta pod zwartą zabudowę centrum uzdrowiska, jest obszarem słabo przewietrzanym, gdzie często notowano znacznie zanieczyszczone powietrze. Najlepsze warunki aerosanitarne panowały w zachodniej części Szczawna-Zdroju oraz w obrębie Wzniesień Stróżka-Ptasiej Kopy, ze względu na wyższe położenie i lepsze przewietrzanie tych terenów oraz występujące tam duże powierzchnie lasów i parków leśnych..

4. Szczawno-Zdrój jest przykładem uzdrowiska, w którym warunki terenowe i klimat lokalny, a także niewielka odległość od Wałbrzycha wpływały niekorzystnie na stan sanitarny powietrza w tym mieście. W latach 1975–1989, kiedy wałbrzyski przemysł emitował do atmosfery duże ilości różnych zanieczyszczeń, nad Szczawnem-Zdrój notowano znacznie zanieczyszczone powietrze. Wraz ze spadkiem wielkości emisji pyłów i gazów w Wałbrzychu wystąpiła również systematyczna poprawa stanu sanitarnego powietrza w wyżej wymienionym uzdrowisku.

Jedlina-Zdrój jest znacznie mniejszym od Szczawna-Zdroju uzdrowiskiem, natomiast jako jednostka administracyjna zajmuje nieco większą powierzchnię (odpowiednio: 17,5 km^2 i 14,9 km^2). W latach 1975–1995, w przeciwieństwie do Szczawna-Zdroju, miasto to pełniło także funkcje przemysłowe. Działało tu 16 zakładów przemysłowych, m.in. Zakłady Porcelany Elektrotechnicznej „Zofiówka", garbarnia oraz zakłady bawełniane i odzieżowe (ryc. 87). Tereny przemysłowe zajmowały ogółem 2,3 km^2, co stanowiło 13% powierzchni miasta. Większość obiektów przemysłowych (dwanaście spośród szesnastu), które emitowały do powietrza różne zanieczyszczenia, powstało w zachodniej i południowej części miasta, w dzielnicach Glinica i Suliszów. W osiedlu Jedlinka (południowo-wschodnia część Jedliny-Zdroju) działały dwa, a w Kamieńsku (północno-zachodnia część miasta)

i w centrum uzdrowiska po jednym zakładzie przemysłowym. Wśród ogółu obiektów przemysłowych największy wpływ na zanieczyszczenie powietrza wywierały te, które zlokalizowano w dzielnicach Glinica i Suliszów (*Raport o stanie*… 1997). Zakłady te znajdowały się bowiem w niewielkiej odległości od centrum Jedliny-Zdroju i dzielnicy sanatoryjnej (0,8–1,3 km), a ponadto „na drodze" częstych w tym mieście wiatrów zachodnich, południowo-zachodnich i południowych (56% ogółu notowanych w uzdrowisku) (ryc. 8). Średnie roczne prędkości tych wiatrów wynosiły od 3,5 do 4,5 m/s (Styrna 1981). Otaczające od zachodu, północy i wschodu centrum Jedliny-Zdroju wzniesienia terenu o wysokościach względnych 100–130 m nie sprzyjały przewietrzaniu dzielnicy sanatoryjnej (Styrna 1981, Wójcik 1997c, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Ponadto w zimie, kiedy kotłownie i domowe piece węglowe emitowały więcej zanieczyszczeń, częściej niż w lecie notowano tu wiatry południowe i południowo-zachodnie (Styrna 1981) Powodowały one napływ pyłów i gazów przemysłowych do strefy sanatoryjnej. W okresie od listopada do lutego w Jedlinie-Zdroju występuje również znaczna wilgotność względna powietrza (85–88%). Wtedy także częściej niż w pozostałych miesiącach roku tworzą się mgły i zamglenia (Schmuck 1948a, Styrna 1981, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). W związku z tym warunki aerosanitarne na terenie Jedliny-Zdroju są zwykle mniej korzystne w miesiącach zimowych, aniżeli w okresie od kwietnia do listopada. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych w omawianym uzdrowisku wynosi 765 mm. Największe średnie miesięczne wielkości opadów notuje się od czerwca do sierpnia (93–108 mm), najmniejsze zaś w styczniu, lutym i marcu (36–41 mm) (tab. 2). W miesiącach letnich występują więc zwykle korzystniejsze warunki do usuwania zanieczyszczeń z powietrza przez opady, niż w okresie zimowym.

Nawiązując do struktury kierunków i prędkości wiatrów, wielkości i rozkładu opadów, wilgotności powietrza oraz liczby dni z zamgleniami i mgłami w skali roku należy podkreślić, że czynniki te wywierały różny wpływ na stan sanitarny powietrza nad Jedliną-Zdrój. Szczególnie niekorzystne warunki atmosferyczne panowały w półroczu chłodnym, zwłaszcza w zimie. Występowała wówczas większa niż w lecie wilgotność powietrza i liczba dni z mgłą, a także mniejsze sumy opadów oraz częstsze wiatry południowo-zachodnie. W zimie notowano również znaczne większe emisje zanieczyszczeń, w związku z dużym zapotrzebowaniem na ciepło. Z tych powodów zanieczyszczenie powietrza m.in. SO_2 nad omawianym uzdrowiskiem było zróżnicowane w czasie – zwykle mniejsze w lecie niż w zimie (tab. 60).

Szczególnie dokuczliwe dla mieszkańców Jedliny-Zdroju są grawitacyjne spływy chłodnych mas powietrza wzdłuż zachodnich stoków Grzbietu Rybnickiego (Styrna 1981, *Środowisko przyrodnicze*... 1992, Wójcik 1997c). Powodowały one napływ zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady zlokalizowane w zachodnich dzielnicach do strefy sanatoryjnej i centrum miasta, gdzie mieszka najwięcej ludności.

Zabudowa Jedliny-Zdroju zajmuje południowo-wschodnią część Obniżenia Górnej Bystrzycy oraz wschodnie stoki Gór Czarnych. Wysokości w obrębie miasta wahają się od 425 m n.p.m. w dolinie Bystrzycy do 560 m n.p.m. na stokach Gór Czarnych. Od południowego zachodu i zachodu uzdrowisko jest otoczone masywem Grzbietu Rybnickiego (853 m n.p.m.), a od północy Górami Czarnymi (631 m n.p.m.). Wysokości względne Gór Wałbrzyskich, w stosunku do powierzchni terenu, na której powstała zabudowa uzdrowiska, wynoszą więc od około 200 do 430 m.

Położenie Jedliny-Zdroju w zwężającym się ku północy obniżeniu terenu, otoczonym górami o znacznych wysokościach względnych nie sprzyjało dobremu przewietrzaniu miasta. Zabudowa centrum uzdrowiska oraz bariera orograficzna Gór Czarnych powodowały osłabienie siły nośnej wiatrów, zwłaszcza południowych i południowo-zachodnich. W strefie sanatoryjnej często dochodziło do kumulacji zanieczyszczeń pochodzących m.in. z zakładów przemysłowych zlokalizowanych w dzielnicach Suliszów i Glinica, a także z lokalnych kotłowni i domowych pieców węglowych. Skutkiem tego było nierzadko występujące w latach 1975–1990, w centrum uzdrowiska, znaczne zanieczyszczenie powietrza (tab. 53, 56, 59 i 61). Kumulacji różnych zanieczyszczeń w powietrzu sprzyjały także często notowane w Jedlinie-Zdroju cisze atmosferyczne (20,9% ogółu obserwacji anemometrycznych). Na ogół mniejsze zanieczyszczenie powietrza nad omawianym uzdrowiskiem występowało w okresach, kiedy notowano tu wiatry północne, północno-zachodnie i północno-wschodnie. W Jedlinie-Zdroju występują one jednak rzadko (18% ogółu obserwacji anemometrycznych), co nie sprzyjało systematycznemu wentylowaniu przestrzeni nad tym miastem.

Ważnym czynnikiem wpływającym korzystnie na stan higieniczny powietrza w omawianym uzdrowisku są lasy. W granicach administracyjnych miasta tereny zadrzewień i lasów zajmują ogółem 8,85 km^2 (*Rocznik statystyczny województwa wałbrzyskiego* 1998), co stanowi aż 47,8% powierzchni Jedliny-Zdroju. Porastają one wzniesienia otaczające od północnego-zachodu, północy i wschodu centrum Jedliny-Zdroju, a także tereny w strefie sanatoryjnej, tworząc tam zwarty pas drzew o zróżnicowanej szerokości (200–400 m). Pełni on funkcję ochronną przed napływem zanieczyszczeń z zewnątrz oraz pochłania pyły i gazy emitowane do atmosfery w centrum uzdrowiska. Kompleksy leśne utrudniają jednak przewietrzanie terenów zabudowy mieszkalnej, na których dominują źródła niskiej emisji zanieczyszczeń.

Podsumowując należy stwierdzić, że przemysł w Jedlinie-Zdroju wywierał w badanym okresie, niekorzystny wpływ na stan sanitarny powietrza w uzdrowisku. Pomimo, że większość zakładów emitujących zanieczyszczenia powstała poza obszarem ochrony uzdrowiskowej, ich wpływ na powietrze w tej strefie był znaczący. Obiekty te znajdowały się bowiem na „drodze" częstych wiatrów wiejących ku centrum Jedliny-Zdroju, co powodowało napływ zanieczyszczeń. Warunki terenowe i klimatyczne w centrum wyżej wymienionego miasta utrudniały przewietrzaniu tego obszaru. Istotnym źródłem zanieczyszczania powietrza w Jedlinie-Zdroju były

także lokalne kotłownie i piece domowe, w których spalano zwykle niskogatunkowy węgiel kamienny, miał węglowy i brykiety oraz różne odpady gospodarcze. W ostatniej dekadzie badanego okresu, ze względów ekonomicznych zamknięto większość uciążliwych dla powietrza zakładów przemysłowych w tym mieście (zakłady włókiennicze, garbarnię), a w innych (m.in. Fabryce Porcelany Elektrotechnicznej „Zofiówka") systematyczne ograniczano wielkość produkcji. Zaobserwowano wtedy znaczną poprawę czystości powietrza w porównaniu do okresu, sprzed 1992 r. Wskazuje to na istotną rolę przemysłu jako czynnika zanieczyszczania powietrza w Jedlinie-Zdroju. Poprawa jakości powietrza nad omawianym uzdrowiskiem wiązała się z przemianami w gospodarce miasta, które przypadały na początek okresu transformacji ustrojowej i były uwarunkowane głównie względami ekonomicznymi.

Nie ulega wątpliwości, że głównymi źródłami zanieczyszczenia powietrza w badanym obszarze były różne obiekty przemysłowe na terenie Wałbrzycha. Jak wcześniej ustalono, przestrzenny zasięg wpływu wałbrzyskiego przemysłu na powietrze obejmował nie tylko przypowierzchniową warstwę atmosfery nad tym miastem, ale także nad Szczawnem-Zdrój. W ramach prowadzonych badań podjęto próbę ustalenia, czy wałbrzyski przemysł oddziaływał na powietrze nad Jedliną-Zdrój oraz, które z wyżej wymienionych uzdrowisk było bardziej narażone na zanieczyszczenia emitowane przez obiekty przemysłowe w Wałbrzychu. W tym celu dokonano analizy położenia wyżej wymienionych miejscowości względem Wałbrzycha oraz uwarunkowań środowiskowych i czynników mających istotny wpływ na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w powietrzu, przede wszystkim struktury kierunków, prędkości i częstości wiatrów oraz rzeźby terenu. W świetle przeprowadzonych analiz ustalono, że Jedlina-Zdrój ma korzystniejsze położenie względem Wałbrzycha, niż Szczawno-Zdrój. Miasto to leży bowiem w większej odległości (od 6,6 do 8,0 km) od najbardziej uciążliwych dla powietrza zakładów przemysłowych oraz niezrekultywowanych hałd i osadników kopalnianych w Wałbrzychu, aniżeli Szczawno-Zdrój, które graniczy bezpośrednio z Wałbrzychem. Ponadto Jedlinę-Zdrój oddzielają od Wałbrzycha Góry Czarne (661–776 m n.p.m.). Masyw ten wznosi się od 230 do 340 m nad dnem Kotliny Wałbrzyskiej tworząc znacznej wysokości barierę orograficzną dla przemieszczanie się mas powietrza znad Wałbrzycha w kierunku Jedliny-Zdrój. Góry Czarne są pokryte zwartymi kompleksami leśnymi, które zatrzymują i pochłaniają zanieczyszczenia pyłowe i gazowe wynoszone przez wiatry z Kotliny Wałbrzyskiej.

Jedlina-Zdrój leży na południowy wschód od Wałbrzycha. Występujące tu północno-zachodnie wiatry nie należą do częstych (8,3% ogółu obserwacji anemometrycznych) i mają zwykle niewielkie średnie prędkości (2,0–2,4 m/s) (Styrna 1981, Kozłowska-Szczęsna i in. 2002, Szczerbińska 2004). Na podstawie analizy ukształtowania powierzchni terenu oraz częstości i prędkość wiatrów, a także położenia Jedliny-Zdrój względem Wałbrzycha uważam, że wałbrzyski przemysł nie

oddziaływał na powietrze w wyżej wymienionym uzdrowisku lub jego wpływ był znikomy. Wskazują na to wyniki badań zanieczyszczenia powietrza na terenie tego uzdrowiska. Jak wcześniej sygnalizowałem w powietrzu nad Jedliną-Zdroju nie stwierdzono bowiem żadnych specyficznych zanieczyszczeń, np. fluoru, benzoapirenu i siarkowodoru, czy substancji smołowych w pyle zawieszonym, które dokumentowałyby migrację zanieczyszczeń z Kotliny Wałbrzyskiej. W latach 1975–1992 związki te były emitowane do atmosfery m.in. przez Hutę Szkła „Wałbrzych", Zakłady Koksownicze „Wałbrzych" oraz fabrykę kwasu siarkowego i występowały często, nie tylko w powietrzu nad Wałbrzychem, ale także nad Szczawnem-Zdrój.

Porównując sumaryczną wielkość zanieczyszczeń wyemitowanych w ciągu roku w uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego ze średnimi rocznymi wielkościami imisji pyłów i gazów nad tymi miastami stwierdzono specyficzną zależność. Ustalono, że w badanym okresie łączna ilość wprowadzonych do atmosfery zanieczyszczeń była większa w Jedlinie-Zdroju, niż w Szczawnie-Zdroju (odpowiednio: 11,7 tys. Mg i 9,8 tys. Mg, w tym pyły 5,1 i 3,0 tys. Mg, a gazy 6,6 i 6,8 tys. Mg) (tab. 51). W latach 1975–1990 głównym źródłem emisji pyłów i gazów w Jedlinie-Zdroju był przemysł i gospodarka komunalna. W Szczawnie-Zdroju brak natomiast obiektów przemysłowych emitujących zanieczyszczenia do powietrza. Po 1990 r., na skutek likwidacji niektórych zakładów przemysłowych w Jedlinie-Zdroju oraz spadku produkcji w innych, wyraźnie zmniejszyła się tam wielkość emisji zanieczyszczeń. W okresie 1992–2000, za wyjątkiem 1993 r., sumaryczna ilość wyemitowanych do atmosfery nad Szczawnem-Zdrój pyłów i gazów była już większa, niż w Jedlinie-Zdroju. Pomimo, iż łączna wielkość wprowadzonych do powietrza zanieczyszczeń w Jedlinie-Zdroju była w latach 1975–1990, większa, niż w Szczawnie-Zdroju, średnie roczne wartości imisji pyłu zawieszonego oraz dwutlenku siarki i dwutlenku azotu, a także formaldehydu były tam mniejsze. Świadczy to pośrednio o znacznym wpływie wałbrzyskiego przemysłu na zanieczyszczenie powietrza w pobliskim Szczawnie-Zdroju.

Konkludując ustalono, że Szczawno-Zdrój ma mniej korzystne położenie w stosunku do Wałbrzycha niż Jedlina-Zdrój. Rzeźba terenu i warunki klimatu lokalnego sprzyjały tam bowiem częstej migracji zanieczyszczeń z Wałbrzycha. Istotnym uwarunkowaniem znacznego zanieczyszczania powietrza była również niewielka odległość obu miast. W porównaniu do Jedliny-Zdroju, gdzie głównym źródłem zanieczyszczenia powietrza były działające w tym mieście zakłady przemysłowe oraz liczne kotłownie i piece węglowe, Szczawno-Zdrój jest przykładem miejscowości, w której stan sanitarny powietrza zależał także od napływu zanieczyszczeń spoza uzdrowiska. Decydujący wpływ na większe zanieczyszczenie powietrza w okresie 1975–1990 w Szczawnie-Zdroju niż w Jedlinie-Zdroju wywarło położenie tego miasta w stosunku do Wałbrzycha i panujące tam warunki naturalne. Porównawcze zestawienie uwarunkowań środowiskowych i czynników wpływają-

cych na zanieczyszczenie powietrza w uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego, ze szczególnym uwzględnieniem położenia względem Wałbrzycha, przedstawiono w tab. 67.

Podsumowując wyniki badań na temat uwarunkowań środowiskowych i czynników zróżnicowania zanieczyszczenia powietrza w rejonie wałbrzyskim, w aspektach przestrzennym i czasowym, sformułowano następujące uogólnienia i wnioski.

1. Zanieczyszczenie powietrza w badanym obszarze wiązało się z wpływem przemysłu, zarówno bezpośrednim, jak i pośrednim. Działalność ta wywarła znaczący wpływ na powietrze, zwłaszcza w latach 1975–1990. Wtedy to obiekty przemysłowe emitowały do atmosfery największe ilości różnych zanieczyszczeń. W ostatniej dekadzie XX w. wystąpił spadek udziału przemysłu w zanieczyszczaniu powietrza. Mniejszą rolę w zanieczyszczaniu przypowierzchniowej warstwy atmosfery nad rejonem wałbrzyskim odegrały gospodarka komunalna, spalanie węgla w kotłowniach i piecach domowych oraz motoryzacja. Największe zanieczyszczenie powietrza spowodowane rozwojem przemysłu, notowano na terenie Wałbrzycha, zwłaszcza w Kotlinie Wałbrzyskiej, znacznie mniejsze w Boguszowie-Gorcach oraz

Tab. 67. Porównanie położenia Szczawna-Zdroju i Jedliny-Zdroju względem Wałbrzycha i związanych z tym uwarunkowań zanieczyszczania powietrza przez przemysł wałbrzyski

Wyszczególnienie	Szczawno-Zdrój	Jedlina-Zdrój
Położenie względem uprzemysłowionych terenów Wałbrzycha	Na północ, północny zachód i północny wschód, w odległości od 1 do 4 km	Na południowy wschód, w odległości od 6 do 8 km
Struktura wiatrów od strony Wałbrzycha	SW: 21,6%; S: 11,4%; SE: 2,5% Razem: 35,5% ogółu wiatrów	NW: 8,3%
Rzeźba terenu	Urozmaicona: głęboka dolina Szczawnika otoczona wzniesieniami o wysokościach względnych od 40 do 130 m	Urozmaicona o wysokościach względnych do 150 m. Masyw Gór Czarnych oddzielający uzdrowisko od Wałbrzycha ma wysokość względną od 300 do 350 m.
Pokrycie terenu	Stosunkowo duża powierzchnia lasów i zadrzewień (48% terenów uzdrowiska) oraz gęsta zabudowa mieszkalna w najniżej położonej części miasta (dolinie Szczawnika)	Stosunkowo duża powierzchnia lasów i zadrzewień (48% terenów uzdrowiska) oraz zwykle mało zwarta zabudowa mieszkalna
Inne niekorzystne uwarunkowania związane z położeniem	w niewielkiej odległości (2,5-5,0 km od centrum uzdrowiska) znajdują się niezrekultywowane hałdy i osadniki kopalniane oraz różne obiekty przemysłowe zanieczyszczające powietrze	znaczne powierzchnie terenów przemysłowych (2,3 km^2: 13% obszaru miasta) leżących głównie na zachód i południowy zachód od centrum uzdrowiska
	położenie w wąskiej dolinie Szczawnika nie sprzyjającej przewietrzaniu tego obszaru	

Opracowanie własne.

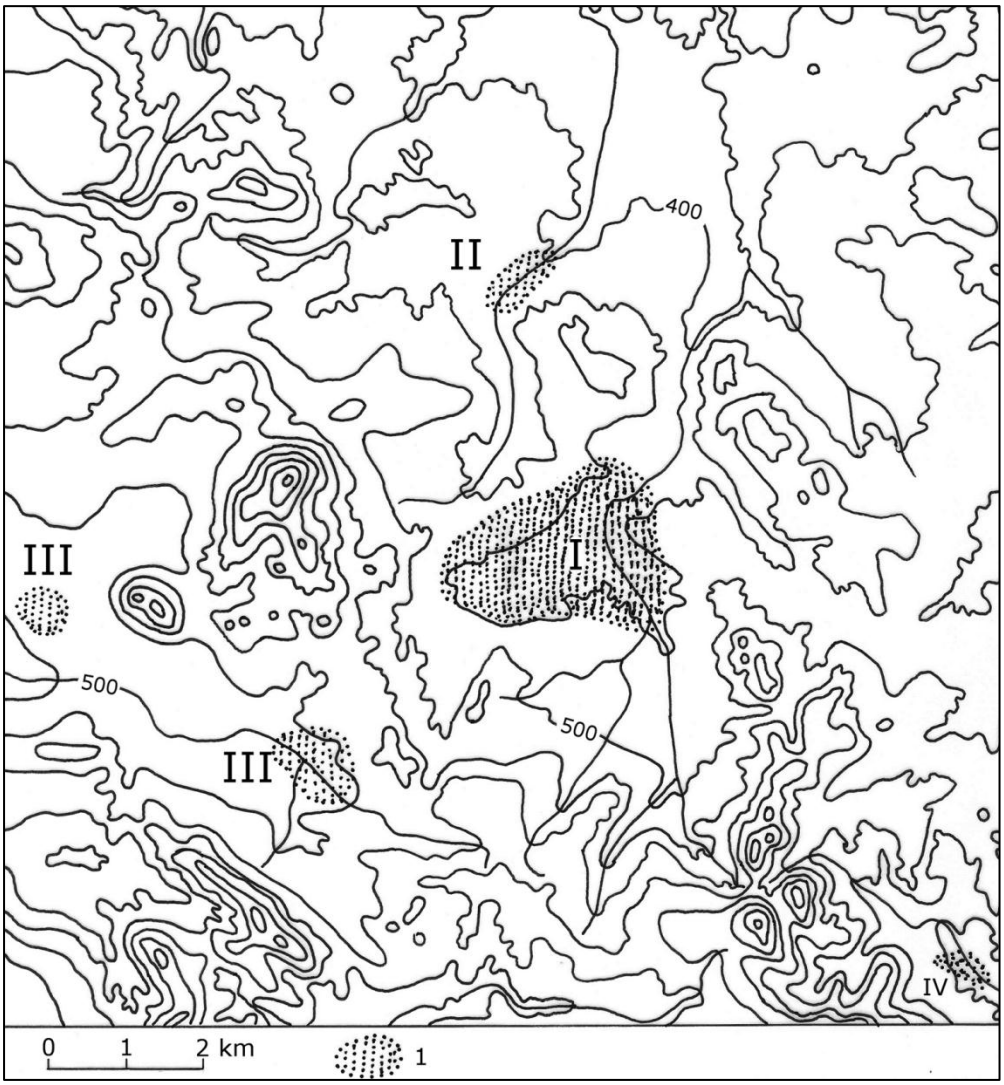
w Jedlinie-Zdroju. Jeszcze na początku lat 90 ubiegłego wieku spore zanieczyszczenie powietrza notowano także nad Szczawnem-Zdrój. Było ono spowodowane istnieniem dużej liczby lokalnych źródeł emisji (kotłowni, pieców węglowych), znacznym natężeniem ruchu samochodowego oraz częstym napływem zanieczyszczeń znad uprzemysłowionych terenów Kotliny Wałbrzyskiej.

2. Głównymi uwarunkowaniami przemian w zanieczyszczeniu powietrza nad rejonem wałbrzyskim w latach 1987–1994 były kryzys ekonomiczny, który przyczynił się do ograniczenia produkcji przemysłowej oraz głęboka restrukturyzacja przemysłu związana z transformacją gospodarki. Likwidacja większości uciążliwych zakładów przemysłowych oraz wyraźny spadek produkcji w innych, a także przemiany w strukturze wałbrzyskiego przemysłu (powstanie kilkunastu nowych zakładów przemysłowych na obszarze Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej) i postęp w rekultywacji hałd i osadników kopalnianych, przyczyniły się do znacznej poprawy czystości powietrza. Nadrzędnym uwarunkowaniem zaistniałych zmian była transformacja gospodarki i związane z nią procesy restrukturyzacji przemysłu w badanym obszarze.

3. Charakterystyczną cechą zanieczyszczenia powietrza nad rejonem wałbrzyskim było znaczne zróżnicowanie tego zjawiska w czasie. Wydzielono trzy okresy o różnym zanieczyszczeniu powietrza: 1975–1986 o największej, przekraczającej normy dopuszczalne imisji większości badanych zanieczyszczeń w powietrzu; 1995–2000 o najmniejszym stężeniu pyłów i gazów w powietrzu, zwykle nie przekraczającym wartości dopuszczalnych oraz 1987–1994 (okres przejściowy), w którym zaznaczył się znaczny spadkowy trend imisji zanieczyszczeń. Pierwszy i ostatni z wyżej wydzielonych okresów różnią się także zróżnicowaną ilością notowanych w powietrzu zanieczyszczeń gazowych, zwłaszcza nad Wałbrzychem i Szczawnem-Zdrój. W latach 1975–1986 powszechnie występującymi w powietrzu zanieczyszczeniami były m.in. związki fluoru, fenole, różne węglowodory aromatyczne (benzen, ksylen, toluen i inne) i siarkowodór. W ostatnich pięciu latach badanego okresu nie notowano już większości tych zanieczyszczeń w powietrzu, w związku z likwidacją zakładów przemysłowych emitujących te gazy do atmosfery. Wydzielone wyżej okresy o zróżnicowanym zanieczyszczeniu powietrza nawiązują do zmian, jakie zachodziły w przemyśle badanego rejonu. Największe zanieczyszczenie powietrza przypadało bowiem na okres, w którym rozwijały się tradycyjne gałęzie przemysłu, najmniejsze zaś notowano po likwidacji uciążliwych obiektów przemysłowych emitujących znaczne ilości różnych zanieczyszczeń. Spadek imisji pyłów i gazów w powietrzu przypadający na lata 1987–1994 wiązał się natomiast z początkiem kryzysu gospodarczego w regionie i wynikającymi z tego ograniczeniami produkcji w przemyśle oraz rozpoczęciem likwidacji przestarzałych i nierentownych zakładów przemysłowych stanowiących dotychczas trzon gospodarki w badanym obszarze. Na skutek przemian gospodarczych zmniejszyły się także dysproporcje w przestrzennym zróżnicowaniu zanieczyszczenia powietrza w rejonie wałbrzyskim. Restrukturyzację

przemysłu można więc uznać za istotne uwarunkowanie zmian w zanieczyszczeniu powietrza nad rejonem wałbrzyskim, zarówno w aspekcie czasowym, jak i przestrzennym.

4. Ważnym czynnikiem wpływającym na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń oraz stężenie pyłów i gazów w powietrzu są zróżnicowane warunki naturalne rejonu wałbrzyskiego. Obszary uprzemysłowione i zurbanizowane, na których notowano znaczne emisje pyłów i gazów, powstały przeważnie na terenach słabo przewietrzanych. W związku z tym często dochodziło tam do gromadzenia się zanieczyszczeń w powietrzu. W latach 1975–1989 przestrzenne rozmieszczenie zanieczyszczeń w powietrzu nad rejonem wałbrzyskim było zróżnicowane i charakteryzowało się występowaniem „wysp" , a więc przestrzeni, w których stężenie pyłów i gazów było znacznie większe niż nad obszarami sąsiednimi. Największą była „wyspa wałbrzyska", często tworząca się nad dnem Kotliny Wałbrzyskiej (ryc. 122). Notowano tu największe, zwykle ponadnormatywne stężenia różnych zanieczyszczeń w powietrzu, zwłaszcza nad centralną i południową częścią kotliny. Napływ zanieczyszczeń z południowo-zachodniej, silnie uprzemysłowionej części kotliny do jej centrum był uwarunkowany tworzeniem się nad Wałbrzychem miejskiej wyspy ciepła i powstawaniem bryzy miejskiej. W niewielkiej odległości (około 4 km) od śródmieścia Wałbrzycha często występowała także wyspa zanieczyszczonego powietrza nad Szczawnem-Zdrój. Największe imisje zanieczyszczeń, na ogół przekraczające dopuszczalne normy, notowano tam nad dnem doliny Szczawnika w centrum miasta. Ze względu na słabe przewietrzanie śródmiejskiej strefy uzdrowiska gromadziły się tam w powietrzu także pyły i gazy napływające z Wałbrzycha. Znaczny zasięg powierzchniowy miała również wyspa zanieczyszczonego powietrza tworząca się nad dnem Kotliny Kuźnickiej. W okresach, kiedy występowały niezbyt korzystne dla przewietrzania tego obniżenia warunki atmosferyczne (inwersje termiczne, zaleganie nad dnem kotliny chłodnych mas powietrza, znaczna wilgotność powietrza, występowanie cisz atmosferycznych) „wyspa kuźnicka" miała największy zasięg i rozciągała się od Kuźnic Świdnickich na wschodzie po okolice-Gorc na zachodzie. Częściej jednak tworzyły się w tym miejscu dwa wyraźne centra zanieczyszczonego powietrza występujące nad zabudową mieszkalną Kuźnic Świdnickich i-Gorc. Zanieczyszczenie powietrza nad Kotliną Kuźnicką, wyrażone średnimi rocznymi wartościami imisji badanych zanieczyszczeń, nie było jednak tak duże jak w Kotlinie Wałbrzyskiej. W Jedlinie-Zdroju niewielkie „wyspy zanieczyszczeń" powstawały nad uprzemysłowioną dzielnicą Suliszów oraz nad centrum uzdrowiska. W latach 1989–1994 wydzielone wyżej „wyspy zanieczyszczonego powietrza" powstawały rzadziej i miały zwykle mniejszy zasięg przestrzenny, w związku z systematycznie malejącą wielkością emisji zanieczyszczeń, spowodowaną stopniową likwidacją dużej liczby szczególnie uciążliwych obiektów przemysłowych zanieczyszczających powietrze. Po 1994 r. różnice w zanieczyszczeniu powietrza nad miastami rejonu



Ryc. 122. Rozmieszczenie „wysp" zanieczyszczonego powietrza nad rejonem wałbrzyskim w latach 1975–1996: 1 – wyspa zanieczyszczonego powietrza; I –wyspa wałbrzyska, II – wyspa nad Szczawnem-Zdrój, III – wyspy nad Kotliną Kuźnicką (kuźnicka i gorecka), IV – wyspa nad Jedliną-Zdrój. Opracowanie własne.

wałbrzyskiego były niewielkie, a średnie roczne imisje badanych zanieczyszczeń na ogół nie przekraczały norm dopuszczalnych. W okresie 1995–2000 nad badanym obszarem nie stwierdzono powstawania „wysp zanieczyszczonego powietrza".

5. Nawiązując do uwarunkowań środowiskowych i czynników mających istotny wpływ na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w powietrzu ustalono, że największe zagrożenie powietrza zanieczyszczeniem pyłami i gazami przemysłowymi wy-

stępowało nad dnem Kotliny Wałbrzyskiej, a więc w obszarze o stosunkowo dużym skupisku obiektów przemysłowych. Przestrzeń nad wyżej wymienionym obniżeniem określono jako strefę bezpośredniego oddziaływania emisji przemysłowych. Emitowane przez wałbrzyski przemysł pyły i gazy często docierały także nad Szczawno-Zdrój, powodując tam wzrost zanieczyszczenia powietrza. Przestrzeń nad tym miastem tworzyła więc strefę, w której zanieczyszczenie powietrza wiązało się nie tylko z emisją lokalną, ale było uwarunkowane także migracją znacznych ilości zanieczyszczeń znad Wałbrzycha. Szczawno-Zdrój jest przykładem uzdrowiska, w którym stan sanitarny przypowierzchniowej warstwy atmosfery zależał pośrednio od zanieczyszczenia powietrza nad Wałbrzychem oraz od sytuacji atmosferycznych warunkujących napływ zanieczyszczeń. Niewielkie ilości pyłów i gazów emitowanych przez obiekty przemysłowe zlokalizowane w Kotlinie Wałbrzyskiej docierały również nad północne dzielnice Wałbrzycha, być może także do Kotliny Kuźnickiej zanieczyszczając powietrze w Boguszowie-Gorcach. Napływało tam jednak znacznie mniej zanieczyszczeń niż nad Szczawno-Zdrój, co wynika z innego położenia tych obszarów względem Wałbrzycha i w związku z tym mniej sprzyjających warunków terenowych do przemieszczania przez wiatr pyłów i gazów. Zapewne znacznie więcej zanieczyszczeń migrowało z Kotliny Kuźnickiej do Kotliny Wałbrzyskiej, co było uwarunkowane często notowanymi w Boguszowie-Gorcach wiatrami zachodnimi i południowo-zachodnimi (44,7% ogółu obserwacji anemometrycznych). Wpływ wałbrzyskiego przemysłu na powietrze nad Jedliną-Zdrój był znikomy lub żaden, bowiem w przypowierzchniowej warstwie atmosfery nad tym miastem nie stwierdzono specyficznych zanieczyszczeń, które mogłoby pochodzić z działających w Wałbrzychu obiektów przemysłowych. Leżące między Wałbrzychem a Jedliną-Zdrój Góry Czarne, tworzące znacznej wysokości barierę orograficzną (230–340 m wysokości względnej) oddzielającą te miasta oraz rzadkie wiatry w tym uzdrowisku z północnego-zachodu (8,3% obserwacji anemometrycznych), to czynniki „chroniące" powietrze nad Jedliną-Zdrój przed zanieczyszczeniami emitowanymi przez przemysł w Kotlinie Wałbrzyskiej.

12. Przemiany wód powierzchniowych rejonu wałbrzyskiego w warunkach antropopresji, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przemysłu w latach 1975–2000

Położenie rejonu wałbrzyskiego w górnych częściach niewielkich zlewni Pełcznicy, Leska i Jedlinki oraz znaczny udział odpływu powierzchniowego w odpływie całkowitym wód opadowych (30–40%) (Opychał i in.1972, Noskowski, Frajtak 1980) powoduje, że zasoby wód powierzchniowych tego obszaru są stosunkowo niewielkie. Duża gęstość zaludnienia, zwłaszcza w Wałbrzychu, Boguszowie-Gorcach i Szczawnie-Zdroju oraz silnie rozwinięty w pierwszych dwóch wyżej wymienionych miastach wodochłonny przemysł, a także zanik części wód podziemnych w związku z eksploatacją węgla kamiennego i barytu spowodowały, że już od 1952 r. w badanym obszarze występuje deficyt wód pitnych oraz wykorzystywanych na cele przemysłowe i komunalne (Sagan 1972, Jabłoński 1976). Z ustaleń Jońcy i Kacperkiewicza (1986) wynika, że w 1983 r. deficyt wody w gospodarce komunalnej Wałbrzycha (różnica między zapotrzebowaniem na wodę a jej poborem z istniejących w tym mieście ujęć) wynosił 16,1%, a w okresie o większym zużyciu wody (grudzień 1982 r. i luty 1983 r.) odpowiednio 37,8% i 31,1%. Należy także podkreślić, że część wód pozyskiwanych z wałbrzyskich ujęć była kierowana do Świebodzic i Jedliny-Zdroju i tam wykorzystywana na cele komunalne i przemysłowe. Ponadto największe cieki rejonu wałbrzyskiego były znacznie zanieczyszczone, a ich wody nie nadawały się do wykorzystania w gospodarce. W związku z tym Wałbrzych i sąsiadujące z nim miasta były w latach 1975–2000 dodatkowo zaopatrywane w wodę z zewnątrz, przede wszystkim z ujęć zlokalizowanych w zlewniach Bobru (Marciszów, Krzeszów, zbiornik Bukówka) i Ścinawki (Unisław Śląski) (tab. 87). Specyficzną cechą gospodarki wodnej w badanym obszarze było uzupełnianie braków wody sprowadzaniem jej z sąsiednich zlewni oraz odprowadzanie ścieków powstałych z wykorzystania tych wód do rzek płynących na terenie rejonu wałbrzyskiego. Do Pełcznicy i Leska oraz ich dopływów permanentnie zrzucano także spore ilości wód dołowych z kopalń węgla kamiennego i barytu. Wobec tego w okresie, kiedy rozwijały się tu jeszcze tradycyjne, silnie wodochłonne gałęzie przemysłu przyczyniające się do powstawania dużych ilości ścieków, występował wyraźny konflikt między zasobami wodnymi badanego obszaru a zapotrzebowaniem gospodarki w wodę, zwłaszcza przemysłu.

Do oceny zanieczyszczenia wód powierzchniowych rejonu wałbrzyskiego w latach 1975 – 2000 wykorzystano dane statystyczne o czystości rzek, pochodzące z archiwów WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu. W pracy wykorzystano również wyniki pomiarów zanieczyszczenia rzek zawarte w archiwalnych opracowaniach wałbrzy-

skiego OBiKŚ. Cennym źródłem informacji były także różne, na ogół nie publikowane dokumenty, dotyczące gospodarki wodno-ściekowej pochodzące z archiwów i działów ochrony środowiska kopalń węgla kamiennego i kopalni barytu oraz wałbrzyskich zakładów koksowniczych, a także z administracji fabryk porcelany stołowej. Cytowane w pracy dane o gospodarce ściekami komunalnymi i przemysłowymi w rejonie wałbrzyskim pochodzą również z Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu i urzędów miejskich w Wałbrzychu, Boguszowie-Gorcach, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju.

Prace terenowe polegały na kartowaniu, które miało na celu zbadanie skutków antropopresji w dolinach cieków, jak również weryfikację zebranych z różnych źródeł informacji na ten temat. Efekty antropopresji w odniesieniu do wód powierzchniowych badano także w oparciu o analizę treści niepublikowanych i opublikowanych źródeł kartograficznych, głównie planów i map wielkoskalowych. Przedstawione na tych mapach informacje, skonfrontowane z wynikami własnych obserwacji i badań terenowych stanowiły podstawę ustalenia, w których miejscach doszło do antropogenicznych przeobrażeń koryt i kierunku płynięcia cieków, a także przeobrażeń zbiorników wód stojących. Zanieczyszczenie rzek w Wałbrzychu i okolicy będące najbardziej uciążliwym dla człowieka i środowiska przyrodniczego skutkiem antropopresji, było rozpatrywane w nawiązaniu do ilości i jakości wypuszczanych do rzek ścieków, jak również położenia miejsc ich zrzutów. W związku z tym, iż przemysł był głównym czynnikiem zanieczyszczającym rzeki w badanym obszarze, jakość wód w ciekach i zachodzące w nich zmiany powiązano również z przemianami w gospodarce Wałbrzycha i okolicy w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku. Dzięki temu można było ustalić, jaki był wpływ przemysłu oraz zmian w jego strukturze pod wpływem transformacji, na stan czystości rzek w regionie.

12.1. Źródła zanieczyszczenia wód powierzchniowych

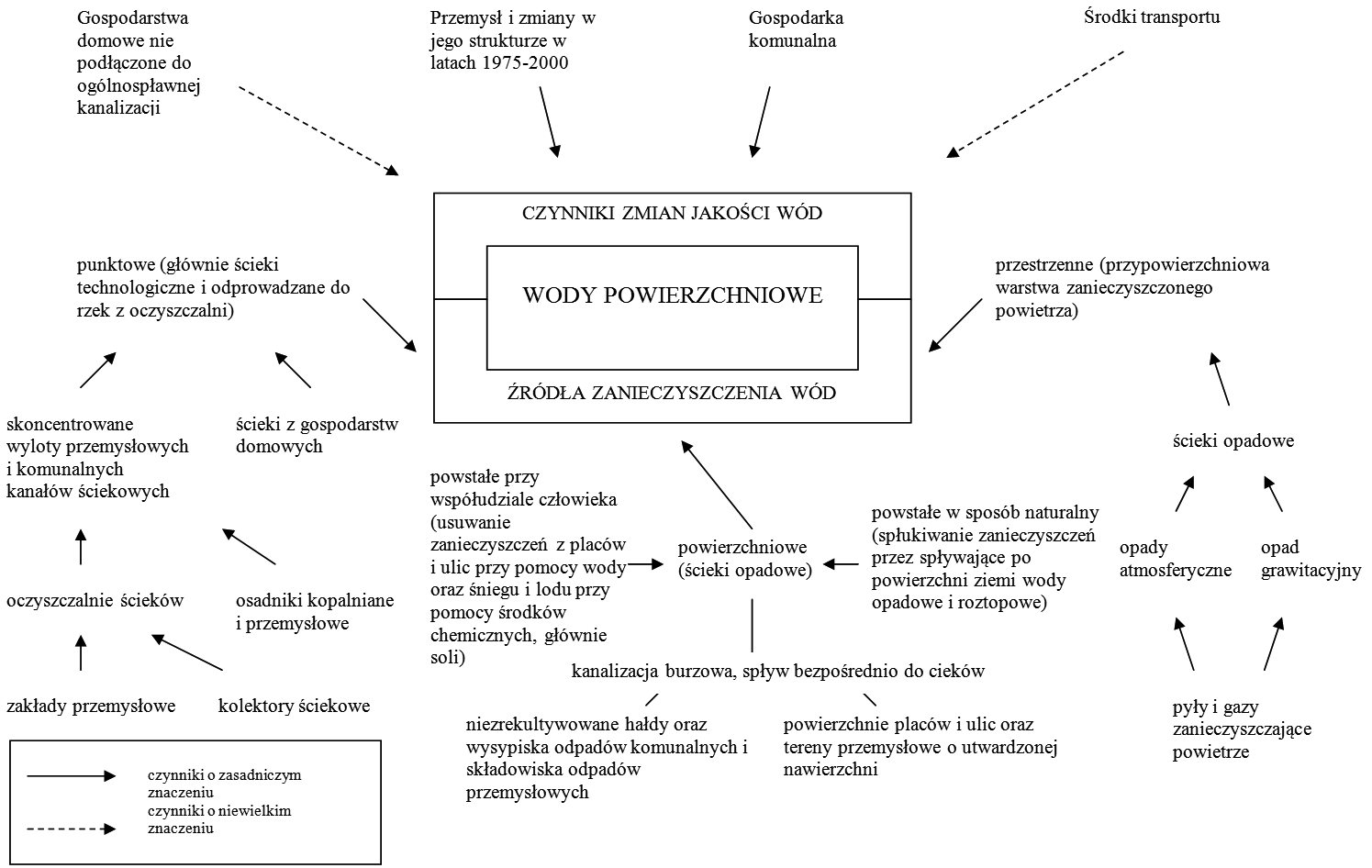
Charakterystyczną cechą zagospodarowania rejonu wałbrzyskiego jest dobrze rozwinięta, gęsta sieć osadnicza, a na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc także znaczne powierzchnie zajęte przez przemysł. W latach 1975–2000 badany obszar zamieszkiwało od 160 do 165 tysięcy osób (*Rocznik statystyczny województwa wałbrzyskiego* 1977, *Rocznik statystyczny województwa dolnośląskiego* 2001). Największa gęstość zaludnienia występowała w Wałbrzychu (1520 osób/km^2), znacznie mniejsza w Boguszowie-Gorcach (780 osób/ km^2). Miasta te pełniły przede wszystkim funkcje przemysłowe. W miejscowościach uzdrowiskowych: Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju gęstość zaludnienia wynosiła tylko 471 i 340 osób/km^2. W związku z dużą liczbą ludności i znacznym uprzemysłowieniem w Wałbrzychu i okolicach powstawały duże ilości ścieków komunalnych i przemysłowych. Prawie wszystkie ścieki odprowadzano do oczyszczalni (komunalnych i zakładowych).

Tylko nieliczne zakłady przemysłowe posiadały zamknięte obiegi wody. Przykładem były Zakłady Koksownicze „Wałbrzych", w których wykorzystywana w procesach technologicznych woda, za wyjątkiem służącej do „gaszenia" koksu i żużla, krążyła w obiegu zamkniętym. W wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego w obiegach zamkniętych było zaledwie 6% wody wykorzystywanej w produkcji (*Program ochrony... KWK Thorez* 1985, *Program ochrony... KWK Victoria* 1985, *Program ochrony... KWK Wałbrzych* 1985). Należy także podkreślić, że ścieki przepływające przez zakładowe oczyszczalnie i zrzucane do rzek były zwykle słabo oczyszczone. Nierzadko odprowadzano do rzek również ścieki surowe lub tylko nieznacznie rozcieńczone.

Jednym ze skutków antropopresji związanej z rozwojem przemysłu i gospodarką komunalną w badanym obszarze było permanentnie występujące zanieczyszczanie wód powierzchniowych. Dotyczyło ono tych rzek, które przepływały przez obszary uprzemysłowione, a także o zwartej zabudowie miejskiej i gęsto zaludnione. Zanieczyszczenie rzek w rejonie wałbrzyskim wiązało się ze znacznym przestrzennym zróżnicowaniem miejsc powstawania i zrzutów ścieków, a także zmianami w ich rozmieszczenia w rozpatrywanym okresie. Istotną rolę w zanieczyszczaniu rzek odegrała także zmieniająca się w czasie ilość i jakość zrzucanych do nich ścieków. Schemat źródeł zanieczyszczania wód powierzchniowych rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000, związanych bezpośrednio lub pośrednio z przemysłem i działalnością komunalną, przedstawiono na ryc. 123.

Nawiązując do ogółu źródeł zanieczyszczania wód powierzchniowych w badanym obszarze wydzielono trzy ich typy:
– punktowe, w których ścieki były wytwarzane w jednym obiekcie, a ich zrzut do wód powierzchniowych był zwykle skoncentrowany w określonym miejscu, np. u wylotu kanału ściekowego,
– powierzchniowe: są to przeważnie niezrekultywowane stoki hałd oraz wysypisk odpadów przemysłowych i komunalnych, a także drogi i place o twardej nawierzchni ułatwiające spływ wód opadowych i roztopowych niosących różne zanieczyszczenia spłukiwane z tych powierzchni,
– przestrzenne: obejmujące zanieczyszczoną pyłami i gazami przestrzeń w przypowierzchniowej warstwie atmosfery. Czynnikami migracji zanieczyszczeń z powietrza do wód powierzchniowych były opady, grawitacyjne opadanie zanieczyszczeń oraz spływ powierzchniowy wód opadowych i roztopowych.

W latach 1975–2000 najwięcej punktowych i powierzchniowych źródeł zanieczyszczania wód w badanym obszarze było w południowej części Wałbrzycha (Kotlina Wałbrzyska). Ogółem zinwentaryzowano 20 miejsc, w których zrzucano ścieki do Pełcznicy i jej dopływów. Zapewne ilość takich miejsc na terenie Wałbrzycha była większa, gdyż niektóre kanały ściekowe uchodziły do rzek pod powierzchnią terenu, a więc tam, gdzie koryta cieków były przykryte betonowymi



Ryc. 123. Schemat źródeł zanieczyszczania wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

płytami. Piszą o tym m.in. Smerd (1985) oraz Jońca i Kacperkiewicz (1986). Brak jednak dokładnych danych, gdzie znajdują się ujścia takich kanałów. Należy także zaznaczyć, że niektóre odcinki kanalizacji burzowej w Wałbrzychu kończą się ujściem do Pełcznicy i jej dopływów pod powierzchnią terenu. Uniemożliwiło to dokonanie pełnej inwentaryzacji miejsc zrzutów ścieków na terenie Wałbrzycha. Z ustaleń autora wynika, że w latach 1975–1995 aż 75 budynków mieszkalnych w dzielnicach: Poniatów, Glinik, Gaj i Rusinowa nie było podłączonych do kanalizacji miejskiej. Powstałe tam ścieki bytowo-gospodarcze nierzadko odprowadzano więc do Pełcznicy i jej dopływów powodując zanieczyszczenie wód.

W Kotlinie Wałbrzyskiej występowały także największe na terenie badanego obszaru powierzchnie niezrekultywowanych hałd i osadników kopalnianych oraz różnych składowisk odpadów przemysłowych i komunalnych. W latach 1975–2000 „nagie" zwały górnicze zajmowały ogółem od 125 do 153 ha gruntów. Spośród trzydziestu zwałów dziesięć usypano w dolinach rzek, a niektóre z nich ciągną się nawet kilkaset metrów wzdłuż koryt cieków. Podłoże tych form nie zostało uszczelnione. Hałdy nie posiadają także systemu drenażowego, który chroniłby wody płynących w pobliżu rzek przed zanieczyszczaniem ściekami opadowymi. Znaczne wysokości względne oraz stosunkowo strome stoki zwałów (tab. 32) sprzyjają spłukiwaniu zwietrzeliny oraz składowanych tam popiołów i odpadów z osadników kopalnianych. Powstałe ścieki opadowe zanieczyszczały rzeki, przede wszystkim, zawiesiną. Większość wałbrzyskich hałd sąsiaduje z terenami zajętymi pod zabudowę mieszkalną i przemysłową. Przeważnie są to obszary o utwardzonej i słabo przepuszczalnej powierzchni, niesprzyjającej infiltracji wód i ułatwiającej spływ wód opadowych i roztopowych. Z ustaleń Opychała i in. (1972) oraz Noskowskiego i Frajtaka (1980) wynika, że odpływ powierzchniowy wód w południowej części Wałbrzycha (Kotlina Wałbrzyska) jest znaczny i wynosi od 30% do 40% sumy rocznych opadów w tym mieście. Niezrekultywowane stoki hałd kopalnianych i tereny o utwardzonej powierzchni to zapewne miejsca, na których powstają spore ilości ścieków opadowych zanieczyszczających rzeki w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach. Nie prowadzono jednak badań na temat wpływu ścieków opadowych na zanieczyszczenie rzek w rejonie wałbrzyskim.

Charakterystycznym skutkiem antropopresji w Wałbrzychu było permanentnie utrzymujące się w latach 1975–1994, zwłaszcza nad Kotliną Wałbrzyską, znaczne zanieczyszczenie powietrza (tab. 53, 56, 59, 61 i 62). Nie ulega wątpliwości, że usuwane z powietrza pyły i gazy wpływały niekorzystnie m.in. na jakość wód w ciekach. Z ustaleń autora wynika, że zorganizowane źródła emisji zanieczyszczeń wprowadzały do atmosfery nad Wałbrzychem średnio 304 tys. Mg pyłów i gazów rocznie. W skali roku nad powierzchnią 1 km^2 w powietrzu znajdowało się około 358 Mg różnych zanieczyszczeń. Trudno ustalić ile z nich dostało się do rzek powodując zanieczyszczenie wód. Cytowane wyżej wyniki badań Opychała i in. (1972)

oraz Noskowskiego i Frajtaka (1980) wskazują na znaczny wpływ ścieków opadowych na jakość wód w rzekach Wałbrzycha.

Stosunkowo dokładnie udało się natomiast ustalić ile ścieków w Wałbrzychu odprowadzono do rzek w latach 1975–2000 ze źródeł punktowych. Ilość i jakość ścieków zrzucanych do rzek przez różne obiekty przemysłowe i komunalne była bowiem kontrolowana, w związku z pozwoleniem wodno-prawnym na ich odprowadzanie. Zdarzały się jednak, i to nierzadko, także nielegalne i niekontrolowane zrzuty ścieków, np. z koksowni i fabryki kwasu siarkowego mimo, że zakłady te miały zamknięte obiegi wody (Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Raport*... 1994, Wójcik 1998b, 2002). Ścieki te zawierały m.in. silnie toksyczne cyjanki i fenole, które często stwierdzano w wodach Pełcznicy i jej lewobrzeżnych dopływach na terenie Kotliny Wałbrzyskiej (*Ocena stanu*... 1980, *Ocena stanu*... 1993, *Ochrona środowiska*... 1988, *Raport*… 1994).

Prawie wszystkie ścieki przemysłowe i komunalne powstałe na terenie Wałbrzycha w latach 1975–1995 odprowadzano do rzek w tym mieście. Znaczna ich część przepływała przez zakładowe lub komunalne oczyszczalnie, gdzie były w różnym stopniu czyszczone, po czym zrzucano je do rzek. Nierzadko zdarzało się, że ścieki surowe, lub tylko w niewielkim stopniu rozcieńczone odprowadzano wprost do cieków. Zanieczyszczanie rzek ze źródeł punktowych odbywało się więc pośrednio przez oczyszczalnie oraz bezpośrednio z obiektów, które wytwarzały ścieki.

W specyficzny sposób przebiegało zanieczyszczanie rzek ze źródeł powierzchniowych i przestrzennych. Proces ten nie wiązał się bowiem z typowym odprowadzaniem ścieków powstałych w konkretnych obiektach, lecz polegał na migracji różnych zanieczyszczeń z powietrza i powierzchni ziemi do rzek przeważnie przy pomocy wód opadowych i roztopowych. Zanieczyszczanie wód powierzchniowych przez ścieki opadowe odbywało się nieregularnie, a także w sposób niekontrolowany. Było ono uwarunkowane określonymi sytuacjami synoptycznymi (występowaniem opadów, zmianami temperatury powietrza powodującymi topnienie śniegu, itp.) oraz działalnością człowieka (usuwanie zanieczyszczeń z ulic i placów przy pomocy wody, stosowanie soli do rozpuszczania lodu i śniegu, itp.).

W Boguszowie-Gorcach wody powierzchniowe były zanieczyszczane głównie ze źródeł punktowych. Do Leska i jego dopływów odprowadzano ścieki z kopalń węgla kamiennego i barytu oraz ścieki komunalne. Specyficznymi punktowymi źródłami zanieczyszczania cieków w Kuźnicach Świdnickich i Starym Lesieńcu były także niepodłączone do kanalizacji gospodarstwa domowe. Powstałe tam ścieki zwykle odprowadzano wprost do rzek.

Niezrekultywowane hałdy kopalniane i wysypiska komunalne oraz tereny o utwardzonej powierzchni ułatwiające spływ wód opadowych i roztopowych zajmowały w Boguszowie-Gorcach znacznie mniejszą powierzchnię niż w Wałbrzychu (tab. 41). Również zanieczyszczenie powietrza nad pierwszym z wyżej wymienio-

nych miast, wyrażone ilością wyemitowanych do atmosfery pyłów i gazów (tab. 49 i 50) oraz wielkością imisji zanieczyszczeń (tab. 53, 56, 59, 61 i 62), było zwykle większe niż w drugim. Mając na uwadze podobną wielkość głównych rzek w badanym obszarze sądzę, że ścieki opadowe powstałe w Boguszowie-Gorcach nie zagrażały w tak dużym stopniu czystości wód Leska, jak w Wałbrzychu Pełcznicy. Brak jednak danych potwierdzających tę hipotezę.

W latach 1975–2000 większość ścieków zanieczyszczających wody powierzchniowe w Szczawnie-Zdroju wiązała się z gospodarką komunalną w tym mieście, a ponadto z różnymi obiektami uzdrowiskowymi oraz gospodarstwami domowymi nie podłączonymi do kanalizacji miejskiej. Przepływający przez uzdrowisko Szczawnik był także zanieczyszczany przez Zakłady Przemysłu Odzieżowego „Rafio" działające w Wałbrzychu-Białym Kamieniu oraz przez lewobrzeżny dopływ Konradowski Potok, do którego odprowadzano ścieki z nieskanalizowanych gospodarstw domowych w Konradowie. Gęsta sieć ulic i placów o utwardzonej nawierzchni i znacznym spadku (10–15°) w kierunku koryta Szczawnika sprzyjały spłukiwaniu zanieczyszczeń, a powstałe ścieki opadowe spływały po powierzchni terenu bezpośrednio do rzeki lub pośrednio kanalizacją burzową.

W latach 1975–1994 nad Szczawnem-Zdrój występowało znaczne zanieczyszczenie powietrza (tab. 53, 56, 59, 61 i 62). Największe imisje pyłów i gazów notowano nad doliną Szczawnika, która była także słabo przewietrzanym obszarem miasta (ryc. 120). W związku z tym, że Szczawnik jest jedynym ciekiem odprowadzającym wody ze Szczawna-Zdroju, powstałe w tym mieście ścieki opadowe zwykle trafiały do tej rzeki, co wpływało niekorzystnie na czystość płynącej tam wody.

Obszar Jedliny-Zdrój jest odwadniany przez niewielki potok Jedlinkę, uchodzący do Bystrzycy oraz przez jej dopływy. W badanym okresie wody tego cieku były zanieczyszczane głównie ze źródeł punktowych, związanych z obiektami przemysłowymi zlokalizowanymi w dzielnicach Suliszów i Glinica (fabryka porcelany elektrotechnicznej, zakłady przemysłu włókienniczego i garbarnia) oraz niepodłączonymi do kanalizacji miejskiej gospodarstwami domowymi.

W latach 1975–2000 wielkość emisji pyłów i gazów (tab. 51) oraz zanieczyszczenie powietrza w Jedlinie-Zdroju (tab. 53, 56, 59, 61 i 62) były na ogół znacznie mniejsze, niż w pozostałych miastach rejonu wałbrzyskiego. Zlewnia Jedlinki jest obszarem słabo zagospodarowanym, przeważnie o rozproszonej zabudowie i stosunkowo niewielkiej powierzchni terenów utwardzonych. Odpływ powierzchniowy wód opadowych na terenie Jedliny-Zdroju jest szacowany na około 20% sumy rocznych opadów w tym mieście (Styrna 1981, Kowalska 1992). Ponadto aż 48% powierzchni Jedliny-Zdrój to tereny, na których występują lasy oraz zadrzewienia. Ścieki opadowe nie odgrywają zapewne tak dużej roli w zanieczyszczaniu Jedlinki, jak to ma miejsce w przypadku Pełcznicy czy Leska płynących przez obszary zurbanizowane i jeszcze niedawno silnie uprzemysłowione.

12.2. Zróżnicowanie ilości i jakości ścieków w latach 1975–2000 w świetle gospodarki wodno-ściekowej

Jednym z istotnych celów badawczych, ściśle związanym z zanieczyszczeniem wód powierzchniowych rejonu wałbrzyskiego, było ustalenie jak dużo ścieków dostało się do rzek i wód stojących w badanym obszarze w latach 1975–2000 oraz jaka była ich jakość. Nawiązując do ogółu źródeł zanieczyszczania rzek należy podkreślić, że w miarę precyzyjnie można było ustalić jedynie ilość i jakość ścieków zrzucanych do rzek powstałych w przemyśle i gospodarce komunalnej. Tam bowiem mierzono lub określano szacunkowo ilość, a także badano skład powstałych i odprowadzanych do wód ścieków. Ogólne dane na ten temat, zwykle w skali roku, publikowano w różnych opracowaniach statystycznych wydawanych przez GUS i WUS oraz w „Ocenach..." i „Raportach..." o stanie środowiska opracowanych przez PIOŚ. Bardziej szczegółowe dane o gospodarce wodno-ściekowej w badanym rejonie znajdujemy natomiast wyłącznie w różnych dokumentach i opracowaniach niepublikowanych zgromadzonych w archiwach WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu oraz w urzędach administracji państwowej i działach ochrony środowiska większych zakładów przemysłowych rejonu wałbrzyskiego. W wykorzystanych w pracy publikacjach i niepublikowanych materiałach źródłowych brak informacji na temat wpływu ścieków opadowych na stan czystości wód powierzchniowych w badanym obszarze. W związku z tym prezentowane w niniejszym rozdziale dane o ilości ścieków, które dostały się do rzek są ze względów obiektywnych zaniżone i nie odzwierciedlają stanu faktycznego. Nie waży to jednak w istotny sposób na ocenie zanieczyszczenia rzek, gdyż wynika ona z analizy kompletnych danych o jakości wód w ciekach w kolejnych latach badanego okresu. Zanieczyszczenie rzek było bowiem pochodną ogółu ścieków, które dostały się do wód, a nie tylko powstałych w przemyśle i gospodarce komunalnej.

Rozpatrując wpływ przemysłu i gospodarki komunalnej na wody powierzchniowe rejonu wałbrzyskiego nawiązano do jednostek administracyjnych tworzących badany obszar oraz obiektów zanieczyszczających rzeki. W wykorzystanych materiałach źródłowych ilość i jakość wytwarzanych oraz odprowadzanych do wód ścieków dotyczyła bowiem miast badanego rejonu oraz konkretnych obiektów, które zanieczyszczały cieki.

Z ustaleń autora wynika, że w latach 1975–2000 w rejonie wałbrzyskim, przemysł i gospodarka komunalna odprowadziły do wód powierzchniowych około 745,2 mln m^3 ścieków (tab. 68 w załączniku). Średnio w ciągu roku zrzucano do rzek i zbiorników wód stojących około 28,7 mln m^3 różnych płynnych zanieczyszczeń. Wystąpiło znaczne przestrzenne zróżnicowanie ilości odprowadzanych do wód ścieków. Najwięcej płynnych zanieczyszczeń zrzucono do rzek w Wałbrzychu (682,8 mln m^3; 91,6%). W uprzemysłowionym Boguszowie-Gorcach, mieście zajmującym trzykrotnie mniejszą powierzchnię i mającym siedmiokrotnie mniejszą

liczbę mieszkańców niż Wałbrzych, odprowadzono do rzek dwadzieścia razy mniej ścieków (33,8 mln^3; 4,5%). W miejscowościach uzdrowiskowych: Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju wprowadzono do rzek najmniej ścieków (20,4 mln m^3 i 8,2 mln m^3), co stanowiło odpowiednio 2,8% oraz 1,1% ogółu zrzuconych do wód w omawianym obszarze. Syntetyczne ujęcie ilości ścieków zrzuconych do wód powierzchniowych na terenie rejonu wałbrzyskiego, w latach 1975–2000 z podziałem na ścieki poddane oczyszczeniu i nieoczyszczone oraz w nawiązaniu do jednostek administracyjnych tworzących badany obszar, przedstawiono w cytowanej wyżej tab. 68.

Większość ścieków, które odprowadzono do rzek, przepływała przez oczyszczalnie przemysłowe i komunalne oraz przez osadniki kopalniane, gdzie były w różnym stopniu czyszczone. W latach 1975–2000 wyżej wymienione obiekty przyjęły około 628 mln m^3 ścieków, co stanowiło 84,3% ogółu zrzuconych do rzek w badanym obszarze (tab. 69). W uzdrowiskach rejonu wałbrzyskiego prawie wszystkie ścieki, które spływały do kanalizacji miejskiej, były kierowane do oczyszczalni komunalnych w Wałbrzychu, Świebodzicach i Jugowicach, a po oczyszczeniu zrzucane do Pełcznicy i Bystrzycy. W Boguszowie-Gorcach i w Wałbrzychu przez oczyszczalnie przepłynęło natomiast 72,6% i 84,3% ogółu ścieków zrzuconych do tam rzek.(tab. 70 i tab. 71). Wobec tego aż 27,4% ścieków w Boguszowie-Gorcach i 15,7% w Wałbrzychu, które odprowadzono do rzek nie było w ogóle oczyszczonych. Zważywszy na znaczne różnice w rzeczywistej ilości ścieków zrzuconych do rzek w wyżej wymienionych miastach (682,8 i 33,8 mln m^3) oraz to, że Pełcznica i Lesk są podobnymi pod względem wielkości ciekami, dużo większe zmiany związane z zanieczyszczeniem wód płynących wystąpiły w Wałbrzychu. W badanym okresie odprowadzono tam bowiem do rzek prawie dwanaście razy więcej nieoczyszczonych ścieków niż w Boguszowie-Gorcach (odpowiednio 108 mln m^3 i 9,3 mln m^3: tab. 70 i tab. 71). Miało to istotny wpływ na zróżnicowanie jakości wód w wyżej wymienionych ciekach, o czym szerzej w dalszej części niniejszego rozdziału.

W latach 1975–2000 ilość ścieków zrzuconych do wód powierzchniowych na terenie rejonu wałbrzyskiego była w skali roku zróżnicowana i wynosiła od 8,2 mln m^3 w 2000 r. do 40,3 mln m^3 w 1976 r. (tab. 69). Wystąpił wyraźny trend spadkowy ilości odprowadzanych do rzek ścieków. Przebieg tego procesu charakteryzował się zróżnicowaną dynamiką zmian (ryc. 124). Najmniejsze tempo spadku ilości zrzucanych do wód ścieków notowano w latach 1975–1984. Wówczas odprowadzono do rzek także najwięcej ścieków w całym badanym okresie (ok. 350 mln m^3). W latach 1985–1996 dynamika analizowanego procesu nieznacznie wzrosła, natomiast w okresie 1997–2000 tempo spadku ilości zrzucanych do rzek ścieków było największe. Nawiązując do wcześniejszych ustaleń autora należy podkreślić, że aż 91,6% ogółu odprowadzonych do rzek ścieków w rejonie wałbrzyskim

Tab. 69. Ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzone do wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000.

Rok	Ilość ścieków (w tys. m^3)										
		oczyszczonych								nieoczyszczonych	
	ogółem	ogółem	%	mechanicznie	%	biologicznie	%	chemicznie	%		%
1975	36 680	27 770	75,5	12 704	45,9	14 996	54,1	0	0	8 980	24,5
1976	40 286	27 536	68,3	14 842	53,9	12 694	46,1	0	0	12 741	31,7
1977	36 677	27 608	75,3	14 000	50,7	13 608	49,3	0	0	8 969	24,7
1978	36 187	27 479	75,9	13 771	50,1	13 708	49,9	0	0	8 708	24,1
1979	35 964	27 503	76,5	10 017	36,4	17 486	64,6	0	0	8 461	23,5
1980	35 098	26 538	75,6	9 887	37,3	16 651	66,7	0	0	8 560	24,4
1981	33 341	25 505	76,5	12 481	48,9	13 024	51,1	0	0	7 836	23,5
1982	35 386	25 321	71,6	13 100	51,7	12 221	48,3	0	0	10 065	28,4
1983	30 943	23 954	77,4	11 625	48,5	12 329	51,5	0	0	6 989	22,6
1984	29 087	26 901	92,5	14 398	53,5	12 503	46,5	0	0	2 177	7,5
1985	34 761	31 741	91,3	16 714	52,7	15 027	47,3	0	0	3 020	8,7
1096	32 585	29 508	90,6	17 512	59,3	11 896	40,4	0,1	0,3	3 077	9,4
1987	32 722	29 067	88,8	15 975	55	12 892	44,3	0,2	0,7	3 655	11,2
1988	30 818	28 073	91,1	14 893	53,1	13 080	46,5	0,1	0,4	2 745	8,9
1989	29 931	29 506	98,6	16 492	55,9	13 014	44,1	0	0	425	1,4
1990	27 318	26 821	98,2	14 064	52,4	12 657	47,2	0,1	0,4	497	1,8
1991	25 802	25 561	99,1	13 532	52,9	11 929	46,7	0,1	0,4	241	0,9
1992	26 667	26 524	99,5	15 560	58,7	10 964	41,3	0	0	143	0,5
1993	24 290	24 162	99,5	11 926	49,4	12 136	50,2	0,1	0,4	128	0,5
1994	25 093	21 250	84,7	9 860	46,4	11 390	53,6	0	0	3 843	15,3
1995	21 110	21 060	99,8	9 932	47,2	11 128	52,8	0	0	50	0,2
1996	22 194	22 164	99,9	12 625	57	9 539	43	0	0	30	0,1
1997	22 071	15 129	68,5	6 618	43,7	8 511	56,3	0	0	6 942	31,5
1998	18 384	13 952	75,9	6 104	43,8	7 848	56,2	0	0	4 432	24,1
1999	13 752	9 351	68	1 994	31,3	7 357	78,7	0	0	4 401	32
2000	8 214	8 142	99,1	1 997	24,5	6 145	75,5	0	0	72	0,9
1977–2000	744 544	627 357	śr. 85,3	312 623	śr. 48,5	314 733	śr. 51,4	0,7	śr. 0,1	117 187	śr. 14,7

śr.– wartość średnia.
Opracowanie własne na podstawie danych z urzędów miejskich w Wałbrzychu, Boguszowie-Gorcach, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju oraz WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu.

Tab. 70. Ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzone do rzek w Boguszowie-Gorcach w latach 1975–2000.

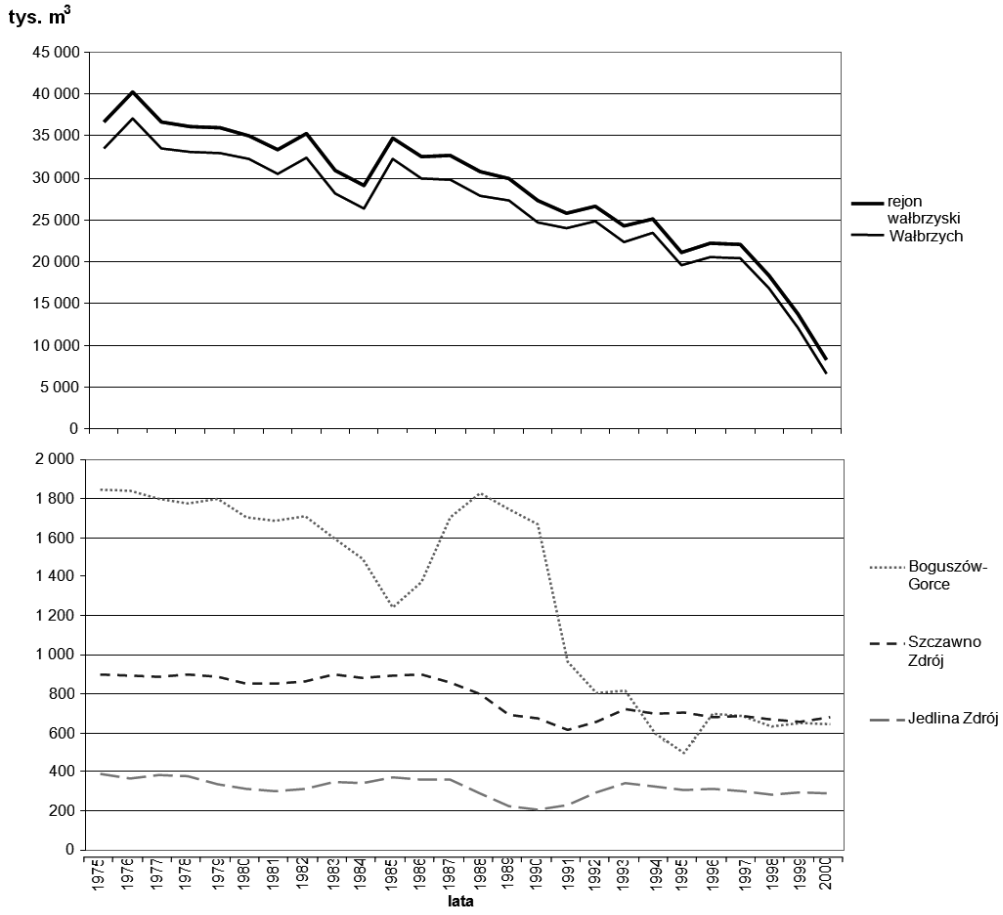
Rok	Ilość ścieków (w tys. m^3)								
	ogółem	oczyszczonych						nieoczyszczonych	
		ogółem	%	mechanicznie	%	biologicznie	%		%
1975	1 845	1 289	69,9	945	73,3	344	26,7	556	30,1
1976	1 839	1 293	70,3	930	71,9	363	28,1	546	29,7
1977	1 798	1 214	67,5	960	79,1	254	20,9	584	32,5
1978	1 776	1 201	67,6	904	75,3	297	24,7	575	32,4
1979	1 801	1 245	69,1	955	76,7	290	23,3	556	30,9
1980	1 703	1 148	67,4	930	81	218	19	555	32,6
1981	1 689	1 053	62,3	799	75,9	254	24,1	636	37,7
1982	1 709	1 044	61,1	801	76,7	243	23,3	665	38,9
1983	1 598	1 009	63,1	805	79,8	204	20,2	589	36,9
1984	1 494	993	66,5	801	80,7	192	19,3	501	33,5
1985	1 243	843	67,8	700	83	143	17	400	32,2
1096	1 371	858	62,6	692	80,7	166	19,3	513	37,4
1987	1 706	1 251	73,3	805	64,3	446	35,7	455	26,7
1988	1 828	1 383	75,7	899	65	484	35	445	24,3
1989	1 743	1 353	77,6	909	67,2	444	32,8	390	22,4
1990	1 666	1 221	73,3	903	74	318	26	445	26,7
1991	964	723	75	604	83,5	119	16,5	241	25
1992	805	662	82,2	498	75,2	164	24,8	143	17,8
1993	816	688	84,3	580	84,3	108	15,7	128	15,7
1994	600	500	83,3	366	73,2	134	26,8	100	16,7
1995	500	450	90	332	73,8	118	26,2	50	10
1996	700	670	95,7	501	74,8	169	25,2	30	4,3
1997	685	643	93,9	499	77,6	144	22,4	42	6,1
1998	633	601	94,9	502	83,5	99	16,5	32	5,1
1999	650	599	92,2	488	81,5	111	18,5	51	7,8
2000	644	612	95	479	78,3	133	21,7	32	5,0
1975–2000	33 806	24 546	śr. 72,6	18 587	śr. 75,7	5 959	śr. 24,3	9 260	śr. 27,4

śr.– wartość średnia
Opracowanie własne na podstawie danych z urzędu miejskiego w Boguszowie-Gorcach oraz z WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu.

Tab. 71. Ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzone do wód powierzchniowych w Wałbrzychu w latach 1975–2000.

Rok	Ścieki odprowadzone do rzek (w tys. m^3)										
	ogółem	oczyszczone								nie czyszczonych	
		ogółem	%	mechanicznie	%	biologicznie	%	chemicznie	%		%
1975	33 547	25 123	74,9	11 226	44,7	13 897	53,3	0	0	8 424	25,1
1976	37 187	24 983	75,3	13 381	53,7	11 602	46,6	0	0	12 195	24,7
1977	33 608	25 123	75	12 495	49,7	12 628	50,3	0	0	8 385	25
1978	33 131	24 998	75,5	12 320	49,3	12 678	50,7	0	0	8 133	24,5
1979	32 938	25 033	76	8 530	34,1	16 503	65,9	0	0	7 905	24
1980	32 234	24 229	75,2	8 470	35	15 759	65	0	0	8 005	24,8
1981	30 500	23 300	76,4	11 200	48,1	12 100	51,9	0	0	7 200	23,6
1982	32 500	23 100	71,1	11 800	51,1	11 300	48,9	0	0	9 400	28,9
1983	28 100	21 700	77,2	10 300	47,5	11 400	52,5	0	0	6 400	22,8
1984	26 359	24 683	93,6	13 100	53,1	11 583	46,9	0	0	1 676	6,4
1985	32 250	29 630	91,9	15 500	52,5	14 130	47,5	0	0	2 620	8,1
1096	29 957	27 393	91,1	16 300	59,5	10 993	40,1	0,1	0,4	2 564	8,9
1987	29 800	26 600	89,3	14 700	55,5	11 700	43,7	0,2	0,8	3 200	10,7
1988	27 900	25 600	91,8	13 600	53,1	11 900	46,5	0,1	0,4	2 300	8,2
1989	27 271	27 236	99,9	15 200	55,8	12 036	44,2	0	0	35	0,1
1990	24 770	24 718	99,8	12 800	51,8	11 818	47,8	0,1	0,4	52	0,2
1991	23 992	23 992	100	12 600	52,5	11 292	47,1	0,1	0,4	0	0
1992	24 905	24 905	100	14 700	59	10 205	41	0	0	0	0
1993	22 411	22 411	100	11 000	49,1	11 311	50,5	0,1	0,4	0	0
1994	23 466	19 723	84	9 100	46,1	10 623	53,9	0	0	3 743	16
1995	19 600	19 600	100	9 200	46,9	10 400	53,1	0	0	0	0
1996	20 500	20 500	100	11 700	57,1	8 800	42,9	0	0	0	0
1997	20 400	13 500	66,2	5 700	42,2	7 800	57,8	0	0	6 900	33,8
1998	16 800	12 400	73,9	5 200	41,9	7 200	58,1	0	0	4 400	26,1
1999	12 150	7 800	64,2	1 100	14,1	6 700	85,9	0	0	4 350	35,8
2000	6 600	6 560	99,4	1 100	16,8	5 460	83,2	0	0	40	0,6
1975–2000	682 068	574 141	śr. 85,3	282 322	śr. 47,0	291 818	śr. 52,9	0,7	śr. 0,1	107 927	śr. 14,7

śr. wartość średnia
Opracowanie własne na podstawie danych GUS, WUS i urzędu miejskiego w Wałbrzychu oraz WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu.



Ryc. 124. Zróżnicowanie ilości ścieków przemysłowych i komunalnych odprowadzonych do wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 69.

przypadało na Wałbrzych. Wobec tego zmiany w ilości ścieków zrzuconych do rzek w tym mieście rzutowały zasadniczo na trendy przemian w całym badanym obszarze i były podobne do wyżej opisanych (ryc. 124).

Zmiany w ilości ścieków odprowadzanych do rzek na terenie Boguszowa-Gorc miały nieregularny przebieg (ryc. 124). W okresie 1975–1985 ich ilość zmniejszyła się z 1,8 do 1,2 mln m^3. W kolejnych czterech latach (1985–1988) wystąpiła wzrostowa tendencja ilości zrzuconych do wód ścieków do 1,8 mln m^3, natomiast po 1989 r. szybki spadkowy trend analizowanych zmian do wielkości 0,5 mln m^3 w 1995 r. W okresie 1996–2000 notowano tam niewielkie wahania ilości zrzucanych do rzek ścieków.

Jeszcze w 1989 r. większość ścieków w Boguszowie-Gorcach powstawała w kopalniach węgla kamiennego i barytu oraz w gospodarce komunalnej. W trakcie

likwidacji zakładów górniczych przypadającej na lata 1990–1993 wystąpił znaczny spadek ilości zrzucanych do rzek ścieków. Zmniejszyła się bowiem ilość odprowadzanych do cieków wód dołowych oraz ścieków technologicznych i sanitarnych, które stanowiły pokaźną ich część (ogółem w badanym obszarze około 32900 m^3/dobę: w tym około 6200 m^3/dobę w Kotlinie Kuźnickiej). W Wałbrzychu zamykanie uciążliwych dla środowiska zakładów przemysłowych, także kopalń węgla trwało do 1997 r., a więc o cztery lata dłużej niż w Boguszowie-Gorcach. W związku z tym spadek ilości odprowadzanych do rzek ścieków przemysłowych w pierwszym z wyżej wymienionych miast cechował się mniejszą dynamiką, aniżeli w drugim. Zamknięcie kopalń węgla w Boguszowie-Gorcach spowodowało także stopniowe zmniejszanie zasilania Leska wodami dołowymi, które rozcieńczały odprowadzane do tej rzeki nie w pełni oczyszczone ścieki komunalne.

W Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju występowało znacznie mniejsze, niż w pozostałych miastach rejonu wałbrzyskiego, zróżnicowanie ilości zrzucanych do rzek ścieków (tab. 72). W pierwszym z wyżej wymienionych uzdrowisk najwięcej ścieków w skali roku (0,85–0,9 mln m^3) odprowadzono do rzek w latach 1975––1986. W okresie 1986–1991 zanotowano spadek ilości zrzucanych do wód powierzchniowych ścieków (0,9–0,6 mln m^3), a po 1991 r. ich ilość wahała się od 0,6 do 0,7 mln m^3 rocznie. Jeszcze mniejsze zróżnicowanie ilości odprowadzonych do rzek ścieków w skali roku wystąpiło w Jedlinie-Zdroju. W latach 1975–1987 do wód powierzchniowych zrzucano tam od 0,3 do 0,4 mln m^3 ścieków, a w okresie 1988–2000 od 0,2 do 0,3 mln m^3 rocznie (ryc. 124).

Charakterystyczną cechą gospodarki ściekowej na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc było znaczne, a w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju o wiele mniejsze zróżnicowanie ilości ścieków zrzucanych do rzek w badanym okresie. Zasadniczym uwarunkowaniem dużych różnic w ilości odprowadzanych do wód ścieków w pierwszych dwóch miastach były zachodzące w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku przemiany związane z restrukturyzacją gospodarki w regionie. Rozwijające się do 1990 r. tradycyjne gałęzie przemysłu powodowały „wytwarzanie" i zrzucanie do rzek dużych ilości ścieków. Po likwidacji większości dużych zakładów przemysłowych ilość ścieków odprowadzonych do rzek znacznie spadła. Zanieczyszczanie cieków w miejscowościach uzdrowiskowych wiązało się głównie z gospodarką komunalną i działalnością sanatoryjną. W ostatniej dekadzie XX w. rozmiary i dynamika zachodzących przemian w gospodarce komunalnej były znacznie mniejsze, niż w przemyśle badanego obszaru. Strukturalne przeobrażenia w przemyśle rejonu wałbrzyskiego można uznać za główną przyczynę zróżnicowania ilości ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych w rozpatrywanym okresie.

Nie ma wątpliwości, że głównymi czynnikami zanieczyszczenia rzek w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000 były przemysł i gospodarka komunalna (*Ocena stanu...* 1980, *Ochrona środowiska...* 1988, *Ocena stanu...* 1989, *Ocena*

Tab. 72. Ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzone do rzek w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju w latach 1975–2000.

	Szczawno-Zdrój					Jedlina-Zdrój				
	Ilość ścieków (w tys. m^3)									
		oczyszczone					oczyszczone			
rok	ogółem	mechanicznie	%	biologicznie	%	ogółem	mechanicznie	%	biologicznie	%
1975	897	398	44,4	499	55,6	391	135	34,5	256	65,5
1976	891	393	44,1	498	55,9	369	138	37,4	231	62,6
1977	889	390	43,9	499	56,1	382	155	40,6	227	59,4
1978	901	403	44,7	498	55,3	379	144	38	235	62
1979	887	399	45	488	55	338	133	39,3	205	60,7
1980	850	366	43,1	484	56,9	311	121	38,9	190	61,1
1981	851	367	43,1	484	56,9	301	115	38,2	186	61,8
1982	862	382	44,3	480	55,7	315	117	37,1	198	62,9
1983	898	391	43,5	507	56,5	347	129	37,2	218	62,8
1984	881	374	42,5	507	57,5	344	123	35,8	221	64,2
1985	893	375	42	518	58	375	139	37,1	236	62,9
1986	899	389	43,3	510	56,7	358	131	36,6	227	63,4
1987	856	342	40	514	60	360	128	35,6	232	64,4
1988	799	301	37,7	498	62.3	291	93	32	198	68
1989	691	304	44	387	56	226	79	35	147	65
1990	677	299	44,2	378	55,8	205	62	30,2	143	69,8
1991	616	259	42	357	58	230	69	30	161	70
1992	659	283	42,9	376	57,1	298	79	26,5	219	73,5
1993	722	231	32	491	68	341	115	33,7	226	66,3
1994	699	285	40,8	414	59,2	328	109	33,2	219	66,8
1995	705	299	42,4	406	57,6	305	101	33,1	204	66,9
1996	683	321	47	362	53	311	103	33,1	208	66,9
1997	687	320	46,7	367	53,3	299	99	33,1	200	66,9
1998	668	309	46,3	359	53,7	283	93	32,8	190	67,2
1999	655	311	47,5	344	52,5	297	95	32	202	68
2000	679	319	47	360	53	291	99	34	192	66
1975-2000	20 395	8 810	śr. 43,2	11 585	śr. 56,8	8 275	2 904	śr. 35,1	5 371	śr. 64,9

śr. wartość średnia

Opracowanie własne na podstawie danych z WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu oraz z archiwów urzędów miejskich w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju.

stanu...1993, *Raport*... 1994, *Ocena stanu*... 1995, *Raport*...1999). W wykorzystanych publikacjach i różnych materiałach niepublikowanych nie sprecyzowano, jaką rolę w zanieczyszczaniu rzek odegrał przemysł a jaką gospodarka komunalna. Z szacunkowych ustaleń autora wynika, że w całym badanym okresie 58,3% ogółu ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych pochodziło z działalności komunalnej, pozostałe 41,7% z różnych obiektów przemysłowych (tab. 73). Należy jednak podkreślić, że w latach 1975–1990, kiedy przemysł stanowił o gospodarce rejonu wałbrzyskiego, jego wpływ na zanieczyszczanie rzek był znacznie większy niż w okresie 1991–2000, w którym doszło do likwidacji tradycyjnych gałęzi przemysłu i restrukturyzacji gospodarki w regionie. W pierwszym z wyżej wymienionych okresów odprowadzane do rzek ścieki przemysłowe stanowiły bowiem 46,3% a komunalne 53,7%, natomiast w drugim odpowiednio 30,1% oraz 69,9% (tab. 73). Jeszcze większy spadek udziału przemysłu w ilości zrzuconych do rzek ścieków wystąpił w Wałbrzychu (tab. 74). W latach 1975–1990, kiedy miasto to było największym ośrodkiem przemysłowym w Sudetach, aż 50,4% odprowadzonych do rzek ścieków pochodziło z obiektów przemysłowych, natomiast 49,6% z gospodarki komunalnej. W ostatniej dekadzie XX w. już tylko 27,7% ogółu odprowadzonych do rzek ścieków pochodziło z przemysłu, pozostałe 72,3% z gospodarki komunalnej. Wskazuje to na malejącą rolę przemysłu jako czynnika zanieczyszczania rzek w rejonie wałbrzyskim w rozpatrywanym okresie. W latach 1990–2000 główną rolę w zanieczyszczaniu rzek odgrywała już gospodarka komunalna. Nie wynikało to jednak z coraz większej ilości ścieków „wytwarzanych" w działalności komunalnej i odprowadzanych do rzek, lecz ze spadku ilości ścieków powstałych w przemyśle. Stopniowa likwidacja większości wodochłonnych zakładów przemysłowych, rozpoczęta na początku ostatniej dekady XX w., to główna przyczyna wyraźnego spadku ilości zrzuconych do rzek ścieków. Skutkowało to poprawą jakości wód w ciekach w porównaniu do okresu 1975–1990, wyrażoną zwykle mniejszymi wartościami badanych wskaźników zanieczyszczeń. Należy także podkreślić, że zmiany w gospodarce wodno-ściekowej związane z działalnością komunalną w badanym obszarze były wówczas niewielkie w stosunku do przemian zachodzących w przemyśle. Wskazuje to na istotną rolę przemysłu i zmian w jego strukturze jako głównego czynników przeobrażania jakości wód powierzchniowych.

Do najbardziej uciążliwych zakładów przemysłowych rejonu wałbrzyskiego ze względu na duże ilości i zróżnicowany skład chemiczny zrzucanych do rzek ścieków, należały kopalnie węgla kamiennego, a ponadto zakłady włókiennicze, fabryki porcelany stołowej i elektrotechnicznej, elektrociepłownie oraz huta szkła i kopalnia barytu. Rozwój tradycyjnych gałęzi przemysłu przyczynił się do wzrostu wskaźnika BZT_5 oraz zwykle znacznego zanieczyszczenia cieków siarczanami, fenolami, zawiesiną i różnym substancjami rozpuszczonymi zawartymi w ściekach (tab. 75).

Działające na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc kopalnie węgla kamiennego odprowadziły do wód powierzchniowych w badanym okresie ogółem

Tab. 73. Ilość ścieków odprowadzonych do rzek w rejonie wałbrzyskim przez przemysł i gospodarkę komunalną w latach 1975–2000.

Wyszczególnienie	Ilość ścieków					
	1975–2000		1975–1990		1991–2000	
	w tys. m^3	% ogółu	w tys. m^3	% ogółu	w tys. m^3	% ogółu
Przemysł	311 120	41,7	248 680	46,3	62 440	30,1
Gospodarka komunalna	434 123	58,3	288 986	53,7	145 137	69,9
Ogółem	745 243	100,0	537 666	100,0	207 577	100,0

Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu, Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu i urzędów miejskich w Wałbrzychu, Boguszowie-Gorcach, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju oraz wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego, Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego, Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych" i Kopalni Barytu „Boguszów".

Tab. 74. Ilość ścieków odprowadzonych do rzek w Wałbrzychu przez przemysł i gospodarkę komunalną w latach 1975–2000

Wyszczególnienie	Ilość ścieków					
	1975–2000		1975–1990		1991–2000	
	w tys. m^3	% ogółu	w tys. m^3	% ogółu	w tys. m^3	% ogółu
Przemysł	301 000	44,1	248 000	50,4	53 000	27,7
Gospodarka komunalna	382 000	55,9	244 000	49,6	138 000	72,3
Ogółem	683 000	100	492 000	100	191 000	100

Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów WIOŚ i WSSE oraz Urzędu Wojewódzkiego i Urzędu Miejskiego w Wałbrzychu i wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego.

Tab. 75. Główne przyczyny zanieczyszczenia wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000.

Zanieczyszczenie	Główne przyczyny
BZT_5	zrzuty ścieków przemysłowych z zakładów włókienniczych i odzieżowych oraz ścieków sanitarnych z kopalń węgla kamiennego i bytowo-gospodarczych
Chlorkami	odprowadzanie wód dołowych z wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i osadników kopalnianych
Siarczanami	odprowadzanie wód dołowych z wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego i kopalni barytu oraz osadników kopalnianych
Fenolami	nielegalne zrzuty ścieków przemysłowych z zakładów koksowniczych i fabryki kwasu siarkowego, zanieczyszczone powietrze
Substancjami rozpuszczonymi	zrzuty wód dołowych i ścieków technologicznych z kopalń węgla kamiennego, kopalni barytu, elektrociepłowni, fabryk porcelany stołowej, huty szkła oraz z zakładów włókienniczych i odzieżowych
Zawiesiną	zrzuty wód dołowych z kopalń węgla i barytu oraz ścieków przemysłowych z elektrociepłowni, odprowadzanie wody z osadników kopalnianych, ścieki opadowe z hałd

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

około 260,4 mln m^3 ścieków wód dołowych oraz ścieków technologicznych i sanitarnych, a także powstałych w osadnikach kopalnianych (tab. 76). W ostatnich dwudziestu dwóch latach działalności kopalń węgla ilość zrzuconych prze nie ścieków do rzek była zróżnicowana. Najwięcej ścieków odprowadzono w latach 1975–1982 (13,9–16,1 mln m^3 rocznie). Po 1982 r. ilość zrzuconych do wód ścieków stopniowo malała. Jedynie w 1985 r. oraz w okresie 1990–1992 wystąpiło niewielkie zaburze-

Tab. 76. Ilość ścieków i ładunki zanieczyszczeń zrzuconych do rzek przez wałbrzyskie kopalnie węgla kamiennego w latach 1975-1996.

Rok	Ilość zrzuconych ścieków (w tys. m^3)		BZT5 (mg O_2/l)	Ładunki zrzuconych zanieczyszczeń (w Mg)		
				zawiesina	chlorki	siarczany
1975	V	4 420	20,5	361,1	332,8	1 781,2
	T	4 728	7,9	300,2	408	4 170,0
	W	6 922	29	131,8	5 965,9	9 891,5
	∑	16 070	śr. 19,1	793,6	6 706,7	15 842,7
1976	V	4 425	14,8	350,1	309,8	1 770,0
	T	4 599	6,1	266,7	379,9	4 120,8
	W	6 801	22	145,3	6 688,6	10 274,6
	∑	15 825	śr. 14,3	762,1	7 378,3	16 165,4
1977	V	4 239	14,2	307,3	295,9	1 560,0
	T	4 633	6,2	270,6	370,6	3 706,4
	W	6 643	31	147,1	5 511,9	10 745,6
	∑	15 515	śr. 17,1	725	6 178,4	16 012,0
1978	V	4 136	13,9	281,2	273	1 406,2
	T	4 250	5,9	225,3	340	7 353,3
	W	6 108	28	88	5 220,6	8 486,3
	∑	14 494	śr. 15,9	594,5	5 833,6	13 245,8
1979	V	4 186	13,3	334,9	334,9	1 674,4
	T	4 225	5,4	211,3	338	3 380,0
	W	7 398	26	74,8	5 195,8	7 457,0
	∑	15 809	śr. 14,9	621	5 868,7	12 511,4
1980	V	4 199	13,8	340,1	260	1 680,0
	T	4 100	5,1	205	315,7	3 116,0
	W	5 618	38	77,8	3 759,1	5 402,0
	∑	13 916	śr. 19,0	622,9	4 334,8	10 198,0
1981	V	4 623	14,9	369,8	323,6	1 849,2
	T	4 235	5,2	220,2	321,8	3 091,6
	W	5 399	34	68,6	4 016,1	5 478,7
	∑	14 257	śr. 18,0	658,6	4 661,5	10 419,5
1982	V	4 936,5	15,1	394,9	340,6	1 875,7
	T	4 900	5,8	235,2	392	3 665,2
	W	6 303	36	74,1	3 650,4	5 219,5
	∑	16 139,5	śr. 19,0	659,2	4 383,0	10 760,4
1983	V	4 999,3	14,3	399,9	309,9	1 949,6
	T	3 995	5,6	163,8	263,7	2 796,5
	W	5 560	39	72,6	3 841,6	5 201,3
	∑	14 554,3	śr. 19,6	636,3	4 415,2	9 947,4
1984	V	4 580,1	14,7	389,3	274,8	1 891,5
	T	4 001	5,2	168	260,1	2 800,7
	W	4 116	32	67,2	4 011,0	4 883,7
	∑	12 697,1	śr. 17,3	624,5	4 545,9	9 575,9
1985	V	5 412,3	21	281,4	254,4	1 136,5
	T	3 983	5	159,3	250,9	2 867,8
	W	4 650	36	69,8	3 283,5	7 066,4
	∑	14 045,3	śr. 20,7	510,5	3 388,8	11 070,7

Rok	Ilość zrzuconych ścieków (w tys. m^3)		BZT5 (mg O_2/l)	Ładunki zrzuconych zanieczyszczeń (w Mg)		
				zawiesina	chlorki	siarczany
1986	V	4 178,6	17,6	221,4	200,5	1 003,0
	T	3 638,5	6	131	218,3	2 510,2
	W	4 607	36	185,4	645	5 528,3
	∑	12 424,1	śr. 19,9	537,8	1 063,8	9 071,5
1987	V	4 128	40,7	338,5	214,7	1 415,9
	T	4 037,7	5	113	234,1	2 220,4
	W	3 684	31	110,6	552,6	3 867,9
	∑	11 849,7	śr. 25,6	562,1	1 001,4	7 504,2
1988	V	3 594,7	10	107,8	161,7	1 078,2
	T	3 179	5	124	206,6	2 269,4
	W	3 203	45	96	480,3	3 362,7
	∑	9 976,7	śr. 20,0	327,8	848,6	6 650,3
1989	V	3 375	8,4	168,8	199,1	901,1
	T	2 964	3,5	136,3	192,7	1 837,5
	W	3 211	34	64,2	329,6	2 639,0
	∑	9 550	śr. 15,3	369,3	713,1	5 377,8
1990	V	2 099,1	6,8	79,8	128	533,1
	T	2 971,2	3,1	145,6	184,2	2 168,8
	W	3 257,0	38,1	65	436,2	2 377,2
	∑	8 327,3	śr. 16,0	290,4	748,4	5 079,1
1991	V	2 035,2	8,7	44,8	118	667,5
	T	3 337,7	3	166,9	203,6	3 003,3
	W	3 315,0	21	77,7	463,9	3 228,4
	∑	8 687,9	śr. 10,9	289,4	785,5	6 899,2
1992	V	1 982,1	8,3	43,6	111	595
	T	3 255,8	3	149,8	195,4	2 360,0
	W	3 931,0	18	80,7	601,2	3 760,6
	∑	9 168,9	śr. 9,8	274,1	907,6	6 715,6
1993	V	1 530,1				
	T	2 248,5				
	W	3 250,0				
	∑	7 028,6	3,8	281,1	351,4	4 568,2
1994	V	1 328,1				
	T	2 143,5				
	W	3 105,0				
	∑	6 576,6	3,6	236,8	322,2	4 603,2
1995	V	936,5				
	T	2 033,6				
	W	2 329,00				
	∑	5 299,1	3,9	196,1	243,8	3 338,4
1996	V	745,8				
	T	1 984,2				
	W	1 123,0				
	∑	3 853,0	2,4	115,6	154,1	2 150
1997	WKW K	1 654,2	2,8	49,6	62,9	694,7
1998	ZWP A	1 548,5	2,6	46,4	60,4	681,1
1999	ZWP A	1 123,3	2,9	31,4	37,5	37,5
1975–1999	V	76 089,4		4 814,60	4 442,70	24 768,1
	T	79 442,7		3 392,20	5 075,5	57 437,7
	W	100 533,0		1 966,70	54 653,6	104 870,7
	∑	260 391,1	śr. 13,4	10 860,50	65 368,1	203 149,6

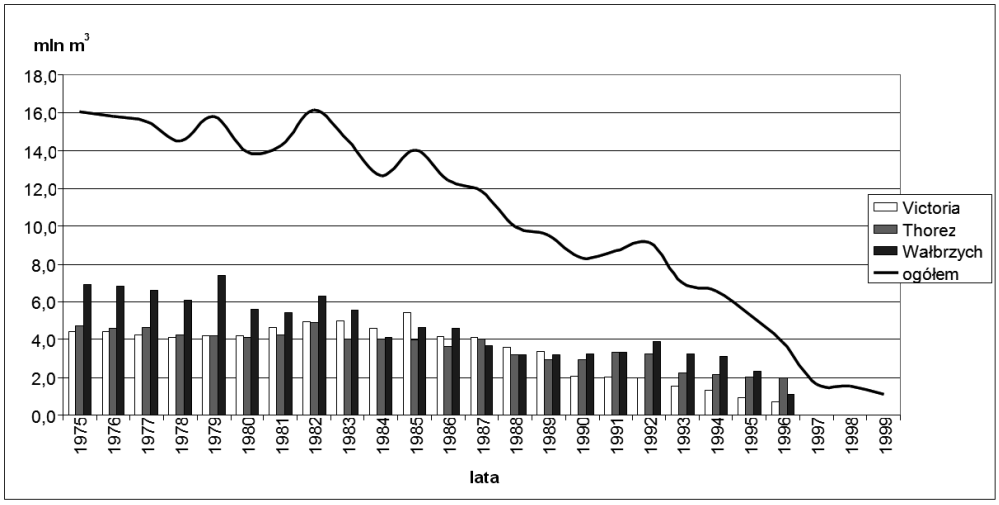
V – Kopalnia Węgla Kamiennego „Victoria“, T - Kopalnia Węgla Kamiennego „Thorez”, W - Kopalnia Węgla Kamiennego „Wałbrzych”. śr. – wartość średnia, ZWPA– Zakład Wydobywczo-Przeróbczy Antracytu.

* – od 1992 r. działało jedno przedsiębiorstwo: Wałbrzyskie Kopalnie Węgla Kamiennego (WKWK).

Opracowano na podstawie danych z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego, Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego oraz WIOŚ w Wałbrzychu.

nie tej tendencji (ryc. 125). W badanym okresie najwięcej ścieków zrzuciła do rzek kopalnia „Wałbrzych" (100,5 mln m^3), znacznie mniej kopalnie „Thorez" (79,4 mln m^3) i „Victoria" (76,1 mln m^3) (tab. 76). Nieco większa ilość odprowadzonych do rzek ścieków przez kopalnię „Thorez", niż „Victoria" wynika z faktu, iż pierwsza z tych kopalń działała trzy lata dłużej. Wyżej wymienione obiekty kopalniane zrzucały do rzek różne ilości ścieków w skali roku. W badanym okresie występowało także znaczne zróżnicowanie ilości ścieków odprowadzonych przez każdą kopalnię. Ustalono, że największe różnice dotyczące rozpatrywanych wielkości wystąpiły w latach 1975–1983 i 1990–1996, najmniejsze zaś w okresie 1984–1989 (ryc. 125).

Spośród dziesięciu zakładów górniczych, które wydobywały węgiel i odprowadzały ścieki do rzek, siedem działało w Wałbrzychu, trzy zaś w Boguszowie-Gorcach. Z szacunkowych ustaleń autora wynika, że od 1975 r. do 1993 r. (w tym roku zakończono wydobycie węgla na skalę przemysłową w Boguszowie-Gorcach) działające tam zakłady górnicze zrzuciły ogółem do rzek około 43 mln m^3 ścieków. W takim samym okresie kopalnie węgla na terenie Wałbrzycha odprowadziły do wód powierzchniowych około 185 mln m^3 ścieków. Wobec tego rzeki w Kotlinie Wałbrzyskiej były w znacznie większym stopniu zanieczyszczane przez zrzuty ścieków kopalnianych, aniżeli cieki w Kotlinie Kuźnickiej. Stosunkowo duże ilości ścieków odprowadzonych do rzek przez kopalnie węgla (35% ogółu zrzuconych do rzek) wywierały istotny wpływ na jakość wód cieków w obszarach eksploatacji tego surowca. Wiąże się to ze specyficznym ich składem chemicznym, który zależał m.in. od permanentnie odprowadzanych do rzek znacznych ilości wód dołowych,



Ryc. 125. Zróżnicowanie ilości ścieków odprowadzonych do wód powierzchniowych przez kopalnie węgla kamiennego w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1999. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 76.

a także wód z osadników. W latach 1975–1997 zrzucane do wód ścieki kopalniane były regularnie badane ze względu na ładunki BZT_5, oraz zawartość zawiesiny, chlorków i siarczanów (tab. 76). Niekiedy określano w nich także zawartość substancji rozpuszczonych i suchą pozostałość. Badania te były prowadzone niezależnie przez każdą z kopalń, a ich wyniki zapisywano w różny sposób. Kopalnie „Victoria" i „Thorez" określały stężenie zanieczyszczeń w ściekach w mg/dm^3 lub w g/m^3, natomiast kopalnia „Wałbrzych" podawała ilość zrzucanych zanieczyszczeń w kg/dobę (*Sprawozdania z gospodarki wodno-ściekowej... KWK „Thorez*"1975––1992, ... *KWK „Victoria"* 1975–1992, ... *KWK „Wałbrzych"* 1975–1992). Zapisane tak dane były więc nieporównywalne. W celu ich porównania obliczono, jaką ilość różnych zanieczyszczeń odprowadzała do rzek w ciągu roku każda z kopalń. Przyjęto założenie, że 1 m^3 płynnych zanieczyszczeń waży 1 tonę (Mg). Uzyskane w ten sposób dane, dotyczące ilości zanieczyszczeń odprowadzanych do wód powierzchniowych przez kopalnię „Wałbrzych" są przybliżone, niemniej jednak porównywalne z ładunkami zanieczyszczeń zrzuconych do wód w ściekach przez kopalnie „Thorez" i „Victoria".

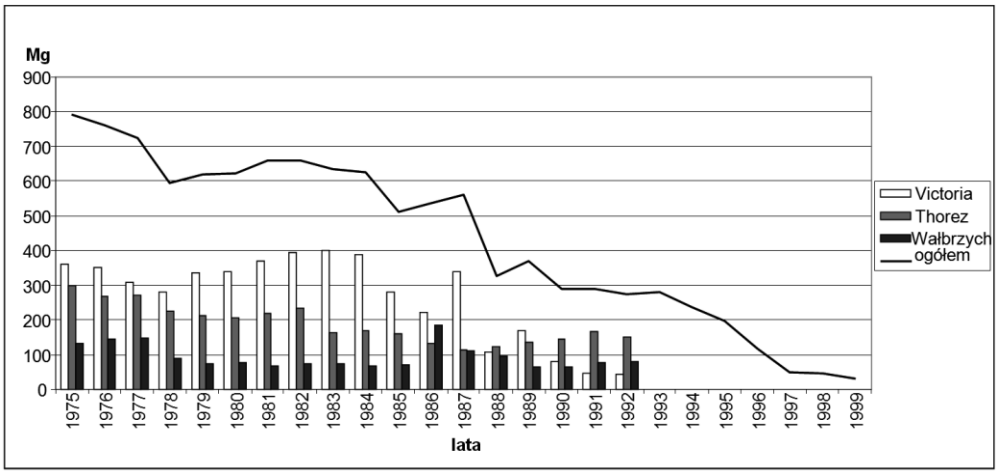
Ustalono, że średnie roczne wielkości wskaźnika BZT_5 w ściekach zrzuconych do rzek przez każdą z kopalń były zróżnicowane, a także zmieniały się w czasie (tab. 76). Wskaźnik ten był na ogół największy w ściekach kopalni „Wałbrzych" (18–45 mgO_2/dm^3), przeważnie znacznie mniejszy w ściekach kopalni „Victoria" (12,8–21mg O_2/dm^3), zaś najmniejszy w ściekach kopalni „Thorez" (8,95–15,9 mgO_2/dm^3). Po 1992 r. wielkość analizowanego wskaźnika w ściekach zrzuconych do rzek przez wałbrzyskie kopalnie węgla kamiennego nie przekraczała 7 mgO_2/dm^3. W latach 1975–1992 odprowadzone do wód ścieki kopalniane zawierały więc znaczne ładunki BZT_5, pomimo, że były one czyszczone w zakładowych oczyszczalniach. Dopiero od 1993 r. ich jakość wyraźnie się poprawiła. W zakładach górniczych powstawało bowiem coraz mniej ścieków technologicznych i sanitarnych, w związku ze stopniowym zamykaniem kopalń, a ponadto były one zwykle rozcieńczone wodami dołowymi.

Specyficzną cechą ścieków kopalnianych była znaczna zawartość w nich zawiesiny. W latach 1975–1999 do rzek odprowadzono ogółem około 10816 Mg tych zanieczyszczeń, w tym najwięcej z kopalni „Victoria" (4814,6 Mg), zaś najmniej z kopalni „Wałbrzych" (1696,7 Mg). W kolejnych latach badanego okresu ilość zawiesiny zrzucanej wraz z ściekami do rzek na ogół malała. Największe natężenie tych zmian wystąpiło w latach 1975–1978, 1987–1988 i 1993–1997. Należy także podkreślić, że roczne ładunki zawiesiny zawartej w ściekach odprowadzonych do rzek przez poszczególne kopalnie znacznie się różniły, podobnie jak trendy zmian w tym względzie. Porównanie ilości zawiesiny odprowadzonej do rzek przez każdą z kopalń, w latach 1975–1992, przedstawiono na ryc. 126.

Występujące w ściekach kopalnianych chlorki i siarczany pochodziły głównie z wód dołowych. Związki te powodowały zasolenie wód cieków, do których

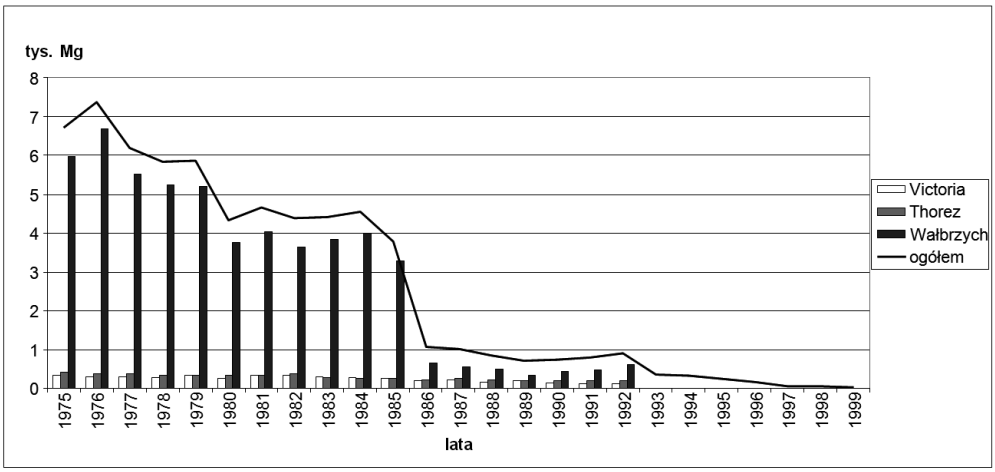
były odprowadzane. Wielkości rocznych ładunków siarczanów odprowadzonych do rzek były nawet kilkanaście razy większe od ładunków chlorków (tab. 76). Ze względu na to, że są to zanieczyszczenia trwałe, nie były one usuwane w działających na terenie kopalń oczyszczalniach i osadnikach. Mimo, że wypompowywane z kopalń wody nie odsalano, w latach 1975–1986 zanotowano znaczny spadek zawartości chlorków w ściekach kopalnianych. Wody dołowe, którymi rozcieńczano ścieki, pochodzące z udostępniania głębszych pokładów węgla, były bowiem mniej zasolone. Ze względu na słabą mineralizację zalegających głębiej wód kopalnianych, część z nich nawet uzdatniano i wykorzystywano w gospodarce komunalnej na różne cele. Największe tempo spadku zawartości chlorków w ściekach wystąpiło w latach 1976–1980 i 1984–1986. W okresie 1980–1984 wielkość ładunków tych zanieczyszczeń w skali roku nie ulegała zasadniczym zmianom. Po 1986 r. wystąpił dalszy spadek zawartości chlorów w ściekach, jednak dynamika tego procesu była znacznie mniejsze, niż w latach 1975–1986 (ryc. 127). Najwięcej chlorków zawierały ścieki kopalni „Wałbrzych". W latach 1975–1989 wielkość ładunków tych zanieczyszczeń wyraźnie spadła, a w okresie 1989–1992 nieznacznie wzrosła. Ilość chlorków w ściekach odprowadzonych przez kopalnie „Thorez" i „Victoria" w skali roku była podobna i zwykle znacznie mniejsza niż w kopalni „Wałbrzych" (tab. 76). Uogólniając wyniki badań można stwierdzić, że w rozpatrywanym okresie wystąpił spadkowy trend zawartości chlorów w ściekach zrzucanych do rzek przez wałbrzyskie zakłady górnicze.

Charakterystyczną cechą ogółu ścieków kopalnianych odprowadzonych do wód powierzchniowych w badanym okresie, była także malejąca zawartość w nich ładunków siarczanów. Zmiany te przebiegały stopniowo (ryc. 128). Największa

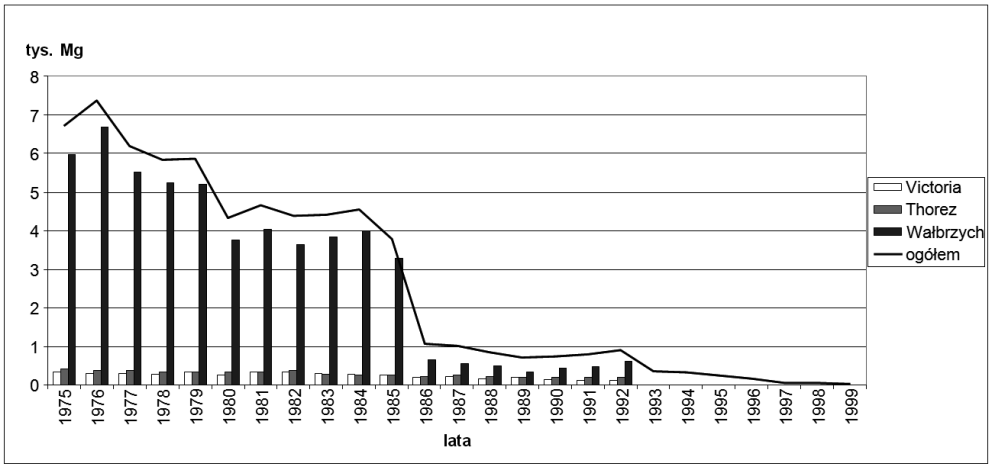


Ryc. 126. Zawartość zawiesiny w ściekach kopalnianych odprowadzonych do wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975-1999. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 76.

dynamika tego procesu wystąpiła w latach 1977–1980, 1985–1989 i 1992–1997, natomiast w pozostałych okresach zaobserwowano zarówno wzrostowe, jak i spadkowe trendy zmian. Największe ładunki siarczanów zawierały ścieki z kopalni „Wałbrzych". Znacznie mniej tych zanieczyszczeń występowało w ściekach kopalni „Thorez", najmniej zaś w ściekach zrzuconych do rzek przez kopalnię „Victoria" (tab. 77). W badanym okresie zawartość siarczanów w ściekach każdej z kopalń stopniowo malała. Największe zmiany wystąpiły w ściekach odprowadzonych do rzek przez kopalnię „Wałbrzych", znacznie wolniej „malały" natomiast ładunki siarczanów zawarte w ściekach pozostałych dwóch kopalń (ryc. 128).



Ryc. 127. Zawartość chlorków w ściekach kopalnianych odprowadzonych do wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1999. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 76.

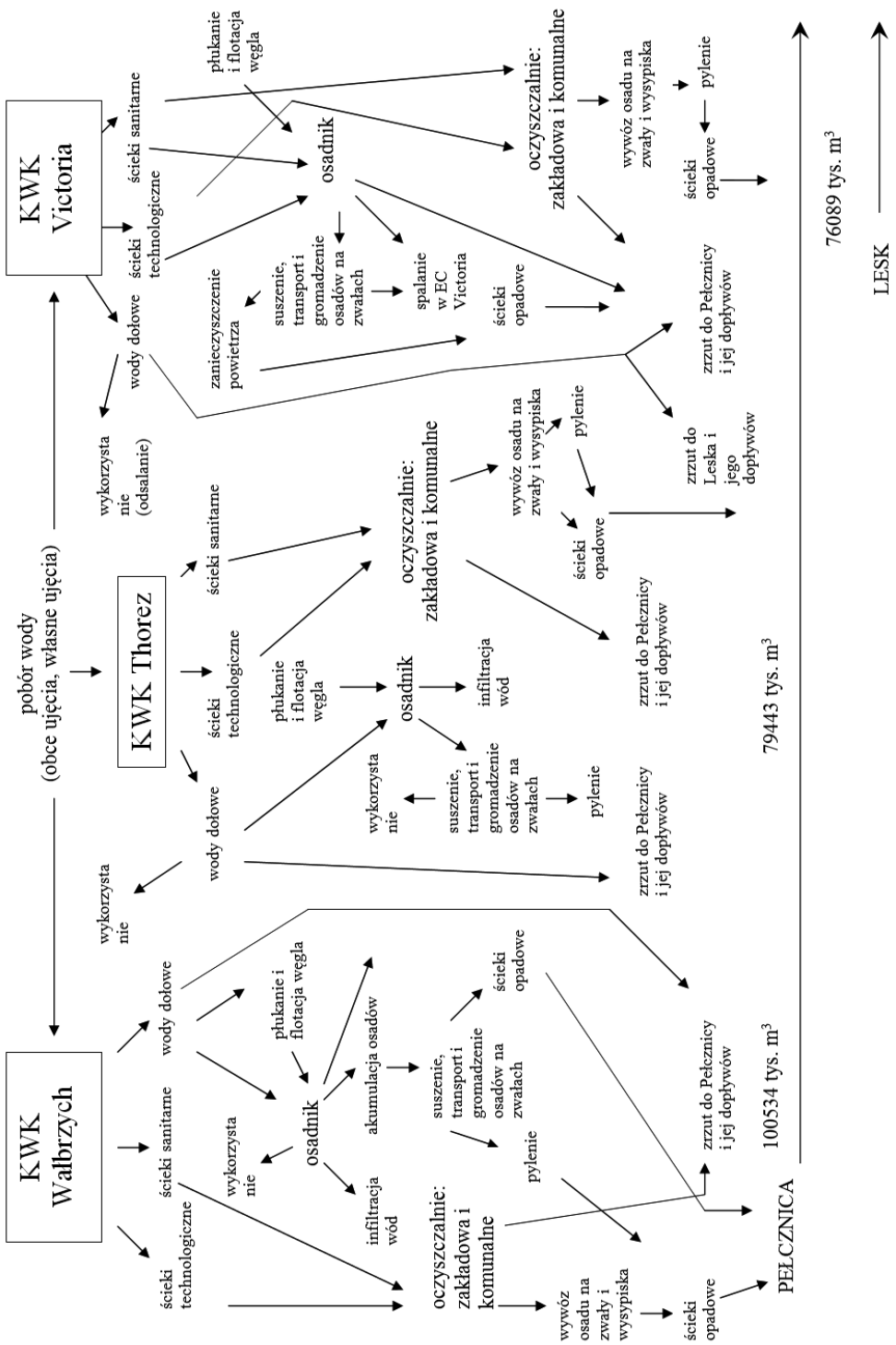


Ryc. 128. Zawartość siarczanów w ściekach kopalnianych odprowadzonych do wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–1999. Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 76.

Spośród ogółu zakładów przemysłowych rejonu wałbrzyskiego, kopalnie węgla kamiennego zrzucały do wód powierzchniowych największe ilości ścieków. Obiekty te odprowadziły do rzek około 260,4 mln m^3 ścieków, co stanowiło 83,7% wszystkich zrzuconych ścieków przemysłowych latach 1975–2000. Obszary, na których gospodarowały kopalnie węgla, zajmowały także największą powierzchnię wśród terenów przemysłowych rejonu wałbrzyskiego (93,7 km^2, co stanowiło aż 64,9% powierzchni badanego obszaru). Naziemne obiekty kopalniane występowały w rozproszeniu, a kopalnie węgla były największymi zakładami przemysłowymiw rejonie wałbrzyskim. W ocenie autora górnictwo węglowe było czynnikiem o dominującym znaczeniu w przeobrażeniu wód powierzchniowych w badanym obszarze. Syntetyczny model wpływu kopalń węgla kamiennego na wody powierzchniowe rejonu wałbrzyskiego, w świetle gospodarki ściekami w tych zakładach, przedstawiono na ryc. 129.

W latach 1975–2000 pozostałe zakłady przemysłowe działające w rejonie wałbrzyskim odprowadziły do rzek ogółem około 51 mln m^3 różnych ścieków (15,0% wszystkich zrzuconych do wód powierzchniowych). W okresie 1975–1989 obiekty te zrzucały do rzek w ciągu roku podobne ilości ścieków (tab. 77) Po 1989 r. ilość ich systematycznie malała. Wiązało się to ze spadkiem produkcji uwarunkowanym restrukturyzacją przemysłu w regionie, a także stopniową likwidacją niektórych zakładów odprowadzających ścieki do rzek.

Największym, poza kopalniami węgla, zakładem zanieczyszczającym cieki w badanym obszarze była Elektrociepłownia „Victoria". W badanym okresie obiekt ten odprowadził do wód powierzchniowych 36,8 mln m^3 ścieków, z czego najwięcej (25,5 mln m^3: 69,3%) w latach 1975–1989 (tab. 77). Znaczna część wytworzonych przez ten zakład ścieków była kierowana do osadnika („mokre składowisko odpadów"), w którym czyszczone je mechanicznie (*Aneks do operatu*… 1977). Wyżej wymieniony staw osadowy był zbiornikiem przepływowym, a wypływające z niego ścieki permanentnie zanieczyszczały Potok Południowy (lewy dopływ Pełcznicy). Zawierały one zwykle dużo zawiesiny, a ponadto różne substancje rozpuszczone, głównie siarczany (tab. 78). Specyficznymi zanieczyszczeniami występującym w wodach osadnika były także fenole, których stężenia w kanale odprowadzającym ścieki wahały się od 0,02 do 0,07 mg/dm^3. Użytkowane m.in. przez Elektrociepłownię „Victoria" „mokre składowisko odpadów" było więc źródłem wtórnego zanieczyszczania rzek w Wałbrzychu. Wynikało to z braku możliwości usuwania ze ścieków zanieczyszczeń trwałych oraz tylko częściowym ich czyszczeniu z zawiesiny. Ponadto przepusty, którymi odprowadzano ścieki ze stawu osadowego w latach 1975–1985 były ustawione nieprawidłowo, co powodowało, że część popiołów i miału węglowego zamiast pozostać w osadniku odpływała wraz ze ściekami do Potoku Południowego (*Studium dalszej rozbudowy*... 1985, „*Mokre składowisko odpadów"*... 1975–1990).



Ryc. 129. Model wpływu kopalń węgla kamiennego na wody powierzchniowe rejonu wałbrzyskiego w świetle gospodarki wodno-ściekowej w tych obiektach w latach 1975–1996. Opracowanie własne.

Tab. 77. Ilość ścieków zrzuconych do wód powierzchniowych przez zakłady przemysłowe rejonu wałbrzyskiego, poza kopalniami węgla kamiennego, w latach 1975–2000.

Wyszczególnienie	Ilość ścieków zrzuconych do wód powierzchniowych (w m^3)					
	1975–1979	1980–1984	1985–1989	1990–1994	1995–2000	1975–2000
EC „Victoria" (W)	7 857 500	7 695 300	7 943 700	6 945 100	6 402 300	36 833 900
ZPL „Walim" (W)	1 210 000	1 285 000	1 223 000	1 003 200	1 119 000	5 840 200
ZPS „Krzysztof" (W)	691 250	620 115	500 200	385 100	443 240	2 639 905
KB „Boguszów" (B-G)	522 600	505 000	498 000	434 200	323 800 [1]	2 283 600
ZPS „Wałbrzych" (W)	156 000	182 500	176 300	142 100	162 493	819 393
WPEC „Wałbrzych" (W)	136 875	129 945	140 328	135 950	141 004	558 102
DPUGPW „Wamag" (W)	73 000	98 200	93 100	61 000	63 400	388 700
ZPE „Zofiówka" (JZ)	69 500	70 300	63 200	59 400	66 500	328 900
Zakłady Włókiennicze (JZ)	59 630	67 320	57 450	48 350	41 455	274 205
ZK „Wałbrzych" (W)	58 400	62 500	59 300	41 600	43 420	265 220
ZPO „Rafio" (W)	48 362	54 750	53 844	49 399	58 545	264 900
ZPL „Camela" (W)	45 625	48 200	48 100	40 300	47 405	229 630
ZPL „Silena" (W)	42 850	46 950	46 500	39 250	43 500	219 050
Zakłady Gazownicze (W)	4 800	5 200	5 150	4 750	5 418	25 318
Fabryka H_2SO_4 (W)	5 200	5 900	5 825	3 950 [2]	-	20 875
Zakłady „Linodrut" (W)	457	498	463	399	681	2 498
Ogółem	10 972 049	10 877 678	10 788 460	9 394 048	8 962 161	50 994 396
% ogółu	21,5	21,3	21,2	18,4	17,6	100

W: Wałbrzych, B-G: Boguszów-Gorce, JZ: Jedlina-Zdrój, EC: Elektrociepłownia, ZPL: Zakłady Przemysłu Lniarskiego, ZPS: Zakłady Porcelany Stołowej, KB: Kopalnia Barytu, WPEC: Wałbrzyskie Przedsiębiorstwo Energetyki Cieplnej, DPUGPW: Dolnośląskie Przedsiębiorstwo Urządzeń Górniczych Przemysłu Węglowego, ZPE: Zakłady Porcelany Elektrotechnicznej, ZK: Zakłady Koksownicze, ZPO: Zakłady Przemysłu Odzieżowego, [1] – likwidacja w 1998 r., [2] – likwidacja w 1992 r.
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Obiektami przemysłowymi zanieczyszczającymi wody powierzchniowe w rejonie wałbrzyskim były również Zakłady Przemysłu Lniarskiego „Walim", Zakłady Porcelany Stołowej „Krzysztof" i Kopalnia Barytu „Boguszów". W badanym okresie obiekty te odprowadziły do rzek około 10,8 mln m^3 ścieków, a więc prawie trzy i pół krotnie mniej, niż Elektrociepłownia „Victoria" (tab. 77). Pozostałe zakłady przemysłowe, m.in. Wojewódzkie Przedsiębiorstwo Energetyki Cieplnej, Zakłady Koksownicze „Wałbrzych" i Zakłady Przemysłu Elektrotechnicznego „Zofiówka", zrzuciły do wód powierzchniowych 0,55 mln m^3 ścieków (1,1% ich ogółu) (tab. 77). Nie miały one istotnego wpływu na zmianę ilości ścieków odprowadzonych do wód powierzchniowych w badanym okresie. Należy jednak podkreślić, że niektóre

Tab. 78. Parametry ścieków odprowadzonych do Pełcznicy z „mokrego składowiska odpadów" KWK „Victoria" w latach 1975–1995.

Wskaźniki zanieczyszczeń	1975	1980	1985	1990	1995	wielkość średnia
pH	7,2–9,5	7,1–8,9	6,9–9,5	7,8–9,6	6,5–8,8	8
BZT_5 (mg O_2/l)	0,5–9,9	1,5–7,9	1,2–8,1	0,7–8,6	0,9–5,5	3,6
chlorki (mg Cl/l)	220–330	195–350	240–260	231–250	55–102	22,9
siarczany (mg SO_4/l)	420–620	440–600	410–520	415–500	398–550	48,7
fenole (mg/l)	0,04–0,07	0,025–0,055	0,02–0,05	0,039–0,064	0	0,05
zawiesina (mg/l)	25–215	30–210	25–195	26–153	4–81	95
substancje rozpuszczone (mg/l)	550–1625	450–1700	550–1705	624–1404	255–980	997

Opracowanie własne na podstawie danych z Działu Ochrony Środowiska KWK Victoria w Wałbrzychu.

obiekty, np. koksownie, fabryka kwasu siarkowego i zakłady gazownicze, zrzucały niekiedy do Pełcznicy i jej dopływów silnie toksyczne ścieki zawierające m.in. cyjanki i fenole (Kacperkiewicz 1986, Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Raport o stanie*… 1994, Wójcik 1998b), co nie było bez znaczenia dla jakości wód w tych rzekach.

W latach 1975–2000 najwięcej ścieków w badanym obszarze odprowadzono do rzek na terenie Wałbrzycha (682,8 mln m^3; 91,6% ogółu). Miasto to powstało w górnej część zlewni Pełcznicy, gdzie 80% terenów zajętych pod zabudowę mieszkalną i przemysłową jest odwadnianych przez ten ciek i jego dopływy. Do Pełcznicy odprowadzono około 90% powstałych w Wałbrzychu ścieków komunalnych i przemysłowych. W związku z tym interesujące wydaje się porównanie ilości zrzuconych tam ścieków z przepływem Pełcznicy w Świebodzicach – trzy kilometry poniżej Wałbrzycha. Średni roczny przepływ wyżej wymienionego cieku wynosi w tym posterunku 0,92 m^3/s (Jońca 1979, *Rocznik hydrologiczny*… 1980, 1985, 1990), a odpływ roczny 29,0 mln m^3. Uśredniona z lat 1975–2000 roczna ilość ścieków odprowadzonych do Pełcznicy wynosiła natomiast 26,3 mln m^3. Wobec tego można przyjąć, że aż 91% wód tej rzeki stanowiły wówczas ścieki. W latach 1975–1990, czyli w okresie, kiedy w Wałbrzychu rozwijały się jeszcze tradycyjne gałęzie przemysłu, średnia roczna ilość ścieków zrzuconych do Pełcznicy była znacznie większa i wynosiła 31,1 mln m^3. Ilość odprowadzonych do Pełcznicy ścieków w tym mieście była więc większa od rocznego przepływu tej rzeki w Świebodzicach. Należy także podkreślić, że między Wałbrzychem a Świebodzicami do omawianego cieku uchodzi kilka dopływów, w tym największy Szczawnik o średnim rocznym przepływie 0,15 m^3/s (Kołodziej 1973, Kulikowska 1981). Przypuszczam więc, że część wód Pełcznicy infiltruje w podłoże w krawędziowej strefie Pogórza Wałbrzyskiego, powodując zanieczyszczanie wód podziemnych. Zapewne sprzyja temu silnie spękany w tym obszarze górotwór (*Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25000*…

1965, Oberc 1972, Stupnicka 1989, *Atlas geochemiczny*… 1996, Żelaźniewicz 2005). Brak jednak danych na ten temat.

Drugim pod względem wielkości ciekiem rejonu wałbrzyskiego, płynącym przez tereny przemysłowe Boguszowa-Gorc, jest Lesk. Biorąc pod uwagę średni przepływ tej rzeki równy 0,21 m^3/s a także roczny odpływ 6,62 mln m^3 (Miłek 1983, *Rocznik hydrologiczny*… 1985) oraz uśrednioną w skali roku ilość odprowadzonych w tym mieście do Leska ścieków (1,3 mln m^3) ustalono, że w badanym okresie 19,6% wód tej rzeki stanowiły ścieki. W latach 1975–1990, kiedy w tym mieście były jeszcze czynne kopalnie węgla i barytu, odsetek ten był większy i wynosił 25,3%.

Z przeprowadzonych porównań wynika, że wody Pełcznicy w latach 1975–2000 były poddane w znacznie większym stopniu antropopresji niż wody Leska, pomimo, że oba cieki przepływały przez obszary zurbanizowane i uprzemysłowione. Zróżnicowane zanieczyszczanie wyżej wymienionych rzek było spowodowane różną ilością zrzucanych do nich ścieków. Udział ścieków, w stosunku do całkowitej ilości wód w Pełcznicy, był znacznie większy niż w Lesku.

Obiektami o podstawowym znaczeniu w gospodarce wodno-ściekowej, stanowiącymi o czystości rzek w badanym rejonie, były przemysłowe (zakładowe) i komunalne oczyszczalnie ścieków. Tworzyły one zasadnicze ogniwo łączące za pośrednictwem kanalizacji i kolektorów miejsca, w których wytwarzano ścieki, z miejscami odprowadzania ich do wód powierzchniowych. W latach 1975–2000 przez oczyszczalnie przepłynęło 628 mln m^3 ścieków, co stanowiło 84,3% ogółu odprowadzonych do rzek przez przemysł i gospodarkę komunalną. Typ i parametry oczyszczalni oraz ich stan techniczny, a także ilość i jakość przyjmowanych przez te obiekty ścieków miały zasadniczy wpływ na to, w jakim stopniu pełniły one funkcje ochronne w stosunku do wód powierzchniowych.

W rejonie wałbrzyskim działały trzy komunalne i dziesięć przemysłowych oczyszczali ścieków. Pierwsze z nich to oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne, natomiast drugie przeważnie mechaniczne (*Charakterystyka przemysłowych i komunalnych*…). W latach 1975–2000 sprawność tych obiektów była zróżnicowana. W zakładach przemysłowych wyposażonych w zamknięte obiegi wody, a więc teoretycznie nie zanieczyszczających rzek, powstałe tam ścieki były czyszczone nawet w 99%. W pozostałych zakładach stopień oczyszczania ścieków wahał się od 47% do 70% (tab. 79). Wobec tego część ładunków zanieczyszczeń zawartych w ściekach kierowanych do oczyszczalni przemysłowych nie była tam usuwana, co powodowało, że odprowadzane z tych obiektów ścieki nadal zanieczyszczały rzeki.

W badanym obszarze największe oczyszczalnie ścieków działały na terenie Wałbrzycha – w dzielnicach Poniatów i Rusinowa. Pierwszą z wyżej wymienionych zbudowano 1909 r., w 1969 r. była częściowo zmodernizowana, a w 1992 r. wymieniono jej złoże (ryc. 130). Druga działa od 1960 r. Obie to oczyszczalnie komunal-

Tab. 79. Stopień czyszczenia ścieków i redukcji ładunków zanieczyszczeń w wybranych przemysłowych oczyszczalniach ścieków w rejonie wałbrzyskim (dane średnie z lat 1975–1995).

Zakład przemysłowy	% ścieków całkowicie oczyszczonych	Redukcja ładunków zanieczyszczeń (w%)	
		BZT_5	zawiesina ogółem
Kopalnia Węgla Kamiennego "Wałbrzych"	47,2	88	95
Kopalnia Węgla Kamiennego „Thorez"	49,6	97	96
Kopalnia Węgla Kamiennego „Victoria	64,8	96	97
Zakłady Przemysłu Lniarskiego „Walim	65,8	35	34
Zakłady Porcelany Stołowej „Wałbrzych"	69,8	35	71
Zakłady Koksownicze „Wałbrzych"*	98,3	-	-

* zakład wyposażony w zamknięte obiegi wody.
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Ryc. 130. Komunalna oczyszczalnia ścieków w dzielnicy Poniatów przyjmująca ścieki powstałe na terenie Wałbrzycha (fot. J. Wójcik).

ne, niemniej jednak przyjmowały one także różne ścieki przemysłowe. Charakterystykę wyżej wymienionych obiektów przedstawiono w tab. 80. W badanym okresie oczyszczalnie te były często przeciążone ściekami. Oznacza to, że ilość dopływają-

cych tam ścieków w skali roku była zwykle większa, niż maksymalna przepustowość tych obiektów warunkująca optymalne ich oczyszczanie. Ustalono, że oczyszczalnia w Wałbrzychu Poniatowie przez 11 lat, a w Wałbrzychu Rusinowej, aż przez 20 lat była obciążona nadmierną ilością ścieków (tab. 81). W badanym okresie dopuszczalna przepustowość pierwszego z wyżej wymienionych obiektów została przekroczona o 149 tys. m^3, drugiego zaś o 276 tys. m^3 ścieków. Znaczne obciążenie ściekami oraz brak kompleksowych modernizacji i rozbudowy oczyszczalni, często także niewłaściwa ich obsługa powodowały, że sprawność tych obiektów była niezadawalająca. W oczyszczalni Wałbrzych Poniatów czyszczenie ścieków, ze względu na BZT_5 wynosiło 90,2%, $CHZT_{Mn}$ 77,8%, utlenialność 81%, a zawartość zawiesiny ogólnie 84,2%. W Wałbrzychu Rusinowej BZT_5 ścieków było redukowane w 84,6%, $CHZT_{Mn}$ w 48,2%, utlenialność w 79,3%, a zawartość zawiesiny w 79,6% (tab. 82) (*Gospodarka wodno-ściekowa: dokumentacja z lat 1980–86*…). Wypływające z oczyszczalni, zwłaszcza w Wałbrzychu Poniatowie, znaczne ilości stosunkowo słabo oczyszczonych ścieków (średnio 4,9 mln m^3 rocznie), były zrzucane w całości do Pełcznicy. Działalność wałbrzyskich komunalnych oczyszczalni ścieków pozostawała więc w sprzeczności z podstawową funkcją, jaką miały pełnić te obiekty.

Poza Wałbrzychem, w badanym obszarze działały tylko dwie, niewielkie mechaniczne oczyszczalnie ścieków w Boguszowie-Gorcach: komunalna i osiedlowa (*Raport o stanie*… 1999). Łącznie obiekty te mogły przyjąć 190 m^3 ścieków na dobę (komunalna 100 m^3 a osiedlowa 90 m^3), co oznacza, że oczyszczano tam około 69,4 tys. m^3 ścieków rocznie (około 5,3% ogółu ścieków zrzuconych do rzek w Boguszowie-Gorcach w latach 1975–2000). W ostatnich pięciu latach badanego okresu 146 tys. m^3 ścieków powstałych rocznie w wyżej wymienionym mieście odprowadzono do mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Czarnym Borze, zlokalizowanej tuż poza rejonem wałbrzyskim (ryc. 131). W związku z tym w latach

Tab. 80. Charakterystyka komunalnych oczyszczalni ścieków w Wałbrzychu.

Położenie	Typ oczyszczalni	Rok budowy	Przepustowość (m^3/dobę)	Redukcja ładunków zanieczyszczeń (w%)				Zrzut ścieków	Obsługuje
				BZT_5	$ChZT_{Mn}$	utlenialność	zawiesina		
w Wałbrzychu Poniatowie	mechaniczno-biologiczna	1909	13 600	90	78	81	84	Pełcznica	miasto Wałbrzych
w Wałbrzychu Rusinowej	mechaniczno-biologiczna	1960	250	85	48	79	80	Złoty Potok	dzielnicę Wałbrzycha Rusinowa

Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

Tab. 81. Ilość ścieków przepływających przez komunalne oczyszczalnie ścieków w Wałbrzychu w latach 1975–2000 w świetle przepustowości tych obiektów.

Rok	Ilość ścieków (w m^3)			
	oczyszczalnia Wałbrzych Poniatów		oczyszczalnia Wałbrzych Rusinowa	
	przepustowość 13 600 m^3/dobę (4 964 000 m^3/rok)		przepustowość 250 m^3/dobę (91 250 m^3/rok)	
1975	4 988 000 ■ 24 000		91 250	
1976	4 930 000		92 000 ■ 750	
1977	4 966 000 ■ 2 000		92 200 ■ 950	
1978	4 955 000		92 100 ■ 850	
1979	4 979 000 ■ 15 000		91 500 ■ 250	
1980	4 945 000		91 000	
1981	4 985 000 ■ 21 000		90 800	
1982	4 959 000		91 200	
1983	4 968 000 ■ 4 000		94 300 ■ 3 050	
1984	4 978 000 ■ 14 000		42 705	
1985	4 970 000 ■ 6 000		115 250 ■ 24 000	
1986	4 964 000		117 895 ■ 26 645	
1987	4 991 000 ■ 27 000		119 720 ■ 28 470	
1988	4 972 000 ■ 8 000		119 720 ■ 28 470	
1989	4 964 000		120 000 ■ 28 750	
1990	4 974 000 ■ 10 000		120 000 ■ 28 750	
1991	4 923 000		120 000 ■ 28 750	
1992	2 842 000*		120 000 ■ 28 750	
1993	4 984 000 ■ 20 000		43 800	
1994	4 960 000		105 000 ■ 13 750	
1995	4 955 000		99 300 ■ 8 050	
1996	4 950 000		102 100 ■ 10 850	
1997	4 950 000		93 500 ■ 2 250	
1998	4 953 000		94 200 ■ 2 950	
1999	4 951 000		96 300 ■ 5 050	
2000	4 954 000		95 900 ■ 4 650	
1975–2000	126 910 000	Przekroczenie przepustowości o 151 000 m^3	2 551 740	Przekroczenie przepustowości o 151 000 m^3

* – remont złoża
■ – przekroczona przepustowość oczyszczalni (liczba obok po prawej stronie oznacza wielkość, o którą została przekroczona przepustowość oczyszczalni)
Opracowanie własne na podstawie danych pochodzących z oczyszczalni Wałbrzych Poniatów oraz archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.

Tab. 82. Ładunki zanieczyszczeń dopływające i odprowadzone z komunalnych oczyszczalni ścieków w Wałbrzychu w latach 1975-2000 (w kg/dobę)

Rok	Oczyszczalnia Wałbrzych Poniatów				Oczyszczalnia Wałbrzych Rusinowa			
	wlot ścieków		wylot ścieków		wlot ścieków		wylot ścieków	
	BZT_5	zawiesina ogółem	BZT_5	zawiesina ogółem	BZT_5	zawiesina ogółem	BZT_5	zawiesina ogółem
1975	5660	4239	650	642	220	95	60	46
1976	5750	4258	653	648	210	107	67	47
1977	5480	4243	649	655	228	103	63	46
1978	5630	4249	650	649	201	99	68	48
1979	5690	4237	652	647	215	102	67	49
1980	5660	4235	650	651	210	101	69	49
1981	5680	4239	651	650	223	109	78	41
1982	5550	4231	650	648	201	100	65	48
1983	5500	2236	642	649	298	98	64	47
1984	5520	4237	632	655	295	148	59	36
1985	6128	3928	555	599	248	89	61	44
1986	6235	3835	562	583	246	81	68	43
1987	6998	3815	548	601	205	73	59	35
1988	6101	3798	529	554	181	70	52	32
1989	6018	3618	517	517	159	62	51	35
1990	6664	3155	503	462	147	69	51	30
1991	6351	2312	530	492	149	55	64	26
1992	2151	784	287	272	142	59	45	27
1993	3060	1442	462	490	105	61	38	28
1994	3125	1638	475	501	103	63	39	26
1995	3205	1699	479	504	109	69	38	29
1996	3105	1755	468	499	119	73	32	32
1997	3350	1628	466	491	115	72	38	30
1998	3280	1530	459	490	117	77	38	34
1999	3125	1510	455	482	116	74	37	31
2000	3360	1625	471	501	119	77	35	34
wartość średnia (1975–2000)	4937,5	3018,3	547,9	558,9	180	84,1	54,1	37,4

Opracowanie własne na podstawie danych z administracji oczyszczalni ścieków oraz z archiwów WIOŚ w Wałbrzychu

1996–2000 wystąpił spadek ilości ścieków zrzuconych do Leska i jego dopływów w Boguszowie-Gorcach o około 18%, co spowodowało poprawę jakości wód w górnym odcinku tej rzeki.

Ryc. 131. Komunalna oczyszczalnia ścieków zlokalizowana w dolinie Leska na terenie Czarnego Boru obsługująca m.in. Boguszów-Gorce (fot. J. Wójcik).

Najmniej ścieków, w stosunku do ogółu zrzuconych do rzek w rejonie wałbrzyskim, oczyszczono w latach 1975–1983 (68,3–77,4%) (tab. 69). W okresie 1984–1988 odsetek ścieków poddanych czyszczeniu wahał się od 88,8 do 91,1%, natomiast w latach 1989–1996 wskaźnik ten był najwyższy w całym badanym okresie i oscylował od 91,1 do 99,9%. Wyjątkiem był rok 1994, w którym oczyszczono tylko 84,7% ogółu zrzuconych do rzek ścieków. Mało ścieków poddano czyszczeniu także w latach 1997–1999 (68–75,9%), natomiast w 2000 r. wskaźnik ten wzrósł do 99,1%. Biorąc pod uwagę, w jaki sposób były czyszczone ścieki ustalono, że oczyszczaniu mechanicznemu poddano podobną ilość ścieków co biologicznemu (odpowiednio 48,5 i 51,4% ogółu przepływających przez oczyszczalnie). W kolejnych latach rozpatrywanego okresu proporcje między ilością ścieków oczyszczonych w sposób mechaniczny i biologiczny były bardziej zróżnicowane i często się zmieniały. W latach 1976, 1984, 1986–1989 i 1992 więcej ścieków poddano czyszczeniu mechanicznemu (53,1–59,3% ogółu), natomiast w latach 1975, 1979, 1980, 1994 i 1997–2000 biologicznemu (53,6–78,7% ogółu). Uogólniając ustalono, że przez 14 lat więcej ścieków w badanym terenie oczyszczono mechanicznie, natomiast przez 12 lat biologicznie (tab. 69).

W latach 1975–1991 ilość ścieków kierowanych do działających na terenie Wałbrzycha oczyszczalni przemysłowych i komunalnych, w porównaniu do ogółu ścieków odprowadzonych do rzek w tym mieście, systematycznie zwiększała się z 75 do 100%. Jedynie w 1984 r. oraz od 1997 do 1999 r. wystąpił niewielki spadkowy trend zmian. W badanym okresie wałbrzyskie oczyszczalnie oczyściły w sposób mechaniczny i biologiczny podobne ilości ścieków (odpowiednio: 282 i 292 mln m^3). Sporadycznie czyszczono ścieki również chemicznie. Procesowi temu poddano znikomą ich ilość – zaledwie 0,7 mln m^3, co stanowiło 0,24% ogółu przepływających przez oczyszczalnie (tab. 71).

Prawie wszystkie ścieki powstałe w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju, które spływały do miejskiej kanalizacji, odprowadzono kolektorami ściekowymi do oczyszczalni w Świebodzicach i Jugowicach (obiekty te leżały poza badanym obszarem). W związku z tym w niektórych opracowaniach stanowiących źródła danych, m.in. w rocznikach statystycznych województwa wałbrzyskiego oraz w publikacjach pt. „Ochrona środowiska" opracowanych przez GUS, jest podane, że 100% powstałych w wyżej wymienionych uzdrowiskach ścieków w różnym stopniu oczyszczono przed zrzuceniem ich do rzek. W tym miejscu należy podkreślić, że niektóre odcinki rzek, m.in. Szczawnika na terenie Szczawna-Zdroju, zostały zabudowane i pełniły rolę kolektorów ściekowych. Powodowało to pogorszenie jakości płynącej tam wody. Z ustaleń autora wynika także, że nie wszystkie ścieki powstałe w uzdrowiskach i odprowadzone do wód powierzchniowych były czyszczone. Te, które powstawały w budynkach nieskanalizowanych oraz w niektórych obiektach obsługujących sanatoria często zrzucano do Szczawnika i Jedlinki bez oczyszczenia, wykorzystując w tym celu kanalizację burzową. W publikacjach statystycznych brak danych na ten temat. Na podstawie różnych niepublikowanych materiałów źródłowych oraz nieoficjalnych informacji uzyskanych od osób zawodowo zajmujących się gospodarką wodno-ściekową w badanym obszarze przypuszczam, że nawet 8% ogółu powstałych w ciągu roku ścieków na terenie Szczawna-Zdroju i 10% w Jedlinie-Zdroju zrzucano do rzek bez oczyszczenia.

Spośród wszystkich miast rejonu wałbrzyskiego najmniej ścieków oczyszczonych, w stosunku do ogółu odprowadzonych do wód powierzchniowych, było w Boguszowie-Gorcach. W badanym okresie przez oczyszczalnie w tym mieście przepłynęło 72,6% wszystkich ścieków, które zrzucono do rzek, z czego 75,7% oczyszczono jedynie w sposób mechaniczny a resztę (24,3%) za pomocą metod biologicznych. Należy również podkreślić, że stopniowo wzrastała ilość ścieków poddanych oczyszczeniu, w stosunku do ogółu odprowadzanych do rzek. W latach 1975–1986 wskaźnik ten wahał się od 61,1do 70,3%, w okresie 1987–1991 od 73,3 do 77,6%, w latach 1992–1994 od 82,2 do 84,3%, a w okresie 1994 –2000 od 90,0 do 95,7% (tab. 70).

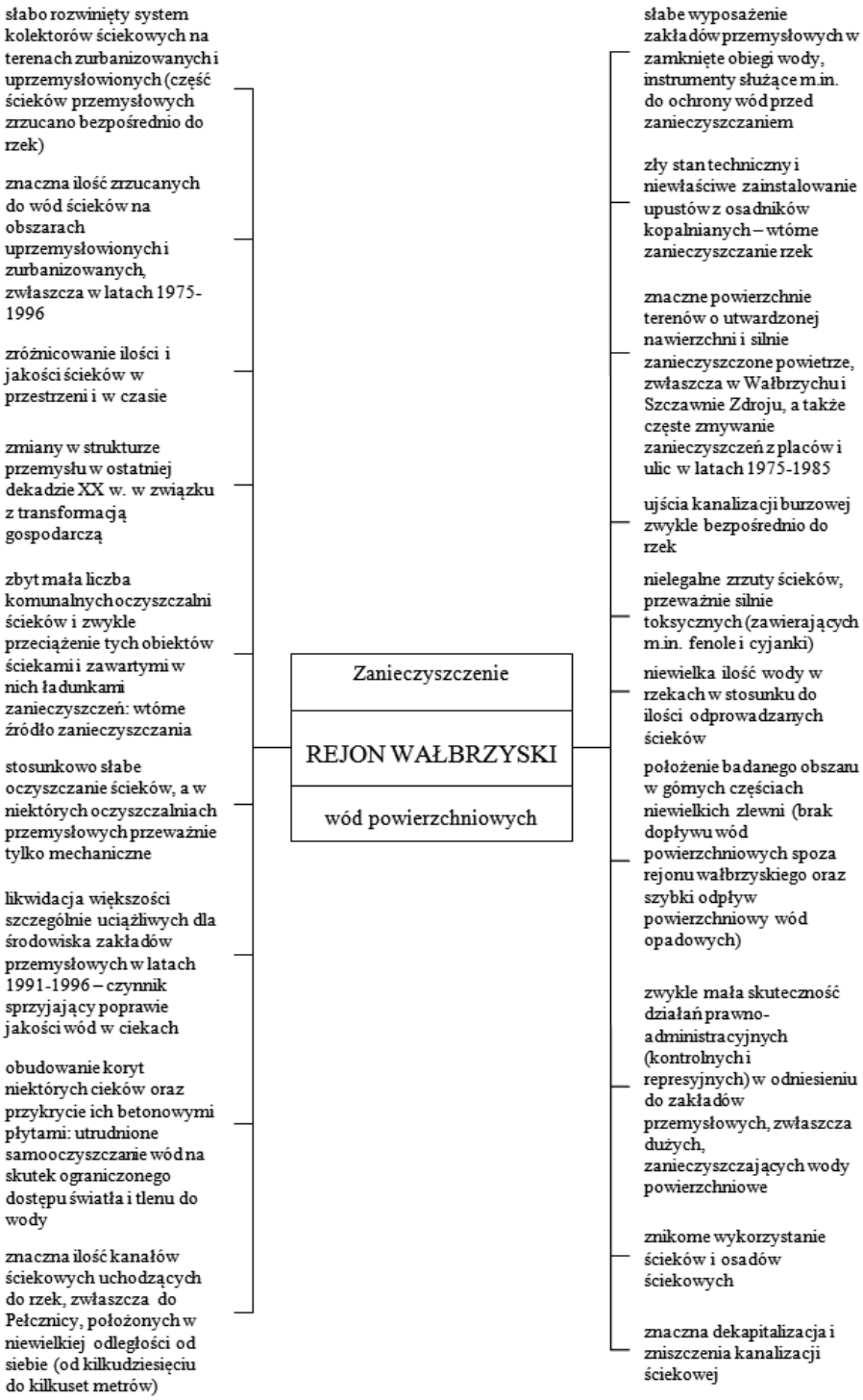
Rejon wałbrzyski jest obszarem ubogim w wody powierzchniowe, głównie z powodu położenia w górnych częściach niewielkich zlewni Pełcznicy, Leska

i Jedlinki, stosunkowo niskich opadów, a także jeszcze niedawno wykorzystywania dużych ilości wody na cele komunalne i przemysłowe. Sporo odprowadzanych do rzek zwykle słabo oczyszczonych ścieków, w stosunku do przepływu tych rzek wywierało niekorzystny wpływ na stan ich czystości. Jakość wód powierzchniowych była więc ściśle powiązana z gospodarką wodno–ściekową, która często oddziaływała negatywnie na środowisko wodne. W ostatniej dekadzie XX w. wystąpiły istotne zmiany w ilości i jakości „wytwarzanych" i odprowadzanych do wód ścieków. Były one uwarunkowane głównie strukturalnymi przeobrażeniami w przemyśle regionu, a tylko w niewielkim stopniu zmianami w gospodarce komunalnej i codziennym funkcjonowaniu ludności. Zanotowano wyraźny spadek ilości zrzuconych do rzek ścieków oraz zawartych w nich ładunków zanieczyszczeń, jak również wzrost udziału ścieków oczyszczonych, w stosunku do ogółu odprowadzonych do wód powierzchniowych. Zmiany te były głównie skutkiem likwidacji większości uciążliwych dla środowiska wodnego zakładów przemysłowych w badanym obszarze. Podsumowanie wyników badań na temat uwarunkowań i czynników mających wpływ na jakość wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim, w latach 1975––2000, w nawiązaniu do gospodarki wodno–ściekowej, przedstawiono na ryc. 132.

12.3. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych, ze szczególnym uwzględnieniem cieków wodnych

Stan czystości rzek ocenia się w oparciu o badania właściwości fizykochemicznych i bakteriologicznych wód, których wyniki dają podstawę do określenia klasy czystości cieku. W Polsce powszechnie stosuje się trzystopniową klasyfikację zanieczyszczenia rzek (*Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 XI 1991 r., Dz.U. nr 116, poz.503*, *Atlas zanieczyszczenia rzek*... 1993, Chełmicki 1997, *Raport o stanie*... 2000). Dla poszczególnych klas czystości wód określono wartości progowe wskaźników zanieczyszczeń. Wody, dla których wskaźniki zanieczyszczeń przekraczają wartości dopuszczalne dla III klasy czystości uznaje się za ponadnormatywne lub nie odpowiadające normom (non).

W latach 1975–2000 regularne badania jakości wód cieków omawianego obszaru prowadziły OBiKŚ oraz wałbrzyska delegatura PIOŚ (obecnie IOŚ), a także WSSE w Wałbrzychu. Czystość wód w rzekach przy ujściach kanałów ściekowych nieregularnie badały również niektóre zakłady przemysłowe, m.in. kopalnie węgla kamiennego i barytu oraz fabryki porcelany stołowej. Należy również podkreślić, że systematyczne badania jakości wód większych cieków rejonu wałbrzyskiego prowadzono wyłącznie pod względem fizykochemicznym. Badania bakteriologiczne wód rzek były wykonywane rzadko i nieregularnie (*Pięć wieków*... 1978, *Raport o stanie gospodarki ściekowej*… 1978, *Ochrona środowiska*... 1988, *Ocena stanu środowi-*



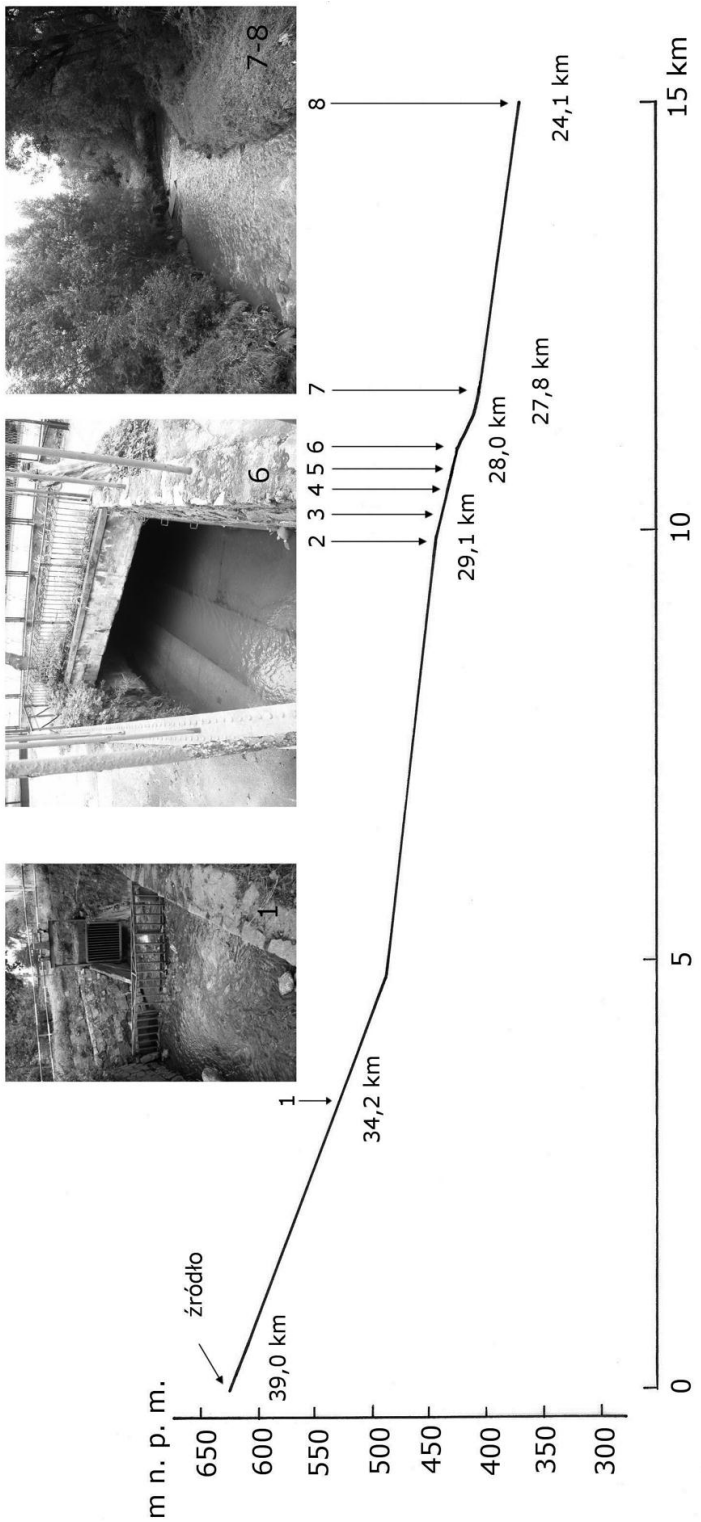
Ryc. 132. Uwarunkowania i czynniki zróżnicowanego zanieczyszczenia wód powierzchniowych w latach 1975–2000 w rejonie wałbrzyskim w świetle gospodarki wodno-ściekowej. Opracowanie własne.

ska... 1989, 1993, *Raport o stanie*... 1994, *Raport o stanie*… 2000). W związku z tym przedstawiona w pracy ocena zanieczyszczenia rzek oraz zmiany stanu czystości wód w latach 1975–2000 są oparte wyłącznie na analizie wskaźników fizykochemicznych. W celu porównania zebranych danych nawiązano do obowiązujących w 2000 r. norm zanieczyszczenia śródlądowych wód powierzchniowych i wydzielonych na tej podstawie klas czystości rzek (*Raport o stanie*... 2000).).

Największym ciekiem rejonu wałbrzyskiego jest Pełcznica. Rzeka ta odwadnia około 80% powierzchni Kotliny Wałbrzyskiej, a górna część jej zlewni w całości obejmuje obszar zurbanizowany i jeszcze niedawno silnie uprzemysłowiony. Dolina Pełcznicy została w znacznym stopniu przeobrażona pod wpływem antropopresji, a wody tego cieku były permanentnie zanieczyszczane ściekami powstałymi głównie w przemyśle i gospodarce komunalnej (Wójcik 1997d, 1998b). W związku z tym, że rzeka ta odwadnia dużą część Kotliny Wałbrzyskiej, była dawniej także „końcowym ogniwem", do którego spływało większość powstałych na tym obszarze ścieków. Degradacja Pełcznicy była spowodowana zrzutami ścieków wprost do rzeki, a także pośrednio na skutek zanieczyszczania jej dopływów. Duże zanieczyszczenie powietrza, zróżnicowane nachylenia terenu, znaczne powierzchnie o utwardzonej nawierzchni oraz gęsta sieć kanalizacji burzowej nierzadko kończącej się ujściem do rzek, sprzyjały zanieczyszczaniu Pełcznicy również ściekami opadowymi.

W latach 1975–2000 jakość wód Pełcznicy w rejonie wałbrzyskim była badana w ośmiu przekrojach pomiarowo–kontrolnych (ryc. 133). Należy podkreśli, że tylko w pięciu z nich systematycznie badano zanieczyszczenie tej rzeki i dla tych miejsc dysponujemy dziś pełną serią obserwacji we wszystkich latach rozpatrywanego okresu. Dla trzech przekrojów można było skompletować dane jedynie w interwałach pięcioletnich (tab. 83 w załączniku). Autorowi nie udało się ustalić, co było motywem tego, że w niektórych miejscach na terenie Wałbrzycha stan czystości Pełcznicy badano rzadziej, a w innych częściej.

Najwyżej położony przekrój pomiarowo-kontrolny (nr 1), w którym regularnie badano czystość wód Pełcznicy, zlokalizowano w Wałbrzychu Podgórzu (w południowej części dzielnicy) na wysokości 530 m n.p.m. i w odległości ok. 4,8 km od źródła tej rzeki (ryc. 133). W górnym odcinku wody cieku charakteryzowały się przeważnie niewielkim zanieczyszczeniem (tab. 83). Przez 14 lat badanego okresu Pełcznica prowadziła tam wody I klasy czystości. W latach 1979, 1982–1985, 1989, 1991–1992 i 1998–1999 notowano tam II klasę, a w latach 1977 i 1994 III klasę czystości wód (tab.84 w załączniku). Niejednokrotnie w próbkach wody stwierdzano także bakterie „Escherichia Coli" (pałeczka okrężnicy). Zanieczyszczanie Pełcznicy w źródłowym odcinku (powyżej przekroju pomiarowo-kontrolnego nr 1) było spowodowane odprowadzaniem ścieków bytowo–gospodarczych z pobliskich gospodarstw domowych nie posiadających połączenia z kanalizacją miejską.



Ryc. 133. Profil podłużny Pełcznicy na terenie Wałbrzycha z zaznaczeniem przekrojów pomiarowo-kontrolnych. Numery przekrojów pomiarowo-kontrolnych zgodne z opisem w tab. 83. Opracowanie własne.

W przekroju pomiarowo-kontrolnym nr 2, położonym blisko uprzemysłowionych terenów Wałbrzycha Podgórza w Pełcznicy notowano zwykle złą jakość wody (tab. 83). Wartości badanych wskaźników zanieczyszczeń (BZT_5 oraz stężenia siarczanów, substancji rozpuszczonych i zawiesiny) przez wiele lat nie odpowiadały normom. W omawianym odcinku rzeka niosła już wody pozaklasowe. Szczególnie duże stężenia wyżej wymienionych zanieczyszczeń notowano w latach 1975–1994. Zły stan jakości wód był spowodowany zrzutami ścieków przemysłowych m. in. z Zakładów Przemysłu Lniarskiego „Walim", Kopalni Węgla Kamiennego „Wałbrzych" i Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych", a także z obiektów stacji kolejowej Wałbrzych Główny. Pod koniec badanego okresu czystość wód Pełcznicy w przekroju pomiarowo-kontrolnym nr 2 nieznacznie się poprawiła. W latach 1994––1995 BZT_5 wskazywało na wody III klasy, w 1996 r. II klasy, a od 1998 r. do 2000 r. nawet I klasy czystości. Spadło także stężenie zawiesiny i siarczanów do wartości dopuszczalnych dla wód II i III klasy czystości (tab. 84). Poprawa jakości wód w rzece była spowodowana malejącą ilością zrzucanych do niej ścieków wynikającą z likwidacji niektórych zakładów przemysłowych (kopalń węgla, koksowni) oraz ze znacznego spadku wielkości produkcji w nadal działających zakładach.

Przekroje pomiarowo-kontrolne nr 3, 4 i 5 zlokalizowano na terenie Wałbrzycha Śródmieścia w odcinku rzeki, gdzie jej koryto przykryte jest betonowymi płytami. Na długości około 5,2 km Pełcznica płynie tam przeważnie pod powierzchnią terenu. Wobec tego znacznie rzadziej niż w pozostałych punktach, pobierano tam wodę do badania stanu czystości rzeki. Z zebranych przez autora danych wynika, że w skanalizowanym odcinku tego cieku jego wody przeważnie nie odpowiadały żadnej klasie czystości rzek. Jedynie w latach 1990–2000 w przekroju pomiarowo-kontrolnym nr 5 zawartość substancji rozpuszczonych wskazywała na wody III klasy czystości (tab. 84). Znaczne zanieczyszczenie Pełcznicy w śródmieściu Wałbrzycha wiązało się ze specyficznym charakterem gospodarki ściekowej w tym mieście oraz nietypowym zagospodarowaniem tego odcinka rzeki. Przeobrażenie naturalnego koryta cieku na znacznej długości (5,2 km) w zamknięty podziemny kanał ograniczyło swobodny dostęp powietrza i światła do wody, co w konsekwencji powodowało rozwój bakterii beztlenowych, utrudniało rozwój biomasy i hamowało samooczyszczanie się wód (Jabłoński 1976, Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Ochrona środowiska*…1988, Wójcik 1997d, 1998b, 2002). Po 1945 r. omawiany odcinek Pełcznicy nigdy nie był kompleksowo czyszczony (Smerd 1985, inf. ustna od R. Kierkusia – dyrektora delegatury PIOŚ w Wałbrzychu). Obudowa koryta i przykrywające ją betonowe płyty są przeważnie w złym stanie technicznym. Stwierdzono tam liczne pęknięcia związane z osiadaniem powierzchni ziemi i drganiami wywołanymi ruchem samochodów, a także spowodowane w 1997 r. powodzią. W miejscach, gdzie betonowe płyty przykrywające ciek są zniszczone, nad obudowanym korytem stwierdzono występowanie osadów składających się z miału węglowego, żużli i popiołów oraz różnych odpadów komunalnych i gnijących części

organicznych o maksymalnej miąższości 45 cm. Podczas wyższych stanów wody stanowiły one źródło wtórnego zanieczyszczenia rzeki. Sytuacje takie wystąpiły m.in. w latach 1978 i 1997 podczas lipcowych powodzi w Kotlinie Wałbrzyskiej. Wówczas przez kilka dni skanalizowane koryto Pełcznicy było w całości wypełnione wodą, która usunęła stamtąd różne zanieczyszczenia. Podziemne koryto tej rzeki zostało więc w naturalny sposób oczyszczone.

W Kotlinie Wałbrzyskiej do Pełcznicy uchodzą lewobrzeżne jej dopływy, które wykorzystywano do odprowadzania ścieków przemysłowych, a także przemysłowe kanały ściekowe i kanalizacja burzowa (Puchała, Wójcik 1996). Większość ścieków pochodziła z kopalń węgla i elektrociepłowni „Victoria". W śródmieściu Wałbrzycha były one zrzucane do Pełcznicy przeważnie pod powierzchnią terenu, brak więc możliwości regularnego kontrolowania ilości i jakości tych ścieków. Nierzadko odprowadzano do tej rzeki większe, niż wynika to z pozwolenia wodnoprawnego, ilości ścieków (inf. ustna od pracowników działu ochrony wód PIOŚ w Wałbrzychu). Znaczne ładunki zanieczyszczeń zawarte w ściekach zrzucanych do Pełcznicy na krótkich odcinkach oraz niewielki przepływ tej rzeki w Wałbrzychu (średnio 0,8 m^3/s) stwarzały niekorzystne warunki do ich rozcieńczania. W związku z tym omawiana rzeka w śródmieściu Wałbrzycha miała cechy typowego ścieku przemysłowego. Szczególnie złe warunki sanitarne związane z deficytem tlenu panowały w korycie Pełcznicy w okresach letnich upałów i niskich stanów wody w rzece. Wówczas część osadów korytowych znajdowała się nad powierzchnią wody, a zawarte w nich zanieczyszczenia organiczne ulegały rozkładowi powodując intensywny cuchnący zapach. Gnijące osady stanowiły źródło wtórnego zanieczyszczenia wód Pełcznicy.

Specyficzne położenie ma przekrój pomiarowo-kontrolny nr 6. Zlokalizowany jest u wylotu obudowanego i zakrytego betonowymi płytami koryta rzeki (ryc. 133). Dzięki temu, że prowadzono tu systematyczne pomiary czystości wód, można było bardziej precyzyjniej dokonać oceny zanieczyszczenia Pełcznicy na odcinku pod zabudową Wałbrzycha, niż na podstawie danych z przekrojów pomiarowo-kontrolnych nr 3, 4 i 5. Przez cały badany okres rzeka ta u wylotu podziemnego kanału prowadziła wody pozaklasowe. Szczególnie wysokie przekroczenia wartości wskaźników zanieczyszczenia wód dotyczyły stężeń siarczanów i substancji rozpuszczonych, a do 1994 r. także zawiesiny. Ponadnormatywny wskaźnik BZT_5 utrzymywał się od 1975 r. do 1990 r., oraz w latach 1992–1993 i 1996–1997 (tab. 85). Wyniki badań zanieczyszczenia Pełcznicy pochodzące z przekroju pomiarowo-kontrolnego nr 6 są więc zbieżne z wynikami rzadko prowadzonych badań w przekrojach pomiarowo-kontrolnych nr 3, 4 i 5. Wskazuje to na ustawiczny bardzo zły stan czystości wód tej rzeki w śródmieściu Wałbrzycha.

W kolejnym przekroju pomiarowo-kontrolnym (nr 7) na terenie Wałbrzycha Starego-Zdroju zanieczyszczenie Pełcznicy nie uległo zasadniczej poprawie (tab. 83). Wody omawianego cieku zawierające znaczne ładunki zanieczyszczeń

permanentnie dostarczanych przez kopalnie węgla, zakłady włókiennicze i elektrociepłownię, były dodatkowo zasilane ściekami z Zakładów Porcelany Stołowej „Wałbrzych". W związku z tym stężenia siarczanów i zawiesiny nadal były bardzo duże i przekraczały dopuszczalne dla III klasy czystości wód normy. Ponadnormatywną zawartość siarczanów notowano przez cały badany okres, substancji rozpuszczonych do 1999 r., zawiesiny do 1994 r., a wskaźnik BZT_5 nie odpowiadał normom aż do 1992 r. (tab. 84).

W ostatnim w rejonie wałbrzyskim przekroju pomiarowo-kontrolnym (nr 8), zlokalizowanym w dzielnicy Szczawienko, wody Pełcznicy były nadal znacznie zanieczyszczone, zwłaszcza siarczanami, których stężenia aż do 1999 r. nie odpowiadały dopuszczalnym normom. W porównaniu do wyżej położonych przekrojów pomiarowo-kontrolnych, za wyjątkiem pierwszego, odnotowano tu mniejszą zawartość zawiesiny (tab. 83). W ostatniej dekadzie badanego okresu stężenie tego zanieczyszczenia w wypływającej z Wałbrzycha Pełcznicy wskazywało na wody przeważnie II lub III klasy czystości (tab. 84).

Charakterystycznym trwałym zanieczyszczeniem permanentnie stwierdzanym w każdym przekroju pomiarowo-kontrolnym w całym badanym okresie były chlorki. Pochodziły one głównie z wód dołowych odprowadzanych przez kopalnie

Tab. 85. Zanieczyszczenie wałbrzyskiego odcinka Pełcznicy w świetle średnich rocznych wskaźników zanieczyszczeń wód w latach 1975–2000.

Przekrój pomiarowo-kontrolny (numeracja zgodna z opisem w tab. 83)	Ekstremalne średnie roczne wartości wskaźników zanieczyszczeń (w mg/l)					
	BZT_5 (mg O_2/l	chlorki	siarczany	fenole	substancje rozpuszczone	zawiesina
1	1,8–3,9	21–61	30–88	0,0	118–278	3–51
2	2,6–174,2	62,8–155,8	116,2–925	0,049–0,360	621,5–2085	10,9–299
3	22,1–26,8	90,2–139,5	615,1–845,3	0,001–1,92	1398,5–1923,6	145–293,5
4	18,7–29,3	83,5–150,5	714,2–1050	0,0–1,23	1206,1–2485,1	141,1–283
5	13,2–30,3	75,8–143	523,1–799,5	0,001–0,93	1005–1920	143,2–385,3
6	6,5–45,9	71–201,3	510–998	0,0–1,3	1050–1825	27–499,8
7	8,7–70,5	65–201,2	483,1–905,4	0,0–1,0	1101–1944,2	31–401
8	8,9–52,7	59–166	405–714	0,0–0,5	848–1530	29–506
wart. min.	1,8	21	30	0	118	3
wart. maks.	174,2	201,3	1050	1,92	2485,1	506
Klasy czystości rzek	I	≤ 4	≤ 250	≤ 150	≤ 0,005	≤ 500
	II	≤ 8	≤ 300	≤ 200	≤ 0,02	≤ 1000
	III	≤ 12	≤ 400	≤ 250	≤ 0,05	≤ 1200

Opracowanie własne na podstawie danych z tab. 83.

do rzek. Wody kopalniane były zwykle znacznie zasolone, jednak nie ze względu na dużą zawartość rozpuszczonych chlorków, lecz głównie siarczanów. Zrzuty ścieków dołowych do Pełcznicy i jej dopływów nie miały więc istotnego wpływu na zanieczyszczenie tych cieków chlorkami. Uśredniona w skali roku zawartość chlorków w wodach Pełcznicy nie przekraczała wartości dopuszczalnej dla wód I klasy czystości (tab. 84).

Specyficznym zanieczyszczeniem występującym w wodach Pełcznicy były fenole (tab.83). Związki te dostawały się do wyżej wymienionej rzeki wskutek nielegalnych i trudnych do wykrycia zrzutów ścieków, m.in. z wałbrzyskich koksowni, fabryki kwasu siarkowego i zakładów wytwarzających porcelanę stołową, a także z zanieczyszczonego powietrza. Fenole są silnie toksyczne i nawet przy niewielkich stężeniach (0,05 mg/dm^3) wpływają destrukcyjnie na florę i faunę wód (Stasiak i Stasiak 1983, Chełmicki 1997, 2001). Zawartość tych zanieczyszczeń w wodach Pełcznicy była zróżnicowana i wahała się od 0,001 do 1,92 mg/dm^3 (tab. 83). Największe stężenia tych związków notowano w latach 1975–1990. W ostatniej dekadzie XX w. zawartość fenoli w omawianym cieku wyraźnie spadła, a w 2000 r., aż w pięciu przekrojach pomiarowo-kontrolnych w wodzie nie stwierdzono już tych zanieczyszczeń. Wysokie stężenia fenoli występowały przeważnie w odcinku rzeki na terenie śródmieścia Wałbrzycha i w dzielnicy Podgórza (przekroje pomiarowo-kontrolne nr 3, 4, 5 i 6). Tam bowiem zrzucano do Pełcznicy ścieki zawierające m.in. te zanieczyszczenia. Wody omawianej rzeki między Starym-Zdrojem a Szczawienkiem zawierały już znacznie mniej fenoli, natomiast w odcinku źródłowym tego cieku (powyżej Wałbrzycha) nie stwierdzono tych zanieczyszczeń (tab. 83). Zanieczyszczenie Pełcznicy związkami fenoli, a sporadycznie także cyjankami i amoniakiem przyczyniło się do zaniku flory i fauny w wałbrzyskim odcinku tej rzeki (Kowalska 1981, Jońca, Kacperkiewicz 1986, Kacperkiewicz 1986, Wójcik 1998b, 2002).

Mając na celu ocenę zanieczyszczenia Pełcznicy w latach 1975–2000 wykonano zbiorcze zestawienie zawierające dane, jakie zakresy wartości osiągały średnie roczne wskaźniki badanych zanieczyszczeń w każdym przekroju pomiarowo-kontrolnym (tab. 85). Za wyjątkiem źródłowego odcinka tej rzeki o długości około 4,8 km (powyżej przekroju pomiarowo-kontrolnego nr 1) stężenia wszystkich zanieczyszczeń, poza chlorkami, osiągały przeważnie znacznie wyższe wartości, niż normatywne dla III klasy czystości wód. W związku z tym jakość wód Pełcznicy w Wałbrzychu, pod względem fizykochemicznym, nie odpowiadała normom. Charakterystyczną cechą zróżnicowania zanieczyszczenia tego cieku było zmieniające się w czasie oraz w poszczególnych odcinkach tej rzeki średnie roczne stężenie poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń.

Specyficzną cechą układu sieci rzecznej w zlewni Pełcznicy w Kotlinie Wałbrzyskiej jest jej asymetria polegająca na występowaniu wyłącznie lewobrzeżnych dopływów tej rzeki (ryc. 10). Są to Sobięcinek, Potok Południowy, Potok Mar-

twy i Cichy Potok. Cieki te płyną przez Sobięcin, Podgórze i Śródmieście, a więc jeszcze niedawno silnie uprzemysłowione dzielnice Wałbrzycha. W związku z tym od dłuższego czasu zrzucano do nich różne ścieki z kopalń węgla i elektrociepłowni oraz z innych działających tam zakładów przemysłowych. W wyniku antropopresji lewobrzeżne dopływy Pełcznicy, za wyjątkiem krótkich odcinków źródłowych, wyraźnie zmieniły charakter. Cieki te zostały silnie zanieczyszczone. Ich koryta na pewnych odcinkach obudowano, a nawet przesunięto. Pod wpływem przemysłu i urbanizacji znacznie przemodelowane zostały również doliny tych potoków. Nie ulega wątpliwości, że zmienił się reżim tych cieków, gdyż ich zasilanie i przepływ były w dużym stopniu uwarunkowane różną ilością zrzucanych do nich ścieków w ciągu roku. Zatraciły one naturalny charakter i z tego powodu można je nazwać ciekami antropogenicznymi.

Pierwszym dopływem Pełcznicy w Kotlinie Wałbrzyskiej jest Potok Południowy. Co najmniej przez kilkadziesiąt lat stanowił on odbiornik ścieków z kopalni węgla „Wałbrzych", z zakładów koksowniczych oraz z osadników kopalnianych. W całym badanym okresie wody tego cieku, ze względu na zawartość siarczanów, substancji rozpuszczonych, zawiesiny i fenoli, nie odpowiadały normom (tab. 86). Notowano w nich szczególnie wysokie stężenia fenoli (0,7–9,9 mg/dm^3). Dopuszczalna zawartość wyżej wymienionego zanieczyszczenia była więc przekroczona nawet sto dziewięćdziesiąt osiem razy. Stężenia pozostałych badanych zanieczyszczeń, za wyjątkiem chlorków, były na ogół kilkunastokrotnie większe niż dopuszczalne dla III klasy czystości wód (tab. 86).

Znacznie zanieczyszczonym dopływem Pełcznicy był również Sobięcinek (tab. 86) W latach 1975–1985 wody tego cieku niosły większe, niż w Potoku Południowym ilości zawiesiny, a po 1985 r. stężenie tego zanieczyszczenia było już nieco mniejsze. W porównywanych ciekach notowano podobne stężenia substancji rozpuszczonych i siarczanów, natomiast zawartość chlorków była zwykle większa w Sobięcinku. Zrzucano tam ścieki pochodzące głównie z kopalń węgla, a także z elektrociepłowni, koksowni i zakładów gazowniczych. Zawierały one m.in. fenole. Stężenie tych zanieczyszczeń w Sobięcinku (2,3–3,6 mg/dm^3) było znacznie mniejsze niż w Potoku Południowym, niemniej jednak również wielokrotnie przekraczało normy dopuszczalne dla III klasy czystości wód. W latach 1995–2000, w związku z likwidacją zakładów gazowniczych i oddziału koksowni na terenie kopalni „Thorez", w wodach omawianego cieku nie stwierdzano już fenoli.

Kolejnym lewobrzeżnym dopływem Pełcznicy w Kotlinie Wałbrzyskiej jest Martwy Potok. Wody tego cieku zawierały znaczne ilości zawiesiny, siarczanów i różnych substancji rozpuszczonych, a ich stężenie permanentnie, nawet kilkunastokrotnie, przekraczało przyjęte dla III klasy czystości wód normy (tab. 86). W porównaniu do pozostałych dopływów Pełcznicy notowano tu nieco mniejszą zawartość fenoli (0,6–1,5 mg/dm^3), ale i tak stężenie tych zanieczyszczeń, w stosunku do norm dopuszczalnych było przekroczone nawet kilkadziesiąt razy.

Tab. 86. Zanieczyszczenie większych dopływów Pełcznicy oraz Leska i Jedlinki w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000.

Ciek wodny /rok	Wskaźniki zanieczyszczeń						Główne źródła zanieczyszczenia
	BZT_5 (mg O_2 /l)	chlorki (mg/l)	siarczany (mg/l)	fenole (mg/l)	substancje rozpuszczone (mg/l)	zawiesina ogółem (mg/l)	
				Sobięcinek			
1975	36,5	198	895	3,6	1885	263	KWK "Victoria
1980	26,9	115	650	3,1	1517	235	KWK "Thorez"
1985	31,5	198	664	2,9	1615	278	KWK "Wałbrzych"
1990	36	212	611	2,3	1593	120	ścieki opadowe
1995	27,5	144	612	0	1850	125	
2000	22,3	135	419	0	1255	99	
				Potok Południowy			
1975	28,5	148	805	6,9	1750	201	KWK „Wałbrzych"
1980	23,3	90	721	9,9	1626	208	KWK „Victoria"
1985	25,9	132	745	7,9	1734	209	EC „Victoria"
1990	26,8	125	703	8,2	1428	205	ZPL „Walim"
1995	25,4	103	695	1,5	1498	169	ścieki opadowe
2000	24,5	100	495	0,7	1095	115	
				Martwy Potok			
1975	26	198	958	1,5	1985	238	KWK „Thorez"
1980	23,5	244	893	1,2	2040	241	
1985	25,9	263	946	1,3	2125	256	
1990	24	191	839	0,6	1720	199	
1995	19,5	109	758	0	1690	103	
2000	18	121	766	0	1545	98	
				Lubiechowska Woda			
1975	1,9	29	68	0	325	15	ferma zwierząt futerkowych, gospodarstwa domowe
1980	2	30	71	0	298	9	
1985	2,2	32	74	0	316	8	
1990	1,8	26	69	0	293	7	
1995	2,1	28	71	0	298	11	
2000	1,9	25	69	0	294	9	
				Szczawnik			
1975	12,5	58	169	0,01	1100	59	ZPL „Rafio",
1980	10	49	171	0,01	1125	64	Zakłady Prefabrykacji
1985	11,3	52	143	0,01	983	56	Budowlanych
1990	14,5	44	121	0,05	899	29	ścieki opadowe
1995	9,8	37	98	0	715	36	
2000	10,5	39	83	0	793	24	

Ciek wodny /rok	Wskaźniki zanieczyszczeń						Główne źródła zanieczyszczenia
	BZT_5 (mg O_2 /l)	chlorki (mg/l)	siarczany (mg/l)	fenole (mg/l)	substancje rozpuszczone (mg/l)	zawiesina ogółem (mg/l)	
				Jedlinka			
1975	6,4	49	69	0	423	38	garbarnia
1980	6,1	56	63	0	385	30	Zakłady Porcelany Elektrotechnicznej
1985	6,6	49	58	0	349	28	
1990	6.9	36	66	0	299	11	
1995	7,3	45	66	0	345	26	
2000	7,1	42	61	0	298	19	
				Lesk			
1975	7,9	135	258	0	795	183	KWK „Victoria”,
1980	8	122	256	0	858	155	KB „Boguszów”
1985	4,6	104	193	0	693	178	Browar „Boguszów”
1990	5,2	93	166	0	742	114	
1995	4,9	79	98	0	581	79	
2000	4,8	82	89	0	443	71	
Klasa czystości	Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń						
I	≤ 4	≤ 250	≤ 150	≤ 0,005	≤ 500	≤ 20	-
II	≤ 8	≤ 300	≤ 200	≤ 0,020	≤ 1000	≤ 30	-
III	≤ 12	≤ 400	≤ 250	≤ 0,050	≤ 1200	≤ 50	-

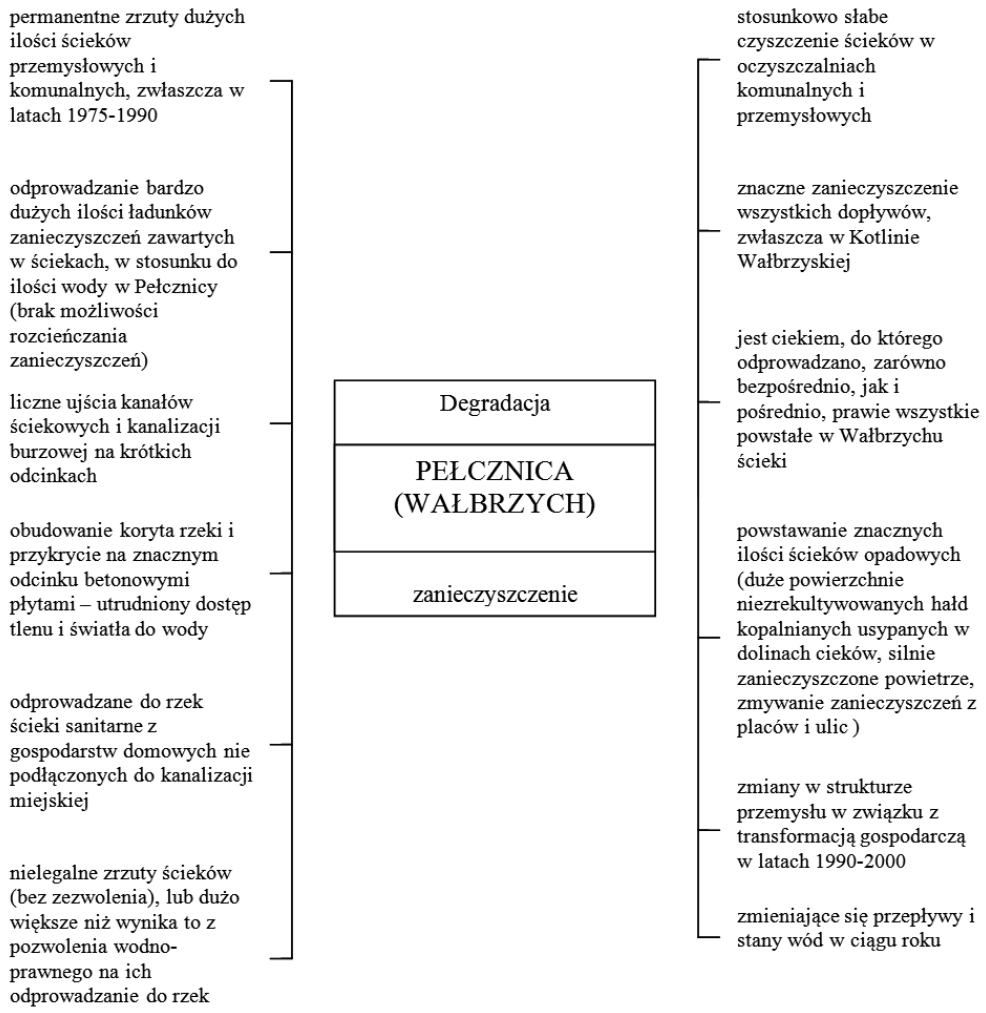
KWK – kopalnia węgla kamiennego, ZPL – zakłady przemysłu lniarskiego, ZK – zakłady koksownicze, EC – elektrociepłownia, ZPS – zakłady porcelany stołowej, KB – kopalnia barytu
Opracowanie własne na podstawie danych z WIOŚ i WSSE w Wałbrzychu oraz z archiwów wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego.

Ustawiczne ponadnormatywne zanieczyszczenie lewobrzeżnych dopływów Pełcznicy w Kotlinie Wałbrzyskiej wskazuje, że w badanym okresie pełniły one funkcje kanałów ściekowych.

Charakterystyczną cechą ogółu cieków wodnych w Kotlinie Wałbrzyskiej w latach 1975–2000 było znaczne ich zanieczyszczenie. Za wyjątkiem źródłowych odcinków rzeki te niosły wody pozaklasowe o bardzo dużej zawartości zawiesiny, siarczanów i fenoli. Zanieczyszczenia te pochodziły głównie ze zrzucanych słabo lub w ogóle nieoczyszczonych ścieków przemysłowych. W trakcie likwidacji w ostatniej dekadzie XX w uciążliwych dla środowiska wodnego wałbrzyskich zakładów przemysłowych wystąpiła „poprawa” jakości wód w rzekach Kotliny Wałbrzyskiej. Spadły wartości badanych wskaźników zanieczyszczeń, niemniej nadal były one wyższe od norm dopuszczalnych dla III klasy czystości płynących wód

powierzchniowych. Schemat podsumowujący uwarunkowania i przyczyny degradacji wód Pełcznicy i jej dopływów w Kotlinie Wałbrzyskiej w latach 1975–2000 przedstawiono na ryc. 134.

Północno-wschodnią część Wałbrzycha odwadnia Lubiechowska Woda. Ciek ten uchodzi do Pełcznicy poza granicami badanego obszaru. W rejonie wałbrzyskim płynie on przez tereny słabo zagospodarowane, które dopiero w latach 1973–1980 zostały włączone do Wałbrzycha (Jońca 1985). W badanym okresie omawiany potok był zanieczyszczony jedynie ściekami z fermy zwierząt futerkowych w Lubiechowie oraz z nie podłączonych do kanalizacji miejskiej gospodarstw



Ryc. 134. Uwarunkowania i czynniki zanieczyszczenia Pełcznicy na terenie Wałbrzycha w latach 1975–2000. Opracowanie własne.

domowych. Obiekty te nie stwarzały poważnego zagrożenia dla Lubiechowskiej Wody. Zbadane stężenia chlorków, siarczanów, zawiesiny i substancji rozpuszczonych oraz wskaźnik BZT_5 wskazują na I klasę czystości wód tego cieku (tab. 86). O dobrym stanie sanitarnym wód górnego odcinka Lubiechowskiej Wody świadczą także powstałe na tym cieku kilkadziesiąt lat temu stawy, które przez cały czas są wykorzystywane do hodowli ryb. Sporadyczne badania na obecność bakterii okrężnicy i saprobowość, prowadzone przez wałbrzyski sanepid nie wskazują na zagrożenie bakteriologiczne wód omawianego cieku (*Sprawozdania z badań*…1975–1995).

Najdłuższym lewobrzeżnym dopływem Pełcznicy w rejonie wałbrzyskim jest Szczawnik. Rzeka ta płynie przez gęsto zabudowane tereny Wałbrzycha (dzielnice Biały Kamień, Piaskową Górę oraz Podzamcze) i Szczawna-Zdroju. Uchodzi ona do Pełcznicy w Świebodzicach, a więc poza granicami badanego obszaru. W latach 1975–2000 wody Szczawnika były zanieczyszczone ściekami komunalnymi oraz powstałymi w gospodarstwach domowych nie podłączonych do kanalizacji miejskiej. Zrzucano tam także ścieki z Zakładu Odzieżowego „Rafio", zlokalizowanego w Wałbrzychu Białym Kamieniu i przedsiębiorstwa prefabrykacji oraz z różnych obiektów obsługujących sanatoria (kotłowni, zakładu przyrodoleczniczego i in.). Dolina Szczawnika w omawianym uzdrowisku jest w znacznym stopniu zabudowana, a koryto tego cieku skanalizowane oraz na odcinku 0,8 km i przykryte betonowymi płytami. W latach 1975–1990 nie prowadzono remontów i konserwacji obudowy koryta (Starzyńska 1980, Kacperkiewicz 1986, Piątek i Piątek 1996), wskutek czego powstały liczne ubytki. Zakryte koryto cieku nie było również kompleksowo czyszczone, co stwarzało potencjalne zagrożenie zanieczyszczeniem wód powierzchniowych i podziemnych (Czabaj, Jarodzki 1995). W okresie od lipca do września 1986 r., w wyniku infiltracji wód Szczawnika doszło do skażenia ujęć wód leczniczych wykorzystywanych w uzdrowisku (*Szczawno-Zdrój*…1987, Garczyńska 1992, Piątek i Piątek 1996).

W porównaniu do omówionych wyżej lewobrzeżnych dopływów Pełcznicy, Szczawnik był znacznie mniej zanieczyszczonym ciekiem. W wodach tej rzeki notowano kilkakrotnie mniejsze stężenia zawiesiny, substancji rozpuszczonych i siarczanów (tab. 86). Wskaźnik BZT_5 osiągał zwykle mniejsze wartości niż w pozostałych dopływach Pełcznicy. Sporadycznie stwierdzano także fenole, które pochodziły prawdopodobnie z zanieczyszczonego tymi związkami powietrza i dostawały się do Szczawnika za pomocą ścieków opadowych. W badanym okresie zanieczyszczenie omawianego cieku na terenie uzdrowiska było zróżnicowane, a wody miały przeważnie II lub III klasą czystości.

Rozpoczęta pod koniec lat 80 XX w. rozbudowa i modernizacja sieci kanalizacyjnej w Szczawnie-Zdroju (Garczyńska 1992, Piątek i Piątek 1996) przyczyniła się do spadku ilości odprowadzanych do Szczawnika ścieków w tym mieście. Część płynnych nieczystości zamiast do rzeki spływała kanalizacją, którą odprowadzano je do oczyszczali w Świebodzicach. W związku z tym czystość wód Szczawnika

w ostatniej dekadzie badanego okresu, w porównaniu do lat 1975–1990, znacznie się poprawiła (tab. 86). Nadal jednak koryto tej rzeki pełniło funkcję kolektora ściekowego.

Zanieczyszczanie cieków w górnej części zlewni Leska wiązało się z gospodarką komunalną zespołu miejskiego Boguszowa-Gorc i rozwiniętym w tym mieście górnictwem węgla kamiennego i barytu. Obiektami przemysłowymi zrzucającymi ścieki do rzek były kopalnie węgla i barytu, a ponadto zakłady piwowarskie i odzieżowe.

Średni przepływ Leska w Boguszowie-Gorcach jest około trzykrotnie mniejszy niż Pełcznicy w Wałbrzychu (odpowiednio 0,21 i 0,7 m^3/s). W latach 1975–2000 ilość odprowadzonych do Pełcznicy ścieków była natomiast aż dwudziestokrotnie większa niż do Leska (odpowiednio 682,8 i 33,8 mln m^3). Wałbrzych miał wtedy trzykrotnie większą powierzchnię niż Boguszów-Gorce i liczył sześć razy większą liczbę mieszkańców. W Lesku panowały także bardziej sprzyjające samooczyszczaniu się wód warunki naturalne, aniżeli w Pełcznicy. Prawie na całej długości ciek ten płynie odkrytym, przeważnie naturalnym korytem, co ułatwiało swobodny dostęp powietrza i światła do wody. W badanym siedmiokilometrowym odcinku Leska tylko w czterech miejscach dopływały większe ilości ścieków. Z kolei w rozpatrywanym dziesięciokilometrowym odcinku Pełcznicy dużo większe ilości ścieków zrzucano aż w dwunastu punktach. Powyższe porównania wskazują na znacznie większe potencjalne zagrożenia związane z zanieczyszczeniem Pełcznicy, niż Leska. Średnie roczne stężenie zanieczyszczeń w obu ciekach, stanowiące podstawę do oceny zanieczyszczenia ich wód, było znacznie wyższe w Pełcznicy niż w Lesku. Spośród ogółu badanych w latach 1975–2000 zanieczyszczeń, jedynie zawartość zawiesiny przekraczała w Lesku wartości normatywne dla III klasy czystości wód (tab. 86). Zanotowano jednak wyraźny trend spadkowy stężenia tego zanieczyszczenia zwłaszcza po 1985 r., kiedy zmalała ilość odprowadzanych do rzeki ścieków kopalnianych. Biorąc pod uwagę zawartość substancji rozpuszczonych, w latach 1975–1995 omawiana rzeka niosła wody III klasy czystości, zaś po 1995 r. ich jakość się poprawiła (II klasa czystości). W latach 1975–1980 zawartość siarczanów wskazywała na wody III klasy czystości, od 1980 r. do 1990 r. na wody II klasy czystości, a w latach 1990–2000 już na I klasę czystości. Na podstawie wskaźnika BZT_5 Lesk przez cały badany okres był ciekiem o II klasie czystości wód (tab. 86). Charakterystycznym zanieczyszczeniem występującym w Pełcznicy i jej dopływach na terenie Wałbrzycha były fenole. W badanym okresie w wodach Leska nie stwierdzono tych zanieczyszczeń. Ścieki komunalne i przemysłowe odprowadzane do rzek na terenie Boguszowa-Gorc nie zawierały bowiem fenoli.

Jak wcześniej sygnalizowano istotnym źródłem zanieczyszczenia powietrza fenolami w rejonie wałbrzyskim były koksownie, a w mniejszym stopniu fabryka kwasu siarkowego oraz huta szkła i zakłady produkujące porcelanę. W pobliżu zakładów koksowniczych notowano nawet osiemnastokrotne przekroczenia norm do-

puszczalnych dla stężeń tego zanieczyszczenia w powietrzu (Jońca, Kacperkiewicz 1986, *Ocena stanu*… 1991) Występowanie fenoli w powietrzu poza Kotliną Wałbrzyską może wskazywać na kierunki rozprzestrzeniania się tych zanieczyszczeń. Ścieki opadowe przenosiły te związki do wód powierzchniowych. W ten sposób wałbrzyski przemysł oddziaływał pośrednio na cieki płynące poza Wałbrzychem. Przykładem jest Szczawnik w Szczawnie-Zdroju, którego wody były zanieczyszczone m.in. fenolami (tab. 86), pomimo, że odprowadzane do tej rzeki ścieki nie zawierały tych związków. Z ustaleń autora wynika, że w badanym okresie w powietrzu nad Boguszowem-Gorcami, jak i w wodach Leska na terenie tego miasta, nie stwierdzono fenoli. Wskazuje to, że przemysł w Wałbrzychu nie powodował zanieczyszczenia powietrza w Boguszowie-Gorcach, a także nie pogarszał jakości wód Leska.

Południowo-wschodnią część rejonu wałbrzyskiego odwadnia niewielki potok Jedlinka. W latach 1975–2000 wody tego cieku były zanieczyszczone głównie zawiesiną, a jej średnie roczne stężenia wahały się od 11mg/dm^3 do 38 mg/dm^3 (tab. 86). Zanieczyszczenie to wskazywało na zmiany jakości wód od I do III klasy czystości. Wskaźnik BZT_5 dokumentował II klasę czystości Jedlinki, natomiast zawartość pozostałych badanych zanieczyszczeń (chlorków, siarczanów i substancji rozpuszczonych) była charakterystyczna dla cieków o I klasie czystości wód. Zanieczyszczenie omawianego potoku było uwarunkowane ilością i jakością odprowadzanych ścieków pochodzących z nie podłączonych do kanalizacji miejskiej gospodarstw domowych oraz obiektów obsługujących sanatoria, a także z zakładów przemysłowych zlokalizowanych w dzielnicach Glinica i Suliszów (zakłady porcelany elektrotechnicznej, garbarnia, zakłady włókiennicze). Pomimo niewielkiego przepływu Jedlinki (0,05 m^3/s), niesprzyjającego rozcieńczaniu odprowadzanych ścieków, zanieczyszczenie wód tego potoku w latach 1975–2000 było znacznie mniej zróżnicowane, aniżeli pozostałych cieków badanego obszaru. Rozmiary i natężenie zmian, związanych z restrukturyzacją gospodarki w Jedlinie-Zdroju, warunkujących przemiany w środowisku, nie były bowiem tak duże jak w innych miastach rejonu wałbrzyskiego.

Specyficznymi wodami powierzchniowymi występującym jeszcze niedawno w badanym obszarze, były stawy osadowe. Były to sztuczne zagłębienia wypełnione wodą pochodzącą z dopływów Pełcznicy i Leska oraz wodami dołowymi. Wody wypełniające misy osadników miały swoisty skład chemiczny, który zależał od ilości i jakości odprowadzanych ścieków oraz od sposobu czyszczenia osadników. Przeważnie zawierały one znaczne ilości siarczanów, zawiesiny oraz różnych substancji rozpuszczonych, a także chlorki i fenole. Ze względu na wskaźnik pH wody stawów osadowych miały zróżnicowany odczyn: zwykle obojętny i zasadowy (tab. 78).

Wszystkie osadniki kopalniane rejonu wałbrzyskiego były zbiornikami przepływowymi, a ich wody odprowadzano do Pełcznicy i jej dopływów oraz do

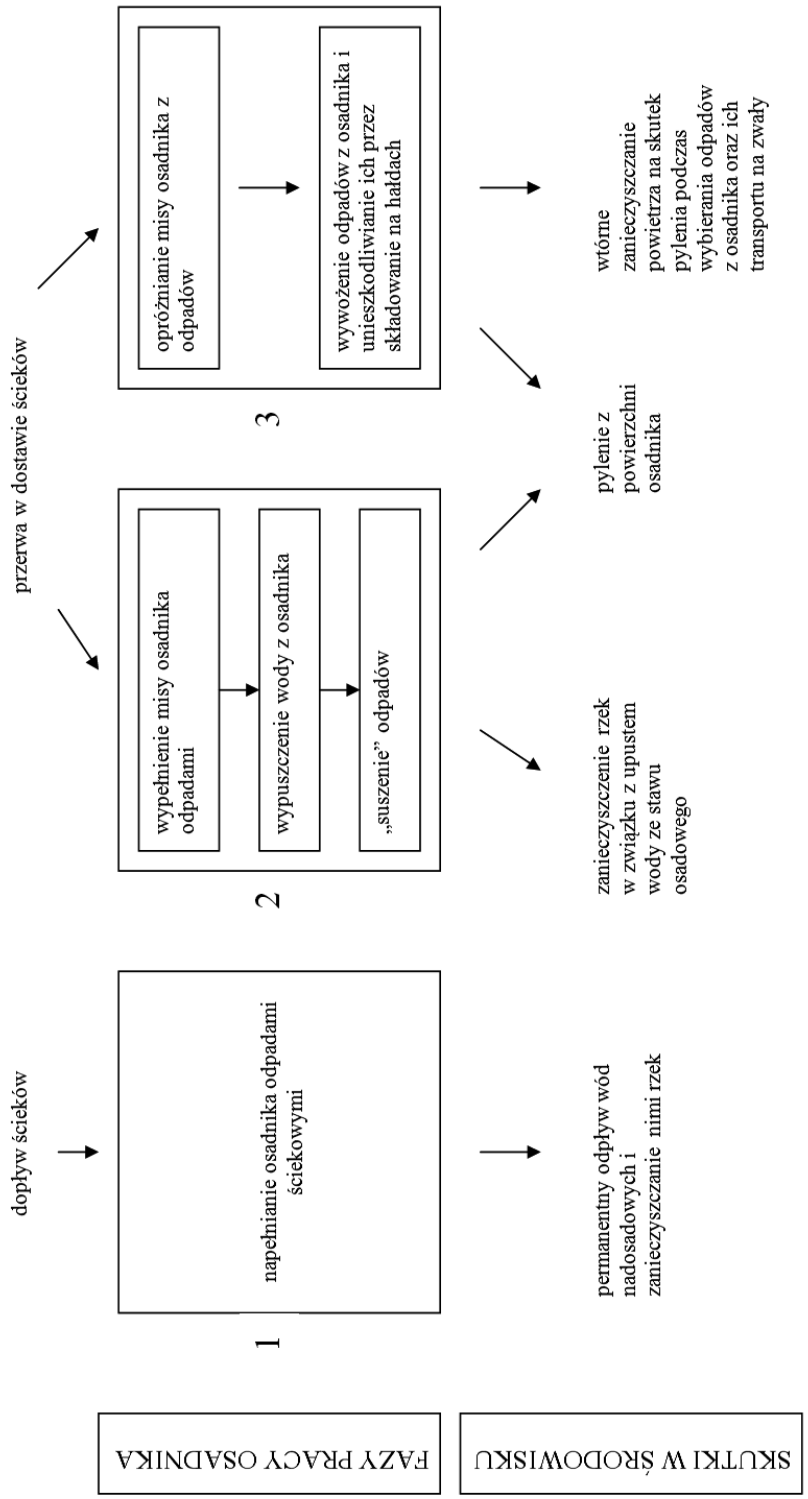
Leska. Zanieczyszczanie rzek ściekami pochodzącymi ze stawów osadowych wiązało się ściśle z cyklicznym charakterem pracy osadników (ryc. 135). Cykl taki składał się z trzech faz: napełniania osadnika odpadami, suszenia powstałych tam osadów oraz wybierania odpadów z misy osadnika, które powtarzały się okresowo. Obiekty te zanieczyszczały cieki podczas wypełniania stawu osadem ściekowym, wskutek ciągłego odpływu wód nadosadowych oraz w trakcie spuszczania wody z osadnika, w celu wydobycia powstałych tam osadów. Kolejne fazy cyklu pracy każdego osadnika przebiegały w różnym czasie i nie były powiązane ze sobą. W związku z tym obiekty te nieustannie, raz jedne, raz drugie, zanieczyszczały rzeki. Powodowały, przede wszystkim, znaczne zasolenie wód cieków oraz przyczyniły się do powstania charakterystycznych osadów, składających się głównie z drobin węgla, wyścielających dna dolin potoków w zlewniach Pełcznicy i Leska.

Jednym ze skutków rozwoju górnictwa węglowego w rejonie wałbrzyskim było osiadanie górotworu i powstanie deformacji na powierzchni terenu w obszarach eksploatacji tego surowca. W niektórych nieckach z osiadania utworzyły się stałe lub okresowo obszary podmokłe, a nawet niewielkie zalewiska. Zajmowały one różne powierzchnie: od kilkudziesięciu do kilkuset metrów kwadratowych.

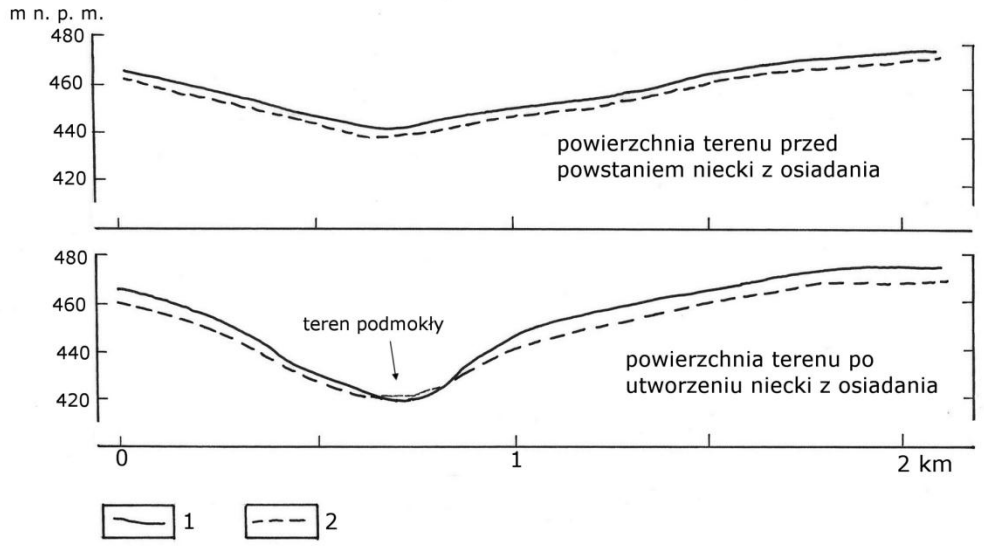
Skutkiem antropopresji uwarunkowanej kopalnictwem węgla było więc powstanie nowych powierzchni wodnych: stawów osadowych oraz terenów podmokłych. Pierwsze z nich przestały istnieć wraz z likwidacją kopalń węgla, gdyż ściśle wiązały się z działalnością tych obiektów. Obecnie w wielu miejscach gromadzi się tam woda pochodząca z opadów i roztopów. Tereny podmokłe o genezie antropogenicznej są związane z trwałymi przeobrażeniami w powierzchni ziemi (niecki z osiadania) i występują w miejscach płytkiego zalegania zwierciadła wód podziemnych, zwykle tam, gdzie jest utrudniony odpływu wód powierzchniowych (ryc. 136). Pomimo, że od kilkunastu lat w Zagłębiu Wałbrzyskim nie prowadzi się eksploatacji węgla na skalę przemysłową, obszary podmokłe powstałe w niektórych niecek występują nadal. Przykładem jest nieustannie odwadniany teren niecki w pobliżu dawnego szybu „Jan" należącego do kopalni „Thorez" w Wałbrzychu Białym Kamieniu (ryc. 78).

12.4. Synteza i uwagi końcowe

Prezentowane wyżej wyniki badań stanowiły podstawę opracowania syntetycznego schematu wpływu i skutków antropopresji w wodach powierzchniowych rejonu wałbrzyskiego (ryc. 137). Podkreślono specyficzny charakter antropogenicznych przeobrażeń w środowisku wód powierzchniowych oraz charakterystyczne zmiany, jakie powstałych w dolinach cieków pod wpływem antropopresji.



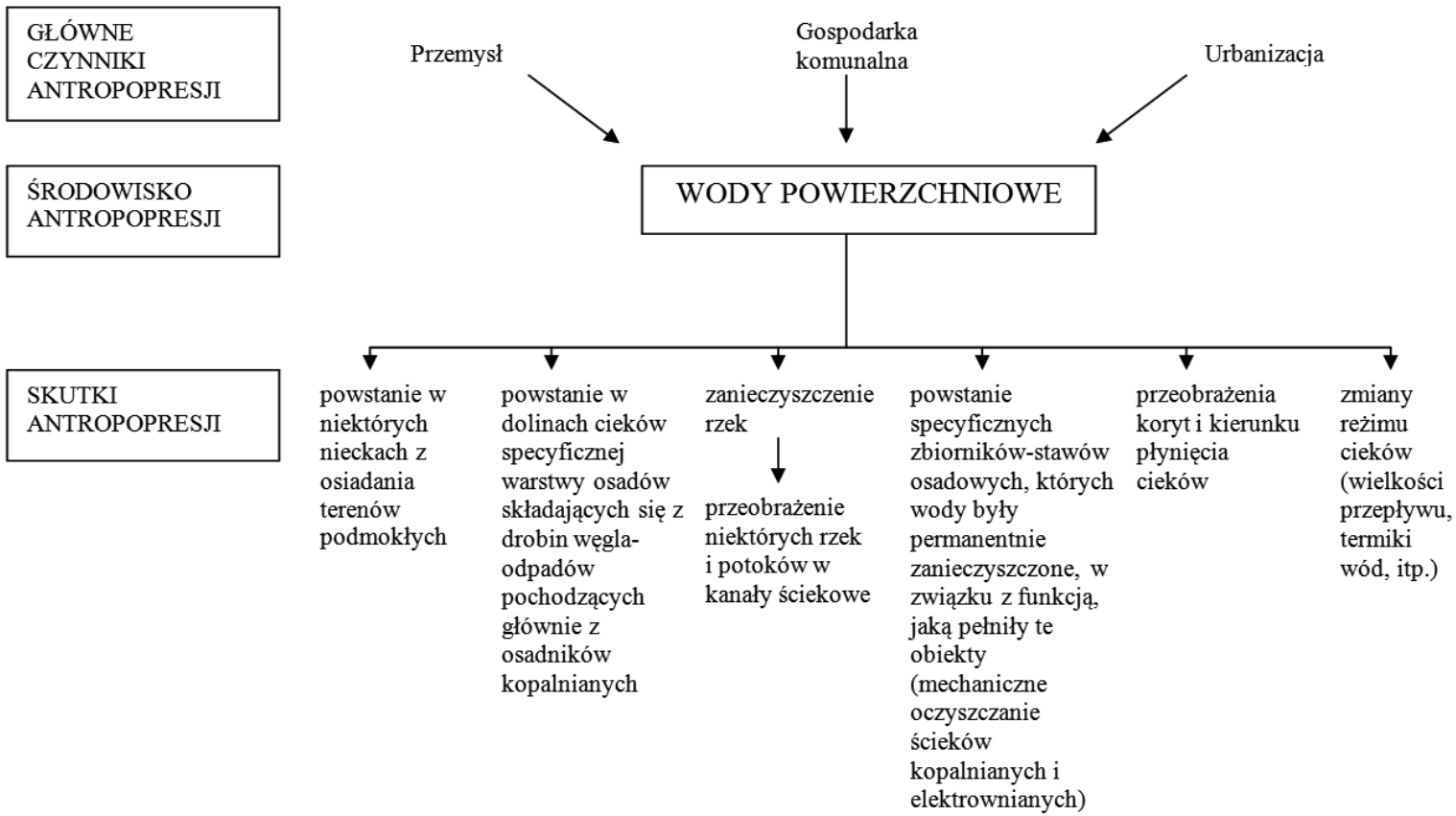
Ryc. 135. Cykl pracy osadnika kopalnianego i wpływ tego obiektu na środowisko przyrodnicze. Opracowanie własne.



Ryc. 136. Zmiany zwierciadła wód podziemnych w niecce z osiadania powstałej koło dawnego szybu kopalnianego „Jan" (KWK Thorez) oraz w najbliższym jej otoczeniu: 1 – powierzchnia terenu, 2 – zwierciadło wód podziemnych. Opracowanie własne na podstawie map terenu górniczego KWK Thorez.

Tereny uprzemysłowione i zurbanizowane, stanowiące znaczną część badanego rejonu, już od 1952 r. należały do obszarów deficytowych pod względem zaopatrzenia w wodę na cele komunalne i przemysłowe. W związku z tym uzupełniano niedobory wody „przerzucając" ją z sąsiednich zlewni, głównie Bobru, w ilości około 25,6 mln m^3 rocznie (tab. 87). W badanym okresie wodochłonny przemysł oraz gospodarka komunalna „wytwarzały" bardzo duże ilości ścieków (średnio 28,8 mln m^3 rocznie). Przeważnie słabo je oczyszczano, a następnie zrzucano do rzek. Nierzadko do wód powierzchniowych odprowadzano także ścieki w ogóle nieoczyszczone. Rzeki, do których zrzucano ścieki niosły niewielkie ilości wody i charakteryzowały się zwykle małym przepływem (0,2–0,8 m^3/s). Znaczne ilości permanentnie odprowadzanych do rzek ścieków w stosunku do ilości płynącej w nich wody, zwłaszcza w latach 1975–1990 na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych, powodowały ustawiczne silne ich zanieczyszczanie.

W badanym okresie w rejonie wałbrzyskim odprowadzono do rzek ogółem 745,2 mln m^3 ścieków. Najwięcej tych zanieczyszczeń zrzucono do wód powierzchniowych w Wałbrzychu (682,8 mln m^3; 91,6%), w Boguszowie-Gorcach 33,8 mln m^3 (4,5%), a w Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdrój odpowiednio 20,4 mln m^3 (2,8%) i 8,2 mln m^3 (1,1%). W związku z tym najbardziej zanieczyszczone cieki występowały w zlewni Pełcznicy. Poza odcinkami źródłowymi jakość



Ryc. 137. Schemat wpływu i skutków antropopresji uwarunkowanej rozwojem przemysłu i urbanizacji w wodach powierzchniowych rejonu wałbrzyskiego. Opracowanie własne.

Tab. 87. Zewnętrzne ujęcia wody dla Wałbrzycha w latach 1975–2000.

Wyszczególnienie		Średnia wydajność (w m^3/dobę)					
		1975	1980	1985	1990	1995	2000
Ujęcia wody:	Marciszów	55 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
	Bukówka	–	–	40 000	40 000	40 000	45 000
	Unisław Śląski	9 000	9 000	7 000	9 000	9 000	9 000
	Krzeszów i Czarny Bór	7 300	12 500	12 500	12 500	12 500	12 500
Ogółem		71 300	71 500	109 500	111 500	111 500	116 500
Zapotrzebowanie		83 000	85 420	113 500	117 000	114 000	115 000
Niedobór		11 700	13 920	4 000	5 500	2 500	X

x- nadmiar wody przerzucono do Szczawna-Zdroju i Świebodzic.
Opracowanie własne na podstawie danych z archiwów Urzędu Miasta Wałbrzycha oraz WIOŚ w Wałbrzychu.

wód tej rzeki i jej dopływów w całym badanym okresie nie odpowiadała żadnej z trzech klas czystości. Cieki w górnej części zlewni Leska, która leży także na obszarach uprzemysłowionych, były już znacznie mniej zanieczyszczone. Jakość wód tej rzeki odpowiadała przeważnie II i III klasie czystości. Jedlinka odwadniająca południową część rejonu wałbrzyskiego była natomiast najmniej zanieczyszczonym ciekiem badanego obszaru. Pomimo, że płynęła przez tereny, na których działały wówczas różne obiekty przemysłowe (garbarnia, zakłady włókiennicze i fabryka porcelany elektrotechnicznej) oraz odwadniała centrum Jedliny-Zdrój, w tym także dzielnicę sanatoryjną, niosła wody zwykle II klasy czystości.

W rozpatrywanym okresie wystąpił znaczny spadkowy trend ilości zrzucanych do rzek ścieków, zwłaszcza w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach, a więc w miastach pełniących głównie funkcje przemysłowe. W latach 1975–1990 odprowadzono tam do rzek średnio 33,6 mln m^3 ścieków w ciągu roku, natomiast w okresie 1991–2000 tylko 20,8 mln m^3 ścieków. Mniejsza ilość odprowadzanych do wód ścieków, a w konsekwencji również ładunków zanieczyszczeń, była spowodowana znacznym spadkiem wielkości produkcji w dużych zakładach przemysłowych rejonu wałbrzyskiego po 1990 r., a także stopniową likwidacją kopalń węgla kamiennego i barytu oraz koksowni, fabryki kwasu siarkowego i huty szkła. Głębokie zmiany strukturalne zachodzące w przemyśle Boguszowa-Gorc w ostatniej dekadzie XX w. przyczyniły się do wyraźnej poprawy jakości wód Leska. Stan czystości Pełcznicy i jej dopływów nie uległ natomiast istotnej poprawie pomimo, że przemiany restrukturyzacyjne w największym stopniu dotyczyły przemysłu Wałbrzycha. W związku z mniejszą ilością zrzucanych do rzek ścieków spadło jedynie stężenie badanych wskaźników zanieczyszczeń, nie zmieniła się natomiast jakość wód, która nadal nie

odpowiadała obowiązującym normom. Restrukturyzacja wałbrzyskiego przemysłu przebiegała bowiem w trudnych warunkach ekonomicznych, a likwidowane zakłady przemysłowe często zrzucały do rzek ścieki, których ilość i jakość nie zawsze były zgodne z pozwoleniem wodno-prawnym na ich odprowadzanie. Zakładowe oczyszczalnie ścieków były na ogół wyposażone w urządzenia o małej sprawności. Niektóre mniejsze obiekty przemysłowe nie posiadały oczyszczalni, a powstałe tam ścieki spływały do miejskiej kanalizacji lub zrzucano je wprost do rzek. Istotny wpływ na złą jakość wód powierzchniowych wywierały również duże ilości odprowadzanych do rzek ścieków komunalnych. Zwykle nie były one odpowiednio oczyszczone, w związku przeciążeniem oczyszczalni ściekami. Dopiero w 1998 r. zaobserwowano pierwsze znaczące oznaki poprawy czystości wód Pełcznicy (niektóre wskaźniki zanieczyszczeń wskazywały na wody III klasy czystości), spowodowane zamknięciem większych zakładów przemysłowych w Wałbrzychu „wytwarzających" duże ilości ścieków. Były to m.in. kopalnie węgla kamiennego. Zaprzestanie systematycznego odwadniania wyrobisk spowodowało także zmianę warunków wodnych w górotworze. W związku z podnoszeniem się zwierciadła wód podziemnych, w wielu miejscach Kotliny Wałbrzyskiej wystąpiło zagrożenie podtopieniami. Konieczne więc było dalsze odwadnianie górotworu. Wykorzystano w tym celu stare sztolnie, którymi odprowadzano wody dołowe głównie do Pełcznicy (Kominowski, Winnicki 2000). Zrzuty tych wód, ze względu na znaczną zawartość siarczanów, powodowały zasolenie rzek. Z tego m.in. powodu Pełcznica niosła nadal wody pozaklasowe.

W badanym okresie zauważono zależności między zanieczyszczeniem rzek a gospodarką w rejonie wałbrzyskim. W latach 1975–1990, kiedy rozwijały się tu tradycyjne gałęzie przemysłu, jakość wód w ciekach była zwykle gorsza niż w ostatniej dekadzie XX w., kiedy wystąpiły znaczne zmiany w gospodarce, w związku z restrukturyzacją przemysłu. Podstawą do likwidacji przestarzałych i zwykle nierentownych obiektów przemysłowych były decyzje administracyjne. O poprawie jakości wód w ciekach rejonu wałbrzyskiego zadecydowały więc względy ekonomiczne.

W latach 1990–2000 zaistniały bardziej sprzyjające niż wcześniej warunki do uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej, od której w znacznym stopniu zależy czystość rzek. Wówczas nie podjęto żadnych istotnych działań w tym względzie, gdyż nawet na priorytetowe cele – likwidację kopalń węgla i restrukturyzację przemysłu oraz łagodzenie społecznych skutków tych procesów – brakowało funduszy.

W ocenie autora restrukturyzacja przemysłu była odpowiednim momentem do rozpoczęcia prac mających na celu zmodernizowanie działających tu już od kilkudziesięciu lat i przeważnie znacznie obciążonych dostawą ścieków oczyszczalni. Obiekty w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach już od dłuższego czasu nie były bowiem przystosowane do czyszczenia wszystkich ścieków komunalnych powstałych

w tych miastach. Do wałbrzyskich oczyszczalni kierowano także ścieki z niektórych zakładów przemysłowych. Nadmiar ścieków odprowadzano kolektorami oraz rzekami do oczyszczalni w Świebodzicach, którą systematycznie rozbudowywano i w Czarnym Borze (*Raport o stanie*…1999, 2000). W związku z tym już od kilkunastu lat rozważa się wybudowanie nowej oczyszczalni ścieków w Wałbrzychu. Do dziś nie podjęto jednak żadnych działań w celu realizacji tego przedsięwzięcia. W 1992 r. wyremontowano jedynie złoże i odnowiono obiekty starej oczyszczalni w dzielnicy Poniatów (ryc. 130). Jej przepustowość nie uległa natomiast zmianie. Z treści różnych dokumentów zgromadzonych w archiwach WIOŚ i WSSE, dotyczących gospodarki wodno-ściekowej w Wałbrzychu wynika, że podstawowym warunkiem poprawy jakości wody w wałbrzyskich ciekach (uzyskanie przez nie I lub II klasy czystości) jest odprowadzanie do rzek ścieków znacznie lepiej, niż dotychczas, oczyszczonych (*Ocena stanu*… 1980, *Gospodarka wodno-ściekowa*… 1980–1986, *Ochrona środowiska*… 1988). Redukcja ładunków zanieczyszczeń w odniesieniu do BZT_5 i zawiesiny powinna wynosić 92 i 95%. Ścieki po oczyszczeniu nie powinny zawierać także fenoli. W latach 1975–2000 żadna z wałbrzyskich oczyszczalni nie spełniała tych wymogów. W Wałbrzychu Poniatowie redukcja BZT_5 i zawiesiny w ściekach wynosiła 90 i 84%, natomiast w Wałbrzychu Rusinowej odpowiednio 85 i 80% (tab. 82). W oczyszczalniach zakładowych ścieki były czyszczone przeważnie mechanicznie, a redukcja ładunków zanieczyszczeń wahała się od 35 do 97% (tab. 79).

W profilaktyce ochrony wód przed zanieczyszczaniem słabo wykorzystywany był także taki instrument jak „zamknięte obiegi wody". Spośród ogółu zakładów przemysłowych rejonu wałbrzyskiego tylko siedem było wyposażonych w takie instalacje, m.in. Zakłady Koksownicze „Wałbrzych". Zwykle zamknięte obiegi wody, były związane tylko z określonymi etapami cyklu technologicznego. Przeważnie zużywano tam niewielkie ilości wody, w stosunku do ogółu wykorzystywanej w produkcji (tab. 88).

Skutecznym sposobem pozwalającym zmniejszyć ilości odprowadzanych do rzek ścieków jest wykorzystywanie ich na różne cele. W badanym obszarze odzysk ścieków i osadów ściekowych prowadzono rzadko, czego przyczyną były znaczne koszty i mała opłacalność takich przedsięwzięć. Działania takie podejmowały jedynie duże zakłady przemysłowe, m.in. kopalnie węgla kamiennego (odsalanie wód dołowych, wykorzystywanie odpadów powęglowych z osadników do produkcji brykietu oraz skał płonnych do wytwarzania elementów prefabrykowanych i podwyższania obwałowań stawów osadowych).

Słabo wykorzystywanymi sposobami poprawy jakości wód w rzekach rejonu wałbrzyskiego były także działania prawno-administracyjne (zbyt mała liczba prowadzonych kontroli i przeważnie niewielka ich skuteczność), zwłaszcza w zakresie eliminowania nielegalnych i niezgodnych z pozwoleniem wodno-prawnym zrzu-

Tab. 88. Zużycie wody w obiegach zamkniętych na tle ogółu wody wykorzystanej w procesach technologicznych w wybranych zakładach przemysłowych rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000.

Zakład przemysłowy	Zużycie wody ogółem (w tys. m^3)	Woda w obiegach zamkniętych (w tys. m^3)	Ilość wody w obiegach zamkniętych (w %)	Zakres (w %)
KWK „Victoria”				
1975	4 486	44,86	1	1,0–10,5
1980	4 592	160,72	3,5	
1985	4 355	187,27	4,3	
1990	3 924	176,58	4,5	
1995	2 433	255,47	10,5	
KWK „Wałbrzych”				
1975	7 240	209,96	2,9	2,9–8,2
1980	5 690	369,85	6,5	
1985	3 884	314,6	8,1	
1990	3 450	282,2	8,2	
1995	2 544	208,61	8,2	
KWK „Thorez”				
1975	1 640	8,2	0,5	0,5–3,9
1980	1 628	24,42	1,5	
1985	1 596	55,86	3,5	
1990	1 299	50,66	3,9	
1995	825	32,18	3,9	
ZK „Wałbrzych				
1975	983	933,9	95	95,0–100,0
1980	998	998	100	
1985	971	971	100	
1990	758	758	100	
1995	523	523	100	

KWK: kopalnia węgla kamiennego, ZK: zakłady koksownicze.
Opracowanie własne na podstawie różnych źródeł.

tów ścieków. Nierzadko w wodach Pełcznicy i jej dopływów na terenie Wałbrzycha WSSE i WIOŚ stwierdzały występowanie takich zanieczyszczeń jak amoniak, fenole i cyjanki. Zrzucano je w ściekach nielegalnie. Żaden z wałbrzyskich zakładów nie miał bowiem zezwolenia na ich odprowadzanie do rzek (informacja ustna od pracowników sekcji ochrony wód PIOŚ w Wałbrzychu). Należy również podkreślić, że kary jakie nakładano za nielegalne lub niezgodne z pozwoleniem wodno-prawnym zrzuty ścieków do rzek, nie były zbyt uciążliwe (*Gospodarka wodno-ściekowa*... 1980–1986, *Wałbrzych*... 1992, *Raport*... 1994), zwłaszcza dla dużych zakładów przemysłowych. Wysokość kar za odprowadzanie ścieków do wód powierzchniowych nie stanowiła raczej istotnego instrumentu do ochrony rzek przed zanieczyszczaniem.

W latach 1975–2000 stopniowo podłączano do kanalizacji miejskiej osiedla jeszcze nieskanalizowane, a także rozbudowywano kolektory ściekowe. W 1975 r. do kanalizacji było podłączonych 84%, w 1990 r. 96%, a w 2000 r. 99% budynków Wałbrzycha. Systematycznie malała więc ilość gospodarstw domowych odprowadzających ścieki bezpośrednio do rzek. Niektóre starsze odcinki kanalizacji były zwykle w złym stanie technicznym. Często występowały tam także szkody górnicze spowodowane osiadaniem górotworu. W związku z tym tylko na terenie Wałbrzycha rocznie powinno się remontować i wymieniać na nową około 10% sieci kanalizacyjnej. W latach 1980–1995 działania te dotyczyły zaledwie 2% zdekapitalizowanych oraz zniszczonych odcinków kanalizacji i miały one przeważnie doraźny charakter (*Sieć kanalizacji w Wałbrzychu. Dokumentacja z lat 1980–2000… Wałbrzych, Wałbrzych…* 1992). Nierzadko ścieki komunalne kierowano także do kanalizacji burzowej i odprowadzano bezpośrednio do rzek.

Większość zakładów w badanym obszarze reprezentujących tradycyjne gałęzie i branże przemysłu cechowała się małą rentownością. Obiekty te „wytwarzały" przeważnie duże ilości ścieków. Zwykle negatywny ich wpływ na środowisko wodne nie był także należycie postrzegany. Zarządzający zakładami przemysłowymi uwzględniali głównie interes finansowy zakładu, zaś w mniejszym stopniu skutki, jakie wywoływał w środowisku przyrodniczym proces produkcji. Dzięki temu oraz dotacjom państwowym niektóre ze starszych wałbrzyskich zakładów przetrwały aż do 1990 r. Zanieczyszczanie rzek w badanym obszarze było więc uwarunkowane pośrednio również względami ekonomicznymi i politycznymi. Brak było uregulowań prawnych, które nakazywałyby naprawę szkód w środowisku przyrodniczym, przez obiekty zrzucające do rzek ścieki. Wprawdzie zakłady przemysłowe płaciły kary za naruszenie wymogów ochrony środowiska, to jednak aż do rozpoczęcia restrukturyzacji gospodarki i likwidacji uciążliwych obiektów przemysłowych nie notowano poprawy jakości wód w rzekach rejonu wałbrzyskiego. Również w ostatniej dekadzie badanego okresu nie powiodły się w pełni działania mające na celu poprawę czystości rzek (uzyskanie jedynie III klasy czystości cieków), z powodu zbyt małych funduszy przeznaczonych na restytucję wód. W latach 1995–2000 wystąpiły natomiast wyraźne oznaki relaksacji środowiska wodnego na drodze samoregulacji. Proces ten trwa nadal, na co wskazują m.in. wyniki badań zanieczyszczenia rzek rejonu wałbrzyskiego z lat 2001–2008 zamieszczone w raportach Inspekcji Ochrony Środowiska oraz niepublikowanych materiałach wyjściowych, na podstawie których powstały te opracowania (*Raport o sta*nie… 2000, 2008).

13. Dyskusja wyników badań

Rejon wałbrzyski nie jest jedynym przykładem obszaru, gdzie w ostatnich 20 latach zaszły głębokie zmiany w środowisku przyrodniczym zainicjowane przekształceniami w gospodarce, zwłaszcza w przemyśle. Wypada tu wymienić przede wszystkim Górnośląski Okręg Przemysłowy i przyległe do niego tereny, obszar Ostrawsko-Karwińskiego Okręgu Przemysłowego, a także silnie uprzemysłowione tereny w Obniżeniu Żytawsko-Zgorzeleckim, w południowo-wschodniej części Niemiec oraz w północnej części Republiki Czeskiej. Trzy obszary wymienione wyżej jako ostatnie to tereny przygraniczne Polski, Niemiec i Czech, które w wielu miejscach charakteryzują się znacznie zdegradowanym środowiskiem przyrodniczym. Zajmują około 32000 km^2 i nazwano je „Czarnym Trójkątem". Wspólną cechą tych obszarów jest ich położenie geopolityczne w obrębie dawnych państw socjalistycznych, w których gospodarka była podporządkowana podobnym mechanizmom ekonomiczno-politycznym. Procesy gospodarcze były tam często sprzeczne z wymogami ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego powodując zaburzenia w jego funkcjonowaniu. Transformacja gospodarki, która rozpoczęła się w ostatniej dekadzie ubiegłego stulecia wymusiła restrukturyzację przemysłu w rejonie wałbrzyskim co przyczyniło się do likwidacji górnictwa węglowego i kooperujących z nim gałęzi przemysłu. W pozostałych wyżej wymienionych silnie uprzemysłowionych obszarach zaszły także głębokie zmiany restrukturyzacyjne, ale ich skutkiem była likwidacja tylko niektórych obiektów przemysłu węglowego. Tym różniła się transformacja gospodarki w rejonie wałbrzyskim od pozostałych, wymienionych tu obszarów. Ponadto antropopresja przebiegała tam w odmiennych warunkach środowiska, a zachodzące pod jej wpływem przemiany, w związku z kontynuacją rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu, nie były tak intensywne jak w rejonie wałbrzyskim.

Mając na uwadze inne warunki środowiska w rejonie wałbrzyskim i porównywanych obszarach oraz specyfikę rozwiniętej tam działalności gospodarczej trudno porównać skutki antropopresji w środowisku przyrodniczym tych terenów. W dyskusji podjęto natomiast próbę ustalenia, czy wyniki badań autora dotyczące dynamiki przeobrażeń w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego w nawiązaniu do zmian w gospodarce, zwłaszcza po 1990 r., znajdują potwierdzenie w badaniach dla innych obszarów uprzemysłowionych.

Największe pod względem przestrzennego zasięgu i rozmiarów antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego w Polsce występują na Wyżynie Śląskiej, głównie w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym i Rybnickim Okręgu Węglowym (Hornig 1955, 1958, Żmuda 1964, 1973, 1976, Wrona 1973,1975, Jania

1978, Dziadek 1984, Jankowski 1986, Czaja 1999, Dulias, Hibszer 2004). Znaczna część wyżej wymienionego obszaru została uznana za rejon klęski ekologicznej (górnośląski i rybnicki obszary ekologicznego zagrożenia) (Kassenberg, Rolewicz 1985). W minionych 20 latach gospodarka tego terenu była poddana głębokiej transformacji, co wywarło istotny wpływ m.in. na stan środowiska przyrodniczego. Świadczy o tym bogata, choć rozproszona literatura na ten temat. Spośród publikacji o charakterze ogólnym omawiających m.in. różne aspekty przemian w środowisku przyrodniczym Górnego Śląska wypada wymienić prace Kika (2004), Świątek (2002), Wilka (2003) i Dulias, Hibszer (2004). Zawarte tam informacje wskazują, że stan środowiska na wyżej wymienionych obszarach w ostatniej dekadzie XX w. uległ poprawie. Wystąpiła przede wszystkim spadkowa tendencja zanieczyszczenia powietrza o zróżnicowanej dynamice w skali lokalnej, a na niektórych odcinkach cieków poprawiła się także jakość wód. Część terenów poprzemysłowych, zwłaszcza tam gdzie zlikwidowano kopalnie, zrekultywowano. Liczne przykłady korzystnych zmian w środowisku przyrodniczym w okresie transformacji gospodarczej znajdujemy m. in. w publikacjach Barowskiej, Dudycha (1995), Leśnioka, Węgierek (1995), Dulias (1997, 2007), Pakuły (1997, 2003) Olesia (1998, 2001), Czaji (1999), Jankowskiego, Rzętały (2000), Flanka (2002), Molendy, Rzętały (2002), Kuehne (2003), Leśniaka (2003), Tkocz (1998, 2001), Leśnioka, Degórskiej (2009) i Jankowskiego, Szkieła (2009).

Problematykę przemian środowiska przyrodniczego Górnego Śląska w warunkach transformacji gospodarczej poruszano także na różnych ogólnopolskich i międzynarodowych konferencjach, sympozjach i seminariach (*Przeobrażenia środowiska*… 1995, *Geografia w kształtowaniu*… 1998, *Górnośląsko-ostrawski region*… 1999, *Górnictwo zrównoważonego rozwoju*… 2000, *Środowisko przyrodnicze*… 2000, *Problemy ochrony*… 2002, *Problemy geoekologiczne*… 2003). O poprawie stanu środowiska przyrodniczego na niektórych terenach uprzemysłowionych Górnego Śląska w latach 1990–2006 dowiadujemy się także z raportów opracowanych przez PIOŚ (IOŚ) dla województwa katowickiego i śląskiego (*Raport o stanie*… 1995, 1997, *Raport o stanie*… 2001, 2006, 2010). Porównawczą analizę zanieczyszczenia powietrza w wybranych miastach konurbacji górnośląskiej w okresie przed transformacją oraz podczas restrukturyzacji przemysłu zawierają niepublikowane prace Hubickiego (2007) i Degórskiej (2008).

Z analizy treści wyżej wymienionych opracowań wynika, że ich autorzy dostrzegali przemiany zachodzące w środowisku przyrodniczym Górnego Śląska po 1990 r. w związku z transformacją, jednak nie akcentowali ich w publikacjach zbyt mocno. Większość prac odnosi się do zmian zachodzących w skali lokalnej, tylko nieliczne przedstawiają analizę antropopresji w aspekcie regionalnym. Dotychczas brak głębszych syntez porównawczych o antropogenicznych przemianach środowiska przyrodniczego dla ogółu uprzemysłowionych obszarów Górnego Śląska w okresie transformacji gospodarczej i przed rozpoczęciem restrukturyzacji przemy-

słu. W świetle treści cytowanych wyżej opracowań można przyjąć, że wyniki badań autora na temat wpływu transformacji na stan środowiska przyrodniczego rejonu wałbrzyskiego znajdują uzasadnienie w literaturze dotyczącej analizowanej problematyki dla obszaru górnośląskiego. Należy także podkreślić, że obecny stan środowiska w Wałbrzychu i okolicy jest dużo lepszy niż na uprzemysłowionych terenach Górnego Śląska. Wynika to ze specyfiki restrukturyzacji wałbrzyskiego przemysłu – likwidacji prawie wszystkich większych obiektów przemysłowych, które powodowały zanieczyszczenie i zniszczenia w środowisku.

Z Górnośląskim Zagłębiem Węglowym sąsiaduje położone w Republice Czeskiej Zagłębie Ostrawsko-Karwińskie. Rozwinęły się tam podobne gałęzie przemysłu jak na Górnym Śląsku, głównie przemysł węglowy, koksochemiczny i energetyka, a także wystąpiły znaczne antropogeniczne przekształcenia środowiska przyrodniczego (Zapletal 1956, 1968, 1971, Havrlant 1979, 1980). Przejście od gospodarki socjalistycznej do wolnorynkowej również wymusiło tam restrukturyzację przemysłu (Głowacki 1998, Milerski 2008). Likwidacja nierentownych zakładów przemysłowych i ograniczenie produkcji w innych, także modernizacja niektórych z nich po 1990 r. spowodowały tam spadek tempa antropopresji i w konsekwencji poprawę stanu środowiska (głównie jakości powietrza). Wskazuja na to m.in. wyniki badań Havrlanta (1995), Makariusa (1995, 2006), Milerskiego (1996, 2005, 2008)), Blazka i in. (2000) Unackiej i in. (2001), Eckarta (2002), Suchacek (2004, 2005), Smolovej, Martina (2007), Harata, Gremli (2008) oraz Harata i in. (2008). O poprawie stanu środowiska przyrodniczego w regionie ostrawsko-karwińskim w latach 1995–2005, w porównaniu do okresu wcześniejszego, świadczą także różne informacje zawarte w publikacjach konferencyjnych (*Przeobrażenia środowiska*… 1995, *Górnośląsko-ostrawski region*… 1999, *Problemy geoekologiczne*… 2003) oraz w planie rozwoju miasta Ostrawy (*Strategicky plan*… 2008). Z ustaleń autora wynika, że dotychczas brak kompleksowego opracowania o wpływie zmian w gospodarce w minionych kilkunastu latach na stan środowiska przyrodniczego w regionie ostrawsko-karwińskim. Mimo to dane zawarte w cytowanych wyżej publikacjach potwierdzają wyniki badań autora z rejonu wałbrzyskiego o korzystnym wpływie transformacji gospodarczej na stan środowiska przyrodniczego w obszarach silnie uprzemysłowionych.

Rozległy obszar o zdegradowanym w różnym stopniu środowisku przyrodniczym występuje w strefie przygranicznej Polski, Republiki Czeskiej i Niemiec. W wyżej wymienionym obszarze antropogeniczne przeobrażenia środowiska powstały głównie na skutek eksploatacji węgla brunatnego i rozwoju energetyki w oparciu o ten surowiec. W miejscach wydobycia węgla brunatnego występują znacznych rozmiarów zmiany w powierzchni terenu, wodach powierzchniowych i podziemnych, pokrywach glebowych i szacie roślinnej, natomiast w odległości kilkudziesięciu kilometrów i większej zanieczyszczenie powietrza i zniszczenie roślinności na skutek kwaśnych deszczów spowodowanych głównie rozprzestrze-

nianiem się SO_2 i tlenków azotu emitowanych przez dwanaście dużych elektrowni, w tym jednej (Turów) na terytorium Polski (Rychter 1993, Schiffer 1994, Bilkenroth 1996, Kaspar, Lorencova 1996, Bednarczyk 1998). Jeszcze pod koniec lat osiemdziesiątych XX w. w wielu obszarach „Czarnego Trójkąta" rejestrowano postępującą degradację szaty roślinnej (Lazarowicz 1992, Raj 1992, Zwoździak i in. 1993, Jadczyk 1995, Moravcik, Cerny 1995, Sienkiewicz, Twarowski 1996). Kryzys gospodarczy na początku ostatniej dekady ubiegłego stulecia spowodował spadek wydobycia węgla brunatnego i produkcji energii (Czapla i in. 2002, Pietryszczew 2002). Zachodzące wówczas przemiany społeczno-gospodarcze związane z rozszerzaniem Unii Europejskiej warunkowały możliwość korzystania z zewnętrznych środków pomocowych, co sprzyjało działaniom proekologicznym oraz związanym z restytucją zdegradowanego środowiska przyrodniczego (Krzaklewski, Miklaszewski 1996, *Rekultywacja*… 2002, Zwoździak 2005, Knippschild 2010). W latach 1989–2004 roczna wielkość emisji SO_2 w czeskiej części rejonu pogranicza spadła z 882 tys. Mg do 92 tys. Mg. W polskiej i niemieckiej części obszaru „Czarnego Trójkąta" wielkość emisji SO_2 w 2004 r. wynosiła odpowiednio 15 % i 1,5% poziomu z roku 1989 (*Wspólny raport*… 2004). Przyczyniło się to m.in. do znacznego spadku zanieczyszczenia środowiska, zwłaszcza w obszarach dalekiego oddziaływania emisji przemysłowych (*Raport o stanie*… 1999, 2000, Sobik 2000, Zwoździak i in. 2000, *Program*… 2002, Zwoździak 2005, *Wspólny raport*… 2004, *Acid rain*… 2005, Hunova i in. 2005, Suchara, Sucharowa 2005). W związku z tym poprawiła się tam wyraźnie kondycja drzewostanu. Jak podają Roch i Zeneli (2009) z 432 000 ha lasów pokrywających omawiany obszar jeszcze na początku lat 90 XX w. aż 20% było znacznie zniszczonych, a w niektórych obszarach szkody w drzewostanie spowodowane kwaśnymi deszczami wynosiły 80%. Od kilkunastu lat w Rudawach i Karkonoszach prowadzi się odbudowę drzewostanu, która przynosi pozytywne efekty. Na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego w Republice Czeskiej działalność ta została wyróżniona międzynarodowym certyfikatem potwierdzającym prowadzenie tam skutecznej ekologicznej gospodarki leśnej (Schmidt 2009). Od kilku lat niektórzy badacze proponują zmienić nazwę „Czarny Trójkąt" na „trójkąt zrównoważonego rozwoju" (Renner 2002), lub „zielony trójkąt" (Knippschild 2010).

Jednak nie na wszystkich obszarach pogranicza polsko-niemiecko-czeskiego stan środowiska przyrodniczego znacznie poprawił się w okresie transformacji. Jest to spowodowane ciągłym wydobyciem węgla brunatnego w związku z zapotrzebowaniem energetyki na ten surowiec (Czapla i in. 2002, *Acid rain*… 2005, Safarova Valasek 2006, *Solid fuels*… 2006, Kasztelewicz, Zajączkowski 2007, Kasztelewicz, Tajduś 2009) Nadal więc obserwuje się tam niszczenie i degradację powierzchni terenu, pokryw glebowych, roślinności, a także zmiany w wodach podziemnych oraz zanieczyszczenie rzek (Mrówczyńska 1997, Wojaczek-Szalkowska 2005). Należy podkreślić, że coraz częściej przemysł wydobywczy węgla brunatnego wyko-

rzystuje zewnętrzne środki pomocowe z Unii Europejskiej na działania proekologiczne i restytucję terenów zdegradowanych (Perduta 2009, Knippschild 2010). Zaowocowało to rekultywacją i zagospodarowaniem części terenów poprzemysłowych na Łużycach (Niemcy), w rejonie Usti nad Łabą (Republika Czeska) oraz w okolicach Mostu (Bilkenroth 1996, Kaspar, Lorencova 1996, Vrbova 1996, Pietryszczew 2002a, 2002b, Kasztelewicz, Zajączkowski 2007).

Nawiązując do cytowanych wyżej publikacji należy podkreślić, że głównym skutkiem transformacji gospodarczej dla środowiska przyrodniczego rejonu „Czarnego Trójkąta" jest znaczny spadek zanieczyszczenia powietrza i kwaśności opadów w obszarach oddziaływania transgranicznych emisji zanieczyszczeń. Wiąże się to z ograniczeniem produkcji energii w elektrowniach cieplnych w latach 90 XX w. oraz działaniami proekologicznymi i współpracą w zakresie poprawy stanu środowiska między Niemcami, Republiką Czeską i Polską w skali euroregionalnej i międzynarodowej. Wystąpiła także poprawa stanu środowiska w obszarach eksploatacji węgla brunatnego, co wiąże się m.in. z pozyskiwaniem funduszy unijnych na cele restrukturyzacyjne oraz rekultywację i zagospodarowanie terenów poprzemysłowych. W porównaniu do rejonu wałbrzyskiego, gdzie intensywne natężenie antropopresji stosunkowo szybko wygasło (w związku z likwidacją tradycyjnych gałęzi przemysłu w regionie), w obszarach eksploatacji węgla brunatnego antropogeniczne przeobrażenia środowiska nadal postępują. W okresie transformacji gospodarczej relaksacja środowiska przyrodniczego na obszarze „Czarnego Trójkąta" w strefie bezpośredniego oddziaływania górnictwa węgla brunatnego przebiega wolniej, niż w rejonie wałbrzyskim. Proces ten jest wspomagany różnymi działaniami restytucyjnymi. Wpływ energetyki na środowisko w znacznej odległości od źródeł emisji zanieczyszczeń w ostatniej dekadzie XX w. był wyraźnie mniejszy niż wcześniej i można go porównać z dynamiką zmian w środowisku jakie zachodziły wówczas w rejonie wałbrzyskim. Korzystne przemiany w środowisku porównywanych obszarów były jednak spowodowane innymi przyczynami – w rejonie wałbrzyskim szybką likwidacją tradycyjnych gałęzi przemysłu, zaś w strefie pogranicza niemiecko-czesko-polskiego spadkiem produkcji energii i zakrojonymi na szeroką skalę działaniami proekologicznymi. Mimo lokalnego zróżnicowania zanieczyszczenia środowiska w strefie „Czarnego Trójkąta", którego częścią jest rejon wałbrzyski, jego stan w okresie transformacji gospodarczej uległ poprawie. Ustalony przez autora trend zmian w środowisku przyrodniczym Wałbrzycha i okolicy na skutek przemian w gospodarce znajduje potwierdzenie także w wynikach badań zawartych w literaturze dotyczącej innych części wyżej wymienionego obszaru.

14. Podsumowanie wyników badań

Zagospodarowanie rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000 było zróżnicowane przestrzennie. Wałbrzych i Boguszów-Gorce pełniły głównie funkcje przemysłowe, natomiast Szczawno-Zdrój i Jedlina-Zdrój turystyczno-wypoczynkowe. Okres badań obejmował schyłek rozwoju tradycyjnych gałęzi przemysłu w Wałbrzychu i okolicy oraz etap przemian w gospodarce, uwarunkowanych restrukturyzacją przemysłu. Rejon wałbrzyski jest więc modelowym przykładem obszaru, w którym można zbadać zróżnicowanie antropopresji w aspektach przestrzennym i czasowym, w nawiązaniu do zmian zachodzących w gospodarce. Czynniki i rodzaje antropopresji, a także skutki jakie wywołał ten proces w środowisku przyrodniczym, były zróżnicowane w przestrzeni, a ich natężenie zmieniało się w czasie. Głównymi czynnikami antropopresji były przemysł i gospodarka komunalna, przy czym pierwszy z wyżej wymienionych odegrał znacznie większą rolę w przeobrażaniu środowiska przyrodniczego. Wraz z rozwojem przemysłu narastały antropogeniczne zmiany w środowisku, natomiast wskutek spadku wielkości produkcji przemysłowej pod koniec lat 80 ubiegłego stulecia, a także w związku ze stopniową likwidacją nierentownych i szczególnie uciążliwych zakładów przemysłowych w ostatniej dekadzie XX w., dynamika antropopresji wyraźnie spadła, dlatego jej skutki miały znacznie mniejsze niż wcześniej rozmiary. W rozpatrywanym okresie zmiany w gospodarce komunalnej rejonu wałbrzyskiego, w porównaniu do przemian zachodzących w przemyśle, były niewielkie. W uproszczeniu można przyjąć, że natężenie oddziaływania gospodarki komunalnej na środowisko było stałe. Działalność ta nie wpłynęła zasadniczo na zmiany zachodzące w środowisku przyrodniczym w warunkach antropopresji. Przebieg i skutki antropopresji zależały głównie od wpływu przemysłu i były uwarunkowane zmianami w jego strukturze w ostatnim dziesięcioleciu ubiegłego wieku. Likwidacja większości uciążliwych dla środowiska przyrodniczego zakładów przemysłowych oraz zmiana struktury przemysłu z przestarzałego paliwowo-energetycznego na nowocześniejszy elektromaszynowy i mineralny, o znacznie mniejszym stopniu szkodliwości dla środowiska, a także rozmieszczenia nowo powstałych obiektów („wyprowadzenie" przemysłu z Kotliny Wałbrzyskiej do Specjalne Strefy Ekonomicznej „Invest Park" na Pogórzu Wałbrzyskim) spowodowały zahamowanie intensywnego dotąd tempa antropopresji. W badanym obszarze obserwowane są jednak mniej lub bardziej trwałe jej skutki świadczące o jeszcze niedawno zachodzących dynamicznych przemianach w środowisku.

W latach 1975–2000 natężenie rozpatrywanych procesów antropopresji było zróżnicowane. Biorąc pod uwagę zasadniczy trend zmian ustalono, że charakterystyczną jego cechą był spadek intensywności. Największe tempo tych zmian przy-

padało na lata 1990–1996 i wiązało się z ostatnimi latami kryzysu ekonomicznego i rozpoczętymi wtedy głębokimi przeobrażeniami strukturalnymi w przemyśle. Przed 1990 r. oddziaływanie przemysłu na środowisko cechowało się znaczną intensywnością, natomiast po 1996 r. natężenie antropopresji było najmniejsze w całym badanym okresie. W latach 1975–1989 dominującą rolę w gospodarce badanego obszaru odgrywały przestarzałe gałęzie przemysłu powodujące wprowadzanie do środowiska dużych ilości zanieczyszczeń i narastanie w nim trwałych przemian. Przeprowadzona w latach 1990–1996 restrukturyzacja gospodarki, polegająca, przede wszystkim, na likwidacji większości nierentownych i uciążliwych dla środowiska zakładów przemysłowych (*Sprawozdanie z przebiegu*… 1999) przyczyniła się do stopniowego ograniczania znaczenia przemysłu jako czynnika antropopresji w badanym obszarze. Kompleksowe ujęcie wpływu przemysłu i gospodarki komunalnej na ukształtowanie powierzchni rejonu wałbrzyskiego oraz powietrze i wody powierzchniowe w wyżej wymienionym obszarze, w świetle zmieniających się warunków i natężenia antropopresji, przedstawiono na ryc. 138 (w załączniku). Jedną ze składowych prezentowanego modelu są zamieszczone dane statystyczne o ilości wprowadzonych w latach 1975–2000 do środowiska zanieczyszczeń, ukazujące wielkość antropopresji i jej czasowe zróżnicowanie w rejonie wałbrzyskim. Podkreślają one także regionalną specyfikę zagrożeń i przeobrażeń środowiska przyrodniczego.

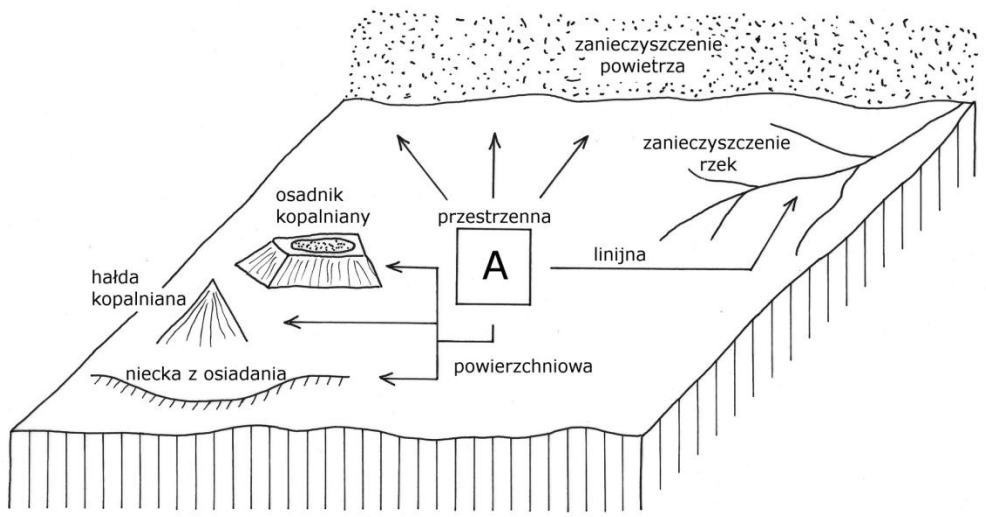
W strukturze opracowanego modelu wyróżniono dwie zasadnicze części, które odnoszą się do dwóch aspektów przemian w środowisku: przestrzennego i czasowego. W centralnej części modelu, dotyczącej przestrzennego aspektu omawianego zagadnienia, umieszczono główne czynniki antropopresji, jakimi były przemysł i gospodarka komunalna. Przy pomocy strzałek powiązane je z komponentami środowiska przyrodniczego wskazując rodzaje i kierunki antropopresji. Strzałkami i liniami ciągłymi oznaczono bezpośredni, a liniami przerywanymi pośredni wpływ przemysłu i gospodarki komunalnej na wybrane elementy środowiska. W opracowanym modelu zwrócono również uwagę na interakcje między rozpatrywanymi komponentami środowiska przyrodniczego w warunkach antropopresji. Biorąc pod uwagę trwałość skutków antropopresji wydzielono, w badanym obszarze, dwa typy antropogenicznych przeobrażeń środowiska:
– trwałe, powstałe głównie w rzeźbie terenu,
– nietrwałe, zwykle odnoszące się do przeobrażeń jakości wód powierzchniowych i powietrza.

Do trwałych przeobrażeń zaliczono różne deformacje w powierzchni ziemi (niecki z osiadania, zapadliska, progi) powstałe na skutek osiadania górotworu, a także hałdy i osadniki kopalniane, składowiska odpadów przemysłowych i wysypiska odpadów komunalnych oraz wyrobiska po odkrywkowej eksploatacji skał. Niektóre z nich to zupełnie nowe formy, np. hałdy i wyrobiska, inne zaś są skutkiem antropogenicznego przekształcenia form naturalnych, np. niecki z osiadania. Spo-

śród rozpatrywanych wyżej form stosunkowo trwałe w ukształtowaniu powierzchni ziemi są niecki z osiadania. Trwałość zwałów, a także wyrobisk w powierzchni terenu, za wyjątkiem form stokowych, zależy w dużej mierze od działalności człowieka. Hałdy można bowiem „rozebrać" wykorzystując zgromadzone tam odpady na różne cele, a wyrobiska w ramach rekultywacji gruntów zasypać, co prowadzi zwykle do przywrócenia powierzchni ziemi jej pierwotnego kształtu.

Zanieczyszczenie powietrza i wód powierzchniowych należą do przeobrażeń nietrwałych, gdyż najczęściej po ustaniu, lub spadku natężenia określonego rodzaju antropopresji, jakość wyżej wymienionych elementów środowiska ulega stopniowej poprawie. Wynika to ze znacznej dynamiki tych komponentów, co przyczynia się zwykle do szybkiej ich relaksacji. Trwałymi skutkami antropopresji związanymi z wodami powierzchniowymi w rejonie wałbrzyskim są obudowa koryt i zmiany kierunku płynięcia cieków, a także powstanie terenów podmokłych w niektórych nieckach z osiadania.

Rozpatrując charakter i przebieg procesów antropopresji wydzielono w badanym obszarze trzy jej rodzaje: linijną, powierzchniową i przestrzenną (ryc. 139). Pierwsza z wyżej wymienionych wiąże się z zanieczyszczaniem rzek oraz przeobrażaniem koryt i kierunku płynięcia cieków. Antropopresja powierzchniowa polegała na modelowaniu rzeźby terenu, natomiast przestrzenna na emitowaniu do powietrza różnych zanieczyszczeń i „wypełnianiu" nimi przypowierzchniowej warstwy atmosfery.



Ryc. 139. Rodzaje antropopresji związane z działalnością przemysłową i gospodarką komunalną oraz najważniejsze jej skutki w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego w latach 1975–2000: A – antropopresja. Opracowanie własne.

Przeobrażanie badanych komponentów środowiska przyrodniczego pod wpływem antropopresji było uwarunkowane m.in. specyficznym obiegiem zanieczyszczeń. Degradacja wód powierzchniowych wiązała się z odprowadzaniem ścieków powstałych wyłącznie w badanym obszarze. Wprowadzane do rzek zanieczyszczenia migrowały natomiast na zewnątrz badanego obszaru. Antropopresja w odniesieniu do wód powierzchniowych tworzyła więc specyficzny system jednostronnie otwarty, zwany przez autora częściowo otwartym. Obieg zanieczyszczeń w powietrzu nad rejonem wałbrzyskim był w pełni otwarty. Emitowane w Wałbrzychu i okolicy zanieczyszczenia pyłowe i gazowe migrowały bowiem poza badany obszar, ale napływały tu również zanieczyszczenia spoza rejonu wałbrzyskiego. Ich ilość była jednak niewielka. Decydujący wpływ na jakość powietrza w rozpatrywanym rejonie miały więc lokalne źródła emisji zanieczyszczeń. Nad niektórymi obszarami (głównie obniżeniami terenu) warunki naturalne sprzyjały gromadzeniu się przez pewien czas zanieczyszczeń w powietrzu i powstawaniu tam stref o znacznie wyższej imisji pyłów i gazów, określanych jako „wyspy zanieczyszczonego powietrza". Cyrkulacja odpadów w rejonie wałbrzyskim tworzyła obieg zamknięty. W latach 1975–2000 prawie wszystkie powstałe odpady „pozostały" w badanym terenie. Większość z nich unieszkodliwiono, głównie przez składowanie na powierzchni ziemi lub pozostawiono w podziemnych wyrobiskach kopalnianych. Tylko niewielka ilość unieszkodliwionych już drobnofrakcyjnych zanieczyszczeń migrowała za pośrednictwem wód płynących i wiatru na zewnątrz badanego obszaru. Sporadycznie znikome ilości odpadów wywożono także poza rejon wałbrzyski sprzedając je lub przekazując innym użytkownikom. Migracja zanieczyszczeń była więc uwarunkowana również czynnikiem ludzkim. Nie miało to jednak istotnego wpływu na rozmiary antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu.

Przemysł i gospodarka komunalna oddziaływały na środowisko przyrodnicze rejonu wałbrzyskiego w sposób bezpośredni i pośredni. Bezpośrednim skutkiem antropopresji są m.in. znaczne zmiany w ukształtowaniu powierzchni terenu. Powstanie hałd i osadników kopalnianych oraz składowisk odpadów przemysłowych i komunalnych przyczyniło się natomiast do zniszczenia gleb i szaty roślinnej, zanieczyszczenia i zmian fizycznych gleb w sąsiedztwie tych form, a także zajęcia pokryw glebowych, co skutkowało wyłączeniem ich z produkcji rolnej i leśnej, utworzeniem stref o ograniczonej przydatności do działalności gospodarczej oraz niekorzystnymi zmianami w krajobrazie. Należy również podkreślić, że niezrekultywowane zwały i osadniki kopalniane były znacznym źródłem niezorganizowanej emisji pyłów. Wpływały także na mikroklimat oraz były źródłem ścieków opadowych i technologicznych zanieczyszczających m.in. wody powierzchniowe.

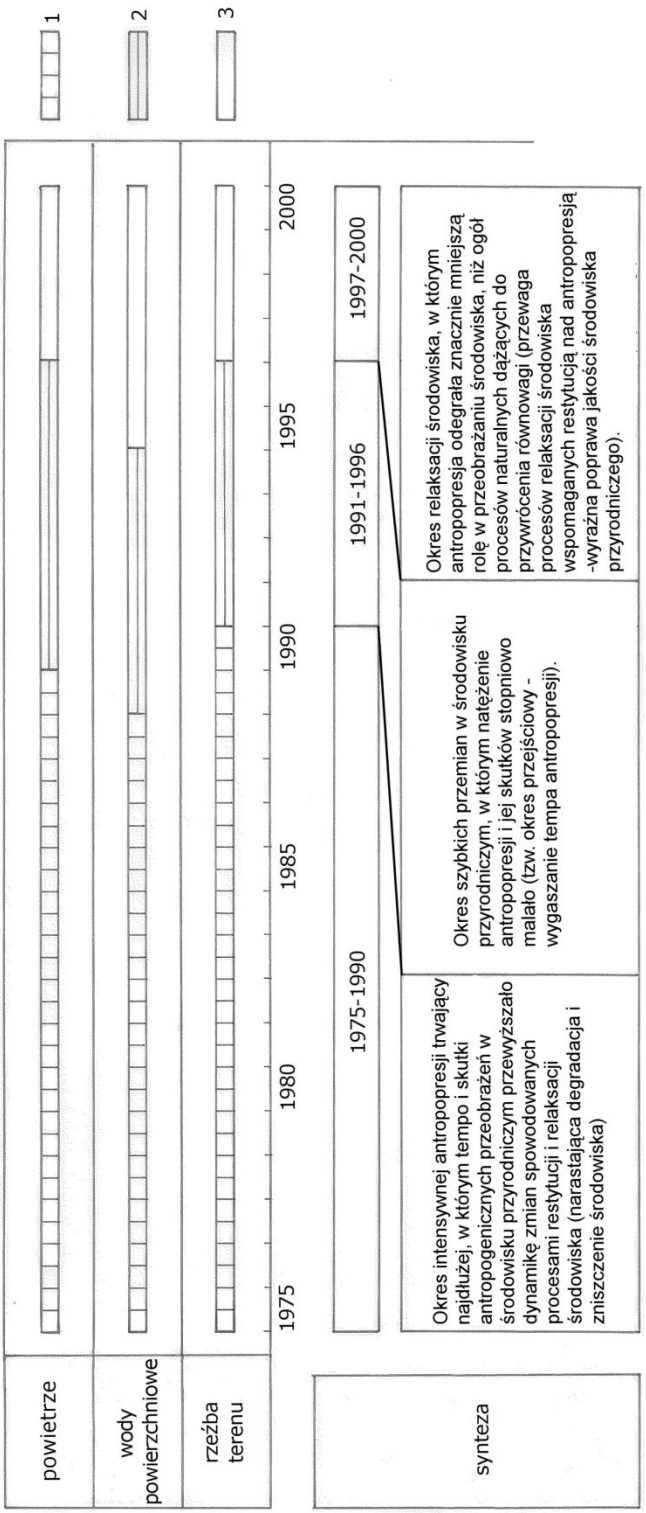
Pod wpływem antropopresji następowało wprowadzanie do środowiska przyrodniczego dodatkowej energii i materii, co wywoływało liczne interakcje, których skutkiem były różne zamierzone i nie zamierzone zmiany w środowisku. Przebieg antropopresji zmieniał się w czasie i w przestrzeni. W prezentowanym na

ryc. 138 modelu zwrócono uwagę na zróżnicowane natężenie tych procesów w rozpatrywanym okresie. Antropogeniczne przemiany badanych komponentów środowiska zależały od zmieniającej się w czasie dynamiki antropopresji. Nawiązując do ilości wprowadzanych do środowiska zanieczyszczeń oraz rozmiarów antropogenicznych przeobrażeń rzeźby terenu, wód powierzchniowych i powietrza wydzielono w latach 1975–2000 trzy okresy o różnym natężeniu antropopresji: 1975–1990, 1991–1996 i 1997–2000 (ryc. 140). Pierwszy z wyżej wymienionych etapów trwał najdłużej i charakteryzował się największym natężeniem antropopresji i jej skutków w odniesieniu do rozpatrywanych komponentów środowiska. Pod koniec tego okresu wystąpiły pierwsze „symptomy" spadku intensywności antropopresji. W 1991 r. rozpoczął się „okres przejściowy", w którym wystąpił stopniowy spadek natężenia antropopresji. Wolniejsze było także tempo antropogenicznego przekształcania środowiska przyrodniczego. W ostatnich czterech latach (1997–2000) natężenie antropopresji i jej skutki w środowisku były najmniejsze w badanym okresie.

Charakterystyczną cechą antropopresji w rejonie wałbrzyskim było również znaczne przestrzenne zróżnicowanie dynamiki tego procesu. Nawiązując do wydzielonych wyżej okresów, w latach 1975–1990 największe nasilenie antropopresji wystąpiło na terenie Wałbrzycha i Boguszowa-Gorc, a więc w obszarach zurbanizowanych i silnie wówczas uprzemysłowionych (tab. 89). W wyżej wymienionym okresie znaczne antropogeniczne zmiany w wodach powierzchniowych i powietrzu miały miejsce również w Szczawnie-Zdroju, z powodu nieuporządkowanej w tym mieście gospodarki cieplnej i wodnej, a także niekorzystnego położenie w stosunku do Wałbrzycha. Na terenie Jedliny-Zdroju natężenie antropopresji i jej skutki w latach 1975–1990 były natomiast o wiele mniejsze niż w pozostałych miastach badanego obszaru. Wydzielony wyżej okres charakteryzował się postępującą degradacją i niszczeniem środowiska przyrodniczego na znacznym obszarze rejonu wałbrzyskiego, o zróżnicowanym w przestrzeni natężeniu tego procesu. W latach 1991–1996, w związku z transformacją gospodarczą, wystąpił spadkowy trend intensywności antropopresji, zwłaszcza w obszarach uprzemysłowionych. Przyczyniło się to do zmniejszenia dysproporcji w przestrzennym zróżnicowaniu nasilenia analizowanego procesu. W latach 1997–2000 brak wyraźnego zróżnicowania w przestrzennym natężenia antropopresji, wyrażonym ilością wprowadzanych do środowiska przyrodniczego zanieczyszczeń. Zapoczątkowane w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku głębokie zmiany w gospodarce rejonu wałbrzyskiego skutkują do dziś trwałą poprawą stanu środowiska przyrodniczego tego obszaru, zwłaszcza jakości powietrza i wód powierzchniowych.

Konkluzją wyników badań jest propozycja wydzielenia trzech charakterystycznych etapów przemian w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego w warunkach antropopresji:

I. Okres intensywnej antropopresji kontynuowanej w badanym okresie w latach



Ryc. 140. Zróżnicowanie dynamiki antropopresji uwarunkowanej rozwojem przemysłu w rejonie wałbrzyskim w aspekcie czasowym (1975–2000), w odniesieniu do badanych komponentów środowiska przyrodniczego oraz w ujęciu syntetycznym: 1 – okres intensywnej antropopresji, 2 – okres przejściowy, 3 – okres relaksacji środowiska przyrodniczego. Opracowanie własne.

Tab. 89. Przestrzenne zróżnicowanie intensywności i skutków antropopresji w rejonie wałbrzyskim w latach 1975–2000.

Wyszczególnienie	Wałbrzych	Boguszów-Gorce	Szczawno-Zdrój	Jedlina-Zdrój
1975–1990	+++	+++	+++	++
1991–1996	++	++	++	++
1997–2000	+	+	+	+

względna intensywność i skutki antropopresji: +++ duża, ++ średnia, + mała.
Opracowanie własne.

1975–1990, w którym tempo i skutki antropogenicznych przemian w środowisku przyrodniczym przewyższały zmiany spowodowane procesami restytucji i relaksacji środowiska (narastająca degradacja i zniszczenie środowiska).

II. Okres szybkich przemian w środowisku, przypadający na lata 1991–1996, w którym natężenie antropopresji i jej skutków stopniowo malało, w związku z restrukturyzacją gospodarki (stopniowa poprawa jakości powietrza i wód powierzchniowych oraz wygaszanie intensywnego tempa antropogenicznych zmian rzeźby terenu).

III. Okres relaksacji środowiska rozpoczęty w 1997 r., w którym antropopresja odegrała znacznie mniejszą rolę w jego przeobrażaniu, aniżeli ogół naturalnych procesów dążących do przywrócenia stanu środowiska zbliżonego wyjściowemu, wspomaganych przez człowieka działaniami restytucyjnymi (przywrócenie na całym obszarze normatywnej jakości powietrza i na niektórych odcinkach cieków normatywnej jakości wód oraz stopniowe przywracanie wartości użytkowej zdegradowanym i zniszczonym prze przemysł gruntom, także wkraczanie na te tereny roślinności).

Restrukturyzacja przemysłu w rejonie wałbrzyskim stworzyła podwaliny pod „nową" jakość środowiska przyrodniczego badanego obszaru. W okresie przedrestrukturyzacyjnym gospodarcza działalność człowieka była ukierunkowana na rozwój takich gałęzi przemysłu, które powodowały narastanie zniszczeń i degradację środowiska przyrodniczego. W czasie restrukturyzacji gospodarki intensywność antropopresji stopniowo malała, co sprzyjało systematycznej poprawie stanu środowiska. Po zakończeniu restrukturyzacji natężenie bodźców zaburzających środowisko było natomiast znacznie mniejsze od przemian zachodzących na drodze samoregulacji. Działalność człowieka można więc uznać za nadrzędny czynnik warunkujący przebieg i rozmiary zmian w środowisku przyrodniczym badanego obszaru. Należy także podkreślić, że działania te były na ogół podporządkowane polityce gospodarczej i zwykle niepowiązane z ochroną środowiska przyrodniczego. Zdaniem autora poprawę jakości środowiska w rejonie wałbrzyskim należy uznać za pośredni

skutek restrukturyzacji przemysłu dokonującej się w warunkach transformacji i urynkowienia gospodarki w Polsce.

Obserwowany w ostatnich kilkunastu latach trend antropogenicznych przemian w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego oraz przemiany zachodzące w gospodarce tego obszaru wskazują, że natężenie antropopresji, a także stan środowiska przyrodniczego nie ulegną istotnym zmianom w najbliższym czasie. Z danych zawartych w planach rozwoju miast wchodzących w skład badanego rejonu nie przewiduje się takich przedsięwzięć, które w przyszłości mogłyby spowodować wzrost natężenia antropopresji i pogorszenie stanu środowiska przyrodniczego. Transformacja gospodarcza przyczyniła się więc nie tylko do zmiany struktury przemysłu w badanym obszarze, ale spowodowała także zastąpienia tradycyjnych i zwykle przestarzałych, a przez to znacznie uciążliwych dla środowiska przyrodniczego zakładów, obiektami o stosunkowo niewielkim negatywnym wpływie na środowisko. Ponadto nowo powstałe zakłady zlokalizowano poza strefą, która wcześniej była silnie uprzemysłowiona oraz w znacznie większej odległości od dużych skupisk ludności, na terenach o korzystniejszych warunkach naturalnych m.in. aerosanitarnych. Zmiany w rozmieszczeniu i strukturze przemysłu, a zwłaszcza likwidacja większości uciążliwych obiektów przemysłowych, szczególnie w obszarach znacznie zdegradowanych i zniszczonych przez przemysł, miały niebagatelne znaczenie w relaksacji środowiska przyrodniczego. Restrukturyzacja przemysłu przyczyniła się do wyraźnej poprawy jakości rozpatrywanych komponentów środowiska. Ograniczenie roli przemysłu, jako głównego czynnika antropopresji, stworzyło także korzystne warunki do restytucji środowiska przyrodniczego. Zasadniczą barierą tych działań są zbyt małe nakłady finansowe przeznaczane od wielu lat na te cele, zwłaszcza na rekultywację terenów poprzemysłowych. Naprawa powstałych w środowisku przyrodniczym rejonu wałbrzyskiego szkód, uwarunkowanych rozwojem przemysłu, to obecnie przede wszystkim problem finansowy. W przyszłości stan środowiska rejonu wałbrzyskiego będzie również zależeć od zmian w gospodarce komunalnej, która po likwidacji tradycyjnych gałęzi przemysłu stała się istotnym czynnikiem antropopresji. Modernizacji i uporządkowania wymagają głównie ciepłownictwo i gospodarka wodno-ściekowa, powodujące nadal zanieczyszczenie powietrza i wód powierzchniowych. W budynkach mieszkalnych stopniowo należy likwidować także piece węglowe. Znaczna ich liczba, zwłaszcza na terenach o gęstej zabudowie i słabo przewietrzanych, wpływa niekorzystnie na jakość powietrza. Dokończenie budowy obwodnic Szczawna-Zdroju i Wałbrzycha stworzyłoby warunki do zmniejszenia natężenia ruchu samochodowego w centrach tych miast, a tym samym mniejszej emisji spalin w obszarach o dużej gęstości zaludnienia. Należałoby także zmodernizować lokalną drogę biegnącą dnem Kotliny Kuźnickiej przez obszar słabo zaludniony i zagospodarowany oraz wykorzystać ją jako obwodnicę Boguszowa-Gorc. Prace te rozpoczęto w 2010 r. na terenie Kuźnic Świdnickich. Obecnie ruch samochodowy z Kłodzka i Wałbrzycha do Kamiennej Góry i Jeleniej Góry

odbywa się przez centrum Boguszowa i-Gorc. Takie rozwiązanie znacznie ograniczyłoby tam emisje zanieczyszczeń motoryzacyjnych. Modernizacji i rozbudowy wymagają również kanalizacja ściekowa oraz oczyszczalnie ścieków. W najbliższych latach działania te powinny mieć charakter priorytetowy, gdyż od tego będzie zależeć w przyszłości jakość powietrza i wód powierzchniowych w rejonie wałbrzyskim.

Literatura

Acid rain 2005. I. Hunova, Ostatnicka J., Dostalova Z., Navratil T. (red.). 7 TH International Conference on Acid Deposition. Prague, June 12–17 2005. Czech Republic.

Allaglo L.K., Areba A.D., Almeida N.C., Gu-Konu E.Y., Kounetsron K., Seddoh K.F., 1987. Togo, its geopotential and attempts for land-use planning – a case study W: Mineral Resources Extraction, Environmental Protection and Land-use Planning in the Industrial and Developing Countries. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 243–270.

Atlas geochemiczny Wałbrzycha i okolic 1:5000. A. Pasieczna, J. Siemiątkowski, J. Lis. PIG Warszawa 1996.

Atlas geologiczny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego 1 : 10000. K. Augustyniak (red.). Wydawnictwa Geologiczne Warszawa 1970.

Atlas surowcowo-geologiczny Wałbrzyskiego Okręgu Eksploatacji Surowców Skalnych Rejonu Wałbrzych. Instytut Nauk Geologicznych. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław 1976.

Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego. W. Pawlak (red). Uniwersytet Wrocławski, Pracownia Atlasu Dolnego Śląska. Wrocław 1997.

Atlas zanieczyszczenia rzek w Polsce. Lata 1990–1992. PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa 1993.

Awdankiewicz M., 1990. Volcanism In a late Variscan intramontane trough: Carboniferous and Permian volcabic centrem of the Intra-Sudetic Basin, SW Poland. Geologia Sudetica 32, 13–47.

Baranowska M., Gruba A., Boniecka-Żólcik H., 1978. Bioklimatt Szczwna W: Bioklimat uzdrowisk polskich. IMiGW i Inst. Baln., 348–369.

Baron H., Sobik M., 1995. Rola osadów atmosferycznych w zakwaszaniu środowiska przyrodniczego wierzchowiny Karkonoszy. Acta Universitatis Wratislaviensis 1705, Prace Instytutu Geograficznego C 2, 59–73.

Barowska M., Dyduch B., 1995. Zmiany stężeń zanieczyszczeń powietrza w Katowicach w latach 1989–1994. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych: Łódź 14–16 IX 1995, 22–24.

Bednarczyk J., 1998. Górnictwo odkrywkowe i jego oddziaływanie na środowisko. Węgiel brunatny 1 (22), 3–8.

Bernat T., Kornalewski S., 1984. Eksploatacja górnicza KWK Wałbrzych pod obiektami kolejowymi. W: Zbiór referatów na sympozjum na temat: 35 lat eksploatacji górniczej w filarach ochronnych KWK Wałbrzych (maszynopis). SIiTG Wałbrzych, Sobótka-Górka 15–16 listopada 1984.

Bernat., Bolembach J., 1978. Rozwój wydobycia i osiągnięte wyniki eksploatacji złóż pokładowych w filarach ochronnych DZPW. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K, SIiTG. Wałbrzych, 191–203.

Bespalyj V., 1958. Technogennych relief Kriworożja. Biul. Student. Naucz. Obrywa Leningradskowo Uniwersiteta 1, 15–23.

Biel T., Balcerek B., 1988. Kompleks wydobywczo-przeróbczy „Kopernik”. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego, WTS-K Wałbrzych, 17–25.

Bieroń W., 1975a. Widziane nie tylko z góry. Panorama miast. Aura 3, 25–27.

Bieroń W., 1975b. Hałda nie zdobi. Aura 4, 18–19.

Bieroń W., 1978. Wykorzystywanie odpadów – bariery i hamulce. Aura 2, 14–18.

Bieszczad S., Dzieżyc J., Milewska J. 1978. Bibliografia polskiego piśmiennictwa w zakresie ochrony środowiska przyrodniczo-rolniczego za lata 1945–1974. PWN Warszawa.

Bilkenroth K. D., 1996. Sanierung ehemaliger braunkohlenfordergebiete In der Bundesrepublik Deutschland – naturwissenshaftliche technische und sozsookonomische aspekte. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 79, Konferencje 19, 31–41.

Blazek Z., Ośródka L., Rorbek K., Wojtylak M., 2000. Zależność stężenia pyłu zawieszonego PM 10 w aglomeracjach katowickiej i ostrawsko–karwińskiej od warunków meteorologicznych. Wiadomości IMiGW 23, 3, 53–69.

Błaś M., Dore A. J., Sobik M., 1999. Distribution of precipitation and wet deposition around an island mountains in south–west Poland. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 125, 253–270.

Błaś M.,1997. Experimental measurement of cloud Liquid Water Content (LWC) in sumer and winter conditions. Acta Universitatis Wratislaviensis 1950, Prace Instytutu Geograficznego C 4, 147–153.

Boguszów-Gorce. Plan miasta 1:11000. Wydawnictwo Turystyczne "Plan". Jelenia Góra–Wrocław 2008.

Bolembach J., Opyrchał S., 1978; Zarys budowy geologicznej Dolnośląskiego Zagłębia Węgla Kamiennego oraz główne kierunki dalszego rozpoznawania zasobów. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K, SIiTG, Wałbrzych, 161–181.

Bołaszewska J., Reutt F., 1962. Częstotliwość występowania poszczególnych mas powietrza w Polsce w okresie 10 lat 1946–1956. Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego 66, 16–32.

Bondarczuk V. G., 1949. Antropogennyje formy reliefa. W: Woprosy geomorfologii. Moskwa.

Bork H. R., Bork H., Dalchow C., Faust B., Piorr H. P., Schatz T., 1998. Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Wirkungen des Menchen auf Landschaften, Klett-Perthes, Gotha und Stuttgart.

Borowiec A., 1984. Eksploatacja górnicza pokładów KWK Wałbrzych pod obiektami przemysłowymi. W: Zbiór referatów na sympozjum na temat: 35 lat eksploatacji górniczej w filarach ochronnych KWK Wałbrzych. SIiTG Wałbrzych, Sobótka-Górka 15–16 listopada 1984.

Bossowski A., Cymerman Z., Grocholski A., Ignatowicz A., 1990. Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1:25000. Arkusz Jedlina-Zdrój. Wydawnictwa Geologiczne Warszawa.

Bossowski A., Czerski M., 1988. Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1:25 000. Arkusz Boguszów. Wydawnictwa Geologiczne Państwowego Instytut Geologicznego. Warszawa.

Bossowski A., Ihnatowicz A., 1994. Paleography of the uppermost Carboniferous and lowermost Permian deposits In the NE part of Intra-Sudetic Depression. Geological Quarterly 38, 709–726.

Brown I. J., 1997. Zachowanie Kopalni „Caphause" – obecnie Angielskiego Narodowego Muzeum Górnictwa. W: Historyczne okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej Wałbrzych 18–20 IX 1996. Instytut Historii Architektury Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, 109–131.

Burdek R., Zasłuń J., 1994–1995. Restrukturyzacja województwa wałbrzyskiego. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego, DTS–K, Wałbrzych, 5–21.

Chełmicki W., 1997. Degradacja i ochrona wód. Cz. 1. Jakość. Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii. Kraków.

Chełmicki W., 2001. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.

Chomicz K., Sadowski M., 1967. Rozkład opadów atmosferycznych w Sudetach. Czasopismo Geograficzne 38, 2, 57–65.

Chwastek J., 1975. Wpływ dawnych robót górniczych Dolnego Śląska na zagospodarowanie terenu. Ochrona Terenów Górniczych 9 (34), 13–19.

Chwastek J., 1977. Współczesne problemy ochrony środowiska w górnictwie Dolnego Śląska. W: Górnictwo energetyczne, kruszcowe i skalne na Dolnym Śląsku – wczoraj i dziś. Ossolineum Wrocław,107–120.

Chwastek J., Faber E., 1991. Uprzemysłowienie i urbanizacja, a stan środowiska w uzdrowiskach. Zeszyty Naukowe AGH, Sozologia 36, 7–12.

Ciok S., 1994. Wybrane obszary problemowe Polski południowo–zachodniej. Acta Universitatis Wratislaviensis 1631, Studia Geograficzne 62, 175.

Ciok S., Łoboda J., 1992. Bariery rozwoju, a konieczność restrukturyzacji regionu wałbrzyskiego. W: Materiały na konferencję: Ekonomiczne i społeczne aspekty restrukturyzacji regionalnej, 15–20 IX 1991 Wałbrzych, 55–64.

Coates D. R. 1987 Subsurface impacts. W: Human Activity and environmental Processes. Red. K. J. Gregory, D. E. Halling, Chichester, 271–304.

Codex Diplomaticus Silesiae 1900. Muzeum Okręgowe w Wałbrzychu.

Collins P., 1997. Lokalne badania terenowe – szybki i efektowny sposób badania i oceny dziedzictwa przemysłowego. W: Historyczne okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej Wałbrzych: 18–20 IX 1996 r. Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, 89–107.

Czabaj W., Jarodzki L., 1995. Warunki hydrogeologiczne w rejonie Wałbrzycha-Szczwna-Zdroju w 1995 r. (sprzed likwidacja kopalni węgla kamiennego). Przegląd Geologiczny 2, 185–190.

Czabaj W., Jarodzki L., 1997. Wpływ eksploatacji węgla i likwidacji kopalń wałbrzyskich na wody lecznicze w Szczwnie-Zdroju. Przegląd Geologiczny 5, 526–530.

Czaja S. 1999., Zmiany stosunków wodnych w warunkach silnej antropopresji (na przykładzie konurbacji katowickiej). Wydawnictwo UŚ. Katowice.

Czaja S., Korczyńska A., 1997. Podstawowe przyczyny zmian w poziomie emisji zanieczyszczeń powietrza w regionach schyłkowych (na przykładzie województwa wałbrzyskiego). Chemia i Inżynieria Ekologiczna 4, 493–508.

Czajka S., 1986. Główne problemy komunalne Wałbrzycha w latach 1945–1981. Kronika Wałbrzyska 5, 43–53.

Czapla Z., Kozłowski Z., Włodarczyk B., Wojciechowski Cz., Żuk S., 2002. Węgiel brunatny w polskiej energetyce – stan obecny i perspektywy. Węgiel brunatny 1 (38), 3–17.

Czernicki M., Machnicki M., Wysocki J., 1999. Przebieg procesu likwidacji kopalń węgla kamiennego w latach 1991–1998, problemy występujące po likwidacji kopalń. W: Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych. SIiTG Katowice. Zamek Książ – maj 1999, 185.

Czerwiński J., 1985. Główne rysy rzeźby i rozwój geomorfologiczny. W: A. Jahn (red.), Karkonosze polskie. Zakład Narodowy im. Ossolińskich. PAN, 53–76.

Daniels W.L., Zipser C.E, 1995. Improwing coal surfach mine reclamation In the Central Appalachian Region. W: Rehabilitating Damaged Ecosystems 2. Wyd. Lewis Publishers Boca Raton FL, 187–217.

Demek J., 1987. Antropogenni pochady a jimi vytvorene tvary. W: Obecna geomorfologie. Akademia Praha, 338–372.

Dobrzański G., Dobrzańska B.M., Kiełczewski D., 1997. Ochrona środowiska przyrodniczego. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko. Białystok.

Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych. Materiały konferencyjne. SIiTG Katowice. Zamek „Książ", maj 1999, 3–185.

Drlik R., 1960. Ostravskie haldy. Uhli 2, 3, 5–12.

Drlik R., 1965. Geomorfologicke promeny ostravsko–karvinskeho reviru. Sbornik Ceskoslovenskiej Spolecn. Zemlepisne 1, 3–10.

Dubicka M., 1994. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na kształtowanie warunków klimatu (na przykładzie Wrocławia). Acta Universitatis Wratislaviensis 1591, Studia Geograficzne LX, 5–295.

Dulias R., 1997. Rybnicki obszar ekologicznego zagrożenia. Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych 24, 19–25.

Dulias R., 2007. Wpływ górnictwa węgla kamiennego na zmiany rzeźby obszaru KWK Miechowice na Wyżynie Śląskiej. Acta Geographica Silesiana 1, 5–12.

Dulias R., Hibszer A., 2004. Województwo śląskie. Przyroda, gospodarka, dziedzictwo kulturowe. Wydawnictwo Kubajak. Krzeszowice.

Dwucet K., Krajewski W., Wach J., 1992. Rekultywacja i rewaloryzacja środowiska przyrodniczego. UŚ. Katowice.

Dydejczyk J., Suława F., 1978. Rozwój techniki wydobycia węgla na Dolnym Śląsku. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS–K, SIiTG Wałbrzych, 111–122.

Dziadek S., 1984. Wpływ procesów uprzemysłowienia na przemiany środowiska przyrodniczego w Rybnickim okręgu Węglowym. W: Przewodnik Ogólnopolskiego Zjazdu PTG, cz. I obrady plenarne i sekcyjne. PTG UMCS Lublin, 19–26.

Dziekoński T., 1977 Górnictwo kruszcowe na Dolnym Śląsku do XX w. W: Górnictwo energetyczne, kruszcowe i skalne na Dolnym Śląsku – wczoraj i dziś. Ossolineum Wrocław,128–144.

Eckert D., 2002. Comparative description on reconversion made In Ruhr district, Upper Silesia and Ostrava–Karvina region. Gerhard Mercator University of Duisburg. Duisburg.

Eksploatacja górnica a ochrona powierzchni: doświadczenia z wałbrzyskich kopalń. Red A. Kowalski. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2000.

Encyklopedia. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2004.

Engel J., Tracz T., 1978. Uzdrowiska województwa wałbrzyskiego. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego. Wałbrzych, 75–84.

Fels E., 1934. Der Mensch als Gestalter der Erdoberflache. Petermanns Geographische Mitteilungen – 1935, Der Mensch als Gestalter der Erde, Bibliographisches Institut AG., Leipzig.

Fischer E., 1915. Der Mensch als Geologischer Faktor. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Berlin Bd. 67, 106–148.

Flak A., 2002. Etapy rozwoju krajobrazu na skutek podziemnej eksploatacji węgla kamiennego (na przykładzie obszarów górniczych w Jastrzębiu-Zdroju). Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody Obszarów Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych, 33, 16–24.

Flank A., 1972. Ocena sytuacji społeczno–gospodarczej i główne problemy rozwoju wałbrzyskiego zespołu miejskiego. Wrocławski Rocznik Ekonomiczny, 19–37.

Fleming G., 1983. Klimat, człowiek, środowisko. PWRiL. Warszawa.

Frajtak M., 1978. Wpływ działalności górniczej kopalń i przedsiębiorstw na kształtowanie się środowiska naturalnego obszarów DZW. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K. SliTG. Wałbrzych, 219–242.

Francaviglia R., F., 1992. Minning als landscape transformation. W: Red. L.M. Dislaver, C.E. Coltem. The American Environment: Interpretations of Past Geographies. Rowman and Littlefield Lanham, MD, 89–114.

Galon R., 1979. Formy powierzchni ziemi. Zarys geomorfologii. WSiP Warszawa.

Gawędzki M., 1948. Rola Zagłębia Dolnośląskiego w strukturze gospodarczej polskiego przemysłu węglowego. Przegląd Górnniczy, 4, 7, 633–651.

Gawor B., 1948. Dolnośląskie Zagłębie Węglowe. Zarys monografii gospodarczej. Prace Wyższej Szkoły Handlowej we Wrocławiu, ser B, 1, 3–50.

Gawor Ł., Szmatłoch A., 2010. Koncepcja waloryzacji zwałowisk po górnictwie węgla kamiennego na przykładzie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Acta Geographica Silesiana 7, 23–29.

Geografia w kształtowaniu i ochronie środowiska oraz transformacji gospodarczej regionu górnośląskiego. W. M. Rzętała, T. Szczypek (red.). Materiały 47 Zjazdu PTG, Sosnowiec 23–26 września 1998 r.

Gierdal B., 1986. Możliwości wykorzystania popiołów lotnych z Elektrociepłowni „Victoria" do produkcji kruszywa lekkiego, betonów konstrukcyjnych oraz izolacyjnych. Kronika Wałbrzyska 5 PWN Warszawa Wrocław, 123–141.

Głowacki J., 1998. Problemy transformacji gospodarczej Republiki Czeskiej. Wyd. Kancelarii Sejmu RP (raport). Warszawa.

Goldreich Y., 1984. Urban topoclimatology. Progress in Physical Geography 8, 3, 35–42.

Gołębiowski A. Kozłowski B., 1992. Likwidacja kopalń wałbrzyskich. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie 25, 33–40.

Gołębiowski A., Frajtak M., 1984. Skutki eksploatacji górniczej w obiektach kolejowych. W: Zbiór referatów na temat: „35 lat eksploatacji górniczej w filarach ochronnych KWK Wałbrzych". SliTG., Wałbrzych, Sobótka–Górka 15–16 listopada 1984 r. 85–99.

Górnictwo energetyczne, kruszcowe i skalne na Dolnym Śląsku. Ossolineum, PAN, SliTG. Wrocław 1977.

Górnictwo węgla kamiennego w procesie kształtowania środowiska ludzkiego. Prace Naukowe Instytutu Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej 18, Konferencja 1. Wrocław 1985.

Górnictwo zrównoważonego rozwoju. W: R. Łoś (red.). Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 1480, konferencja 5, Górnictwo 246. Katowice 2000.

Górnośląsko-ostrawski region przemysłowy. Wybrane problemy ochrony i kształtowania środowiska. W: J. Pełka-Gościniak, M. Rzętała (red.), Materiały sympozjum polsko-czeskiego 6–7 maja 1999. WNoZ, Prirodovedecka Fakulta Ostravske Univerzity. Sosnowiec 1999.

Greszta J., Morawski S., 1972. Rekultywacja nieużytków poprzemysłowych. PWRiL. Warszawa.

Gretschel T., 1970. Wprowadzenie do miasta W: Wałbrzych – historia, współczesność, perspektywy (red. K. Krzyzagórski). Ossolineum Wrocław, 45–75.

Grocholski A., 1960. Uwagi na temat budowy geologicznej zachodniej okolicy Wałbrzycha. Kwartalnik Geologiczny 3, 631–646.

Grocholski A., 1963. Wyniki badań geologicznych Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. Przegląd Geologiczny 2, 77–79.

Grocholski A., 1965. Wulkanity niecki wałbrzyskiej w świetle badań strukturalnych. Instytut Geologiczny Biuletyn 191 – Z badań geologicznych na Dolnym Śląsku 12, 5–33.

Grzybowski E., 1978. Wpływ eksploatacji górniczej Dolnośląskiego Zjednoczenia na kształtowanie się środowiska naturalnego. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. Dś TS-K. SliTG Wałbrzych, 243–257.

Harat A., Grmela A., 2008. Wpływ wód kopalnianych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na zmiany jakości wody w rzece Olza w latach 2000–2007. Monitoring Środowiska Przyrodniczego 9, 57–62.

Harat A., Grmela A., Misterka K., Wanatowicz A., 2008. Excursion guide – Morava 2008. VSB Technical University Ostrava.

Havrlant M., 1979. Antropogenii formy reliefa a zivotni prostredi v Ostravske Prumyslove Oblasti. Spisy Pedagogickie, Fakulty v Ostrave 41, 3–155.

Havrlant M., 1980. Antropogeniczne formy rzeźby w Ostrawskim Okręgu Przemysłowym, a środowisko. W: Przeobrażenia środowiska geograficznego w obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych. Materiały VII Sympozjum Polsko-Czechosłowackiego. Instytut Geograficzny Uniwersytetu Śląskiego. PTG Oddział Katowice. Sosnowiec – Kozubnik, 17–26.

Havrlant M., 1995. Soucasne trendy ve vyvoji antropogenneho reliefu v ostravskem regionu. W: A.T. Jankowski, T. Szczypek (red.). Przeobrażenia środowiska geograficznego w przygranicznej strefie górnośląsko-ostrawskiego Regionu Przemysłowego. Materiały sympozjum polsko-czeskiego. Sosnowiec 9–10 czerwca 1995 r. Sosnowiec, 36–40.

Haydukiewicz A., Olszewski S., Porębski S., Teisseyre A., 1985. Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1:25000. Arkusz Wałbrzych. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.

Hering E., 1939. Der Mensch gestaltet das Antilitz der Erde. Kosmos. Stuttgart.

Historyczne okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej: Wałbrzych 18–20 IX 1996. Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.

Holling W., Pinkerneil F., A., 1928. Die deutsche Bergwirtschaft der Gegenwart. Herausgegeben von der Geschaftsfurung der Fachgruppe Bergbau des Reichsverbandes der Deutschen Industrie Verlag von Reimar Hobbing in Berlin.. Berlin.

Hornig A., 1955. Formy powierzchni ziemi utworzone przez człowieka na obszarze Wyżyny Śląskiej. W: Górny Śląsk. Prace i materiały geograficzne pod red A. Wrzoska. Kraków, 123–149.

Hornig A., 1968. Wpływ działalności gospodarczej człowieka na środowisko geograficzne Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Czasopismo Geograficzne 39, 1, 13–29.

Hryniewicz-Sudnik J., Skrężyna J., Staszkiewicz J., 1987. Wpływ zanieczyszczeń przemysłowych Wałbrzycha na wielkość i kształt liści wybranych gatunków drzew. Rocznik Dendrologiczny 36, 17–33.

Hunova I., Santroch J., Ostatnicka J., Kurfirst P., 2005. Atmospheric deposition over the Czech Republic: trends and spatial distribution. W: Hunova I., Ostatnicka J., Dostalova Z., Navratil T (red.). Acid rain 2005. 7 TH International Conference of Acid Deposition, Prague June 12–17. Czech Republic, 98.

Ihnatowicz A., Czerski M., 1955. Atlas geologiczno-surowcowy z elementami ochrony środowiska depresji śródsudeckiej. Centralne Archiwum Geologiczne. PIG. Warszawa.

Jabłoński J., Kacperkiewicz L., 1979. Wałbrzyskie hałdy. Aura 1, 12–14.

Jadczyk P., 1995. Przyczyny zniszczenia lasów w Górach Izerskich i Karkonoszach. Sylwan 1, 67–72.

Jahn A., 1980. Główne cechy i wiek rzeźby Sudetów. Czasopismo Geograficzne 51, 2, 129–154.

Jahn A., Szczepankiewicz S., 1967. Osady i formy czwartorzędowe Sudetów i ich przedpola. W: R. Galon, J. Dylik (red.), Czwartorzęd Polski. PWN Warszawa, 397–430.

Jania J., 1983. Antropogeniczne zmiany rzeźby terenu wschodniej części Wyżyny Śląskiej. Dokumentacja Teledetekcyjna. Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego 575, 69–90.

Jankowski A.T., 1986. Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysławianym i urbanizowanym (na przykładzie Rybnickiego Okręgu Węglowego). Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach 868, 5–277.

Jankowski A.T., Rzętała M., 2000. Wyżyna Śląska i jej obrzeża – stan i antropogeniczne zmiany jakości wód powierzchniowych. W. Burchard J. (red.). Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce. Wyd. UŁ. Łódź, 143–154.

Jankowski A. T., Szkieł M., 2009. Ocena zmian warunków hydrologicznych i hydrochemicznych wód rzeki Rawy w pierwszych latach XXI wieku. Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych, 75–89.

Januszewski J., Koszarski W., 1979. Skarby ziemi dolnośląskiej. Ossolineum. Wrocław.

Jarocka H., Jaworski J., Panfil Z., 1978. Wpływ przemysłu węglowego w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym na rozwój gospodarczy regionu. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K. SIiTG. Wałbrzych, 125–140.

Jaros J., 1975. Zarys górnictwa węglowego. Śląski Instytut Naukowy w Katowicach. PWN Warszawa – Kraków.

Jarosz A., Sylwester A., Walichniewicz Z., 1960. Problemy zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego tlenkami azotu i siarki na stacji Wałbrzych Fabryczny. Kolejowa Służba Zdrowia, 2, 71–73.

Jenner A., 1970. Górnictwo W: K. Krzyżagórski (red.), Wałbrzych. Historia, współczesność, perspektywy. Ossolineum. Wrocław, 77–107.

Jerzmański J., Pawłowska J., Szałamacha M., 1979; Surowce chemiczne. W: K. Dziedzic, S. Kozłowski, A. Majerowicz i L. Sawicki (red.). Surowce mineralne Dolnego Śląska. Ossolineum. PAN. Warszawa, 179–188.

Jońca E. 1959. O hałdach po raz n-ty. Trybuna Wałbrzyska, 22.

Jońca E., 1960. Terasa węglowa Ogorzelca. Wszechświat 2, 53–54.

Jońca E., 1965. Zagadnienie ochrony przyrody na łamach prasy lokalnej. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 21, 3, 27–32.

Jońca E., 1968. Pęknięcie góry Mniszek koło-Gorc pod wpływem eksploatacji górniczej. Wszechświat 6, 145–148.

Jońca E., 1971. Osobliwości przyrody nieożywionej w wałbrzyskim rejonie przemysłowym. Przyroda Polska 15, 12, 12–13.

Jońca E., 1975. Kotlina Wałbrzyska w okresie plejstoceńskim. Przegląd Geograficzny 47, 3, 539–547.

Jońca E., 1979. Środowisko geograficzno-przyrodnicze miasta Wałbrzycha. Kronika Wałbrzyska 2. PWN Warszawa Wrocław, 59–82.

Jońca E., 1985. Geograficzno-przyrodnicze warunki rozwoju i zagadnienie ochrony środowiska miasta Wałbrzycha. Przegląd Geograficzny 57, 1–2, 73–94.

Jońca E., Kacperkiewicz L., 1986. Wybrane problemy ochrony środowiska Wałbrzycha. Kronika Wałbrzyska 5, PWN Warszawa Wrocław 5–41.

Juda J., Chruściel S., 1974. Ochrona powietrza atmosferycznego. WNT. Warszawa.

Kacperkiewicz L., 1985. Węzłowe problemy gospodarki wodnej i ochrony wód w województwie wałbrzyskim. Materiały konferencyjne nt. „Gospodarka wodna i ochrona wód w rejonach uprzemysłowionych na przykładzie województwa wałbrzyskiego" Bielawa 10–11 XII 1985 r.

Kalesnik S., 1969. Geomorfologia fizyczna ogólna. PWN Warszawa.

Kaspar I., Lorencova H., 1996. Forderung, okologie und bergbauschadenbeseitigung In der kohlengesellschaft. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 79, Konferencje 19, 173–178.

Kassenberg A., Rolewicz Cz., 1985. Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce. PAN Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 89, 3–126.

Kaszowska O., Kalisz P., Kowalski A., 2006. Zagospodarowanie obiektów poprzemysłowych i usuwanie szkód górniczych w zabudowie na terenach pogórniczych kopalń węgla kamiennego. Przegląd Górniczy 7 (1004), 69–75.

Kasztelewicz Z., Tajduś A., 2009. Dziesięć atutów branży węgla brunatnego w Polsce, czyli węgiel brunatny optymalnym paliwem dla polskiej energetyki w pierwszej połowie XXI wieku. Węgiel brunatny 4 (69), 5–10.

Kasztelewicz Z., Zajączkowski M., 2007. Górnictwo węgla brunatnego w Republice Czeskiej. Węgiel brunatny 3 (60), 41–46.

Kawalec W., 1965. Wałbrzyski Okręg Przemysłowy. W: Okręgi przemysłowe i regiony ekonomiczne w Polsce. Warszawa, 153–161.

Kik K., 2004. Zmiany zanieczyszczenia środowiska na obszarach ekologicznego zagrożenia w Polsce. Studia Regionalne i Lokalne 3, 119–141.

Kistowski M., 1995. Studia krajobrazowe jako podstawa racjonalnej gospodarki przestrzennej. Materiały seminaryjne. M. Ruszczycka-Mizera (red.). Uniwersytet Wrocławski. Instytut Geograficzny. Boguszów-Gorce 18–19 maj 1995 r., 23–39.

Klemens J., 1983a. Zagospodarowanie zwałów poprzemysłowych górnictwa węgla kamiennego. Ochrona Terenów Górniczych 65, 42–47.

Klemens J., 1983b. Sterowanie zwałowaniem skały płonnej zgodnie z potrzebami przyszłego zagospodarowania. Ochrona Terenów Górniczych 66, 35–38.

Klenczar T., 1952. Szkody górnicze. PWT Katowice.

Klimaszewski M., 1978. Geomorfologia. PWN Warszawa.

Klimaszewski M., Karaś-Brzozowska C., 1960. Charakterystyka geomorfologiczna Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. W: M. Klimaszewski (red.). Przeobrażenia antropogeniczne rzeźby naturalnej w obrębie GOP. PAN, Komitet ds. GOP, Biuletyn 37, 199–201.

Kmak K., Płonka A., 1999. Przebieg likwidacji kopalń węgla kamiennego w Wałbrzychu i wynikłe problemy społeczne. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa. Katowice, seria: konferencje 32.

Kmak K., Płonka A., Winnicki A., 2000. Likwidacja i restrukturyzacja wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego. W: Eksploatacja górnicza, a ochrona powierzchni ziemi. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń. Główny Instytut Górnictwa. Katowice, 367–382.

Knippschild K., 2010. Na drodze od „czrnego" do „zielonego" trójkąta pogranicza. Biuletyn Instytutu Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM. Seria Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna 12, 149–164.

Koch W., Surowiec M., Szaynok A. 1985. Niektóre problemy dotyczące zagospodarowania nieużytków poprzemysłowych ze szczególnym uwzględnieniem hałd na przykładzie Dolnośląskiego Zagłębia Węgla Kamiennego. Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Ochrony. Środowiska. Politechniki Wrocławskiej 39, konferencje 7, 193–198.

Kominowski K., Winnicki A., 2000. Wpływ zatapiania kopalń na zmianę warunków wodnych w górotworze i na powierzchni. W: Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń. Główny Instytut Górnictwa. Katowice, 351–357.

Kompendium wiedzy o ekologii, 1999. J. Strzałko, T. Mosso-Pietraszewska (red.). Wyd. Nauk. PWN Warszawa – Poznań.

Konieczny J., 1978. Górnictwo węgla kamiennego w Zagłębiu Dolnośląskim w okresie międzywojennym i drugiej wojny światowej. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K. SIiTG Wałbrzych, 55–64.

Korykowski J., 1979. Dziś i jutro Wałbrzycha. Kronika Wałbrzyska 3. PWN Warszawa –Wroclaw, 7–14.

Koszarski W., 1989. W Sudetach. WSiP. Warszawa.

Kot S., 1973. Krajobraz węglem pisany. Przegląd Gospodarczy 12, 5.

Kotarba M., Dzienkiewicz M., Konus A., Suchman M., Kominowski K., Trentowski J., Gogolewski A., 1999. Zagrożenia gazowe w strefie przypowierzchniowej związane z likwidacja kopalń wałbrzyskich w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym. W: Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych. SIiTG Katowice. Zamek „Książ" maj 1999 r., 49–59.

Kotełko J., 1997. Konsekwencje restrukturyzacji przemysłu górniczego w Wałbrzychu dla planowania i realizacji długofalowych procesów rozwoju. W: Historyczne okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Wałbrzych 18–20 IX 1996 r. Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, 49–62.

Kotłow W. F., 1963. Klasifikacija antropogennych otołżenij. W: Inżinierno-geołogiczeskije procesy i jawlenija ich znaczenie dla straitielstwa. Moskwa.

Kotowski J., Rejman J., 1982. Zdyferencjonowanie osiadania reperów na terenie kopalni Thorez w Wałbrzyskim Zagłębiu Węglowym. Zeszyty Naukowe WSI w Zielonej Górze 14, 53–61.

Kowalczyk Z., 1969. Współczesne ruchy tektoniczne na terytorium Śląska w świetle badań geodezyjnych. Zeszyty Naukowe AGH w Krakowie 212, Geodezja, 121–145.

Kowalski A., 2000a. Fizjografia i zagospodarowanie powierzchni w granicach obszarów górniczych kopalń węgla kamiennego w Wałbrzychu. W: Eksploatacja górnicza, a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń. Główny Instytut Górnictwa. Katowice, 406.

Kowalski A., 2000 b. Eksploatacja filarów ochronnych i jej wpływ dla obiektów na powierzchni i szybów. W: Eksploatacja górnicza, a ochrona powierzchni ziemi. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń. Główny Instytut Górnictwa. Katowice, 406.

Kozacki L., 1978. Klasyfikacja form antropogenicznych ze względu na położenie topograficzne. Sprawozdanie Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk 94. Uniwersytet im A. Mickiewicza –Wydział Matematyczno-Przyrodniczy. Poznań.

Kozacki L., 1980. Przeobrażenia środowiska geograficznego spowodowane górnictwem węgla brunatnego na obszarze Środkowego Poodrza. Prace Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, ser. Geografia 21, 3–153.

Kozacki L., 1983. Formy antropogeniczne jako symulator zmian środowiska. W: Materiały Zjazdu Geografów Polskich, Toruń 15–18 września 1983 r. UMK Toruń, 72–73.

Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk T., Krawczyk B., Limanówka D., 2002. Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN. Monografie 3, 3 – 611.

Kroutilik V., 1953. Haldove pokryvy na uzemi mesta Ostravy. Prirodovedecky Sbornik Ostravskeho Kraje 14, 3–4, 18–28.

Królak B., 1981. Problemy ochrony i rekultywacji gruntów w województwie wałbrzyskim Materiały IX Wałbrzyskich Dni Techniki. Dzień Geodezji. Wałbrzych 18–23 V 1981 r.

Krzaklewski W., Mikłaszewski A., 1996. Rekultywacja zwałów nadkładu w górnictwie węgla brunatnego w Polsce. Prace naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 79, Konferencje 19, 215–218.

Krzyszkowski D., 1998. Quaternary evolution of the Czyżyka river valley, Wałbrzych Upland, Middle Sudetes Mts. Southwestern Poland. Geologia Sudetica 31, 259–288.

Krzyszkowski D., Migoń P., Sroka W., 1995. Neotectonic Quaternary history of the Sudetic Marginal Fault, SW Poland. Folia Quaternaria 66, 73–98.

Krzyszkowski D., Olejnik W., 1998. The role of neotectonics in the Quaternary evolution of the landscape of the Sowie Mts., Sudetes, southwestern Poland. Geologia Sudetica 31, 221–239.

Krzyszkowski D., Stachura R., 1998. Late Quaternary valley formation and neotectonic evolution of the Wałbrzych Upland, Middle Sudetem Mts., Southwestern Poland. Annales Societatis Geologorum Poloniae 68, 23–60.

Krzyżagórski K., 1960. Portret węglem kreślony. Odra 3, 32, 3.

Kubacka-Góral K., 1990. Próba oceny skuteczności instrumentów represyjnych ochrony środowiska na przykładzie przemysłowych organizacji gospodarczych województwa wałbrzyskiego. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu 521, 47–57.

Kubacka-Góral K., 1994. Struktura przemysłu województwa wałbrzyskiego a stan środowiska naturalnego. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu 689, 153–158.

Kuczyńska I., Pender K., Ryszka-Jarosz A., 1984. Roślinność wybranych hałd kopalni węgla kamiennego Victoria w Wałbrzychu. Acta Universitatis Wratislaviensis 553, Prace Botatniczne 27, 35–60.

Kuehne O., 2003. Oberschlesien Systemtransformation und Umwelt einem Altindustriegebiet. Geographische Rundschau 55, 7–8, 54–60.

Kufel M., 1979. Kierunki rekonstrukcji przemysłu Wałbrzycha. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu 148, 161–175.

Kwiatkowski J., 1972. Feny w Kotlinie Jeleniogórskiej. Acta Universitatis Wratislaviensis 173, 3–46.

Kwiatkowski J., 1975. Zasięg fenów sudeckich i ich wpływ na mezoklimat regionów południowozachodniej i środkowej Polski. Przegląd Geodezyjny 20, 1, 15–30.

Kwiatkowski J., 1979. Zjawiska fenowe w Sudetach i na przedpolu Sudetów. Problemy Zagospodarowania Ziem Górskich 20, 243–280.

Lach J., Ziętara T., 1992. Problemy zanieczyszczenia atmosfery aglomeracji krakowskiej. Rocznnik Naukowo-Dydaktyczny WSP w Krakowie. Prace Geograficzne XIV (151), 141–170.

Lazarowicz R., 1992. Czy KWB „Turów" może być zakładem ekologicznie „czystym". Węgiel brunatny 3, 8–12.

Leśniok M., 2003. Mniej pyłów więcej kwaśnych deszczy – współczesne problemy zanieczyszczenia atmosfery. Problemy środowiska i jego ochrona 11, Eco-Edycja, 261–269.

Leśniok M., Degórska A., 2009. Zróżnicowanie gazowych zanieczyszczeń powietrza na obszarze Katowic. Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych 40, 90–101.

Leśniok M., Węgierek R., 1995. Zanieczyszczenie opadów atmosferycznych w świetle transgranicznego przepływu zanieczyszczeń w obrębie Bramy Morawskiej. A.T. Jankowski, T. Szczypek (red.). Przeobrażenia środowiska geograficznego w przygranicznej strefie górnośląsko-ostrawskiego regionu przemysłowego. Materiały Sympozjum polsko-czeskiego. Sosnowiec 9–10 V 1995. Sosnowiec, 75–83.

Lewińska J., 1984. Miasto zmienia klimat. Aura 7, 9–11.

Lewińska J., 2000. Klimat miasta. Zasoby. Zagrożenia. Kształtowanie. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej. Odział Kraków. Kraków.

Lijewski T. 1959. Rozwój sieci kolejowej Polski. Dokumentacja Geograficzna 5, 3–97.

Luksa J., 1959. Rozwój wydobycia w kopalniach węgla kamiennego w Polsce w latach 1769–1948. Studia i Materiały PTE. Katowice, 3–70.

Łoboda J., Ciok S., 1992. Bariery rozwoju a konieczność restrukturyzacji regionu wałbrzyskiego W: Ekonomiczne i społeczne aspekty restrukturyzacji regionalnej. Stowarzyszenie Inicjatyw polsko-Niemieckich i F.N. Stiftung. Warszawa, 55–64.

Majchrowska A., 2002. Wpływ antropopresji na przemiany środowiska przyrodniczego zachodniej części województwa łódzkiego. Acta Geographica Lodziensia 82, ŁTN, Łódź, 3–175.

Makarius R., 1995. Hornika Rożenka 1994. Cesky Bansky Urad v Ostrave. Ostrava.

Makarius R., 2006. Hornika Rożenka 2005. Cesky Bansky Urad v Ostrave. Ostrava.

Malinowski M., 1987. Najstarszy ośrodek karbochemii kontynentalnej Europy. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego, 47–66.

Mannion A.N., 2001; Zmiany środowiska Ziemi. Historia środowiska przyrodniczego i kulturowego. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.

Mańczak H., Przewłocki J., 1980. Naukowa ocena aktualnego stanu środowiska w Polsce i problem jego zmian według elementów Środowiska. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko". PAN. Wrocław.

Mapa obrębowa 1:25000. Powiat Wałbrzych. Arkusze 1, 2, 3 i 4. Zarząd Topograficzny Sztabu Generalnego. Warszawa 1962.

Mapa topograficzna Polski 1:10000. Główny Urząd Geodezji i Kartografii OPGK 1977. Opracowanie topograficzne 1976. Arkusze: Grzędy Dolne (462.343), Boguszów-Gorce (462.341), Jedlina-Zdrój (462.344), Wałbrzych (462.342).

Mapa topograficzna Polski 1:10000. Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna. Opracowanie topograficzne 1996. OPGK Rzeszów 1998. Arkusze: Boguszów-Gorce – Kuźnice Świdnickie (M-33-45-C-d-2), Grzędy (M-33-45-C-d-1), Boguszów-Gorce (M-33-45-C-b-1), Wałbrzych Piaskowa Góra (M-33-45-D-a-1), Wałbrzych Rusinowa (M-33-45-D-a-4), Wałbrzych Podgórze II (M-33-45-D-c-1), Wałbrzych (M-33-45-D-a-3), Jedlina-Zdrój (M-33-45-D-c-2), Czarny Bór (M-33-45-C-b-3).

Marsch G. P., 1864. Man and Nature. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts, Second Printing.

Mazurowa V., 1985. Antropogenie zmeny reliefu Bratislavy. Geograficky Casopis 4, 380–393.

Mazurski K. R., 1975. Przekształcenia gruntów przez górnictwo na Dolnym Śląsku. Ochrona Terenów Górniczych 9, 34, 20–24.

Mazurski K. R., 1985. Górnicze zmiany rzeźby terenu okolic Nowej Rudy. Ochrona Terenów Górniczych 72/2, 29–30.

Mazurski K. R. 1988. Dewastacja i rekultywacja gruntów w Polsce. Ochrona Terenów Górniczych 85, 36–38.

Mazurski K. R., 1989–1991. Ekologiczne warunki życia w województwie wałbrzyskim na tle kraju. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego, 143–150

Mazurski K. R. 1994. Zagrożenia środowiska Dolnego Śląska. Oficyna Wydawnicza „Sudety". Wrocław.

Michalkiewicz S., 1978a. Zagłębie Wałbrzysko-Noworudzkie w dziejach polskiego górnictwa. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K. SIiTG Wałbrzych, 7–18.

Michalkiewicz S., 1978b. Górnictwo węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. W: Górnictwo energetyczne, kruszcowe i skalne na Dolnym Śląsku – wczoraj i dziś. PAN. SIiTG. Wrocław, 29–37.

Mielczarek B., 1977. Wpływ przemysłu koksochemicznego na skażenie gleb, wód gruntowych i roślinności w Wałbrzychu. Prace Karkonoskiego Towarzystwa Naukowego 9, 33–48.

Migoń P., 2005. Rozwój rzeźby terenu. W: J. Fabiszewski (red.), Przyroda Dolnego Śląska. PAN Oddział Wrocław, 135–170.

Mikulski S. Z. 1996. Wpływ górnictwa barytu i węgla kamiennego w Boguszowie na zanieczyszczenie metalami ciężkimi osadów rzecznych zlewni Leska (Sudety). Przegląd Geologiczny 1, 65–69.

Mikulski S. Z. 1998. Zanieczyszczenie metalami ciężkimi sieci hydrograficznej regionu wałbrzyskiego. W: S. Kozłowski (red.), Ochrona litosfery. PIG. Warszawa, 122–126.

Milerski O., 1996. Problemy ekologiczne w procesie transformacji gospodarki w Czechach. W: Z. Zioło (red.). Wpływ procesów transformacji gospodarki narodowej na funkcjonowanie jednostek gospodarczych. Komisja Geografii Przemysłu PTG w Warszawie. Instytut Geografii WSP w Krakowie. Warszawa–Kraków.

Milerski O., 2005. Cesko-polsko spoluprace pri vyzkumu prichranickich regionu po vstupu obu statu do Evropske unie. Wydawnictwo Uczelniane AE w Katowicach, 117–124.

Milerski O., 2008. Ostrawska aglomerace v procesu restrukturalizacje: od revitalizace do metropolizacje. Wydawnictwo Uczelniane AE w Katowicach, 268–289.

Molenda T., Rzętała M., 2002. Zmiany stężeń siarczanów (SO42-) w wodach wybranych zbiorników antropogenicznych Katowic. Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych 33, 29–34.

Mołodkin P. F., 1975. Opyt klassifikacji antropogennych rieliefoobrazyjuszczich procjessow w Basiejnie Niżniewo Dona i wostocznom Donbasie. Moskwa.

Moravcik P., Cerny M., 1995. Forest die-back affected regions of Czech Republic. W: Acid Region' 95. Proceedings from the 5th International Conference on Acid Deposition. Goeteborg, Sweden, 26–30 June 1995, Acidification in the Black Triangle, 11–12.

Mrówczyńska H., 1997. Projekty przywrócenia naturalnego środowiska w Zagłębiu Turoszowskim. Realizacja i perspektywy. Węgiel brunatny 2 (19), 36–41.

Noskowski J., Frajtak M., 1980. Warunki geologiczno-górnicze eksploatacji w filarze ochronnym śródmieścia Wałbrzycha. Ochrona Terenów Górniczych 51, 7–10.

Nowak M. 1977. Zagadnienia gospodarki wodnej województwa wałbrzyskiego. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 6, 155–156.

Nyrek E., 1978. Wpływ górnictwa i hutnictwa na kształtowanie się środowiska geograficzno-gospodarczego na Śląsku. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K. SIiTG Wałbrzych, 101–110.

Oberc J. 1972. Budowa geologiczna Polski. T. IV. Tektonika cz. 2. Sudety i obszary przylegle. Wyd. Geol. Warszawa.

Obszary ekologicznego zagrożenia w Polsce w latach 1982 i 1990. Studia i Analizy Statystyczne. Warszawa 1992.

Ocena degradacji naturalnego środowiska ziem płd-zach Polski. Materiały Sesji Naukowej PAN, 11–12 listopada 1977 r. Wrocław.

Ochrona litosfery. S. Kozłowski (red.). Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 1998.

Ochrona środowiska 1975. Informacje i materiały statystyczne GUS. Warszawa 1976.

Ochrona środowiska 1989. Statystyka Polski GUS Warszawa 1989.

Ochrona środowiska 1991. Materiały i opracowania statystyczne GUS.. Warszawa 1991.

Ochrona środowiska 1992. Materiały i opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1992.

Ochrona środowiska 1993. Informacje i opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1993.

Ochrona środowiska 1994. Informacje i opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1994.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1976. Informacje i materiały statystyczne GUS. Warszawa 1977.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1978. Informacje i materiały statystyczne GUS. Warszawa 1979.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1979. Informacje i materiały statystyczne GUS. Warszawa 1980.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1981. Materiały statystyczne GUS. Warszawa 1981.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1982. Opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1982.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1984. Opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1984.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1985. Opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1985.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1986. Opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1986.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1987. Opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1987.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna 1988. Opracowania statystyczne GUS. Warszawa 1988.

Ochrona środowiska i gospodarka wodna w województwie wałbrzyskim w latach 1980–1987. WUS. Wałbrzych 1988.

Ochrona środowiska i leśnictwo w województwie dolnośląskim w latach 1999–2000. Informacje i opracowania statystyczne. WUS. Wrocław 2001.

Ochrona środowiska w województwie wałbrzyskim w 1993 r. WUS. Wałbrzych 1994.

Ochrona środowiska w województwie wałbrzyskim w latach 1990–1995: zanieczyszczenie i ochrona powietrza atmosferycznego, odpady przemysłowe. Urząd Statystyczny w Wałbrzychu. Wałbrzych 1977.

Ohle K., 1927. Der Kreis Waldenberg im Niederschlesischen Indistriegebiet In Bergangenbeit und Gegenwart. Breslau.

Oleś W., 1998. Tendencje zmian zanieczyszczenia powietrza wybranymi substancjami na terenie województwa katowickiego w latach 1980–1995. W. M. Rzętała, T. Szczypek (red.). Gospodarka w kształtowaniu i ochronie środowiska oraz transformacji gospodarczej regionu górnośląskiego. 47 Zjazd PTG, Sosnowiec 23–26 września 1998, 38–40.

Oleś W., 2001. Tendencje zmian stanu sanitarnego powietrza regionu górnośląskiego w ostatnim dwudziestoleciu. W. K. German, J. Balon (red.). Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ. Kraków, 433–437.

Olszewski K., 1995. Meteorologia zanieczyszczeń. Wybrane zagadnienia. Uniwersytet Warszawski. Międzywydziałowe Studium Ochrony Środowiska. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych. Warszawa.

Opady atmosferyczne w Polsce 1975. IMiGW. WKiŁ. Warszawa 1980.

Opady atmosferyczne w Polsce 1980. IMiGW. WKiŁ. Warszawa 1987.

Opady atmosferyczne w Polsce 1983. IMiGW. WKiŁ. Warszawa 1989.

Pachlewski R., 1956. Badania mikrotrofizmu naturalnych zespołów roślinnych na hałdach żużlowo-łupkowych w Wałbrzychu. Rocznik Naukowy Leśnictwa 14, 12–17.

Pakuła L., 1997. Der Oberschlesische Industriebezirk zur Entwicklung und zum Strukturellen Wandel der Industrie innerhalb der Agglomeration. Zeitschrifft fuer den Erdkundeunterricht 49, H. 1, Berlin, 2–8.

Pakuła L., 2003. tendencja restrukturyzacji przemysłu Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego w dobie transformacji. Red. Z. Zioło, Z. Makieła. Materiały Komisji Geografii Przemysłu PTG w Warszawie. Instytut Geografii Akademii Pedagogicznej w Krakowie, 59–66.

Paprzycki E., 1956. Klasyfikacja nieużytków poprzemysłowych. Biuletyn Komitetu ds. GOP. PAN 34, Zabrze.

Parczewski W., 1976. Wilgotność względna powietrza w Polsce i jej wpływ na związki siarki. Archiwum Ochrony Środowiska 2, 51–76.

Parczewski W., 1969. Pogoda, a zanieczyszczenia przemysłowe atmosfery. WKiŁ. Warszawa.

Pawłowski S., 1923. Zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi wywołane przez człowieka. Przegląd Geograficzny IV, 48–64.

Penkała L., 1970. Koksochemia. W: Wałbrzych. Historia, współczesność, perspektywy. K. Krzyżagórski (red.). Ossolineum. Wrocław,109–139.

Perduta J., 2009. Wandlungsprozesse in den nationalen Teilraumen – Polen. Praha.

Pflug K., 1908. Chronik der Stadt Waldenburg in Schlesien. Waldenberg.

Piątek E., 1989. Historia dolnośląskiego górnictwa węgla kamiennego od XV do połowy XVIII wieku. Instytutu Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej. Seria: Monografie. Wrocław.

Piątek E. 1991. Rozwój elektroenergetyki wałbrzyskiej. Kronika Wałbrzyska 7. PWN Warszawa – Wrocław, 205–266.

Piątek E. ,Piątek Z. 1975. Pięć wieków górnictwa w Boguszowie. Wiadomości Górnicze 9, 286–291.

.Piątek E., Piątek Z., 1978. Zarys dziejów przemysłu wydobywczego na Dolnym Śląsku do XIX wieku. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K. SliTG. Wałbrzych, 19–29.

Piątek E., Piątek Z., 1983; Dolnośląskie Zagłębie Węglowe w pierwszych latach Polski Ludowej. Kronika Wałbrzyska 4. PWN. Wrocław, 39–65.

Piątek E., Piątek Z., 1985. Rozwój modeli kopalń i systemów wybierania w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym do połowy XVIII w. Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 1, 30–41.

Piątek E., Piątek Z., 1996. Szczawno-Zdrój: historia miasta i uzdrowiska. Urząd Miejski w Szczawnie-Zdroju. Szczawno-Zdrój.

Piątek E., Piątek Z., 2000. Zarys dziejów Dolnośląskiego górnictwa węglowego 1434–2000. Wrocław.

Piątek Z., 1986. Ochrona środowiska przyrodniczego terenów górniczych na tle historycznego rozwoju górnictwa na Dolnym Śląsku od XIV do XVIII wieku. Ochrona Terenów Górniczych 4, 27–31.

Piątek Z., 1995. Górnictwo węgla kamiennego na Dolnym Śląsku (1434–1945–1994). Przegląd Górniczy 1, 25–29.

Pietryszczew W., 2002a. Górnictwo węgla brunatnego w Polsce 1991–2001. Węgiel brunatny 2 (39), 7–10.

Pietryszczew W., 2002b. Niemieckie górnictwo węgla brunatnego na Łużycach po restrukturyzacji. Węgiel brunatny 2 (39), 24–27.

Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). DśTS-K. SliTG Wałbrzych. Cz. I: Zarys historyczny. Cz. II; Eksploatacja złóż węglowych i ochrona środowiska. Wałbrzych 1978.

Pinińska J., 1993. Retrospektywna ocena geologiczno-inżynierska deformacji powierzchni terenu Wałbrzycha. Przegląd Geologiczny 3, 193–199.

Piotrowska A., 1983. Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w uzdrowiskach województwa wałbrzyskiego. Problemy Uzdrowiskowe 10/12, 65–74.

Piotrowski T., 1978. Przemysł koksowniczy w Wałbrzychu. W: T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. DśTS-K. SIiTG. Wałbrzych, 268–280.

Piotrowski T., 1979. Koksownie wałbrzyskie. Kronika Wałbrzyska 2, PWN Wrocław, 141–164.

Płonka A., Kmak K., 1997. Likwidacja i restrukturyzacja wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego. Wiadomości Górnicze 6, 259–267.

Płonka K., Kłyż J., Kominowski K, Winnicki A., 1999. Zagrożenia środowiska wywołane likwidacja kopalń wałbrzyskich. W: Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych. SIiTG Katowice. Zamek Książ, maj 1999, 59–62.

Płonka K., Kmak K., Krypel K., Winnicki A., 1999. Przebieg procesu likwidacji wałbrzyskich kopalń. W: Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych. SIiTG Katowice. Zamek Książ, maj 1999, 27–48.

Podgórski Z., 1996. Antropogeniczne zmiany rzeźby tereny województwa toruńskiego. Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Sectio C, X, 4.

Podgórski Z., 1999. Antropogeniczne zmiany rzeźby terenu Pojezierza Chełmińskiego do początku XVII wieku w wyniku budowy i funkcjonowania młynów wodnych. Przegląd Geograficzny 71, 1–2, 113–128.

Podgórski Z., 2001. Antropogeniczne zmiany rzeźby terenu na obszarze Polski. Przegląd Geograficzny 73, 1–2, 37–56.

Podstawowe dane statystyczne według miast i gmin za 1982 r. WUS. Wałbrzych 1983.

Podstawowe dane statystyczne według miast i gmin za 1987 r. WUS. Wałbrzych 1988.

Podstawowe dane statystyczne według miast i gmin za 1989 r. WUS. Wałbrzych 1990.

Podstawowe dane statystyczne według miast i gmin za 1991 r. WUS. Wałbrzych 1992.

Polak Z., Bolembach J., 1984. Przebieg i zamierzenia eksploatacji górniczej w filarach ochronnych kopalń Zrzeszenia Kopalń Węgla Kamiennego w Wałbrzychu. W: Zbiór referatów na sympozjum na temat: „35 lat eksploatacji górniczej w filarach ochronnych KWK Wałbrzych. SIiTG. Wałbrzych Sobótka Górka 15–16 listopada 1984.

Polniak J., 1989. Charakterystyka wałbrzyskiego obszaru ekologicznego zagrożenia. W: Informator Krajoznawczy 54, 23–28.

Pomianowski P., 1984. Skansen (Wałbrzyskie Zakłady Koksownicze). Przegląd Techniczny 33, 12–14.

Potocki J., Szczęśniak E., 2009. Rozwój przestrzenny wałbrzyskiego zespołu miejskiego i jego wpływ na przemiany systemu przyrodniczego. PAN. Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 123, 162–171.

Problemy geoekologiczne górnośląsko-ostrawskiego regionu przemysłowego. W: A.T. Jankowski, M. Rzętała (red), Materiały sympozjum polsko-czeskiego, 6–7 października 2003. WNoZ UŚ Sosnowiec 2003.

Problemy ochrony i kształtowania krajobrazu Górnego Śląska na tle doświadczeń z innych regionów Polski. W: A.T. Jankowski, U. Myga, G. Jankowski (red.), WNoZ UŚ. PTG Sosnowiec 2002.

Proceedings of the conference on air pollution contro land forecosting of environmental damage. Książ near Wałbrzych 25–28 June 1985. Environ. Protect. Eng. 1985, 2, 1–94.

Program zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska województwa dolnośląskiego. Wrocław 2002.

Prudnicki W., 1978. Wałbrzych – historia, czas współczesny, perspektywy. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego. DśTS-K. Wałbrzych, 11–20.

Przemysł Dolnego Śląska. K. Krzyżagórski (red.). Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wrocław 1963.

Przemysł województwa wałbrzyskiego. Cz. 1: przedsiębiorstwa przemysłu kluczowego. Wojewódzki Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej. Wrocław 1975.

Przeobrażenia środowiska geograficznego w przygranicznej strefie górnośląsko-ostrawskiego regionu przemysłowego. W. A. T. Jankowski, T. Szczypek (red). Materiały sympozjum polsko-czeskiego, Sosnowiec 9–10 V 1995. Sosnowiec.

Przewodnik geologiczny po Sudetach. W. Grocholski (red.). Wydawnictwa Geologiczne Warszawa 1969.

Przyroda Dolnego Śląska 2005. J. Fabiszewski (red.). PAN. Wrocław.

Puchała H., Wójcik J., 1996. Wpływ przemysłu na jakość wód powierzchniowych i zmiany sieci rzecznej Wałbrzycha. W: Materiały konferencyjne ogólnopolskiego sympozjum na temat: „Dynamika zmian środowiska geograficznego pod wpływem antropopresji”. WSP i IMiGW w Krakowie 26–27 IX 1996. Kraków116–118.

Radetzky M., 1995. Polski przemysł węgla kamiennego – perspektywy rozwoju po zakończeniu restrukturyzacji. Gospodarka Surowcami Mineralnymi 3, 293–369.
Raj A., 1992. Obumieranie lasów w Karkonoskim Parku Narodowym. Parki Narodowe 3, 5–6.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w latach 1997–1998. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 1999.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 1999 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2000.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2000 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2001.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2002 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2003.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2003 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2004.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2004 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2005.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2005 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2006.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2006 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2007.
Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2007 r. IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wrocław 2008.
Raport o stanie środowiska w województwie katowickim w roku 1994. L. Jarzębski (red.). WIOŚ w Katowicach. Katowice 1995.
Raport o stanie środowiska w województwie katowickim w latach 1995–1996. L. Jarzębski (red.). WIOŚ w Katowicach. Katowice 1997.
Raport o stanie środowiska w województwie śląskim w 2000 r. WIOŚ w Katowicach. Katowice 2001.
Raport o stanie środowiska w województwie śląskim w 2005 r. WIOŚ w Katowicach. Katowice 2006.
Raport o stanie środowiska w województwie śląskim w 2009 r. WIOŚ w Katowicach. Katowice 2010.
Raport o stanie środowiska w województwie wałbrzyskim w 1993 r. PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wałbrzych 1994.
Raport o stanie środowiska w województwie wałbrzyskim w 1994 r. PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wałbrzych 1995.
Raport o stanie środowiska w województwie wałbrzyskim w 1995 r. PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wałbrzych 1996.
Raport o stanie środowiska w województwie wałbrzyskim w 1996 r. PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wałbrzych 1997.
Roczniki Dolnośląskie i przemysł Dolnego Śląska. PWN Warszawa–Wrocław 1969.
Roczniki statystyczne województwa wałbrzyskiego:
1977. WUS. Wałbrzych 1977.
1978. WUS. Wałbrzych 1978.
1979. WUS. Wałbrzych 1979.
1980. WUS. Wałbrzych 1980.
1981. WUS. Wałbrzych 1981.
1984. WUS. Wałbrzych 1984.
1985. WUS. Wałbrzych 1985.
1986. WUS. Wałbrzych 1986.
1987. WUS. Wałbrzych 1987.
1989. WUS. Wałbrzych 1989.
1991. WUS. Wałbrzych 1991.
1993. WUS. Wałbrzych 1993.
1994. WUS. Wałbrzych 1994.
1995. WUS. Wałbrzych 1995.
1996. WUS. Wałbrzych 1996.
1997. WUS. Wałbrzych 1997.
1998. WUS. Wałbrzych 1998.
Roczniki statystyczne GUS:
1976 Warszawa 1976.

1977 Warszawa 1977.
1978 Warszawa 1978.
1979 Warszawa 1979.
1980 Warszawa 1980.
1981 Warszawa 1981.
1982 Warszawa 1982.
1983 Warszawa 1983.
1984 Warszawa 1984.
1985 Warszawa 1985.
1986 Warszawa 1986.
1987 Warszawa 1987.
1988 Warszawa 1988.
1989 Warszawa 1989.
1990 Warszawa 1990.
1991 Warszawa 1991.
1992 Warszawa 1992.
1993 Warszawa 1993.
1994 Warszawa 1994.
1995 Warszawa 1995.
1996 Warszawa 1996.
1997 Warszawa 1997.

Roczniki Statystyczne Rzeczypospolitej Polskiej:
1998 Warszawa 1998.
1999 Warszawa 1999.
2000 Warszawa 2000.
2001 Warszawa 2001.

Rejman J., 1982a. Interpretacja pionowych przemieszczeń reperów wałbrzyskiej sieci niwelacji precyzyjnej. Ochrona Terenów Górniczych 61, 27–30.

Rejman J., 1982b. Wyznaczanie na podstawie archiwalnych materiałów niwelacyjnych pionowych przemieszczeń reperów wałbrzyskiej sieci niwelacji precyzyjnej w latach 1880–1954. Zjazd Naukowy PTPNoZ. Warszawa, 123–130.

Rejman J., 1982c. Wyznaczanie pionowych przemieszczeń reperów wałbrzyskiej sieci niwelacji precyzyjnej w okresie 1954–1974. Materiały VIII Jesiennej Szkoły Geodezji. Wrocław, 38–44.

Rejman J., 1983. Pionowe przemieszczenia terenu górniczego Wałbrzycha w okresie 1880–1974. Zeszyty Naukowe WSI w Zielonej Górze. Budownictwo 15, 185–191.

Rekultywacja w Kopalni Węgla Brunatnego „Turów" S.A. Wydawnictwo KWB „Turów" S.A. 2002.

Renner E., 2002. The Black Triangle-Area – Fit for Europe?. Journal of the Human Environment 31 (3), 231–235.

Richter K., 1926. Chronik von Weisstein bei Waldenberg in Schlesien. Weisstein.

Roch I., Zeneli M., 2009. Waldschaden als Schlusselindikator langjahriger Umweltbelastungen im Dreilandereck. Praha.

Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych 1975. Dorzecze Odry i rzeki Przymorza między Odrą i Wisłą. WKiŁ. Warszawa 1980.

Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych 1980. Dorzecze Odry i rzeki Przymorza między Odrą i Wisłą. WKiŁ. Warszawa 1985.

Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych 1983. Dorzecze Odry i rzeki Przymorza między Odrą i Wisłą. WKiŁ. Warszawa 1990.

Rocznik statystyczny miast 1985. GUS. Warszawa 1986.

Rocznik statystyczny miasta Wałbrzycha. WUS. Wałbrzych 1987.

Rogala R., Pawlik L., 1980. Ocena wpływu działalności górniczej na obiekty hydrotechniczne Wałbrzycha. Ochrona Terenów Górniczych 51, 11–14.

Rubin J., Balatka B., 1986. Atlas skalnih zemnich a pudlich Hvaru. Akademia. Praha.

Rudnicki W., 1978. Wałbrzych. Historia, czas obecny, perspektywy. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego, 11–20.

Rychter D., 1993. Niemieckie górnictwo węgla brunatnego w 1993 r. Węgiel brunatny 3 (9), 27–32.

Rymar M., 2003. Ochrona krajobrazu kulturowego byłej kopalni Julia w Wałbrzychu. Aura 11, 15–17.

Ryszka-Jarosz A., 1981. Roślinność hałd kopalni węgla kamiennego Victoria w Wałbrzychu Kronika Wałbrzyska 3. PWN Warszawa–Wrocław, 121–148.
Safarova M., Valasek V., 2006. The Czech Brown Coal Industry: Today and Tomorrow. 8TH International Symposium Continuous Surfach Miting. Aachen.
Sagan E., 1972. O wałbrzyskich kłopotach z wodą. Biuletyn Informacyjny PTPNoZ. Wałbrzych, 60–64.
Schiffer H. W., 1994. Niemieckie górnictwo węgla brunatnego w 1992 r. Węgiel brunatny 1 (7), 26–31.
Schmidt H. J., 2009. Das Lange Sterben der bohmischen Walder. Sachsische Zeitung, 26.11.2009.
Schmuck A., 1948a. Klimat regionu wałbrzyskiego. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, ser B, 11, 5–48.
Schmuck A., 1948b. Klimat regionu wałbrzyskiego. Przegląd Geograficzny 21, 3–4, 257–258.
Schmuck A., 1969 Klimat Sudetów. Problemy Zagospodarowania Ziem Górskich 5 (18), 93–150.
Schulze-Namburg P., 1928. Die Gestaltung der Landszaft durch den Memschen, T. I, II i III. Munchen.
Sherlock L., 1922. Man as a geological agent. London.
Sherlock L., 1923. The influence of man as agent in geographical change. Geographical Journal 61, 258–273.
Sherlock L., 1932. Man,s influence on the Earth. Home Univwrsity library of modern knowledge. London.
Siemiński M., 1994. Fizyka zagrożeń atmosfery. PWN Warszawa.
Sienkiewicz R., Twarowski R., 1996. Zanieczyszczenie powietrza i opadów atmosferycznych w Sudetach. Problemy Zagospodarowania Ziem Górskich 40, 35–50.
Skiba L., 1978. Tendencje rozwoju Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego w gospodarce PRL. W: Pięć wieków węgla kamiennego na Dolnym Śląsku. T. Czocher, S. Kawczak i K. Pisanecka (red.). DśTS-K. SIiTG. Wałbrzych, 65–77.
Skiba L., 1979. Dolnośląskie Zagłębie Węglowe w organizmie gospodarczym PRL. PWN Warszawa – Wrocław.
Skiba L., 1985. Aspekt przestrzenny funkcji miasta (na przykładzie Wałbrzycha). Kronika Wałbrzyska 4. PWN Warszawa –Wrocław, 147–169.
Skiba L., 1986. Czynnik ludzki w przekształcaniu funkcji miasta (na przykładzie Wałbrzycha). Kronika Wałbrzyska 5. PWN Warszawa–Wrocław, s. 61–85.
Skinderowicz B., 1984. Niecki obniżeniowe na powierzchni dla eksploatacji pokładów nachylonych. W: Zbiór referatów na sympozjum na temat: 35 lat eksploatacji górniczej w filarach ochronnych KWK Wałbrzych. SIiTG. Wałbrzych – Sobótka Górka 15–16 listopada 1984.
Skrężyna J., 1981. Degradacja środowiska aglomeracji miejsko-przemysłowej Wałbrzycha. IX Wałbrzyskie Dni Techniki. Dzień Geodezji 22 V 1981. Wałbrzych, 17–26.
Skupień E., 1975a. Jedlina-Zdrój. Problemy Uzdrowiskowe 4 (92), 127–131.
Skupień E., 1975b. Szczawno-Zdrój. Problemy Uzdrowiskowe 4 (92), 134–147.
Smerd K., 1985. Poznawanie rzeki. Trybuna Wałbrzyska 16, 4.
Smolova I., Jurek M., 2007. Selected problems In exploitation and miting of minaral resources in the Czech Republic after the year 1989. Acta Geographica Silesiana 1, 61–69.
Sobik M., 2000. Zmiany ekosystemów górskich Sudetów Zachodnich w wyniku zwiększonej depozycji zanieczyszczeń atmosferycznych. W: Środowisko przyrodnicze i gospodarka Dolnego Śląska u progu trzeciego tysiąclecia. 49 Zjazd PTG, Szklarska Poręba 20–24 września 2000 r. Przewodnik sesji terenowych, 41–54.
Sobik M., 2005 Klimat. W: J. Fabiszewski (red.). Przyroda Dolnego Śląska. PAN. Wrocław, 39–57.
Solid Fuels Raport 2005. Ministra of Industry and Trade of the Czech Republic. Praha 2006.
Spindor A., 1958. Zapotrzebowanie wody dla okręgu wałbrzyskiego. Zeszyty Naukowe WSR 19, Melioracja 4. Wrocław.
Sroga C., 1994. Hałdy na Dolnym Śląsku – wstępne wyniki ewidencjonowania i oceny wartości użytkowej. Przegląd Geologiczny 10, 817–818.
Sroga C., 1997. Mapa mineralnych surowców odpadowych Sudetów i Przedgórza Sudeckiego 1:200 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
Sroga C., 1998. Ewidencja i ocena wartości użytkowej składowisk odpadów mineralnych na Dolnym Śląsku. W: S. Kozłowski (red.). Ochrona litosfery. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa, 104–107.
Stachowicz M., Kozek B., 2006. Wykorzystanie odpadów przywęglowych do produkcji kruszywa lekkiego. Ekonatura 9 (34), s. 21.
Stachurski J., Sanak S., 1972. Badania nad flotowalnością węgla z kopalni Victoria. Przegląd Górniczy 28, 10, 450–465.

Staffa M., Mazurski K.R., Czerwiński J., Pisarski J., 2005. Słownik geografii turystycznej Sudetów, T.10, Góry Wałbrzyskie, Pogórze Wałbrzyskie, Pogórze Bolkowskie. I–BiS. A. i P. Bierońscy. Wrocław.

Starzyńska T., 1985. Wody mineralne obszaru wałbrzyskiego. Kronika Wałbrzyska 4. PWN Warszawa–Wrocław, 109–145.

Stasiak J., Stasiak K., 1983. Problemy Środowiska przyrodniczego. PWN Warszawa.

Suchacek J., 2004. Komparace institucionale-programove slasky restrukturalizacje ostravske aglomerace a katovicke konurbacje v letach 1989–1994. W: Ekonomice, ekologicke a socjalni aspekty transformacnich procesu prumyslovych regionu integrujici Evropi. VSB Technicale University Ostrava, 59–89.

Suchacek J., 2005. Regional Decline and Restructuring In Ostrava Agglomeration and Katowice Conurbation. 45th Congress of the European Regional Science Association 23–27 August 2005, Vrije Universiteit Amsterdam, 1–23.

Suchara I., Sucharova J., 2005. Total nitrogen kontent In bryophytes and bulk atmospheric deposition levels of nitrogen forms In the Czech Republic. W: Hunova I., Ostatnicka J., Dostalova Z., Navratil T (red.). Acid rain 2005. 7 TH International Conference of Acid Deposition, Prague June 12–17. Czech Republic, 131.

Strategicky plan rozvoje statutarniho mesta Ostrava na leta 2005–2013. Ostrava 2008.

Stupnicka E., 1989. Geologia regionalna Polski. Wydawnictwa Geologiczne Warszawa.

Surowce mineralne Dolnego Śląska. K. Dziedzic, S. Kozłowski, A. Majerowicz i L. Sawicki (red.). Zakład Narodowy im. Ossolińskich. PAN. Wrocław Warszawa Kraków Gdańsk.

Suś E., 1976. Problemy zagrożenia naturalnego w podregionie Sudety. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu 83, 95–115.

Synowiec G., 2003. Formy osuwiskowe w Górach Kamiennych. Przegląd Geologiczny 51, 59–65.

Szczawno-Zdrój tylko z nazwy, 1987. Słowo Polskie 30, 6.

Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25000. Arkusz Boguszów. Opracował A. Bossowski, M. Czerski 1985. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1987.

Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25000. Arkusz Mieroszów. Opracował A. Grocholski 1971. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1973.

Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25000. Arkusz Świebodzice. Opracował: H Teisseyre i O. Gawroński. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1965.

Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25000. Arkusz Wałbrzych. Opracował A. Haydukiewicz, S. Olszewski, S. Porębski, A. Teisseyre 1982. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1984.

Szczepankiewicz S., 1948. Intensywność urzeźbienia krajobrazu okolic Wałbrzycha. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, ser. B, 8, 3–19.

Szczepankiewicz S., 1952 „Kaptaż rybnicki" – przykład młodych zmian hydrograficznych w Sudetach. Czasopismo Geograficzne 21/22, 426–435.

Szczepankiewicz S., 1954. Morfologia Sudetów Wałbrzyskich. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, ser. B, 65, 3–152.

Szczepankiewicz S., 1984 Sudety i Nizina Śląska. W: Budowa geologiczna Polski, T. 1 Stratygrafia, cz. 3b. Kenozoik – czwartorzęd. Wydawnictwa Geologiczne Warszawa, 35–40, 73, 145–146, 286–291, 330–331.

Szczepankiewicz S., 1989. Ziemie południowo-zachodniej Polski – morfogeneza i dzieje czwartorzędowe. Acta Universitatis Wratislaviensis 1029, Studia Geograficzne 47, 3–136.

Szczurowski M., 1998. Zostaną tylko hałdy. Tygodnik Solidarność 6, 18.

Szewczyk K., 2006. Muzeum Przemysłu i Techniki w Wałbrzychu – rys historyczny. W: Wałbrzyskie Zeszyty Muzealne. Wałbrzych.

Szmytkie R., 2005. Boguszów-Gorce – zespół małych miast. Biuletyn PAN. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 220, 145–155.

Szpetkowski S., 1995. Wpływ eksploatacji górniczej pokładów węgla kamiennego na litosferę w Górnośląskim, Dolnośląskim i Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Gospodarka Surowcami Mineralnymi 1, 39–71.

Szymanowski M., 2004. Miejska wyspa ciepła we Wrocławiu. Acta Universitatis Wratislaviensis 2690. Studia Geograficzne 77, 5–229.

Szyperski A., 1978. Zabytki Wałbrzycha. Wałbrzyskie Towarzystwo Kultury. Wałbrzych

Szyperski A., 1981. Huta Szkła „Wałbrzych". Kronika Wałbrzyska 2. PWN Warszawa Wrocław, 187–202.

Szyperski A., 1983. Dolnośląskie Przedsiębiorstwo Urządzeń Górniczych Przemysłu Węglowego (zarys dziejów Huty „Karol" i Dolnośląskich Zakładów Naprawczych Przemysłu Węglowego). Kronika Wałbrzyska 3. PWN Warszawa – Wrocław, 125–150.

Śniegowski A., 1967. Zanieczyszczenie powietrza pochodzące od hałd. W: Materiały Konferencji Naukowo–technicznej „Ochrona atmosfery przed zanieczyszczeniem". NOT. Wałbrzych, 75–81.

Środowisko przyrodnicze regionu górnośląskiego – stan poznania, zagrożenia i ochrona. W: A. T. Jankowski, U. Myga-Piątek, S. Ostaficzuk (red.), Konferencja Naukowa Sosnowiec–Tarnowskie Góry. WNoZ UŚ. PTG. Sosnowiec 2000.

Świątczak B., 2002. Zmienność zanieczyszczenia powietrza w Polsce na tle zanieczyszczenia i emisji zanieczyszczeń do atmosfery w okresie zmian gospodarczych państwa. Przegląd Geofizyczny 47, 1–2, 27–43.

Tkocz M., 1998. Wybrane aspekty restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego. Geografia. Studia et Dissertationes 22, 108–129.

Tkocz M., 2001. Restrukturyzacja przemysłu regionu tradycyjnego. Wyd. UŚ. Katowice.

Tritt R., Bałuka B., 2003a. Nowe formy dewastacji środowiska naturalnego Gór Wałbrzyskich w Sudetach, czyli „biedaszyby". Wszechświat 104, 7/9, 170–175.

Tritt. R., Bałuka B., 2003b; Studia sukcesji roślin i wpływ rekultywacji na kształtowanie florystyczne zwałowisk (hałd) pokopalnianych na terenie Wałbrzycha. Wszechświat 104, 10/12, 261–263.

Trybuna Wałbrzyska. 1985: nr 16 s. 4, nr 44 s. 4, 1987: nr 11 s. 5, nr 27 s.3, nr 37 s. 3, nr 40 s.5.

Turkosz H., 1997. Konsekwencje restrukturyzacji przemysłu górniczego w Wałbrzychu dla planowania i realizacji długofalowych procesów rozwoju. W: Historyczne Okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej. Wałbrzych 18–20 IX 1996. Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, 13–15.

Tyczka S., 1961. Zadymienie Szczawna-Zdroju a stosunki anemometryczne. Wiadomości Uzdrowiskowe IV, 1/2, 147–154.

Unacka J., Drina D., Wieczorkova K., Żižkova B., 2001. Brown Fields – result of the human impast In Region Ostrava and its patential Utillization. Z badań nad wpływem antropoprasji na środowisko 2, 122–125.

Vrbova M., 1996. Landscape creating after brown coal opencast miting. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 79, Konferencje 19, 443–447.

Wakelin P., 1997. Ochrona i rozwój zasobów dziedzictwa przemysłowego. W: Historyczne okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Wałbrzych 18–20 IX 1996. Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, 153–171.

Walczak W., 1968. Sudety – Dolny Śląsk. Cz.1. PWN. Warszawa.

Waldenberg (in Niederschlesien). Topographische Karte 1:25000. Herausgegeben von der Preuss. Landesaufnahme 1884. Reichsamt fur Landesaufnahme, berichtigt 1925, Einzeine Nachtrage 1930.

Waldenberg (In Niederschlesien). Topographische Karte 1:25000. Herausgegeben von der Preuss. Landesaufnahme 1886. Reichsamt fur Landesaufnahme, berichtigt 1939.

Waldenberg (in Schlesien). Topographische Karte 1:25000. Konigl. Preuss. Landesaufnahme 1884, Herausgegeben 1886.

Wałbrzych. Historia, współczesność, perspektywy. K. Krzyżagórski (red.). Wałbrzych 1970.

Wałbrzych. Plan miasta 1:17500. Biuro Promocji Miasta. Urząd Miejski w Wałbrzychu. Wydawnictwo Kartograficzne „Eko-Graf". Wrocław 2007.

Wałbrzych. Zarys monografii miasta na tle regionu. S. Michalkiewicz (red.). DTSK – Silesia. Wrocław 1993.

Wałbrzych: stan miasta, perspektywy. Urząd Miejski w Wałbrzychu. Wałbrzych 1992.

Wałbrzyskie w dwudziestoleciu: 1975–1995 – wybrane dane. WUS Wałbrzych 1995.

Watson M., 1997. Historyczne rejony przemysłowe w czasie dezindustrializacji. W: Historyczne okręgi przemysłowe w okresie dezindustrializacji. Materiały Międzynarodowek Konferencji Naukowej, Wałbrzych 18–20 IX 1996 r. Instytut Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, 347–359.

Werwicki A., 1965. Funkcje usługowe osiedli miejskich w rejonie Wałbrzycha i Świdnicy oraz strefy ich oddziaływania. Przegląd Geograficzny 37, 1, 93–108.

Weryfikacja prognozy rekonstrukcji zwierciadła wód podziemnych i jej wpływ na powierzchnię terenu w obszarach górniczych kopalń wałbrzyskich w następstwie ich likwidacji. R.F. Fiszer (red.). Politechnika Wrocławska. Wrocław 1996.

Wieloński A., 1993. Problemy restrukturyzacji przemysłu w województwie wałbrzyskim. Geografia w Szkole 5, 272–276.

Wiernicki H., 1987. Gospodarka wodna i stan głównych rzek w regionie. Rocznik Województwa Wałbrzyskiego, 23–32.

Wierzbicki L., 1999. Restrukturyzacja przemysłu węglowego i likwidacja bezrobocia w okręgu wałbrzyskim w latach 1994–1998. Dolny Śląsk 6, 147–154.

Wilk Z., 2003. Środowiskowe aspekty likwidacji kopalń w Polsce. Prace Komisji Zagrożeń Cywilizacyjnych Polskiej Akademii Umiejętności, 83–101.

Witoszyński S., 1978. W wałbrzyskim smogu. Aura 10, 32–33.

Wojaczek-Szalkowska E., 2005. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych. W: J. Fabiszewski (red.). Przyroda Dolnego Śląska. PAN, Oddział Wrocław, 471–489.

Wojdyłło-Zwierzchowska K., 1970. Zespół miejski Wałbrzycha. Miasto 21, 12, 11–13.

Województwo i miasto Wałbrzych w liczbach. WUS w Wałbrzychu. Wałbrzych 1989.

Województwo i miasto Wałbrzych w latach 1990–1993. WUS w Wałbrzychu. Wałbrzych 1994.

Wojtaś J., 1997 Dolnośląskie Zagłębie Węglowe w obliczu restrukturyzacji. W: Zagłębia Węglowe w obliczu restrukturyzacji. Studia i Materiały pod red. L. Skiby. Wrocław, 119–124.

Wójcik J., 1982. Kierunki zasunięć lądolodu w świetle obserwacji składu petrograficznego moren dennych okolic Wałbrzycha. Czasopismo Geograficzne 53, 1, 59–65.

Wójcik J. 1985. Kierunki zasunięć lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego w świetle składu petrograficznego moren między Kotliną Jeleniogórską a blokiem Gór Sowich. Kwartalnik Geologiczny 29, 2, 437–458.

Wójcik J., 1988. Rozwój górnictwa i jego wpływ na zmiany ukształtowania powierzchni ziemi wałbrzyskiego rejonu górniczego. Przegląd Geograficzny 60,1–2, 71–92.

Wójcik J., 1993a. Przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi pod wpływem górnictwa w rejonie Wałbrzycha. Acta Universitatis Wratislaviensis 1557. Studia Geograficzne 59, 5–145.

Wójcik J. 1993b. Przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi pod wpływem górnictwa w rejonie Wałbrzycha. Acta Universitatis Wratislaviensis ser. B, Prace Instytutu Geograficznego 8, 31–47.

Wójcik J., 1995a. Gospodarka odpadami w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego. Aura, 11, 26–27.

Wójcik J., 1995b. Oddziaływanie form antropogenicznych powstałych pod wpływem górnictwa na środowisko przyrodnicze w Zagłębiu Wałbrzyskim. Przegląd Geograficzny 68, 1–2, 55–69.

Wójcik J., 1995c. Stan zanieczyszczenia metalami ciężkimi powierzchniowej warstwy gleb Wałbrzycha. Problemy Zagospodarowania Ziem Górskich 38, 27–36.

Wójcik J., 1996a. Zapylenie powietrza atmosferycznego w Wałbrzychu w latach 1970–1994. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów 6, 195–199.

Wójcik J., 1996b. Gospodarowanie odpadami, a ochrona powierzchni ziemi w wałbrzyskich kopalniach węgla w latach 1865–1994. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 9, 165–172.

Wójcik J., 1996c. Przekształcenia rzeźby powstałej pod wpływem górnictwa węglowego w Wałbrzychu i okolicy, 1865–1990. Przegląd Geograficzny 68, 1–2, 181–191.

Wójcik J., 1997a. Zanieczyszczanie powietrza przez przemysł w Wałbrzychu w latach 1975–1994. Przegląd Geograficzny 69, 1–2, 93–106.

Wójcik J., 1997b. Ołów i kadm w glebach i roślinach wałbrzyskich ogródków działkowych. Roczniki Gleboznawcze 48, 3–4, 63–73.

Wójcik J., 1997c. Wpływ wałbrzyskiego przemysłu na stan zanieczyszczenia i zatrucia powietrza atmosferycznego w Jedlinie-Zdroju i Szczawnie-Zdroju. Badania Fizjograficzne n. Polską Zachodnią, ser. A. Geografia Fizyczna 48, 149–157.

Wójcik J., 1997d. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych Wałbrzycha. Aura 1, 7–9.

Wójcik J., 1997e. Wpływ antropogenicznych form rzeźby terenu powstałych pod wpływem górnictwa węglowego na środowisko przyrodnicze i gospodarkę człowieka. Problemy Zagospodarowania Ziem Górskich 43, 43–52.

Wójcik J., 1998a. Przyrodnicze i antropogeniczne uwarunkowania rozprzestrzeniania się przemysłowych zanieczyszczeń powietrza w rejonie wałbrzyskim. Materiały konferencyjne nt. „Przemiany środowiska geograficznego obszarów górskich w Polsce i jego stan współczesny" Wólka Milanowska 26–27 X 1998. WSP i Oddział PAN w Kielcach. Kielce, 99–100.

Wójcik J., 1998b. Wpływ przemysłu na jakość wód powierzchniowych Wałbrzycha. Acta Universitatis Wratislaviensis, Prace Instytutu Geograficznego ser. A Geografia Fizyczna 9, s. 59–67.

Wójcik J., 1999. Przyrodnicze i antropogeniczne uwarunkowania rozprzestrzeniania się przemysłowych zanieczyszczeń powietrza w Wałbrzychu. Problemy Zagospodarowania Ziem Górskich 45, 63–72.

Wójcik J., 2001. Wpływ antropopresji na wody powierzchniowe na obszarze silnie uprzemysłowionym na przykładzie Wałbrzycha. W: Wpływ użytkowania terenu i antropogenicznych przekształceń środowiska przyrodniczego na elementy obiegu wody w zlewni rzecznej – materiały konferencyjne. Kielce–Wólka Milanowska 25–27 września 2001, 111–114.

Wójcik J., 2002. Wpływ antropopresji na wody powierzchniowe w obszarze silnie uprzemysłowionym na przykładzie Wałbrzycha. Prace Instytutu Geograficznego Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach 7, 173–181.

Wójcik J., 2006a. Rozwój rzeźby antropogenicznej powstałej pod wpływem górnictwa węglowego w Wałbrzychu i okolicy w latach 1975–1996, w świetle gospodarki odpadami górniczymi. Przegląd Geograficzny 78, 1, 109–126.

Wójcik J., 2006b. Wybrane problemy gospodarki odpadami w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego w latach 1960–1996. Przegląd Górniczy 62, 7–8, 86–93.

Wójcik J., 2006c. Rekultywacja zwałów górnictwa węglowego w rejonie Wałbrzycha w latach 1975–2000. Wszechświat 107, 1–3, 54–56.

Wójcik J., 2006d. Szczawno-Zdrój as an example of environmental conditions o fair pollution in a heath resorts. Conditions of the foreign tourism development in Central and Eastern Europe, Vol 9 Contemporary models of spa tourism in the aspect of sustainable development. Wrocław, 105–115.

Wójcik J., 2007a. Rekultywacja hałd na terenach górniczych wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego w latach 1960–2005. Przegląd Górniczy 63, 3, 23–28.

Wójcik J., 2007b. Uwarunkowania środowiskowe zanieczyszczenia powietrza w uzdrowisku na przykładzie Szczawna-Zdroju [w:] Uwarunkowania rozwoju turystyki zagranicznej w Europie Środkowej i Wschodniej, T. 9. Współczesna modele turystyki uzdrowiskowej w kontekście zrównoważonego rozwoju. Uniwersytet Wrocławski, IGiRR, ZGRiT. Wrocław 2007, 105–115.

Wójcik J., 2008. Górnicze zmiany rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego. Landform Analysys 9, 339–342.

Wrona A., 1973. Wpływ przemysłu na zmiany ukształtowania powierzchni ziemi Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Przegląd Geograficzny 45, 3, 557–573.

Wrona A., 1975. Problemy degradacji i ochrony powierzchni ziemi w Rybnickim Okręgu Węglowym. Przegląd Geograficzny 47, 3, 519–537.

Wysoczański J., 1976. Problemy zagospodarowania odpadów przemysłowych Zagłębia Wałbrzyskiego. NOT. Wałbrzych.

Zapletal L., 1956. Antropogenni formy reliefa. Praha.

Zapletal L., 1967. Antropogeni geomorfologie. Olomouc.

Zapletal L., 1968. Geneticko-morfologicka klasifikace antropogennich forem reliefa. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium 23, Geographica-Geologica 8, 239–427.

Zapletal L., 1971 Geograficky vyklad antropogenniho reliefu Severomoravskeho kraje. Acta Uniwersitatis Palackinae, Geographica-Geologica 5, 49–127.

Zapletal L., 1973 Neprime antropogenii geomorfologicke procesy a jejich vliv na zemsty povrch. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium 42, Geographica-Geologica 13, 229–261.

Zeńczak A., 1966. Sytuacja i zagadnienia dolnośląskiego przemysłu węglowego. Przegląd Górniczy 22, 7/8, 402–411.

Zwoździak J., 1993. Stężenie związków siarki w powietrzu w Sudetach w warunkach zaburzeń w stanie atmosfery. Archiwum Ochrony Środowiska 3–4, 11–12.

Zwoździak J., 2005. Zanieczyszczenie powietrza i wód opadowych. W: J. Fabiszewski (red.). Przyroda Dolnego Śląska. PAN, Oddział Wrocław, 461–470.

Zwoździak J., Grzela A., Zwoździak A., 2000. Tendencje zmian w stężeniu SO_2 w powietrzu w Górach Izerskich. Archiwum Ochrony Środowiska 26, 4, 7–19.

Zwoździak J., Zwoździak A., Kmieć G., Kasperczyk K., 1993. Przyczyny zanieczyszczenia atmosfery w wyższych partiach Sudetów. W: Karkonoskie Badania Ekologiczne I Konferencja, Wojnowice 3–4 grudnia 1992 r.. Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny, 19–32.

Żelaźniewicz A., 2005. Przeszłość geologiczna. W: J. Fabiszewski (red.). Przyroda Dolnego Śląska. PAN Oddział Wrocław, 61–134.
Żmuda S., 1973. Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej. Śląski Instytut Naukowy. PWN Warszawa – Kraków.
Żmuda S., 1975. Warunki naturalne rozwoju Rybnickiego Okręgu Węglowego. W: S. Żmuda (red.). Z badań nad ROW. Śląski Instytut Naukowy. Katowice, 36–60.
Żmuda S., 1976. Regionalna specyfika zagrożeń środowiska przyrodniczego obszaru województwa katowickiego. Studia nad Ekonomiką Regionu 7, 181–210.

Wykorzystane materiały niepublikowane

Adamus J., 1973. Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego na terenie Wałbrzycha w latach 1968–1972 (dokumentacja). Archiwum Urzędu Miejskiego w Wałbrzychu. Wałbrzych.
Akta Archiwum Elektrociepłowni Victoria z lat 1975–1990 (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych.
Akta Muzeum Okręgowego w Wałbrzychu. Teczki „A", „B" i „C".
Analityczne zestawienia zanieczyszczenia wód Pełcznicy, Szczawnika i Leska z lat 1980–2000 (dokumentacja). Archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.
Analiza techniczno–ekonomiczna różnych sposobów zużycia i zagospodarowania odpadów kopalń przemysłu węglowego (dokumentacja). Opracowanie: Biuro Projektów Przemysłu Węglowego. Katowice 1976. Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.
Analizy ścieków odprowadzanych przez wałbrzyski przemysł do wód powierzchniowych według zakładów w latach 1980–1998 (dokumentacja). Archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.
Analizy wody z opadów i mgieł na terenie Wałbrzycha z lat 1984–1988 (dokumentacja). Archiwum WSSE w Wałbrzychu.
Aneks do operatu technicznego dla dochodzenia wodno–prawnego Elektrociepłowni Victoria w Wałbrzychu (dokumentacja). Archiwum Działu Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1977.
Aneks o uciążliwości dla powietrza atmosferycznego Elektrociepłowni Victoria (dokumentacja). Archiwum Działu Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1990.
Antonowicz J., 1998. Zmiany powierzchni lasów w rejonie Wałbrzycha wywołane działalnością człowieka (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.
Bilans terenów słabych i zdegradowanych na skutek eksploatacji górniczej: miasta Wałbrzych, Boguszów–Gorce i Szczawno-Zdrój. J. Pinińska (red.). Archiwum Instytutu Geologicznego Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa 1989.
Bolembach J., Frajtak M., 1976. Kierunki zagospodarowania i rekultywacji hałd (dokumentacja). Archiwum Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego w Wałbrzychu, 1–21.
Borówka A., 2010. Stan i perspektywy wykorzystania obiektów poprzemysłowych w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.
Charakterystyka przemysłowych i komunalnych oczyszczalni ścieków w Wałbrzychu i Boguszowie-Gorcach (dokumentacja z lat 1980–2000). Archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.
Charakterystyka warunków pogodowych w Wałbrzychu w latach 1984–1989 (dokumentacja). Archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.
Czarny A., 1962. Środowisko geograficzne miasta Wałbrzycha (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.
Czarny L., 1962. Środowisko geograficzne powiatu Wałbrzych (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.
Degórska A. 2008. Zmiany zanieczyszczenia powietrza na terenie konurbacji katowickiej w latach 1995–2004 na przykładzie dwutlenku siarki i tlenków azotu (maszynopis). Katedra Ekologii. Wydział Biologii i Ochrony Środowiska. UŚ Katowice.
Docelowy program eksploatacji czynnych zwałowisk i ich rekultywacji w kopalniach wałbrzyskich (dokumentacja). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1987.

Dokumentacja geologiczna złoża barytu „Boguszów" w kategoriach A, B, C1 i C2 (dokumentacja). Ministerstwo Przemysłu Chemicznego i Lekkiego. NOT. Wałbrzych 1987.

Dokumentacja geologiczna złoża porfirów w-Gorcach (opracował A. Grocholski). Wrocław 1971, 1–29. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne w Wałbrzychu.

Dokumentacja techniczna na rekultywację i zagospodarowanie hałdy 7–2 KWK Victoria. Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1976 r., 1–22.

Dudek A., Kiełbasiewicz W., Kowalczyk M., Malinowski M., 1988. Deformacje powierzchni terenu pod wpływem eksploatacji górniczej w filarze ochronnym szybu „Julia" Zakładu Koksowniczego nr 3 w Wałbrzychu (dokumentacja). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Thorez. Wałbrzych.

Ewidencja gospodarowania odpadami w wałbrzyskich kopalniach węgla kamiennego z lat 1975–1996. Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Ewidencja i charakterystyka szczegółowa hałd i osadników na dzień 31 XII 1983 r. (dokumentacja). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Ewidencja i charakterystyka szczegółowa hałd i osadników według stanu na dzień 5 VI 1975 r.(dokumentacja). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Ewidencja i charakterystyka szczegółowa hałd i osadników według stanu na dzień 1 III 1982 r. (dokumentacja). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Ewidencja i charakterystyka szczegółowa hałd i osadników według stanu na 1960 r. (dokumentacja). Dolnośląskie Zjednoczenie Przemysłu Węglowego. Wałbrzych.

Ewidencja osadników w województwie wałbrzyskim – stan z 30 VII 1987 r. (dokumentacja) Wydział Geologii, Gospodarki Wodnej i Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu.

Ewidencja osadników w województwie wałbrzyskim w 1987 r. Wydział Geologii i Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Inspektorat Utylizacji i Zagospodarowania Odpadów. Wałbrzych 1988.

Ewidencja wysypisk odpadów przemysłowych w Wałbrzychu i powiecie wałbrzyskim według stanu na 1975 r. (dokumentacja). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych.

Ewidencja zwałów i osadników na terenie górniczym KWK Thorez w 1996 r. Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych.

Ewidencja zwałów i osadników na terenie górniczym KWK Thorez w 1990 r. (dokumentacja). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Thorez. Wałbrzych.

Ewidencja zwałów i osadników na terenie górniczym KWK Victoria w 1993 r. Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych.

Ewidencja zwałów i osadników na terenie górniczym KWK Wałbrzych w 1995 r. Dział Ochrony Środowiska KWK Wałbrzych. Wałbrzych.

Figura J., 1989. Zarys monograficzny miasta Wałbrzycha (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Formicki K., Gramatyka J., 1970. Zapobieganie zapyleniu atmosfery w kopalniach Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego. Referat na Konferencję Naukowo–Techniczną SIiTG (maszynopis). Wałbrzych, 25–35.

Frajtak M., 1981. Gospodarka terenami górniczymi (maszynopis). Dolnośląskie Zjednoczenie Przemysłu Węglowego. Wałbrzych, 35–60.

Frajtak M., 1987. Opinia w sprawie związku przyczynowego pomiędzy uszkodzeniem kościoła ewangelicko–augsburskiego przy placu Marchlewskiego, a robotami górniczymi kopalni „Wałbrzych" i „Thorez"(dokumentacja). Archiwum KWK „Wałbrzych". Wałbrzych.

Frajtak M., Jastalski W., 1979. Prawidłowe zwałowanie kamienia oraz kierunki rekultywacji hałd i zagospodarowania odpadów górniczych z kopalń Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego w Wałbrzychu (dokumentacja). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych ,1–17.

Garczyńska B., 1992. Charakterystyka i stan zagrożenia środowiska przyrodniczego Szczawna-Zdroju (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Gierwielaniec J., Wójcik L., 1971. Rozpoznanie geologiczno–górnicze warunków posadowienia zbiorników wodnych na terenie Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (maszynopis). Instytut Geotechniki Politechniki Wrocławskiej. Wrocław.

Główne problemy ochrony środowiska województwa wałbrzyskiego związane z przemysłem wydobywczym (maszynopis). Wydział Ochrony Środowiska Gospodarki Wodnej i Geologii Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1985 r.

Gospodarka kamieniem od 1971 do 1979 r. (dokumentacja). Archiwum Zespołu Akt Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Gospodarka wodno–ściekowa w Wałbrzychu. Dokumentacja z lat 1980–1986. WIOŚ. Wałbrzych.

Górnictwo wałbrzyskie. Akta Muzeum Okręgowego w Wałbrzychu (teczki A, B, C, E, J). Wałbrzych.

Hodurek S., 1987. Analiza możliwości i sposobu zagospodarowania popiołów lotnych z Elektrociepłowni KWK Victoria w Wałbrzychu (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych, 1–19.

Hodurek S., 1988. Wykorzystanie miałów węgla z osadników kopalnianych jako surowca do produkcji paliwa. Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych, 1–15.

Hodurek S., Kozicki J., Budziacki W., Chudy R., Rojek T., 1984. Katalog skalnych surowców i odpadów poprodukcyjnych przydatnych do produkcji materiałów budowlanych w województwie wałbrzyskim (maszynopis). Wydział Ochrony Środowiska, Gospodarki Wodnej i Geologii – Urząd Wojewódzki w Wałbrzychu.

Hornig A., 1958. Wpływ człowieka na powierzchnię ziemi na przykładzie północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.

Hubiak T. 2007. Analiza porównawcza współczesnego zróżnicowania zanieczyszczenia atmosfery nad GOP z okresem przed restrukturyzacją przemysłu (maszynopis). Katedra Klimatologii Wydziału Nauk o Ziemi US. Sosnowiec.

Informacja dotycząca rekultywacji zwału 9–2 KWK Victoria w Wałbrzychu (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 27 IX 1985, 1–3.

Informacja o programie kopalń Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego na lata 1976–1985 w zakresie zwałowania kamienia, rekultywacji i zagospodarowania hałd (dokumentacja). Dolnośląskie Zjednoczenie Przemysłu Węglowego. Wałbrzych 1976 r., 1–35.

Informacja o rekultywacji terenów poeksploatacyjnych przez jednostki wydobywcze (dokumentacja). Wydział Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska. Urząd Wojewódzki w Wałbrzychu .Wałbrzych 1980.

Inwentaryzacja surowców mineralnych. Gminy: Boguszów–Gorce, Szczawno-Zdrój, Wałbrzych (dokumentacja). Wydział Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska. Urząd Wojewódzki w Wałbrzychu. Wałbrzych 1978, 1–68.

Inwentarz Zespołu Akt Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego z lat 1945–1960 z uzupełnieniami do 1965 r. (opracowała G. Nahajowska).Wojewódzkie Archiwum Państwowe we Wrocławiu.

Inżynieryjno-geologiczna prognoza wpływu eksploatacji górniczej na zabudowę miasta Boguszowa (dokumentacja). Kopalnia Barytu „Boguszów". Boguszów 1979.

Jabłoński J., 1976. Wpływ przemysłu na środowisko geograficzne miasta Wałbrzycha (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Jania J., 1978. Antropogeniczne zmiany niektórych elementów środowiska geograficznego wschodniej części Wyżyny Śląskiej (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.

Jaskólski M., 1993. Założenia do planu ogólnego zagospodarowania miasta Wałbrzycha (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych, 1–15.

Jastalski W., Hodurek S., 1982. Możliwości zagospodarowania odpadów powstałych w województwie wałbrzyskim (maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Wałbrzychu. Wałbrzych 1982, 1–18.

Kacperkiewicz E., 1986. Wałbrzyski obszar ekologicznego zagrożenia – stan degradacji i przekształcenia środowiska (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kacperkiewicz L., 1978. Główne kierunki działania zawarte w „Kompleksowym programie ochrony środowiska województwa wałbrzyskiego" (maszynopis). Biuletyn Informacyjny Wojewódzkiej Rady Narodowej i Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu 10/11, Wałbrzych, 21–26.

Kacperkiewicz L., 1985. Wybrane problemy związane z ochroną środowiska w Szczawnie-Zdroju (maszynopis). Wydział Ochrony Środowiska, Gospodarki Wodnej i Geologii Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu.

Kacperkiewicz L., Jabłoński J., Dmytrasz Z., 1977. Kompleksowy program ochrony środowiska województwa wałbrzyskiego do 1990. Wojewoda Wałbrzyski. Wałbrzych, 1–55.

Karpina A., 1955. Miasto węglowego urodzaju 1945–1955. Wałbrzych (próba oceny rozwoju Wałbrzycha w pierwszym dziesięcioleciu PRL) (maszynopis). Urząd Miejski w Wałbrzychu.

Karta informacyjna hałdy 1–1. Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Wałbrzych. Wałbrzych 1987.

Karta rejestracyjna złoża melafiru Wałbrzych Podgórze (maszynopis). Wydział Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Prezydium Miejskiej Rady Narodowej w Wałbrzychu. Wałbrzych 1971.

Karty analiz ścieków wytwarzanych przez zakłady przemysłowe w Wałbrzychu, Boguszowie-Gorcach i Jedlinie-Zdroju w latach 1980–2000 (dokumentacja). Archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.

Karty wód kopalnianych (dokumentacja z lat 1980–1990). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Karty zwałów i osadników kopalni Thorez z lat 1980–1996 (dokumentacja). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Thorez. Wałbrzych.

Karty zwałów i osadników kopalni Victoria z lat 1980–1996 (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych.

Karty zwałów i osadników kopalni Wałbrzych z lat 1980–1996 (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Wałbrzych. Wałbrzych.

Kaszczuk H., 1973. Kartowanie środowiska geograficznego Wałbrzycha i okolicy na podstawie zdjęć lotniczych (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kiełbasiewicz W., 1985. Wpływ projektowanej eksploatacji górniczej KWK Wałbrzych na powierzchnię ziemi w latach 1980–1990 i 1986–2010 (maszynopis). NOT Wałbrzych.

Kierunki i sposoby lokalizacji, rekultywacji i zagospodarowania hałd na kopalni „Thorez" (dokumentacja). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Thorez. Wałbrzych 1972.

Klimek W., 1969. Opracowanie klimatyczne Wałbrzycha (maszynopis). Archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.

Kłodawska M., 1981. Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w Wałbrzychu w latach 1975–1980 (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kłyż J., 1984. Ocena wielkości wpływów i skutków głębokiej eksploatacji górniczej pokładów 669 i 672 wykonanej systemem na zawał w brzeżnej części filara ochronnego dla szybu „Julia" i Zakładu Koksowniczego nr 3 (maszynopis). W: Zbiór referatów na sympozjum na temat: „35 lat eksploatacji górniczej w filarach ochronnych KWK Wałbrzych". SIiTG Wałbrzych–Sobótka Górka 15–16 listopada 1984. Dział Ochrony Środowiska KWK Wałbrzych.

Kołodziej B., 1973. Sedymentacja antropogeniczna w wybranych odcinkach rzek Strzegomki, Pełcznicy i Bystrzycy (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kompleksowy program ochrony środowiska województwa wałbrzyskiego do 1990 r. (maszynopis). Wojewoda Wałbrzyski, Wałbrzych1978, 1–178.

Komunalne oczyszczalnie ścieków w Wałbrzychu i okolicy w 1977 r. Informacje i materiały statystyczne GUS (maszynopis). Urząd Miejski w Wałbrzychu. Wałbrzych, 1–61.

Koncepcja rozbudowy zwałowiska odpadów kopalnianych nr 9–2 KWK Victoria (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1986.

Koncepcja technologiczna modernizacji oczyszczalni ścieków w Rusinowej koło Wałbrzycha (maszynopis). Opracował M. Kutera. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Wrocław 1979, 1– 41.

Koncur K., Zalewski Z., 1976. Zakłady Koksownicze „Wałbrzych" – informator. Archiwum Zakładów Koksowniczych. Wałbrzych, 1–128.

Kondysz Z., 1967. Opracowanie fizjograficzne ogólne miasta Wałbrzycha (maszynopis). Geoprojekt Wrocław.

Konieczny J., 1976. Rozwój przemysłu węglowego w Zagłębiu Wałbrzysko–Noworudzkim w latach 1919––1939 (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.

Kosiór M., 1981. Środowisko fizyczno–geograficzne okolicy Szczawnika w rejonie przełomu pod Książem (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kowalska B., 1992. Charakterystyka i stan środowiska przyrodniczego Jedliny-Zdrój (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kowalska M., 1981. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych w mieście Wałbrzych (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Książki kontroli emisji dopuszczalnych z lat 1985–2000 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Kulikowska U., 1981. Charakterystyka fizyczno–geograficzna przełomu Pełcznicy (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kus U., 1971. Zmiany środowiska geograficznego Kotliny Wałbrzyskiej pod wpływem działalności człowieka (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Kuś R., 1997. Izolowanie ognisk pożarowych w obrębie hałdy „Matylda"–Wałbrzych (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Wałbrzych. Wałbrzych.

Lasy Wałbrzycha. Dokumentacja z lat 1985–1995. Urząd Miejski w Wałbrzychu.

Likwidacja płytkiej zawałowej eksploatacji na obszarze górniczym Kopalni Barytu „Boguszów" (dokumentacja). Kopalnia Barytu „Boguszów". Boguszów–Gorce 1998.

Mapa geologiczno–górnicza terenu górniczego KB „Boguszów" 1:5000. Aktualizacja 1976 r. Okręgowy Urząd Górniczy. Wałbrzych.

Mapy sytuacyjno–wysokościowe terenu górniczego KWK Thorez 1:2000 (aktualizacja dla lat 1975 i 1992). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Thorez. Wałbrzych.

Mapy sytuacyjno–wysokościowe terenu górniczego KWK Victoria 1:2000 (aktualizacja dla lat 1975 i 1992). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych.

Mapy sytuacyjno–wysokościowe terenu górniczego KWK Wałbrzych 1:2000 (aktualizacja dla lat 1975, 1992). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Wałbrzych. Wałbrzych.

Mączyński B., 1980. Ocena wykorzystania warunków uzdrowiskowych oraz kierunki rozwoju miejscowości uzdrowiskowych województwa wałbrzyskiego (maszynopis). Urząd Wojewódzki w Wałbrzychu. Wałbrzych.

Michalski R., Węglarz A., Skrok R., 1997. Pomiary imisji lotnych węglowodorów w powietrzu wokół Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych" – sprawozdanie roczne za okres styczeń–grudzień 1999 (maszynopis). Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska. Zabrze.

Michalski R., Węglarz A., Skrok R., 1998; Pomiary imisji lotnych węglowodorów w powietrzu wokół Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych" – sprawozdanie roczne za okres styczeń–grudzień 1998 (maszynopis). Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska. Zabrze.

Miłek U., 1983. Zarys monografii miasta Boguszów–Gorce (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

„Mokre składowisko odpadów". Dokumentacja z lat 1975–1990. Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych.

Możliwości eksploatacji żył barytu systemem warstwowym w obrębie miasta Boguszów–Gorce w aspekcie ochrony powierzchni (maszynopis). Opracował S. Knothe. Dział Geologiczno–Mierniczy Kopalni Barytu „Boguszów". Boguszów 1985.

Nemec W., 1981. Wulkanizm późnokarboński w niecce wałbrzyskiej (synklinorium śródsudeckie) (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.

Nestorowska Z., 1981. Stopień degradacji środowiska naturalnego na terenie Szczawna-Zdroju (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Ocena czystości rzek województwa wałbrzyskiego w 1993 r. (maszynopis). Opracował Cz. Legutko. WIOŚ. Wałbrzych 1994.

Ocena gospodarki odpadami w zakładach przemysłowych miasta Wałbrzycha (maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1980 r.

Ocena gospodarko wodno–ściekowej w kopalniach Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1979 r.

Ocena oddziaływania na powietrze Elektrociepłowni „Victoria" w latach 1985–1989 (ekspertyza). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1990, 1–30.

Ocena oddziaływania na środowisko likwidowanego Zakładu Górniczego Kopalni Barytu „Boguszów" (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1998.

Ocena pracy oczyszczalni ścieków garbarni w Jedlinie-Zdroju (maszynopis). Opracował M. Korczak. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Wrocław 1974, 1–19.

Ocena stanu czystości rzek województwa wałbrzyskiego za 1989 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1990.

Ocena stanu czystości rzek województwa wałbrzyskiego za 1990 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1991.

Ocena stanu czystości rzek województwa wałbrzyskiego za 1991 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1992.

Ocena stanu czystości rzek województwa wałbrzyskiego za rok 1992 (maszynopis). WIOŚ Wałbrzych 1993.

Ocena stanu czystości wód powierzchniowych województwa wałbrzyskiego w 1995 r. (maszynopis). Opracowała L. Kubacka. WIOŚ. Wałbrzych 1995.

Ocena stanu czystości wód województwa wałbrzyskiego w latach 1989–1992 (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1993.

Ocena stanu środowiska naturalnego w województwie wałbrzyskim w 1976 r. (maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1976.

Ocena stanu środowiska naturalnego w województwie wałbrzyskim w 1980 r. (maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska.. Wałbrzych 1980.

Ocena stanu środowiska naturalnego w województwie wałbrzyskim w latach 1986–1988 (maszynopis). Wydział Ochrony Środowiska, Gospodarki Wodnej i Geologii Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1989, 3–87.

Ocena stanu środowiska naturalnego województwa wałbrzyskiego w latach 1989–1992 (maszynopis). Wojewoda wałbrzyski. Wałbrzych 1993.

Ocena stanu środowiska w Polsce w 1981 r. (maszynopis). Centralny Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Warszawa 1982.

Ocena stanu zagrożenia środowiska w zakresie ochrony wód powierzchniowych na terenie uzdrowisk województwa wałbrzyskiego w 1979 r. (maszynopis). Opracował A. Tarnowiecki. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1980, 1–15.

Ocena stanu zagrożenia środowiska w zakresie ochrony wód powierzchniowych na terenie Wałbrzycha w 1980 r. (maszynopis). Opracował A. Tarnowiecki. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1980, 1–18.

Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na podstawie badań WSSE w latach 1992–1993 (maszynopis). Opracowała D. Sołtysiak. Archiwum WSSE. Wałbrzych 1994.

Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego województwa wałbrzyskiego w latach 1989–1990 na podstawie badań WSSE (maszynopis). Opracowała D. Sołtysiak. Wałbrzych 1991. Archiwum WSSE. Wałbrzych 1991.

Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego województwa wałbrzyskiego w latach 1990–1991 na podstawie badań WSSE (maszynopis). Opracowała D. Sołtysiak. Archiwum WSSE. Wałbrzych 1992.

Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego województwa wałbrzyskiego na podstawie badań WSSE w latach 1991–1992 (maszynopis). Opracowała D. Sołtysiak. Archiwum WSSE. Wałbrzych 1993.

Ocena środowiska naturalnego w Wałbrzyskim Okręgu Kamienia Drogowego oraz przeobrażenia związane z rozwojem w nim górnictwa odkrywkowego (maszynopis). Poltegor. Wrocław 1974.

Ocena wpływu wysypiska komunalnego przy ulicy Stacyjnej w Wałbrzychu na środowisko (maszynopis). Opracował H. Zaremba. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1980 r.

Ochrona środowiska w województwie wałbrzyskim w latach 1990–1997 (maszynopis). Urząd Statystyczny. Wałbrzych 1988.

Odpady z zakładów przemysłowych Wałbrzycha, Boguszowa-Gorc i Jedliny-Zdroju (dokumentacja). Teczki z lat 1985–2000. WIOŚ. Wałbrzych.

Ogólna ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie województwa wałbrzyskiego w 1977 r. (maszynopis). Opracowanie pod kierunkiem S. Dmytrasz. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1978, 1–16.

Olszewski K., 1991. Wpływ zjawisk meteorologicznych i warunków topograficznych na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w atmosferze (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych.

Olszewski S., 1979. Tektonika dysjunktywna w utworach górnego karbonu niecki wałbrzyskiej (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.

Opad pyłu i stężenie pyłu zawieszonego w Wałbrzychu Śródmieściu w latach 1974–1978 (maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1979, 1–19.

Operat techniczny dla dochodzeń wodno–prawnych powierzchni szybu „Victoria" (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1985 r.

Opinia w sprawie kompleksowego przeciwdziałania szkodom górniczym na obszarze górniczym Kopalni Barytu „Boguszów" (maszynopis). SIiTG. Katowice 1976.

Opychał S., Posyłek E., Szczepańska–Boreszko K., 1972. Zagadnienie dopływu wód podziemnych do kopalń na tle budowy geologicznej Dolnośląskiego Zagłębia Węgla Kamiennego (maszynopis). Komunikat Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego. Wałbrzych.

Orzok K., 1996. Polityka restrukturyzacji w Polsce na przykładzie Wałbrzyskiego Okręgu Przemysłowego (maszynopis). Wydział Gospodarki Narodowej AE we Wrocławiu.

Osiadanie powierzchni ziemi na terenach górniczych Zagłębia Wałbrzyskiego w latach 1912–1974 (dokumentacja). Archiwum Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego. Wałbrzych.

Osiadanie powierzchni ziemi na terenie pola górniczego szybu „Jan“ KWK Thorez (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1989.

Palzer E., 1987. Zmiany użytkowania ziemi w rejonie Wałbrzycha (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Paulo A., 1990. Gospodarka zasobami złóż barytu w Polsce (maszynopis). Materiały I Konferencji AGH. Kraków.

Piotrowska E., 1981. Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w uzdrowiskach województwa wałbrzyskiego (maszynopis). WSSE w Wałbrzychu. Wałbrzych, 1–7.

Plan ruchu na lata 1986–1987 (dokumentacja). Dolnośląskie Gwarectwo Węglowe. KWK Wałbrzych. Wałbrzych 1985.

Płonka A., Kmak K., 2000. Ocena strategii i doświadczenia w procesie likwidacji wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego (maszynopis). Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej AGH. Kraków.

Podstawowe problemy ochrony środowiska w województwie wałbrzyskim (maszynopis). Wałbrzyskie Dni Techniki. Wałbrzych maj 1987. WSSE w Wałbrzychu.

Produkcja i zagospodarowanie kamienia w kopalniach Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego za lata 1975–1977 (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego. Wałbrzych 1978.

Produkcja przemysłowa koksu w Zakładach Koksowniczych „Wałbrzych”. Dokumentacja z lat 1975–2000. Administracja Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych”.

Program kopalń Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w zakresie rekultywacji i zagospodarowania zwałowisk oraz stawów osadowych (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1987, 1–20.

Program kopalń Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w zakresie składowania kamienia wywożonego na zwały i odpadów flotacyjnych oraz rekultywacji zwałowisk (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego. Wałbrzych 1987, 1–7.

Program likwidacji Zakładu Górniczego „Chrobry II” w latach 1998–1999. (maszynopis). Biblioteka Wojewódzka i Miejska w Wałbrzychu.

Program likwidacji, rekultywacji i zagospodarowania hałd na kopalni Thorez (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1976.

Program likwidacji, rekultywacji i zagospodarowania hałd na terenie kopalni Thorez (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1986.

Program, metody oraz zakres badań laboratoryjnych pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego dla Elektrociepłowni Victoria w Wałbrzychu (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1975.

Program ochrony środowiska na lata 1986–1990 w aspekcie gospodarowania odpadami, gospodarki wodno–ściekowej oraz emisji pyłów i gazów z uwzględnieniem ujemnych skutków finansowych i nakładów finansowych związanych z ochroną środowiska, a wiążących się z działalnością górniczą (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1985.

Program ochrony środowiska na terenie Zakładów Koksowniczych „Wałbrzych” w latach 1986–2000 (maszynopis). Zakłady Koksownicze „Wałbrzych”, 1–38.

Program ochrony środowiska naturalnego KWK Thorez w Wałbrzychu (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1976.

Program ochrony środowiska naturalnego na lata 1982–1990 (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1982.

Program ochrony środowiska naturalnego na lata 1982–1990 (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1982.

Program ochrony środowiska naturalnego na obszarze miasta Wałbrzycha na lata 1978–1985. Prezydent Miasta Wałbrzycha. Wałbrzych 1976, 1–28.

Program ochrony środowiska naturalnego na obszarze miasta Wałbrzycha na lata 1976–1985 (maszynopis). Prezydent Miasta Wałbrzycha. Wałbrzych 1975.

Program ochrony środowiska naturalnego na obszarze miasta Wałbrzycha na lata 1978–1985 (maszynopis). Prezydent Miasta Wałbrzycha. Wałbrzych 1976.

Program ochrony środowiska w województwie wałbrzyskim (maszynopis). Wydział Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1978.

Program ochrony środowiska województwa wałbrzyskiego związany z wydobyciem i przetwórstwem węgla kamiennego (maszynopis). Wydział Ochrony Środowiska, Gospodarki Wodnej i Geologii Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1985.

Program ochrony terenów górniczych dla Kopalni „Boguszów" na lata 1986–1990 i do 2010 r. (maszynopis). Wałbrzych 1985 r. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne w Wałbrzychu.

Program ochrony terenów górniczych KWK Thorez na lata 1986–2010 (maszynopis). Ministerstwo Górnictwa i Energetyki. Dolnośląskie Gwarectwo Węglowe. KWK Thorez. Wałbrzych 1985, 1–33.

Program ochrony terenów górniczych KWK Victoria na lata 1986–2010 (maszynopis). Ministerstwo Górnictwa i Energetyki. Dolnośląskie Gwarectwo Węglowe. KWK Victoria. Wałbrzych 1985, 1–30.

Program ochrony terenów górniczych KWK Wałbrzych na lata 1986–2010 (maszynopis). Ministerstwo Górnictwa i Energetyki. Dolnośląskie Gwarectwo Węglowe. KWK Wałbrzych. Wałbrzych 1985, 1–33.

Program ochrony terenów górniczych. Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego. KWK Victoria (maszynopis). Wałbrzych 1980, s. 1–20.

Program ochrony terenu górniczego kopalni odkrywkowej porfiru „Gorce" na lata 1981–1985 (maszynopis). Opracował A. Gąsior. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne w Wałbrzychu.

Program ochrony terenu górniczego Uzdrowiskowego Zakładu Górniczego Szczawno na lata 1979–1980, 1981–1985 oraz 1986–2000 (maszynopis). Wojewódzkie Archiwum Geologiczne w Wałbrzychu.

Program pomiarów emisji i imisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego dla KWK Victoria w Wałbrzychu (maszynopis). Opracowanie: Przedsiębiorstwo Geologiczno–Fizjograficzne i Geodezyjne w Wałbrzychu. Wałbrzych 1985, 1–52.

Program prac rekultywacyjnych na lata 1983–1990 (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1981.

Program prac rekultywacyjnych na lata 1983–1990 (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1981.

Program rekultywacji zwałowisk zewnętrznych KWK Victoria na lata 1988–2000 (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1987, 1–5.

Program rozwoju miasta Jedlina-Zdrój (maszynopis). Urząd Miejski w Jedlinie-Zdroju. Jedlina-Zdrój 1980.

Program składowania odpadów kamiennych w KWK Victoria na lata 1988–2000 (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1987, 1–8.

Program zagospodarowania i wykorzystania kopalin towarzyszących pokładom węgla kamiennego i odpadów w latach 1975–1977 oraz w dalszej perspektywie do 1990 r. w kopalniach Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego (maszynopis). Wałbrzych 1975 r.

Projekt składowania odpadów z Zakładu Przeróbki Barytu. Składowisko odpadów 4–2 „Wiktor" (maszynopis). Kopalnia Barytu „Boguszów". Boguszów–Gorce 1985 r.

Projekt techniczny na rekultywację i zagospodarowanie hałdy nr 2 KWK Victoria położonej w Boguszowie-Gorcach (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych maj 1979, 1–6.

Protasewicz A., 1995. Wpływ górnictwa na przeobrażenia krajobrazu w rejonie Wałbrzycha (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Protokoły kontroli Elektrociepłowni Victoria z lat 1980–1992 w sprawie emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria w Wałbrzychu.

Protokoły NIK–u i PIOŚ dotyczące zanieczyszczenia Potoku Południowego przez osadnik Elektrociepłowni Victoria w 1993 r. (dokumentacja). WIOŚ Wałbrzych.

Raport o stanie środowiska w Polsce oraz propozycje działań na rzecz jego poprawy (maszynopis). Państwowa Rada Ochrony Środowiska. Warszawa 1982.

Raport o stanie gospodarki ściekowej w zlewni Pełcznicy (maszynopis). Samodzielna Pracownia Badań i Kontroli Środowiska w Wałbrzychu. Wałbrzych 1978, 1– 43.

Raport o stanie środowiska naturalnego województwa wałbrzyskiego oraz działalności Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska w Wałbrzychu w latach 1976–1981(maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1982, 1–129.

Raport o stanie środowiska Wałbrzycha (maszynopis). Prezydent miasta Wałbrzycha. Wałbrzych 1981.

Raport o stanie środowiska Wałbrzycha i Szczawna-Zdroju w 1981 r. (maszynopis). Prezydent Miasta Wałbrzycha. Wałbrzych 1981.

Raport o stanie środowiska województwa wałbrzyskiego i program operacyjny realizacji przedstawionych celów ochrony środowiska (maszynopis). Wydział Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1981.

Raport o stanie zagospodarowania i głównych problemach rozwoju województwa wałbrzyskiego (maszynopis). Komisja Planowania. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1980.

Raport o stanie zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w Jedlinie-Zdroju (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1997.

Rejestr gruntów podlegających rekultywacji (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1978.

Rejestr gruntów podlegających rekultywacji w KWK Thorez. Ewidencja z dnia 1 VIII 1978 r. (dokumentacja). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Thorez. Wałbrzych 1978.

Rejman J., 1980. Analiza przemieszczeń pionowych reperów niwelacji precyzyjnej na terenie górniczym Wałbrzycha (maszynopis). Instytut Geotechniki Politechniki Wrocławskiej. Wrocław.

Rejman J., 1984. Przemieszczenia poziome punktów triangulacyjnych na terenie Wałbrzycha (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych.

Rekultywacja i zagospodarowanie południowej części zwałowiska „Wiesław' KWK Thorez (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1986.

Rekultywacja i zagospodarowanie zwałowiska pogórniczego przy szybie „Krakus" KWK Thorez (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych 1976.

Rekultywacja terenów górniczych KWK Thorez – szyb Julia w Wałbrzychu (maszynopis). Dział Geologiczno–Mierniczy KWK Thorez. Wałbrzych 1978.

Rekultywacja zwałowisk kopalń węgla kamiennego – uproszczony projekt techniczny (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych 1977.

Resortowa statystyka techniczna kopalń węgla kamiennego z lat 1975–1990 (dokumentacja). Dział Planowania. Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.

Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1992 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód i ziemi. Dz. U. nr 116, poz. 503 z dnia 16. 12. 1991 r.

Rozpoznanie i ocena zagrożenia ekologicznego w obszarach o dominującej funkcji górniczej w województwie wałbrzyskim. Studium przekształceń gospodarczych (maszynopis). Wojewódzki Konserwator Przyrody w Wałbrzychu. Zakład Planowania Przestrzennego w Wałbrzychu. Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej. Kraków 1991.

Schmidt J., 1970. Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w uzdrowiskach województwa wrocławskiego (maszynopis). Materiały z konferencji w Cieplicach Śląskich-Zdrój 9–10 X 1970 r.

Sieć kanalizacji w Wałbrzychu. Dokumentacja z lat 1980–2000. Urząd Miejski w Wałbrzychu. Wałbrzych.

Siemion S., Lekon S., 1976. Zasady zagospodarowania hałd i osadników oraz kierunki i metody ich rekultywacji w aspekcie ochrony środowiska i efektywności w danych warunkach przyrodniczych (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych, 37–44.

Skiba L., 1979. Tendencje rozwojowe Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego w gospodarce PRL (maszynopis). Instytut Ekonomii Politycznej WSE we Wrocławiu. Wrocław.

Składowanie odpadów kopalnianych i rekultywacja zwałowisk w kopalniach wałbrzyskich (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1987, 1–7.

Składowanie odpadów kopalnianych i rekultywacja zwałowisk w wałbrzyskich kopalniach w latach 1980–1986 (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1987, 1–9.

Skrężyna J., 1979. Studium nad zmiennością niektórych gatunków drzew na przykładzie zieleni miejskiej (hałd, parków, lasów) w Wałbrzychu (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.

Skrobacka D., 2002. Ocena stanu powietrza atmosferycznego w Wałbrzychu w latach 1975–2001 (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Sołtysiak D., 1998. Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w województwie wałbrzyskim w latach 1996–1997 na podstawie badań Wojewódzkiej Stacji Sanitarno–Epidemiologicznej w Wałbrzychu. WSSE w Wałbrzychu.

Sołtysiak D., 1999. Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w województwie wałbrzyskim w latach 1997–98 na podstawie badań Wojewódzkiej Stacji Sanitarno–Epidemiologicznej w Wałbrzychu. WSSE w Wałbrzychu.

Sołtysiak D., Zacharewicz L., 1989. Zagrożenie atmosfery Wałbrzycha, Szczawna-Zdroju i Jedliny-Zdrój w sezonie grzewczym i letnim w latach 1984–1988 (maszynopis). Wojewódzka Stacja Sanitarno–Epidemiologiczna w Wałbrzychu.

Sprawozdania roczne z opadu pyłu w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju z lat 1980–1995 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Sprawozdania roczne z pomiarów emisji zanieczyszczeń w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju w latach 1978–1995 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Sprawozdania z badań zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie Wałbrzycha w latach 1976–1986 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Sprawozdania z badań zawartości bakterii okrężnicy w wodach Lubiechowskiej Wody w latach 1975–1995 (dokumentacja). WSSE Wałbrzych.

Sprawozdania z gospodarki wodno–ściekowej w KWK Thorez z lat 1975–1992 (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych.

Sprawozdania z gospodarki wodno–ściekowej w KWK Victoria z lat 1975–1992 (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych.

Sprawozdania z gospodarki wodno–ściekowej w KWK Wałbrzych z lat 1975–1992 (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Wałbrzych. Wałbrzych.

Sprawozdanie o odpadach przemysłowych szkodliwych dla środowiska za 1988 r. (maszynopis). Dział BHP Kopalni Barytu „Boguszów". Boguszów–Gorce 1989.

Sprawozdanie roczne za rok 1986 z pomiarów całodobowych imisji SO_2, NO_2, stężenia pyłu i mgły H_2SO_4 z ocena porównawcza w stosunku do 1985 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1987, 1–10.

Sprawozdanie roczne za rok 1989 z pomiarów całodobowych imisji zanieczyszczeń w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju z oceną porównawczą w stosunku do 1988 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1990, 1–21.

Sprawozdanie roczne za rok 1991 z pomiarów całodobowych imisji zanieczyszczeń w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju z oceną porównawczą w stosunku do 1990 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1992, 1–25.

Sprawozdanie roczne za rok 1992 z pomiarów całodobowych imisji zanieczyszczeń w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju z oceną porównawcza w stosunku do 1991 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1993, 1–26.

Sprawozdanie roczne za rok 1993 z pomiarów całodobowych imisji zanieczyszczeń w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju z oceną porównawczą w stosunku do 1992 r. (maszynopis). Opracował J. Janeczek i T. Zarodkiewicz. WIOŚ. Wałbrzych 1994, 1–25.

Sprawozdanie roczne za rok 1994 z pomiarów całodobowych imisji zanieczyszczeń w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju z oceną porównawczą w stosunku do 1993 r. (maszynopis). WIOŚ. Wałbrzych 1995, 1–25.

Sprawozdanie z przebiegu procesu likwidacji wałbrzyskich kopalń w latach 1991–1997 (maszynopis). Wojewódzka Biblioteka Publiczna w Wałbrzychu.

Stan czystości rzek województwa wałbrzyskiego w latach 1987–1989 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Stan ekologiczny Dolnego Śląska. K. R. Mazurski (red.). Dolnośląskie Towarzystwo Społeczno-Kulturalne. Pracownia Badań Regionów. Wrocław 1987.

Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w uzdrowiskach województwa wałbrzyskiego (maszynopis). Opracowała E. Piotrowska. WSSE. Wałbrzych 1981, 1–7.

Starzyńska D., 1980. Program ochrony terenu górniczego Szczawno (maszynopis). Administracja Zakładu Uzdrowiskowego Szczawno-Zdrój.

Stokłosa T., 1960. Rozwój geomorfologiczny zwałów GOP (maszynopis). Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków.

Studium dalszej rozbudowy „mokrego składowiska" popiołu i żużla Elektrociepłowni „Victoria" (maszynopis). Energoprojekt Wrocław 1985. Dział Ochrony Środowiska KWK Victoria. Wałbrzych.

Studium kształtowania i ochrony środowiska dla miasta Wałbrzycha (maszynopis). Cz. I. Analiza i ocena oddziaływania źródeł uciążliwości na miasto. Opracowanie: B. Walkowiak–Dunajska i Z. Cichocki. Instytut Ochrony Środowiska. Wrocław 1990, 1–41.

Studium lokalizacji wysypisk odpadów komunalnych i przemysłowych województwa wałbrzyskiego do 2000 r. (maszynopis). Opracowanie: Instytut Kształtowania Środowiska we Wrocławiu i Zakład Ochrony Środowiska w Zielonej Górze. Zielona Góra 1984. Archiwum WIOŚ w Wałbrzychu.

Styrna E., 1981. Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w Jedlinie-Zdrój (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.

Szczawno-Zdrój. Dokumentacja statystyczna z lat 1990–1993. Urząd Miejski w Szczawnie-Zdroju.
Szczegółowa ewidencja hałd i osadników na dzień 31 XII 1983 w kopalni Wałbrzych (maszynopis). Archiwum Zjednoczenia Przemysłu Węglowego w Wałbrzychu. Wałbrzych 1984.
Szczerbińska E., 2004. Stan i perspektywy rozwoju Jedliny-Zdrój (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.
Szydłowski J., 1979. Znaczenie planów zagospodarowania przestrzennego w procesie ochrony środowiska na przykładzie województwa wałbrzyskiego (maszynopis). Wojewódzka Biblioteka Publiczna w Wałbrzychu.
Środowisko przyrodnicze Jedliny-Zdrój – warunki klimatyczne (maszynopis). Urząd Miasta Jedlina-Zdrój. Jedlina-Zdrój 1992.
Taniukiewicz Z., 1981. Tereny górnicze kopalń Dolnośląskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego i ich ochrona (maszynopis). Dzień Geodezji. Wałbrzych 1981, 27–34.
Tarnowiecki A., 1980. Ocena stanu zagrożenia środowiska w zakresie ochrony wód powierzchniowych na terenie uzdrowisk województwa wałbrzyskiego (maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych.
Tercjak W., 1994. Wypoczynek letni i zimowy dzieci i młodzieży w Wałbrzychu w latach 1989–1991 na tle oceny zagrożeń ekologicznych miasta i stanu zdrowia ludności (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.
Tryszczyła R., 1977. Zmiany środowiska geograficznego spowodowane działalnością człowieka w zlewni Pełcznicy (maszynopis). Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego. Uniwersytet Wrocławski. Wrocław.
Wałbrzych 2000; Sytuacja społeczno–gospodarcza (maszynopis). Opracowali H. Polak i H. Urbanek. WUS. Wrocław 2001.
Wałbrzych 2001; Sytuacja społeczno–gospodarcza (maszynopis). Opracowali H. Polak i H. Urbanek. WUS. Wrocław 2002.
Wałbrzych 2002; Sytuacja społeczno–gospodarcza (maszynopis). Opracowali H. Polak i H. Urbanek. WUS. Wrocław 2003.
Ważniejsze dane o ochronie środowiska w województwie wałbrzyskim za lata 1986–1989 (maszynopis). WUS. Wałbrzych 1990.
Wójcik J., 1991; Przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi pod wpływem górnictwa w rejonie Wałbrzycha (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.
Wspólny raport o jakości powietrza w trójgranicznym regionie Republiki Czeskiej, Polski i Niemiec w roku 2004 (maszynopis). Biblioteka Wojewódzka i Miejska w Wałbrzychu.
Wstępna charakterystyka ilościowa i jakościowa odpadów mineralnych Wałbrzycha (maszynopis). Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska. Wałbrzych 1980.
Wycisło K., 1964. Wpływ czasu na przebieg procesu obniżeń górotworu spowodowanych eksploatacja górniczą (maszynopis). Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.
Wydobycie węgla i wydajność w latach ubiegłych w kopalniach wałbrzyskich (dokumentacja statystyczna). Dane z lat 1975–1992. Archiwum Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego w Wałbrzychu.
Wykaz odpadów powstałych w województwie wałbrzyskim w latach 1980–1994 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.
Wykaz odpadów wytworzonych przez zakłady przemysłowe Wałbrzycha w latach 1980–1996 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.
Wykorzystanie i ochrona środowiska ziem południowo–zachodniej Polski (maszynopis). Materiały Sesji Naukowej 8–9 marca 1974. Zakład Planowania Przestrzennego i Urbanistyki. PAN Oddział Wrocław.
Wyniki pomiarów imisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w Wałbrzychu w latach 1986–1988 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.
Zachariasz J., 1987. Kształtowanie środowiska naturalnego miasta Wałbrzycha (maszynopis). Katedra Polityki Ekonomicznej i Planowania Gospodarki narodowej AE we Wrocławiu. Wrocław.
Zagrożenia gazowe w strefie przypowierzchniowej związane z likwidacją kopalń wałbrzyskich w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (maszynopis). Opracował M. Kotarba. Wałbrzych 1998.
Zagrożenia środowiska (dokumentacja). Biuro Wojewódzkiego Konserwatora Przyrody w Wałbrzychu.
Zakłady przemysłowe Wałbrzycha, Boguszowa–Gorc i Jedliny-Zdroju odprowadzające ścieki do wód powierzchniowych w tych miastach w latach 1980–2000 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Założenia techniczno–ekonomiczne rekultywacji i zagospodarowania centralnego zwałowiska kamienia KWK Thorez w Wałbrzychu (maszynopis). Czeladź–Wałbrzych 1976. Dział Ochrony Środowiska KWK Wałbrzych.

Zanieczyszczenia emitowane do powietrza przez KWK Thorez w latach 1980–1992 (dokumentacja). Dział Ochrony Środowiska KWK Thorez. Wałbrzych.

Zanieczyszczenie powietrza w Wałbrzychu i Szczawnie-Zdroju (dokumentacja). Zestawienia wartości uśrednionych z lat 1990–2000. WIOŚ. Wałbrzych.

Zanieczyszczenie pyłowe i gazowe powietrza w Wałbrzychu, Boguszowie-Gorcach, Szczawnie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju w latach 1975–1983 (dokumentacja). WSSE w Wałbrzychu. Wałbrzych.

Zanieczyszczenie wód Pełcznicy na terenie Wałbrzycha w latach 1980–2000 (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Zbiorcze zestawienia wyników średniomiesięcznych i całodobowych pomiarów imisji zanieczyszczeń wykonanych w latach 1984 i 1985 oraz ich porównanie (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Zbiorcze zestawienia wyników średniomiesięcznych i całodobowych pomiarów imisji zanieczyszczeń wykonanych w latach 1989 i 1990 oraz ich porównanie (dokumentacja). WIOŚ. Wałbrzych.

Zbiór referatów na Sympozjum na temat: „35 lat eksploatacji górniczej w filarach ochronnych KWK Wałbrzych". SIiTG Wałbrzych–Sobótka górka 15–16 listopada 1984 r. (maszynopis). Dział Ochrony Środowiska KWK Wałbrzych. Wałbrzych.

Zestawienia gospodarowania odpadami przemysłowymi w województwie wałbrzyskim za lata 1976–1984 (dokumentacja). Wydział Ochrony Środowiska, Gospodarki Wodnej i Geologii Urzędu Wojewódzkiego w Wałbrzychu. Wałbrzych.

Żmuda S., 1964. Antropogeniczne formy terenu na obszarze GOP (maszynopis). Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.

Summary

Changes of the selected components of the environment (relief features, air and surface water) in the Wałbrzych district in the years 1975 to 2000 in anthropopression conditions, with particular consideration of the influence of industry.

The paper elaborates on the changes of the selected components of the environment (relief features, air and surface water) in the Wałbrzych district in anthropopression conditions, with particular consideration of the influence of industry. The research encompasses the regressive period of the development of traditional branches of industry and the domination of industry in the economy of the Wałbrzych district in the years 1975 to 1990, and the beginning of the transformation of the economic system (1990–2000). The main aim of the paper was the reconstruction of the anthropogenic changes which happened in the environment in the Wałbrzych district during the end of the development of coal, energy and coke industries, as well as in and after the period of economy restructure in the Wałbrzych area, and the factors that influenced the proceeding and the results of anthropopression considered with regards to time and space. The research was focused on an area of 144,4 km^2 called the Wałbrzych district located in the Sudety Mountains within administrative boundaries of Wałbrzych, Boguszów-Gorce, Szczawno-Zdrój and Jedlina-Zdrój (fig. 4). In the following paper anthropopression and its effects on the environment were examined in dynamic approach, as compared with conditions of anthropopression which change both with time and in space. The relations undergoing in space and dependencies conditioned by anthropopression and their effects on researched components of the environment were encompassed using model solutions. The time range of the research (1975–2000) can be justified by the accessibility of the research resources. The research is based on numerous publications as well as diverse unpublished materials which were collected by the author of this paper in industrial plants in Wałbrzych and surrounding towns (both closed down and still operating) and in offices controlling the condition of the environment. The majority of data incorporated in this paper come from archival, unpublished materials, which comprise unprocessed results of the measurements of pollution of the environment and contamination of surface water, and statistical data concerning anthropogenic changes in relief features in the researched period. The paper also contains the results of multiannual research of the author of this paper.

The land development of the Wałbrzych district in the years 1975–2000 was diversified. Wałbrzych and Boguszów-Gorce were mainly industrial centres, while in the towns of Szczawno-Zdrój and Jedlina-Zdrój the main focus was directed towards tourism and recreation. The main factors of anthropopression were industry and urban economy. The factors and types of anthropopression, as well as the results in the environment caused by this process were diversified in space and their intensity varied with time. Taking into consideration the durability of the causes of anthropopression, two types of anthropogenic transformations of the environment were distinguished in the researched area:
– permanent, having emerged mainly in the relief (spoil tips and settling basins, subsidence basins and excavations),
– impermanent, typically related to the changes in the quality of surface water and air.

Considering the nature and the course of the anthropopression processes in the researched area, three types of anthropopression were distinguished: linear, surface and spatial (fig. 139). The first of the aforementioned types is related to contamination of rivers, transformation of river beds and changing directions of watercourse flows. Surface anthropopression consists of moulding of relief, while spatial anthropopression of emitting pollution into the surface layer of the atmosphere.

The transformation of the researched components of the environment in the Wałbrzych district as a result of anthropopression was determined by numerous factors, such as specific circulation of pollution (fig. 138). The degradation of surface water was a result of sewage disposal in the researched area. Pollution which was let into the rivers migrated outside the researched area. Therefore the anthropopression connected with surface water created a one-sided open system. The circulation of pollution in the air over the Wałbrzych district was completely open. Pollution emitted in Wałbrzych and the surrounding area migrated outside the researched area, but polluted air was also coming from the areas outside the Wałbrzych district, though its amount was considerably small. That is why, local sources of pollution emission had determinative influence on the quality of air in the researched area. Over especially lower areas of land occurred zones with elevated emission of dust and gases, which created "islands of polluted air" (fig. 122). The circulation of waste in the Wałbrzych district was close-circuit. In the years 1975 to 2000 almost all produced waste remained in the researched area. The majority of waste was disposed of, mainly in landfills or mine excavations.

Industry and urban economy had an impact on the environment of the Wałbrzych district both in a direct and an indirect way. The direct effects of anthropopression are, among others, considerable changes in relief features. The emerging of spoil tips and settling basins as well as municipal solid waste landfills and industrial waste landfills caused contamination of soil and vegetal cover, pollution and physical changes in soil in proximity to aforementioned forms, as well as

encompassing soil covers, which resulted in their exclusion from agricultural and forest production, creation of areas of limited economic utility and negative changes in the landscape. Unreclaimed heaps and settling basins were also a considerable source of dust emission. They influenced the microclimate of the researched area and were the source of precipitation and process wastewater contaminating the surface water etc. (fig. 80).

Another effect of anthropopression was creation of additional energy and matter which entered the environment. This process resulted in numerous interactions leading to diverse intended and unintended changes in the environment. The course of anthropopression has changed over time and space. Basing on the amount of pollution emitted into the environment and the scale of anthropogenic changes of the relief, surface water and air in the years the 1975–2000, three periods of anthropopression intensity were distinguished: 1975–1990, 1991–1996 and 1997–2000 (fig. 140). The first of the aforementioned periods lasted the longest and can be characterized by the highest intensity of anthropopression and its effects in the examined components of the environment. At the end of this period occurred first the "symptoms" of lowering the intensity of anthropopression. In 1991a transitional period began, which can be characterized with gradual drop in anthropopression intensity. The process of anthropogenic transformation of the environment also declined. In the last four years (1997–2000) the anthropopression intensity and its results in the environment had the least significance in the researched period. A characteristic feature in the Wałbrzych district was also a considerable spatial diversification of the dynamics of the process. In the years 1975-1990 the highest intensity of anthropopression was visible in Wałbrzych and Boguszów-Gorce. In that period significant anthropogenic changes in the surface waters and the air took place also in Szczawno-Zdrój as a result of faulty heat economy and water conservation management and unfavorable location in the vicinity of Wałbrzych. In Jedlina-Zdrój area the intensity of anthropopression and its results in the years from 1975 to 1990 were notably smaller than in other towns in the researched area. In the aforementioned period increasing environmental degradation and destruction of extensive areas of land in the Wałbrzych district of spatially diversified intensity took place. In the years 1991 to 1996 in connection with the economic transformation a decrease in the intensity of anthropopression occurred; especially in industrialized areas. This process resulted in reduction of disparity in spatial diversity of the analyzed phenomenon. In the years 1997-2000 there was no distinct diversity in spatial intensity of anthropopression expressed by the amount of pollution emitted into the environment. The changes in the economy of the Wałbrzych district initiated in the last decade of the former century have had a positive effect on the environment (especially the quality of air and surface waters) in the researched area up to this day.

The conclusion of the research is distinguishing three periods of changes in the Wałbrzych district environment in anthropopression conditions:

1. Period of intensive anthropopression in the years 1975–1990 in which the pace and results of anthropogenic changes in the environment exceeded the changes caused by processes of restitution and relaxation of the environment (growing degradation and destruction of the environment).

2. Period of rapid changes in the environment in the years from 1991 to 1996, during which the intensity of anthropopression and its effects were gradually decreasing, as a result of industry restructuring: amendment of quality of air and surface waters and lowering intensity of anthropogenic changes in relief.

3. Period of environment relaxation started in 1997. In this phase anthropopression played a lesser role in transformation of the environment than all natural processes leading to restoring the initial state of the environment, which were assisted by regenerative actions (restoration of normative quality of air on the whole area and water in some parts of watercourses, and gradual restoration of use value of grounds which were degraded and destroyed by the industry, as well as the reinstitution of vegetation in those areas).

Reorganization of industry in the Wałbrzych district laid the foundation of "new" quality of the environment in the researched area. Before the economic transformation, human activities were directed towards the development of branches of industry which increased the destruction and degradation of the environment. During the process of economic reorganization the intensity of anthropopression was gradually decreasing which resulted in systematic improvement of the environment. When the process of reorganization ended the intensity of stimuli disrupting the environment was considerably lower than the self-adjusted changes in the environment. Human activities can be considered then as an overriding factor which conditioned the course and size of changes in the environment in the researched area. According to the author, the amelioration of the quality of the environment in the Wałbrzych district is indirectly caused by industry reorganization lead during the economic transformation and market facilitation in Poland. The same trend can be seen in numerous publications concerning the process of anthropopression in other industrialized areas in Poland, Czech Republic and Germany. The anthropogenic changes in the Wałbrzych district environment and changes in its industry observed in the last dozen or so years indicate that the intensity of anthropopression and the state of the environment will not undergo substantial changes in the nearest future.