

POLITECHNIKA ZIELONOGÓRSKA
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I INŻYNIERII SANITARNEJ



**zeszyty
naukowe**

118

ZIELONA GÓRA, 1998

POLITECHNIKA ZIELONOGÓRSKA
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I INŻYNIERII SANITARNEJ

ZESZYTY NAUKOWE Nr 118

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA 8

Materiały Pokonferencyjne
I Międzynarodowej Konferencji
*Ochrona i Rekultywacja
Terenów Dorzecza Odry –
Sytuacja po Powodzi 1997 roku*

Kolegium redakcyjne:
prof. dr hab. inż. Henryk GREINERT
dr inż. Andrzej GREINERT
dr Urszula KOŁODZIEJCZYK

*Zakład Odnowy Środowiska
Instytut Inżynierii Środowiska
Politechnika Zielonogórska*

Recenzenci:
prof. dr hab. inż. Henryk GREINERT
dr hab. inż., prof. PZ Andrzej JĘDRCZAK

*Instytut Inżynierii Środowiska
Politechnika Zielonogórska*

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Zielonogórskiej

**Koszt publikacji pokryto ze środków
Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Zielonej Górze**

ISSN-0209-0635

Skład komputerowy i edycja
mgr inż. Anna GREINERT

Printed in Poland

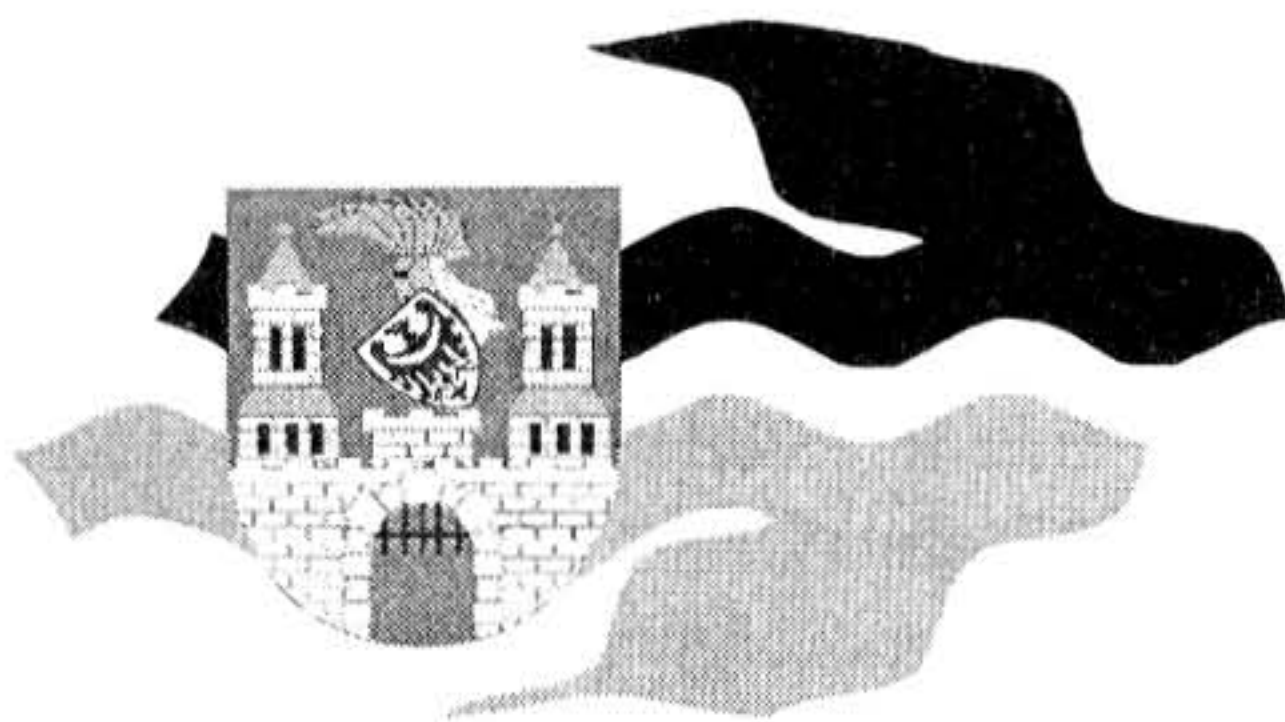
ZIELONA GÓRA – 1998. Nakład 300 egz. Format B-5. Objętość: 12,3 ark. druk.
Oddano do druku w listopadzie 1998. Druk ukończono w grudniu 1998. Papier kl. III, 80g, 70/100.

Druk: Zakład Poligraficzny Politechniki Zielonogórskiej

SPIS TREŚCI

1. **Sprawozdanie z 1. Międzynarodowej Konferencji „Ochrona i Rekultywacja Terenów Dorzecza Odry”** **3**
(Report on the works of the 1st International Conference „Protection and Recultivation of the Odra-Basin Areas”)
2. **Tadeusz Chrzan** **12**
Krytyczna ocena parametrów nośności podłoża przy dobieraniu geotekstyliów *(Critically degree parameters load capacity of subsoil in classification geotextile)*
3. **Michał Drab** **20**
Skład chemiczny oraz pobranie składników z plonami roślin uprawianych na terenach przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego w Dolinie Bobru *(The chemical composition and elements-receive with the yields of the plants growing on the terrains transformed by the building-materials mining in the Bóbr-valley)*
4. **Henryk Greinert, Andrzej Greinert** **42**
Stan użytków rolnych i leśnych na Środkowym Nadodrzu rok po powodzi 1997 roku *(The arable- and forest-areas state in the Middle-Odra-Land one year after flood 1997)*
5. **Jacek Gurwin, Lech Poprawski** **46**
Odnawialność wód podziemnych Lubińsko-Głogowskiego Obszaru Miedzionośnego *(Renovation of the ground waters in the Lubin-Glogów Copper-bearing area)*
6. **Dorota Kalembasa, Marcin Becher, Krzysztof Pakuła** **58**
Wpływ krótkotrwałego zalewu gleb na frakcje węgla i azotu *(The influence of short term flooding of soil on the fraction of carbon and nitrogen)*
7. **Urszula Kołodziejczyk, Artur Spólnik** **67**
Analiza modelowych badań kapilarności gruntu *(Analyse of the ground-capillarity model-investigations)*

8.	Rafalina Korol, Elżbieta Jaśniewicz, Marzenna Strońska Możliwości wdrożenia dyrektyw Unii Europejskiej w monitoringu wód i ścieków. (<i>The possibilities of implementation of the EU directives in the waters and wastewaters monitoring</i>)	75
9.	Małgorzata Krajewska, Maciej Kordian Kumor, Adam Pod- horecki O zniszczeniach powodziowych w gminie Łądek Zdrój (<i>About the flood-damages in the Łądek Zdrój-Commune</i>)	87
10.	Adam Malecki Agroklimat zlewni Obrzycy (<i>The agroclimatic conditions of the Obrzyca-river basin</i>)	99
11.	Adam Malecki Przestrzeń produkcyjna zlewni Obrzycy (<i>The production-space in the Obrzyca-river basin</i>)	115
12.	Jerzy Mendaluk Stan czystości wód podczas powodzi '97 - na terenie wojewódz- twa zielonogórskiego (<i>The water-purity state during the flood- time 1997 – in the Zielona Góra Province</i>)	131
13.	Bartłomiej Najbar Organizmy strefy pelagicznej, litoralnej i głębinowej wybranych zbiorników powyrobowiskowych w Łuku Mużakowskim (<i>The orga- nisms of the pelagial-, litoral- and abyssal-zones in the chosen water-basins after mine-exploitation in the Mużaków-Curve</i>)	159
14.	Marlena Piontek, Aleksander de'Ville Osuszanie i odgrzybianie obiektów budowlanych „metodą hydro- fobową” (<i>„Drying and fungi-elimination in the buildings with the hydrophobic-method”</i>)	180
15.	Piotr Warcholak Krótki rys historyczny regulacji rzeki Odry (<i>The short historical outline of the Odra-river regulation</i>)	185

**SPRAWOZDANIE****Z 1. MIĘDZYNARODOWEJ KONFERENCJI „OCHRONA
I REKULTYWACJA TERENÓW DORZECZA ODRY”****REPORT ON THE WORKS
OF THE 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE „PROTECTION
AND RECULTIVATION OF THE ODRA-BASIN AREAS”****ZIELONA GÓRA; 15-16. 09. 1998 ROKU**

Konferencja odbyła się w dniach 15-16 września 1998 roku, z inicjatywy Zakładu Odnowy Środowiska Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Zielonogórskiej, który był również jej głównym organizatorem. Współorganizatorami Konferencji byli (w kolejności alfabetycznej):

„Aqua” Sp. z o.o. w Zielonej Górze,

Dyrekcja Regionalna Lasów Państwowych w Zielonej Górze,

Komitet Badań Naukowych,

Novita S.A. w Zielonej Górze,

Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie – Zielonogórski Zakład Górnictwa Nafty i Gazu,

Polskie Towarzystwo Gleboznawcze – Oddział w Zielonej Górze,

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodnych i Melioracyjnych – Oddział Zielona Góra, Polskie Towarzystwo Geologiczne – Oddział Ziemi Lubuskiej,

Urząd Wojewódzki w Zielonej Górze,

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Zielonej Górze,

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze.

Ciężar przewodniczenia Komitetowi Naukowemu Konferencji wziął na siebie Dziekan Wydziału Budownictwa i Inżynierii Sanitarnej, Kierownik Zakładu Odnowy Środowiska – **prof. dr hab. inż. Henryk Greinert**, natomiast Komitetowi Organizacyjnemu przewodniczyli wspólnie **dr hab. inż., prof. PZ Tadeusz Chrzan** i **prof. dr hab. inż. Henryk Greinert**. Sekretariat Konferencji w jej okresie przygotowawczym oraz w trakcie trwania, prowadzili **dr Urszula Kołodziejczyk** i **dr inż. Andrzej Greinert**.

Konferencja została objęta honorowym patronatem przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, **prof. dr hab. Jana Szyszko**, co zostało bardzo dobrze przyjęte zarówno przez gremium zaangażowane w organizację konferencji, jak przez jej uczestników.

Członkami Komitetu Honorowego Konferencji byli:

- Wojewoda Zielonogórski – **prof. dr hab. inż. Marian Milek**,
- Rektor Politechniki Zielonogórskiej – **prof. dr hab. Michał Kisielewicz**,
- Prezes Novita S.A. w Zielonej Górze – **mgr Marek Górny**.
- Z ramienia Ministra Jerzego Widzyka – Pełnomocnika Rządu do spraw Usuwania Skutków Powodzi, w obradach aktywny udział wziął **dr inż. Czesław Szczegielniak**.

W Konferencji wzięli udział pracownicy placówek naukowych oraz zakładów zajmujących się praktycznie problematyką ochrony i rekultywacji terenów narażonych na czasowe zalanie wodami powodziowymi, a także materiałami umacniającymi budowlę hydrotechniczne. Reprezentowane były praktycznie wszystkie nauki stosowane, związane z problematyką powodziową i rekultywacyjną: geologia, hydrogeologia, gleboznawstwo, budownictwo, inżynieria wodna i lądowa, socjologia, medycyna katastrof.

Reprezentowane były liczne ośrodki, zarówno krajowe jak zagraniczne (w kolejności alfabetycznej):

„Aqua” Sp. z o.o. w Zielonej Górze,
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,
Akademia Medyczna w Poznaniu,
Akademia Nauk Ukrainy,
Akademia Rolnicza w Krakowie,
Akademia Rolnicza w Lublinie,
Akademia Rolnicza w Szczecinie,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu,
Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie,
Carpi Italia Inc. – Włochy,
Dyrekcja Regionalna Lasów Państwowych w Zielonej Górze,
Ecole Polytechnique de Montreal – Kanada,
Ekoprojekt Zielona Góra,

Firma Dedal-Foto z Kiekrza,
Główny Instytut Górnictwa w Katowicach,
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Oddział we Wrocławiu,
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu,
Instytut Ochrony Środowiska we Wrocławiu,
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach,
Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne,
Komitet Badań Naukowych,
Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein – Niemcy,
Lausitzer Naturkundliche Akademie in Cottbus – Niemcy,
Novita S.A. w Zielonej Górze,
Oroville-Wyandotte Irrigation District – USA,
Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Dolnośląski,
Pipe Life Systemy Rurowe Polska sp. z o.o., Warszawa,
Politechnika Szczecińska,
Politechnika Szczecińska,
Politechnika Wrocławska,
Politechnika Zielonogórska,
Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie – Zielonogór-
ski Zakład Górnictwa Nafty i Gazu,
Polskie Towarzystwo Gleboznawcze – Oddział w Zielonej Górze,
Polskie Towarzystwo Geologiczne – Oddział Ziemi Lubuskiej,
Polyfelt, PCD Polymere Polska,
PPHU “Ekop” sp. z o.o. w Otyniu,
Proxima S.A.,
Przedsiębiorstwo Przemysłu Spożywczego PEPEES S.A. w Łomży,
Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu,
Rezekne Institution of Higher Education, Łotwa,
SAGEOS Geosynthetics Technologies Center - Kanada,
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodnych i Melioracyjnych – Od-
dział Zielona Góra,
Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu,
Uniwersytet Szczeciński,
Uniwersytet Warszawski,
Urząd Miejski w Zielonej Górze,
Urząd Wojewódzki w Szczecinie,
Urząd Wojewódzki w Zielonej Górze ,
Urząd Wojewódzki we Wrocławiu,
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Zielonej
Górze,

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze,
Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Lesznie,
Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze,
Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Zielonej Górze,
ZALF Müncheberg – Niemcy,
Zarząd Parków Krajobrazowych w Zielonej Górze,
ZGKiM w Zielonej Górze,
ZPF "Filtex" S.A. w Łodzi.

Prezentowane w trakcie Konferencji prace opublikowano w Materiałach Konferencyjnych (redakcja: Henryk Greinert, Urszula Kołodziejczyk, Andrzej Greinert), ISBN 83-905167-4-8, które wszyscy uczestnicy otrzymali przed Konferencją, natomiast prace dostarczone po upływie terminu nadsyłania i podczas Konferencji opublikowano w Materiałach Pokonferencyjnych – specjalnym zeszycie (recenzowanym) Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Zielonogórskiej.

CZĘŚĆ OFICJALNA:

Konferencję otworzył Przewodniczący Komitetu Naukowego Konferencji, prof. dr hab. inż. Henryk Greinert. Po powitaniu honorowych gości i uczestników Konferencji wygłosił on słowo wstępne na temat wielowątkowości problematyki objętej tematem Konferencji oraz konieczności współpracy różnych środowisk dla podjęcia właściwych rozstrzygnięć dla dobra Regionów narażonych na sytuację jak ta z roku 1997.

Następnie zabrał głos gospodarz Uczelni, J.M. Rektor prof. dr hab. Michał Kisielewicz. Przywitał on zebranych uczestników Konferencji, życząc owocnych obrad i miłego pobytu w Zielonej Górze.

W imieniu Wojewody Zielonogórskiego i własnym, jako Dyrektor Wydziału Ochrony Środowiska UW, wystąpił kolejno dr inż. Jerzy Tonder. Podkreślił on wagę tematyki obrad dla Regionu i wypracowania na przyszłość systemu gospodarki w zlewni w warunkach zagrożenia powodzią.

Po części oficjalnej ogłoszono krótką przerwę, po której nastąpiły obrady plenarne.

OBRADY PLENARNE:

Odbyły się one pierwszego dnia Konferencji, 15. września, w Sali im. prof. Szafrana Politechniki Zielonogórskiej. Obrady zostały zorganizowane w trzy

kolejno po sobie występujące sesje, o możliwie ujednoliconym wewnątrznie programie.

Pierwsza sesja przedstawiała ogólne aspekty przyczyn powodzi i funkcjonowania terenów okresowo zalewanych. Prowadzenie sesji powierzono **dr Filipińskiemu** z Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein – Niemcy. W jej trakcie referaty przedstawili:

Kaniecki A., Kijowski A.: Letnia powódź 1997 roku i wynikające z niej problemy wodnogospodarcze. Próba kartograficznego ujęcia katastroficznej sytuacji powodziowej

Korol R., Jaśniewicz E., Strońska M.: Możliwości wdrożenia dyrektyw Unii Europejskiej w monitoringu wód i ścieków.

Mendaluk J.: Stan czystości wód podczas powodzi '97 - na terenie województwa zielonogórskiego.

Wira J., Tarnowski K., Greinert A.: Charakterystyka zasobów wodnych i zagrożenia dla ich czystości w Polsce.

Druga sesja została zaplanowana jako ujmująca zagadnienia popowodziowego obrazu terenów, które dotknęła, oraz przyczyn technicznych wystąpienia przerw w wałów jako będących bezpośrednią przyczyną wylewu rzeki na tereny zagospodarowane rolniczo, leśniczo i urbanistycznie. Przewodnictwo nad sesją powierzono **prof. dr hab. inż. Edwardowi Niedźwieckiemu** z Akademii Rolniczej w Szczecinie.

Caruk M., Filipek K., Adamczyk Z.: Monitoring terenów wodonośnych zagrożonych antropogenicznie.

Bąk K., Duda S.: Szkody i skutki powodzi 1997 roku w lasach zielonogórskich.

Fatyga J.: Szkody powodziowe w użytkach rolnych górskiej części dorzecza Odry oraz możliwości ich likwidacji

Chołody B., Warcholak P.: Wyrwy w wałach przeciwpowodziowych na zielonogórskim odcinku Odry (lipiec 1997 roku). Przyczyny powstania i sposób zabudowy.

Scuero A.M.: The underwater installation of a drained geomembrane system on Lost Creek dam.

Młynarek J.: Hydraulic and mechanical performance of GCLs and their properties.

Trzecia i ostatnia sesja została poświęcona ocenie gleb i gruntów terenów nadrzecznych, ocenie przyrodniczego wpływu powodzi na tereny nadodrzańskie oraz metodyce badań i oceny zagrożeń powodziowych. O przewodniczenie sesji poproszono **prof. dr hab. Sławoja Kucharskiego** z Akademii Medycznej w Poznaniu. Zaprezentowano podczas niej referaty:

Jankowski W., Jerzak L.: *Możliwości poprawy sytuacji przeciwpowodziowej przy zachowaniu walorów przyrodniczych doliny Odry na odcinku zielonogórskim.*

Deumlich D., Stejdl J., Frielinghaus Mo., Koćmit A., Podlasiński M., Kąjewski I.: *Methods of potential erosion risk estimation in different regions of the Odra-catchment and protection measures.*

Filipiński M., Temmler H.: *The chemical and physical properties of the liners of dikes from Northsea coast in Schleswig-Holstein.*

Helios-Rybacka E., Strzebońska M.: *Skażenie rzeki Odry metalami ciężkimi. Wstępne wyniki badań osadów powodziowych.*

Terelak H., Stuczyński T., Motowicka-Terelak T.: *Monitoring właściwości gleb gruntów ornych w Polsce.*

Każdej sesji towarzyszyła ożywiona dyskusja, dotycząca zarówno wygłaszanych tez, jak stosowanych metodyk badań, w końcu możliwości zastosowania konkretnych pomysłów w praktyce.

Obrady plenarne podsumował i zakończył kilkoma cennymi uwagami popartymi krótką prezentacją dr inż. Czesław Szczegielniak - przedstawiciel Ministra – Pełnomocnika Rządu do spraw Usuwania Skutków Powodzi, Jerzego Widzyka.

SESJA POSTEROWA:

W pierwszym dniu obrad została zorganizowana sesja posterowa, trwająca przez cały dzień tak, aby umożliwić jej oglądnięcie uczestnikom Konferencji również poza specjalnie dla tego celu wyznaczonym czasem - w czasie przerw w obradach plenarnych. Aby osiągnąć ten cel zlokalizowano ją w holu, bezpośrednio przylegającym do sali obrad.

W ramach sesji zostało zaprezentowanych **29 posterów**, które zostały bardzo wysoko ocenione tak ze względów merytorycznych jak fachowego przedstawienia graficznego (wizualnego).

CZEŚĆ TERENOWA:

Drugiego dnia Konferencji odbyła się sesja wyjazdowa, przedstawiająca w terenie miejsca newralgiczne w trakcie powodzi 1997 roku na terenie województwa zielonogórskiego. Uczestnicy Konferencji mieli dodatkowo okazję zobaczyć jaki wkład pracy został włożony przez gospodarzy terenu w ciągu minionego roku dla zlikwidowania szkód powodziowych w hydrotechnicznej obudowie rzeki oraz na terenach najdłużej znajdujących się pod wodą. W tym celu zostały zaplanowane w okresie przedkonferencyjnym oraz pokazane i omówione w drugim dniu Konferencji niżej wymienione lokalizacje:

1. Punkt – Wysokie-Czerwieńsk (Pomorsko); 478. km biegu rzeki Odry,
2. Punkt – Nadleśnictwo Przytok, Leśnictwo Dąbrowa,
3. Punkt – Siedlisko-Przyborów; 425,3. km biegu rzeki Odry,
4. Punkt – Nowa Sól-Przyborów; 427,7. km biegu rzeki Odry,
5. Punkt – Nadleśnictwo Nowa Sól, Leśnictwo Siedlisko.

Część terenowa była poprowadzona przez pracowników Dyrekcji Regionalnej Lasów Państwowych w Zielonej Górze i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Wodnych i Melioracyjnych – Oddział Zielona Góra, najlepiej zorientowanych w wybranych terenach z racji codziennych zmagania z problematyką powodziową.

WYSTAWY:

W trakcie Konferencji zorganizowane zostały cztery wystawy, zlokalizowane w Budynku Politechniki Zielonogórskiej, w którym odbywały się obrady pierwszego dnia Konferencji – przy sali obrad i przy punkcie rejestracyjnym (sekretariacie) Konferencji.

Były to:

- ❖ Wystawa szerokiej gamy geowłóknin, produkowanych przez zakłady Novita S.A. w Zielonej Górze, jako materiałów wzmacniających konstrukcje wałów przeciwpowodziowych. Przedstawiciele firmy prezentowali również technologię stosowania geowłóknin i konkretne przykłady użycia ich w terenie.
- ❖ Demonstracja wyrobów firmy Aqua S.A., producenta i dystrybutora szerokiej gamy pomp i urządzeń hydrotechnicznych.
- ❖ Wystawa zdjęć, ukazujących przebieg i zasięg powodzi 1997 roku w województwie zielonogórskim.
- ❖ Wystawa wielkowymiarowych, kolorowych zdjęć lotniczych, ukazujących zasięg powodzi w strategicznych punktach na Odrze w województwie zielonogórskim.

PODSUMOWANIE KONFERENCJI:

Na zakończenie sesji terenowej, ukonstytuowano głosami uczestników Konferencji Komisję Wnioskową w składzie:

prof. Fatyga – Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Oddział we Wrocławiu,

prof. Koćmit – Akademia Rolnicza w Szczecinie,

inż. Bąk – Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Zielonej Górze,

dr Winkler – Akademia Rolnicza w Szczecinie.

Komisja Wnioskowa opracowała szereg wniosków, które zostały przedstawione i przedyskutowane w gronie uczestników Konferencji podczas kończącego Konferencję spotkania zorganizowanego przez Nadleśnictwo Nowa Sól.

Ustalono, że:

- ❖ Należy kontynuować Konferencje z cyklu Ochrona i Rekultywacja Terenów Dorzecza Odry, uwzględniając wiele aspektów z tej dziedziny pogrupowanych w ramach podtematów kolejnych edycji cyklu.
- ❖ Badania w obrębie Doliny Odry należy prowadzić wielowątkowo, jako zadania zintegrowane, wielobranżowe, co wynika ze złożoności materii badawczej.
- ❖ Należy ustalić definitywnie preferowany rodzaj gospodarki na terenach zalewowych, w międzywałach i w terenach zagrożonych okresowym podtapieniem lub zatapianiem przez wody rzeczne i inne.
- ❖ Należy zobligować Rady do unikania lokalizacji zabudowań w dolinach rzecznych, co musi znaleźć odzwierciedlenie w planach zagospodarowania przestrzennego.
- ❖ Bezcelowym jest podnoszenie w nieskończoność wysokości wałów przeciwpowodziowych; należy wymóc takie regulacje dotyczące biegu rzek i zagospodarowania międzywali, aby udrożnić przepływ wód powodziowych korytem rzeczny.
- ❖ Należy objąć pojęciem powodzi szeroko pojęte zjawiska, powodowane przez wodę jako czynnik sprawczy; przykładem są podtopienia budynków i budowli przez wody gruntowe.
- ❖ Należy unikać nadmiernie szerokiej zabudowy technicznej rzek (za wszelką cenę). Tego typu postępowanie ogranicza retencję wodną do czego należy podchodzić z wyjątkową ostrożnością.
- ❖ Szereg decyzji związanych z działaniami przeciwpowodziowymi należy podjąć a priori; dotyczy to zwłaszcza lokalizacji i użytkowania polderów.
- ❖ Koniecznym jest odrębne rozważanie sytuacji powodziowej i regulacji przeciwpowodziowych na terenach nizinnych i górskich. Szczególny nacisk należy położyć na gospodarkę przestrzenną w górach.

Organizacja międzynarodowej konferencji była przedsięwzięciem wymagającym dużego wysiłku zarówno ludzkiego jak finansowego. Stąd też Dziekan Wydziału Budownictwa i Inżynierii Sanitarnej Politechniki Zielonogórskiej zdecydował się na oficjalne podziękowanie osobom zaangażowanym w jej przygotowanie i przeprowadzenie.

Zorganizowano również kończące prace obecnej edycji spotkanie Rektora Politechniki Zielonogórskiej, prof. dr hab. Michała Kisielewicz z współorgani-

zatorami Konferencji, bez których wsparcia finansowego i organizacyjnego nie mogłoby do niej dojść.

Środki ww. spożytkowano na (podano w kolejności alfabetycznej):

„Aqua” Sp. z o.o. w Zielonej Górze – koszty organizacyjne Konferencji,
Dyrekcja Regionalna Lasów Państwowych w Zielonej Górze – współorganizacja sesji terenowej i uroczystego zakończenia Konferencji,
Komitet Badań Naukowych - koszty organizacyjne Konferencji,
Novita S.A. w Zielonej Górze - koszty organizacyjne Konferencji,
Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie – Zielonogórski Zakład Górnictwa Nafty i Gazu - koszty organizacyjne Konferencji,
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodnych i Melioracyjnych – Oddział Zielona Góra – koszty organizacyjne Konferencji, współorganizacja sesji terenowej,
Polskie Towarzystwo Geologiczne – Oddział Ziemi Lubuskiej – druk materiałów konferencyjnych,
Urząd Wojewódzki w Zielonej Górze – koszty wynajęcia autokarów na sesję terenową,
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Zielonej Górze – druk materiałów konferencyjnych,
Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze – druk materiałów pokonferencyjnych.

dr inż. Andrzej Greinert,
dr Urszula Kołodziejczyk
Politechnika Zielonogórska
Sekretariat Konferencji

Sekretariat Konferencji:

Politechnika Zielonogórska
Instytut Inżynierii Środowiska
Zakład Odnowy Środowiska
ul. Podgórna 50
65-246 Zielona Góra
tel. (0-68) 3254831 wew. 492, 612

KRYTYCZNA OCENA PARAMETRÓW NOŚNOŚCI PODŁOŻA PRZY DOBIERANIU GEOTEKSTYLIÓW

CRITICALLY DEGREE PARAMETERS LOAD CAPACITY OF SUBSOIL IN CLASSIFICATION GEOTEXTILE

TADEUSZ CHRZAN*

S t r e s z c z e n i e

W referacie przedstawiono jedną z metod określania nośności podłoża przy dobieraniu geotekstyliów.

S u m m a r y

The paper presents one of the methods determination of load capacity of subsoil when we classification geotextile.

1. Wstęp

Krajowe uczelnie techniczne w niewielkim stopniu wprowadziły do programów nauczania wiedzę na temat nowych technologii, związanych z zastosowaniem geosyntetyków jako materiałów konstrukcyjnych. Ukazujące się od niedawna publikacje na temat geosyntetyków dotyczą jednostkowych problemów inżynierskich i można je traktować jako pomocne w rozwiązywaniu poszczególnych zagadnień. Dlatego też producenci zrzeszeni w Stowarzyszeniu Producentów Geotekstyliów organizują konferencje tematyczne poświęcone projektowaniu obiektów inżynierskich z zastosowaniem geotekstyliów, jak również wydali przetłumaczony z języka francuskiego poradnik stosowania geotekstyliów, opracowany przez Francuskie Stowarzyszenie Geosyntetyków. W wyniku niepełnego tłumaczenia lub tłumaczenia tekstu przez znawcę języka francuskiego a nie znawcę tłumaczonego problemu inżynierskiego, podano w polskim wydaniu po-

* Politechnika Zielonogórska, Zakład Odnowy Środowiska

radnika szereg parametrów, które nie są jednoznacznie opisane, badania właściwości na próbkach gruntu czy też in situ. W referacie omówiono te rozbieżności i określono parametry, które mogą być podstawą do klasyfikacji nośności podłoża w polskich warunkach.

2. Parametry podłoża według poradnika

Parametry nośności podłoża i ich najniższe wartości podano na podstawie poradnika [1] w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry nośności podłoża [1]

Procedury badawcze	Właściwa wartość i jednostka		Jakość podłoża		
			SU ₁	SU ₂	SU ₃
Test CBR	CBR	%	CBR>5	5>CBR>2	2>CBR
Próba ścinania	kohezja C _u	kPa	C _u >150	150>C _u >60	60>C _u >10
Statyczna próba obciążenia płytą	moduł EV ₂	MPa	EV ₂ >20	20>EV ₂ >5	5>EV ₂
Dynamiczna próba obciążenia płytą	współczynnik odbicia R	%	R>25	25>R>10	10>R
Ugięcie przy 13 tonach na oś	ugięcie d	mm	5>d		
Statyczna próba obciążenia płytą	moduł reakcji K	MPa/m	K>40	40>K>20	20>K
Penetrometr	opór w ostrzu Q _c	MPa	Q _c >1	1>Q _c >0,4	0,4>Q _c >0,1

2.1. Test CBR

California Bearing Ratio (CBR) wyraża w procentach stosunek między siłą powodującą zagłębienie w badanym gruncie a siłą powodującą zagłębienie w materiale wzorcowym. Test ten przeprowadza się przy naturalnej zawartości wody w gruncie jak i przy gruncie nasyconym wodą. Nie podano [1] czy dotyczy to prób na próbkach czy in situ. Brak jest polskiego odpowiednika takiego badania.

2.2. Próba ścinania

W próbie ścinania określana jest kohezja (spójność) C_u bez konsolidacji i bez odwodnienia. Nie określono [1] czy dotyczy to badań na próbkach laboratoryjnych czy bezpośrednio w terenie.

2.3. Statyczna próba obciążenia płytą

Polega ona na określeniu modułu odkształcenia podczas drugiego obciążenia w czasie statycznej próby obciążenia przy użyciu płyty o średnicy 600 mm i ciśnieniu 0,2 MPa. Jest to prawdopodobnie badanie terenowe.

2.4. Dynamiczna próba obciążenia płytą [1]

Grunt znajdujący się pod płytą jest obciążany dynamicznie za pomocą ciężaru spuszczanego na sprężynę umocowaną do płyty. Obciążenie dynamiczne jest takie jakie spowodowałaby przejeżdżająca z prędkością 60 km/h ciężarówka o nacisku 13 Mg na oś. Reakcje obciążonego gruntu jest mierzona w procentach jako stosunek wysokości odbicia się spuszczanego ciężaru do jego początkowej wysokości. Brak jest polskiego odpowiednika takiego badania.

2.5. Ugięcie podłoża

Jest to wartość ugięcia podłoża przy nacisku na oś 13 Mg.

2.6. Moduł reakcji

Statyczny moduł reakcji wyznaczany jest podczas wgniatania w grunt płyty o średnicy 75 cm przy obciążeniu siłą 30 kN.

2.7. Penetrometr

Nacisk Q_c mierzony jest statycznym penetrometrem do głębokości 0,5 m [1], co sugeruje, że pomiary powinny być wykonywane w terenie.

3. Parametry nośności podłoża stosowane w Polsce

Wyżej wymienione parametry nie są w Polsce określane. Według norm bada się grunty budowlane w badaniach polowych i próbki gruntu w badaniach laboratoryjnych.

Grunt budowlany jest to część skorupy ziemskiej współdziałająca z obiektem budowlanym lub służąca jako tworzywo do wykonania z niego budowli ziemnych.

a) *Badania polowe*

W badaniach polowych określa się:

- spójność gruntu C_u , ścinarką obrotową,
- spójność gruntu C_u , penetrometrem tłoczkowym,
- opór w ostrzu sond podczas sondowania, sondą wciskaną i wbijaną,
- wytrzymałość gruntu przy ścinaniu obrotowym,
- moduł podatności gruntu przy obciążeniu płytą sztywną
- moduł odkształcenia pierwotnego i wtórnego gruntu przy obciążeniu świdrem talerzowym,
- moduł odkształcenia pierwotnego i wtórnego gruntu, kąta tarcia wewnętrznego oraz spójności presjometrem.

b) *Badania laboratoryjne próbek gruntu*

- jednoosiowy moduł ściśliwości pierwotnej i wtórnej gruntu w endometrze,
- wytrzymałość na ścinanie przy użyciu penetrometru stożkowego,
- wytrzymałość na ścinanie przy użyciu ścinarki obrotowej,
- spójność i kąt tarcia wewnętrznego gruntu metodą bezpośredniego ścinania

4. Analiza możliwości stosowania badań krajowych do określania parametrów jakości podłoża według poradnika

a) *Określania testu CBR jak i dynamicznego obciążania gruntu płytą wg PN-88/B -04481 i PN-74/B-04452 nie przeprowadza się. Określane według tych*

norm endometryczne moduły odkształcenia gruntu wykonywane są na małych powierzchniach.

b) *Statyczna próba obciążenia płytą*

Największa powierzchnia płyty przy określaniu modułu podatności płytą sztywną wynosi $0,5 \text{ m}^2$. Jest ona bardzo bliska powierzchni płyty dla określenia modułu reakcji powierzchni gruntu. Powierzchnia ta wynosi: $\pi D^2/4 = 3,14 \times 0,75^2/4 = 0,44 \text{ m}^2$

Płyta ta o powierzchni $0,5 \text{ m}^2$ poddana obciążeniu 30 kN może być użyta do określenia modułu reakcji gruntu. Mając to obciążenie na m^2 oraz głębokość wciśnięcia płyty w grunt w metrach pod tym obciążeniem można określić moduł reakcji gruntu w MPa/m, mniejszy o 13%.

Obciążenie płytą sztywną należy przeprowadzić na wyrównanej powierzchni dna wykopu. Obciążenie 30 kN powinno trwać tak długo, aż przyrost osiadania płyty nie będzie mniejszy niż 0,1 mm w czasie 2 godzin dla gruntu spoistego, a dla innych w czasie 0,5 h.

c) *Wartość kohezji*

Wartość kohezji w próbie ścinania powinna być określana bez konsolidacji i bez odwodnienia. Te warunki można zachować przy laboratoryjnym oznaczaniu spójności i kąta tarcia wewnętrznego gruntu metodą bezpośredniego ścinania na próbkach.

Wytrzymałość próbek na ścinanie określa się przy przykładaniu siły ścinającej w kierunku prostopadłym do dwóch boków próbki przy jednoczesnym działaniu siły normalnej, prostopadłej do płaszczyzny ścinania. Wytrzymałość na ścinanie można określać w aparacie skrzynkowym, który umożliwia badanie prostopadłościennych próbek o przekroju kwadratowym w płaszczyźnie ścinania o wymiarach boku 60 lub 100 mm ± 5 mm. Wysokość badanych próbek powinna wynosić odpowiednio 15÷18 mm lub 25÷30 mm.

Kierunek siły ścinającej musi być prostopadły do jednej z bocznych płaszczyzn próbki oraz prostopadły do kierunku działania siły normalnej do płaszczyzny ścinania. Płaszczyzna ścinania powinna przechodzić w połowie wysokości próbki przy prędkości mechanicznego przesuwu skrzynki:

$0,05 \pm 0,015 \text{ mm/min}$ – próbka o boku 60 mm

$0,1 \pm 0,03 \text{ mm/min}$ – próbka o boku 100 mm

Próbki mniejsze używane są do badania gruntów o uziarnieniu od 2÷4 mm nie przekraczającym 5% objętości próbki. Probki o boku 100 mm używane są do badania gruntów o zawartości ziarn o średnicy 4÷8 mm do 5% objętości próbki.

Przy odkształceniu względnym próbek mniejszym niż 10% wytrzymałość na ścinanie τ oblicza się ze wzoru, w kPa:

$$\tau = \frac{Q_m}{a(a-r)} \cdot 10^3,$$

przy odkształceniu względnym próbek równym 10%:

$$\tau = \frac{Q_m}{0,9a^2} \cdot 10^3$$

gdzie:

- Q_m - maksymalna siła ścinająca [N],
- a - początkowa długość boku próbki [mm],
- r - przesunięcie ramki aparatu w stosunku do skrzynki w momencie osiągnięcia siły Q_m [mm].

Badaną próbkę bada się tylko raz. Badania należy wykonać co najmniej na 5 próbkach i wyniki badań nanieść na wykres: naprężenie normalne $[\sigma]$ - wytrzymałość na ścinanie $[\tau]$. Gdy wyniki badań różnią się więcej niż 25% od linii aproksymującej te punkty to należy go odrzucić i wykonać badania tak, aby liczba próbek $n \geq 5$.

Wartość C_u (kohezji) i kąta tarcia wewnętrznego ϕ oblicza się metodą najmniejszych kwadratów według wzoru:

$$\tau = C_u + \sigma \times \operatorname{tg} \phi$$

gdzie:

- τ - wytrzymałość na ścinanie [kPa],
- C_u - spójność gruntu (kohezja) [kPa],
- ϕ - kąt tarcia wewnętrznego,
- σ - obciążenie normalne [kPa].

Kohezja C_u :

$$C_u = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i)^2 \sum_{i=1}^n \tau_i - \sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot \tau_i}{n \sum_{i=1}^n (\sigma_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2}.$$

Szybki pomiar kohezji in situ można wykonywać penetrometrem tłoczkowym na odkrywanej co kilkadziesiąt centymetrów głębokości płaszczyźnie gruntu w wykopie. Przyrząd składa się z uchwytu, w którym można pod wpływem siły przesunąć trzpień z naniesioną skalą oraz zagłębiającą się w grunt końcówką. Wewnątrz uchwytu znajduje się sprężyna dynamometryczna, która jest ściśkana przy wsuwaniu trzpienia w uchwyt a końcówki w grunt. Wielkość wsuniętego trzpienia walcowego przy zagłębieniu końcówki o średnicy 6,4 mm na głębokość 6,4 mm, po kolisty rowek, w badany grunt, odczytana ze skali, podaje maksymalną wartość siły wciskania Q [N]. Należy obliczyć średnią wartość co najmniej z 5 pomiarów. Powierzchnia gruntu powinna być starannie wyrównana. Kończówkę należy wciskać prostopadle do powierzchni w czasie ok. 30 s. Powierzchnia pomiarowa powinna mieć co najmniej 100 cm^2 a odległość między kolejnymi pomiarami 1,5 cm.

Wielkość spójności gruntu oblicza się ze wzoru:

$$C_u = 0,6 Q [\text{N/cm}^2]$$

d) *Opór ostrza penetrometru*

Penetrometr stożkowy używany jest do określania płynności gruntu oraz wytrzymałości na ścinanie, przy czym określa się głębokość wciśnięcia końcówki stożka penetrometru i siłę powodującą zagłębienie. Na tej podstawie określa się wytrzymałość na ścinanie. Penetrometr nie zagłębia się a na kilka milimetrów zagłębia się jego końcówka w badaną próbkę gruntu.

Zgodnie z tabelą 1 potrzebna jest wielkość statycznego nacisku w N/m^2 , działająca na ostrze penetrometru do głębokości 0,5 m. W Polsce do takich badań stosuje się sondy. Są to urządzenia podobne do penetrometru, całkowicie zagłębiające się w grunt do głębokości kilku metrów – sonda wciskana, do 10 m – sonda wbijana lekka, do 30 m – sonda wbijana ciężka. Sondowanie służy do jakościowej oceny gruntu na różnej głębokości oraz określania oporu końcówek sond przy zagłębianiu się w grunt. Ostrze sondy wciskanej jest stożkiem równobocznym o kątach podstawy i ostrza 60° i średnicy 35,6 mm. Sonda jest wciskana z żerdzią i urządzeniem do pomiaru siły oporu wciskanej końcówki z prędkością od 3 do 6 mm/s. Urządzenie podaje wielkość siły oporu ostrza i poboczniczy zagłębionej końcówki sondy.

Dzieląc siłę statyczną przez powierzchnię wciskanego stożka otrzyma się przybliżony opór w ostrzu sondy, który może być stosowany do klasyfikacji jakości podłoża drogowego w MPa (tabela 1).

5. Wnioski

Z przeprowadzonej analizy wynika, że do określania nośności podłoża według poradnika można stosować:

- wielkość kohezji (spójności), określonej w próbie ścinania za pomocą aparatu skrzynkowego lub penetrometrem tłoczkowym wg PN-88/B-04481,
- statyczną próbę obciążenia płytą do określenia modułu reakcji gruntu wg PN-74/B-04452,
- sondę wciskaną stożkową dla określenia oporu ostrza penetrometru wg PN-74/B-04452.

Literatura

1. „Geotekstylii poradnik stosowania”, Stowarzyszenie Producentów Geotekstylii, Beskidzki Instytut Tekstylny, Bielsko-Biała, 1998.
2. Polskie normy: PN-88/B-04481, PN-74/B-04452

SKŁAD CHEMICZNY ORAZ POBRANIE SKŁADNIKÓW Z PLONAMI ROŚLIN UPRAWIANYCH NA TERENACH PRZEKSZTAŁCONYCH PRZEZ PRZEMYSŁ WYDOBYWCZY KRUSZYWA BUDOWLANEGO W DOLINIE BOBRU

MICHAŁ DRAB^{*}

S t r e s z c z e n i e

W pracy przedstawiono skład chemiczny oraz pobranie składników z plonami roślin uprawianych na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego. Roślinami testowymi były ziemniaki, żyto ozime, jęczmień ozimy i rzepak ozimy. Oznaczono zawartości makroskładników oraz mikroelementów, a w ziemniakach dodatkowo skrobię, suchą masę i popiół.

1. Wstęp

Skład mineralny roślin decyduje o ich wartości biologicznej (Dziekanowski i inni 1992).

Do czynników kształtujących skład mineralny należy zaliczyć genetyczne właściwości gleby, klimat, zasobność i inne właściwości gleby, poziom prac ogólnotechnicznych, warunki wodne oraz nawożenie (Czuba, Mazur 1988).

Wszystkie te czynniki oddziałują kompleksowo i trudno jest ustalić priorytet któregoś z nich. Wydaje się, że jeszcze trudniej jest ustalić priorytet czynnika decydującego o składzie mineralnym roślin na glebach przekształconych w wyniku działalności przemysłu wydobywczego.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego na kształtowanie się zawartości oraz pobranie składników z plonami roślin uprawianych na terenach przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego.

^{*} Politechnika Zielonogórska; Instytut Inżynierii Środowiska

2. Metodyka badań

Doświadczenia polowe założono w 1986 roku w Dobroszowie Wielkim na terenie poeksploatacyjnym kruszywa budowlanego (rys. 1). W pierwszym roku uprawiano:

- ziemniaki odmiany `Elida` (pole IV),
- rzepak ozimy w odmianie `Jantar` (pole I),
- żyto ozime w odmianie `Dańkowskie Złote` (pole II),
- jęczmień ozimy w odmianie `Odra` (pole III).

Pola miały wymiary: długość 80m i szerokość 8m.

Wielkość pól pozwalała na stosowanie uprawy typowych w gospodarstwach wielkorolnych maszyn rolniczych.

Charakterystykę warunków glebowych przedstawiono w pracy wcześniejszej (Drab 1988). Gleby, na których założono doświadczenia charakteryzowały niekorzystne właściwości fizyko-chemiczne:

- silnie kwaśny odczyn (większość prób glebowych miało pH poniżej 5,0),
- silne ubicie warstw podglebia – utrudniało to przenikanie korzeni roślin w głąb profilu jak też wsiąkanie wody w głębsze warstwy,
- mała zasobność w próchnicę,
- niska zawartość składników pokarmowych form ogólnych i przyswajalnych.

Warunki meteorologiczne oraz plony roślin uprawnych opisano w pracy wcześniejszej (Drab 1988).

Ziemniaki wysadzono wiosną 1986 roku. Nawożenie mineralne zastosowano według schematu:

- Bez nawożenia NPK
- N-120, P_2O_5 -60, K_2O -200 kg/ha
- N-240, P_2O_5 -60, K_2O -200 kg/ha
- N-360, P_2O_5 -60, K_2O -200 kg/ha
- N-160, P_2O_5 -400, K_2O -320 kg/ha
- N-320, P_2O_5 -400, K_2O -320 kg/ha
- N-480, P_2O_5 -400, K_2O -320 kg/ha
- Dawki jak PGR Dobroszów: N-100, P_2O_5 -70, K_2O -120 kg/ha

Nawozy fosforowe w formie superfosfatu pojedynczego oraz potasowe w formie soli potasowej 50%-wej stosowano jednorazowo po orce, przed bronowaniem. Nawozy azotowe wysiano w dwóch dawkach: pierwszą – ½ dawki w postaci mocznika przed sadzeniem, a resztę posypowo w postaci saletry amonowej przed kwitnieniem ziemniaków.

Pozostałe rośliny wysiano jesienią 1986 roku. Schemat nawożenia roślin uprawnych był następujący:

Rzepak ozimy:

- Bez nawożenia NPK + Ca
- N-100, P₂O₅-50, K₂O-60 kg/ha + Ca
- N-200, P₂O₅-50, K₂O-60 kg/ha + Ca
- N-300, P₂O₅-50, K₂O-60 kg/ha + Ca
- N-140, P₂O₅-300, K₂O-100 kg/ha + Ca
- N-280, P₂O₅-300, K₂O-100 kg/ha + Ca
- N-420, P₂O₅-300, K₂O-100 kg/ha + Ca
- Dawki jak PGR Dobroszów: N-100, P₂O₅-90, K₂O-100 kg/ha + Ca
- N-280, P₂O₅-300, K₂O-100 kg/ha bez Ca

Żyto ozime:

- Bez nawożenia NPK + Ca
- N-100, P₂O₅-45, K₂O-80 kg/ha + Ca
- N-200, P₂O₅-45, K₂O-80 kg/ha + Ca
- N-300, P₂O₅-45, K₂O-80 kg/ha + Ca
- N-100, P₂O₅-280, K₂O-130 kg/ha + Ca
- N-200, P₂O₅-280, K₂O-130 kg/ha + Ca
- N-300, P₂O₅-280, K₂O-130 kg/ha + Ca
- Dawki jak PGR Dobroszów: N-100, P₂O₅-90, K₂O-120 kg/ha + Ca
- N-200, P₂O₅-280, K₂O-130 kg/ha bez Ca

Jęczmień ozimy:

- Bez nawożenia NPK + Ca
- N-100, P₂O₅-45, K₂O-80 kg/ha + Ca
- N-200, P₂O₅-45, K₂O-80 kg/ha + Ca
- N-300, P₂O₅-45, K₂O-80 kg/ha + Ca
- N-100, P₂O₅-280, K₂O-130 kg/ha + Ca
- N-200, P₂O₅-280, K₂O-130 kg/ha + Ca
- N-300, P₂O₅-280, K₂O-130 kg/ha + Ca
- Dawki jak PGR Dobroszów: N-100, P₂O₅-90, K₂O-100 kg/ha + Ca
- N-200, P₂O₅-280, K₂O-100 kg/ha bez Ca

Nawozy wapniowe zastosowano w ilości 5 t/ha węglanu wapnia przed orką. Nawożenie fosforowo-potasowe w pełnych dawkach stosowano w postaci superfosfatu pojedynczego i soli potasowej 50%-wej po orce. Nawożenie azotem w ilości ½ dawki w postaci saletry amonowej stosowano przed siewem roślin, pozostałą część wysiewano posypowo ¼ dawki – wczesną wiosną (02.04.) i ostatnią część po upływie miesiąca tj. 02.05.

Po zbiorach roślin z każdej kombinacji nawozowej pobrano reprezentatywne próby materiału roślinnego, tj. kłęby ziemniaków, ziarno i słomę pozostałych roślin.

W ziemniakach określono zawartość skrobi na wadze Parowa. Bulwy ziemniaków pocięto na plasterki, wysuszono, określono zawartość suchej masy – wagowo, a po zmineralizowaniu w piecu mufowym określono zawartość popiołu.

Każdą próbę zmineralizowano w stężonym kwasie siarkowym dla oznaczenia N-ogółem, oraz w mieszaninie stężonych kwasów solnego i azotowego w stosunku 3:1 dla oznaczenia: P, K, Ca, Na, Fe, Mn, Cu i Zn.

N-ogólny oznaczono metodą Kjeldahla, P – kolorymetrycznie metodą Bartona, K, Na i Ca na fotometrze Flapho-4, a Mn, Fe, Cu i Zn na spektrofotometrze absorpcji atomowej Varian-Techtron. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 1.

Próby ziarna i słomy pozostałych roślin rozdrobniono, zmineralizowano i oznaczono składniki mineralne podobnie jak w ziemniakach. Uzyskane wyniki zestawiono w tabelach 2-7.

3. Omówienie wyników

Zawartość skrobi w ziemniakach (tabela 1.) wahała się od 12,7% (kombinacja 4) do 14,3% (kombinacja 6). Na niższym poziomie nawożenia P i K wzrastające nawożenie azotem spowodowało zmniejszenie zawartości skrobi w ziemniakach. Zależności tej nie stwierdzono na wyższych poziomach nawożenia P i K.

Zawartość suchej masy była wyższa w bulwach ziemniaków nawożonych wyższymi dawkami fosforu i potasu. Nie stwierdzono wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość suchej masy w ziemniakach.

Zawartość popiołu w ziemniakach z pól nawożonych niższymi dawkami P i K koresponduje z zawartością potasu w bulwach. Na wyższym poziomie nawożenia fosforowo-potasowego zależności tej nie wykazano.

Zawartość azotu w bulwach ziemniaków była bardzo wysoka i kształtowała się od 3,58% do 7,17% przy najwyższym nawożeniu NPK. Wzrastające nawożenie azotem powodowało wzrost zawartości N-ogółem w bulwach na obu poziomach nawożenia P i K, przy czym przy dawkach P_2O_5 -400 i K_2O -320 kg/ha zależność ta była bardziej wyraźna.

Podobnie jak w przypadku azotu, zawartość potasu w bulwach ziemniaków była bardzo wysoka i wynosiła od 2,59% w kombinacji 4 do 5,68% w kombinacji 7 (najwyższy poziom nawożenia NPK). Nie stwierdzono wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość potasu przy niższych poziomach nawożenia P i K. Natomiast przy wyższym nawożeniu P i K wraz ze wzrostem dawek azotu zawartość potasu w ziemniakach rosła.

Zawartość fosforu w ziemniakach kształtowała się w zakresie od 0,08 do 0,29%. Stwierdzono wzrost zawartości fosforu w kombinacjach o wyższym nawożeniu P i K. W tych też kombinacjach wzrastające dawki azotu powodowały spadek zawartości fosforu w ziemniakach.

Analiza chemiczna wykazała bardzo niską zawartość wapnia w bulwach ziemniaka.

Zawartość Na, Fe, Mn i Zn w ziemniakach nie przewyższały zawartości podawanych przez Czubę i Mazura (1988). Natomiast średnia zawartość miedzi w bulwach była wyższa około 2-krotnie od cytowanych w literaturze [3, 14, 20].

Z oznaczonych makroskładników w ziarnie rzepaku ozimego (tabela 2) duże różnice wystąpiły w zawartości azotu ogólnego. Stwierdzono wpływ wzrastających dawek azotu na jego zawartość w ziarnie rzepaku. Zawartość P i K w ziarnie rzepaku były zróżnicowane w niewielkim stopniu. Jednak w kombinacjach o wyższym nawożeniu fosforowo-potasowym zawartość tych składników była znacznie wyższa.

Zawartość Ca, Na, Fe w ziarnie rzepaku była niższa niż podawana przez Czubę i Mazura (1988). Pozostałe składniki, tj. Cu, Mn i Zn wystąpiły w stężeniach wyższych niż cytowane przez ww. autorów.

Zróżnicowanie zawartości makroskładników w słomie rzepaku było większe niż w ziarnie (tab. 3).

Analiza składu chemicznego słomy rzepaku wykazała duże nagromadzenie w niej Cu i Mn. Zawartość Zn, Fe w słomie była w stężeniach zbliżonych do podawanych przez Czubę i Mazura (1988).

Zawartość azotu ogólnego w ziarnie żyta wahała się od 1,23% w kombinacji 9 do 1,68% w kombinacji 6 (tabela 4). Nie stwierdzono wyraźnego wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość tego składnika w ziarnie żyta.

Różnice w zawartości fosforu i potasu w ziarnie w poszczególnych kombinacjach były niewielkie.

Zawartość wapnia w ziarnie żyta we wszystkich przypadkach jest bardzo niska. Najwyższa wartość została zanotowana w kombinacji 6 – 460 mg/kg.

Zawartość Fe i Na w ziarnie żyta kształtowała się podobnie i była niższa niż podawana przez Czubę i Mazura (1988), natomiast stężenia średnie Cu i Mn przewyższały wyniki cytowane przez ww. autorów.

Zawartość azotu ogólnego w słomie żyta (tabela 5) wahała się od 0,47% (kombinacja 8) do 1,06% (kombinacja 9). Podobnie jak w przypadku ziarna żyta nie stwierdzono wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość N-ogólnego w słomie.

Zawartość P i K w słomie była bardziej zróżnicowana niż w ziarnie, jednak i tutaj nie wykazano wyraźnego wpływu wzrastających dawek nawożenia azotem na zawartość omawianych składników.

Zawartość wapnia w słomie żyta w kombinacjach z wyższym poziomem nawożenia P i K dwukrotnie przewyższała zawartość tego składnika przy niższych poziomach nawożenia P i K.

Analiza pozostałych oznaczonych składników wykazała, że średnia zawartość Cu i Mn w słomie przewyższała wyniki cytowane przez Czubę i Mazura (1988).

Zastosowane warianty nawożenia mineralnego dość wyraźnie zróżnicowały zawartość N ogólnego w ziarnie jęczmienia ozimego (tabela 6). Wzrastające nawożenie azotem stosowane przy wyższym nawożeniu fosforowo-potasowym obniżyło zawartość N ogólnego w ziarnie. Zawartość P i K w ziarnie jęczmienia była zróżnicowana w niewielkim stopniu.

Średnie stężenie Ca w ziarnie jęczmienia przewyższało stężenie tego składnika podane przez Czubę i Mazura (1988) około 3 razy.

Stężenia pozostałych składników, tj. Ca, Na, Fe, Mn i Zn były niższe niż podają ww. autorzy.

Analiza chemiczna słomy nie wykazała większych różnic w porównaniu do wyników spotykanych w literaturze (Czuba, Mazur 1988) jeśli chodzi o makroskładniki (tabela 7). Natomiast w przypadku mikroskładników zawartość Cu i Fe w słomie wystąpiła w stężeniach wyższych od cytowanych przez wymienionych autorów.

Pobranie składników z plonem bulw ziemniaków było najwyższe w porównaniu do pozostałych roślin (tabela 8). Ziemniaki pobrały najwięcej azotu. Należy podkreślić, że na wszystkich poziomach nawożenia azotem poza dawką N-360, stwierdzono ujemny bilans azotu. Było to konsekwencją głównie dużych zawartości azotu w bulwach.

Pobranie potasu było również wysokie. Pobranie fosforu z plonem bulw było najniższe i związane z niską zawartością składnika w ziemniakach oraz z plonem bulw.

Pobranie składników z plonem zbóż było związane przede wszystkim z ich plonem. Najwięcej składników pobrało żyto, mniej rzepak, a najmniej jęczmień oziemy (tabele 9-11).

4. Dyskusja wyników

Skład chemiczny roślin uprawnych jest cenną informacją o stanie zaopatrzenia ich w składniki pokarmowe, jak również może być przydatny do oceny skutków stosowania nawozów (Chwil 1998).

Właściwości fizyko-chemiczne gleb przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim z pewnością odegrały decydującą rolę w kształtowaniu się składu mineralnego uprawianych roślin w pierwszym roku doświadczenia.

Odczyn gleb był silnie kwaśny (Drab 1988). W tych warunkach może dojść do toksycznego działania glinu, manganu i wodoru (Marcik, Sas 1998; Kaczor 1998). W glebach kwaśnych jest utrudnione pobieranie wapnia, fosforu i molibdenu. Tym też głównie należy tłumaczyć niską zawartość wapnia we wszystkich analizowanych roślinach, a zwłaszcza w bulwach ziemniaków, które były uprawiane na polu IV – nie wapnowanym.

W glebach o odczynie kwaśnym mamy do czynienia z większą rozpuszczalnością pierwiastków śladowych: Mn, Fe, Zn, Cu, Cd i Pb [19, 15, 16, 8, 4]. Pierwiastki te występujące w formach łatwo dostępnych dla roślin mogą być pobierane w większych ilościach. Zjawisko to występowało w omawianym doświadczeniu, gdzie podwyższoną zawartość, a zwłaszcza Cu i Mn stwierdzono we wszystkich analizowanych roślinach. Zawartość pozostałych mikroelementów były w zakresach porównywalnych z danymi w literaturze [10, 14].

Zastosowane nawożenie NPK w wysokich dawkach w doświadczeniu miało na celu przede wszystkim przywrócić zdegradowanych gleb gospodarce rolnej poprzez odbudowę życia biologicznego. Wywarło ono niewątpliwie wpływ na skład chemiczny uprawianych roślin. Najwyraźniej dało się to zauważyć w zawartościach azotu, a szczególnie w bulwach ziemniaków i ziarnie rzepaku.

Zawartość azotu ogólnego w bulwach ziemniaków znacznie przekroczyła stężenia podawane przez autorów prac [1, 3, 12, 17, 11, 18, 21]. Bardzo wysoka zawartość azotu w ziemniakach mogła wynikać z szybkiego zakończenia wegetacji ziemniaków na polach doświadczalnych. Wystąpienie zarazy ziemniaczanej spowodowało, że już na początku sierpnia doszło do całkowitego uschnięcia lętoń. Potwierdzeniem tej tezy są wyniki pracy Mazura (1995), w której autor wykazał istotny wpływ długości okresu wegetacji na zawartość składników mineralnych w ziemniakach. Okazało się, że im krótszy był okres wegetacji ziemniaków tym zawartość oznaczonych w nich składników była wyższa.

Wysoka zawartość potasu w ziemniakach w omawianym doświadczeniu może mieć też związek ze skróceniem okresu wegetacji. Nawożenie mineralne mimo wysokich dawek nie miało wyraźnego wpływu na zmiany zawartości potasu w zbożach.

Jeszcze mniej zróżnicowane były zawartości fosforu. Analiza materiału roślinnego wykazała, że zawartość składników w słomie była bardziej zróżnicowana pod wpływem nawożenia mineralnego niż zawartość składników w ziarnie zbóż. Znajduje to potwierdzenie w pracy Zalewskiej (1995).

Pobranie składników z plonami roślin jest konsekwencją zawartości składników i wielkości plonów. Jeżeli w przypadku ziemniaków pobranie azotu i potasu było związane z zawartością tych składników w bulwach, to w przypadku zbóż o pobraniu składników decydowała głównie wielkość plonów.

5. Wnioski

Uzyskane wyniki pracy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Z czterech uprawianych roślin najwyższą zawartość składników, zwłaszcza azotu wystąpiła w bulwach ziemniaków. Stwierdzono też wysokie stężenia potasu w ziemniakach.
2. Zastosowane nawożenie mineralne w niewielkim stopniu wpłynęło na zmiany zawartości azotu w ziarnie zbóż. Zmiany zawartości potasu i fosforu były jeszcze mniejsze.
3. Niska zawartość wapnia, a zarazem wysokie stężenia pierwiastków śladowych: miedzi i manganu we wszystkich roślinach wskazują, że o składzie mineralnym roślin decydowały właściwości fizyko-chemiczne badanych gruntów.
4. Zawartość pierwiastków decydowała o wysokości ich pobrania z plonami bulw ziemniaków. U zbóż pobranie składników było związane z wysokością plonu.

6. Literatura

- [1] Boguszewski W., Sajek F., Sryka J. (1977): Skuteczność wzrastających dawek wapna w wieloletnich doświadczeniach na glebie lekkiej (cz. I). *Państw. Miętniki Puławskie*, 67, s. 46-61.
- [2] Chwil St. (1998): Stosunki makroelementów w ziarnie i słomie zbóż jarych pod wpływem zróżnicowanego nawożenia gleby bardzo kwaśnej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN*, 456, s. 433-437.
- [3] Czuba R., Mazur T. (1988): *Wpływ nawożenia na jakość plonów*. PWN Warszawa.

- [4] Domska D., Bobrzecka D., Wojtkowiak K. (1998): Zmiany w zawartości wybranych składników pokarmowych w glebach w zależności od ich odczynu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 456, s. 525-529.
- [5] Drab M. (1988): Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych gleb powstałych na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim k. Nowogrodu w woj. zielonogórskim. Zesz. Nauk. WSIŹ. Zielona Góra, Inżynieria Środowiska, 84, s. 105-121.
- [6] Drab M. (1998): Badania nad przywracaniem produktywności gruntów po eksploatacji kruszywa budowlanego. II. Plony roślin uprawnych. Zesz. Nauk. Polit. Zielonog., 116, s. 147-159.
- [7] Dziekanowski A., Cieccko Z., Nowak G. (1992): Zawartość podstawowych makro- i mikrośladników w bulwach ziemniaka w zależności od poziomu nawożenia potasem. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Rolnictwo, 54, s. 117-126.
- [8] Gembarzewski H., Głubiak-Stanisławska E., Korzeniowska J. (1998): Wpływ zakwaszenia gleby na toksyczność cynku dla roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 456, s. 415-419.
- [9] Kaczor A. (1998): Odżywianie się roślin w warunkach gleb silnie zakwaszonych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 456, s. 55-62.
- [10] Kaniuczak J. (1998): Zakwaszenie gleb lessowych w zależności od sposobów użytkowania, wapnowania i nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 456, s. 113-118.
- [11] Mazur T., Kawecka T., Szagała J. (1988): Wpływ nawożenia na plon i skład chemiczny roślin uprawianych w drugiej rotacji zmianowania na glebach różnych kompleksów rolniczej przydatności. Część II Zawartość azotu, fosforu i potasu w plonach roślin i bilans składników pokarmowych. Roczniki Gleboznawcze, t. 36, 3, s. 133-147.
- [12] Mazur T. (1995): Pobieranie azotu, fosforu i potasu przez ziemniak odmiany Atol w zależności od nawożenia azotem. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Rolnictwo, 61, s. 123-130.
- [13] Mercik St., Sas L. (1998): Ujemny wpływ nadmiernego zakwaszenia gleby na rośliny. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 456, s. 29-39.
- [14] Mikos-Bielak M., Sawicka B. (1992): Zmienność zawartości mikroelementów w bulwach różnych odmian ziemniaków. Mat. VII Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie” AR Wrocław, s. 136-140.
- [15] Misztal M., Ligęza S. (1995): Wpływ odczynu, wilgotności i czasu inkubacji na rozpuszczalność metali ciężkich w glebie zanieczyszczonej przez hutę cynku. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 418, s. 465-471.
- [16] Misztal M., Ligęza S. (1995): Wpływ odczynu i wilgotności gleby zanieczyszczonej przez hutę cynku na zawartość metali ciężkich w roztworze glebowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 433, s. 879-883.

- [17] Prośba-Białczyk U. (1991): Kształtowanie cech jakościowych i wartości paszowej ziemniaka pod wpływem terminu sadzenia i poziomu nawożenia azotem. Rozprawy AR Wrocław, nr 95.
- [18] Słowiński H., Pytlarz-Kosicka M., Prośba-Białczyk U. (1995): Wpływ nawożenia fosforem i potasem na rozwój i plon dwu odmian ziemniaka na piasku słabo gliniastym i glinie lekkiej. Zesz. AR Wrocław, Rolnictwo, 262, s. 67-80.
- [19] Smal H., Misztal M., Ligęza S., Stachyra J. (1998): Wpływ zakwaszenia gleby na zawartość wybranych pierwiastków śladowych w roztworze glebowym w warunkach doświadczenia laboratoryjnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 456, s. 565-571.
- [20] Symanowicz B., Kalembasa St. (1998): Wpływ wapnowania przedplonu zbożowego oraz nawożenia azotem na właściwości chemiczne gleby i skład chemiczny bulw ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, 456, s. 453-457.
- [21] Wyszkowski M. (1996): Zawartość związków azotowych i witaminy C w bulwach ziemniaka w zależności od zastosowanego nawożenia azotem i fungicydów. Fragmenta Agronomica, 1(49), s. 9-18.
- [22] Zalewska M. (1995): Wpływ nawożenia potasem i magnezem na skład chemiczny roślin. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Rolnictwo, 61, s. 167-175.

Tabela 1. Skład chemiczny bulw ziemniaków

Lp	Warianty nawożenia	Zawartość [%]		Zawartość w suchej masie [%]				Zawartość [mg/kg]					
		skrobia	sucha masa	popiół	N	P	K	Ca	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
1	Bez nawożenia NPK	12,9	24,3	6,2	3,58	0,28	3,38	1210	87	100	26	11	19
2	N-120, P ₂ O ₅ -60, K ₂ O-200 kg/ha	13,2	25,8	5,2	3,78	0,08	2,67	1060	137	240	24	14	22
3	N-240, P ₂ O ₅ -60, K ₂ O-200 kg/ha	12,8	23,2	6,2	5,04	0,18	3,33	1180	106	158	20	13	24
4	N-360, P ₂ O ₅ -60, K ₂ O-200 kg/ha	12,7	23,2	5,5	5,52	0,13	2,59	1000	90	125	19	21	26
5	N-160, P ₂ O ₅ -400, K ₂ O-320 kg/ha	13,3	25,6	5,4	4,59	0,29	3,01	1080	72	112	24	17	24
6	N-320, P ₂ O ₅ -400, K ₂ O-320 kg/ha	14,3	25,0	5,1	4,96	0,21	3,86	1060	87	181	22	18	27
7	N-480, P ₂ O ₅ -400, K ₂ O-320 kg/ha	13,4	26,6	5,4	7,17	0,14	5,68	980	88	103	26	11	20
8	N-100, P ₂ O ₅ -70, K ₂ O-120 kg/ha	13,5	26,7	5,4	5,23	0,19	2,65	870	113	138	41	14	31
Średnia		13,3	25,1	5,6	4,98	0,19	3,40	1055	98	145	25	15	24

Tabela 2. Skład chemiczny ziarna rzepaku ozimego

Lp.	Warianty nawożenia	Zawartość [%]			Zawartość [mg/kg]					
		N-og	P-og	K	Ca	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
1	Bez nawożenia NPK + Ca	2,26	0,66	0,86	13800	20	29	5	40	53
2	N-100, P ₂ O ₅ -50, K ₂ O-60 kg/ha + Ca	3,02	0,7	0,93	22200	26	45	5	62	53
3	N-200, P ₂ O ₅ -50, K ₂ O-60 kg/ha + Ca	3,32	0,7	0,87	13000	22	95	8	61	64
4	N-300, P ₂ O ₅ -50, K ₂ O-60 kg/ha + Ca	3,24	0,71	0,87	12400	51	53	10	43	64
5	N-140, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	3,3	0,71	0,9	13500	48	71	9	42	47
6	N-280, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	3,86	0,8	1,1	14600	19	58	5	45	53
7	N-420, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	3,64	0,81	0,95	14700	62	105	10	35	54
8	N-100, P ₂ O ₅ -90, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	3,64	0,82	0,87	13700	34	83	7	42	42
9	N-280, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha bez Ca	4,14	0,89	1,1	14500	18	67	5	77	69
Średnia		3,45	0,75	0,93	14710	33	67	7	50	55

Tabela 3. Skład chemiczny słomy rzepaku ozimego

Lp.	Warianty nawożenia	Zawartość [%]			Zawartość [mg/kg]					
		N-og	P-og	K	Ca	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
1	Bez nawożenia NPK + Ca	0,61	0,09	0,59	8530	39	136	8	104	13
2	N-100, P ₂ O ₅ -50, K ₂ O-60 kg/ha + Ca	0,91	0,14	1,24	11320	120	247	6	108	10
3	N-200, P ₂ O ₅ -50, K ₂ O-60 kg/ha + Ca	0,9	0,09	0,98	7620	129	113	12	112	11
4	N-300, P ₂ O ₅ -50, K ₂ O-60 kg/ha + Ca	1,01	0,12	1,02	7650	188	90	5	70	25
5	N-140, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	1,01	0,11	0,92	9520	345	177	11	61	10
6	N-280, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	0,9	0,1	0,9	10120	313	193	12	66	8
7	N-420, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	0,98	0,09	0,71	7400	212	114	8	49	8
8	N-100, P ₂ O ₅ -90, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	0,87	0,1	0,59	11120	118	176	17	63	10
9	N-280, P ₂ O ₅ -300, K ₂ O-100 kg/ha bez Ca	1,4	0,13	1,66	9240	250	186	16	129	27
Średnia		0,95	0,11	0,96	9168	190	162	11	85	14

Tabela 4. Skład chemiczny ziarna żyta ozimego

Lp.	Warianty nawożenia	Zawartość [%]			Zawartość [mg/kg]					
		N-og	P-og	K	Ca	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
1	Bez nawożenia NPK + Ca	1,4	0,45	0,61	3500	35	34	8	67	40
2	N-100, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	1,34	0,42	0,64	3400	45	45	8	77	38
3	N-200, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	1,31	0,39	0,56	3400	20	20	7	69	43
4	N-300, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	1,51	0,39	0,77	3200	35	35	7	77	35
5	N-140, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	1,28	0,43	0,72	3400	45	45	4	58	29
6	N-280, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	1,68	0,43	0,58	4600	31	31	6	48	31
7	N-420, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	1,51	0,45	0,73	3300	37	37	5	64	41
8	N-100, P ₂ O ₅ -90, K ₂ O-120 kg/ha + Ca	1,28	0,41	0,65	3200	13	13	5	44	35
9	N-280, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-100 kg/ha bez Ca	1,23	0,43	0,67	3200	26	26	8	47	47
Średnia		1,39	0,42	0,66	3467	32	32	6	61	38

Tabela 5. Skład chemiczny słomy żyta ozimego

Lp.	Warianty nawożenia	Zawartość [%]			Zawartość [mg/kg]					
		N-og	P-og	K	Ca	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
1	Bez nawożenia NPK + Ca	0,64	0,06	0,82	1200	65	65	8	79	17
2	N-100, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	0,58	0,1	0,96	1100	91	91	8	84	18
3	N-200, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	0,64	0,09	1,25	1250	138	138	7	105	28
4	N-300, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	0,61	0,08	1,16	1340	80	80	7	85	10
5	N-140, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	0,56	0,11	0,86	2430	115	115	4	172	29
6	N-280, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	0,84	0,22	1,29	2410	141	141	6	227	18
7	N-420, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	0,7	0,09	1,12	2170	89	89	5	106	10
8	N-100, P ₂ O ₅ -90, K ₂ O-120 kg/ha + Ca	0,47	0,07	0,92	2590	170	170	6	100	9
9	N-280, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-100 kg/ha bez Ca	1,06	0,07	0,97	2080	43	92	8	90	13
Średnia		0,68	0,10	1,04	1841	104	109	7	116	17

Tabela 6. Skład chemiczny ziarna jęczmienia ozimego

Lp	Warianty nawożenia	Zawartość [%]			Zawartość [mg/kg]					
		N-og	P-og	K	Ca	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
1	Bez nawożenia NPK + Ca	1,23	0,32	0,63	5100	37	37	3	17	7
2	N-100, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	1,79	0,38	0,72	5400	28	28	6	18	9
3	N-200, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	2,18	0,39	0,76	6100	38	38	6	16	9
4	N-300, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	1,96	0,34	0,55	5500	34	34	10	19	15
5	N-100, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	1,68	0,36	0,62	6400	42	42	4	18	9
6	N-200, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	1,62	0,32	0,65	5100	28	28	5	19	4
7	N-300, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	1,62	0,36	0,71	4500	31	31	2	17	11
8	N-100, P ₂ O ₅ -90, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	1,96	0,37	0,58	5300	23	23	11	25	13
9	N-200, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-100 kg/ha bez Ca	1,56	0,4	0,7	6000	39	39	7	28	18
Średnia		1,73	0,36	0,66	5489	33	33	6	20	11

Tabela 7. Skład chemiczny słomy jęczmienia ozimego

Lp.	Warianty nawożenia	Zawartość [%]			Zawartość [mg/kg]					
		N-og	P-og	K	Ca	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
1	Bez nawożenia NPK + Ca	0,75	0,07	0,76	2480	179	179	18	63	3
2	N-100, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	1,03	0,07	0,81	3006	132	132	15	63	4
3	N-200, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	0,92	0,12	1,49	2474	164	164	15	77	11
4	N-300, P ₂ O ₅ -45, K ₂ O-80 kg/ha + Ca	1,06	0,11	0,96	4918	180	130	15	61	9
5	N-100, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	0,61	0,16	0,85	4763	106	135	5	102	9
6	N-200, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	0,75	0,07	0,78	2920	122	122	5	122	8
7	N-300, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-130 kg/ha + Ca	0,53	0,1	0,91	2932	105	125	6	61	5
8	N-100, P ₂ O ₅ -90, K ₂ O-100 kg/ha + Ca	1,09	0,09	0,58	4668	121	121	7	84	6
9	N-200, P ₂ O ₅ -280, K ₂ O-100 kg/ha bez Ca	0,78	0,12	0,57	631	91	91	14	124	9
Średnia		0,84	0,10	0,86	3199	133	133	11	84	7

Tabela 8. Pobranie i bilans składników mineralnych. Bulwy ziemniaków

Wariant nawozowy	Wmieszenie (kg/ha)				Pobranie (kg/ha)				Bilans (kg/ha)			
	N	P	K	razem	N	P	K	razem	N	P	K	razem
1	0,0	0,0	0,0	0,0	74,5	5,8	70,3	150,6	-74,5	-5,8	-70,3	-150,6
2	100,0	27,3	166,6	293,9	128,5	2,7	90,8	222,0	-28,5	24,6	75,8	71,9
3	240,0	27,3	166,6	433,9	316,0	11,3	208,8	536,1	-76,0	16,0	-42,2	-102,2
4	360,0	27,3	166,6	553,9	313,0	7,4	146,8	467,2	47,0	19,9	19,8	86,7
5	160,0	181,8	266,6	608,4	384,2	24,3	251,9	660,4	-224,2	157,5	14,7	-52,0
6	320,0	181,8	266,6	768,4	390,3	16,5	303,8	710,6	-70,3	165,3	-37,2	57,8
7	480,0	181,8	266,6	928,4	637,4	12,4	504,9	1154,7	-157,4	169,4	-238,3	-226,3
8	100,0	31,8	100,0	231,8	390,7	14,2	197,9	602,8	-290,7	17,6	-97,9	-371,0

Tabela 9. Pobranie i bilans składników mineralnych. Rzepak ozimy

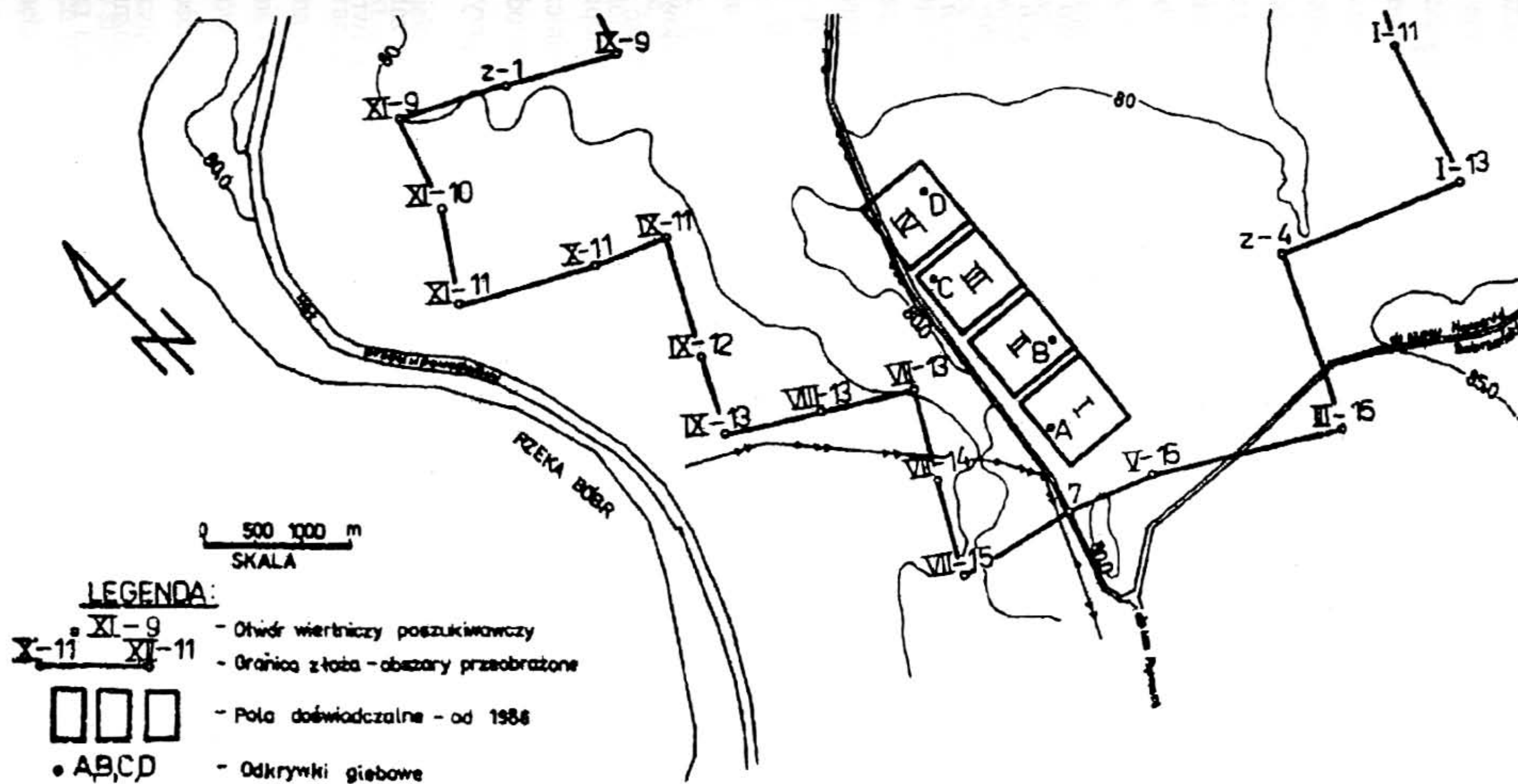
Wariant nawozowy	Wniesienie (kg/ha)				Pobranie (kg/ha)				Bilans (kg/ha)			
	N	P	K	razem	N	P	K	razem	N	P	K	razem
1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	4,0	11,5	35,8	-20,3	-4,0	-11,5	-35,8
2	100,0	22,7	50,0	172,7	39,1	7,8	28,8	75,7	60,9	14,9	21,2	97,0
3	200,0	22,7	50,0	272,7	30,6	5,0	18,8	54,4	169,4	17,7	31,2	218,3
4	300,0	22,7	83,3	406,0	56,8	9,9	33,6	100,3	243,2	12,8	49,7	305,7
5	140,0	136,4	83,3	359,7	62,3	10,2	35,8	108,3	77,7	126,2	47,5	251,4
6	280,0	136,4	83,3	499,7	112,9	20,9	52,8	186,6	167,1	115,5	30,5	313,1
7	420,0	136,4	83,3	639,7	66,3	19,2	29,8	115,3	353,7	117,2	53,5	524,4
8	100,0	40,9	83,3	224,2	74,1	14,0	28,6	116,7	25,9	26,9	54,7	107,5
9	280,0	136,4	83,3	499,7	70,5	12,2	41,4	124,1	209,5	124,2	41,9	375,6

Tabela 10. Pobranie i bilans składników mineralnych. Żyto ozime

Wariant nawozowy	Wnieście (kg/ha)				Pobranie (kg/ha)				Bilans (kg/ha)			
	N	P	K	razem	N	P	K	razem	N	P	K	razem
1	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6	4,4	20,6	47,6	-22,6	-4,4	-20,6	-47,6
2	100,0	20,5	66,6	187,1	67,9	16,7	68,6	153,2	32,1	3,8	-2,0	33,9
3	200,0	20,5	66,6	287,1	85,4	19,0	98,9	203,3	114,6	1,5	-32,3	83,8
4	300,0	20,5	66,6	387,1	51,0	10,2	57,9	119,1	249,0	10,3	8,7	268,0
5	100,0	127,3	108,3	335,6	38,1	10,3	39,2	87,6	61,9	117,0	69,1	248,0
6	200,0	127,3	108,3	435,6	113,1	29,3	106,2	248,6	86,9	98,0	2,1	187,0
7	300,0	127,3	108,3	535,6	103,4	22,9	101,6	227,9	196,6	104,4	6,7	307,7
8	100,0	40,9	100,0	240,9	71,9	18,4	75,2	165,5	28,1	22,5	24,8	75,4
9	200,0	127,3	108,3	435,6	87,4	15,6	67,1	170,1	112,6	111,7	41,2	265,5

Tabela 11. Pobranie i bilans składników mineralnych. Jęczmień ozimy

Wariant nawozowy	Wnieście (kg/ha)				Pobranie (kg/ha)				Bilans (kg/ha)			
	N	P	K	razem	N	P	K	razem	N	P	K	razem
1	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	2,0	6,8	18,7	-9,9	-2,0	-6,8	-18,7
2	100,0	20,4	66,6	187,0	21,4	3,6	11,2	36,2	78,6	16,8	55,4	150,8
3	200,0	20,4	66,6	287,0	12,1	1,7	15,8	29,6	187,9	18,7	50,8	257,4
4	300,0	20,4	66,6	387,0	18,6	2,9	8,7	30,2	281,4	17,5	57,9	356,8
5	100,0	127,2	108,3	335,5	14,4	3,2	8,6	26,2	85,6	124,0	99,7	309,3
6	200,0	127,2	108,3	435,5	10,7	1,8	5,9	18,4	189,3	125,4	102,4	417,1
7	300,0	127,2	108,3	535,5	7,5	1,6	5,2	14,3	292,5	125,6	103,1	521,2
8	100,0	40,9	83,3	224,2	5,1	0,8	1,9	7,8	94,9	40,1	81,4	216,4
9	200,0	107,2	108,3	415,5	2,7	0,6	1,5	4,8	197,3	106,6	106,8	410,7



Rysunek 1. Mapa sytuacyjno-wysokościowa fragmentu złoża kruszywa naturalnego Dobroszów Wielki, gm. Nowogród Bobrzański, z usytuowaniem poletek doświadczalnych

STAN UŻYTKÓW ROLNYCH I LEŚNYCH NA ŚRODKOWYM NADODRZU ROK PO POWODZI 1997 ROKU

HENRYK GREINERT, ANDRZEJ GREINERT*

S t r e s z c z e n i e

Mimo, że powódzie należą do zjawisk naturalnych, nie wystarczyło roku, aby warunki przyrodnicze na terenach popowodziowych wróciły do stanu wyjściowego. Przyczyną tego była wielkość powodzi i jej długotrwałość oraz użytkowanie terenów nadrzecznych nie uwzględniające możliwości wystąpienia zalewów.

Wstęp

Powódź 1997 roku spowodowała duże szkody w produkcji przemysłowej, infrastrukturze komunalnej, rolnictwie i leśnictwie. Oszacowano wielkość szkód bezpośrednich, uwzględniając ilość zniszczonych, zalanych, czy podtopionych domów, obiektów przemysłowych, urządzeń komunalnych, upraw rolniczych i leśnych, ogrodów. Ponad roku po powodzi nie wystarczyło nie tylko na odbudowę wielu urządzeń i budowli, ale także na przywrócenie warunków przyrodniczych na użytkach rolnych i leśnych.

W pracy przedstawiono stan użytkowania rolniczego i leśnego terenów zalanych wodami powodziowymi w chwili obecnej, ponad rok po powodzi (wrzesień 1998).

Warunki glebowe

Ogólnie szkody powodziowe na Środkowym Nadodrzu znacznie różniły się charakterem od szkód powstałych w górnym biegu rzeki Odry i innych rzek jej

* Politechnika Zielonogórska; Instytut Inżynierii Środowiska

dorzecza tej części Polski (Szerszeń i wsp. 1998). Woda tylko w niektórych miejscach spowodowała mechaniczne uszkodzenia budowli i urządzeń oraz przemieszczenia mas ziemnych. Na większości pól uprawnych i lasów niszczące działanie wód powodziowych wynikało z długotrwałych zalewów i wynikłych z tego warunków beztlenowych.

Powstaniu warunków beztlenowych w glebach zalanych wodami powodziowymi sprzyjały nie tylko niesione przez wodę substancje organiczne i długi czas reakcji, ale także stosunkowo wysoka temperatura lipca 1997 roku.

W efekcie równoczesnego wystąpienia tych czynników w glebach znajdujących się pod wodami powodziowymi powstał niedobór tlenu. To zjawisko mogło być jeszcze wzmocnione co do niszczącego działania na florę i faunę glebową przez sole niesione przez wodę. Samo zasolenie wody, notowane w czasie powodzi nie stanowiło istotnego zagrożenia zarówno dla makro- jak mikroorganizmów, ale przy warunkach znacznego niedoboru tlenu mogło stanowić czynnik przyspieszający niszczące efekty anaerobiozy.

Objawy niedoboru tlenu w profilach glebowych mad, zalanych w ubiegłym roku są nadal widoczne. W lesie poziom ściółki leśnej (A_0) ma pod roślinami iglastymi czarną barwę, podczas gdy jego naturalne zabarwienie ma odcień brązowy. Pod drzewami liściastymi widać wyraźnie zachowane liście i roślinność zielną. W normalnych warunkach ściółka taka ulega w ciągu roku w znacznym stopniu mineralizacji. To samo jest widoczne w poziomie darniowym łąk i pastwisk. Korzenie darni, mimo że są martwe, zachowały swoje właściwości fizyczne. Można określić, że mamy do czynienia bardziej z warunkami sprzyjającymi torfieniu niż mineralizacji.

Pola uprawne

Większość pól uprawnych, w których poziom wody gruntowej nie jest zbyt wysoki, daje normalne plony. Można zauważyć braki w sprawności systemu melioracyjnego. Na skutek tego część pól po powodzi nie została dotychczas zaorana. Ugory te porosła roślinność o dość jednorodnym składzie gatunkowym, głównie mietlica i perz. Brak uprawy mechanicznej znacznie opóźnia likwidację skutków anaerobiozy w glebie, a tym samym przedłuża okres jej obniżonej aktywności biologicznej.

Widocznym skutkiem braku tlenu w krajobrazie rolniczym jest uschnięcie wielu drzew śródpolnych, usytuowanych wzdłuż dróg, rowów melioracyjnych i w obniżeniach terenowych. Dotyczy to szczególnie olchy czarnej, która w większości wyginęła. Również w dużym stopniu wyginęły rosnące przy „oczkach wodnych” różne gatunki wierzb o pokroju krzaczastym.

Użytki zielone

Roślinność użytków zielonych jest z reguły dość odporna na zalewy, jednak na skutek stagnujących wód powodziowych w większości wyginęła, o czym świadczy martwy poziom darniowy. W miejscach obniżonych, gdzie woda stagnowała dłużej, a gleba jest zwięźlejsza, dotychczas pozostały płaty martwej darni. Na pozostałym obszarze nastąpiło odnowienie się roślinności, głównie traw. Ich skład gatunkowy nie rokuje jednak większego plonowania. Są to głównie trawy z rodzaju mietlic oraz gorszych gatunków wiechlin. Istnieje obawa, że bez większej ingerencji człowieka jak zakładanie użytków zielonych po pełnej uprawie mechanicznej lub w niektórych korzystniejszych przypadkach – podsiewie. Zadrzewienia i zakrzewienia wśród łąk i pastwisk ucierpiały na skutek powodzi w równie dużym stopniu, jak na glebach uprawnych.

Użytki leśne

Jako użytki trwałe, roślinność leśna ucierpiała na skutek powodzi bardzo znacznie. Przede wszystkim prawie całkowicie wyginęły rośliny runa leśnego, a w znacznym stopniu także podszytu. Pozostała przy życiu większość drzew starszych. Wyjątkiem są olchy czarne, które wyginęły masowo. Oprócz tego trzeba było wyciąć usychające daglezie, modrzewie, świerki, buki, jesiony, klony, lipy i brzozy (Bąk, Duda 1998). Nie przetrzymały zalania szkółki i młodniki. Dotychczas nie zauważono natomiast większych strat w dąbrowach. W roku 1998 większość dębów owocowała bardzo obficie, w ilości nie notowanej dotychczas. Ekosystem leśny należy do układów skomplikowanych i delikatnych. Na podstawie obserwacji jednorocznych nie można jeszcze ocenić skali zmian w jego działaniu.

Uwagi ogólne

Efekty niedoboru tlenu w glebach użytków zalanych wodami powodziowymi 1997 roku przedłużają swoje działanie. Przyczyną tego faktu na glebach uprawnych jest głównie brak dobrej uprawy mechanicznej oraz niesprawny system odwadniania pól. Na użytkach zielonych nastąpiła niekontrolowana zmiana składu gatunkowego roślinności. Z lasów znikła znaczna część runa i krzewów oraz podszytu, a także niektóre gatunki drzew. W równym stopniu straty te dotyczą fauny leśnej oraz mikroflory glebowej.

Z punktu widzenia przyrodniczego zmiany w ekosystemach leśnych mogą mieć najdalej idące konsekwencje. Gleby użytków rolnych wymagają natomiast dla poprawy ich funkcji znacznych nakładów na meliorację, uprawę mechaniczną i nawożenie.

Wnioski

1. Po roku od ustąpienia wód powodziowych nadal notujemy ujemne skutki niedoboru tlenu w glebach użytków rolnych i leśnych.
2. W celu poprawy właściwości gleb niezbędne są przedsięwzięcia mające na celu poprawę głównie właściwości fizycznych i wodno-powietrznych gleb.

Literatura

- [1] Bąk K., Duda St. (1998): Szkody i skutki powodzi 1997 roku w lasach zielonogórskich. Mat. Konferencyjne 1. Międzynarodowej Konferencji „Ochrona i Rekultywacja Terenów Dorzecza Odry – Sytuacja po powodzi 1997 roku”, Zielona Góra, s. 189-196.
- [2] Greinert H. (1992): Ochrona gleb. WSiInż. Zielona Góra.
- [3] Szerszeń L., Chodak T., Karczewska A., Kaszubkiewicz J., Bogacz A., Kabala C. (1998): Stan środowiska glebowego Dolnego Śląska po powodzi 1997 roku. Mat. Konferencyjne 1. Międzynarodowej Konferencji „Ochrona i Rekultywacja Terenów Dorzecza Odry – Sytuacja po powodzi 1997 roku”, Zielona Góra, s. 249-262.

ODNAWIALNOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH LUBIŃSKO-GŁOGOWSKIEGO OBSZARU MIEDZIONOŚNEGO

JACEK GURWIN, LECH POPRAWSKI *

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań odnawialności wód podziemnych lubińsko-głogowskiego obszaru miedzionośnego (l-g-o-m). Dla oceny odnawialności wykorzystano dwie metody: modelowanie numeryczne w odniesieniu do wydzielonej struktury pradoliny oraz analizę badań izotopowych przeprowadzonych na całym obszarze l-g-o-m. Po identyfikacji stref zasilania i drenażu określone zostały dla nich wypadkowe, średnie prędkości przepływu wód podziemnych odpowiednio: $3-6 \times 10^{-3}$ m/d i $\sim 3 \times 10^{-1}$ m/d, a także średni czas filtracji. Badania izotopowe wykazały, że wody z kopalń „Rudna” i „Sieroszowice” wykazują cechy infiltracji przedplejstoczeńskiej, natomiast wody z kopalń „Lubin” i „Polkowice” są wieku holoceńskiego.

1. Wstęp

Badania zostały przeprowadzone w lubińsko-głogowskim obszarze miedzionośnym, znajdującym się w rejonie środkowego biegu lewobrzeżnej Odry (rys. 1). Prowadzone tu od lat prace hydrogeologiczne związane z eksploatacją rud miedzi oraz wydzieleniem dwóch głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) (Kleczkowski et al. 1990) koncentrowały się przede wszystkim na zagadnieniach dopływów wód do kopalń (Bocheńska 1988; Bocheńska et al. 1995), problematyce zasobowej (Bocheńska et al. 1992; Gurwin 1997a; Zaleska et al. 1992) oraz ochrony wód (Witeczak et al. 1990, Duda i Witeczak 1993; Szczepiński 1993). Badania izotopowe przeprowadzone zostały po raz pierwszy, a ich

* Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych

połączenie z wynikami numerycznego modelu filtracji daje w efekcie interesującą charakterystykę procesów odnawialności wód podziemnych na tym obszarze.

2. Ogólna charakterystyka obszaru

Pod względem fizyczno-geograficznym północna część l-g-o-m obejmuje Pradolinę Głogowską, część środkowa zachodni fragment Walu Trzebnickiego (Wzgórza Dalkowskie), a część południowa rozprzestrzenia się na Wysoczyźnie Lubińskiej i Równinie Szprotawskiej. Lubińsko-głogowski obszar miedzionośny w całości objęty jest lewobrzezną częścią dorzecza Odry. Odra ogranicza l-g-o-m od wschodu i północy. Sieć rzeczną tworzą ponadto: Zimnica, Rudna i Szprotawa (rys. 1).

W budowie geologicznej lubińsko-głogowskiego obszaru miedzionośnego wyróżnia się następujące jednostki geologiczno-strukturalne: krystaliczne podłoże monokliny przedsudeckiej, monoklinę przedsudecką oraz okrywę kenozoiczną monokliny przedsudeckiej.

W profilu pionowym l-g-o-m wydzielić można cztery piętra wodonośne: czwartorzędowe, trzeciorzędowe, triasowe i permskie, w obrębie których poszczególne poziomy wodonośne są od siebie poddzielane warstwami utworów słaboprzepuszczalnych, często o nieciągłym charakterze. Wieloletni drenaż górotworu związany z eksploatacją kopalń wywołał depresję zwierciadła wód podziemnych w skali regionalnej w poziomach wodonośnych permu, triasu i trzeciorzędu (Bocheńska 1988). Rozwój leja depresyjnego w poziomie cechsztyńskich węglanów W-1 spowodował nasilenie przesączania w kontaktujących się hydraulicznie trzeciorzędowych poziomach wodonośnych i tym samym stałe obniżanie się wysokości hydraulicznych.

Aktualny stan hydrodynamiczny wskazuje, że wpływ odwadniania górniczego nie zaznacza się w objętym modelem numerycznym plejstocenijskim zbiorniku wód podziemnych, związanym z pradoliną Odry (rys. 1). System wodonośny o ściśle zdefiniowanych powierzchniach brzegowych, w obrębie którego wydzielono GZWP nr 314 o wysokich zasobach rzędu 80 tys. m³/d, był poligonem badawczym dla określenia odnawialności wód podziemnych metodami modelowania numerycznego.

Znacznie większy obszar został przyjęty do przeprowadzenia badań izotopowych (rys. 1). Próby do badań izotopowych pobrano w wyrobiskach górniczych oraz na dużych ujęciach wód podziemnych zlokalizowanych w obrębie całego l-g-o-m.

3. Odnawialność strumieni wód podziemnych na podstawie modelu numerycznego

Obliczenia z zakresu odnawialności wód podziemnych przeprowadzono w oparciu o wykonany model filtracji systemu wodonośnego pradoliny Odry. Dla potrzeb badań modelowych przyjęto układ dwuwarstwowy, w którym poziom wodonośny w utworach czwartorzędowych współdziała za pośrednictwem kontaktów hydraulicznych poprzez warstwę rozdzielającą z górnym poziomem wodonośnym w utworach trzeciorzędowych (Gurwin 1997b).

Pierwszy modelowany poziom wodonośny zasilany jest przede wszystkim na drodze infiltracji wód z opadów atmosferycznych. Tworzą go utwory piaszczysto-żwirowe, a warstwy wodonośne znajdują się w ścisłym związku hydraulicznym. Ich ciśnienia piezometryczne kształtują się na tej samej wysokości. W koncepcji modelu regionalnego układ ten uwzględniony został jako jeden czwartorzędowy użytkowy poziom wodonośny. Druga modelowana warstwa, odwzorowująca górny trzeciorzędowy poziom wodonośny, zasilana jest na drodze przesączania wód podziemnych z poziomu pierwszego oraz poprzez dopływ boczny od południa.

Objęcie badaniami modelowymi całego systemu wodonośnego pozwoliło uwzględnić przepływy wód podziemnych od obszarów zasilania i formowania zasobów do stref drenażu. Obszar rozpoznania hydrogeologicznego na południu i południowym zachodzie wykracza poza granice modelu. Dzięki temu można było dokładnie określić sposoby współdziałania systemu pradoliny Odry z obszarami przyległymi. Na wschodzie i północy granicę przyjętego układu hydrodynamicznego stanowi rzeka Odra. Przyjęto ustalony model filtracji.

Dyskretyzacja obszaru filtracji została wykonana jednolitą dla obu poziomów wodonośnych siatką prostokątną. Bezpośrednimi badaniami modelowymi objęty został obszar 314,62 km². Wyznaczona za pomocą 45 wierszy i 60 kolumn siatka posiada 2700 bloków. Przyjęto zmienny krok siatki, w której szerokość i długość bloków obliczeniowych waha się od 222 m do 750 m. Siatka dyskretyzacyjna modelu zorientowana jest w kierunku N – S (rys. 2). Zewnętrzne granice obszaru objętego modelem odzwierciedlają naturalny przebieg rzeki Odry od strony północno-wschodniej i północnej, wyznaczone działy wód podziemnych na południowym-wschodzie i zachodzie oraz przebieg hydroizohips na południu i południowym - zachodzie. Zbudowany został model dwuwarstwowy pseudoprzestrzenny, tzn. uwzględniający pionowe przesączanie przez warstwę rozdzielającą.

Model numeryczny wykonano głównie dla ocen zasobowych, jednak wykorzystując wyniki obliczeń wysokości hydraulicznej na modelu filtracji w odniesieniu do użytkowego czwartorzędowego poziomu wodonośnego zastosowano

obliczeniową metodę śledzenia cząstek (ang. particle tracking) celem identyfikacji stref zasilania, analizy prędkości przepływu i transportu adwekcyjnego w strumieniu wód podziemnych. W całym polu filtracji, dla wszystkich bloków obliczeniowych wyznaczone zostały średnie wartości rzeczywistej prędkości przepływu. Główne obszary zasilania występują na obszarze Wzgórz Dalkowskich, z których przepływ następuje ku Odrze i Rudnej, czyli do stref drenażu (rys. 2).

Wyniki wskazują, że w obrębie wydzielonego systemu wodonośnego w plejstocénskich fluwioglacjalnych utworach najniższe średnie prędkości przepływu, rzędu $3\text{-}6 \times 10^{-3}$ m/d (1-2 m/rok), występują właśnie w obszarach wysoczyznowych - w strefach wododziałowych. Transport adwekcyjny przebiega szybciej w strefach tranzytu wód podziemnych i osiąga prędkości $2\text{-}7 \times 10^{-2}$ m/d (7-25 m/rok). W strefach drenażu prędkości są najwyższe rzędu 3×10^{-1} m/d (>100 m/rok). Wyznaczone na tej podstawie linie prądu przebiegające pomiędzy strefami zasilania i drenażu dały dla wybranego strumienia przedział czasu przepływu cząstki wody od min. 42 824 dni do max. 73 402 dni. Na tej podstawie można określić wypadkowe tempo odnawialności wód podziemnych na 130 lat.

4. Izotopowe badania odnawialności wód podziemnych

Jak już wspomniano we wstępie na obszarze l-g-o-m nie prowadzono dotychczas badań izotopowych. Przedstawione niżej wyniki są pierwszą próbą interpretacji wieku wód oraz czasu wymiany wody w zbiornikach na tym terenie, przeprowadzoną z zastosowaniem tych metod. Próby do oznaczeń zawartości stabilnych izotopów tlenu i wodoru, a także do określenia zawartości trytu zostały pobrane z wypływów do wyrobisk górniczych wszystkich kopalń rud miedzi oraz z wybranych ujęć wodociągowych, bazujących na zasobach zbiorników trzecio- i czwartorzędowych. Dzięki temu możliwa była interpretacja procesów wpływających na odnawialność wód podziemnych także w odniesieniu do poziomów głębszych. Lokalizację punktów opróbowania przedstawiono na rys. 1, a wyniki oznaczeń zawarte są w tabeli 1. Równoległe z opróbowaniem na badania izotopowe pobrano próby wody do oznaczenia podstawowego składu chemicznego. Pozwoliło to na przeanalizowanie zależności pomiędzy składem izotopowym wody a takimi elementami składu chemicznego jak zawartość jonu chlorkowego czy ilość substancji rozpuszczonych w wodzie określona jako sucha pozostałość (TDS). Wyniki składu izotopowego wód, których oznaczenia wykonano w laboratorium Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, odniesiono do diagramu typowych składów izotopowych wód z obszaru Polski opracowanego przez Zuberę i Grabczaka (1985).

Wody podziemne l-g-o-m wykazują zróżnicowany skład izotopowy. Wyniki grupują się wzdłuż prostej $\delta D = 7,58\delta^{18}O + 4,45$ (rys. 3), zbliżonej do światowej linii opadów ($\delta D = \delta^{18}O + 10$), z niewielkim odchyleniem w kierunku linii „sudeckiej” ($\delta D = 5,17\delta^{18}O - 16,3$), określonej przez Ciężkowskiego i Kryżę (1989). Niskoizmineralizowane wody dopływające do kopalń „Lubin” oraz „Polkowice” są wodami infiltracyjnymi, których wiek można ocenić na holocen. Śladowe ilości trytu w próbach KL1, KL2 i KP1 świadczą o pewnym udziale wód współczesnych. Nieco inny skład izotopowy wykazuje próbka KL4 pobrana w podszybiu szybu L-VI kopalni „Lubin”, która w porównaniu z innymi próbkami z tego rejonu wykazuje wyższą mineralizację (29,06 g/dm³). Skład izotopowy wskazuje, że jest to woda przedczwartorzędowa z domieszką wody współczesnej. Świadczy o tym również obecność trytu w ilości 1,8 T.U. (tab. 1). Zupełnie odmienny skład izotopowy wykazują wysokoizmineralizowane solanki z kopalń „Rudna” i „Sieroszowice”. Te wody wykazują cechy infiltracji przedplejstoczeńskiej, przy czym im wyższa ich mineralizacja, tym niższe wartości δD i $\delta^{18}O$.

Wody w formacjach kenozoicznych, opróbowane w studniach eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych wykazują cechy infiltracji współczesnej i holoczeńskiej, przy czym płytkie wody czwartorzędu (ujęcia Polkowice, Retków, Szprotawa) cechują się znaczną zawartością trytu (ponad 25 T.U.) w porównaniu z ujęciami trzeciorzędowymi, gdzie trytu jest brak lub stwierdza się jego ślady (na poziomie dokładności oznaczeń). Wyjątkiem jest tu studnia trzeciorzędowa G-1 w Prochowicach, gdzie stwierdzono tryt w ilości 25,3 T.U. Jest to jednak płytkie ujęcie (studnia ma kilkanaście metrów głębokości). Skład izotopowy podobny do wód z utworów trzeciorzędowych ma próbka UP8 pobrana z ujęcia w Potoczku. To ujęcie założone jest w pogrzebanej, staroczwartorzędowej strukturze wodonośnej.

Analizując zależności TDS/ $\delta^{18}O$, TDS/ δD , CI/ $\delta^{18}O$ i CI/ δD (rys. 4) widać wyraźnie, że wody dopływające do kopalń „Lubin” i „Polkowice” oraz wody z ujęć trzeciorzędowych, mimo podobnego składu izotopowego, a co za tym idzie i wieku wód, różnią się zdecydowanie składem chemicznym. Zróżnicowanie to wynika przede wszystkim z różnic litologicznych skał zbiornikowych w utworach trzeciorzędowych oraz cech sztywności.

5. Podsumowanie

Zastosowana metoda numeryczna umożliwiła wykonanie na modelu symulacji z zakresu identyfikowania rzeczywistych prędkości, linii prądu oraz czasu przepływu strumienia wód podziemnych. W ten sposób określone zostało tempo odnawialności wód podziemnych w plejstoczeńskim użytkowym poziomie wodonośnym. Przedstawione wyniki rozstrzygają tym samym zagadnienie transportu

adwekcyjnego w wodach podziemnych. Tak wykonany model może być podstawą dla bardziej złożonego adwekcyjno-dyspersyjnego modelu transportu masy zanieczyszczeń z uwzględnieniem adsorpcji.

Dla całego obszaru l-g-o-m informacje o odnawialności wód podziemnych w głębszych poziomach wodonośnych, pozostających pod wpływem odwadniania górniczego, zostały zebrane w oparciu o wyniki przeprowadzonych oznaczeń izotopowych. Z przeprowadzonej analizy wynika, że wody dopływające do kopalń „Lubin” i „Polkowice” są wodami zdecydowanie młodszymi niż wody dołowe kopalń „Rudna” i „Sieroszowice”. Znacznie zróżnicowana jest również ich mineralizacja. Wody z ujęć w utworach czwartorzędowych o znacznej zawartości trytu zidentyfikowane zostały jako wody współczesnej infiltracji, co znajduje potwierdzenie w analizie tempa odnawialności na modelu numerycznym.

6. Literatura

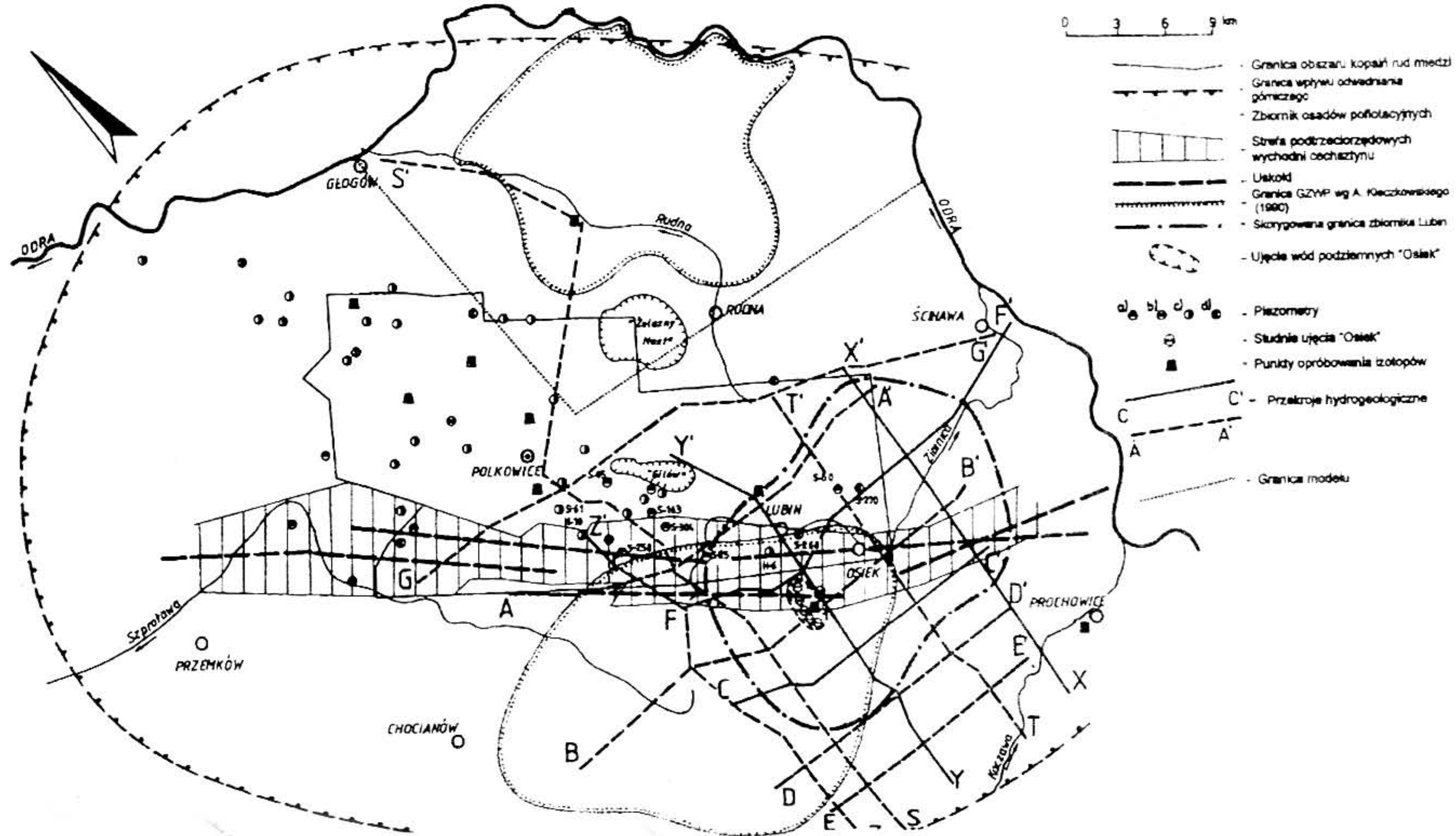
1. Bocheńska T. 1988a: *Kształtowanie się warunków hydrodynamicznych w lubińsko-głogowskim obszarze miedzionośnym pod wpływem odwadniania kopalń*, Acta Univ. Wrat. 1044, Pr. Geol.-Miner. XIV.
2. Bocheńska T., Limisiewicz P., Poprawski L. 1992: *Elementy bilansu hydrogeologicznego w rejonie Wzgórz Dalkowskich*, Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia nr 5/92.
3. Bocheńska T., Fiszer J., Kalisz M. 1995: *Weryfikacja prognoz dopływów do kopalń w legnicko-głogowskim obszarze miedzionośnym na podstawie badań modelowych*, W tomie VII: „Współczesne problemy hydrogeologii”, Kraków - Krynica.
4. Ciężkowski W., Kryza J. 1989: *Deuter i tlen-18 w zwykłych wodach podziemnych Sudetów*. Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski. Prace Nauk. Inst. Geotechniki Politechniki Wrocławskiej, 58, seria Konferencje 29, s. 183-189.
5. Duda R., Witczak S. 1993: *Staly model hydrogeologiczny rejonu zbiornika „Żelazny Most” jako podstawowe narzędzie do oceny oddziaływania na środowisko i sposobów ochrony wód podziemnych*. Współczesne Problemy Hydrogeologii, t. VI, Wrocław, s. 197-204.
6. Gurwin J. 1997a: *Ocena odpływu podziemnego w pradolinie Odry w obszarze zlewni rzeki Rudnej*. [w:] Współczesne Problemy Hydrogeologii, T. VIII, Poznań.
7. Gurwin J. 1997b: *Model hydrogeodynamiczny systemu wodonośnego pradoliny Odry w rejonie Głogowa*. Archiwum ING U.Wr.

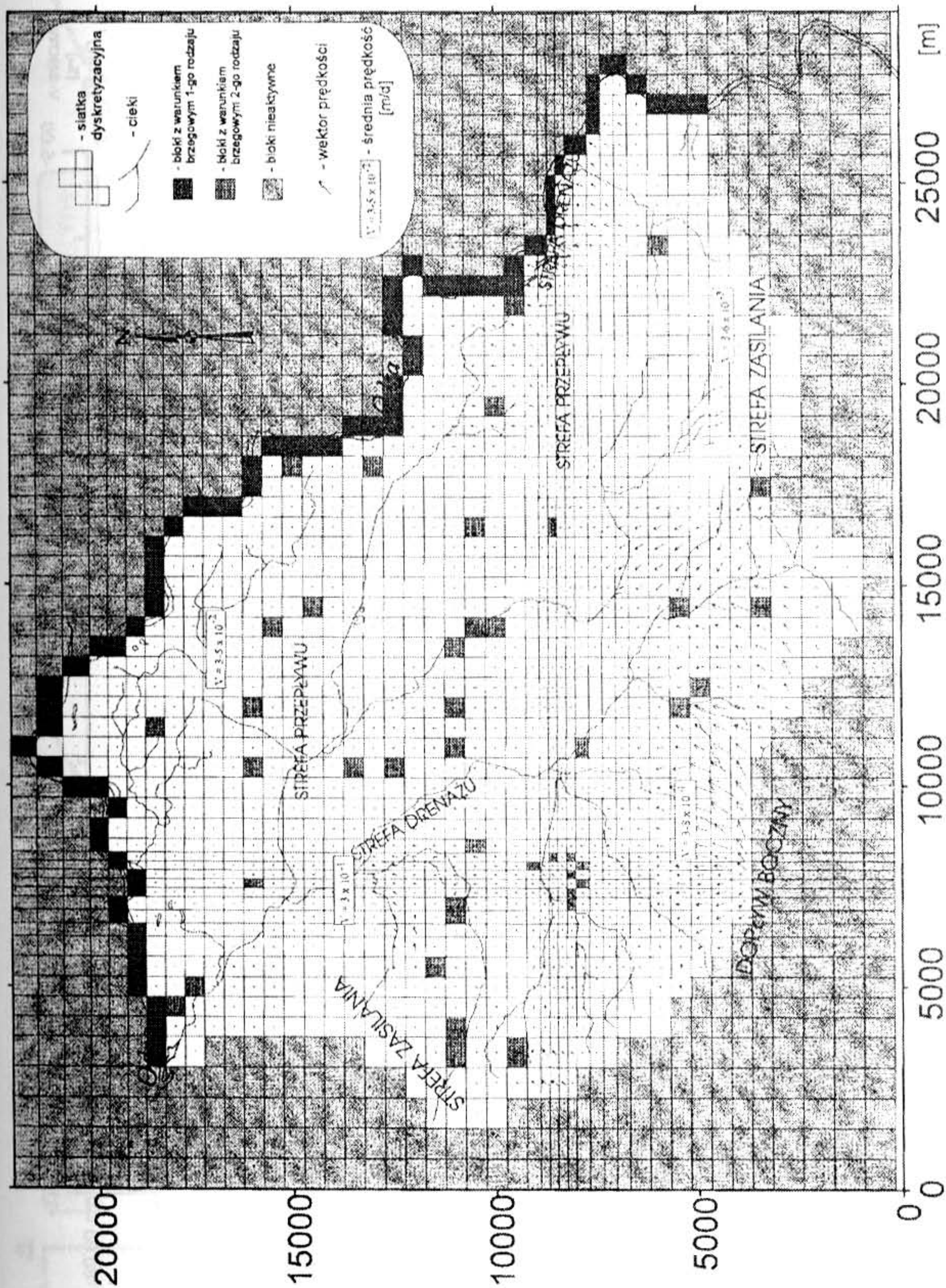
8. Kleczkowski A. et al. 1990: *Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony (1:500 000)*, CPBP 04.10.: Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego, Kraków IHiGI-AGH, ark. 4., przekr.10.
9. Szczepiński J. 1993: *Dyspersja hydrodynamiczna w rejonie regionalnego ogniska zanieczyszczeń*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 4.
10. Witczak S. et al. 1990: *Prognoza rozprzestrzeniania się wód skażonych ze zbiornika „Żelazny Most” do roku 2000, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożenia ujęć wody pitnej Retków–Stara Rzeką*, Praca AGH, Kraków.
11. Zaleska M., Kołaczkowski M., Kuzynków H., Niżyński S. 1992: *Zasoby wód podziemnych z utworów czwartorzędu, trzeciorzędu i kredy województwa legnickiego*. Dokumentacja hydrogeologiczna PG „Proxima” we Wrocławiu.
12. Zuber A., Grabczak 1985: *Pochodzenie niektórych wód mineralnych Polski Południowej w świetle dotychczasowych badań izotopowych*. Mat. III Ogólnopolskiego Sympozjum Aktualne problemy hydrogeologii. Wyd. AGH Kraków, s. 135-149.

Tabela 1. Zestawienie wyników badań składu izotopowego wód podziemnych

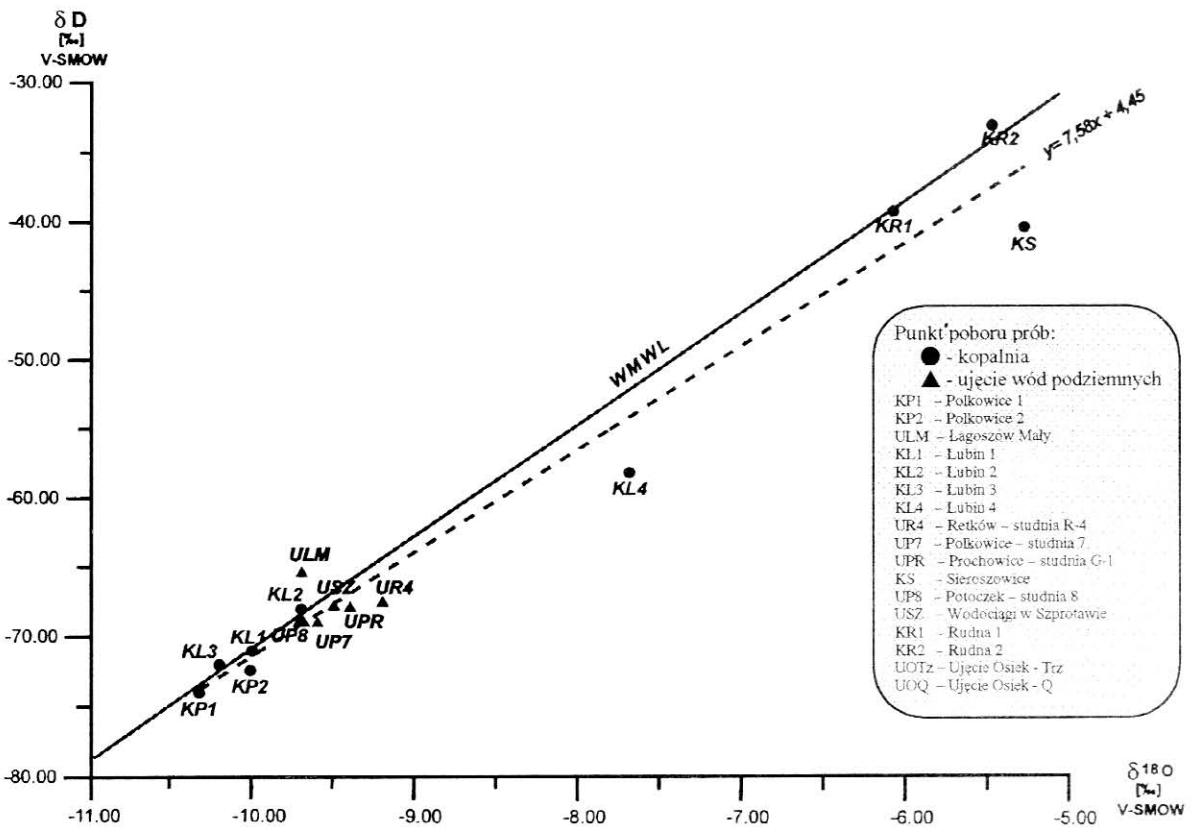
N ^o	Symbol próby	Lokalizacja	Data	$\delta^{18}\text{O}$	δD	Tryt [T.U.]
1	KP1	Polkowice 1	20.08(?).95	-10,32	-74,00	0.1 ± 0.5
				-10,35		
2	KP2	Polkowice 2	20.08(?).95	-10,01	-72,40	0.0 ± 0.5
				-9,96		
3	ULM	Łagoszów Mały	14.07.94	-9,70	-65,30	0.2 ± 0.5
4	KL1	Lubin 1	96-07-01	-10,00	-71,00	0.1 ± 0.5
				-10,00	-70,00	
5	KL2	Lubin 2	96-07-01	-9,70	-68,00	0.2 ± 0.5
				-9,90	-68,00	
6	KL3	Lubin 3	96-07-01	-10,20	-72,00	0.0 ± 0.5
				-10,10	-74,00	
					-73,00	
7	KL4	Lubin 4	96-07-01	-7,70	-58,00	1.8 ± 0.5
				-7,60	-59,00	
8	UR4	Retków - studnia R-4	21.09.94	-9,20	-67,40	21.5 ± 1.0
9	UP7	Polkowice - studnia 7	21.09.94	-9,60	-68,90	24.4 ± 1.2
10	UPR	Prochowice - studnia G-1	21.09.94	-9,40	-67,80	25.3 ± 1.2
11	KS	Sieroszowice	22.09.94	-5,30	-40,10	0.0 ± 0.5
12	UP8	Potoczek - studnia 8	22.09.94	-9,70	-68,80	0.1 ± 0.5
13	USZ	Szprotawa - wodociągi	22.09.94	-9,50	-67,70	14.1 ± 0.7
14	KR1	Rudna 1	1.10.94	-6,10	-39,00	0.0 ± 0.5
				-6,00		
15	KR2	Rudna 2	1.10.94	-5,50	-32,80	0.0 ± 0.5
				-5,40		
16	UOTz	ujęcie Osiek - Trz	10.07.96	-9,40	-67,00	0.1 ± 0.5
				-9,40	-67,00	
				-9,40		
17	UOQ	Ujęcie Osiek - Q	10.07.96	-9,90	-71,00	19.3 ± 0.9
				-9,80	-70,00	

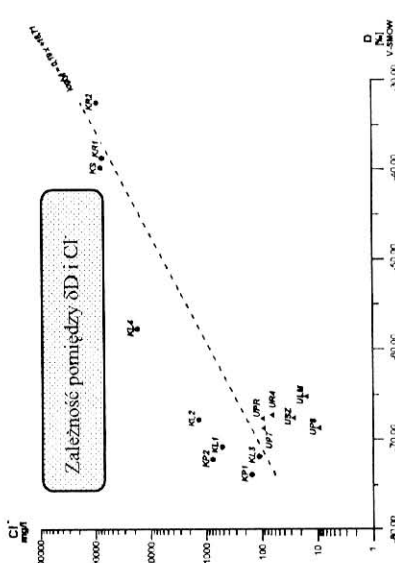
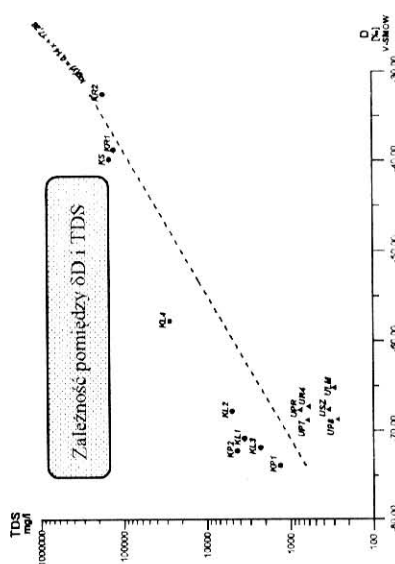
Rysunek 1. Lokalizacja przeprowadzonych badań





Rysunek 2. Warunki odnawialności wód podziemnych według modelu numerycznego

Rysunek 3. Zależność $\delta^{18}O/\delta D$ w wodach podziemnych l-g-o-n



WPLYW KRÓTKOTRWAŁEGO ZALEWU GLEB NA FRAKCJE WĘGLA I AZOTU

THE INFLUENCE OF SHORT TERM FLOODING OF SOIL ON THE FRACTION OF CARBON AND NITROGEN.

DOROTA KALEMBASA, MARCIN BECHER, KRZYSZTOF PAKUŁA*

S t r e s z c z e n i e

Dwie gleby (0-100 cm), pobrane z dolin rzecznych, zalano w lizymetrach wodą na okres 10 dni. Oznaczono: niektóre fizyczne i chemiczne właściwości tych gleb; w wyciągu kwasowym - frakcje C i N; w wyciągu alkalicznym - ogólną ilość wydzielonego C i N, C_{KF} i C_{KH} . W wyciągu kwaśnym stwierdzono zmniejszenie (średnio) zawartości C i N w organicznych związkach łatwo hydrolizujących a wzrost w związkach niehydrolizujących; w wyciągu alkalicznym - spadek ogólnej ilości wydzielonego węgla i niewielki lub żaden azotu oraz ubytek węgla i azotu w kwasach huminowych a wzrost w kwasach fulwowych.

S u m m a r y

The samples of two soils (0-100 cm) were taken from the valle of rivers were flooded in lysimeters by deionized water for 10 days. In both soils were determinated some physical and chemical properties : in acid hyrolysate - fraction of carbon and nitrogen : and in alkaline extracts total amount of carbon and nitrogen as well as carbon in humic and fulvic acids. In acid extracts the content of carbon and nitrogen in organic compounds easily hyrolysable decreased and increased in nothyrolysable compound. In alkaline extracts decreased the amount of total extracted carbon and sli-ghlly of nitrogen as well as decreased amount of carbon and nitrogen in humic acids but increased in fulvic acids.

* Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna w Siedlcach, Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej

Wstęp

Zawartość składników pokarmowych roślin w glebie zależy między innymi od zachodzących w niej procesów mineralizacji - immobilizacji. Na przebieg tych procesów duży wpływ ma: pH, wilgotność, temperatura, aktywność biologiczna i stosunki oksydacyjno - redukcyjne gleby. Całkowite wypełnienie wodą porów glebowych (warunki beztlenowe), np. w czasie powodzi, powoduje tworzenie się związków beztlenowych (CH_4 , N_2 , H_2S), które działają niekorzystnie, na wzrost i rozwój roślin [Kludze, DeLaune 1995].

Węgiel w glebowych związkach organicznych ulega różnym przemianom, zależnym głównie o struktury tych związków. Im budowa związku organicznego jest prostsza, tym szybciej ulega procesowi mineralizacji. Stabilność węgla w próchnicznych kwasach huminowych i fulwowych zależy między innymi od warunków oksydacyjno - redukcyjnych gleby. W środowisku o dużej ilości wody występuje przewaga węgla kwasów fulwowych nad huminowymi [Thurman 1985]. Wody rzeczne niosą także pewną ilość węgla. Malcolm [1985] stwierdził w takich wodach ok. 45% węgla kwasów fulwowych i ok. 5% węgla kwasów huminowych.

Na proces mineralizacji azotu w glebach zalewanych wpływa : ogólna zawartość azotu, stosunek C/N, stosunek ligniny do azotu, zawartość polifenoli [Becker i in. 1994]. Palm i Sanchez [1991] podają, że na podstawie stosunku polifenoli do azotu można określić wydzielanie się azotu w formach mineralnych. Dwukrotne zwiększenie procesu mineralizacji azotu w glebach zalewanych stwierdzili Humphrey i Pluth [1996].

Celem niniejszych badań było określenie wpływu 10 dniowego zalewu gleb na zawartość frakcji węgla i azotu w glebowych związkach organicznych.

Materiał i metodyka badań

Wytypowano dwa miejsca, z których pobrano gleby do badań:

A: Chodów w dolinie rzeki Liwiec;

B: Siedlce - Sekuła w dolinie rzeki Muchawki. Obie rzeki należą do zlewu rzeki Bug.

Próby gleb pobrano o głębokości 1 m z poszczególnych poziomów wybranych profili glebowych i przeniesiono do lizymetrów o średnicy 6 cm, i wysokości 100 cm, wypełnionych na dnie żwirem. Gleby zalano wodą destylowaną na okres 10 dni, utrzymując 5 cm warstwę wody na powierzchni gleby. Po tym okresie wodę spuszczone poprzez zawór umieszczony w dnie lizymetrów i z poszczególnych

poziomów glebowych pobrano próbnikiem glebę do badań. Po powietrznym wysuszeniu tych prób oznaczono:

- skład granulometryczny, metodą potencjometryczną;
- gęstość (właściwą), metodą piknometryczną;
- gęstość objętościową, za pomocą cylinderków;
- porowatość ogólną, obliczono na podstawie gęstości gleb;
- pH w 1 M KCl, metodą potencjometryczną;
- zawartość węgla organicznego, metodą oksydacyjno - miareczkową;
- zawartość azotu ogólnego, metodą Kjeldahla.

W hydrolizie kwasowej wydzielono ze związków organicznych gleby frakcje węgla i azotu :

- łatwo ulegające hydrolizie, w wyciągu 0,25 M H_2SO_4 ;
- trudno ulegające hydrolizie, w wyciągu 2,5 M H_2SO_4 ;
- w związkach niehydrolizujących zawartość węgla i azotu obliczono z różnicy między ogólną ich ilością a ich zawartością, w związkach łatwo i trudno hydrolizujących.

Węgiel i azot oznaczono w tych frakcjach metodami jak w glebach. Azot w związkach mineralnych (NH_4^+ i NO_3^-) oznaczono w wyciągu 2 M KCl. Po dodaniu MgO, oddestylowano NH_3 i oznaczono NH_4^+ . Jon NO_3^- oznaczono jw., po uprzedniej redukcji stopem Devarda.

W wyciągu alkalicznym (0,1 M NaOH) oznaczono:

- węgiel i azot ogólny;
- węgiel kwasów fulwowych (C_{KF}) po wytrąceniu kwasów huminowych;
- węgiel kwasów huminowych (C_{KH}) z różnicy, przyjmując % C wydzielonego = 100 % ($100 - \text{C}_{\text{KF}} = \text{C}_{\text{KH}}$).

Stosowana metodyka badań jest prosta w wykonaniu i pozwala wydzielić różne frakcje węgla i azotu z ogólnej ich ilości w glebie. Węgiel i azot wyekstrahowany z gleby 0,25 M H_2SO_4 odpowiada frakcja związków azotu ulegających procesowi mineralizacji w ciągu sezonu wegetacyjnego [Kalembasa 1995]. W roztworze 2,5 M H_2SO_4 stężenie jonów H^+ jest zbliżone do stężenia tych jonów w 6 M HCl, stosowanym powszechnie do hydrolizy białek i wydzielania z nich aminokwasów. Zastosowanie do hydrolizy kwaśnej H_2SO_4 (zamiast HCl) posiada tę zaletę, że w uzyskanym wyciągu istnieje możliwość oznaczenia związków węgla bez konieczności odparowywania (z rozkładu) nadmiaru wody oraz następuje wyeliminowanie jonów chloru, które w obecności jonów Cr_2O_7^- tworzą chlorek chromyłu, wpływający negatywnie na wyniki analizy.

Wyniki badań

Tereny, z których pobrano próby glebowe do doświadczenia leżą w strefie potencjalnego zagrożenia zalewem wód powodziowych, w ciągu całego roku. Profil glebowy w Chodowie (gleba A), przekształcony typologicznie przez człowieka, buduje piasek gliniasty mocny na piasku gliniastym lekkim. Gleba ta, intensywnie użytkowana w uprawie warzywniczo - kwiaciarskiej, została zakwalifikowana do hortisoli (gleby kulturoziemne, antropogeniczne). Jest ona częściej podtapiana niż zalewana. Gleba B, leżąca blisko koryta rzeki na obrzeżach miasta Siedlce, zbudowana z piasku słabogliniastego, ulega częstym zalewom. Zaliczono ją do mad rzecznych właściwych (gleby aluwialne, napływowe), lekkich, średnio głębokich.

Niektóre fizyczne i chemiczne właściwości tych gleb lekkich, charakterystycznych dla Wysoczyzny Siedleckiej, podano w tabeli 1.

Gleby użyte do eksperymentu różniły się zawartością C i N ogólnego. W poziomach genetycznych gleby A oznaczono mniejsze ilości tych składników, w porównaniu z glebą B, którą cechowało większe zakwaszenie.

Zalanie wodą badanych gleb w lizymetrach przez 10 dni spowodowało spadek (średnio o 4,2%) ilości węgla w związkach organicznych, które ulegają łatwo hydrolizie, a niewielki wzrost w związkach trudno i niehydrolizujących (tab. 2). Po okresie zalewu zawartość mineralnych form azotu (NH_4^+ i NO_3^-) rosła lub malała w poszczególnych poziomach glebowych (tab. 3). W obydwu glebach zanotowano spadek tego azotu, w poziomach na głębokości 30-60 cm. Średnio ilość mineralnych form azotu wzrosła o 41% w glebie A, a zmniejszyła się o 3,3% w glebie B. Największe ilości azotu w związkach mineralnych, w obydwu glebach przed zalaniem, oznaczono w poziomach powierzchniowych (30-60 cm), a po okresie zalewu - w poziomach 60-100 cm. Świadczy to prawdopodobnie o przemieszczeniu się azotu (zwłaszcza NO_3^-) głównie ze środkowej części profilu oraz o przemianach w azotowych związkach organicznych gleby.

Zawartość azotu w organicznych związkach łatwo hydrolizujących uległa zmniejszeniu po 10-cio dniowym zalaniu gleb. Spadek ten był mniejszy w glebie B (średnio o 10,1%) niż w glebie A (średnio o 21,7%); najmniejszy w poziomach na głębokości 60-100 cm.

Ilość azotu w związkach trudno ulegających hydrolizie na ogół wzrastała w poszczególnych poziomach. Średnio wzrost ten był niewielki i wynosił odpowiednio dla gleb 2,9% (A) i 4,0% (B). Przed zalaniem zawartość azotu w związkach łatwo i trudno hydrolizujących była (średnio) większa w glebie A niż w B, a po okresie zalewu największemu zróżnicowaniu uległy związki łatwo hydrolizujące w glebie A.

W związkach niehydrolizujących zawartość azotu wzrosła po zalewie w obydwu glebach; średnio w glebie A o 23,2% a w glebie B o 7,8%.

Przed zalaniem z gleby A (o mniejszej zawartości węgla) wyekstrahowano 0,1 M NaOH średnio mniej o 30% węgla ogólnego, mniej o 30% C kwasów huminowych (KH) i więcej o 58% C kwasów fulwowych (HF) niż z gleby B. Po zalewie ilości te wynosiły odpowiednio: 28, 32 i 58% (tab. 4). Przed i po zalewie w wyciągu alkalicznym z gleby A oznaczono mniej C kwasów huminowych niż C kwasów fulwowych, a z gleby B - więcej huminowych niż fulwowych. Po wpływie 10-cio dniowego zalewu w obydwu glebach (średnio w profilach) zmniejszyła się ogólna ilość węgla wyekstrahowanego roztworem alkalicznym oraz węgla kwasów huminowych a wzrosła ilość węgla kwasów fulwowych, przy czym różnice te były większe w glebie A niż w B. Największe zmiany zanotowano w poziomie powierzchniowym (0-30 cm) a najmniejsze w poziomie 60-100 cm.

W wyciągu alkalicznym z gleby B (o większej ilości azotu ogólnego) stwierdzono średnio więcej azotu (o 13,0% przed zalaniem i o 14,8% po zalewie) niż z gleby A (tab. 4). Ogólna zawartość azotu wydzielonego 0,1 M NaOH była średnio niewiele zróżnicowana przed i po zalewie. Po 10 dniach zalewu ilość azotu w kwasach huminowych zmniejszyła się (w glebie A o 4,7%, w glebie B o 1,8%) a w kwasach fulwowych wzrosła (w glebie A o 4,1%; w B o 2,8%). Po okresie zalewu większe zróżnicowanie zawartości azotu w kwasach próchnicznych zanotowano w górnych poziomach gleby A. W glebie B różnice te były niewielkie.

Wnioski

Pod wpływem 10-cio dniowego zalewu gleb stwierdzono :

1. w wyciągu kwaśnym z badanych gleb - zmniejszenie (średnio) zawartości węgla i azotu w organicznych związkach łatwo hydrolizujących a wzrost głównie w związkach niehydrolizujących;
2. w wyciągu alkalicznym - spadek (średnio) ogólnej ilości węgla i niewielki lub żaden azotu oraz zmniejszenie się zawartości węgla i azotu w kwasach huminowych a wzrost w kwasach fulwowych.

Literatura

1. Becker M., Ladhe J.K., Simpson I.C. 1994: Parameters affecting residue nitrogen mineralization in flooded soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 58, 1666-1671.

- Humphrey W.D., Pluth D. 1966: Net mineralization in natural and drained fen peatlands in Alberta. Canada, Soil Sci. Soc. Am. J., 60, 932-940.
- Kalembasa S. 1995. Zastosowanie izotopów ^{15}N i ^{13}N w badaniach gleboznawczych i chemiczno - rolniczych. WNT W-wa.
- Kludze H.K., DeLaune R.D. 1995: Gaseous Exchange and Wetland Plant Response to Soil Redox Intersity and Capecity. Soil Sci. Soc. Am. J., 59, 939-945.
- Palm C.A., Sanchez P.A. 1991: Nitrogen release from the leaves and some tropical legumes as affected by their lignin an polyphenolic contents. Soil Biol. Biochem., 23, 83-88.
- Thurman E.M. 1985: Humic substances in Groundwater pp 87-103 in: Humic Substances in soil, sediment and water pp 87 ed Aiken at el. Wiley & Sons 1985
- Malcolm R.L. 1985: Geochemistry of stream fulvic and humic substances pp 184-210 in: Humic Substances in soil, sediment and water pp 87 ed Aiken at el. Wiley & Sons.

Tabela 1. Fizykochemiczne właściwości gleb
Table 1. Physico - chemical properties of soil

Miejsce pobrania Place of taking the samples	Poziom genetyczny Genetical horizons	Głębokość w cm Depth in cm	Procentowy udział ziaren o średnicy w mm Percentage of particales in diameter			Grupa granulometryczna Granulometric groups	Gęstość g/cm ³ Densi-ty g/cm ³	Gęstość objętościowa g/cm ³ Volu-metric density	Porowatość ogólna % Total porosity %	pH _{KCl}	C _{ogólny} C _{total}	N _{ogólny} N _{total}	C/N
			1- 0,1	0,1- 0,02	<0,02		g/cm ³	g/cm ³	%		g/kg		
Chodów	A 1	0-30	69	15	16	pgm	2,54	1,48	41,7	6,02	13,70	1,56	8,78
	A 2	30-60	75	12	13	pgl	2,57	1,52	40,9	5,92	8,86	1,01	8,77
	A 3	60-100	76	12	12	pgl	2,62	1,58	39,7	6,11	8,79	1,00	8,79
Siedlce - Sekuła	A 1	0-30	86	6	8	psg	2,51	1,37	45,4	4,45	26,7	2,33	11,5
	A 2	30-60	81	11	8	psg	2,56	1,35	47,3	5,42	20,6	2,01	10,3
	A C	60-100	70	22	8	psg	2,36	1,06	55,1	5,78	19,0	1,69	11,2

Tabela 2. Procentowa zawartość węgla w różnych frakcjach wydzielonych z gleby hydrolizą kwaśną

Table 2. The content (in per cent) of carbon in different fraction extracted from soils by aci hydrolysis

Miejsce i głębokość pobrania gleby w cm Place and depth of sampling in cm	Przed zalaniem „O” Before flooded „O”				Po 10 dniach zalewu 10 days after flooded			
	C ogólny C total	C łatwo hydrolizujący C easy hydroly sable	C trudno hydrolizujący C difficulty hydroly sable	C niehydrolizujący C not hydrolysable	C ogólny C total	C łatwo hydrolizujący C easy hydroly sable	C trudno hydrolizujący C difficulty hydroly sable	C niehydrolizujący C not hydrolysable
Chodów (A)								
0-30	100	29,9	9,5	60,6	100	27,6	9,3	63,1
30-60	100	22,4	17,5	60,1	100	21,8	18,1	60,1
60-100	100	26,4	15,8	57,8	100	26,0	16,4	57,6
Średnie Means		26,2	14,3	59,5		25,1	14,6	60,3
Siedlce - Sekula (B)								
0-30	100	25,9	11,2	62,9	100	25,2	10,6	64,2
30-60	100	20,6	19,6	59,8	100	18,9	20,1	61,0
60-100	100	17,4	16,8	65,8	100	17,1	17,2	65,7
Średnie Means		21,3	15,9	62,8		20,4	16,0	63,6

Tabela 3. Procentowa zawartość azotu w różnych frakcjach wydzielonych z gleby hydrolizą kwaśną
Table 3. The content (per cent) of nitrogen in different fraction extracted from soils by aci hydrolysis

Miejsce i głębokość pobrania gleby w cm Place and depth of sanpling in cm	Przed zalaniem „O” Before flooded „O”					Po 10 dniach zalewu 10 days after flooded				
	N ogólny N total	NH ₄ ⁺ NO ₃ ⁻	Azot związków organicznych = 100% Nitrogen of organic compounds = 100%			N ogólny N total	NH ₄ ⁺ NO ₃ ⁻	Azot związków organicznych = 100% Nitrogen of organic compounds = 100%		
			łatwo hydrolizujący easy hydroly sable	trudno hydrolizujący difficulty hydroly sable	niehydrolizujący not hydrolysable			łatwo hydrolizujący easy hydrolysable	trudno hydrolizujący difficulty hydrolysable	niehydrolizujący not hydrolysable
Chodów										
(A)										
	100	0,38	33,3	33,7	33,0	100	0,59	24,6	29,6	45,8
0-30	100	0,89	39,0	28,0	33,0	100	0,72	24,7	31,8	43,5
30-60	100	0,40	45,3	21,1	33,6	100	1,06	42,7	23,8	33,5
60-100										
Średnie Means		0,56	39,2	27,6	33,2		0,79	30,7	28,4	40,9
Siedlce - Sekula										
(B)										
	100	0,64	40,2	22,7	37,1	100	0,34	33,8	22,8	43,4
0-30	100	0,75	39,6	28,3	32,1	100	0,66	35,7	29,5	34,8
30-60	100	0,41	30,8	22,9	46,3	100	0,75	29,1	24,6	46,3
60-100										
Średnie Means		0,60	36,9	24,6	38,5		0,58	32,9	25,6	41,5

Tabela 4. Procentowy udział węgla związków organicznych i azotu ekstrahowanych z gleb 0,1 M NaOH

Table 4. The content (per cent) of carbon and nitrogen in organic compounds extracted from soil by 0,1 M NaOH

Miejsce i głębokość pobrania gleby w cm Place and depth of sampling in cm	Przed zalaniem „O” Before flooded „O”			Po 10 dniach zalewu 10 days after flooded		
	C wydzielony C extracted	C _{KH} C _{HA}	C _{KF} C _{FA}	C wydzielony C extracted	C _{KH} C _{HA}	C _{KF} C _{FA}
	w % C wydzielonego = 100% in % C extracted = 100%			w % C wydzielonego = 100% in % C extracted = 100%		
Chodów A						
0-30	34,4	46,5	53,5	31,3	42,2	57,8
30-60	35,3	57,8	42,2	37,5	55,8	44,2
60-100	44,1	31,7	68,3	41,8	32,2	67,8
Średnie Means	37,9	45,3	54,7	36,9	43,4	56,6
Siedlce - Sekula B						
0-30	58,4	62,3	37,7	54,2	58,7	41,3
30-60	52,6	60,5	39,5	53,6	61,4	38,6
60-100	50,6	73,5	26,5	47,1	72,8	27,2
Średnie Means	53,9	65,4	34,6	51,6	64,3	35,7
	N wydzielony N extracted	N _{KH} N _{HA}	N _{KF} N _{FA}	N wydzielony N extracted	N _{KH} N _{HA}	N _{KF} N _{FA}
	w % N wydzielonego = 100% in % N extracted = 100%			w % N wydzielonego = 100% in % N extracted = 100%		
Chodów A						
0-30	41,5	43,1	56,9	40,7	47,3	52,7
30-60	48,5	47,1	52,9	48,2	38,1	61,9
60-100	46,0	49,9	50,1	44,8	48,1	51,9
Średnie Means	45,3	46,7	53,3	44,6	44,5	55,5
Siedlce - Sekula B						
0-30	57,9	63,1	36,9	57,0	60,9	39,1
30-60	52,2	58,2	41,8	53,2	58,9	41,1
60-100	43,5	61,9	38,1	43,4	60,3	39,7
Średnie Means	51,2	61,1	38,9	51,2	60,0	40,0

C_{KH} - węgiel ogólny w wyciągu w kwasach huminowych ;

C_{HA} total carbon in extracts in humic acids ;

C_{KF} - węgiel ogólny w wyciągu w kwasach fulwowych ;

C_{FA} total carbon in extracts in fulvic acids ;

N_{KH} - azot ogólny w wyciągu w kwasach huminowych ;

N_{HA} - total nitrogen in extracts in humic acids ;

N_{KF} - azot ogólny w wyciągu w kwasach fulwowych ;

N_{FA} - total nitrogen in extracts in fulvic acids ;

ANALIZA MODELOWYCH BADAŃ KAPILARNOŚCI GRUNTU

URSZULA KOŁODZIEJCZYK, ARTUR SPÓLNIK*

S t r e s z c z e n i e

W pracy przedstawiono analizę wyników modelowych badań kapilarności gruntu. Badania przeprowadzono na próbkach kruszywa naturalnego ze złoża Chynów (Zielona Góra). Zbadano wysokość wzniosu kapilarnego w kruszywie o naturalnym uziarnieniu oraz w poszczególnych frakcjach tegoż kruszywa. Porównano kapilarność kruszywa w stanie luźnym oraz zagęszczonym.

S u m m a r y

W pracy przedstawiono analizę wyników modelowych badań kapilarności gruntu. Badania przeprowadzono na próbkach kruszywa naturalnego ze złoża Chynów (Zielona Góra). Zbadano wysokość wzniosu kapilarnego w kruszywie o naturalnym uziarnieniu oraz w poszczególnych frakcjach tegoż kruszywa. Porównano kapilarność kruszywa w stanie luźnym oraz zagęszczonym.

1. Wstęp

W analizie zjawisk geologiczno-inżynierskich, np. w przypadku badania osuwisk, wałów przeciwpowodziowych, zawilgocenia fundamentów czy budowy dróg, duże znaczenie ma znajomość kapilarności gruntów [1], [2], [3].

Dotychczasowe badania kapilarności gruntów (sztucznie uformowanych) opierają się głównie na wynikach prac Atterberga [2], które wykazały, że prędkość wznoszenia się wody kapilarnej zależy od rodzaju gruntu oraz średnicy porów i ziaren gruntu, a wysokość wzniosu kapilarnego warunkuje uziarnienie gruntu.

W prezentowanej pracy zostały przedstawione wyniki badań kapilarności, jakie zostały przeprowadzone na naturalnych gruntach o różnym uziarnieniu i zagęszczeniu.

2. Charakterystyka materiału badawczego

Badanie kapilarności przeprowadzono na kruszywie naturalnym występującym w złożu Chynów (dzielnica Zielonej Góry).

Złoże to występuje w południowej części Pagórków Zielonogórskich, w obrębie terasy kemowej. Serię złożową budują piaski drobno- i średnioziarniste.

Przeważającą frakcją w złożu są ziarna o wymiarze do 0,63 mm, które stanowią 54%; zawartość ziaren większych od 2,5 mm wynosi 3,9%, a większych od 5 mm – 1,9%.

Szczegółowe wyniki badań uziarnienia kruszywa podano w tabeli nr 1.

Tabela 1. Analiza sitowa kruszywa naturalnego ze złoža Chynów

Wymiary oczek sita [mm]	Zawartość procentowa frakcji [%]
16	-
8	2,14
4	1,09
2	1,30
1	2,84
0,5	14,32
0,25	44,60
0,125	29,90
0,000	3,81
	$\Sigma = 100$

Średnia zawartość pyłów mineralnych w analizowanym kruszywie wynosi 0,6%, ziaren mniejszych od 2 mm (punkt piaskowy) – 70%, ziaren mniejszych od 5,0 mm – 98,1%. Kruszywo wykazuje brak zanieczyszczeń obcych i organicznych.

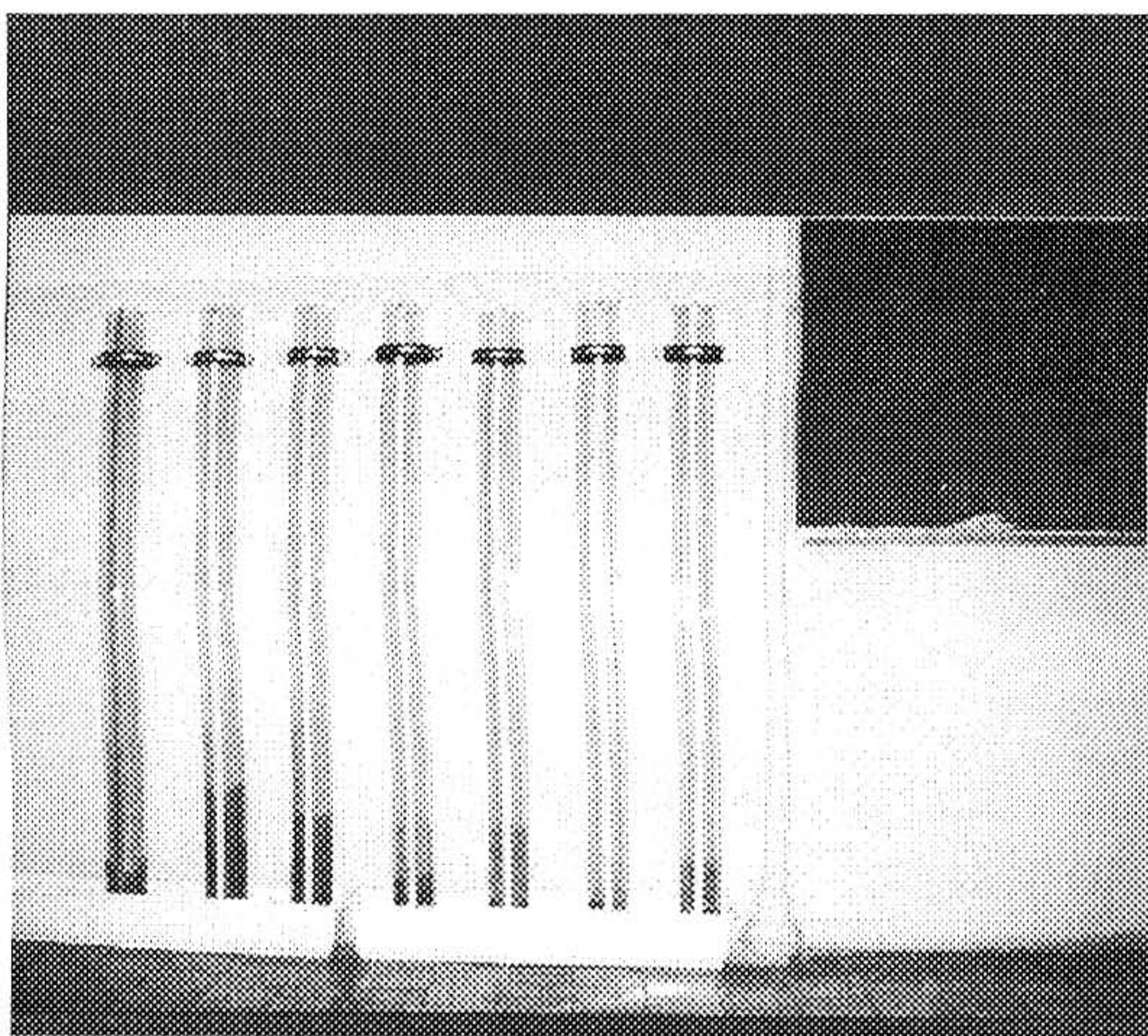
3. Opis badań

Próbki do badań kapilarności stanowiło kruszywo o naturalnym uziarnieniu oraz poszczególne frakcje tego kruszywa uzyskane podczas analizy sitowej.

Były to kolejno:

- próbka nr 1 - kruszywo o średnicy ziaren $0,125 \leq d < 0,25$
- próbka nr 2 - kruszywo o średnicy ziaren $0,25 \leq d < 0,5$
- próbka nr 3 - kruszywo o średnicy ziaren $0,5 \leq d < 1$
- próbka nr 4 - kruszywo o średnicy ziaren $1 \leq d < 2$
- próbka nr 5 - kruszywo o średnicy ziaren $2 \leq d < 4$
- próbka nr 6 - kruszywo o średnicy ziaren $d > 4$
- próbka nr 7 - kruszywo o naturalnym uziarnieniu.

Badanie przeprowadzono w pionowych rurach szklanych o średnicy 0,09 m (rys. 1). Dolna część rur znajdowała się w kuwetach o wyprofilowanym dnie, co umożliwiało swobodny dopływ wody do gruntu i jego przewodów kapilarnych.



Rysunek 1. Stanowisko badawcze

W pierwszej fazie badań użyto kruszywa w stanie luźnym, co uzyskano wsypując grunt przez lejek zakończony gumowym węzłem dotykającym dna rury. Zastosowana metoda umożliwiła uzyskanie maksymalnej porowatości gruntu. Po napełnieniu kolejnych rur kruszywem wleto wodę do kuwet. Podczas całego

doświadczenia utrzymywano stały poziom wody w kuwetach. Wraz z napełnieniem kuwet wodą rozpoczęto odczyty wysokości wzniosu kapilarnego w gruncie. Badanie zakończono, gdy zaobserwowano stabilizację wysokości wzniosu.

W drugiej fazie badań użyto próbek gruntu tych samych frakcji co w pierwszej, lecz zagęszczonych. Kruszywo zagęszczano wsypując je do przewodów warstwami o miąższości 0,1 m i ubijając specjalnym drewnianym ubijakiem o masie 1 kilograma, opuszczając go luźno na sznurku 10 razy z wysokości 0,5 m na każdą z warstw. Dalsza część badań przebiegała identycznie, jak w przypadku próbek z gruntem w stanie luźnym.

Wyniki odczytów wzniosu kapilarnego z badań gruntu w stanie luźnym i zagęszczonym zestawiono w tabelach 2 i 3.

Tabela 2. Wyniki odczytów wzniosu kapilarnego dla gruntu w stanie luźnym

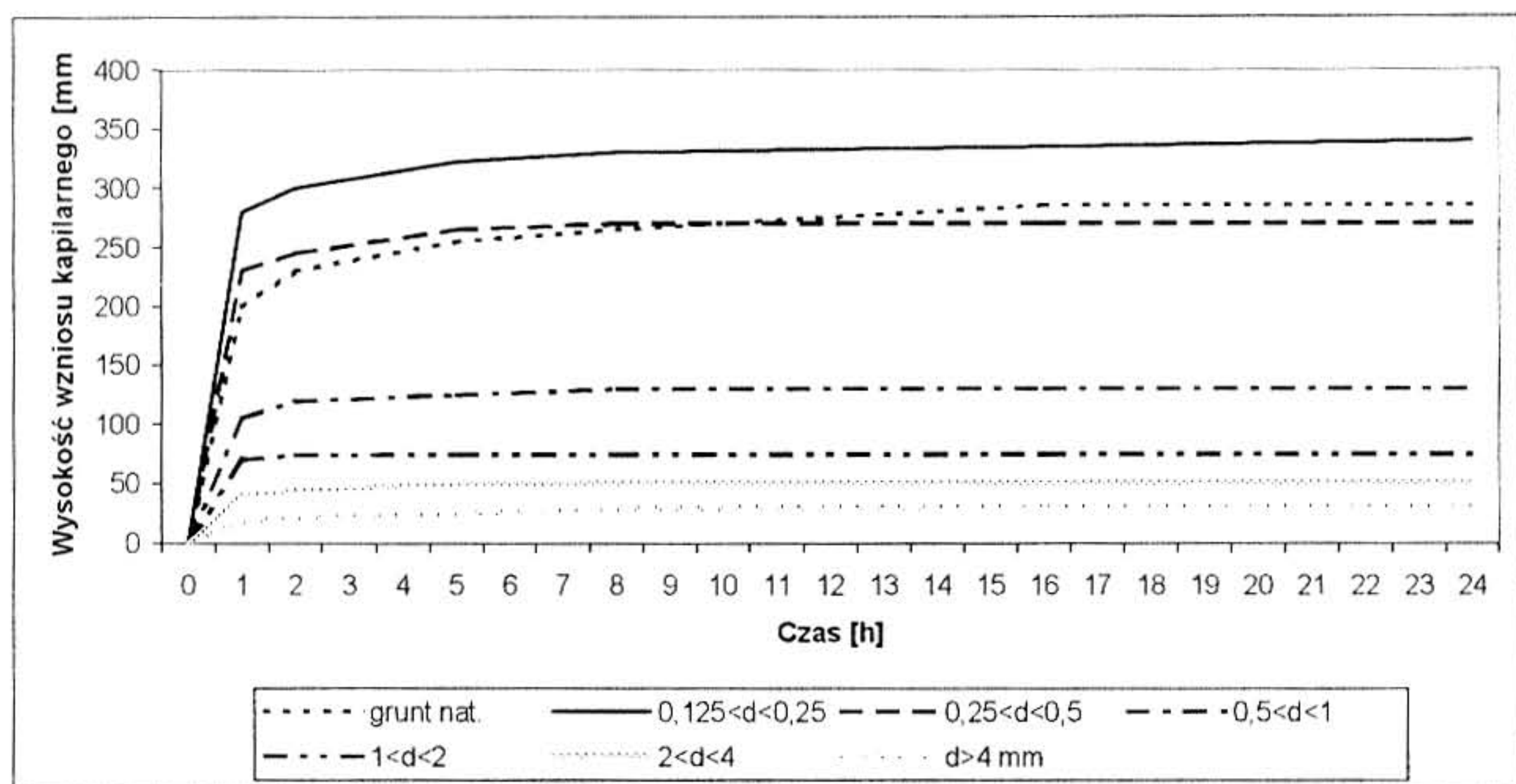
Czas	Wysokość wzniosu kapilarnego [mm]						
	Frakcja kruszywa [mm]						
	Natural.	$0,125 \leq d < 0,25$	$0,25 \leq d < 0,5$	$0,5 \leq d < 1$	$1 \leq d < 2$	$2 \leq d < 4$	$d \geq 4$
5''	0	0	0	0	0	10	5
10''	0	0	10	35	20	10	5
15''	0	15	30	50	35	25	5
30''	0	20	45	60	40	25	10
60''	10	40	65	70	50	40	10
2'	40	60	85	80	55	40	10
3'	55	75	95	80	55	40	15
4'	70	90	110	85	60	40	15
5'	90	105	125	90	60	40	15
10'	110	185	185	90	75	40	20
15'	125	235	210	95	75	40	20
30'	155	255	220	100	75	40	20
1 h	200	280	230	105	75	45	20
2 h	230	300	245	120	75	45	20
5 h	255	320	265	125	75	50	25
8 h	265	330	270	130	75	50	30
16 h	285	335	270	130	75	50	30
24 h	285	340	270	130	75	50	30
48 h	295	340	275	135	75	50	35

Tabela 3. Wyniki odczytów wzniosu kapilarnego dla gruntu w stanie zagęszczonym

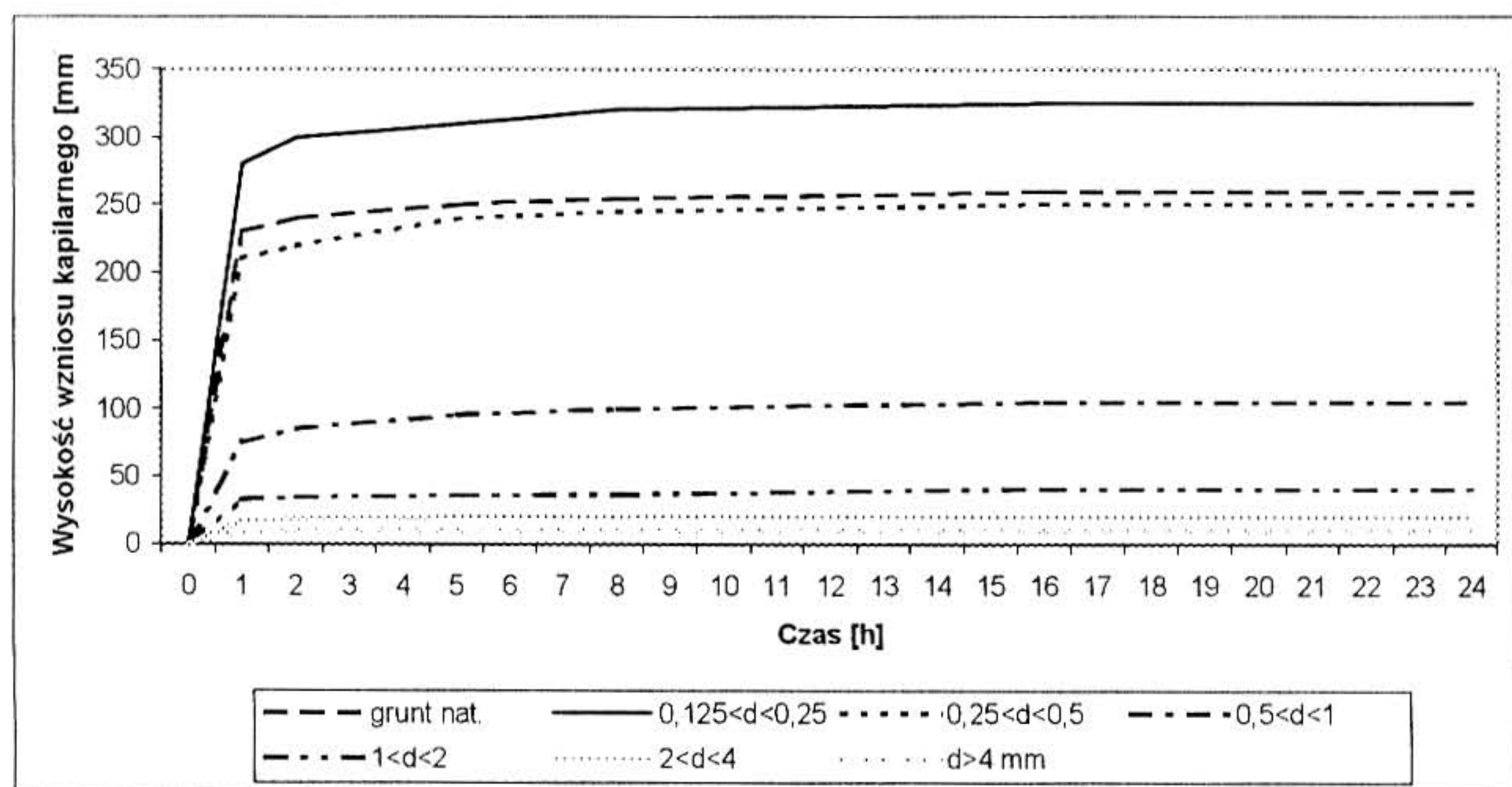
Czas	Wysokość wzniosu kapilarnego [mm]						
	Frakcja kruszywa [mm]						
	Natural.	$0,125 \leq d < 0,25$	$0,25 \leq d < 0,5$	$0,5 \leq d < 1$	$1 \leq d < 2$	$2 \leq d < 4$	$d \geq 4$
5''	0	0	0	0	0	10	5
10''	0	0	10	35	20	10	5
15''	0	15	30	50	35	25	5
30''	0	20	45	60	40	25	10
60''	10	40	65	70	50	40	10
2'	40	60	85	80	55	40	10
3'	55	75	95	80	55	40	15
4'	70	90	110	85	60	40	15
5'	90	105	125	90	60	40	15
10'	110	185	185	90	75	40	20
15'	125	235	210	95	75	40	20
30'	155	255	220	100	75	40	20
1 h	200	280	230	105	75	45	20
2 h	230	300	245	120	75	45	20
5 h	255	320	265	125	75	50	25
8 h	265	330	270	130	75	50	30
16 h	285	335	270	130	75	50	30
24 h	285	340	270	130	75	50	30
48 h	295	340	275	135	75	50	35

Z przeprowadzonych badań wynika wyraźny wzrost wysokości wzniosu kapilarnego w miarę zmniejszenia uziarnienia gruntu, zarówno w gruncie luźnym jak i zagęszczonym.

W pierwszej godzinie badań zjawisko podsiąkania kapilarnego przebiega intensywnie, a następnie ulega spowolnieniu, aby po 2 – 3 godzinach niemal zupełnie ustabilizować się (rys. 2 i rys. 3).

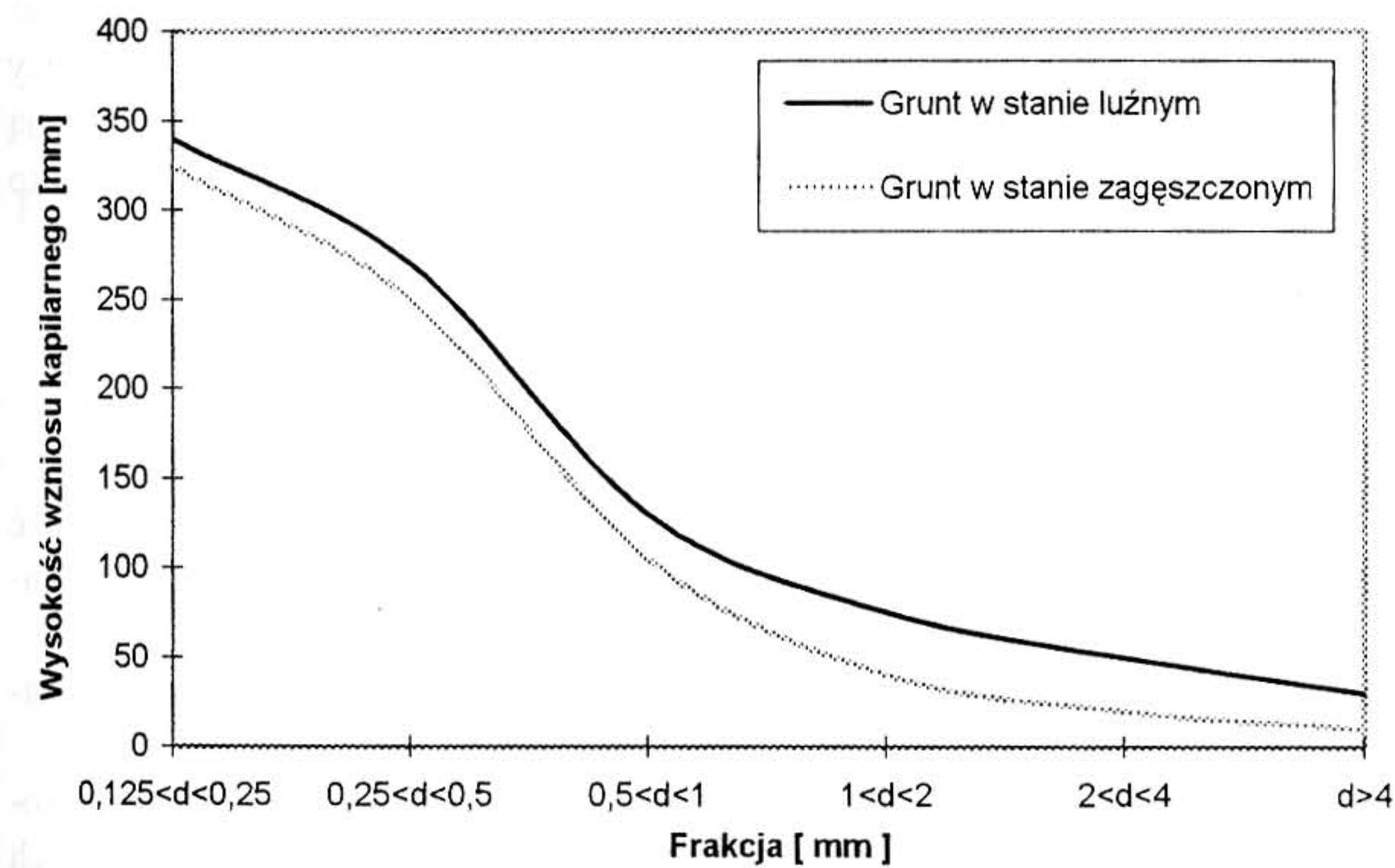


Rysunek 2. Wykres wzniosu kapilarnego w różnych frakcjach kruszywa w stanie luźnym

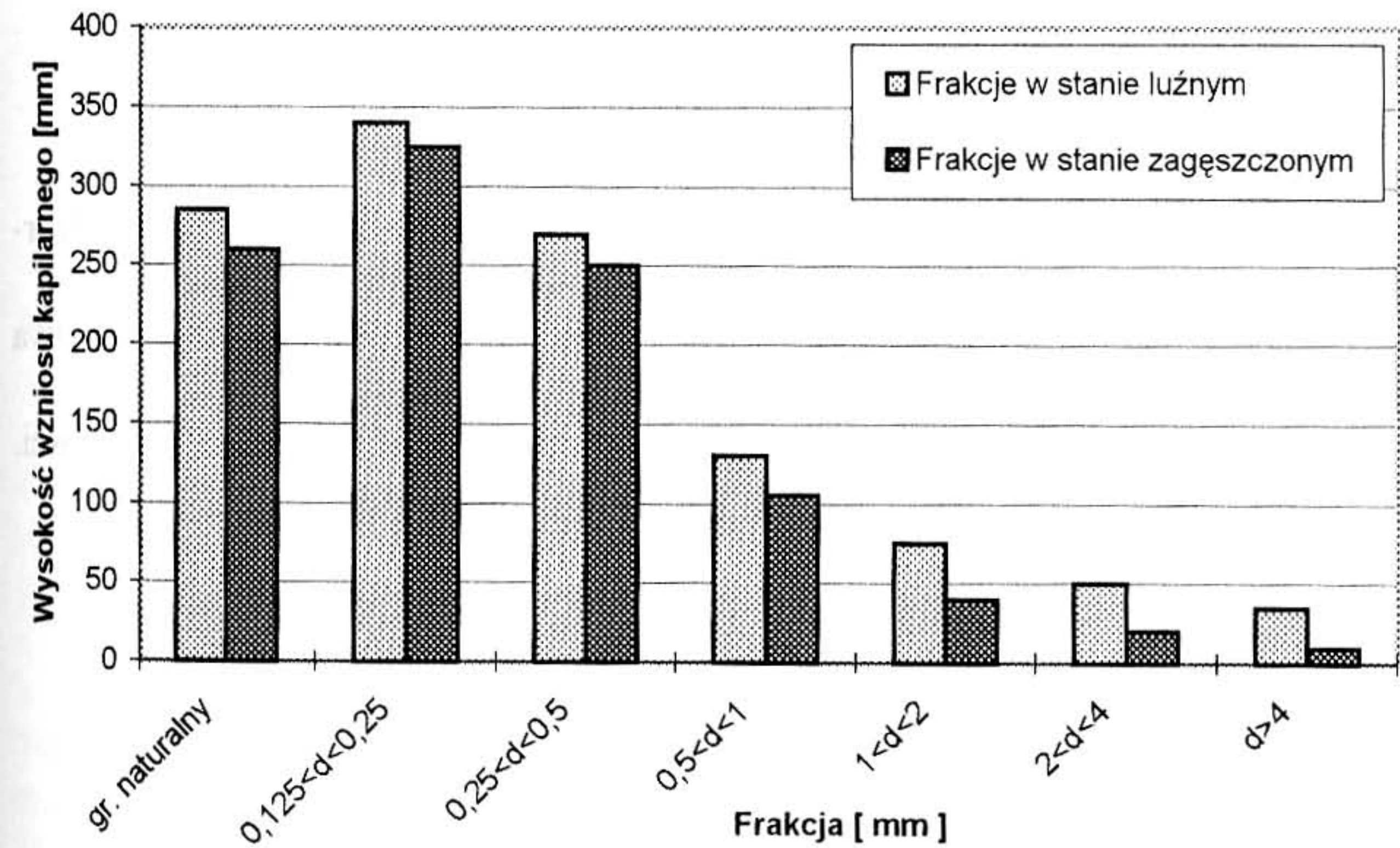


Rysunek 3. Wykres wzniosu kapilarnego w różnych frakcjach kruszywa zagęszczonego

Z porównania wyników badań wynika, że kruszywo w stanie luźnym podciąga wodę na wysokość o około 20 mm większą niż kruszywo zagęszczone (rys. 4 i rys. 5).



Rysunek 4. Porównanie wysokości wzniosu kapilarnego w kruszywie luźnym i zagęszczonym



Rysunek 5. Histogram wzniosu kapilarnego w kruszywie luźnym i zagęszczonym

Maksymalny wznios kapilarny (około 350 mm) wykazał grunt w stanie luźnym o frakcji $0,125 \leq d < 0,25$, a najmniejszy – grunt zagęszczony o średnicy ziaren $d > 4$ mm. Grunt naturalny wykazał kapilarność porównywalną z frakcją $0,25 \leq d < 0,5$, co świadczy o dominacji tej frakcji w kruszywie. Potwierdzają to wyniki analizy uziarnienia gruntu (tab. 1).

4. Wnioski

Na podstawie przedstawionych badań można stwierdzić, że kapilarność gruntów zależy zdecydowanie od ich uziarnienia: grunty drobnoziarniste wykazują większy wznios kapilarny od gruntów gruboziarnistych.

Stopień zagęszczenia gruntów wpływa na obniżenie wysokości wzniosu kapilarnego.

W celu uniknięcia niekorzystnych zjawisk geologiczno-inżynierskich spowodowanych kapilarnością gruntów np. osłabienia wałów przeciwpowodziowych lub nasypów, zawilgocenia fundamentów itp., zaleca się wykorzystywanie w tych obiektach gruntów gruboziarnistych o wysokim stopniu zagęszczenia.

Badania kapilarności wymagają kontynuacji zarówno w aspekcie różnorodności kruszywa, jak i jego zagęszczenia, zasolenia itp.

Literatura

- [1] Malinowski J. 1967: Geologia inżynierska. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- [2] Płochniewski Z. 1986: Hydrogeologia i geologia inżynierska. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- [3] Wiłun Z. 1976: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa.

MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA DYREKTYW UNII EUROPEJSKIEJ W MONITORINGU WÓD I ŚCIEKÓW

THE POSSIBILITIES OF IMPLEMENTATION OF THE EU DIRECTIVES IN THE WATERS AND WASTEWATERS MONITORING

RAFALINA KOROL, ELŻBIETA JAŚNIEWICZ, MARZENNA STROŃSKA*

S t r e s z c z e n i e

Praca analizuje prawodawstwo Unii Europejskiej z zakresu ochrony wód, porównuje normy jakości obowiązujące w Polsce z odpowiednimi dyrektywami Unii i wskazuje możliwości ich wdrożenia wraz z oszacowaniem kosztów. Na podstawie zbioru danych monitoringowych określa trendy zmian jakości wód w Polsce oraz porównuje wyniki dotychczasowych ocen z klasyfikacją dokonaną na podstawie dyrektyw Unii Europejskiej.

S u m m a r y

The authors of the paper concentrate on the following items: EU legislation concerning water pollution control, comparison of water quality standards enforced in Poland with relevant EU Directives, and potentiality for the implementation of the EU directives in Poland (including assessment of the costs involved). Making use of monitoring data, the trends of water quality variations in Poland are determined and the results are compared with the classification established on the basis of EU Directives.

* Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, Zakład Monitoringu Powierzchniowych Wód Płynących

Wstęp

Prawodawstwo ekologiczne państw Unii Europejskiej jest ściśle uwarunkowane polityką ekonomiczną i obejmuje wszystkie komponenty środowiska. W polityce ekologicznej jedną z priorytetowych dziedzin jest ochrona wód przed zanieczyszczeniem i ona właśnie zdecydowała o podjęciu wspólnych regulacji prawnych, koniecznych do prawidłowego funkcjonowania wspólnego rynku. Dodatkowo o pierwszeństwie prawodawstwa z ochrony wód na terenie Unii decydował fakt, iż wiele z nich ma charakter transgraniczny, co wymagało ustalenia wspólnych przepisów prawnych.

Za podstawę do określania kierunków oraz etapów realizacji polityki ekologicznej Unii przyjęto pięć kolejnych programów działania, które uwzględniały następującą problematykę [1]:

Program I, obejmujący lata 1973-1975, miał na celu ustalenie strategii kontroli zanieczyszczeń, a więc wprowadzenie norm, kryteriów jakości, w celu określenia wymagań, jakie powinny być spełnione w odniesieniu do środowiska.

Program II, dotyczący lata 1976-1981, koncentrował się na redukcji zanieczyszczeń, racjonalnym wykorzystaniu środowiska i zasobów naturalnych oraz na poprawie stanu środowiska.

Program III, ustalony na lata 1982-1986, miał na celu analizę prawidłowości wprowadzania poszczególnych dyrektyw Unii do systemów prawnych jej państw członkowskich.

Program IV obejmował lata 1987-1992 i dotyczył przede wszystkim zwalczania zanieczyszczenia powietrza i wód. Szczególną uwagę zwrócono w nim na źródła zanieczyszczeń.

Program V, obowiązujący od 1993 do 1999 roku (siedem lat), rozpatruje środowisko w kontekście zrównoważonego rozwoju. Realizacji tego programu będą służyły zarówno środki prawne, działania ekonomiczne (dane statystyczne, badania itp.), jak i polityka finansowa.

W sferze ochrony wód skuteczność prawodawstwa Unii zależy od właściwej strategii kontroli zanieczyszczeń, co oznacza konieczność przyjęcia jednolitych standardów określających stan jakości wody. Przepisy o ochronie wód obejmują zarówno wody śródlądowe, jak i morskie. Podstawę systemu prawnego ochrony środowiska stanowią zróżnicowane rozporządzenia i dyrektywy. Wdrażanie wszystkich przepisów proekologicznych wymaga czasu i rozwagi, bowiem ponad 30 aktów prawnych dotyczy ochrony wód w sposób pośredni lub bezpośredni. Należy podkreślić, że przepisy prawne Unii obowiązują tylko jej członków.

Podstawową problematykę wód śródlądowych ujęto w dyrektywach formułujących wymagania jakości w odniesieniu do [1, 2, 3]:

- wód ujmowanych na cele wodociągowe (75/440/EEC),
- wód przeznaczonych do kąpieli (76/160/EEC), a także
- wód stanowiących środowisko bytowania ryb (78/659/EEC),

jak również wymagania dotyczące oczyszczania i odprowadzania ścieków bytowo-gospodarczych (91/271/EEC) [4, 8].

Oddzielnie potraktowano zasady odprowadzania zanieczyszczeń i substancji niebezpiecznych do wód powierzchniowych i podziemnych. Dyrektywy ulegają zmianom w miarę przystępowania nowych państw do Unii.

Dążenia Polski do szybkiej integracji z Unią Europejską wiążą się ściśle z koniecznością opracowania takich metod oceny stanu środowiska, które by nie tylko uwzględniały unijne kryteria, przepisy i mechanizmy prawne, lecz także pozwoliły przewidzieć skutki ich wdrożenia.

Zakres i metoda pracy

Możliwość zastosowania odpowiednich dyrektyw Unii do monitoringu wód płynących zaczęto analizować w Zakładzie Monitoringu IMGW we Wrocławiu już w 1993 roku, wykorzystując bazę danych monitoringu powierzchniowych wód płynących. Zgromadzone wyniki badań umożliwiały stosowanie dowolnych metod oceny jakości wód, w tym również ocen zgodnych z wymaganiami dyrektyw Unii Europejskiej [1, 2, 3]. Zakres zrealizowanych prac obejmował:

- analizę podstawowych aktów prawnych Unii z zakresu organizacji badań oraz sposobów oceny stanu zanieczyszczenia wód płynących na tle zasad i metod obowiązujących w Polsce;
- ocenę zgodności metod analitycznych i odpowiednich norm stosowanych w monitoringu wód płynących z wymaganymi w krajach unijnych;
- przygotowanie odpowiednich programów oraz opracowanie oceny stanu zanieczyszczenia rzek objętych monitoringiem podstawowym zgodnie z wymaganiami dyrektyw Unii i porównanie tych ocen z ocenami uzyskanymi według metod krajowych;
- określenie kosztów oraz możliwości wdrożenia Dyrektywy 91/271/EEC do monitoringu zrzutów ścieków w dorzeczu Odry.

Porównawcze oceny jakości wód (uwzględniające 20 rzek o sumarycznej długości klasyfikowanych odcinków wynoszącej 6.188 km) opracowywano na podstawie istniejących baz danych monitoringu podstawowego, dla których prace analityczne wykonali specjaliści z Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska (WIOŚ) w ramach programu badawczego Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ), natomiast przepływy towarzyszące badaniom jakości określiła Służba Hydro-Meteorologiczna IMGW. Roczne zbiory danych

obejmowały od 7600 do 8100 prób, z których oznaczano od 195000 do 217000 normowanych parametrów jakości wód.

Wyniki dotychczasowych prac

Analiza aktów prawnych z zakresu ochrony wód wykazała, że państwa Unii w pierwszej kolejności zajęły się ograniczaniem zanieczyszczenia wód substancjami szkodliwymi, następnie określiły normy jakości wód ujmowanych na potrzeby wodociągowe, jak również wód do kąpieli oraz utrzymania życia ryb, i dopiero w 1980 roku sprecyzowały wymagania składu wód przeznaczonych do zaopatrzenia ludności (na cele pitne).

Z porównania polskich normatywów jakości wód [5] z wymaganiami Unii Europejskiej wynika, że w krajach członkowskich do określenia przydatności wód na poszczególne potrzeby wymaga się oznaczania mniejszej liczby parametrów aniżeli w Polsce. Przydatność wód na potrzeby ujęć wodociągowych warunkuje 20 wskaźników jakości, a docelowo będzie obowiązywała kontrola 28. O przydatności wód do zapewnienia prawidłowego rozwoju ichtiofauny oraz wód przeznaczonych do kąpieli decydują dopuszczalne stężenia 7 wskaźników zanieczyszczenia i liczba ta będzie obowiązywała docelowo. Istotna różnica normatywów jakości dotyczy również dwuetapowości ich wprowadzania. Dyrektywy unijne podają graniczne wartości stężeń dopuszczalnych oraz stężeń docelowych, które powinny być wprowadzone po 2000 roku. Takie zasady umożliwiają prawidłowe projektowanie lub planowanie rozwiązań z zakresu ochrony wód.

Porównanie metod analitycznych stosowanych na potrzeby monitoringu w Polsce i w krajach Unii wykazało, że spośród 53 metodyk Polskich Norm tylko jedna była zgodna z normą międzynarodową ISO. Nie znaczy to, że polskie normy są złe, świadczy natomiast, że nie są równoważne z normami międzynarodowymi. Analiza zgromadzonych zbiorów danych monitoringowych ujawniła różnorodność stosowanych procedur analitycznych. Brak unifikacji metod oznaczania poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia powoduje duże rozbieżności wyników badań jakości wód, co jest szczególnie widoczne w przekrojach monitoringowych na rzekach płynących przez kilka województw. Analizując te wyniki, można wyraźnie wyznaczyć, gdzie zaczyna się i kończy dane województwo.

Dotychczasowe oceny stanu zanieczyszczenia rzek w Polsce świadczą jednoznacznie o poprawie jakości wód [16].

Kierunki zmian jakości wód w latach 1992-1996, określone na podstawie klasyfikacji metodą miarodajną i statystyczną, w odniesieniu do podstawowych grup zanieczyszczeń, dowodzą, że:

- *zawartość substancji organicznych* w monitorowanych rzekach zmniejszała się najszybciej, co uwidoczniło się we wzroście długości rzek zaliczonych do I i II klasy czystości i zmniejszeniu się zasięgu wód klasy III oraz wód nadmiernie zanieczyszczonych;
- *składniki zasolenia* odznaczały się małą dynamiką zmian, w strefie przepływów niskich prawie na stałym poziomie utrzymywał się zasięg wód I klasy czystości, wzrastał zasięg wód klasy II i bardzo powoli zmniejszało się ponadnormatywne zasolenie rzek;
- *zanieczyszczenie substancjami biogennymi* malało, co uwidoczniło się zarówno w zmniejszeniu zasięgu wód nadmiernie zanieczyszczonych, jak i we wzroście długości rzek o wodach spełniających wymagania I i II klasy czystości;
- *stan sanitarny* również wykazywał poprawę, lecz proces ten był bardzo powolny.

Szybkość postępujących zmian jakości wód ilustrują linie trendów na rys. 1. Jak widać w ogólnej klasyfikacji, wody są ciągle dyskwalifikowane na podstawie złego stanu sanitarnego (rys. 2) mimo systematycznego zmniejszenia zanieczyszczeń organicznych i mineralnych. Stwierdzona poprawa jakości wód jest wynikiem budowy lub modernizacji oczyszczalni ścieków, zmian technologii produkcji w wielu zakładach przemysłowych oraz tendencji spadkowych w stosowaniu nawozów mineralnych.

Należy jednak wyraźnie podkreślić, że polskie oceny jakości wód nie są porównywalne w skali międzynarodowej, ponieważ polskie metody badań oraz interpretacji wyników różnią się od metod stosowanych w innych państwach oraz od sposobów oceny zalecanych w odpowiednich dyrektywach Unii Europejskiej. Zastosowanie unijnych metod interpretacji i zasad klasyfikacji pozwoliło na bezdyskusyjną ocenę jakości wód w rzekach objętych monitoringiem podstawowym.

Oceny dokonane według dyrektyw Unii Europejskiej [10-15] dały o wiele korzystniejszy obraz jakości wód w Polsce (tabela 1). Według tych ocen na przebiegającej długości rzek wody mogą być wykorzystane na potrzeby wodociągowe po zastosowaniu odpowiedniej technologii uzdatniania (rys. 3).

Ocena możliwości wdrażania Dyrektywy 91/271/EEC dotyczącej oczyszczania ścieków miejskich. Celem tej dyrektywy jest ochrona środowiska przed niekorzystnymi skutkami, jakie mogą wystąpić podczas niewłaściwego oczyszczania i odprowadzania ścieków z miast oraz z niektórych sektorów przemysłowych. Dyrektywa nie tylko określa sposób i częstotliwość poboru prób zależnie od wielkości oczyszczalni oraz ładunku zanieczyszczeń wyrażonego jako równoważna liczba mieszkańców (RLM), lecz także definiuje warunki zrzutu ścieków z miejskich oczyszczalni do obszarów wodnych podatnych i niepodatnych na eutrofizację.

Tabela 1. Wyniki ocen jakości wód według dyrektyw Unii Europejskiej

Dyrektywa Unii Europejskiej	Długości rzek ocenionych w poszczególnych latach [km]			
	1993	1994	1995	1996
<i>75/440 EEC wody przydatne do celów wodociągowych po uzdatnieniu</i>				
A - 1	37	0	108	0
A - 2	1136	1334	1530	636
A - 3	1727	3098	2325	2868
wody nieprzydatne	3288	1756	2225	2684
<i>78/659 EEC wody stanowiące środowisko bytowania</i>				
ryb łososiowatych	1092	612	342	701
wody nieprzydatne	5096	5576	5846	5487
ryb karpowatych	1292	1668	1601	1265
wody nieprzydatne	4896	4520	4587	4923

Szczegółowa analiza zbioru danych o oczyszczalniach ścieków w dorzeczu Odry wykazała, że na tym obszarze znajduje się 1781 takich obiektów, z czego 22% wybudowano lub rozbudowano w latach 1991-1994. Jak wynika z oceny wielkości oczyszczalni w aspekcie wdrożenia monitoringu zgodnego z Dyrektywą, obiekty mniejsze od 2000 RLM stanowią aż 76%, natomiast 422 oczyszczalnie spełniają założone wymagania, i te oczyszczalnie objęto opracowaniem szczegółowym (tabela 2).

W tych obiektach jest wymagany pobór 3200 prób, w których należy oznaczyć następujące wskaźniki zanieczyszczenia: BZT₅, ChZT-Cr, zawiesiny, fosfor ogólny i azot ogólny. Koszt badania próby (określony na podstawie czasu niezbędnego do wykonania każdego z oznaczeń, według GIOŚ z 1997 r.) wynosi 172,35 zł, co w skali roku wymaga nakładów w wysokości 551520 PLN. (Informacje o oczyszczalniach ścieków pochodziły z Wielofunkcyjnego Systemu IMGW [9] oraz danych zamieszczonych w rocznikach GUS i raportach poszczególnych WIOŚ).

Tabela 2. Liczby oczyszczalni ścieków zlokalizowanych w dorzeczu Odry w podziale odniesionym do RLMBZI

Nazwa dorzecza	Liczba oczyszczalni w zależności od RLM			
	< 2000	2000 - 9999	10000 - 49999	> 50000
Mała Panew	28	8	6	1
Nysa Kłodzka	35	13	7	-
Barycz	108	9	5	1
Bóbr	114	20	8	2
Nysa Łużycka	12	1	3	1
Prosna	103	5	7	1
Noteć	138	29	8	4
Warta	440	73	34	12
Odra	381	68	66	31
Razem	1359	226	144	52

W warunkach polskich wdrożenie monitoringu ścieków zgodnie z Dyrektywą Unii Europejskiej może nastąpić natychmiast po uruchomieniu środków finansowych niezbędnych do wykonywania badań. Istniejący zespół pracowników WIOŚ może realizować taki monitoring pod warunkiem zagwarantowania odpowiednich środków finansowych i dostarczenia właściwych urządzeń do pomiaru odpływających ścieków.

Wnioski

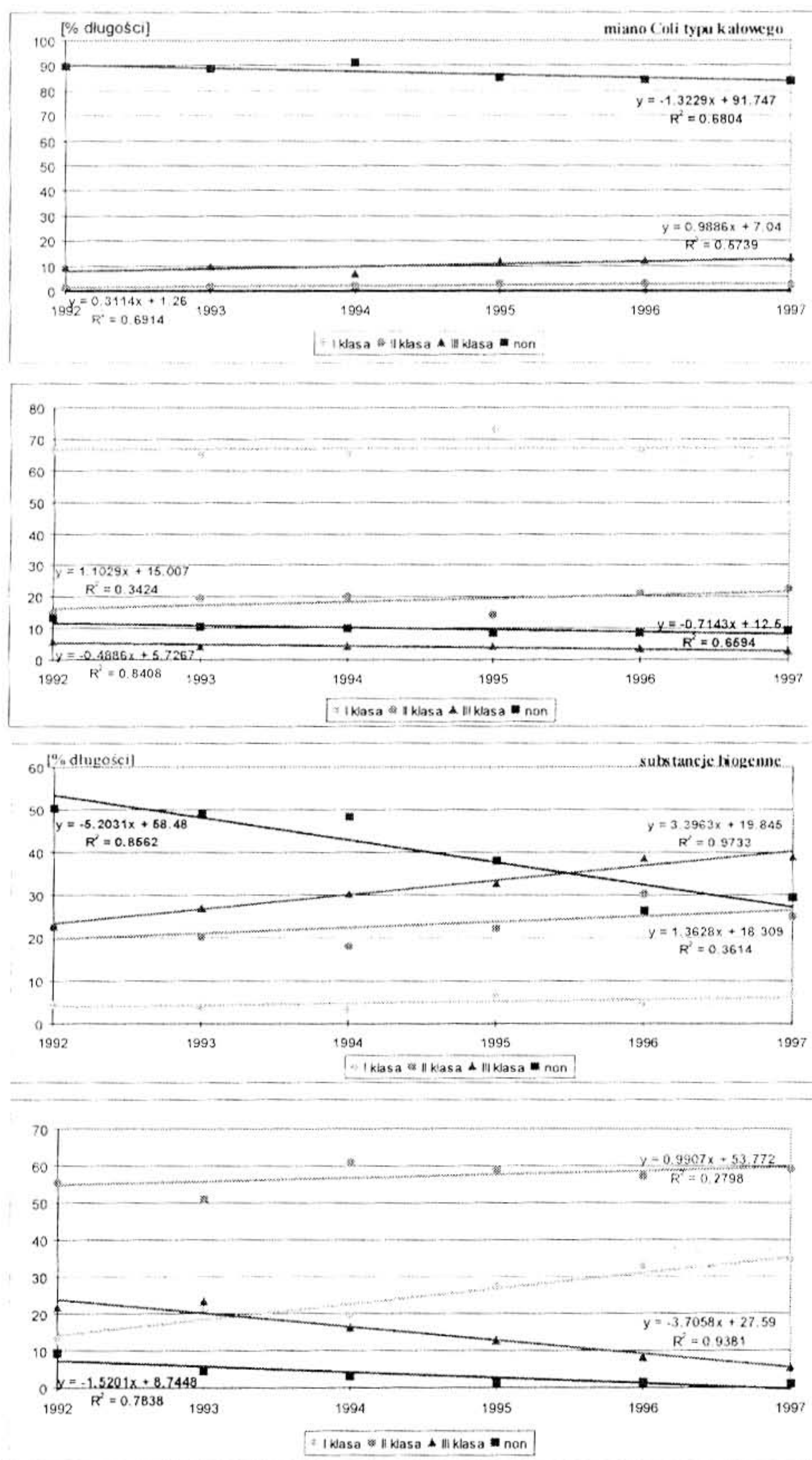
1. W dotychczas uzyskanych informacjach brak szerokiej analizy przyczyn złego stanu środowiska. Przede wszystkim brak szczegółowych danych o wielkości ładunków zanieczyszczeń napływających na tereny naszego kraju z państw ościennych wraz z opadami atmosferycznymi; brak również rzetelnej inwentaryzacji punktowych źródeł zanieczyszczeń, a oceny stanu zanieczyszczenia wód powierzchniowych nie odzwierciedlają rzeczywistej przydatności tych wód do różnych zastosowań gospodarczych.
2. Porównanie metod analitycznych stosowanych w Polsce i w krajach członkowskich Unii do monitorowania powierzchniowych wód płynących wykazuje, że większość metod polskich nie jest zgodna z ISO. Ujednolicenie metod analitycznych staje się ważnym ogniwem w dążeniu do wprowadzania

- przepisów unijnych. Wydaje się, że najprostszym rozwiązaniem byłaby sukcesywna aktualizacja Polskich Norm, opracowana metodą tłumaczenia. Takie normy (PN-ISO) powinny obowiązywać w monitoringowych badaniach rzek łącznie z wodami granicznymi.
3. Porównanie polskich przepisów dotyczących oceny przydatności wód na różne potrzeby i wynikającej z tych potrzeb klasyfikacji rzek z odpowiednimi aktami prawnymi Unii Europejskiej dowodzi, że zalecone w dyrektywach wymagania jakości wód na cele wodociągowe, do rozwoju populacji ryb oraz do kąpielii - w Polsce powinny być spełnione przez wody I lub II klasy czystości. Podstawę oceny przydatności wód na powyższe potrzeby określają w Polsce normy 57 parametrów jakości (w tym 4 są niemierzalne), a w krajach Unii obowiązuje ocena od 20 parametrów (wody ujmowane do wodociągów) do 7 (pozostałe zastosowania).
 4. Z dokonanego porównania wyników klasyfikacji wód płynących wynika, że po wprowadzeniu przepisów Unii Europejskiej uzyska się prawidłowy obraz jakości wód w rzekach. Należy wyraźnie podkreślić, że wzrośnie zasięg wód przydatnych do ujmowania na potrzeby wodociągów, jeżeli będą stosowane wysokosprawne technologie uzdatniania. Powyższe spostrzeżenie wskazuje na konieczność wnikliwszej oceny przydatności wód, ponieważ przekroczenie dopuszczalnej wartości normowanych parametrów jakości nie zawsze dyskwalifikuje tak ocenianą wodę do poszczególnych zastosowań.
 5. Wdrożenie dyrektywy 91/271/EEC do kontroli efektów oczyszczania odprowadzanych ścieków nie wymaga specjalnych przygotowań, lecz jedynie zagwarantowania odpowiednich środków finansowych na prace analityczne i montaż właściwych urządzeń pomiarowych. Realizację takiego monitoringu można powierzyć laboratoriom WIOŚ.

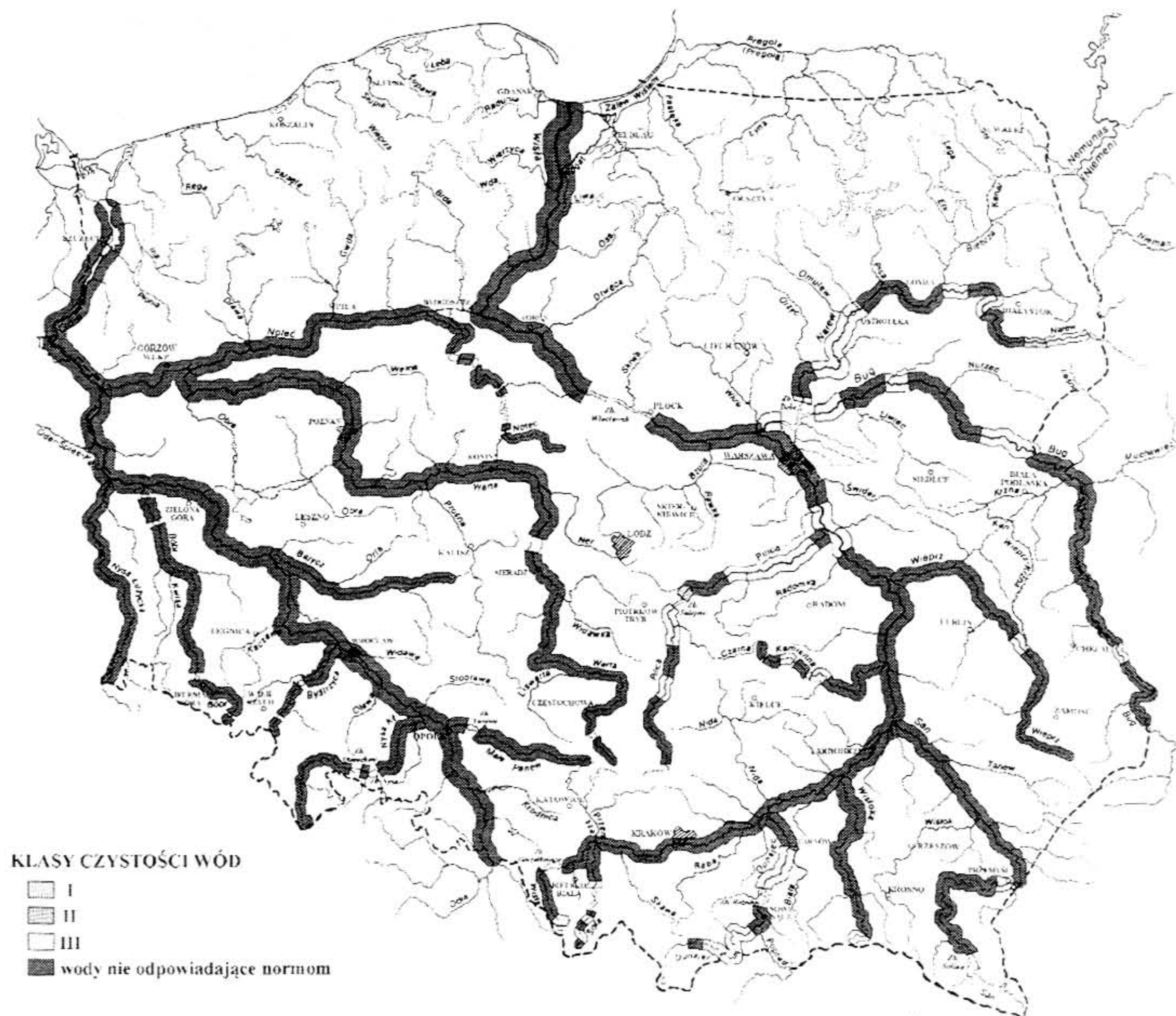
Literatura

1. Biuletyn nr 3/92 Biura Studiów i Ekspertyz Kancelarii Sejmu. Dział Przekładów. Wydawnictwo Sejmowe. Warszawa, 1992.
2. Klasyfikacja wód. Dyrektywy UE (75/440/EEC, 80/778/EEC). Zeszyt 2. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa, 1992.
3. Oczyszczanie ścieków miejskich. Dyrektywa 91/271/EEC. Tłumaczenie. Komitet do Spraw IAWPRC przy IMGW. Warszawa, 1992.
4. European Community Environment Legislation, vol.4, Water. Brussels-Luxemburg, 1992.
5. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 listopada 1991 w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków,

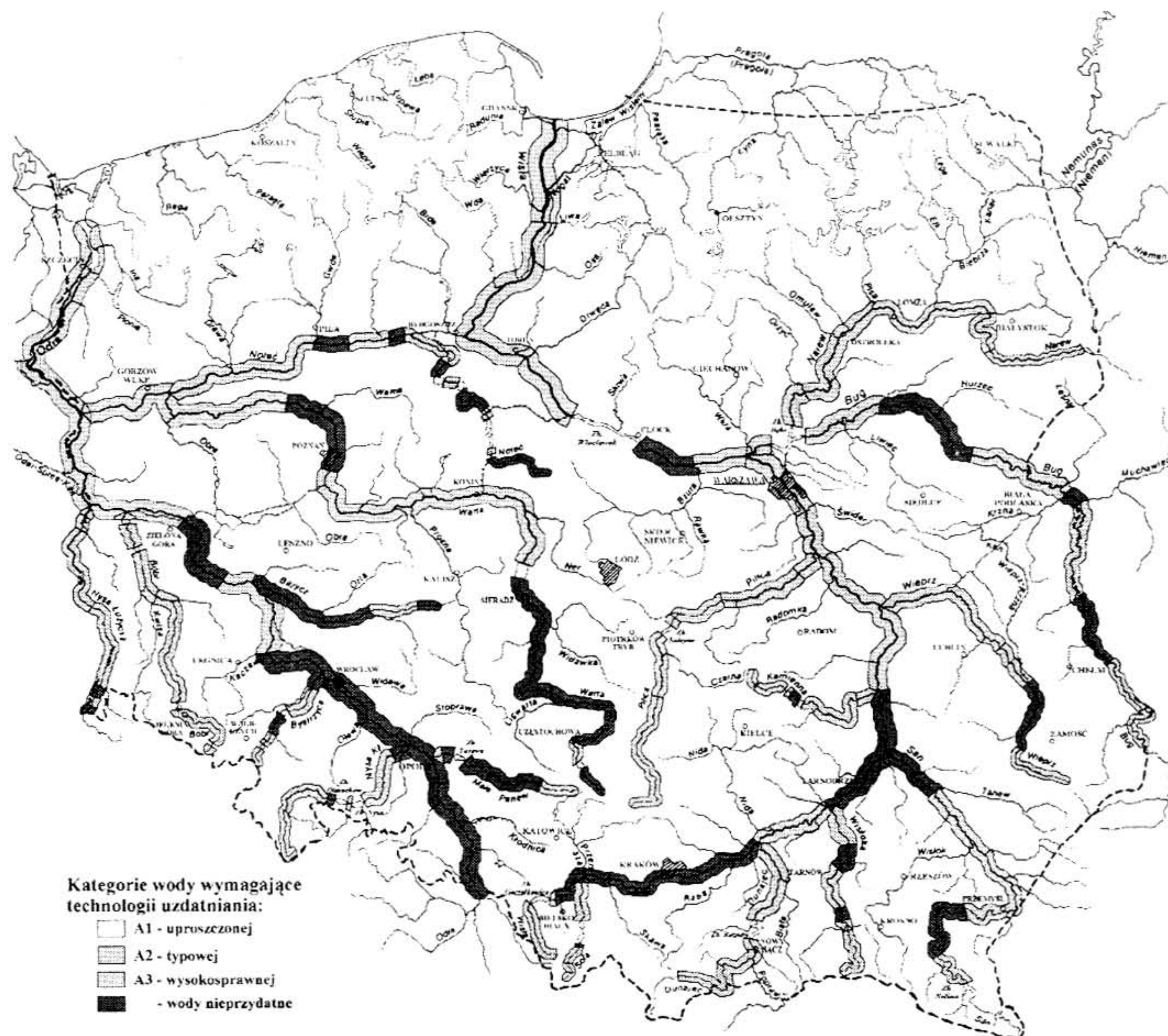
- jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dz.U. Nr 6, poz.503.
6. Commission Decision of 27 July 1992 concerning questionnaires relating to directives in the water sector (92/446//EEC). Official Journal of European Comm. No L 247, 27.8.1992, p.10.
 7. Gromiec M.: Droga Polski do Europy w prawodawstwie ochrony wód. *Gaz Woda i Technika Sanitarna*, 5/1992.
 8. Standardy UE w dziedzinie ochrony wód i powietrza. Dyrektywy UE Zeszyt 5. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa, 1993.
 9. Wielofunkcyjny System Informatyczny Gospodarki Wodnej, IMGW Katowice, 1994.
 10. Korol R., Jaśniewicz E.: Charakterystyka stanu zanieczyszczenia rzek bez obrazu totalnej katastrofy. III Konferencja nt.: Zapobieganie zanieczyszczeniu środowiska. Bielsko-Biała, 4-5 maja 1995.
 11. Korol R., Jaśniewicz E., Lebiecka A.: Ochrona wód w świetle wymagań Unii Europejskiej. Konferencja Gospodarki Wodnej. Zakopane, 1995.
 12. Korol R.: Jakość wód największych polskich rzek w świetle wymagań Unii Europejskiej. Referat na Konferencji nt.: Gospodarka wodna a integracja z Unią Europejską. Międzyzdroje, 14-15 maja 1996.
 13. Korol R.: Jakość wód Nysy Łużyckiej w świetle wymagań dyrektyw Unii Europejskiej. PHARE-Workshop „Clean Nisa River 1996”. Liberec, 1996.
 14. Korol R., Jaśniewicz E., Strońska M.: The quality of transboundary rivers in Poland according to the use of assessment methods in Europe. Referat na: The International Conference „Management of Transboundary Waters in Europe”, Mrzeżyno, 22-25 września 1997.
 15. Korol R., Jaśniewicz E., Kędzia-Strońska M.: Zmiana obrazu jakości wód w Polsce poprzez wprowadzenie innych metod oceny. Referat na: IV Krajowa Konferencja Gospodarki Wodnej, Ustroń, październik 1997.
 16. Jarosiński W., Jaśniewicz E., Korol R., Sokołowska E., Szczepański W.: Trends in riverine water quality in Poland in the period from 1992 to 1996. The International Conference „Management of Transboundary Waters in Europe”, Mrzeżyno, 22-25 września 1997.
 17. Bożek A., Korol R., Szczepański W.: Możliwość wdrożenia Dyrektywy 91/271/EEC do kontroli ścieków w oczyszczalniach zlokalizowanych w dorzeczu Odry. IV Konferencja Naukowo-Techniczna „Problemy oczyszczania ścieków i ochrony wód dorzecza Odry”, Kudowa-Zdrój, 17-20 maja 1998.



Rysunek 1. Trendy zmian stanu zanieczyszczenia rzek w latach 1992-1997 ocenianych wg stężeń miarodajnych. Całkowita długość ocenianych rzek 6188,1 km



Rys. 2 Ogólna klasyfikacja jakości wód w 1997 roku (na podstawie kryterium fizykochemicznego i bakteriologicznego)



Rys. 3 Ocena przydatności wód do celów wodociągowych w roku 1997 według dopuszczalnych norm Unii Europejskiej

O ZNISZCZENIACH POWODZIOWYCH W GMINIE ŁĄDEK ZDRÓJ

MAŁGORZATA KRAJEWSKA, MACIEJ KORDIAN KUMOR,
ADAM PODHORECKI *

S t r e s z c z e n i e

W artykule przedstawiono podsumowanie wyników analizy przypadków uszkodzeń powodziowych budynków zlokalizowanych w gminie Łądek Zdrój. Działanie wody w nielicznych przypadkach doprowadziło do rozmycia podłoża i uszkodzenia konstrukcji budynków, głównie starszych zaniedbanych technicznie i nie remontowanych na bieżąco. Oszacowane straty materialne dla 15 budynków wyszacowano na około 600 tysięcy złotych.

1. Wstęp

W związku ze skutkami letniej powodzi 1997 roku w południowych regionach Polski utworzono, w ramach pomocy przedmiotowej powodziantom, zespół naukowo - badawczy Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Akademii Techniczno Rolniczej w Bydgoszczy. Zespół opracował nieodpłatnie ekspertyzy budowlane wskazanych przez Gminę 15 budynków mieszkalnych, które były położone na terenie gminy Łądek-Zdrój. Wszystkie analizowane budynki poddane były działaniu wody powodziowej w dniach 7-10 lipca 1997 roku i w większości przypadków uległy uszkodzeniu. Ogólny zakres rzeczowy tych prac nawiązywał do potrzeb użytkowników i był następujący:

- 1) ocena stanu technicznego budynków,
- 2) określenie zakresu uszkodzeń budynków spowodowanych powodzią,
- 3) sformułowanie zaleceń technicznych i zakresu rzeczowego prac budowlanych,
- 4) oszacowanie kosztów remontu budynków.

* Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Celem omawianych prac była następująca problematyka określająca stany bezpieczeństwa oraz stwarzająca warunki do remontu analizowanych budynków:

- 1) określenie stanu bezpieczeństwa konstrukcji budynków oraz stanu bezpieczeństwa osób zamieszkujących badany obiekt,
- 2) przygotowanie podstawowych danych i dokumentów do różnego rodzaju wniosków o pozyskanie środków finansowych na likwidację skutków powodzi, na poprawienie stanu technicznego budynków itp.,
- 3) opracowanie założeń technicznych do sporządzenia dokumentacji projektowo - technicznej.

W niniejszej pracy przedstawia się uwagi i spostrzeżenia wynikające z przeprowadzonych badań, pomiarów i analiz budynków poddanych działaniu wody oraz uszkodzonych przez powódź w gminie Łądek Zdrój.

2. Charakterystyka gminy Łądek Zdrój

Gmina Łądek Zdrój położona jest w południowo-wschodniej części Ziemi Kłodzkiej na wysokości 440 do 490 m n.p.m., u stóp Gór Złotych. Teren Ziemi Kłodzkiej jest odwodniany przez Nysę Kłodzką i jej dopływy. Gmina Łądek Zdrój położona jest nad brzegami rzeki Białej Łądeckiej, która ma swoje źródła w Górach Bialskich i wpada blisko Kłodzka do Nysy Kłodzkiej. Miasto Łądek Zdrój jest jednym z najstarszych uzdrowisk w Sudetach. Właściwości lecznicze źródeł były znane w XII-XIII w., o czym świadczą odkryte pozostałości pierwotnych urządzeń kąpielowych zniszczone podczas najazdu Tatarów. Obecnie Łądek jest dużym ośrodkiem leczenia wielu różnych schorzeń. Do leczenia wykorzystuje się cieplice mineralne radonowo-siarczanowo-fluorkowe. Miasto zachowało średniowieczny układ urbanistyczny. Do ważnych zabytków zalicza się zabytkowy rynek wraz z barokowymi i rokokowymi kamieniczkami, pomnikiem Trójcy Świętej i XIX wiecznym ratuszem. Obok zbudowano niezwykle trwałe średniowieczne mosty Św. Jana nad Białą Łądecką.

Biała Łądecka jest niewielką rzeką zawierającą wodę pierwszej klasy czystości, rzeką o charakterze górskim, zbierającą wody z niewielkiej części południowo-wschodniej strefy Kotliny Kłodzkiej. Erozyjnej działalności wody w tym rejonie zawdzięczają swe powstanie jaskinie (Radochów, Rogózka i Kletno), pogłębienie dolin górskich, bogatą rzeźbę terenu. Budowa geologiczna jest silnie zróżnicowana, co wpływa w znacznym stopniu na bardzo urozmaicone ukształtowanie terenu.

W dniu 5 lipca 1997 roku w rejonie Kotliny Kłodzkiej rozpoczął się trwający półtora miesiąca okres powodziowej tragedii. W wielu przypadkach wystąpienie kulminacji powodzi miało miejsce w nocy i w stosunkowo krótkim cza-

kulminacji powodzi miało miejsce w nocy i w stosunkowo krótkim czasie (średnio 2 godziny). Po około trzech godzinach ustabilizowany poziom wody osiągnął 3 metry wysokości ponad średnie wartości. Niszczące działanie powodzi objęło wiele zalanych obiektów komunalnych i budynków na terenie gminy i w samym centrum miasta Łądek Zdrój.

3. Stan techniczny badanych budynków

Do zakresu rzeczowego ekspertyzy każdego badanego budynku wchodziły następujące elementy składowe:

- 1) ocena stanu technicznego budynku z uwzględnieniem wpływu powodzi, a w tym:
 - stanu podłoża gruntowego,
 - stanu technicznego fundamentów,
 - stanu technicznego ścian i stropów piwnic,
 - stanu technicznego stropów kondygnacji naziemnych i dachu,
 - stanu technicznego elementów uzupełniających (blacharka, system odwodnienia, opaski itp.),
- 2) zalecenia techniczne z podaniem zakresu rzeczowego prac budowlanych,
- 3) oszacowanie kosztów remontu budynku.

Wymienionym badaniom, ocenom i analizie poddano budynki wskazane przez zarząd gminy Łądek Zdrój. Było to 9 budynków w Łądku Zdroju, pięć w Trzebiezowicach i jeden w Radochowie. Wszystkie budynki są własnością gminy Łądek Zdrój, w imieniu której działa Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Łądku Zdroju. Wiek prawie wszystkich budynków wynosił co najmniej 100 lat. Kilka budynków liczyło nawet ponad 200 lat.

W trakcie powodzi poziom wody w rzece Biała Łądecka podniósł się o około 3 m ponad poziom bezpieczny, w wyniku czego nastąpiło gwałtowne zalanie terenów położonych po obu brzegach rzeki. Woda zalała praktycznie całą część zabudowy mieszkaniowej miasta w obrębie rynku, łącznie z ulicami, sięgając do poziomu okien parteru.

W niektórych miejscach, np. w miejscowości Rachodów która położona jest bezpośrednio w dolinie rzeki - na jej tarasie, ale poza wałami przeciwpowodziowymi, zalaniu uległy wszystkie budynki mieszkalne i gospodarcze.

We wszystkich badanych budynkach, oddalonych od rzeki Biała Łądecka o 20-100 m woda powodziowa zalała piwnice, a w niektórych przypadkach także częściowo pomieszczenia znajdujące się na parterze tych obiektów. Woda ta spłynęła z zalanych pomieszczeń samoczynnie po ustąpieniu fali powodziowej, a

ingerencja człowieka sprowadzała się do usunięcia osadów, oczyszczenia zalanych piwnic itp.

Dane ogólne o konstrukcji budynków:

- a) fundamenty: kamienne lub ceglane,
- b) ściany piwnic: kamienne lub ceglane obustronnie otynkowane,
- c) ściany kondygnacji nadziemnych: ceglane,
- d) stropy piwnic: ceramiczne, kamienne lub Kleina,
- e) stropy kondygnacji nadziemnych: drewniane,
- f) dach: więźba drewniana, pokrycie papą lub dachówką.

Poniżej przedstawia się charakterystykę stanu technicznego podstawowych elementów składowych każdego budynku.

P o d ł o ż e g r u n t o w e

Warunki geologiczno-inżynierskie określone na podstawie materiałów archiwalnych i map geologicznych, podają dla Łądku Zdroju warunki budowlane jako bardzo dobre lub wybitnie dobre, a trudności budowlane rosną w miarę wzrostu nachylenia zboczy. Jest to obszar górskich gruntów skalistych pochodzenia magmowego i metamorficznego. W dolinie Białej Łądeckiej można spotkać grunty piaszczyste tarasów niższych o warunkach budowlanych przeważnie złych.

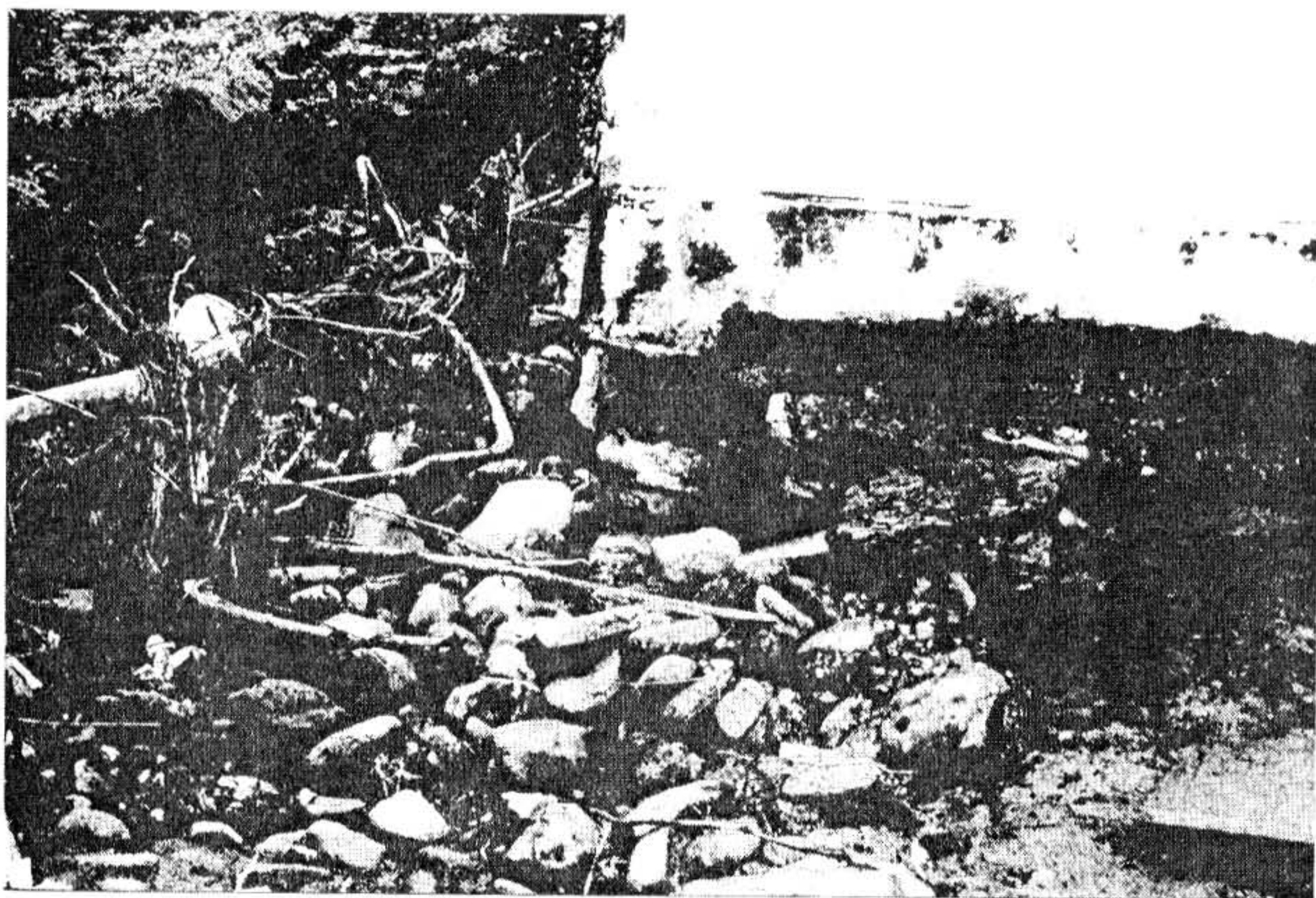
Większość analizowanych budynków posadowiona jest bezpośrednio w podłożu rodzimym, powyżej doliny rzecznej na gruncie skalistym twardym (skała mało spękana) lub w obszarze doliny na tarasie akumulacyjnym, zalewowym w strefie zalegania gruntów kamienistych (otoczaki) i gruboziarnistych (żwir), doliny Białej Łądeckiej. Generalnie podłoże gruntowe fundamentów można sklasyfikować jako bardzo dobre, pod warunkiem, że nie będzie poddawane silnej erozji wód płynących.

F u n d a m e n t y

W większości przypadków fundamenty znajdują się w dostatecznym stanie technicznym. Elementami obniżającymi stan techniczny są:

- duże skorodowanie zaprawy,
- ubytki części materiałów budujących fundamenty,
- brak izolacji przeciwwilgociowych.

W nielicznych przypadkach w których nastąpiło podmycie fundamentów przez wodę lub rozluźnienie podłoża gruntowego na poziomie posadowienia, stwierdzono - jako skutek hydrodynamicznego oddziaływania spękanie ław fundamentowych - utratę kontaktu fundamentu ze ścianami itp., fotografia 1 i 2.



Fot. 1. Przykład rozmycia i wyerodowania przez wodę gruntu spod narożnika fundamentu budynku w Radochowie

Ściany piwnic i stropy piwnic

Stan techniczny większości ścian piwnic i stropów piwnic ocenia się jako zły. Wynika to z następujących faktów:

- 1) brak izolacji przeciwwilgociowych ścian,
- 2) występowanie nadmiernych zawilgoceń części ścian na których widać ogniska wytrącających się soli rozpuszczalnych,
- 3) odparzenia i mocne skorodowanie tynków,
- 4) mocne skorodowania zaprawy,
- 5) ubytki lica cegieł,
- 6) lokalne spękania nie mające jednak związku z powodzią.

W przypadku rozluźnienia gruntu na poziomie posadowienia, spękania ścian i piwnic są wyraźnie widoczne.



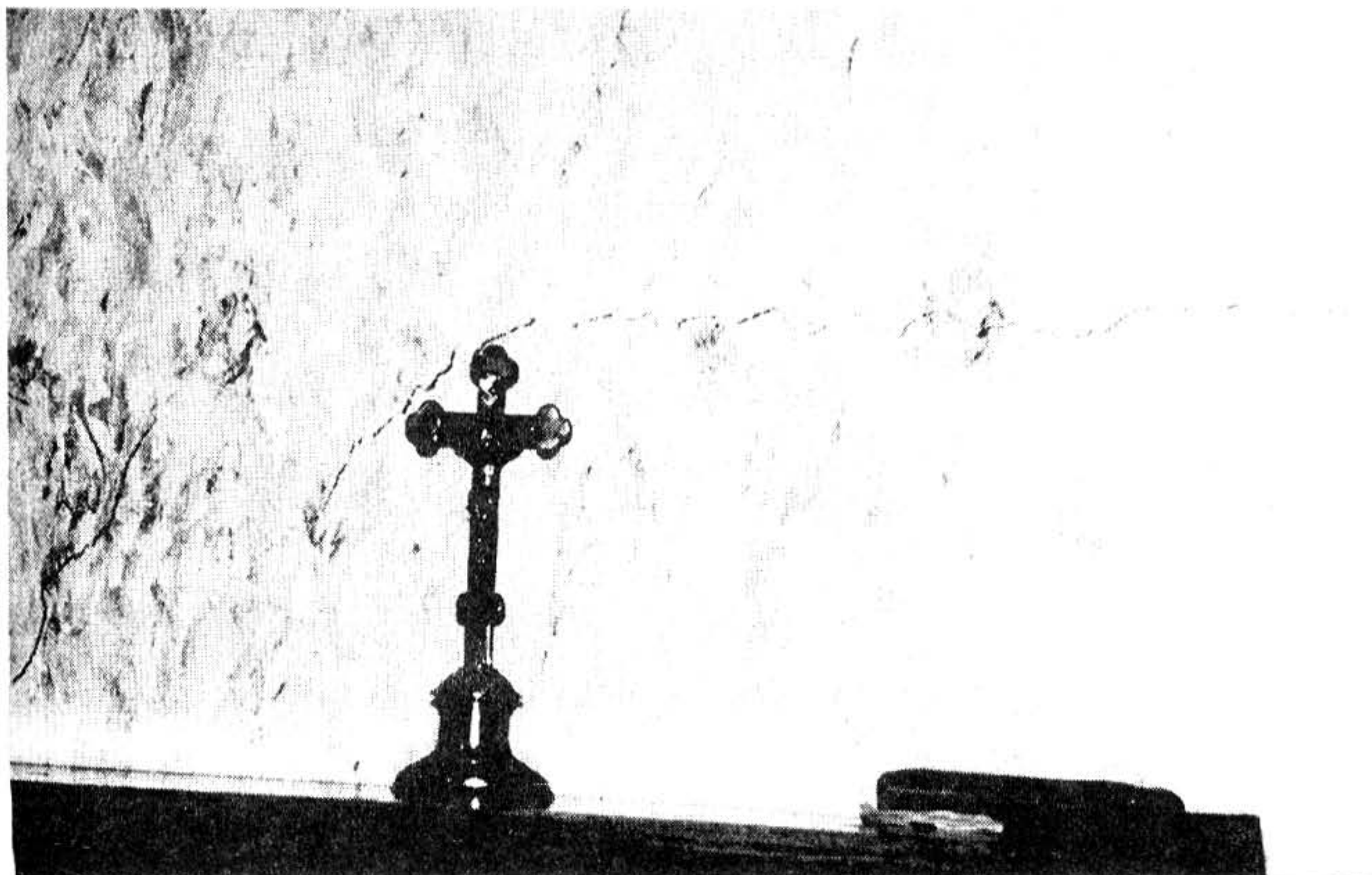
Fot. 2. Przykład odchylenia się przypór ścian budynku nad brzegiem Białej Łądeckiej w wyniku rozmycia gruntu pod fundamentami przy ul. Kościelnej

Ściany kondygnacji nadziemnych

Stan techniczny większości ścian kondygnacji nadziemnych jest zły z następujących powodów:

- 1) mocne skorodowanie tynków (ubytki, odparzenia, przebarwienia, nadmierne zawilgocenia, ogniska wytrącających się soli rozpuszczalnych),
- 2) ubytki zaprawy, skorodowanie lica cegieł itp.,
- 3) lokalne, liczne spękania o różnej rozwartości najczęściej nie mające związku z powodzią.

W nielicznych przypadkach stwierdzono bezpośredni związek pęknięć ścian z powodzią, fotografia 3.



Fot. 3. Przykład pęknięć ściany wewnętrznej w budynku na skutek osiadania fundamentu na rozmytym podłożu przy Rynku 1

Stropy kondygnacji nadziemnych

Stan techniczny stropów kondygnacji nadziemnych jest zły z uwagi na:

- 1) spękania i odspojenia tynków,
- 2) zniszczenia podsufitki,
- 3) duże zużycia podłóg.

Powódź nie miała wpływu na stan techniczny tych stropów.

Dach

Więźba dachowa (drewniana) i pokrycie dachu (papa lub dachówka) są na ogół w dostatecznym stanie technicznym.

Do elementów obniżających ten stan należą:

- 1 – lokalne skorodowania drewna,
- 2 – brak właściwych zabezpieczeń drewna przed korozją biologiczną,
- 3 – lokalne nieszczelności dachu,
- 4 – źle wykonane lub zużyte wybrane fragmenty obróbek blacharskich.

Nie stwierdzono związków powodzi ze stanem technicznym dachów.

Elementy wykończeniowe budynku

Elementy wykończeniowe budynku są w zdecydowanej większości w złym stanie technicznym. Do tych elementów należą między innymi:

- 1 – rynny, rury spustowe, które są nieszczelne, skorodowane, pourywane,
- 2 – woda z rur spustowych odprowadzana jest wprost na teren otaczający budynek,
- 3 – brak opasek wokół budynków,
- 4 – stolarka otworowa jest nieszczelna, zużyta, występują uszkodzenia mechaniczne.

Stwierdzono, że zły stan elementów wykończeniowych budynków związany jest przede wszystkim z brakiem bieżącej konserwacji i napraw

Ocena mikologiczna polegała na pobraniu próbki tynku z piwnicy (zeskrobany) i następnie na wykonaniu podstawowych badań laboratoryjnych.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono we wszystkich próbkach obecność grzybów pleśniowych z rodzaju *Penicillium* i *Mucor*. Zdecydowanie dużo było grzybów *Mucor*.

Największe uszkodzenia analizowanych budynków dotyczyły obiektów, które znajdowały się w małej odległości od rzeki. Dotyczyło to dwóch budynków wielorodzinnych w Łądku Zdroju w których nastąpiło częściowe naruszenie podłoża gruntowego na poziomie posadowienia budynków, jednego budynku w Trzebieszowicach, w którym nastąpiło podmycie fundamentów (budynek zakwalifikowano do rozbiórki) i jednego budynku w Radochowie, który został częściowo zniszczony w trakcie powodzi.

4. Zalecenia techniczne

Zalecenia techniczne dla większości ocenianych budynków były podobne. Np. w przypadku budynku Urzędu Poczty w Trzebieszowicach nr 48 zalecono wykonać następujący zakres prac budowlanych, które wynikały z destruktywnego wpływu powodzi:

- 1) usztywnienie i sprężenie ścian zewnętrznych i wewnętrznych budynku przy użyciu stalowych profili walcowanych i ściągów stalowych,
- 2) skucie wszystkich wewnętrznych tynków ze ścian piwnic i stropu piwnic oraz osuszenie piwnic przy zastosowaniu dmuchaw,
- 3) wykonanie poziomych izolacji przeciwwilgociowych ścian zewnętrznych na poziomie stropu piwnic przy zastosowaniu hydrofobracji,
- 4) wykonanie pionowych izolacji przeciwwilgociowych ścian piwnic,

- 5) wymiana posadzek piwnic na posadzki betonowe ze szczelną poziomą izolacją przeciwwodną,
- 6) neutralizacja soli rozpuszczalnych na wszystkich ścianach piwnic (wykonane tylko od wnętrza piwnic),
- 7) likwidacja spękań ścian i stropów przy zastosowaniu iniekcji,
- 8) wykonanie tynków w piwnicy i naprawa pozostałych tynków,
- 9) różne prace wykończeniowe.

Zalecono też inne prace budowlane nie mające związku z powodzią:

- 1) likwidacja studni wody głębinowej zlokalizowanej obok „szamba” (zbiornika na ścieki),
- 2) podłączenie budynku do wodociągu gminnego,
- 3) wymiana wszystkich instalacji wewnętrznych
- 4) przemurowanie niektórych ścianek działowych,
- 5) wymiana wszystkich tynków wewnętrznych kondygnacji nadziemnych poprzedzona naprawą podsufitki stropów drewnianych,
- 6) wymiana wszystkich podłóg,
- 7) wymiana stolarki otworowej,
- 8) uszczelnienie szamba.

Zalecono też rozważenie ocieplenia budynku.

5. Oszacowanie strat

Dla budynków, w których powinien być przeprowadzony remont, oszacowano koszty remontu usuwającego skutki powodzi, a w przypadku obiektów zakwalifikowanych do rozbiórki - koszt ich odbudowy. Ponieważ wycena miała charakter wyceny masowej, zastosowano się do zalecanej przez Wrocławskie Stowarzyszenie Rzeczoznawców Majątkowych metodologii szacowania strat spowodowanych powodzią. Przy wycenie kosztów remontu budynku skorzystano ze specjalnie opracowanego do tego celu cennika wysoko zintegrowanych cen elementów budowlanych, w którym podany jest koszt remontu pojedynczej kondygnacji zalanego domu, w odniesieniu do 1 m² jej powierzchni. Zgodnie z zawartymi w cenniku zaleceniami, powierzchnię kondygnacji od której oszacowano wartość, obliczono przyjmując 90% powierzchni liczonej po obrysie zewnętrznym. Przy wycenie nie uwzględniano stopnia fizycznego zużycia poszczególnych elementów budowlanych przed powodzią. Ceny jednostkowe z których skorzystano, uwzględniały wzrost kosztów o 15% z tytułu robót nieprzewidzianych (przez analogię do ustawy o zamówieniach publicznych).

Szacunkowy koszt wykonania prac specjalistycznych skalkulowano na podstawie cenników branżowych na roboty remontowe (BISTYP CONSULTING

SECOCENBUD). Jednostki miary przyjęte do kalkulacji określono w sposób przybliżony, odnosząc je do średnich wielkości robót o podobnym zakresie, wykonywanych w porównywalnych obiektach.

Wyszacowane koszty dotyczyły tylko remontów budynków związanych z usunięciem skutków powodzi (ich zakres wynikał z zaleceń technicznych) i nie uwzględniały innych prac, które należałoby wykonać w tych budynkach ze względu na ich zły stan techniczny (nie spowodowany powodzią).

W przypadku budynków zakwalifikowanych do rozbiórki, określono ich wartość techniczną jaka była przed powodzią oraz koszt budowy nowego budynku o podobnym standardzie. Skorzystano ze znanej w teorii wyceny metody odtworzeniowej.

Wartość techniczną budynku przed powodzią określono wg wzoru:

$$W_T = W_o (1 - S_z),$$

gdzie:

W_T – wartość techniczna obiektu przed powodzią,

W_o – wartość podobnego obiektu w stanie nowym, koszt odtworzenia (zastąpienia),

S_z – stopień zużycia obiektu przed powodzią.

Stopień zużycia obiektu przed powodzią określono na podstawie wizji lokalowej, przy udziale całego zespołu ekspertów. Koszt odtworzenia (zastąpienia) obiektu ustalono techniką wskaźnikową, wykorzystując dane zawarte w cennikach WACETOB, SECOCENBUD, BISTYP CONSULTING. Odstąpiono od szacowania wartości gruntów, na których były posadowione budynki (nie w każdym przypadku odbudowa będzie realizowana na tym samym gruncie).

Oszacowany koszt remontu budynku po powodzi, w przypadku sześciu obiektów, został określony w wysokości 40 tys. – 50 tys. zł., wg poziomu cen z listopada 1997 roku. Wysokość tych kosztów uzależniona była głównie od powierzchni budynku (a co się z tym wiąże wykonania w nim prac wykończeniowych) oraz od stopnia zniszczenia elementów konstrukcyjnych, tj. wykonania prac specjalistycznych.

Budynek mieszkalny, jednorodzinny, który uległ zniszczeniu w trakcie powodzi i został zakwalifikowany do rozbiórki, był o bardzo niskim standardzie techniczno - użytkowym, a stopień jego zużycia technicznego przed powodzią wynosił 70%, koszt budowy nowego budynku o podobnym standardzie oszacowano w wysokości 82 tys. zł (poziom cen - listopad 1997 rok), bez uwzględnienia kosztów rozbiórki obiektu istniejącego.

W 12 budynkach w których wystąpiły uszkodzenia mające związek z powodzią, łączna wartość strat została oszacowana na kwotę ok. 600 tys. zł.

Ponieważ na tym etapie oszacowania brak było jeszcze szczegółowych informacji dotyczących zalecanych rozwiązań technicznych i sposobu wykonania prac remontowych, obliczone wartości szkód miały charakter wyceny szacunkowej i nie mogły stanowić podstawy do sporządzenia kosztorysu inwestorskiego, ani podstawy do roszczeń wobec firm ubezpieczeniowych.

6. Podsumowanie

Wnioski z oceny uszkodzeń budynków na skutek powodzi, w gminie Łądek Zdrój, można ująć w następujące grupy:

1. Uszkodzeniom uległy budynki zarówno stare, jak i wznoszone w ostatnim czasie, wszystkie które znalazły się w zasięgu działania wody.
2. Wszystkie budynki uszkodzone wykonane były metodą tradycyjną, z materiałów miejscowych.
3. Stopień uszkodzeń większości budynków zalanych wodą byłby mniejszy gdyby obiekty były konserwowane prawidłowo, remontowane i naprawiane na bieżąco.
4. Działanie wody w nielicznych przypadkach doprowadziło do istotnego naruszenia konstrukcji budynku, głównie w wyniku podmycia fundamentów, a tam gdzie nie nastąpiło podmycie fundamentów uszkodzenia najczęściej były niewielkie, dające się łatwo usunąć.
5. Sposób odbudowy i rewaloryzacji uszkodzonych budynków nie był w większości przypadków prowadzony zgodnie z wymogami sztuki budowlanej i dotyczył najczęściej maskowania skutków a nie usuwania przyczyn.
6. Można wnioskować, że w przypadkach podobnych uszkodzeń niezbędne jest poszerzenie doradztwa budowlanego o element wskazujący właściwy sposób postępowania przy rewaloryzacji, szczególnie w odniesieniu do prawidłowego wzmocnienia lub ustabilizowania podłoża fundamentowego a nie tylko wykonania kosmetyki fundamentu i pomalowania ścian.
7. Szacowanie strat po powodzi miało charakter wyceny masowej, w związku z tym przyjęto uproszczone metody i techniki szacowania. Zastosowanie cennika opracowanego specjalnie dla tego konkretnego celu pozwoliło jednako-wo traktować wszystkich poszkodowanych, bez wyróżniania kogokolwiek i zapewniło szybkie szacowanie wartości szkód.

Woda powodziowa zalewająca budynek nie zawsze zagraża jego bezpieczeństwu. Zawsze jednak, dostając się do wnętrza domu powoduje uszkodzenia stolarki otworowej (drzwi, okien) mebli, tynków, podłóg, urządzeń technicznych, instalacji wewnętrznych itd.

Inne nie pożądane zjawiska związane z powodzią to podmycia fundamentów budynków płytko posadowionych, nadmierne zawilgocenia konstrukcji, skażenia i różne uszkodzenia mechaniczne. W przypadku budowli inżynierskich takich jak np.: mosty, woda powodziowa powoduje podmycia fundamentów i bezpośrednie uszkodzenia konstrukcji podpór. W przypadku dróg i ulic, uszkodzenia wodą powodziową sprowadzały się głównie do podmyć.

Najskuteczniejszą ochroną przed dotkliwymi skutkami powodzi jest niebudowanie obiektów budowlanych na terenach zalewowych. W przeciwnym przypadku należy zaprojektować i następnie wybudować obiekt w taki sposób, aby po przejściu fali powodziowej obiekt ten został w możliwie najmniejszym stopniu naruszony.

Literatura

1. Biuletyn cen robót remontowych, Secocenbud, IV kwartał 1997.
2. Hajdasz H.: Sposoby ustalania zużycia technicznego budynków i budowli, Katowice, 1992.
3. Hopfera A. red.: Wycena nieruchomości i przedsiębiorstw t.1, Warszawa, TWIGGER 1995.
4. Projekt standardu szacowania strat spowodowanych powodzią, Rzeczoznawca Majątkowy, Wrocławskie Stowarzyszenie Rzeczoznawców Majątkowych, 3, 1997.
5. Scalane normatywy do wycen budynków i budowli, WACETOB Warszawa, zeszyt 40.
6. Zbiór jednostkowych wskaźników cenowych z zakresu budownictwa ogólnego, mieszkaniowego oraz przemysłowego na roboty remontowe, Bistyp Consulting, grudzień 1997.

AGROKLIMAT ZLEWNI OBRZYCY

ADAM MAŁECKI*

S t r e s z c z e n i e

Celem pracy było określenie warunków klimatycznych oraz przebiegu ekstremalnych czynników mających wpływ na poziom produkcji rolnej i czystości wód Zlewni Obrzycy. Intencją autora było związanie zaleceń agrotechnicznych z warunkami siedliska, w których odbywa się produkcja. Stwierdzono, że w obrębie Obrzycy szczególnie ważne znaczenie odgrywa mała ilość opadów zwłaszcza wiosną i późnowiosenne przymrozki, dość ostra i bardzo czysta bezśnieżna zima. Na zakończenie podano modelowe przykłady organizacji produkcji roślinnej w różnych gospodarstwach, jako inspiracja, gdyż ogromne zróżnicowanie warunków przyrodniczych zmusza do indywidualnego traktowania i ustalenia organizacji każdego gospodarstwa, co nie pozwala na kopiowanie modeli.

1. Wstęp

Wszystkim, którzy mają bezpośredni związek z produkcją rolniczą, znana jest skala trudności w formowaniu zasad racjonalnego gospodarowania. Skala tych trudności niepomrotnie wzrasta w obecnych, przełomowych, nieustabilizowanych i trudnych czasach dla polskiego rolnictwa. Najważniejszy staje się efekt ekonomiczny – relacje między nakładami i wartością produkcji. Na plon roślin wpływ wywiera wiele czynników. Do najważniejszych z nich należą: warunki meteorologiczne, warunki glebowe oraz agrotechnika. Warunków meteorologicznych i glebowych rolnik nie jest w stanie zmienić, lecz dobra ich znajomość pozwala na ograniczenie ryzyka przyrodniczego. Szczególnie ważne znaczenie dla rolnictwa ma zabezpieczenie roślin uprawnych w wodę oraz przebieg temperatury w okresie wegetacyjnym, a także przebieg ekstremalnych czynników atmosferycznych, które limitują poziom produkcji, zlewni Obrzycy, a co ma bezpośredni wpływ na

* Politechnika Zielonogórska, Instytut Inżynierii Środowiska

jakość jej wód. Wiedza na ten temat powinna pozwolić na możliwość przewidywania wystąpienia określonego czynnika pogodowego, na umiejętność oceny strat plonu jeszcze podczas wegetacji oraz wprowadzenie zmian w strukturze zasiewów celem zrekompensowania strat. Starano się rozpatrzeć oddzielnie klimat poszczególnych regionów w zlewni. W ich stosunkach klimatycznych znajdują odbicie wzniesienia lub obniżenia terenu siedliska wilgotne lub suche, zalesione oraz użytkowane rolniczo. Nie bez znaczenia jest również kierunek dolin i ciągów wzniesień. Są one przyczyną kontrastów i odrębności klimatycznych, zaznaczających się ostro na małych obszarach. Stąd więc rzeczą ważną jest bliższe rozpoznanie wszystkich elementów charakteryzujących zlewnię pod względem klimatycznym a zwłaszcza tych czynników, które wpływają na produkcję rolniczą oraz czystość wód zlewni, która jest głównym źródłem wody pitnej dla Zielonej Góry.

2. Metodyka badań

Dane opracowano na podstawie wyników obserwacji czterech stacji meteorologicznych IMGW oraz sześciu stacji opadowych IMGW, położonych w granicach zlewni (Świebidzin – 78 m npm, Zbąszyń – 57 m npm, Trzebiechów – 55 m npm, Radzyń – 60 m npm) oraz pięciu stacji meteorologicznych położonych poza zlewnią (Sulęcín – 80 m npm, Gorzyń – 60 m npm, Wschowa – 108 m npm, Głógów – 112 m npm i Zielona Góra – 180 m npm) [Miesięczny przegląd pogody za okres 1970 – 1997]. Dla zapewnienia porównywalności wyników zostały one zebrane z jednolitego okresu. Przedstawione w materiałach mapki czynników pogodowych tendencyjnie założono na podział kraju na województwa celem uświadomienia jakie zagrożenia dotyczą konkretnego terenu zamieszkania.

3. Materiał

Teoretycznie o produkcji lanu roślin decyduje ilość dopływającej i przetwarzanej na plon organów użytkowych energii słonecznej. W przeciągu okresu wegetacyjnego 1m^2 powierzchni w Polsce otrzymuje od słońca około 3 GJ energii promienistej [IUNG 1992]. Ilość otrzymanej energii jest nieco większa w środkowej i wschodniej części kraju, zaś nieco mniejsza w części południowo-zachodniej i północnej oraz w rejonach uprzemysłowionych. Przyjmuje się na ogół, że z ogólnej ilości energii padającej na lan w okresie wegetacyjnym, najwyżej 4% może być zakumulowane w suchej masie roślin. Jeden gram suchej masy stanowi odpowiednik 17 kJ, a więc 3GJ energii wykorzystywanej w 4% wystarcza na wyprodukowanie 70 ton suchej masy z ha. Rekordowe plony roślin w

roślin w krajach przodujących osiągają obecnie około 25 ton suchej masy z ha (ponad 10 ton ziarna), tzn. około 1/3 wielkości teoretycznej. Wynika stąd, że produktywność roślin nie jest ograniczona niedoborem energii promieniowania słonecznego. Głównymi czynnikami ograniczającymi są natomiast: temperatura, woda oraz przebieg ekstremalnych czynników atmosferycznych.

3.1. Warunki klimatyczne zlewni Obrzycy

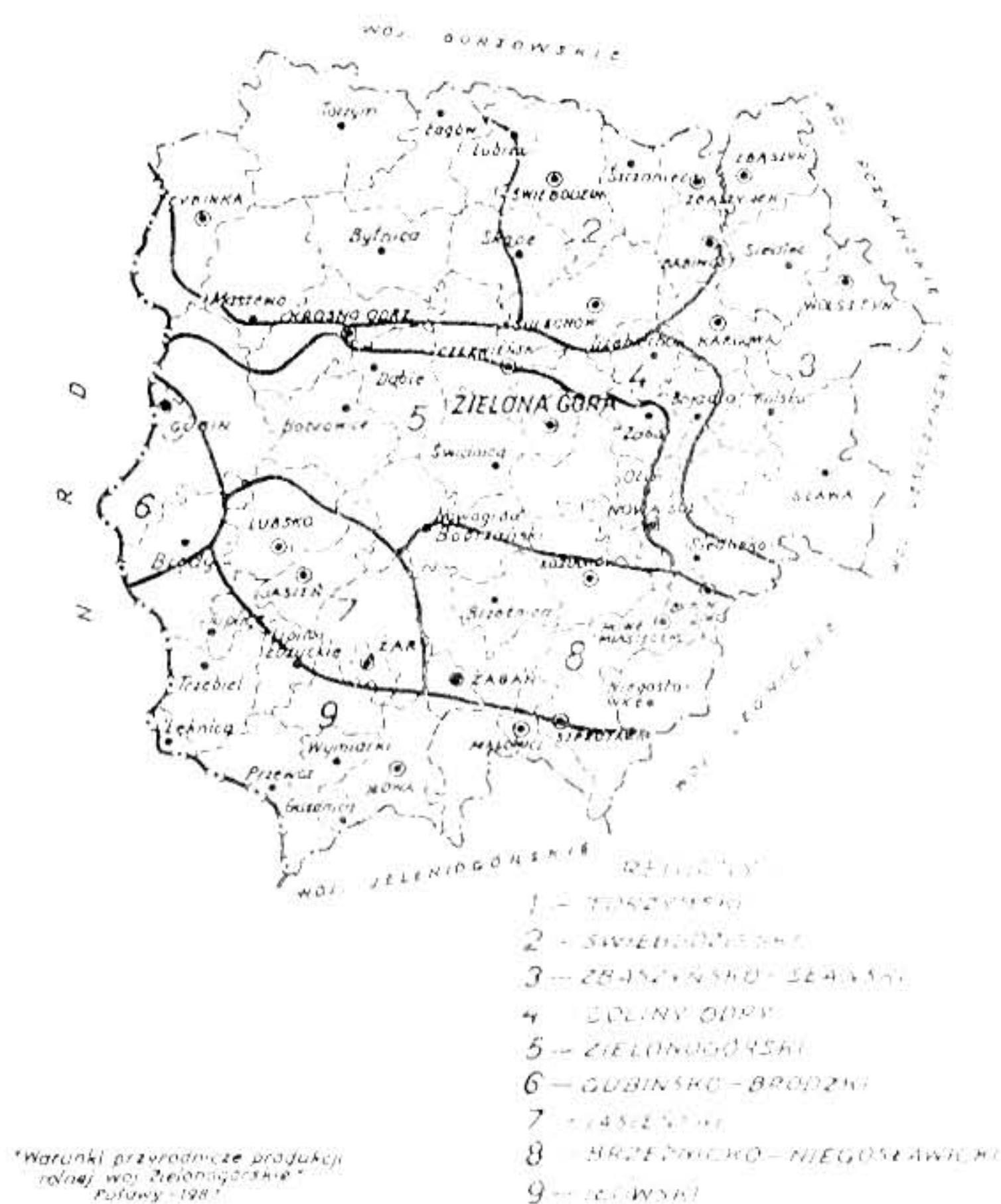
Według podziału Polski na dzielnice rolniczo – klimatyczne obszar zlewni położony jest w zachodniej części VI regionu południowo – zachodniego. Charakteryzuje się on najmniejszymi opadami rocznymi w naszym kraju i późnymi przymrozkami. Położenie geograficzne, ukształtowanie powierzchni terenu i wysokość n.p.m., podobnie jak cała Polska środkowo – zachodnia, klimat zlewni Obrzycy ma wyraźne cechy oceaniczne. Ze względu na przebieg warunków meteorologicznych teren kraju (poza terenami góorskimi) podzielono na siedem regionów klimatycznych co ilustruje rys.1.



Rysunek 1. Podział kraju na regiony klimatyczne [Gumiński 1954]

Z rysunku wynika że cały obszar województwa zielonogórskiego w tym i zlewni Obrzycy wydzielony został jako jedna dzielnica rolniczo – klimatyczna, zwana Zachodnią lub Lubuską. Jednak poszczególne jej części wykazują odrębności klimatyczne w stosunku do przyległych terenów w tym i plonami roślin uprawnych. Przewadzic K. i Koźmiński Cz. [1972] na obszarze województwa zielonogórskiego wyróżniają 9 krain klimatycznych (rys. 2). Z danych COBORU [M. Król 1994] zgromadzonych w okresie 20 lat wynika, że w rejonie Pojezierza Lubuskiego najgorzej plonują rośliny zbożowe, ziemniaki i rzepak ozimy. Natomiast rośliny pastewne i buraki cukrowe udawały się ze względu na długi okres wegetacyjny. Cykl roczny temperatury wyznacza długość

okresu wegetacyjnego roślin. Okres wegetacyjny obejmuje sumę dni z temperaturą średnią przekraczającą 5 °C. Średnia długość tego okresu wynosi w kraju 210 dni, ze zróżnicowaniem od poniżej 195 dni na Suwalszczyźnie do około 230 dni na Ziemi Lubuskiej. Okres ten zmienia się nie tylko na przestrzeni kraju ale również w latach. Średnie odchylenie standardowe długości tego okresu wynosi 16 dni z zakresem wahań 13-18 dni. W praktyce oznacza to, że w dwóch latach na trzy, średnia długość okresu wegetacyjnego zawiera się w przedziale 194-226, zaś w jednym roku na sześć, okres wegetacyjny będzie krótszy od 194 dni lub dłuższy od 226 dni. Skrócenie okresu wegetacji wynika z opóźnienia wiosny, bądź z przyspieszenia chłódów jesiennych. Ma to jednak niejednakowe znaczenie dla produktywności poszczególnych gatunków roślin. Obok zróżnicowania długości okresu wegetacyjnego, duże znaczenie ma, względna wysokość temperatury w przeciągu tego okresu. W poszczególnych rejonach występują w tym samym czasie różnice w przebiegu warunków pogodowych. Zlewnia Obrzycy usytuowana jest na obszarze wschodniej części województwa zielonogórskiego, oraz fragmentami województw leszczyńskiego, gdzie ma swój początek i gorzowskiego.



Rysunek 2. Krainy klimatyczne woj. zielonogórskiego [K. Prządka i Cz. Kuźmiński 1972]

Natomiast Kondracki J. problem ten przedstawia następująco rys. 3.

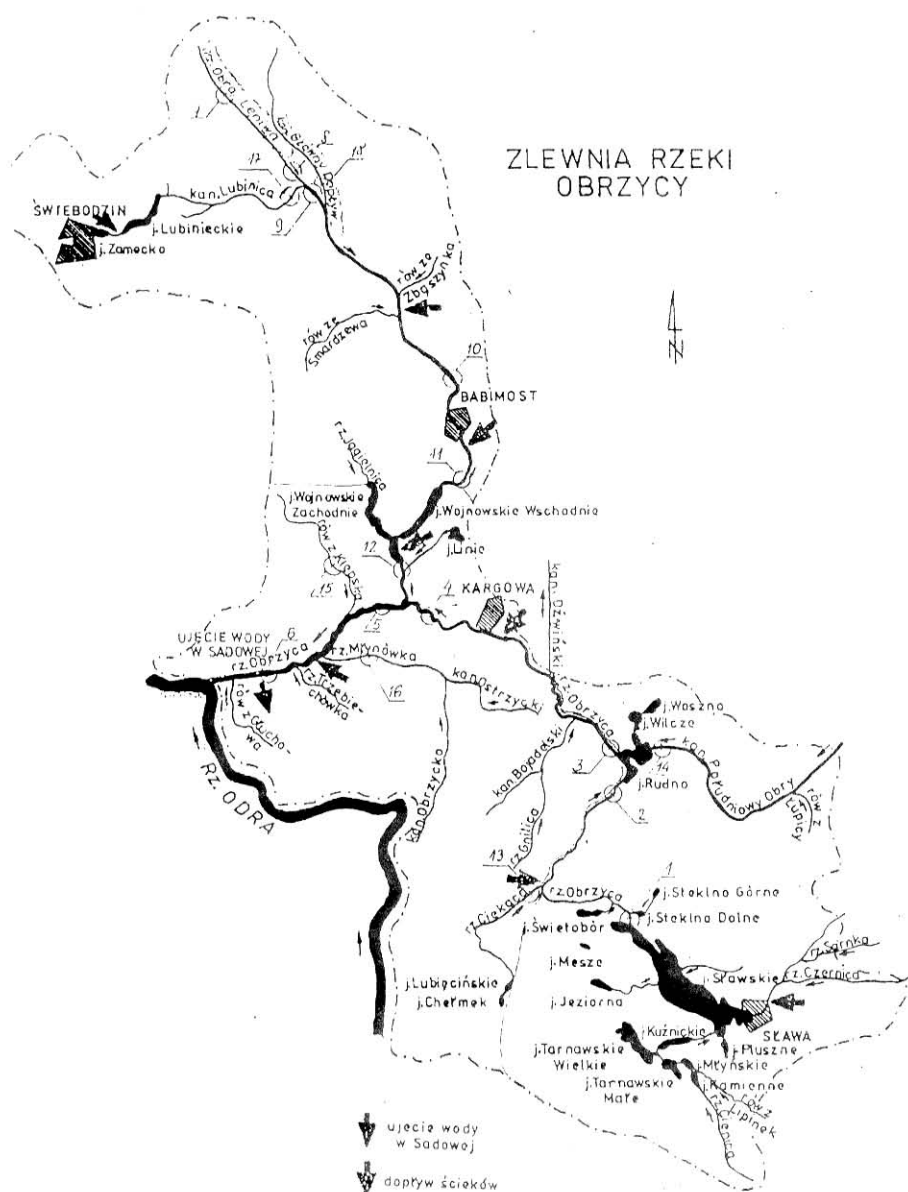


Rysunek 3. Podział fizjograficzny województwa zielonogórskiego wg IUNG 1987

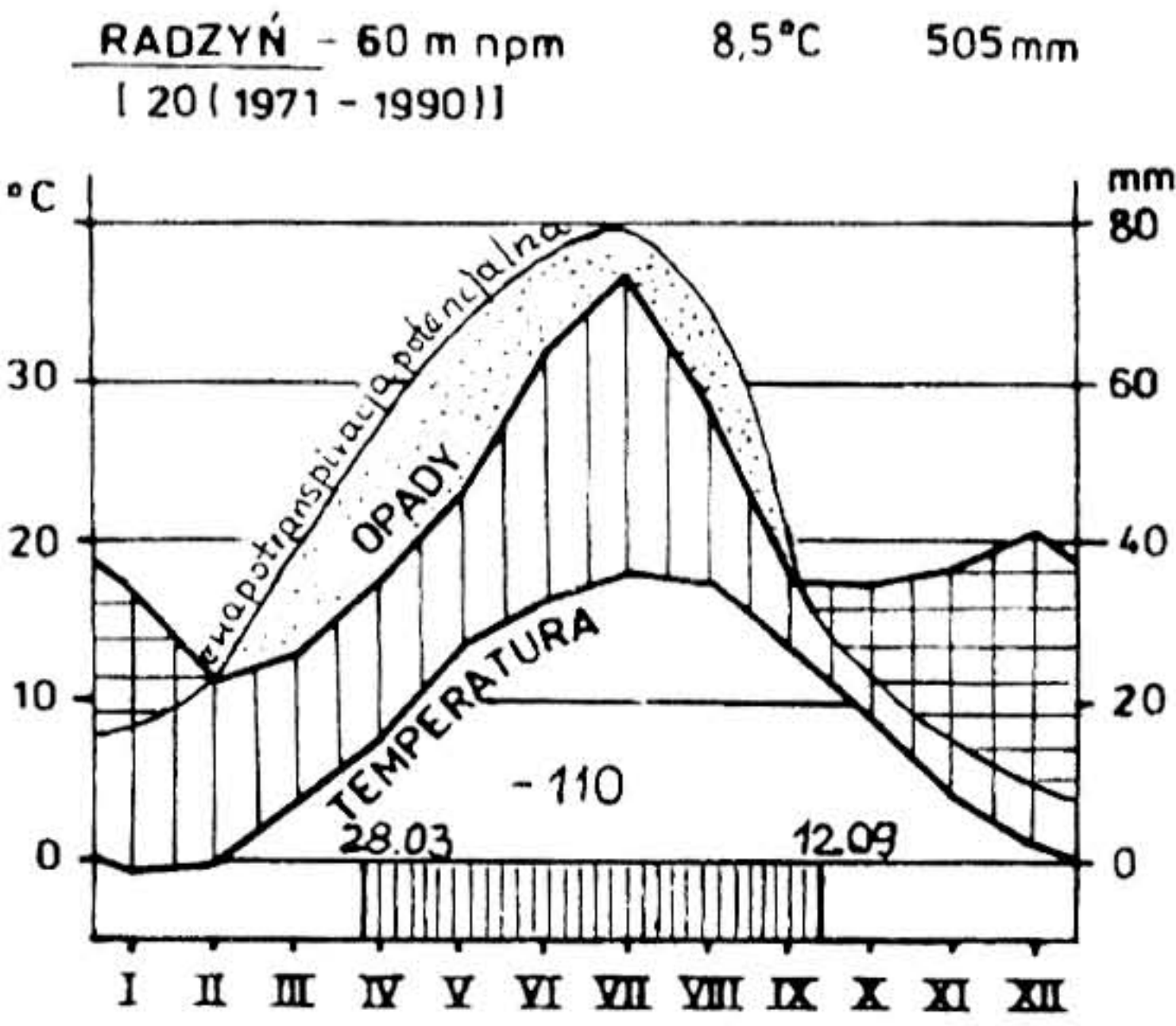
Wymienione krainy klimatyczne zostały wyodrębnione na podstawie analizy całorocznych warunków terminowo opadowych, przy uwzględnieniu hipsometrii i pokrycia terenu.

Zlewnię Obrzycy ilustruje rys. 4.

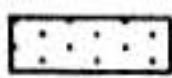
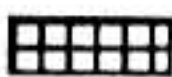
Jest to obszar zawarty między 15 a 16 południkiem, oraz 52 a 53 równoleżnikiem. Część zlewni objęta jest strefą chronionego krajobrazu. Rozciąga się ona przez okolice jeziora Ślawnickiego, Rudzińskiego do okolic jezior Wojnowskich i Sulechowa. Strefa obejmuje głównie tereny leśne i jeziorne o wysokich walorach krajobrazowych i turystycznych. Na obszarze zlewni znajduje się ponadto kilka rezerwatów przyrody. Miarą potrzeb wodnych roślin jest ewapotranspiracja potencjalna uzależniona od szeregów klimatycznych. Do oceny stosunków wodnych służy klimatyczny bilans wodny, na który składają się opady i ewapotranspiracja potencjalna. Bilans ten w skali roku przedstawia klimatogram rys. 5.



Rysunek 4. Zlewnia rzeki Obrzycy na tle podziału administracyjnego woj. zielonogórskiego [wg. A. Malecki 1998].



Klimatyczny bilans wody:

-  - ujemny
-  - dodatni
-  - (28.03-12.09) okres wegetacji

(- 110) - wartość roczna klimatycznego bilansu wodnego

Rysunek 5. Klimatogram zlewni Obrzycy [wg. A. Małecki 1998]

Miarą potrzeb wodnych roślin jest ewopotranspiracja potencjalna uzależniona od szeregów klimatycznych. Do oceny stosunków wodnych służy klimatyczny bilans wodny, na który składają się opady i ewopotranspiracja potencjalna. Bilans ten w skali roku przedstawia klimatogram rys. 5. Opady są niskie około 505 mm w roku, występują częste okresy bezopadowe i niedobory wodne dla uprawy roślin. W obniżeniach istnieje duże zagrożenie przymrozkami. Występują stosunkowo małe roczne amplitudy powietrza. Wiosna wczesna, lato długie (97 dni), zima łagodna i krótka (69 dni) z mało trwałą pokrywą śnieżną (tab. 2).

Temperatura powietrza w:

- styczniu – (-0.8 °C),
- lipcu - (-18 °C),

Liczba dni:

- pogodnych – 62
(wysoka w Polsce)
- pochmurnych – 108
- gorących – 36

Stosunkowo niskie wartości opadów notuje się już od września, by minimum osiągnąć w miesiącach zimowych (luty – 23mm). Najwyższe opady występują w lipcu i związane są z deszczami burzowymi. Jednak suma całorocznych opadów jest najniższa w województwie zielonogórskim i należy do najniższych na całym Niżu Polskim. Wspomniano już że czynnikiem wpływającym na produktywność roślin są stosunki wodne. Na omawianym obszarze niedobory opadów występują szczególnie często w okresie wczesnowiosennym i wczesnoletnim. Średnia liczba ciągów bezopadowych o długości 15 dni w okresie od kwietnia do września wynosi – jeden (1), co oznacza że może wystąpić co najmniej raz w roku. Mozaika glebowa sprawia że rzeczywiste uwilgotnienie gleby może wykonywać znaczne różnice nawet w obrębie jednego rejonu klimatycznego. Oznacza to że na każde 10 lat w 3-5 latach może występować w maju i czerwcu okres niedostatecznego uwilgotnienia gleby, trwających co najmniej dwie dekady. W lipcu i sierpniu lata z okresami niedostatecznego uwilgotnienia gleby zdarzają się znacznie częściej, może osiągnąć siedem na każde 10 lat, co nie wyklucza w tych miesiącach powodzi np.: 1997 r. Usłonecznienie przekracza w roku 1500 godzin, a miesiącem o najwyższych wartościach tego parametru jest maj – 224 godziny. Średnia prędkość wiatru wynosi 2,7 m/s i określa się go jako słaby. Występuje wyraźna przewaga wiatrów z kierunków południowo – zachodnich. Łącznie na sektor SW przypada około 60% wiejących wiatrów. Dane dotyczące średnich opadów i temperatur z dwudziestolecia ilustruje wyżej wymieniony klimatogram (rys. 6).

Tabela 1. Dane do klimatogramu

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Temperatura powietrza □ °C												
-0,8	-0,2	3,7	7,4	13,5	16,3	18,0	17,4	13,3	8,7	4,0	11,1	8,5
Opady w mm												
33	23	26	36	46	64	74	57	35	34	36	41	505

Pomiar opadów z czterdziestolecia [40 (1951-1990)] dla posterunków w obszarze Obrzycy wynosi: Świebodzin – 554 mm; Zbąszyń – 496 mm; Babimost – 506 mm; Trzebiechów – 558 mm; Kargowa – 528 mm. Charakteryzują one północną część zlewni. Natomiast dla jej południowej części rozkład opadów jest następujący: Posterunki – Wolsztyn – 537 mm; Wschowa – 579 mm; Głogów – 522 mm; Zielona Góra – 636 mm.

Tabela 2 ilustruje początek, koniec i czas trwania zimy, okresu gospodarczego, okresu wegetacyjnego i lata w dniach.

Tabela 2.

Posterunki i stacje pomiarowe	Zima temp. < 0 °C			Okres gospodarczy temp. 0 2,5 °C			Okres wegetacyjny temp. 0 5 °C			Lato temp. 0 15 °C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Świebodzin	21 XII	2 III	72	19 III	27 XI	254	31 III	7 XI	222	2 VI	31 VII	91
Zbąszyń	22 XII	2 III	71	19 III	21 XI	254	31 III	8 XI	223	31 V	4 IX	97
Trzebiechów	24 XII	28 III	67	17 III	29 XI	258	30 III	9 XI	225	30 V	5 XI	99
Ślawa	28 XII	21 III	60	18 III	28 XI	256	28 III	12 XI	229	29 V	5 XI	100
Wschowa	22 XII	2 III	71	18 III	27 XI	255	31 III	8 XI	223	1 VI	6 IX	98
Zielona Góra	19 XII	3 III	75	19 III	27 XI	254	31 III	9 XI	224	2 VI	5 IX	96

1 – Początek; 2 – Koniec 3; – Liczba dni

Od 1980 roku wzrasta częstotliwość lat z niedoborem opadów poniżej 600 mm. Wszystkie lata z przeciętną i wyższą sumą opadów w okresie wegetacyjnym są zwykle latami urodzaju. Wśród 12 gmin leżących w granicach zlewni (tab3) w skali punktowej od 2 do 8 punktów, warunki mało korzystne – skala 2-4 pkt. mają gminy: Nowa Sól – 3,6 pkt.; Kolsko – 3,7 pkt.; Ślawa – 3,8 pkt.; Babimost – 3,9 pkt. i Świebodzin – 4,0 pkt. Gminy o średniej skali (4,1 – 6,0 pkt.) to: Wolsztyn – 4,2 pkt.; Kargowa – 5,5 pkt.; Sulechów 5,6 pkt. oraz Babimost i Zbąszynek – 5,9 pkt. W miarę korzystne warunki mają tylko dwie gminy, skala 6,1 – 8 pkt.: Szczaniec i Trzebiechów – 6,1 pkt. Obserwacje z wielolecia pozwalają na możliwość przewidywania z określonym prawdopodobieństwem występowania danego niekorzystnego czynnika atmosferycznego. Strategia prognozy polega na ograniczaniu uprawy na szlakach, które w okresie występowania ich mają dużą masę wegetatywną. W rejonach zaś występowania silnych wiatrów unikanie uprawy roślin wysokich. Przy częstym występowaniu ujemnych temperatur a zwłaszcza przy braku pokrywy śnieżnej należy ograniczać uprawy jęczmienia ozimego i rzepaku. Największe zróżnicowanie plonów w zależności od rejonów wykazują: rzepak ozimy – do 40%, konieczyna czerwona – do 33%, kukurydza uprawiana na kiszonkę – do 25%, owies, jęczmień i żyto – do 24%. Najmniejsze zróżnicowanie w plonach wykazują ziemniaki wczesne i len – do 9%. Wynika to z czasu trwania usłonecznienia, wartości średniej dobowej tempe-

ratury i wysokości opadów w poszczególnych dekadach. Również swój udział mają zmienne warunki pogodowe, które utrudniają i dezorganizują produkcję roślinną. Do tych czynników zaliczamy: opady gradu, nadmierne opady i posuchy, występowanie przymrozków, silnych wiatrów. Warunki naturalne zlewni ilustruje tabela 3.

Tabela 3. Warunki naturalne zlewni Obrzycy [wg Malecki A. 1998]

GMINA	Pwierzchnia ogólna (ha)	Powierzchnia zlewni			Struktura użytkowania %		
		W Zlewni (ha)	% Całość	% Zlewni	UR	Lasy	Pozostałe
Babimost MG	9275	6742	72,9	6,3	48,5	35,1	16,0
Bojadła W	10255	8393	81,8	7,8	41,7	47,1	11,2
Kolsko W	8057	8067	100	7,5	44,6	44,5	10,9
Kargowa MG	12847	9407	72,8	8,8	42,0	48,2	9,8
Nowa Sól MGW	17621	7122	40,4	66	36,2	54,7	9,1
Ślawa MG	32678	23911	73,0	22,4	41,7	48,3	10,0
Sulechów MG	23595	7060	29,8	6,6	49,2	38,6	12,2
Świebodzin MG	22736	9905	43,6	9,4	60,5	27,9	11,6
Szczaniec W	11292	11292	100	10,6	67,4	25,9	6,7
Trzebiechów W	8099	7506	92,7	7,0	59,8	25,2	15,0
Wolsztyn MG	24964	4250	17,4	4,0	50,7	36,1	13,2
Zbąszynek MG	9442	3250	37,4	3,0	50,7	38,2	11,1
Razem	190861	106982	56,1	100	49,3	35,6	8,1

Objaśnienia: UR – użytki rolne; W – gmina wiejska, MG – miejsko-wiejska; MGW – gmina miasto wydzielone.

3.2. Bonitacja agroklimatu

Bonitacja agroklimatu ujmuje ilościowo wpływ wszystkich czynników klimatycznych kształtujących plonowanie roślin uprawnych. Jeżeli największy w Polsce potencjał agroklimatyczny wyrażony w punktach występujący w okolicach Olawy oznaczyć liczbą 10,0 to na Ziemi Lubuskiej wynosi 9,4 tzn., że jest on mniejszy około 0,6%. Ogólnie rzecz biorąc, bonitacja agroklimatyczna Polski maleje od południowego – zachodu ku północnemu wschodowi i podobne jest do rozkładu długości okresu wegetacyjnego. Inaczej jest w górach gdzie bonitacja maleje wraz z wysokością upraw. Bonitację agroklimatu dla najczęściej uprawianych roślin w zlewni Obrzycy przedstawia tabela 4.

Gminy	Psze- nica ozima	Żyto	Jęcz- mień jary	Owies	Kuku- rydza	Ziem- niaki	Burak cukro- wy	t/ha	W pun- ktach
Babimost	3,08	3,8	2,99	2,98	3,70	3,06	3,16	3,31	11,2
Bojadła	3,11	3,08	3,01	3,02	3,80	3,07	3,21	3,36	12,2
Kolsko	3,12	3,09	3,01	3,01	3,90	3,07	3,20	3,36	12,2
Kargowa	3,10	3,09	3,00	3,00	3,70	3,07	3,17	3,33	11,6
Nowa Sól	3,11	3,09	3,03	3,03	3,90	3,07	3,26	3,39	12,8
Sława	3,12	3,11	3,02	3,01	4,0	3,07	3,22	3,36	12,2
Sulechów	3,8	3,09	3,01	3,00	3,60	3,07	3,21	3,33	11,6
Świebodzin	3,6	3,11	3,00	2,97	3,40	3,04	3,18	3,30	11,0
Szczaniec	3,6	3,11	2,99	2,97	3,50	3,03	3,16	3,29	10,8
Trzebiechów	3,10	3,08	3,01	3,01	3,70	3,08	3,20	3,35	12,0
Wolsztyn	3,11	3,10	2,99	2,99	3,90	3,07	3,16	3,32	11,0
Zbąszynek	3,6	3,08	2,98	2,97	3,50	3,03	3,15	3,29	10,8
Średnio	3,9	3,09	3,00	3,00	3,72	3,06	3,19	3,33	11,6

4. Przebieg ekstremalnych czynników atmosferycznych w zlewni Obrzycy

4.1. Częstotliwość występowania zim mroźnych



Rysunek 6. Częstotliwość występowania zim mroźnych w procentach [wg. S. Paczosa, 30 (1951-1980)]

Jak wynika z rys. 6 teren zlewni Obrzycy charakteryzuje 20% częstość występowania zim mroźnych. Oznacza to że w okresie trzydziestolecia w zlewni 6 zim było mroźnych. Dane wynikające z przedstawiającego rysunku powinny być pomocne rolnikom do odpowiedniego doboru odmian roślin ozimych bardziej odpornych na mrozy w spodziewanych okresach ich występowania –

zim było mroźnych. Dane wynikające z przedstawiającego rysunku powinny być pomocne rolnikom do odpowiedniego doboru odmian roślin ozimych bardziej odpornych na mrozy w spodziewanych okresach ich występowania – średnio co 5 lat. Izolinia jest granicą, która wskazuje na tereny częstego występowania zim mroźnych. Pod pojęciem zim mroźnych przyjęto tu ostrość termiczną oraz śnieżność.

4.2. Występowanie ujemnej temperatury przy braku pokrywy śnieżnej



Rysunek 7. Częstość lat z ciągami o ujemnej temp. minimalnej na 5 cm npg. przy braku pokrywy śnieżnej lub jej grubości do 5 cm. [wg. M. Czarneckiej – 20 (1960-1980)]

- Ciągi co najmniej trzydniowe
- Temperatura min. $< -15^{\circ}\text{C}$

Na skutek występowania ujemnych temperatur w okresie listopad – kwiecień przy braku pokrywy śnieżnej następuje tzw. zjawisko wysmalania ozimych roślin zbożowych. Z rysunku wynika, że część tego zjawiska w zlewni Obrzycy ma wartość 20%. Oznacza to, że na 17 badanych lat w tym rejonie wystąpiło to zjawisko 4 razy.

4.3. Występowanie wiosennych przymrozków

Z rysunku 8 wynika, że w zlewni Obrzycy przymrozki występują nawet do 10 czerwca. Występowanie temperatury ujemnej w okresie wiosny związane jest z możliwością uszkodzenia roślin wrażliwych na początku ich wegetacji. Spośród roślin najbardziej wrażliwych na przymrozki w okresie kwitnienia są: kukurydza, ziemniaki i rzepak. Krótkotrwale przymrozki od -2°C powodują zamieranie

pierwszych liści i zahamowanie wzrostu kukurydzy, a także pęknięcie łodyg i znikanie pędu głównego rzepaku. Większą odpornością na przymrozki odznacza się len, gdyż znosi obniżenie temperatury do -4°C . Informacja o możliwości występowania w danym terenie późnych przymrozków wiosennych może być również pomocna przy doborze do uprawy roślin wrażliwych na niskie temperatury.



Rysunek 8. Daty najpóźniejszych wiosennych przymrozków $< -2^{\circ}\text{C}$ na 5 cm npg. [wg. Cz. Koźmińskiego – 20 (1961-1980)]

4.4. Występowanie burz gradowych

Z rysunku wynika, że w okresie wegetacji istnieje dość wysoka częstotliwość występowania tego zjawiska. Zagrożenie dla zlewni Obrzycy tym zjawiskiem wynosi 40%, natomiast dla okolic Zielonej Góry częstotliwość ta wynosi aż 60%. Opady gradu wyrządzają duże szkody w uprawie roślin rolniczych. Występują one przeważnie w maju 25,8% i w czerwcu 25,0%. W mniejszym stopniu występują w lipcu i sierpniu lecz zwykle są intensywniejsze i o większym zasięgu co powoduje znacznie większe szkody.



Rysunek 9. Częstotliwość występowania burz gradowych w procentach [wg. Cz. Koźmińskiego – 30 (1951-1980)]

4.5. Występowanie okresów bezopadowych



Rysunek 10. Częstość lat w procentach z ciągami bezopadowymi o IV-IX [wg. Cz. Koźmińskiego – 30 (1951-1980)]

Rysunek przedstawia częstość lat w % z ciągami bezopadowymi w okresie wegetacyjnym. Z danych rysunku wynika, że na obszarze zlewni częstość występowania ciągów bezopadowych trwających ponad 20 dni wynosi 25%. Na pozostałych powierzchniach występowanie okresów posusznych jest znacznie mniej częste.

5. Wpływ ekstremalnych warunków pogodowych na plonowanie roślin

5.1. Straty pozimowe

Największe straty pozimowe występują w uprawie rzepaku ozimego. Są one dziesięciokrotnie wyższe niż u zbóż ozimych. W zlewni Obrzycy wynoszą one około 15% powierzchni.

5.2. Późnowiosenne przymrozki

Na ten czynnik również najbardziej wrażliwy jest rzepak ozimy. Trzydniowe przymrozki poniżej -2°C w czasie początku kwitnienia powodują spadek plony ok. 10%. Rośliną wrażliwą na późnowiosenne przymrozki jest również ziemniak, którego wrażliwość zależy od kompleksu glebowego, terminu sadzenia oraz liczby dni i intensywności przymrozków. W zlewni na glebach kompleksów żytnich

występuje największa liczba dni z późnymi wiosennymi przymrozkami (ok. 7). ze względu na wcześniejszy termin sadzenia oraz średnie daty najpóźniejszych przymrozków istnieje w zlewni możliwość uszkodzeń ziemniaków.

5.3. Posuchy atmosferyczne

Ten czynnik wywiera duży wpływ na plon większości roślin z tym, że różne są okresy krytyczne poszczególnych gatunków, również różna długość szkodliwych okresów posuchy w zależności od kompleksu glebowego i roślin. Najbardziej wrażliwe na posuchy są: owies oraz pszenica jara. Dla żyta i owsa okres krytyczny obejmuje fazy od strzelania w źdźbło do dojrzałości młecznej, a u pszenicy i jęczmienia – początek ploszenia. Już dwudziestodniowy okres posuchy na glebach lekkich u zbóż wpływa ujemnie na plony, natomiast na glebach cięższych 26 dni. Dla zbóż (z wyjątkiem owsa), wymienione okresy posuchy powodują obniżenie plonu poniżej średniej z wielolecia. U owsa obniżka ta wynosi od 5% do 15%.

5.4. Burze gradowe

Ten czynnik jest szczególnie szkodliwy dla zbóż w okresie kłoszenia, kwitnienia i pełnej dojrzałości. W skali kraju obniżka plonu wynosi średnio od 2% do 14% plonu. Dla ziemniaków niebezpieczne są burze gradowe w okresie kwitnienia, a dla buraków w okresie początkowego rozwoju. Uszkodzenia roślin okopowych wpływają na obniżenie plonu średnio od 9% do 9,20%. Rzepak ozimy jest wrażliwy na opady gradu w okresie kwitnienia i dojrzałości zbiorczej. Uszkodzenia dotyczą do 5% powierzchni zasiewu.

6. Podsumowanie

- Na posuchy atmosferyczne dużą wrażliwością odznaczają się: owies, pszenica jara i ziemniaki (zwłaszcza wiosną).
- Największy wpływ na stopień przezimowania ozimin ma długotrwała i gruba pokrywa śnieżna, a dla rzepaku – temperatury minimalne powietrza przy braku lub niedostatecznej grubości pokrywy śnieżnej. Oziminy i rzepak są szczególnie narażone na straty pozimowe w zlewni Obrzycy;
- W zlewni występuje małe zagrożenie plantacji roślin uprawnych przez grad;

- Należy preferować alternatywne użytkowanie zlewni wynikające z jej warunków fizjograficznych;
- Źródłem wody dla rolnictwa są głównie opady atmosferyczne a także wody podziemne, drenarskie oraz ścieki. Ilość wykorzystanych wód opadowych najogólniej biorąc zależy od warunków przyrodniczych. Ponieważ liczne substancje zanieczyszczające powietrze, skażają opady atmosferyczne tak więc nawet one nie zawsze są źródłem wody odpowiedniej jakości. Opady zimowe są z reguły bardziej zanieczyszczone niż letnie, natomiast letnie ze względu na ich ilość wynoszą więcej zanieczyszczeń.

7. Literatura

- [1] Atlas Klimatyczny Elementów i Zjawisk Szkodliwych dla Rolnictwa w Polsce R(232/B) IUNG Puławy, 1990.
- [2] Gumiński R.: *Metreologia i klimatologia dla rolników*, PWR i L. W-Wa.
- [3] Król M. 1994: *Plonowanie roślin a warunki glebowo-klimatyczne*, IUNG Puławy.
- [4] Małecki A. 1998: *Wstępne badania wpływu rolnictwa na jakość wód powierzchniowych zlewu Obrzycy*. Zeszyty naukowe Politechniki Zielonogórskiej nr 116. Zielona Góra.
- [5] Mapy terenu w skali 1:25000, 1:50000, 1:300000.
- [6] Miesięczny przegląd pogody za okres 1980 – 1997.
- [7] Praca zbiorowa pod redakcją Dzierżycy J. 1993: *Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin*, PWN.
- [8] Prawdzic K., Koźmiński Cz. 1972: *Agroklimat woj. zielonogórskiego*, Zielona Góra.
- [9] Rosler A. 1998: *Klimatogram*, Stacja IMGW Radzyń.
- [10] Urząd Statystyczny 1997: *Powszechny spis rolny*. Zielona Góra.
- [11] *Warunki przyrodnicze produkcji rolnej woj. zielonogórskiego*, IUNG Puławy, 1987.
- [12] *Zalecenia agrotechniczne [1992]* IUNG Puławy.

PRZESTRZEŃ PRODUKCYJNA ZLEWNI OBRZYCY

ADAM MAŁECKI*

Streszczenie

Rozwój rolnictwa jest coraz szybszy w wyniku postępu technicznego, zmian społecznych, współpracy międzynarodowej a przede wszystkim potrzeb gospodarczych, które wymuszają intensyfikację produkcji. Czynnikiem, który ma bezpośredni wpływ na poziom produkcji jest między innymi gleba oraz poziom nawożenia, co ma bezpośredni wpływ na jakość wody w zlewni. W artykule dokonano analizy zasobów przestrzeni produkcyjnej zlewni Obrzycy i wskazano czynniki hamujące podniesienie poziomu produkcji.

1. Wstęp

Sposób rolniczego wykorzystania zlewni determinuje jej strukturę krajobrazową. Ingerencja techniki w produkcji rolniczej ma tendencję wzrostową, a już na tym poziomie przekracza dopuszczalne granice zmian, co doprowadziło do zachwiania biogeochemicznej równowagi w ekosystemach zlewni, a przede wszystkim wód. Warunki ekonomiczne oraz ekologiczne powinny decydować o możliwości uprawy określonych gatunków i odmian roślin, wielkości i jakości plonów oraz o intensyfikacji i opłacalności produkcji. Tym samym stanowią o aktualnym i potencjalnym poziomie gospodarki żywnościowej. Warunki ekologiczne kształtowane są przez czynniki naturalne i antropogeniczne. Na warunki naturalne (klimat, gleba), rolnik nie ma bezpośredniego wpływu, ale dobra ich znajomość pozwala na ograniczenie ryzyka ekonomicznego i przyrodniczego [Małeckie 1998]. W pogoni za coraz większą wydajnością, rolnictwo stosuje metody zagrażające środowisku naturalnemu w równym stopniu jak przemysł. Charakter i skala zmian zależą głównie od naturalnych własności gleb, od stopnia zgodności charakteru przekształcenia środowiska z jego predyspozycją agroekologiczną i od sposobu rolniczego użytkowania [Greinert 1992]. Jest rzeczą ogólnie znaną, że przy jednakowych nakładach na uprawę gleby, nawożenie, nasiona,

* Politechnika Zielonogórska, Instytut Inżynierii Środowiska

siew i sprzęt, jedne gospodarstwa osiągają plony wyższe niż inne, choć znajdują się w jednakowych warunkach klimatyczno-glebowych. Wynika stąd, że oprócz czynników materiałowych, bardzo duże znaczenie ma znajomość warunków glebowych każdego pola, specyfiki warunków atmosferycznych a także biologii rozwoju każdego gatunku i odmiany [Leopold 1997]. Niedoceniana przez wielu rolników konieczność znajomości gleb, jest jednym z najistotniejszych czynników hamujących podniesienie poziomu rolnictwa w wielu gospodarstwach. W produkcji rolnej, podobnie jak w przemyśle procesy technologiczne wymagają ustawicznej kontroli wzrostu i rozwoju roślin, kształtowania się plonu, kontroli żyzności gleby oraz agronomicznej kontroli całokształtu produkcji. Należy również pamiętać, że warunki agrotechniczne są najsilniejszym bodźcem zmienności roślin.

2. Metody

W ekosystemach lądowych gleba spełnia różnorodne istotne funkcje, do których zalicza się przede wszystkim jej działanie plonotwórcze, filtrujące i buforujące. Gleba jest ponadto układem, w którym pewne związki i substancje toksyczne ulegają procesom rozkładu na związki mniej lub wcale nietoksyczne. Jednakże wymienione właściwości gleb trwają tak długo, jak długo zachowana jest równowaga w ekosystemach. Wszystkie drastyczne zmiany w chemicznym składzie oraz odczynie gleb zmieniają jej właściwości biologiczne i ograniczają naturalną funkcję w biosferze. Artykuł ten jest częścią większego opracowania, dotyczącego gospodarowania gruntami w zlewni Obrzycy. Wymogi efektywności ekonomicznej, zarysowują co najmniej cztery problemy tego tematu:

- jakości zasobów przestrzeni produkcyjnej,
- zakresu wykorzystania tych zasobów przez rolnictwo,
- intensywności produkcji rolnej i gospodarności z czym się wiąże zamykanie obiegu materii organicznej w pełnym obiegu a więc w miarę możliwości zużycia jej w pełnych cyklach produkcyjnych i całym łańcuchu żywnościowym,
- wpływu tych oddziaływań na jakość wód powierzchniowych zlewni Obrzycy.

Z uwagi na złożoność zagadnienia w tym artykule dokonano analizy jakości zasobów przestrzeni produkcyjnej zlewni Obrzycy. Dane opracowano głównie na podstawie powszechnego spisu rolnego [Urząd Statystyczny 1997], oraz waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej woj. Zielonogórskiego wg gmin. Literaturę uzupełniającą stanowiły wyżej wymienione publikacje oraz: [Dzierżyc 1993; IUNG 1987; Król 1994]. Amplitudę ekologiczną najczęściej uprawianych gatunków wzdłuż gradientu środowiska oraz wskazany dobór roślin do poszczególnych kompleksów przydatności rolniczej gleb opracował autor.

3. Materiał

Na rośliny oddziałują jednocześnie: określone ciepło, światło, wilgotność powietrza i gleby, dostępne sole mineralne, a także inne rośliny oraz zwierzęta. Procesy życiowe roślin uprawnych przebiegają zatem pod wpływem licznych i zmiennych czynników środowiskowych, o czym świadczą szerokie granice tolerancji na znane warunki bytowania. Jednakże granice te istnieją. Dlatego dla każdego gatunku określa się graniczne i optymalne wartości poszczególnych czynników środowiska – amplituda ekologiczna gatunku. Jest to zakres wyżej wymienionych warunków środowiskowych w jakich dany gatunek występuje lub może występować [Krebs 1972]. Należy ją rozpatrywać jako wzajemne reakcje między fizjologicznymi możliwościami wzrostu roślin a zewnętrznymi czynnikami ekologicznymi. Wiele właściwości roślin decyduje czy dane gatunki wykazują zdolność do zasiedlania i życia w różnych warunkach środowiskowych (rośliny eurytypowe) czy też są przystosowane do bardzo konkretnych siedlisk (stenotypowe). Związane są z tym dwa prawa: (1) prawo minimum Lebiega oraz (2) prawo tolerancji;

1. Wzrost i rozmnażanie roślin regulowane jest przez dostępność jednego lub kilku czynników, które są w niedoborze, mimo że inne mogą być w nadmiarze, lecz nie są wykorzystywane.
2. Nadmiar albo niedobór któregośkolwiek z czynników środowiska bliskich granic tolerancji danej rośliny może być niekorzystny dla wzrostu i rozwoju tej rośliny.

Reakcję roślin na zróżnicowane czynniki ekologiczne obserwuje się najczęściej wzdłuż gradientów środowiskowych, wilgotność (woda), temperatura (ciepło), pH, światło, próchnica, zasobność siedliska. W artykule parto się o zasobność siedlisk.

3.1. Charakterystyka gleb zlewni Obrzycy

Gleby zlewni w strefie przypowierzchniowej zbudowane są z utworów czwartorzędowych. Są to głównie utwory akumulacji wodno-lodowcowej, związanej ze strefami moreny czołowej, dennej oraz zastoisk jeziornych. Strefa moreny czołowej na południu zlewni zbudowana jest z piasków i żwirów wodno-lodowcowych oraz gliny zwałowej przeławicowanej żwirami. Licznie występują głazy narzutowe. Strefa moreny dennej, zalegająca środkową i północną część zlewni, to utwory żwirowo-piaszczyste oraz piaski i żwiry akumulacji rzecznej, tworzące terasy akumulacyjne. Strefa ta poprzecinana jest licznymi obniżeniami w których występują piaski rzeczne, mulki, piaski jeziorne, namuły oraz torfy. Osady pochodzenia jeziornego wykazują, że powierzchnia dawnych zbiorników

wodnych była znacznie większa. Grubość występujących pokładów torfów i analizy pyłowe pozwalają wnioskować, że wypełnienie zbiorników wodnych na tym terenie odbywało się w niedalekiej przeszłości geologicznej i przebiegało bardzo intensywnie. Każda ze stref geomorfologicznych charakteryzuje się inną rzeźbą terenu oraz budową geologiczną, co w konsekwencji prowadzi do zróżnicowania szaty roślinnej w zlewni. Lasy stanowią 35,6% omawianej powierzchni, które występują w zwartych kompleksach w części południowo-zachodniej. Są to przeważnie lasy iglaste w których przeważają drzewostany sosnowe. Użytki zielone stanowią 23,0% użytków rolnych. Jeziorność zlewni wynosi ok. 0,65%. Obszarów leśnych jest znacznie mniej w północnej części zlewni gdzie przeważają użytki rolne. Tab. 1 ilustruje strukturę użytkowania gruntów zlewni. Struktura użytków rolnych jest porównywalna ze średnią jakością w województwie.

Tabela 1. Waloryzacja przestrzeni produkcyjnej zlewni Obrzycy [wg Urząd Statystyczny 1996]

GMINA	Pow. w zlewni		Punktowa waloryzacja przestrzeni produkcyjnej		Struktura UR (%)			% udział gleb		Wskaźnik bonitacji negatywnej
	UR ha	W tym ViVi kl.	UR	GO	GO	UZ	Sady	Kwaśne	B. Kwaśne	
Babimost	4500	19,6	61,1	43,7	87,2	12,6	0,2	32,2	21,9	54,1
Bojadła	4275	13,3	65,4	47,3	71,2	28,7	0,1	39,7	52,1	91,8
Kolsko	3591	36,1	50,3	30,3	66,4	33,3	0,3	37,5	35,3	69,8
Kargowa	5395	28,9	52,3	32,0	67,3	31,5	1,2	43,6	23,5	67,1
Nowa Sól	6370	34,2	52,4	30,7	70,5	29,2	0,2	37,9	35,7	83,6
Ślawa	13618	17,8	59,5	40,4	78,1	21,6	0,3	28,6	36,9	65,5
Sulechów	11606	12,7	64,0	46,9	83,3	15,2	1,3	37,6	32,9	70,5
Świebodzin	13753	9,1	65,7	49,3	88,7	8,8	2,6	41,6	26,9	68,5
Szczaniec	7615	4,1	73,6	58,8	81,8	18,0	0,2	33,2	20,3	53,5
Trzebiechów	4855	11,3	66,4	49,3	72,5	26,8	0,7	45,5	42,7	87,2
Wolsztyn	12649	24,2	54,0	34,6	67,3	32,3	0,4	29,3	24,4	53,7
Zbąszynek	4790	5,8	70,4	53,7	79,6	18,7	0,1	34,8	22,3	57,1
Razem	93007	18,0	61,5	43,0	76,4	23,0	0,6	36,5	31,2	67,7
Województwo	352700	18,1	61,3	43,3	75,5	23,0	0,6	39,9	35,1	75,0

Objaśnienia:

- GO – grunty rolne
- UZ – użytki zielone

Obszarów leśnych jest mniej o 13,5% jak w województwie. Najslabsze gleby i złe warunki produkcji rolnej występują w gminie Wolsztyn – 54,0; Slawa – 59,5; Kolsko – 50,3; Nowa Sól – 52,4; i Kargowa (występuje tam najwięcej gleb V i VI klasy). Średnie gleby występują w gminach: Bojadła, Trzebiechów, Sulechów, Babimost i Świebodzin. Natomiast dobre warunki produkcji rolnej występują w gminach Szczaniec i Zbąszynek. Dominują gleby kwaśne i bardzo kwaśne. Wskaźnik bonitacji wegetatywnej odczynu wynosi 67,7% to jest niewiele mniej jak średnio w województwie (75%). Podobnie niska jest zasobność fosforu. Aż 70% gleb w zlewni wymaga systematycznego nawożenia magnezem. Największe niedobory mikroelementów dotyczy: molibdenu, miedzi i boru. Najlepsze warunki glebowe ma gmina Szczaniec a najgorsze gmina Kolsko. Grunty orne (GO) i użytki zielone (UZ) stanowią duże odrębne kategorie użytków rolnych (UR), o wartości i przydatności rolniczej GO decydują głównie wartości samej gleby. Natomiast o produktywności UZ, poza glebą w dużym stopniu decydują warunki wodne.

Bonitację użytków rolnych w zlewni Obrzycy ilustruje tabela 2 i 3.

Tabela 2. Bonitacja użytków rolnych [Urząd Statystyczny 1997]

GMINA	Klasy użytków w %								
	GO								
	I	II	IIIa	IIIb	IVa	IVb	V	VI	VIz
1. Babimost	-	-	4,9	11,0	21,4	18,3	24,5	19,5	0,4
2. Bojadła	-	0,1	3,9	9,9	27,5	22,8	23,1	12,3	1,6
3. Kargowa	-	-	0,2	4,5	10,9	16,3	30,3	35,3	2,5
4. Kolsko	-	-	0,1	2,2	8,8	13,4	32,6	40,2	2,7
5. Nowa Sól	-	-	0,2	6,3	10,4	15,0	31,5	45,3	1,3
	-	-	2,5	1,6	6,5	14,3	35,3	34,7	3,1
6. Slawa	-	-	1,1	8,7	21,2	22,4	26,2	15,2	2,2
7. Sulechów	-	-	4,3	13,2	25,2	20,2	26,3	10,3	0,5
8. Szczaniec	-	1,1	28,1	21,9	23,3	9,8	11,6	4,1	0,1
9. Świebodzin	-	0,2	12,0	14,2	25,4	16,1	22,7	8,9	0,5
10. Trzebiechów	-	-	6,1	14,7	28,8	17,2	20,8	11,4	1,0
11. Wolsztyn	-	0,9	0,9	4,8	16,0	17,0	27,3	32,8	1,2
12. Zbąszynek	-	0,2	10,5	30,1	23,2	13,3	16,7	5,8	0,2

Tabela 3

GMINA	Klasy użytków w %						
	UZ						
	I	II	III	IV	V	VI	VIz
1. Babimost	-	-	5,1	67,7	23,3	3,4	0,3
2. Bojadła	-	1,4	12,8	43,6	32,6	9,7	0,3
3. Kargowa	-	-	0,9	37,0	54,6	7,3	0,2
4. Kolsko	-	-	-	26,3	56,2	17,2	0,3
5. Nowa Sól	-	-	11,9	60,6	11,1	8,4	-
		0,3	11,6	61,0	30,5	6,0	0,6
6. Sława	-	-	2,5	61,8	26,1	4,4	0,2
7. Sulechów	-	1,3	4,5	43,3	36,0	4,7	0,2
8. Szczaniec	-	0,2	37,0	49,8	9,6	3,2	0,2
9. Świebodzin	-	3,7	30,3	38,0	23,7	3,4	0,9
10. Trzebiechów	-	0,1	16,3	48,3	27,8	7,0	0,5
11. Wolsztyn	-	-	1,2	60,8	34,0	4,0	-
12. Zbąszynek	-	-	34,6	63,2	10,1	1,8	-

Charakterystyczną cechą pokrywy glebowej w zlewni Obrzycy jest duża zmienność, niekiedy wręcz mozaikowość. Zróżnicowanie gruntów ornych spowodowane jest w głównej mierze zmiennością utworów macierzystych gleb, a w szczególności ich składu granulonetycznego, który jest najtrwalszą cechą gleb, decydującą w dużej mierze o ich właściwościach i urodzajności. Podział ten uwzględnia w zasadzie zwięzłość poziomej orno-próchnicznej. Poza dużą zmiennością powierzchniową gleby te wykazują jeszcze większą zmienność pionową. Rodzaj podłoża i głębokość jego występowania różnicuje w bardzo istotny sposób właściwości i przydatność rolniczą gleb. Dużą rolę odgrywają także: odczyn, naturalna zasobność w składniki pokarmowe, właściwości wodne oraz stopień kultury, agroklimat i rzeźba terenu. Rozpatrzmy poszczególne cechy i właściwości gleb w zlewni i jej przydatności rolniczej.

Tabela 4. Punktowa ocena warunków wodnych gleb w zlewni Obrzycy [wg IUNG Puławy 1987]

Gmina	Udział poszczególnych kategorii warunków wodnych gleb w powierzchni UR					Średni wskaźnik bonitacyjny			Ocena warunków wodnych dla celów produkcji rolnych
	A	B	C	D	E	1	2	1 i 2	
Województwo	151 3	27720	10993 8	16136 0	57338	5,6	4,8	4,8	<i>Średnio korzystne</i>
1. Babimost	-	148	1096	2601	734	5	2,8	3,9	<i>M mało korzystne</i>
2. Bojadła	-	481	1751	1640	421	6,4	5,3	5,9	<i>Średnio korzystne</i>
3. Kargowa	48	527	1521	1689	1659	4,9	4,0	4,5	<i>Średnio korzystne</i>
4. Kolsko	25	171	770	1729	953	4,6	2,8	3,7	<i>M mało korzystne</i>
5. Nowa Sól	14	385	1290	3270	1640	4,5	2,7	3,6	<i>M mało korzystne</i>
6. Sława	95	712	2995	7223	2870	4,8	2,8	3,8	<i>M mało korzystne</i>
7. Sulechów	35	920	3501	7188	1022	5,6	3,6	4,6	<i>Średnio korzystne</i>
8. Szczaniec	-	630	3382	3276	344	6,7	5,4	6,1	<i>Korzystne</i>
9. Świebodzin	26	349	3325	8797	1409	5,2	2,8	4,0	<i>M mało korzystne</i>
10. Trzebiechów	19	811	1969	1591	568	6,4	5,7	6,1	<i>Korzystne</i>
11. Wolsztyn	56	738	3385	5710	3010	5,0	3,3	4,2	<i>Średnio korzystne</i>
12. Zbąszynek	-	101	1810	3014	303	5,9	3,8	4,9	<i>Średnio korzystne</i>
Razem	318	5963	24795	47708	13761	5,4	3,7	4,6	<i>Średnio korzystne</i>

Legenda:

A – tereny z przewagą gleb o czystym i długim nadmiarze wody

B – tereny z przewagą gleb o okresowym nadmiarze wody

C – tereny z przewagą gleb o optymalnej ilości wody

D – tereny z przewagą gleb o określonym niedoborze wody

E – tereny z przewagą gleb o stałym niedoborze wody

1 – wskaźnik wyliczono na podstawie powierzchni poszczególnych kategorii warunków wody

2 – wskaźnik wyliczono na podstawie powierzchni gleb z niedoborami wody [D i E]

Możliwość uprawy roślin na danej glebie najlepiej określa kompleks przydatności rolniczej gleb, zespoły gleb reprezentujące różne gatunki, rodzaje i typy ale wykazujące podobne właściwości rolnicze i podobne użytkowanie stanowią jednostki agroekologiczne zwane kompleksami przydatności rolniczej.

Tabela 5. Kompleksy przydatności rolniczej gruntów ornych [Urząd Statystyczny 1987].

Gmina		Pszenne			Żytnie				Zbożowo-pastewne		Ra zem GO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Województwo	ha %	511 0,2	25771 9,7	2579 1,0	34974 13,1	51843 19,4	79997 30,0	52957 19,8	873 0 3,3	9426 3,5	26690 6 30,1
1. Babimost	ha %	-	192 4,8	51 1,3	752 18,9	1109 28,0	1106 27,8	658 16,5	17 0,4	92 2,3	3977 42,9
2. Bojadła	ha %	-	219 7,2	-	657 21,6	714 23,5	744 24,3	364 11,4	312 10,3	51 1,7	3043 29,7
3. Kargowa	ha %	-	43 1,2	30 0,8	281 7,7	322 8,9	1205 33,1	1512 41,7	41 1,1	187 5,1	3637 28,3
4. Kolsko	ha %	-	-	21 0,9	39 1,6	381 16,1	993 42,1	831 35,2	-	98 4,1	2364 29,3
5. Nowa Sól	ha %	-	35 0,8	10 0,2	84 1,9	674 15,0	1941 43,0	1480 32,8	81 1,8	202 4,5	4508 25,4
6. Sława	ha %	-	94 0,9	97 0,9	1449 13,5	3015 28,1	3225 29,9	2299 21,4	211 2,0	356 3,3	10748 32,9
7. Sulechów	ha %	-	932 9,1	184 1,8	1839 17,9	3240 31,5	2659 25,8	931 9,0	226 2,2	282 2,7	10295 41,2
8. Szczaniec	ha %	-	902 14,5	259 4,2	1947 31,2	1432 23,0	924 14,9	368 5,9	122 2,0	259 4,2	6217 55,0
9. Świebodzin	ha %	-	870 6,9	278 2,2	2337 18,7	4273 34,2	3160 25,2	1373 11,0	176 1,4	49 0,4	12520 55,1
10. Trzebiechów	ha %	-	396 11,6	141 4,1	497 14,5	668 19,5	696 20,4	518 15,2	482 14,1	20 0,6	3418 42,2
11. Wolsztyn	ha %	-	34 0,4	5 0,1	692 8,1	1676 19,5	2786 32,4	2962 34,4	80 0,9	359 4,2	8594 34,4
12. Zbąszynek	ha %	3 0,1	151 3,5	34 0,8	1557 36,2	1342 31,1	921 21,3	295 6,8	-	10 0,2	4314 43,0

Legenda: Pomijając gleby górskie wyróżniamy kompleksy glebowe:

1 – 3, pszenne (b.dobry, dobry, wadliwy)

4 – 7, żytnie (b.dobry, dobry, słaby, b.słaby)

8 – 9, zbożowo-pastewne (mocny, słaby)

Kompleks przydatności rolniczej dla użytków zielonych wymagają odrębnego potraktowania. Siedliskową charakterystykę użytków zielonych przedstawia (tab.6) wraz z bonitacją rzeźby terenu.

Tabela 6. Kompleksy przydatności rolniczej użytków zielonych w zlewni Obrzycy [Urząd Statystyczny 1996]

GMINA		Użytki zielone					Bonitacja rzeźby w skali punktowej					
		ha					Udział powierzchni w przedziałach bonitacji w ha					Średni wskaźnik rzeźby
		b.dobre i dobre	Średnie	Slabe i b.slabe	Razem UZ	Razem UR	b.korzystne	Korzystne	Średnio korzystne	Malo korzystne	b.niekorzystne	
Województwo	ha	185	62491	25847	88523	355429	182205	162686	12884	-	-	8,6
	%	0,2	70,6	29,2	10	40,1	51,3	45,8	2,9	-	-	
1. Babimost	ha	-	521	63	584	4561	1876	2703	-	-	-	8,5
	%	-	89,2	10,8	63,0	49,2	41,1	59,8	-	-	-	
2. Bojadła	ha	-	979	225	1204	4247	3847	446	-	-	-	9,2
	%	-	81,3	18,7	11,7	41,4	90,6	9,4	-	-	-	
3. Kargowa	ha	-	1335	377	1712	5349	2931	2654	-	-	-	8,7
	%	-	78,0	22,0	13,3	41,6	54,8	45,2	-	-	-	
4. Kolsko	ha	-	791	432	1223	3587	2151	2506	-	-	-	8,9
	%	-	64,7	35,3	15,2	44,5	60,0	40,0	-	-	-	
5. Nowa Sól	ha	6	1157	774	1937	6445	4203	2396	-	-	-	9,0
	%	0,3	59,7	40,0	10,9	36,3	65,2	34,8	-	-	-	
6. Ślawa	ha	-	2378	526	2905	13653	10328	3902	-	-	-	8,9
	%	-	89,1	18,1	8,9	41,8	75,6	24,4	-	-	-	
7. Sulechów	ha	-	1602	714	2316	12611	4968	7021	-	-	-	8,3
	%	-	69,2	30,8	9,3	50,5	39,4	60,6	-	-	-	
8. Szczaniec	ha	-	1221	186	1407	7624	1433	5995	204	-	-	7,8
	%	-	86,8	13,2	12,5	67,5	18,8	78,6	2,6	-	-	
9. Świebodzin	ha	69	942	297	1308	13828	1783	10671	1372	-	-	7,6
	%	5,3	72,0	22,7	5,8	60,9	12,9	77,2	9,9	-	-	
10. Trzebiechów	ha	-	1140	359	1499	4917	4098	482	298	-	-	9,0
	%	-	76,1	23,9	18,5	60,7	83,3	9,8	6,9	-	-	
11. Wolsztyn	ha	-	2773	1422	4195	12789	9248	3651	-	-	-	9,0
	%	-	66,1	33,9	16,8	51,2	72,3	27,7	-	-	-	
12. Zbąszynek	ha	1	832	71	904	5218	2200	2933	95	-	-	8,7
	%	0,1	92,0	7,9	9,0	52,0	42,2	56,0	1,8	-	-	

Ogólną waloryzację rolniczej przestrzeni produkcyjnej zlewni Obrzycy ilustruje tab. 7.

Tabela 7. Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej

GMINA	Ocena gleb w punktach						Wskaźnik bonitacji				Ogólny wskaźnik jakości gleb
	GO	UZ	GO	UZ	GO	UZ	Jakość przydatności rolniczej	Agroklimatu	Rzeźby terenu	Warunków wodnych	
Babimost	42,7	41,0	44,7	46,8	43,7	43,9	43,7	11,2	4,2	2,0	61,1
Bojadła	44,6	39,4	49,6	44,4	47,1	41,9	45,6	12,2	4,6	3,0	65,4
Kolsko	30,1	30,2	30,4	39,4	30,2	34,8	31,8	12,2	4,4	1,9	50,3
Kargowa	32,6	33,7	31,4	43,4	32,0	38,5	34,1	11,6	4,3	2,3	52,3
Nowa Sól	30,2	40,4	31,3	48,1	30,8	39,3	33,3	12,8	4,5	1,8	52,4
Ślawa	40,5	40,7	40,5	44,6	40,5	42,7	40,9	12,2	4,5	1,9	59,5
Sulechów	45,7	38,3	48,9	40,8	47,3	39,5	45,9	11,6	4,2	2,3	54,0
Świebodzin	50,0	47,3	48,3	44,8	49,2	46,0	48,9	11,0	3,8	2,0	65,7
Szczaniec	61,3	49,9	56,2	46,0	58,8	48,0	56,8	12,6	3,9	3,0	76,3
Trzebiechów	47,8	41,4	50,2	42,8	49,0	42,1	46,9	12,0	4,5	3,0	66,4
Wolsztyn	54,9	38,2	34,0	39,8	34,4	39,0	36,0	11,4	4,5	2,1	54,0
Zbąszynek	54,9	49,7	52,5	47,7	53,7	48,7	52,8	10,8	4,3	2,5	70,4
Razem	44,6	40,9	43,2	43,2	43,1	42,0	43,1	11,8	4,3	3,7	61,5
Województwo	42,7	40,3	43,6	41,3	43,2	40,8	42,6	12,0	4,3	2,4	61,3

Plony roślin, osiągane na glebach gruntów ornych [wg badań autora, 1998] w zlewni ilustruje tabela 8.

Tabela 8. Przeciętne plony oraz wyniesione z plonem składniki NPK

GMINA	Zboża		ziemniaki		Buraki cukr.		rzepak		UZ	
	q/ha	NPK ton	q/ha	NPK ton	q/ha	NPK ton	q/ha	NPK ton	q/ha	NPK ton
Babimost	24,4		210		395		16,7		188	
Bojadła	21,4		150		225		27,0		180	
Kolsko	18,5		160		-		-		130	
Kargowa	22,8		193		300		19,0		175	
Nowa Sól	20,7		175		-		-		155	
Sława	26,4		205		325		18,8		130	
Sulechów	21,0		170		325		18,6		145	
Świebodzin	29,0		275		360		14,8		136	
Szczaniec	21,2		145		275		16,9		182	
Trzebiechów	24,4		230		230		16,5		178	
Wolsztyn	19,7		155		230		-		164	
Zbąszynek	21,6		238		340		16,8		180	
Razem	22,6	436	195	107	300	397	18,3	137	162	398

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Województwo	22,9		183		329		16,0		180	
N		159		30		160		50		179
P		72		11		66		25		56
K		205		66		171		62		163

Podać należy, że powyższe plony uzyskano przy zastosowaniu nawożenia mineralnego w ilości 70kg NPK/ha.

Skutki niewłaściwego doboru rośliny do posiadanego kompleksu glebowego, zwykle są nieoczekiwane. Jeśli uprawia się rośliny na innym niż zalecanym kompleksie glebowym to skrajne różnice w plonach mogą wynieść [wg IUNG 1987]

- dla roślin zbożowych: 20 – 53% obniżki plonu
- dla roślin okopowych: 5 – 14% obniżki plonu
- dla roślin oleistych: 18 – 26% obniżki plonu

- dla roślin włóknistych: 20 – 25% obniżki plonu
- dla roślin pastewnych: 17 – 44% obniżki plonu

Największe skrajne różnice w plonach dotyczą: pszenicy ozimej, kukurydzy, jęczmienia jarego, pszenicy jarej i rzepaku ozimego, a więc tych roślin których w zlewni stosunkowo dużo się uprawia [A. Malecki 1998]. Właściwy dobór roślin najczęściej uprawianych do kompleksów glebowych w zlewni przedstawia (tab. 8).

Kompleksy przydatności rolniczej gleb dobrze charakteryzują ich wartość rolniczą. Plony zbóż na badanym terenie wynosi od 1,85t/ha do 2,90t/ha i są stosunkowo niższe od możliwych. Plony takie uzyskano przy przeciętnym poziomie nawożenia 72 – 82 kg NPK na 1ha i tradycyjnych tendencjach upraw. Wprowadzając kompleksowe technologie na glebach „dobrych” zaliczanych do kompleksów 1, 2, 3 i 4 można by uzyskać wzrost plonów od 4,3 do 5,4 t/ha co ilustruje tab. 8.

Tabela 9. Produkcyjność kompleksów przydatności rolniczej gleb w t/ha [wg IUNG 1992]

Kompleks glebowy	Plony uzyskiwane przy zastosowaniu tradycyjnych technologii					Plony 4 zbóż uzyskiwane przy zastosowaniu kompleksowych technologii	
	Pszenica ozima	Żyto	Jęczmień	Owies	4 zboża	Średnio	Zakres badań
1	8,4	4,7	5,4	4,7	5,15	6,7	6,0 – 7,4
2	5,2	4,4	5,0	4,6	4,92	6,4	5,8 – 7,0
3	4,4	3,4	3,9	2,9	4,25	4,9	4,0 – 5,8
4	4,3	4,5	4,5	4,2	4,46	5,5	4,8 – 5,4
5	3,4	4,1	4,0	3,7	3,81	4,6	3,9 – 5,3
6	-	3,1	2,7	2,8	2,86	3,5	3,2 – 3,8
7	-	2,3	-	-	2,30	2,6	2,4 – 2,8
8	4,1	-	-	4,2	4,18	5,0	4,6 – 5,4
9	-	2,9	2,7	2,9	2,86	3,4	3,1 – 3,8

Porównując powyższą tabelę z osiąganymi plonami w zlewni, należy stwierdzić że uzyskiwane plony są niskie. Przyczyną tego jest zły dobór roślin do posiadanych zasobów ziemi oraz tradycyjne technologie uprawy. W tabeli 10 zestawiono rośliny dla poszczególnych kompleksów przydatności rolnej biorąc pod uwagę ich wymagania glebowe.

Tabela 10. Dobór roślin do poszczególnych kompleksów przydatności rolniczej gleb [A. Malecki 1998]

Roślina		Struktura zasiewu	Kompleksy glebowe								
			Pszenne			Żytnie				Żytnio-pastewne	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Pszenica		xxx ooo	xx oo	xx oo	xxx oo	x oo				
2.	Jęczmień	Ozimy	xxx -	x o	x o	xxx ooo	xx ooo				
		Jary	xxx oo	xxx ooo	xx ooo	x o	xx oo	x o			
3.	Buraki		xxx ooo	xx oo	x o	xx ooo	x oo				
4.	Żyto		xxx -	xx o	x o	xxx ooo	xxx ooo	xxx ooo	xx ooo	xx oo	x o
5.	Owies		xxx o	xxx oo	x o	xxx oo	xxx ooo	xx oo	x	xxx ooo	xxx ooo
6.	Ziemniaki		xxx oo	xx oo	x o	xxx ooo	xxx ooo	xx ooo	x o	xx ooo	xx oo
7.	Rzepak		xxx ooo	xx oo	xxx oo	xx oo					

Legenda:

1. xxx – roślina może być uprawiana bez ograniczeń przyrodniczych
2. xx – pewne ograniczenia wg przyrodniczych
3. x – duże ograniczenia wg przyrodniczych
4. ooo – roślina może być uprawiana bez granic
5. oo – pewne ograniczenia wg ekonomicznych
6. o – duże ograniczenia wg ekonomicznych
7. ☐ – nieprzydatność gleb danego kompleksu do uprawy wymienionych roślin

W uprawie niektórych gatunków roślin na glebach poszczególnych kompleksów występują ograniczenia wynikające ze względów przyrodniczych i ekonomicznych. Należy podkreślić, że kryteria ekonomiczne w ostatnim okresie uległy dużym zmianom. Na przykład na glebach kompleksu żytniego nie uzasadniona jest uprawa pszenicy ale może się okazać że, uprawa pszenicy da większy zysk z

uwagi na cenę, niż uprawa żyta, choć ono plonuje w tych warunkach o około 20% wyżej niż pszenica. Natomiast gleby tzw. marginalne tj. V i VI klasa powinny wypaść całkowicie z użytkowania rolniczego jako ekonomicznie uzasadnionego.

4. Podsumowanie i wnioski

Użytki rolne są w znacznym stopniu posiadania sektora prywatnego (72,5%). Zmienia się również średnia wielkość gospodarstwa co sprzyja postępującym reformom gospodarczym mającym m.in. na celu zwiększenie średniej wielkości gospodarstw. Przeciętny obszar gospodarstw indywidualnych w 1970 roku wynosił 4,73 ha, w 1988 roku 5,18 ha, a w 1997 roku 9,11 w województwie Zielonogórskim i 11 na badanym obszarze. Ta jeszcze niekorzystna struktura agrarna jest poważnym ograniczeniem w efektywnym wprowadzaniu postępu technicznego, zwłaszcza tzw. szachownicą gruntów. Na badanym obszarze ok. 30% gospodarstw rolnych posiada większą od 6 liczbę działek co powoduje ich mały areal (1,83 ha). Łączna liczba gospodarstw wynosi 5181. Gospodarstw 1 – 5 ha jest 53% i zajmują obszar użytków rolnych 13,1%. Grupa obszarowa 5 – 10 ha stanowi 16,2% i zajmuje 19,9% użytków rolnych. Grupa obszarowa 10 – 15 ha stanowi 13,7% i zajmuje 15,6% użytków rolnych, natomiast gospodarstw powyżej 15 ha jest 19,6% i zajmują 52,4% użytków rolnych. Odległość między siedzibą gospodarstwa a najdalej położoną działką wynosi do 1 km – 32,2%, 1 – 5 km – 57,8%, 5 do 10 km – 6,2%, powyżej 10 km – 3,8%. Wskaźnik jakości gruntów wg skali $< 0,4$; $0,4 - 0,7$; $0,7 - 1$; > 1 wynosi średnio 0,55. Analizę reakcji roślin na zróżnicowane czynniki ekologiczne przeprowadza się w odniesieniu do gatunków lub zbiorowisk. Jednakże nie zawsze jest możliwe poznanie skutków oddziaływania pojedynczych czynników na rośliny ponieważ granice tolerancji w stosunku do każdego z nich mogą się zmienić pod wpływem innych czynników środowiskowych. U traw np.: zasobność gleb związki azotowe może osłabić negatywnie skutki niedoboru wody. Konkurencja również zawęża granice tolerancji roślin uprawnych. Wielokrotnie stwierdzono że jeden czynnik może wyrównać braki innego, a więc np.: niedostateczna ilość może być zrekompensowana mgłą. Istnieją również dowody na to że niektóre składniki pokarmowe są wykorzystywane tylko przy określonym oświetleniu (potas, cynk) lub w odpowiedniej temperaturze. Wzorzec korekcji między wzrostem (biomasą) roślin a środowiskiem jest wyprowadzany z ogólnej zasady „coś za coś” [Felińska 1979] zależność między tolerancją na niskie zasoby a maksymalnym wzrostem w warunkach obfitych zasobów jest dobrze znaną konserwacją fizjologicznych ograniczeń roślin. Jeśli np.: dwa zasoby w środowiskach roślin są na niskim poziomie, to w

przypadku braku pierwszego z nich rośliny mogą jeszcze rosnać i przeżywać, natomiast w przypadku braku drugiego, może to być nie możliwe. Jeśli maksymalny wzrost roślin osiągany jest przy wysokim poziomie zasobów to wówczas niemożliwe jest przeżycie roślin przy niskim poziomie jednego z tych zasobów [Austin 1989]. Wynika stąd, że bardzo ważny jest związek organizmu ze środowiskiem. Dlatego należy poznać właściwości uprawianych roślin, które decydują o tym, że mogą one wykorzystać niezbędne składniki ze środowiska, a także je ukształtować [Danbenmire 1973].

Lepszą charakterystyką uprawianych gatunków są nie tylko parametry poszczególnych czynników środowiskowych, lecz typy ich zbiorowisk w jakich występują. W takiej informacji są zawarte warunki bytowania danego gatunku (typ gleby, zasobność gleby, stosunki wodne i świetlne). W ten sposób amplituda ekologiczna gatunku zostaje wzbogacona o amplitudę synekologiczną. Pierwsza odzwierciedla stosunek gatunku do czynników abiotycznych, a druga do „sąsiadów”, a w rzeczywistości amplituda ekologiczna jest znacznie mniejsza niż potencjale możliwości fizjologiczne danego gatunku [Whittaker 1956]. Krzywe rozmieszczenia wzdłuż gradientów środowiskowych wynikają często z istnienia ekotypów, różniących się wymaganiami co do poszczególnych czynników środowiskowych. Poza tym rolnik musi pamiętać że rośliny zwłaszcza juwenilne charakteryzują się odmiennymi strategiami życia, na co zwraca uwagę [Grime 1979]. Oznacza to, że rośliny w różnych stadiach cyklu rozwojowego mają inny zakres tolerancji na poszczególne czynniki środowiska. Każdy osobnik w zależności od wieku, wielkości i architektury, oddziałuje również na środowisko, tworząc w ten sposób różnorodne mikrośrodowiska. Proces ten prowadzi do zróżnicowania dostępu promieni słonecznych, pobierania wody i soli mineralnych.

Z przeprowadzonej analizy wynika że:

- duże zespoły gruntów tworzą model mozaikę glebową trudną do racjonalnego zagospodarowania.
- obok niewydajnego zasobu pracy, występuje nadmiar gruntów o małej przydatności są to dwa problemy wzajemnie pogłębiające potrzebę określonej strategii.
- w zlewni, z uwagi na swój wyjątkowy charakter (ujęcie wody pitnej) ważne jest rozmieszczenie użytków rolnych jak i technika oraz technologia produkcji rolnej.
- z możliwych sposobów rolniczego użytkowania i produkcji należało by stosować te które w danych warunkach przyrodniczych i społeczno gospodarczych, powodują optymalne wykorzystanie zasobów przyrody (alternatywne użytkowanie zlewni wynikające z warunków fizjograficznych).

5. Literatura

- [1] Greinert H. 1992: *Ochrona gleb*, WSI Zielona Góra.
- [2] Dzierżyc J. 1993: *Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin*, PWN.
- [3] Krebs C.J. 1972: *Ecology*. Harper and Row, New York.
- [4] Król M. 1994: *Plonowanie roślin a warunki glebowo – klimatyczne*, IMGW Puławy.
- [5] Leopold A.: *Rolnictwo w procesie przemian i rozwoju gospodarki*, PWN, 1997 r.
- [6] Malecki A. 1998: *Agroklimat zlewni Obrzycy* (w druku).
- [7] Malecki A.: *Wstępne badania wpływu rolnictwa na jakość wód zlewni Obrzycy*.
- [8] *Warunki przyrodnicze produkcji rolnej*, woj. zielonogórskie, IMGW Puławy, 1987.
- [9] *Mapy terenu w skali 1:25000, 1:50000, 1:300000*
- [10] *Zarządzenie wojewody nr PG z 1981 r. w sprawie ustawienia strefy ochrony sanitarnej na rzece Obrzycy*
- [11] Witek T. 1977: *Przyrodnicza bonitacja przestrzeni produkcyjnej w Polsce*, wyd. geologiczne.

STAN CZYSTOŚCI WÓD PODCZAS POWODZI 97 (NA TERENIE WOJEWÓDZTWA ZIELONOGÓRSKIEGO)

JERZY MENDALUK*

1. Wstęp

Na terenie województwa powódź trwała od dnia 7 lipca 97 r. do dnia 14 sierpnia 97 r. W tym okresie obowiązywał stan pogotowia lub alarmu powodziowego w gminach zagrożonych bądź dotkniętych powodzią. Przeważająca większość urządzeń i budowli hydrotechnicznych jest projektowana i budowana w obliczeniu na wodę 1% tj. występującą raz na 100 lat. (Wyjątkiem są zapory i tamy ze zbiornikiem wody górnej, które oblicza się na wodę 1000 letnią). Obliczeniowa woda stuletnia dla Odry wynosi na naszym odcinku $1820\text{m}^3/\text{s}$. Tymczasem w dniu 16 lipca 97 r. dla wodowskazu Nowa Sól przepływ wyniósł $Q_{\text{max}} = 3040\text{m}^3/\text{s}$. Dla wodowskazu Żagań w dniu 23 lipca 97r. przepływ Bobru wyniósł $705\text{m}^3/\text{s}$. Powodzią w dolinie rz. Odry zostało objętych ok. 47,5 tys. ha obszarów. Całkowicie zalanych lub podtopionych było 46 miejscowości. W dolinie Bobru powódź objęła obszar ok. 3,9 tys. ha. Zalaniu lub podtopieniu uległo 12 miejscowości.

Okres powodzi dla Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Zielonej Górze był okresem wytężonej codziennej pracy laboratoryjnej polegającej na ciągłym śledzeniu zmian jakości wód Bobru, Odry, szeregu dopływów oraz działań inspekcyjno-kontrolnych wobec ulokowanych na terenach zalanych, oczyszczalni ścieków, wysypisk odpadów i stacji paliw (możliwość dodatkowego skażenia wód). Niestety w szeregu przypadków z dnia na dzień musiano rezygnować z poboru prób w ustalonych wcześniej punktach kontrolnych znikających pod wezbraną wodą lub z powodu zalania dróg dojazdowych. Tak np. było w Nowej Soli, Bytomiu Odrzańskim itd. Dlatego też do oceny jakości wód przyjęto wyniki uzyskane dla rz. Odry w m. Cigacice, a dla Bobru w m. Nowogród Bobrzański rezygnując z całego szeregu wyników uzyskanych dla innych punktów pomiarowo-kontrolnych.

* mgr Jerzy Mendaluk – Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska

2. Źródła zanieczyszczeń

Województwo zielonogórskie ze względu na szereg cech - położenie, prawie 50% -we zalesienie, brak przemysłu uciążliwego podlega silnej tzw. agresji ekologicznej ze strony sąsiednich województw oraz Czech i Niemiec.

Również podczas powodzi stan czystości wód Odry i Bobru determinowały obiekty położone poza granicami województwa. Ale należy zauważyć, że wysoka fala powodziowa również i na naszym terenie spowodowała częściowe lub całkowite wyłączenie szeregu obiektów służących ochronie środowiska.

2.1. Rzeka Odra

- oczyszczalnia Bytom Odrzański

Podtopienie oczyszczalni, zalanie trzeciego stopnia oczyszczania (stawu stabilizacyjnego) oraz wyłączenie komory z osadem czynnym spowodowało wzrost ładunków zanieczyszczeń o ok. 55%.

- ścieki z m. Nowa Sól

Częściowe zalanie miasta spowodowało, że przez kolektor kanalizacji sanitarnej poza ściekami dopływały również wody rz. Odry. W wyniku przeciążenia hydraulicznego licznym awariom uległa sieć kanalizacyjna. Nastąpił napływ dużej ilości zawiesiny mineralnej (piasku), która osadziła się w osadniku Dorra. Przeciążenie starej wybudowanej przed 1945 r. oczyszczalni spowodowało, że jakość ścieków surowych i „oczyszczonych” praktycznie była taka sama.

- oczyszczalnia dla osiedla mieszkaniowego w Czerwieńsku

Oczyszczalnia zalana, ścieki odprowadzane bez oczyszczania.

- oczyszczalnia dla miejscowości Czerwieńsk

Oczyszczalnia podtopiona, ścieki odprowadzane bez oczyszczenia do rz. Łączy i dalej do Odry.

- oczyszczalnia PPHU Intercastor w Polupinie

Oczyszczalnia zalana, ścieki odprowadzane bez oczyszczenia.

Z ww. oczyszczalni odprowadzane było łącznie ok. $13.500\text{m}^3/\text{db}$ ścieków nieoczyszczonych. Do tego należy doliczyć ok. $35.000\text{m}^3/\text{db}$ ścieków nieoczyszczonych z powodu opóźnień w budowie oczyszczalni miasta Zielonej Góry. Ścieki nie były odprowadzane bezpośrednio do rz. Odry, ale poprzez Kanał Zimna Woda, której wylot do rzeki znajduje się po przepłynięciu ze ściekami ok. 25 km, powyżej miasta Krosno Odrzańskie. Podniesienie stanu wód Odry oraz cofka w

kanale spowodowały, że ścieki zielonogórskie wraz z wodami Odry i Kanalu częściowo podtopiły i zalały miejscowości Czerwieńsk, Nietków i Laski Odrzańskie. Jak wcześniej wspomniano na stan czystości Odry duży wpływ wywierają miasta i aglomeracje położone powyżej województwa zielonogórskiego. Z najbliższej położonych były to miasto Głogów (nieczynna oczyszczalnia) i Huta Miedzi Głogów. W tym ostatnim przypadku chodzi o wieloletnie zanieczyszczanie pradoliny rzeki opadem metali ciężkich emitowanymi wraz z gazami. Wprawdzie w ostatnich latach na terenie huty nastąpiła w tym zakresie radykalna poprawa ale ogromna emisja wcześniejsza, należy sądzić dopiero podczas powodzi 97 została w dużej mierze splukana i popłynęła wraz z wodami powodziowymi.

2.2. Rzeka Bóbr

- oczyszczalnia dla F-ki Wytrobów Blaszanych „Polmetal” Małomice

Zalanie częściowe przepompowni i rowu biologicznego.

- oczyszczalnia PP Sprzętu Domowego „Zamex” Żagań

Zalanie częściowe, uszkodzone pompy.

- oczyszczalnia miejska w Nowogrodzie Bobrzańskim

Zalana przepompownia, awaria kabla energetycznego.

Ze ścieków odprowadzanych poza terenem województwa decydujący wpływ na stan czystości rzeki miały ścieki odprowadzane z zakładów chemicznych „Wizów”.

3. Stan czystości wód w okresie powodzi 97

Ogólnie należy stwierdzić wyraźne pogorszenie jakości wód i to w zakresie szeregu wskaźników dotychczas zadawalających. Znamiennym jest też trudny do oszacowania, ale wyraźnie widoczny bardzo negatywny wpływ szeregu dopływów, które podczas trwania powodzi na skutek zatamowania odpływu nurtu, cofki i spływów powierzchniowych z pól uległy ogromnemu zanieczyszczeniu i zagniciu oddziałując tym samym negatywnie na wody rzek głównych.

Lokalizacja punktów poboru wód, stan wód oraz niektóre wskaźniki ich czystości zostały graficznie przedstawione w załącznikach do niniejszego opracowania.

Analiza jakości wód w każdym z przekrojów rz. Odry stale obejmowała 38 wskaźników między innymi: tlen rozpuszczony, związki organiczne i biogenne, zawiesinę, metale ciężkie, fenole, detergenty, bakteriologię.

W opracowaniu jak wcześniej wspomniano ograniczono się do jednego punktu i wybranych wskaźników.

3.1. Rzeka Odra

- tlen rozpuszczony

Stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie rzeki w ostatnich latach są wysokie i to nawet przy całkowitym pokryciu rzeki lodem.

Natomiast w trakcie powodzi nastąpił widoczny spadek i to poniżej 4 mg/dm^3 tj. granicy bezpiecznej dla życia szeregu organizmów wodnych. Okresowo notowano stężenia nawet poniżej 2 mg/dm^3 . Jednak na samej Odrze, na terenie województwa śnięć ryb nie zaobserwowano.

- azot amonowy i azotynowy

W stosunku do okresów przed powodzią nastąpił pewien wzrost azotu amonowego. Nie był on jednak drastyczny i tylko w paru przypadkach przekroczył wartość dla I klasy czystości.

Zupełnie inaczej kształtowały się wartości następnego wskaźnika - azotu azotynowego. Szczególnie w pierwszym okresie fali powodziowej notowano stężenia nie spotykane dotychczas w Odrze. W szeregu wypadków przekraczały one graniczne wartości III kl. Zdaniem autora, przyczyną były spadki tlenu w wodach powodziowych. Wprawdzie w wodach Odry spadki te nieznacznie i okresowo przekraczały 2 mg/l (do denitryfikacji oprócz spełnienia innych warunków spadek tlenu powinien sięgać poniżej $0,5 \text{ mg/dm}^3$), ale jak stwierdzono w szeregu dopływów, rozlewisk (Odry i Bobru) stężenia tlenu podczas powodzi były zerowe.

- BZT₅, ChZT - Mn, ChZT - Cr; substancje specyficzne

Nie odnotowano znaczących wzrostów stężeń substancji organicznych wyrażanych zwiększeniem zużycia tlenu na ich rozkład. Również substancje specyficzne: fenole, detergenty oraz metale ciężkie ogólnie rzecz biorąc nie wykazały wzrostu w stosunku do okresu sprzed powodzi. Wyjątkiem był ołów. Wprawdzie graniczne stężenie tj. powyżej $0,05 \text{ mgPb/dm}^3$ nie zostało nigdzie przekroczone, ale - co było bardzo charakterystyczne - stężenia ołowiu w stosunku do okresu sprzed powodzi i po jej zakończeniu i mimo ogromnego wzrostu przepływu wody w rzece wzrosły w sposób widoczny. Również znamienym jest, że wzrost stężeń ołowiu wystąpił w próbach pobranych powyżej ujścia ścieków z Huty Głogów. Ponieważ wiadomym jest, że ołów z huty nie był odprowadzany ze ściekami, a

występował w emitowanych gazach to należy sądzić, że fala powodziowa płuczając całe międzywale rzeki wypłukała m.in. również i ten pierwiastek.

Przez cały okres powodzi rzeka była zanieczyszczona bakteriologicznie (miano coli). Trudno to jednak łączyć z powodzią gdyż w ciągu roku na rzece utrzymuje się prawie stale stan zagrożenia bakteriologicznego. Jest to oczywiście efekt odprowadzania znacznych ilości ścieków sanitarnych nieoczyszczonych (Zielona Góra) bądź słabo oczyszczonych (Nowa Sól, Głogów) nie wymieniając licznych źródeł położonych w wyższych partiach rzeki.

- przewodnictwo właściwe

Charakterystyczną cechą rz. Odry jest bardzo wysokie przewodnictwo właściwe. Jest ono spowodowane wprowadzaniem podczas całego roku od wielu lat dużych ilości wód pokopalnianych zawierających ogromny ładunek chlorków i siarczanów. Powoduje to między innymi, że np. w okolicy ujścia Kłodnicy mikroflora i mikrofauna ma charakter typowy dla wód słonawych. Podczas powodzi w pierwszym okresie przewodnictwo właściwe ogromnie spadło, ale mimo nadal utrzymującego się ogromnego przepływu zaczęło systematycznie rosnąć. Jedynym nasuwającym się wnioskiem jest, że kierownictwo kopalń górnośląskich skorzystało z okazji i opróżniło zbiorniki wód dołowych, choć i tak za ich wprowadzanie do zlewni Odry i Wisły kopalnie żadnych kar i opłat od lat nie płacą.

3.2. Rzeka Bóbr

Krócej i z mniejszą częstotliwością była badana rzeka Bóbr. Analiza jakości wód obejmowała stale 34 wskaźniki, między innymi tlen rozpuszczony, związki organiczne i biogenne, metale ciężkie, substancje specyficzne, bakteriologia.

Należy stwierdzić, że nastąpiło ogólne pogorszenie stanu czystości wód choć nie w tak dużym stopniu jak w przypadku Odry (poza jednym ze wskaźników). Odnotowane wzrosty stężeń zawiesiny ogólnej należy raczej nie łączyć z powodzią. Rzeka ma charakter górski, dodatkowo na terenie województwa zabudowana jest szeregiem elektrowni wodnych. Zbiorniki wody górnej ww. elektrowni są miejscem wytrącania i gromadzenia zawiesin, a przy każdym większym przyborze wód niejako naturalnym źródłem zanieczyszczenia rzeki zawiesinami.

- fosfor i fosforany

Przez szereg lat zakłady „Wizów” zlokalizowane prawie na granicy województwa były źródłem zanieczyszczenia Bobru związkami fosforowymi dyskwalifikując całkowicie wody rzeki aż do ujścia. Ustało to dopiero z chwilą wpiśnięcia zakładu na tzw. „listę osiemdziesięciu”. Jednak podczas powodzi zamknięto zakładową oczyszczalnię ścieków, dodatkowo wody rzeki zalały zakła-

dowe wysypisko odpadów przemysłowych co spowodowało, że przez szereg dni wody Bobru były zanieczyszczone związkami fosforowymi w stopniu przekraczającym nawet normy dla III kl. czystości.

Pozostałe wskaźniki fizyko-chemiczne nie uległy większym zmianom poza utlenialnością i azotem amonowym, które wzrosły do poziomu II klasy czystości (przed powodzią I kl.). Wskaźniki bakteriologiczne (miano coli) nadal były ponadnormatywne. Oczywiście przyczyną nie była powódź lecz odprowadzanie nieoczyszczonych i nie dezynfekowanych ścieków sanitarnych z terenu województwa jeleniogórskiego i zielonogórskiego. Na terenie tego ostatniego największe źródło zanieczyszczeń miasto Żagań z budowaną od szeregu lat oczyszczalnią odprowadza w ciągu doby 5500m^3 nieoczyszczonych ścieków (głównie sanitarnych).

3.3. Badanie różnych wód powierzchniowych podczas powodzi

W okresie trwania powodzi przeprowadzono szereg badań analitycznych prób pobranych z rzek i cieków, na których stwierdzono śnięcia ryb bądź spodziewano się niekorzystnych zmian jakości wód. Były to Nysa Łużycka, Szprotawa, Złota Struga, Zimna Woda, Biela, Gryżyna, Ołobok, Obrzyca, Kanał Głuchowski, Kanał Odry (w Krośnie Odrzańskim), Kanał Obrzycki, Kanał Borkowski. Stwierdzono totalne śnięcie ryb w rzece Szprotawie. Stężenia tlenu na długich odcinkach rzeki, również i w województwie legnickim wynosiły maksymalnie $0,1\text{mgO}_2/\text{dm}^3$. Nastąpił też wzrost zanieczyszczeń organicznych, azotu azotynowego, fosforu ogólnego. Przyczyną wg uzyskanych informacji był spływ zanieczyszczonych organicznie, odtlenionych wód z terenu zlewni. Podobne zdarzenie miało miejsce na Kanale Odry (Krosno Odrzańskie). Spływ silnie zanieczyszczonych związkami organicznymi wód z terenów zalanych, przylegających do Kanału spowodował spadek tlenu rozpuszczonego, którego stężenia w szeregu pobranych prób wahały się w granicach $0,2\text{-}1,6\text{mgO}_2/\text{dm}^3$. Tutaj też przyczyną był spływ silnie zanieczyszczonych organicznie wód z terenów zalanych, przylegających do Kanału.

Podczas całego okresu powodzi szczególnym nadzorem Wojewódzki Sztab Przeciwpowodziowy objął rejon ujęcia wody z rz. Obrzycy dla m. Zielona Góra. Jaz melioracyjny w Sadowej został zamknięty, a wały przeciwpowodziowe w rejonie ujęcia znacznie podwyższone workami z piaskiem. Również Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska codziennie kontrolował teren wokół ujęcia. Stwierdzono analizując próby wody pobrane z Kanału Głuchowskiego, Obrzyckiego, Borkowskiego oraz bezpośredniego rejonu ujęcia, spadki zawartości tlenu, wzrost substancji organicznych oraz wzrost barwy do $100\text{-}140\text{mgPt}/\text{dm}^3$. Należy

podkreślić, że przez cały okres powodzi, wody powodziowe ani przez moment nie dotarły do ujęcia. Zanieczyszczenie nastąpiło przez spływy powierzchniowe zagnitych wód z terenu pól i torfowisk. Spowodowało to poważne perturbacje w pracy stacji uzdatniania w Zawadzie - dawki chloru musiały zostać wydatnie zwiększone. Wyniki badania wody pitnej pobranej z kranu na terenie WIOŚ Zielona Góra (ul. Siemiradzkiego 19) przedstawiono poniżej. Przypomina się, że norma dla wody pitnej wynosi $30\mu\text{g}/\text{dm}^3$ chloroformu.

		woda wodociągowa	woda wodociągowa	woda wodociągowa	woda wodociągowa	woda wodociągowa
Data poboru prób	-	14.08.1997	19.08.1997	20.08.1997	21.08.1997	22.08.1997
Chloroform	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	201,0	184,5	109,1	154,4	185,4

Dla porównania załączono wyniki stężeń chloroformu w próbach ze studni głębinowych położonych na terenie miasta pobranych w zbliżonym czasie.

Miejsce pobrania		woda ze studni ul. Jedności	woda ze studni ul. Sienkiewicza	woda ze studni na terenie Szpitala Wojewódzkiego
Data poboru prób	-	21.08.1997	21.08.1997	25.08.1997
Chloroform	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	n.w.	n.w.	n.w.

Jednym ze skutków powodzi nie związanym wprowadzić z jakością wód było zniszczenie dwóch stanowisk rzadkiego okazu rośliny wodnej (znajdującej się pod ochroną) - Kotewka orzech wodny (*Trapa natans*). Znajdowały się one na starorzeczach Odry w rejonie miejscowości Tarnawa i Cigacice. Obecnie (jesień 98) trudno je odszukać. Pozostaje mieć nadzieję, że może po kilku latach stanowiska te odbudują się.

4. Zakończenie

Powódź i jej przebieg na terenie województwa zielonogórskiego nie miała tak tragicznych skutków jak w górnym biegu Odry i jej dopływach. Złożyło się na to szereg przyczyn, m. innymi wyraźnie lepsza organizacja służb odpowiedzialnych za gospodarką wodną. Ale i u nas nie brakowało sytuacji dramatycznych. Wiedzą na ten temat sporo mieszkańcy m. innymi Bytomia Odrzańskiego, Starej Wsi, Nowej Soli, Nietkowa, Lasek Odrz., Krosna Odrzańskiego.

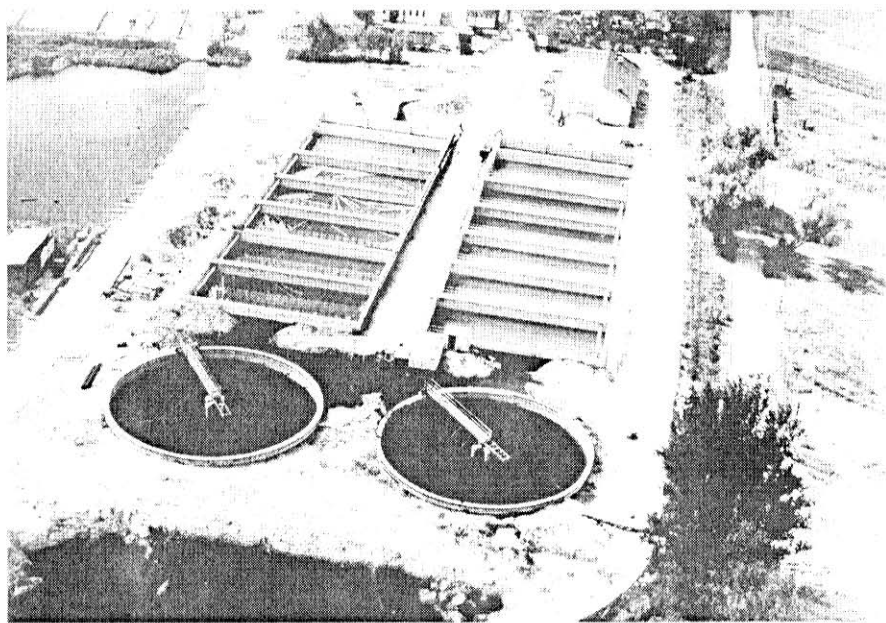
Nowy dom, budowany latami, często jedyny dorobek całego życia stoi potem tygodniami zalany wodą do wysokości parteru (patrz zdjęcie ze Starej Wsi). Kiedy i jak za takie „planowanie przestrzenne”, lokujące dom mieszkalny tuż obok wału przeciwpowodziowego, poniosą odpowiedzialność urzędy i ludzie podejmujący takie decyzje? I niech nikt nie próbuje zasłaniać się w tym przypadku odległą, skażoną przeszłością.

Literatura

1. Biuletyn miesięczny IMiGW - Zasoby wodne (od 1.XI.96 do 31.X.97) tablica 22 i tablica 26.
2. Biuletyn sejmiku samorządowego - Wypowiedź P. Warcholaka z dnia 24.11.1997.
3. Materiały archiwalne WIOŚ Zielona Góra -teczka powódź 97.



Stara Wieś – budowa osiedla mieszkaniowego w bezpośrednim sąsiedztwie wału przeciwpowodziowego (28 lipiec 1997), fot. aut.



Nowa Sól – podtopiona nowo budowana oczyszczalnia ścieków (28 lipiec 1997), fot. aut.

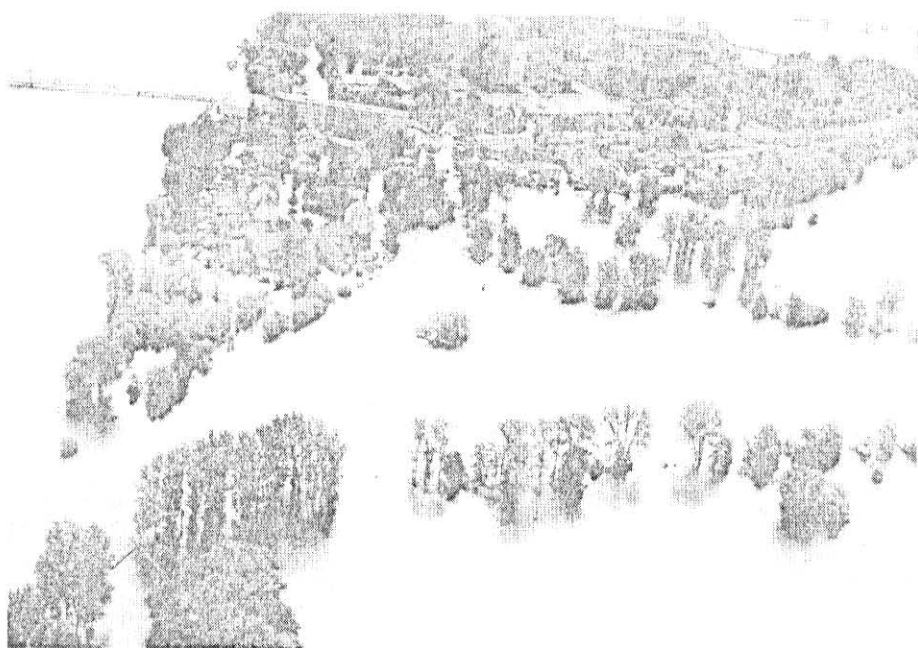


Oczyszczalnia ścieków m. Głogów.

Na planie pierwszym poletka osadów, WKF, zbiornik gazu, dalej osadniki poziome – podtopione. W lewym górnym rogu rz. Odra (28 lipiec 1997), fot. aut.



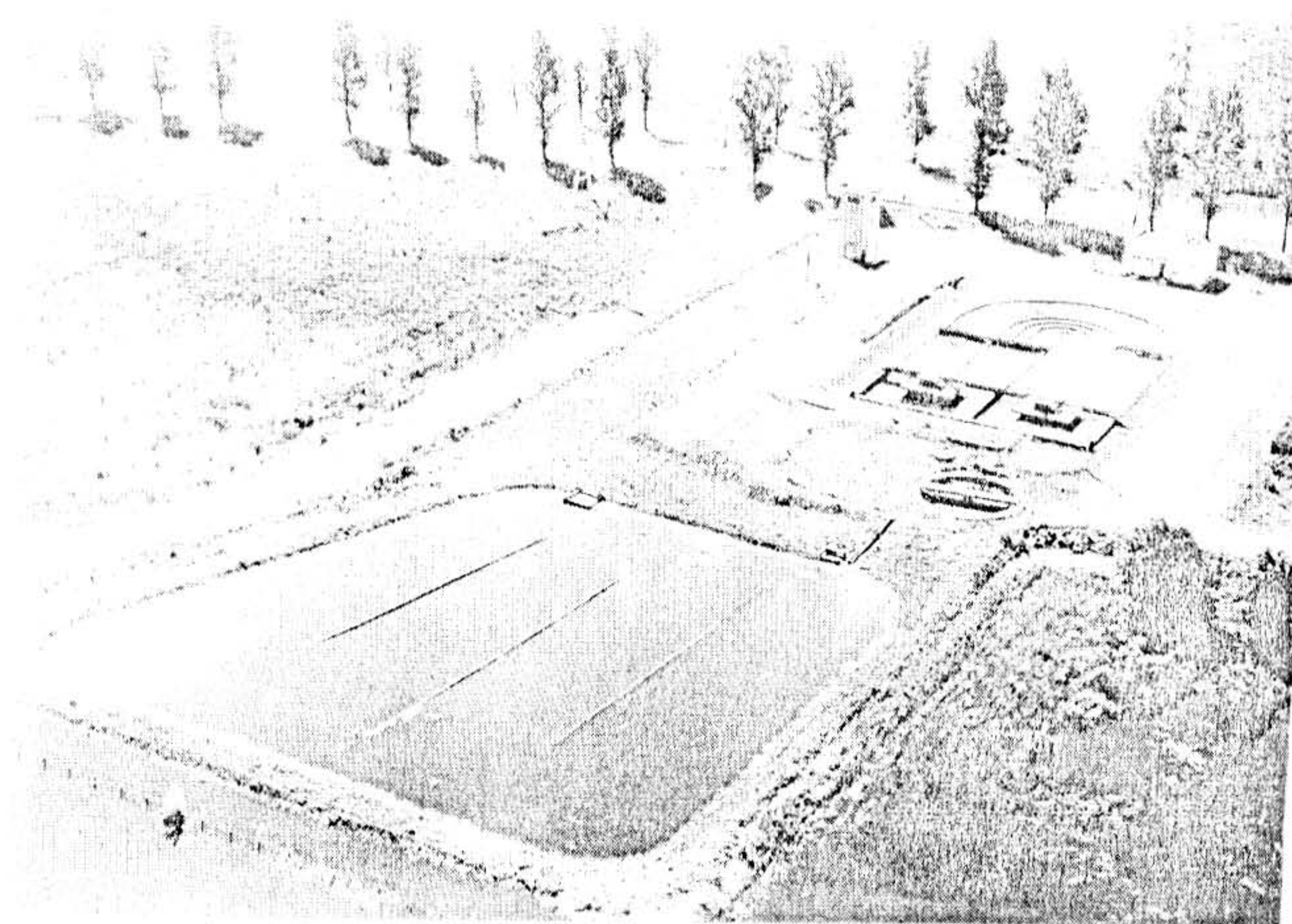
Nowogród Bobrzański – podtopiona oczyszczalnia ścieków na lewym brzegu rzeki (28 lipiec 1997), fot. aut.



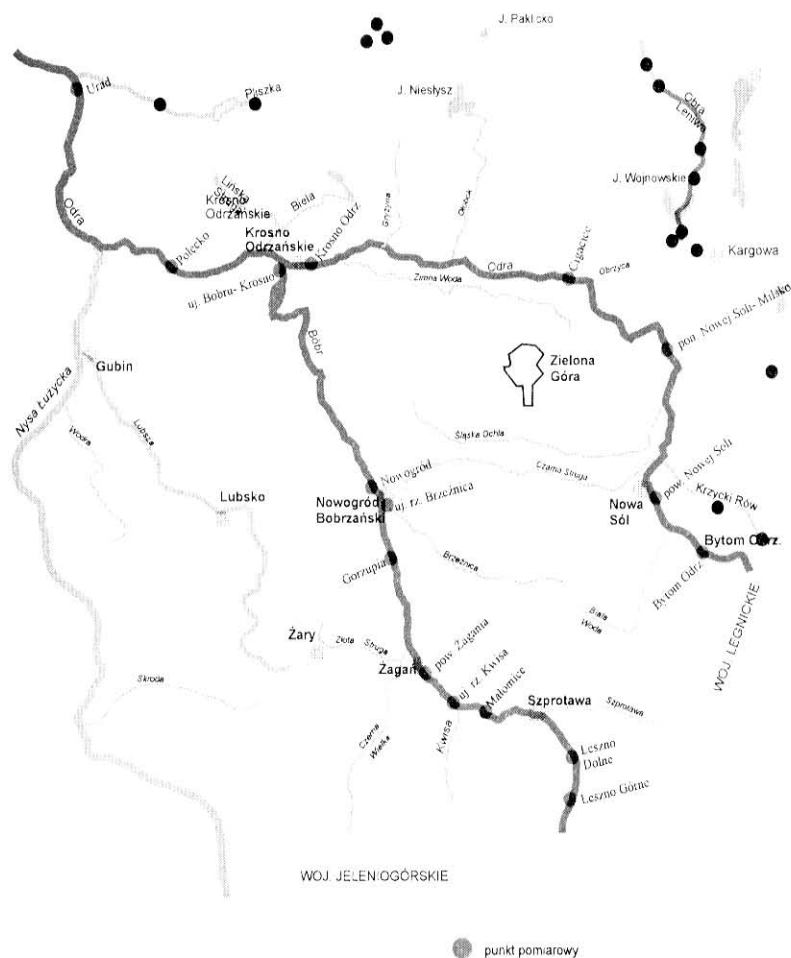
Krosno Odrzańskie – fala powodziowa zalewa dzielnicę położoną na lewym brzegu Odry (28 lipiec 1997), fot. aut.



Huta Głogów – fragment. Na planie pierwszym terasa zalewowa Odry, dalej stawy osadowe z mokrego odpylania gazów gardzielowych (28 lipiec 1997), fot. aut.

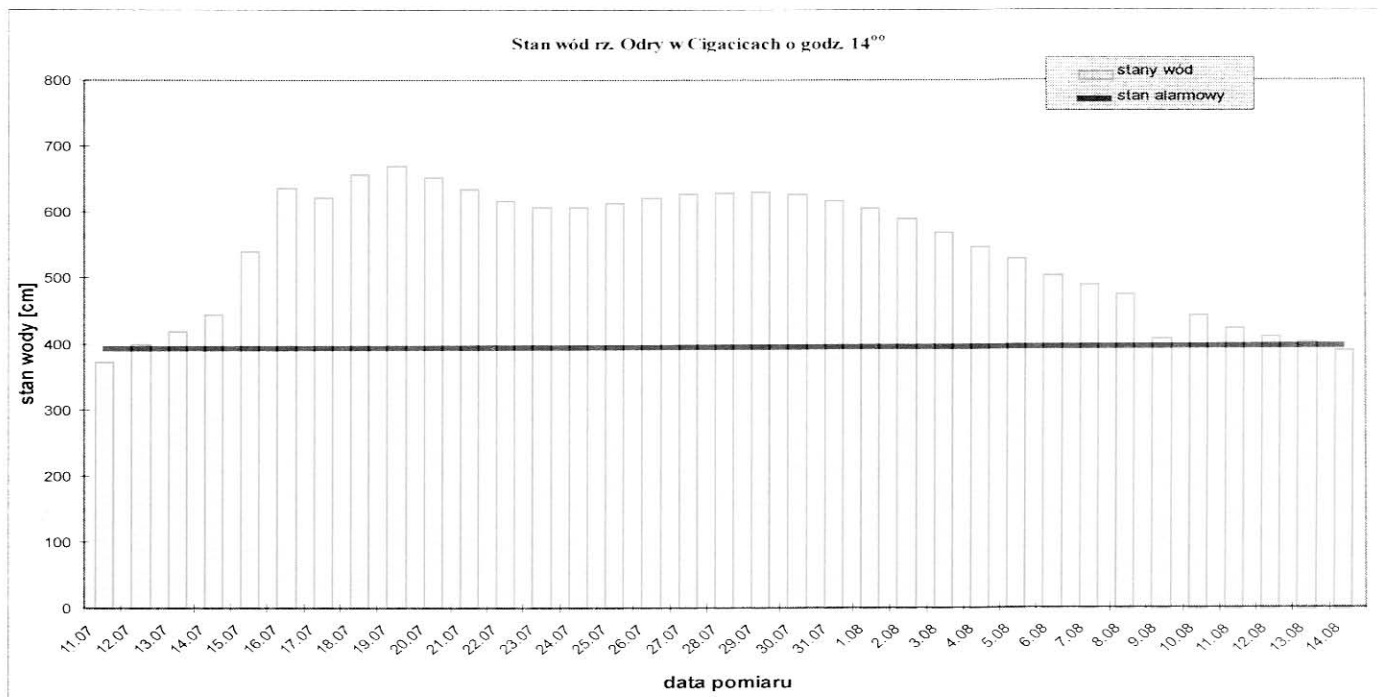


*Oczyszczalnia Bytom Odrzański –podtopiona.
Na planie pierwszym staw stabilizacyjny (28 lipiec 1997), fot. aut.*

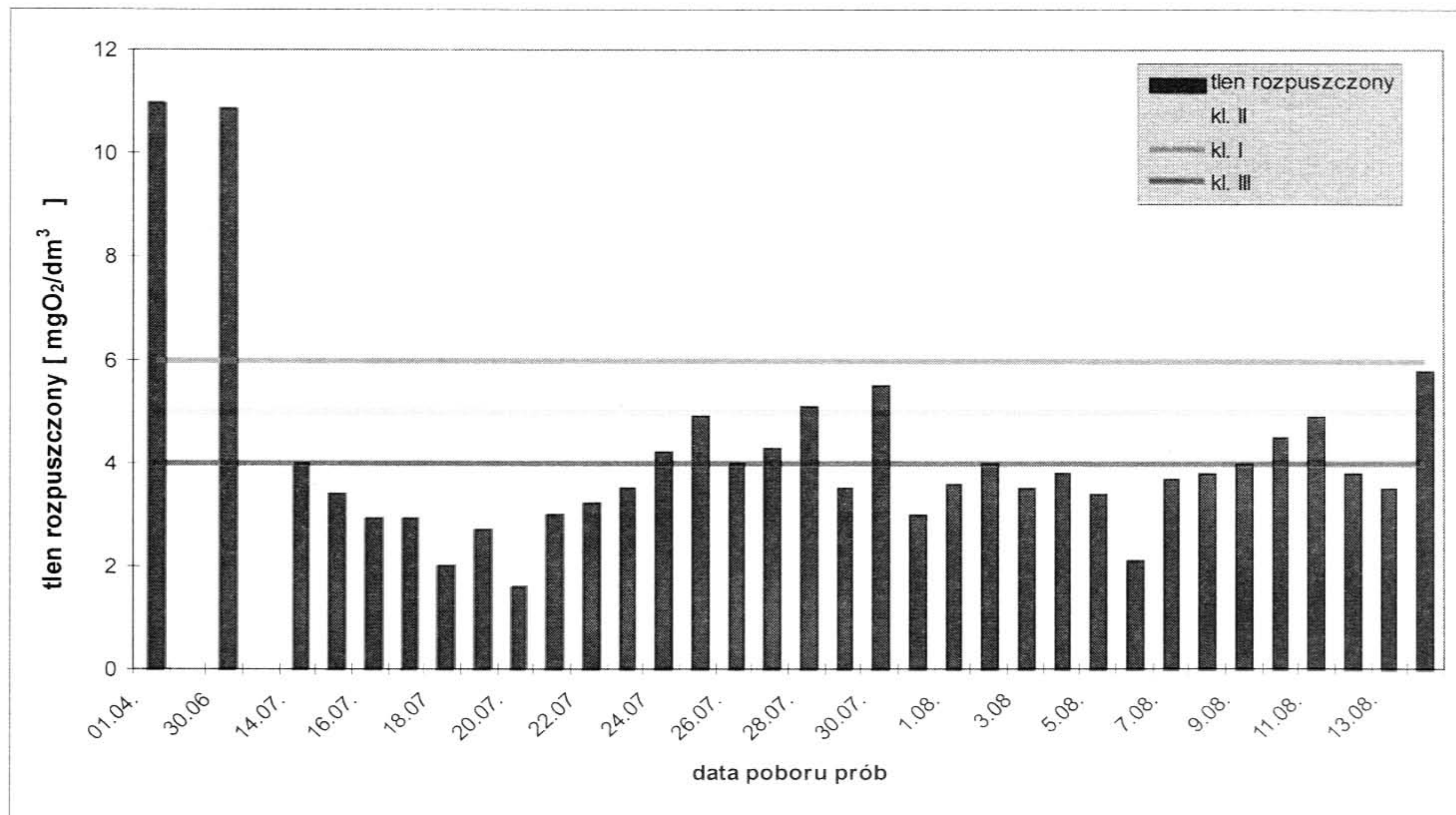


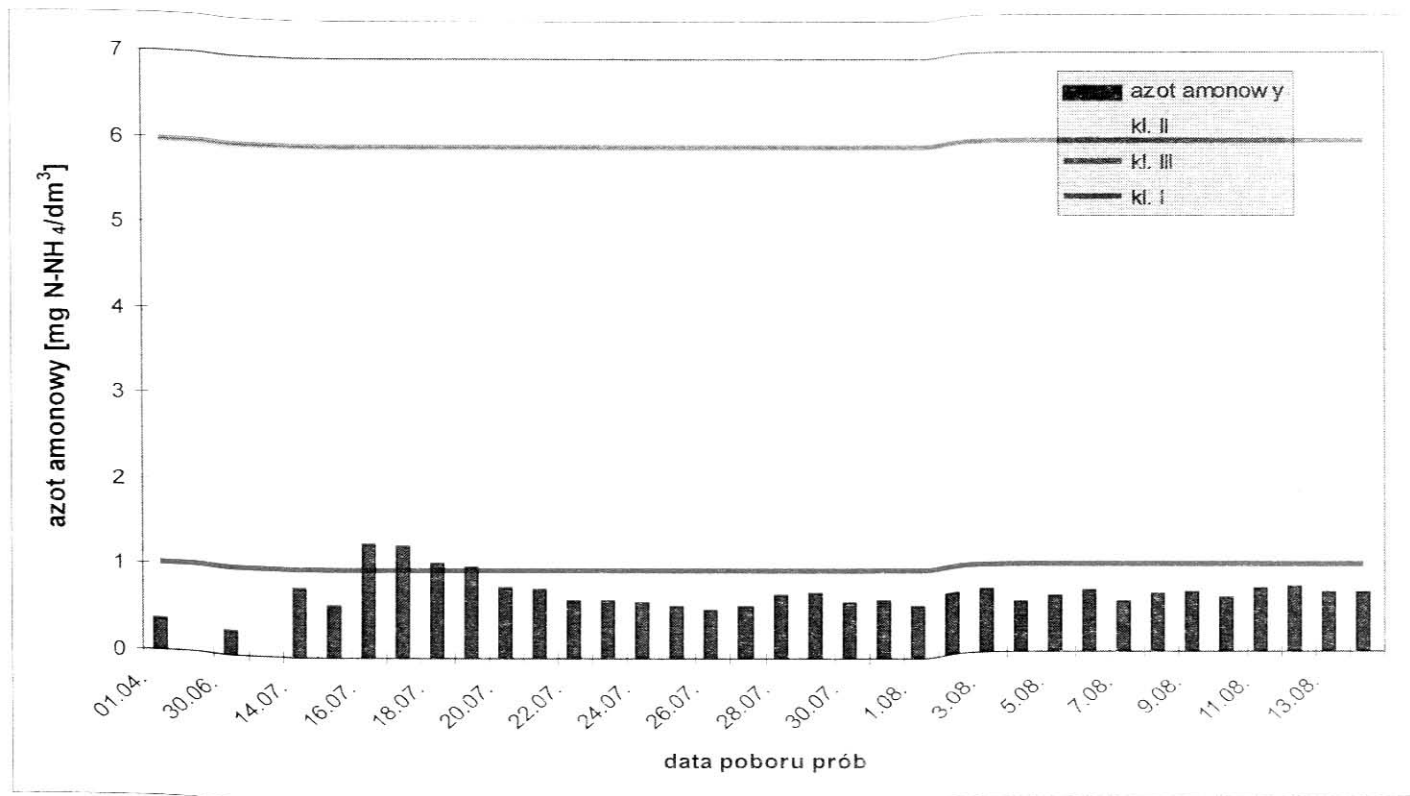
Lokalizacja punktów poboru prób rzek Odry i Bobry w lipcu 1997 roku – akcja powódź

Data	11.07	12.07	13.07	14.07	15.07	16.07	17.07	18.07	19.07	20.07	21.07	22.07	23.07	24.07	25.07	26.07	27.07	28.07	29.07	30.07	31.07	1.08	2.08	3.08	4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	13.08	14.08
stany wód	375	402	422	447	544	640	626	662	674	657	639	621	612	612	618	626	632	634	636	632	623	611	595	575	552	535	508	494	480	412	447	428	416	408	395
	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400

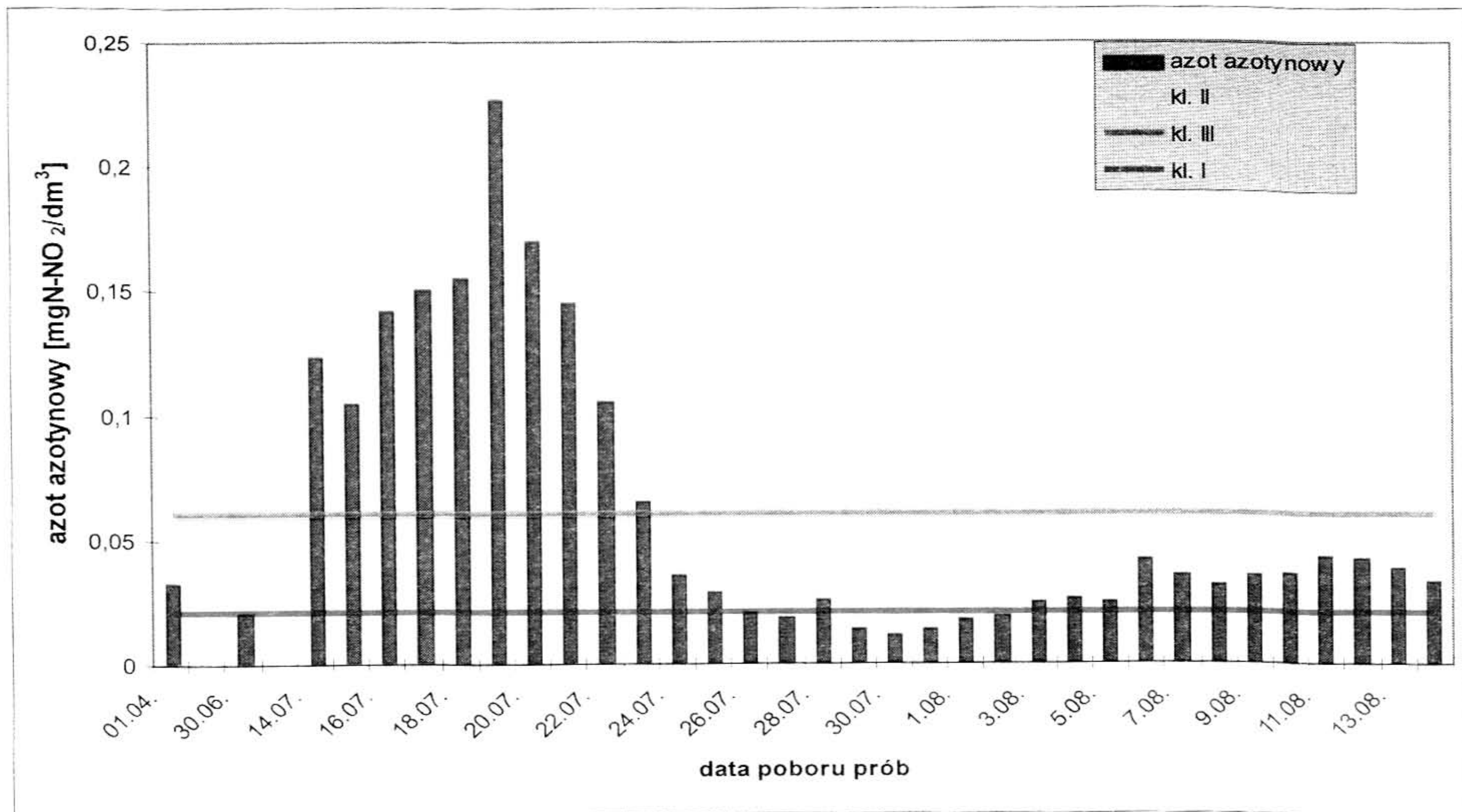


Przebieg zmian stanu wód rzeki Odry w miejscowości Cigacie w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997

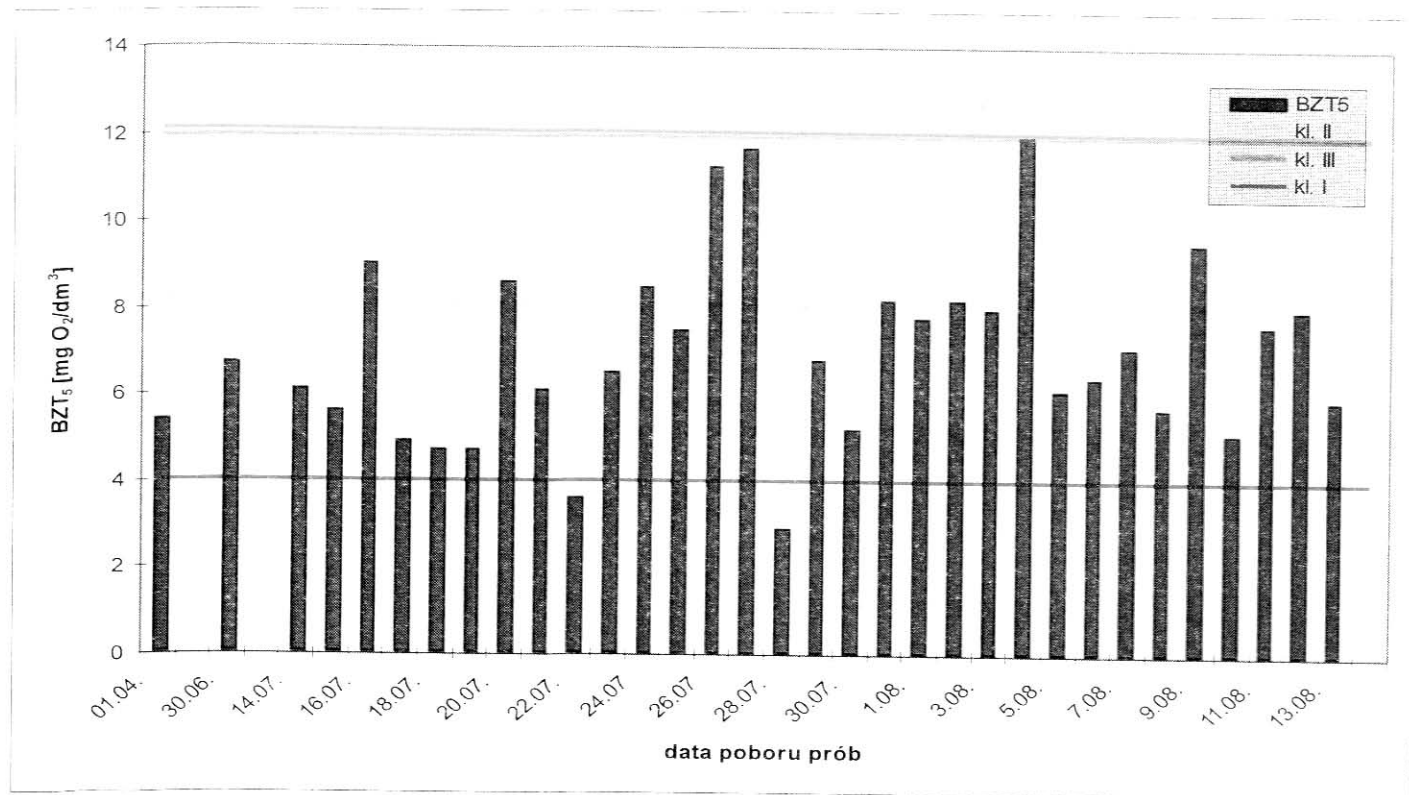




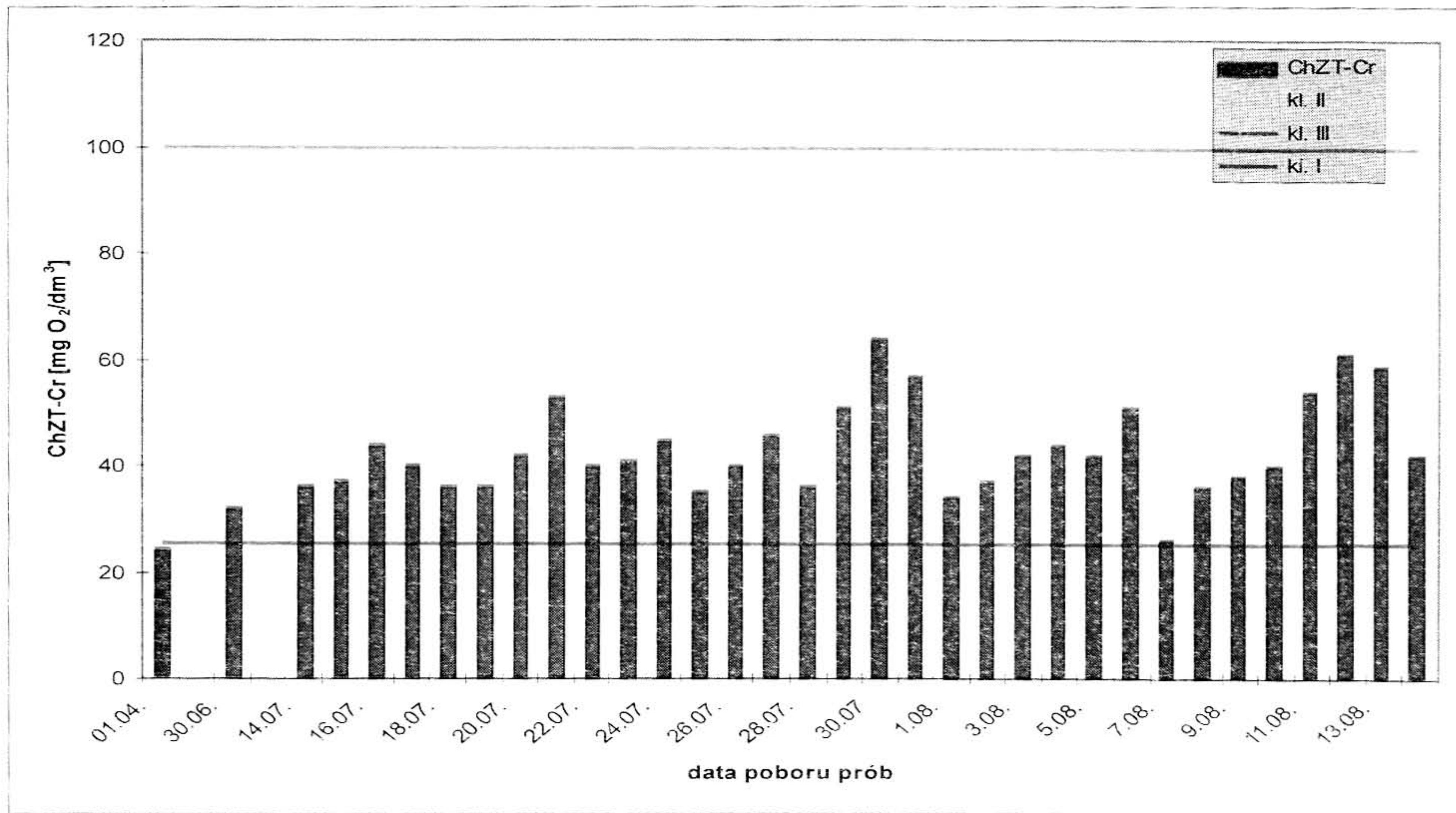
Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Odry w miejscowości Cigacice w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



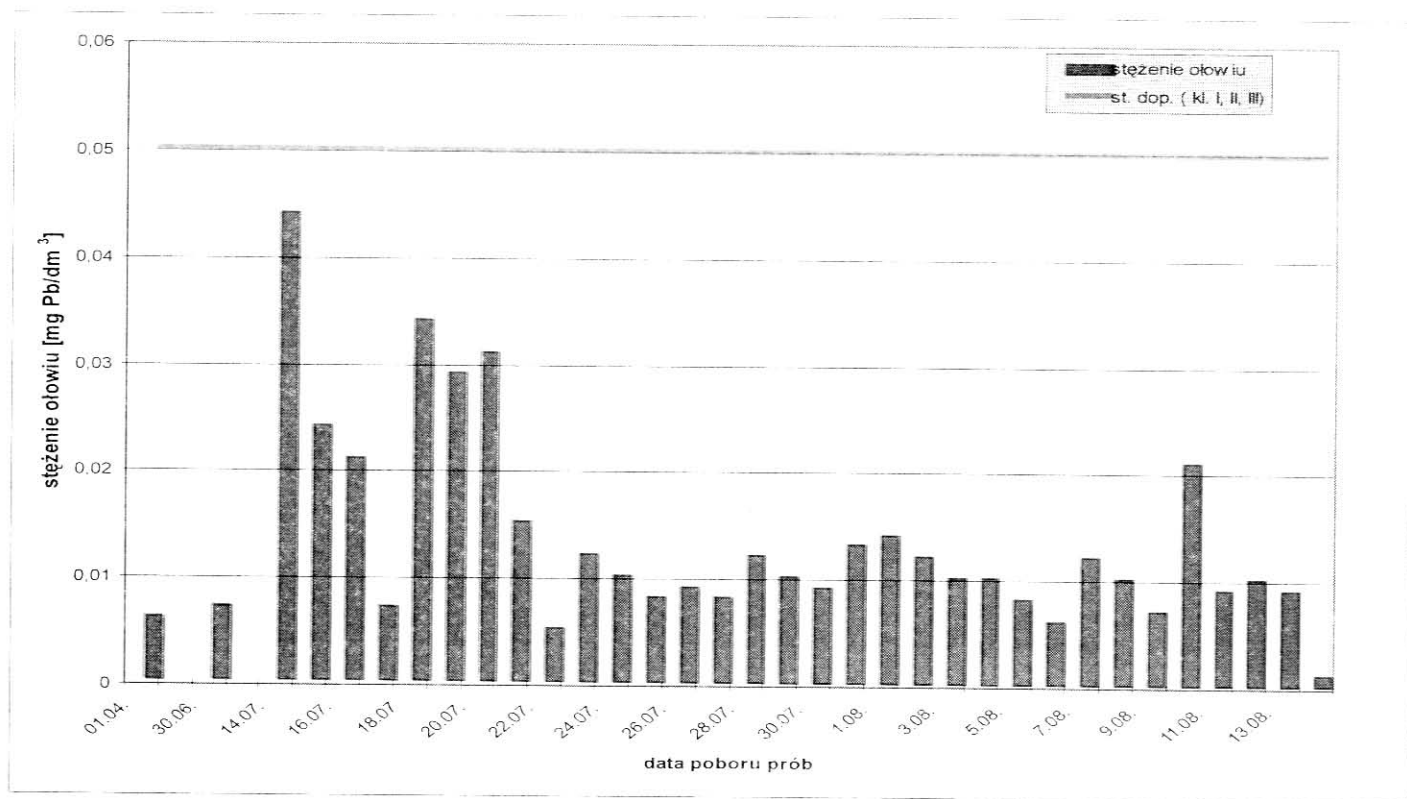
Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Odry w miejscowości Cigacice w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



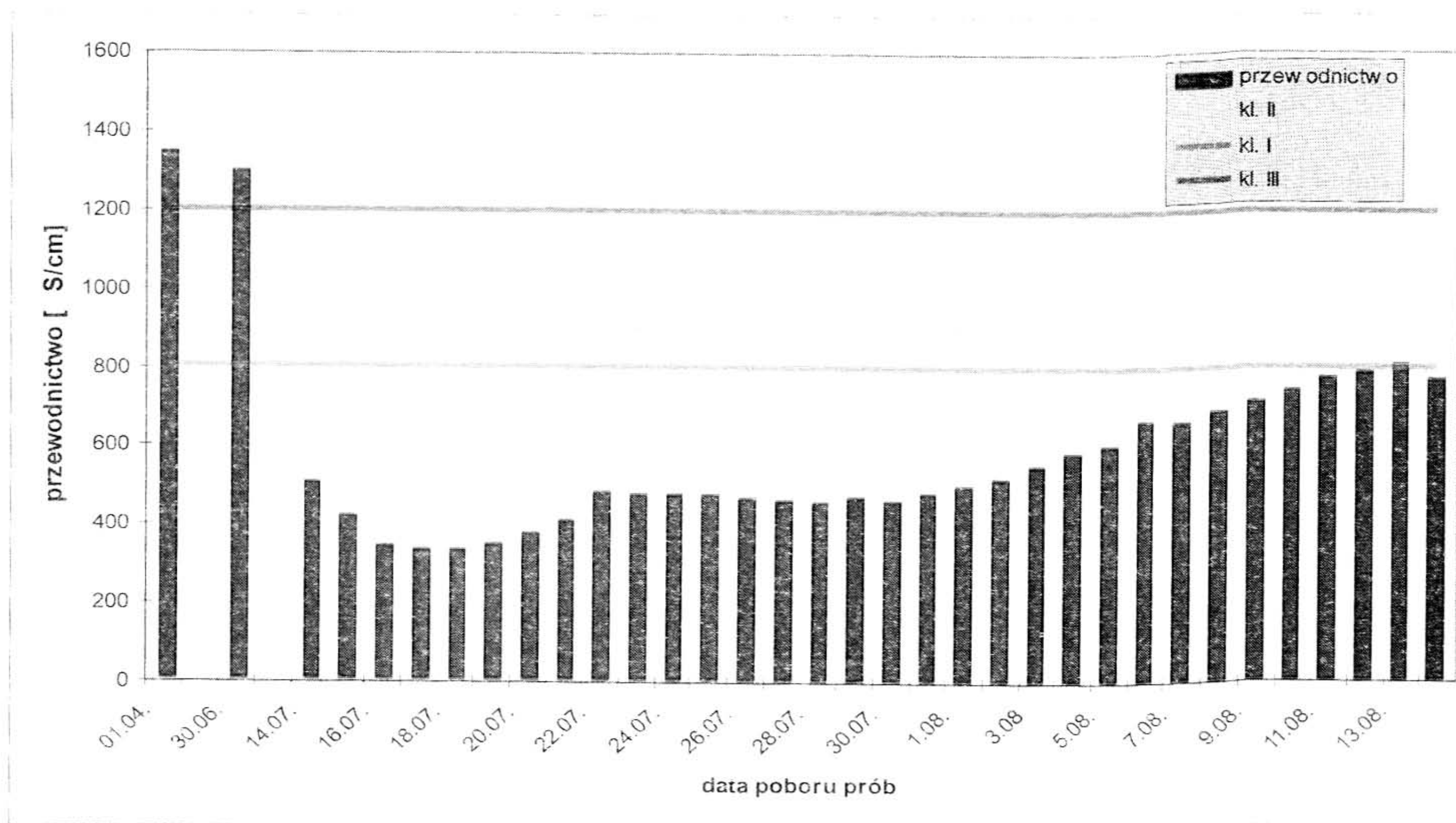
Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Odry w miejscowości Cigacice w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Odry w miejscowości Cigacice w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997

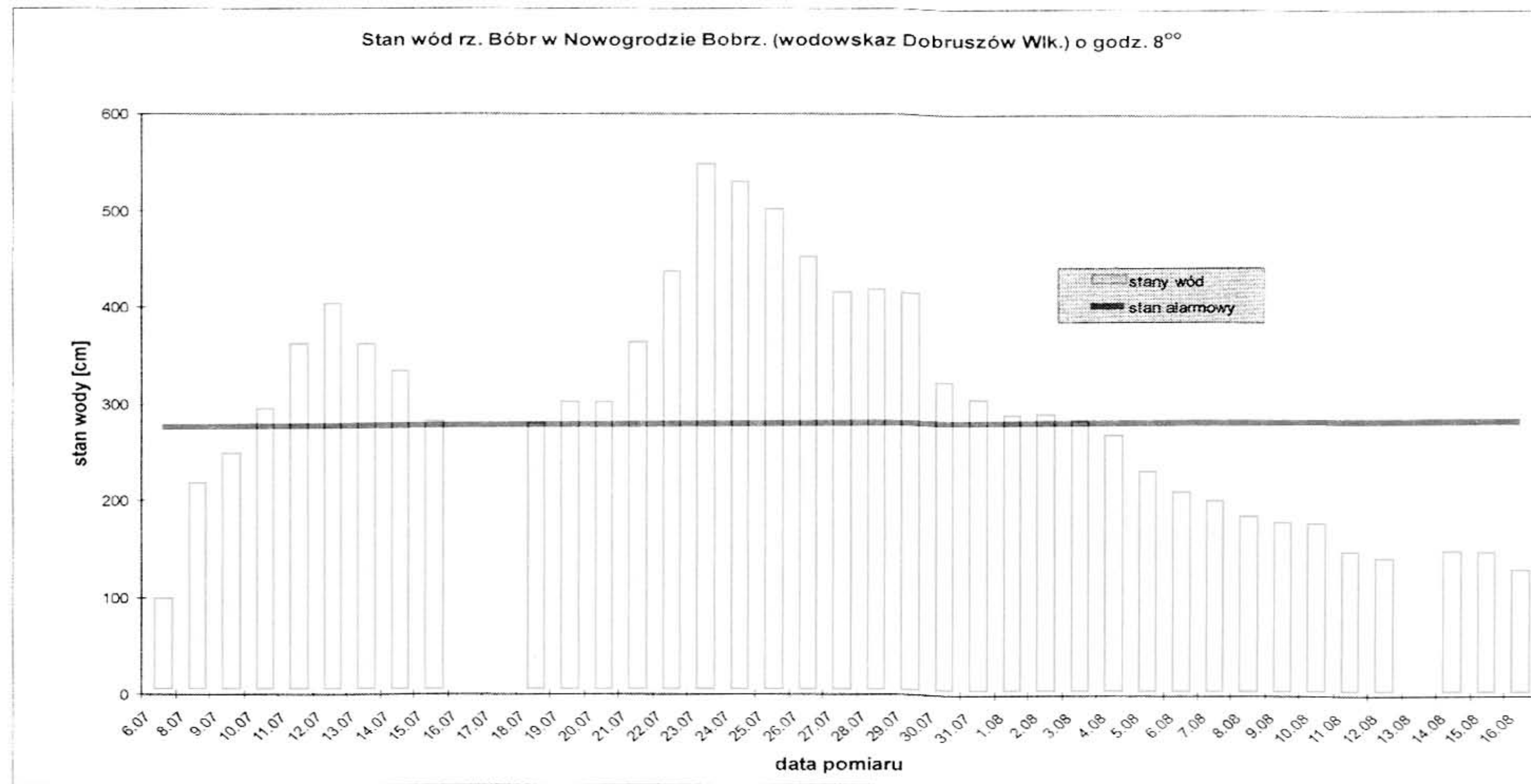


Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Odry w miejscowości Cigacice w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997

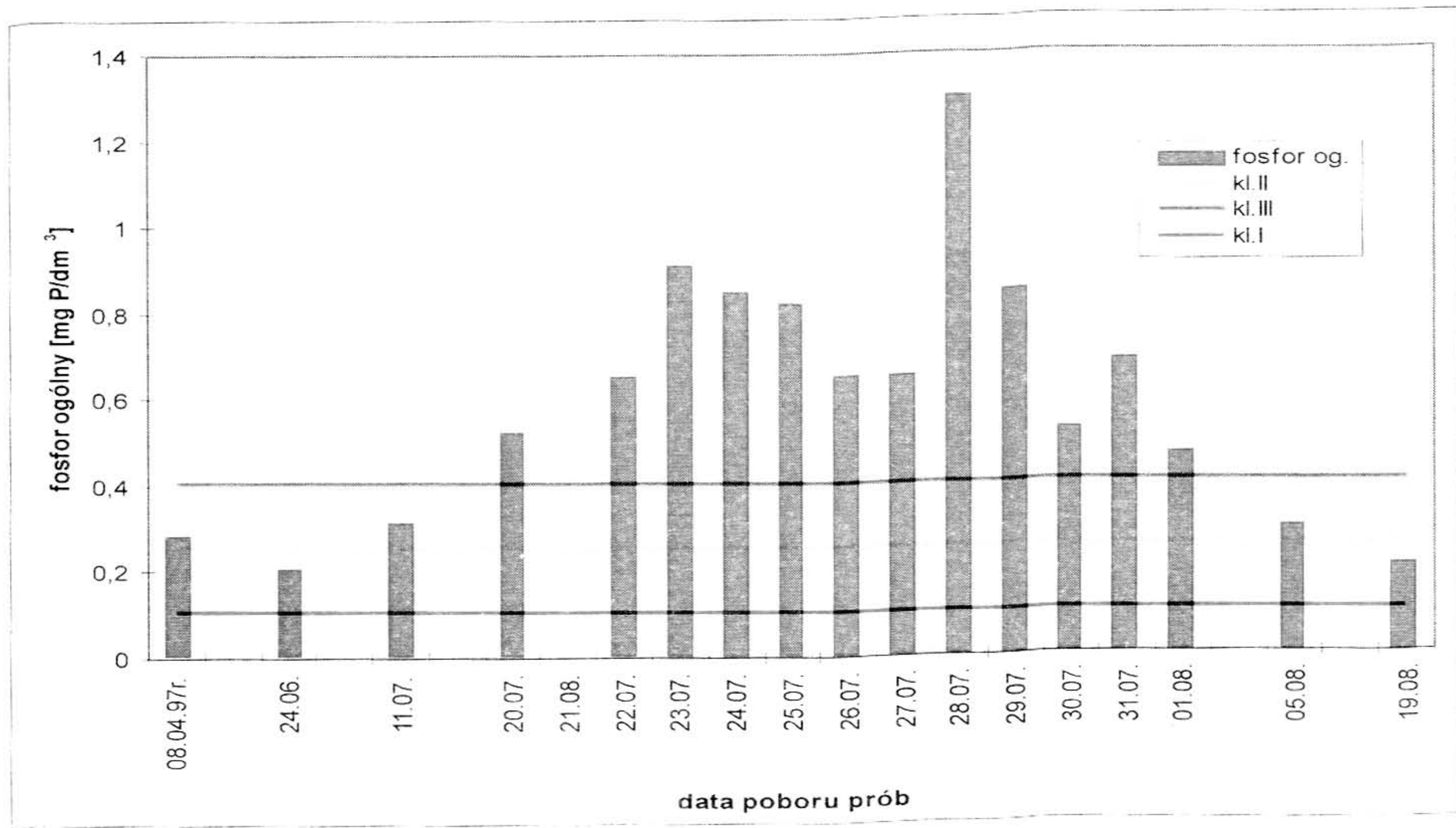


Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Odry w miejscowości Cigacice w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997

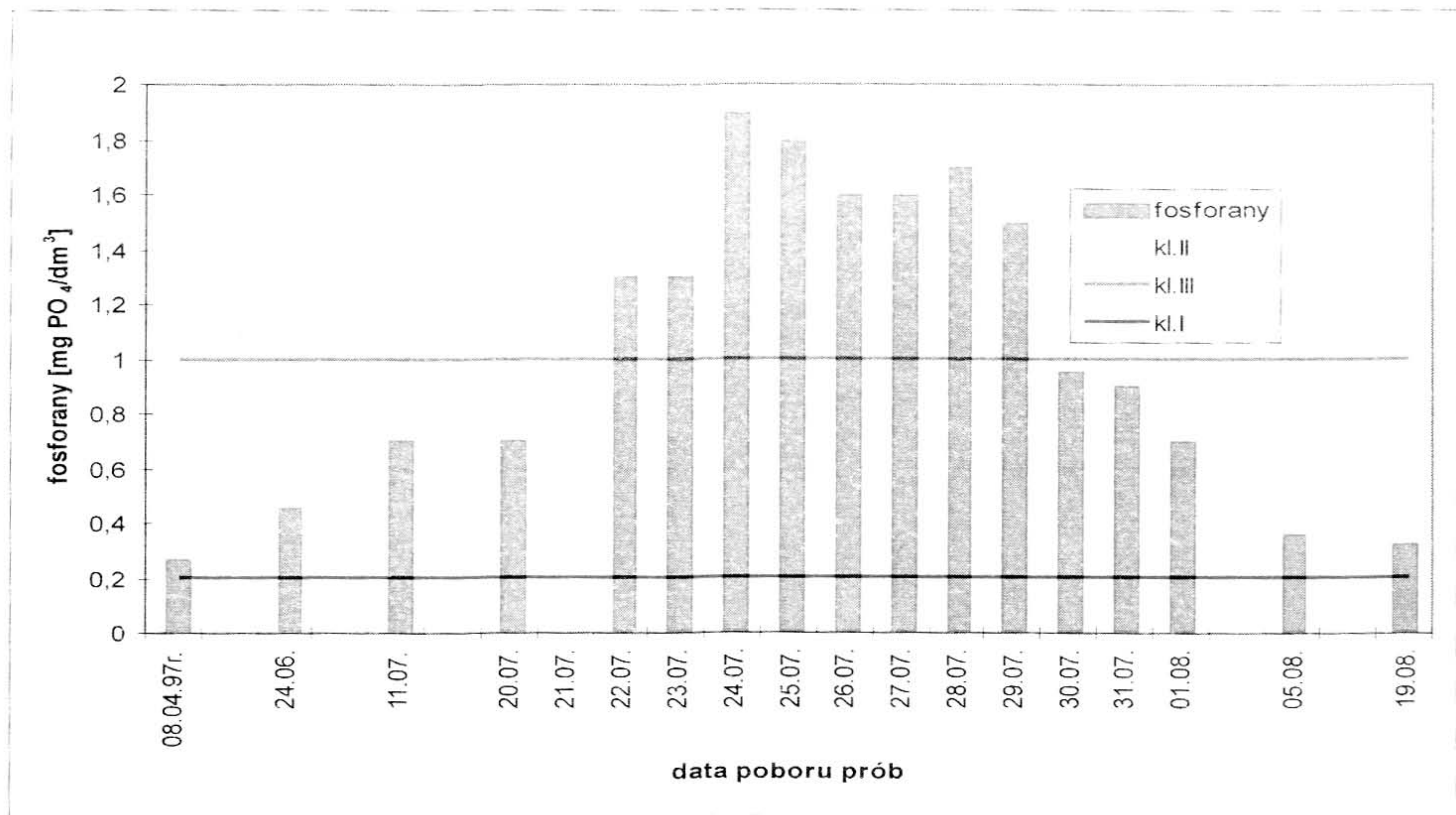
Data	6.07	8.07	9.07	10.07	11.07	12.07	13.07	14.07	15.07	16.07	17.07	18.07	19.07	20.07	21.07	22.07	23.07	24.07	25.07	26.07	27.07	28.07	29.07	30.07	31.07	1.08
stany wód	94	214	244	290	358	400	358	330	278			276	298	298	361	434	546	528	500	450	412	416	412	320	302	286
stan alarmowy	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280



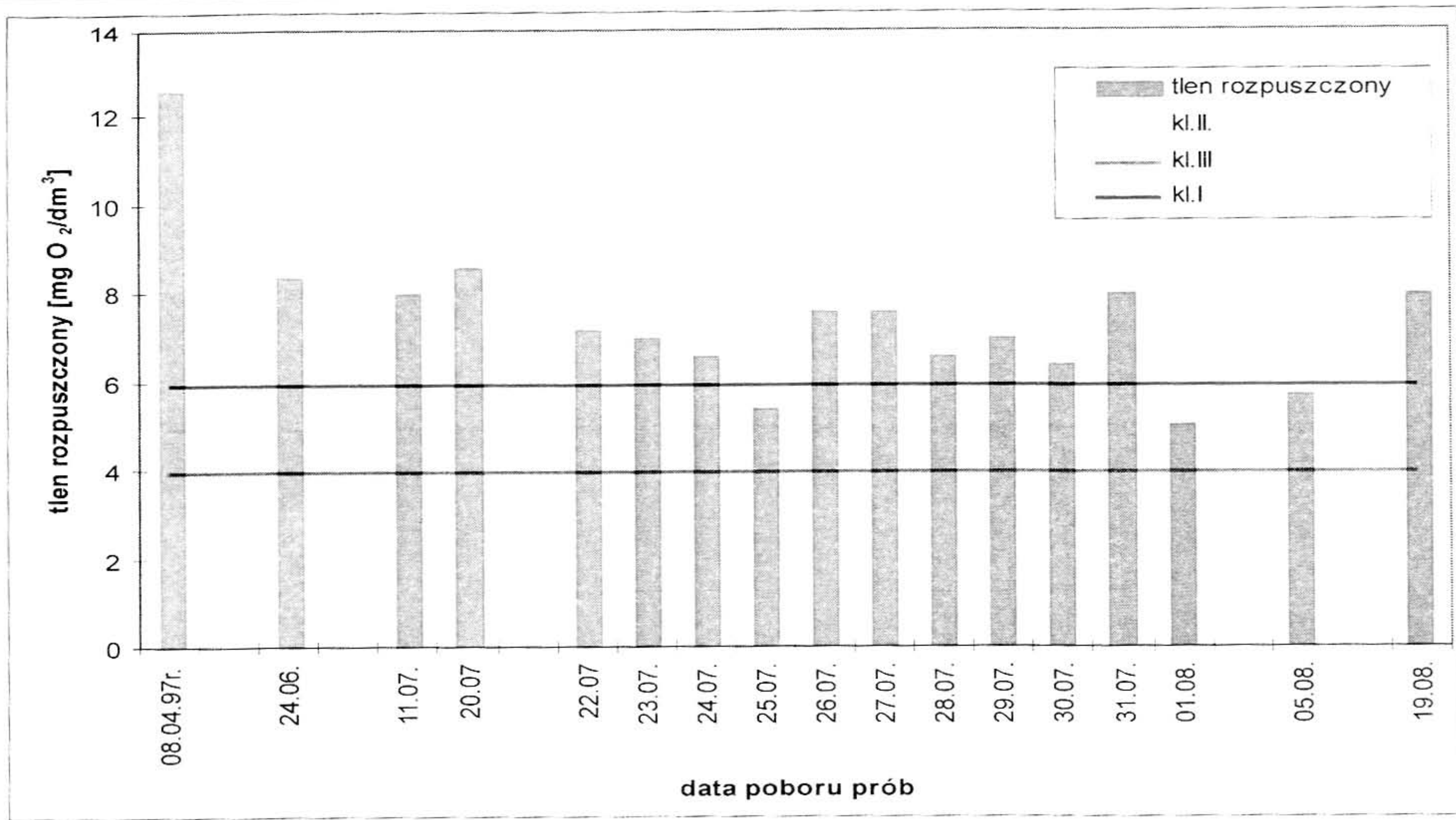
Przebieg zmian stanu wód rzeki Bóbr w miejscowości Nowogród Bobrzański w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



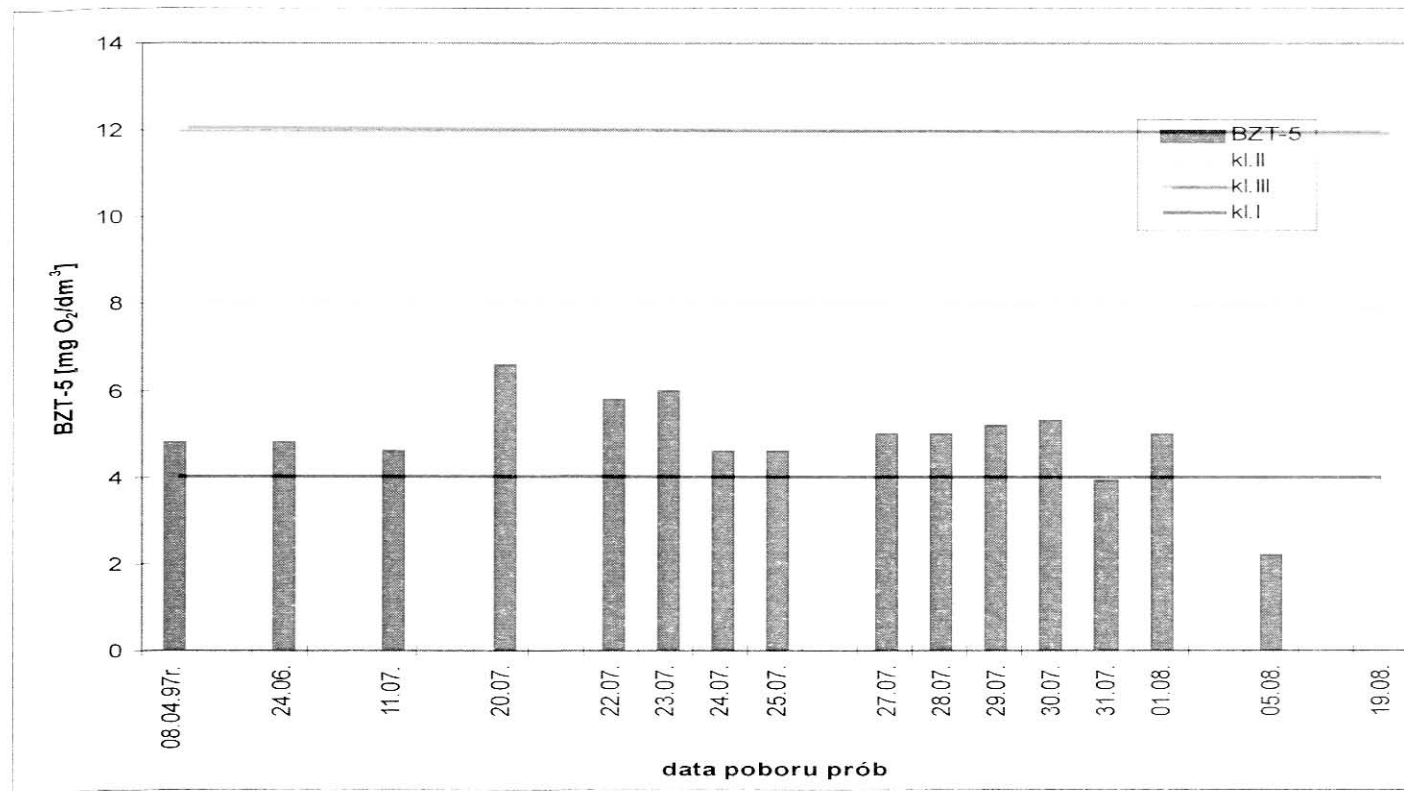
Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Bóbr w miejscowości Nowogród Bobrzański w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



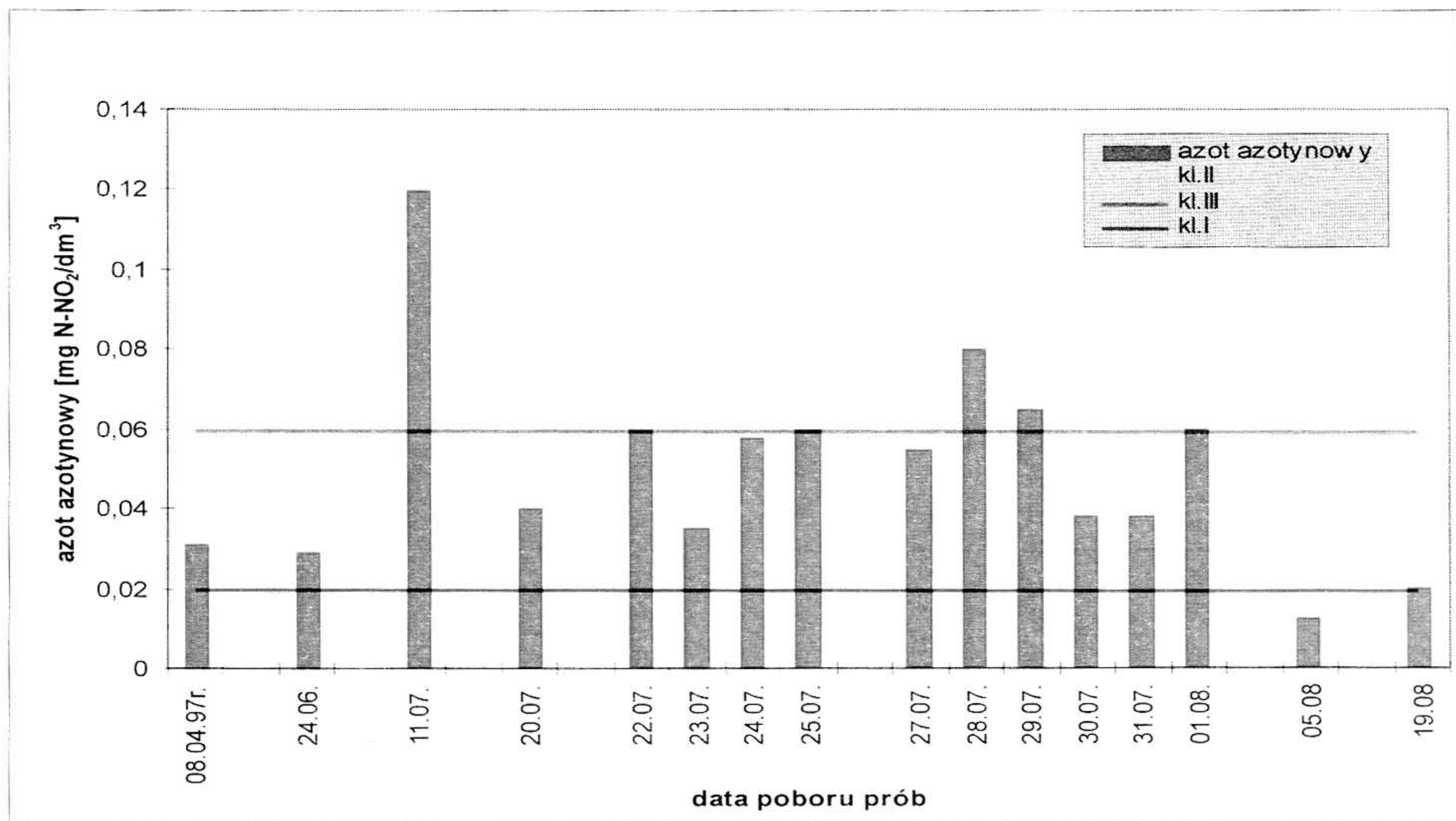
Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Bóbr w miejscowości Nowogród Bobrzański w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



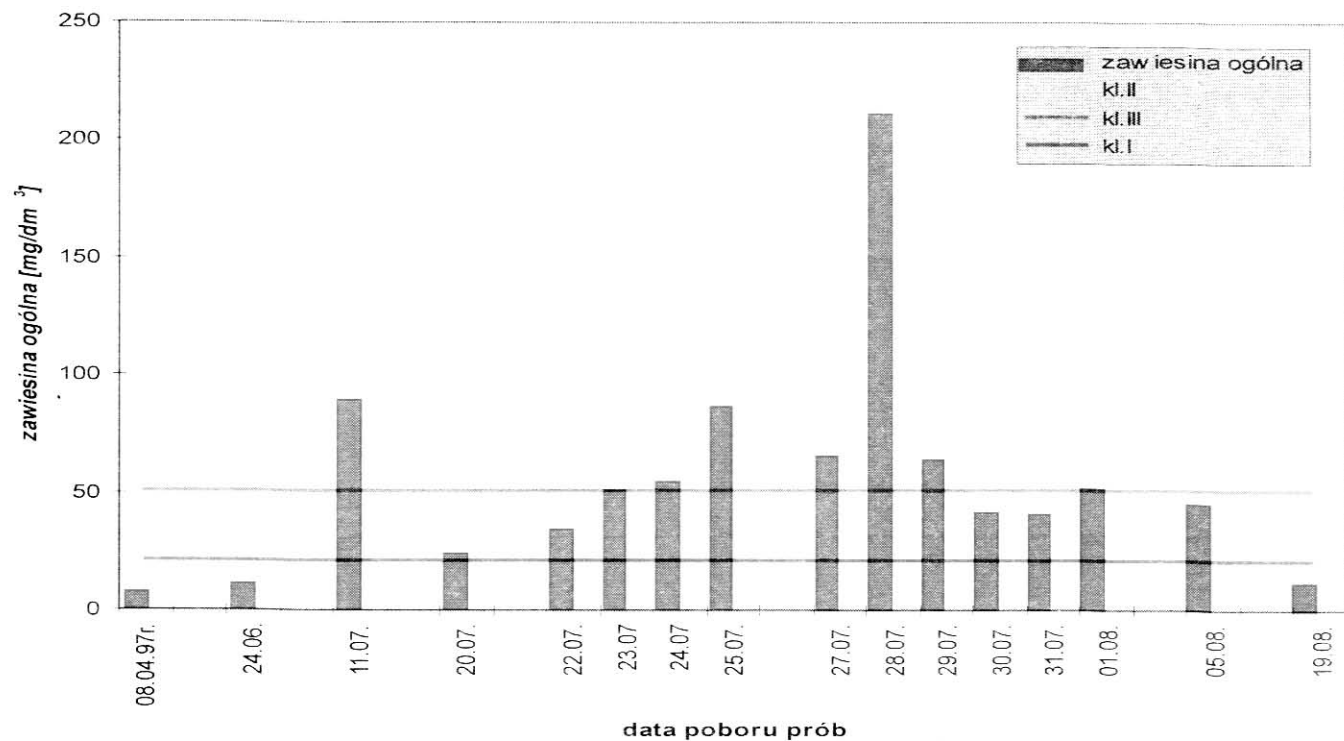
Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Bóbr w miejscowości Nowogród Bobrzański w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Bóbr w miejscowości Nowogród Bobrzański w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Bóbr w miejscowości Nowogród Bobrzański w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997



Przebieg zmian wybranych wskaźników zanieczyszczeń rzeki Bóbr w miejscowości Nowogród Bobrzański w okresie powodzi lipiec-sierpień 1997

ORGANIZMY STREFY PELAGICZNEJ, LITORALNEJ I GŁĘBINOWEJ WYBRANYCH ZBIORNIKÓW POWYROBISKOWYCH W ŁUKU MUŻAKOWSKIM

BARTŁOMIEJ NAJBAR*

1. Wstęp

Zbiorniki powyrobowiskowe w rejonie Tuplic, Trzebiela i Łęknicy (rys. 1) powstały w wyniku wydobywania węgla brunatnego systemem podziemnym i odkrywkowym w okresie od drugiej połowy XIX w. do roku 1974. Towarzyszący pokładowi węgla pirit był przyczyną zakwaszenia ich wód, już na etapie powstawania zbiorników (Jędrzak 1992).

Pierwsze skąpe informacje o składzie chemicznym wód zbiorników pokopalnianych podał Kozacki (1976), wskazując na silne ich zakwaszenie, zaś obszar na którym one się znajdują nazwał "pojezierzem antropogenicznym".

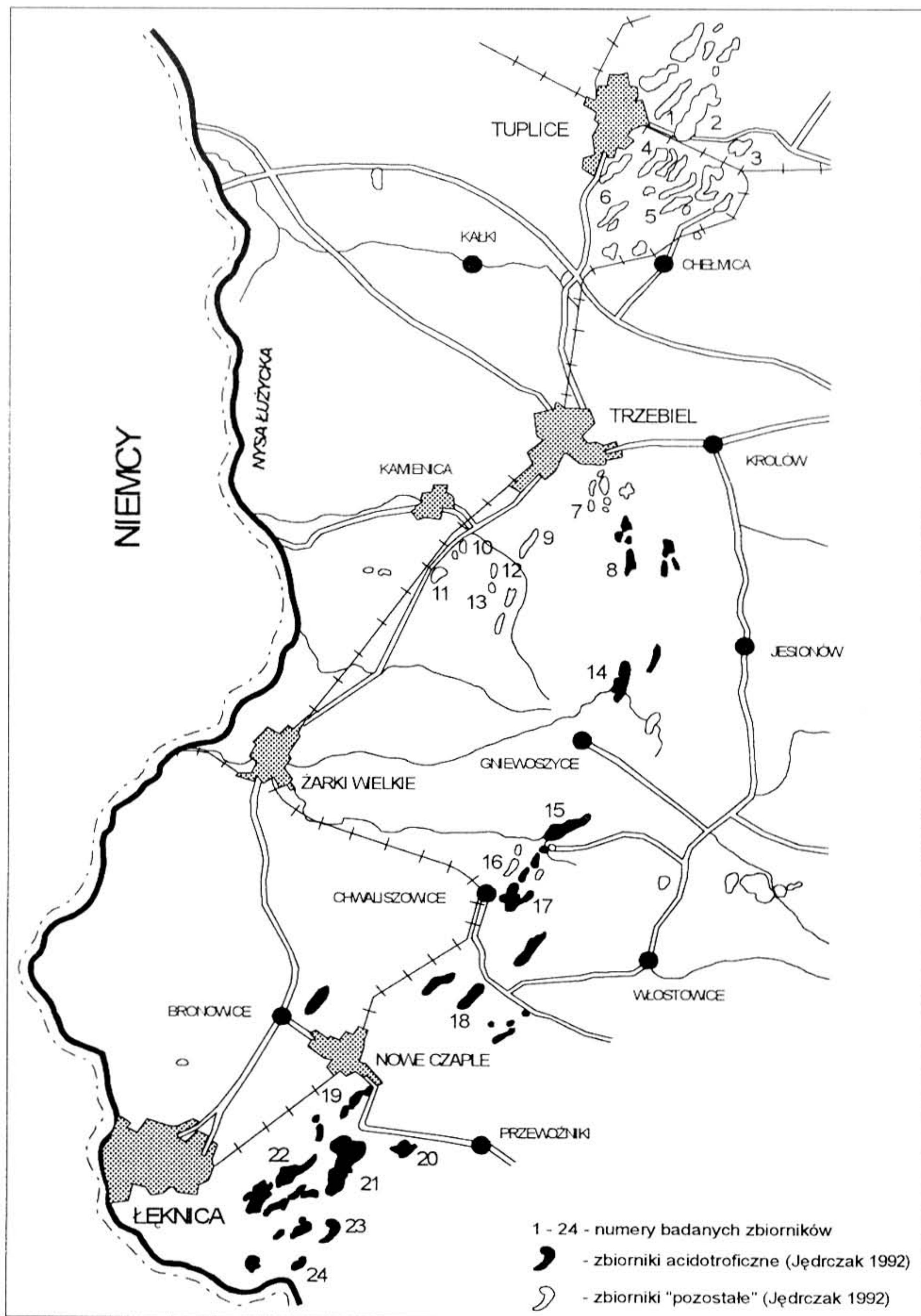
Zainteresowanie "pojezierzem" wzrosło w drugiej połowie lat 80-tych i na początku lat 90-tych. Przeprowadzone badania wykazały, że w okresie od kilkudziesięciu do przeszło 100 lat pojawiły się w zbiornikach zmiany fizyczno-chemicznych cech ich wód, wskazując na wyraźny postęp ich eutrofizacji.

Na podstawie pomiarów odczynu i potencjału redoks wyróżniono dwie grupy zbiorników: acidotroficzne (o odczynie wody poniżej 4,0 pH) i "obojętne", których odczyn wody mieścił się w granicach od 6,0 pH do 7,8 pH; do grupy acidotroficznej należały zbiorniki młode (Solski, Jędrzak, Matejczuk 1988).

Zmiany fizyczno-chemicznych cech wód zbiorników "obojętnych" w profilu pionowym nie były do tej pory śledzone, bardziej szczegółowym badaniom poddawano zbiorniki o wodach kwaśnych (Matejczuk 1986, Jędrzak 1992).

Wiedza o "biologii" wód zbiorników "pojezierza" jest bardzo skąpa. Jedyne badania biocenotyczne, obejmujące głównie fito-, zooplankton i organizmy wyższe, a dotyczące 16 zbiorników acidotroficznych przeprowadził na początku lat 80-tych Matejczuk (1986, 1989).

* Politechnika Zielonogórska. Instytut Inżynierii Środowiska



Rysunek 1. „Pojezierze antropogeniczne” (wschodnia część Łuku Mużakowskiego)

Z tych też względów uznano za celowe objęcie badaniami zbiorniki całego "pojezierza" (w wieku od 25 do powyżej 100 lat), prześledzenie zmian fizyczno-chemicznych cech ich wód w całym profilu pionowym, a ponadto poszerzenie zakresu badań o elementy biocenotyczne (organizmy pelagialu, litoralu i profundalu).

Wśród wybranych 24 zbiorników stwierdzono obecność dwóch zbiorników, reprezentujących grupę przejściową (odczyn: 4,18 - 5,60 pH), której dotychczas nie udało się badaczom wykazać.

2. Metody

Analizy fizyczno-chemiczne

Próby wody pobierano w miesiącach letnich 1993 i 1994 r. czerpaczem Ruttnera (3 l) z głębokości: 0, 1, 3, 5 m, następnie co 2 m i 1 m nad dnem.

W czasie poboru prób wody mierzono sondą: temperaturę, odczyn (pH) i potencjał oksydacyjno-redukcyjny. Pozostałe oznaczenia chemiczne wykonano w laboratorium metodami opisanymi przez Hermanowicza i innych (1976).

Sposób pomiaru przezroczystości produkcji pierwotnej i zawartości chlorofilu a podano w pracy doktorskiej (Najbar 1996).

Analizy biologiczne

Próby wody pobierano czerpaczem Ruttnera w ilości 30-50 l z głębokości jak wyżej. Wodę cedzono przez siatkę planktonową Nr 40, uzyskaną próbkę planktonu utrwalano formaliną bądź etanolem (zooplankton) lub płynem Lugola (fitoplankton). Oznaczenia jakościowe i ilościowe wykonano w laboratorium.

Przy oznaczaniu poszczególnych grup systematycznych posługiwano się kluczami: widłonogi - Pesta (1928), pierwotniaki - Kahl (1931), (1932), (1935), wrotki - Voight (1957), Kutikova (1970), Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978), Rybak (1994), wioślarki - Manujłowa (1964), eugleniny - Popova (1966), zło-cienice - Siemińska (1964), Starmach (1968), (1980), dinofity - Starmach (1966), (1974), sinice - Starmach (1974), małżoraczki - Sywula (1974), zielenice - Starmach (1972), Ruzicka (1977). Rośliny wyższe (w strefie litoralnej) ozna-czano w terenie lub w laboratorium (po pobraniu okazów), posługując się klu-czami: Gessner (1955), Szafran (1963), Tutin i inni (1964-1972), Szafer, Kul-czyński, Pawłowski (1967), Oberdorfer (1970), Garcke (1972), Schmeil, Fit-schen (1973), Bernatowicz, Wolny (1974), Fitter i inni (1974), Casper, Krausch (1980).

Organizmy bentosowe pobierano czerpaczem Eckmana. Pobrany osad prze-mywano wodą, używając siatki plastikowej o średnicy oczek 1 mm. Pozostałość utrwalano formaliną (4%). Po usunięciu zanieczyszczeń (szczątki roślinne, pia-sek) próbki przeglądano pod binokulem.

Do oznaczeń organizmów strefy litoralnej, w tym również organizmów bento-sowych, używano następujących kluczy: ślimaki i małże - Urbański (1957), Pie-chocki (1979), muchówki i ochotkowate - Romaniszyn (1958), chrząszcze - Tranda (1969), Galewski (1976), Galewski i Tranda (1978), Stresemann (1983), Chinery (1986), pluskwiaki - Jaczewski, Wróblewski (1978), skąposzczety - Kasprzak (1981).

3. Wyniki

3.1. Fizyczno-chemiczne cechy badanych wód

Wyniki badań fizyczno-chemicznych wód pobranych latem 1993 r. obejmują-ce kilkanaście wskaźników przedstawiono w postaci tabel, prezentując w nich wartości minimalne i maksymalne (tabela 1).

Omówienie wyników ograniczono do 3 wskaźników: temperatury, odczynu i potencjału oksydoredukcyjnego, dla których sporządzono wykresy ilustrujące ich zmiany w profilu pionowym wody badanych zbiorników, z uwzględnieniem po-działu na wyróżnione grupy: acidotroficzną (I), przejściową (II) i "obojętną" (III).

Temperatura

Grupa acidotroficzna (I)

Do grupy tej zakwalifikowano 11 zbiorników. Temperatura wody warstwy powierzchniowej wynosiła od 19,8°C (zb. nr 15) do 22,5°C (zb. nr 14), nato-miast przy dnie utrzymywała się w granicach od 5,3°C (zb. nr 8 i 17) do 20,5° (zb. nr 24).

Skok termiczny występował w pięciu zbiornikach (nr 8, 15, 17, 18 i 21) w pozostałych zbiornikach (nr 14, 19, 20, 22-24) nie stwierdzono typowego dla stagnacji letniej uwarstwienia termicznego. W tej grupie znalazł się zbiornik meromiktyczny (nr 21) z wyraźnie zaznaczonym monimolimnionem.

Grupa przejściowa (II)

Do tej grupy należą dwa zbiorniki (nr 4 i 7). Temperatura wody przy po-wierzchni sięgała 20°C (zb. nr 7) i 21°C (zb. nr 4), przy dnie wynosiła 13,5°C

(zb. nr 7) i 16,5°C (zb. nr 4). Są to zbiorniki płytkie (głęb. maks. 3 i 4 m), pozbawione uwarstwienia termicznego.

Grupa "obojętna" (III)

Do tej grupy zaliczono 11 zbiorników (nr 1-3, 5, 6, 9-13, i 16), temperatura powierzchniowych warstw wody wahała się w granicach od 6,6°C (zb. nr 13) do 18,5°C (zb. nr 2).

Jakkolwiek są to zbiorniki płytkie (głęb. maks. od 1-8 m), uwarstwienie typowe dla jezior głębokich podczas stagnacji letniej (obecność epi,- meta,- i hypolimnionu) stwierdzono w pięciu zbiornikach (nr 3, 9, 11-13).

Tabela 1.

Nr zb.	Wart ość	Temp.	Tlen rozp.	Nasyt. tlenem	Odczyn	Pot. redox	Przew. właśc.	ChZT (Cr)	Węgiel og.	Azot amoniowy	Azot azotanowy	Azot org.	Fosfor og.	Fosforany	Subst. rozp.
		°C	mgO ₂ /dm ³	% O ₂ /dm ³	pH	mV	mS/dm ³	mgO ₂ /dm ³	mgC/dm ³	mgN/dm ³	mgN/dm ³	mgN/dm ³	mgP/dm ³	mgP/dm ³	mg/dm ³
GRUPA ZBIORNIKÓW OBOJĘTNYCH															
1	min.	12,4	6,4	72	6,15	256	0,512	29,4	8,17	0,02	0,130	1,67	0,095	0,006	282,2
	max.	21,3	9,6	98	6,67	400	0,572	64,7	15,70	1,12	0,400	2,08	0,139	0,033	399,0
	śr.	17,9	8,3	86	6,33	349	0,537	45,1	11,09	0,40	0,220	1,84	0,123	0,024	324,3
2	min.	18,5	5,0	53	6,91	387	0,606	21,0	6,34	0,14	0,130	2,75	0,085	0,013	238,0
	max.	19,8	6,4	70	7,54	483	0,633	31,9	7,43	0,24	0,440	3,88	0,128	0,013	294,0
	śr.	19,2	5,7	61	7,22	435	0,619	26,5	6,88	0,19	0,285	3,32	0,110	0,013	266,0
3	min.	8,4	0,0	0	6,59	224	0,378	26,0	9,53	0,06	0,150	1,37	0,063	0,005	272,0
	max.	19,4	6,2	67	7,38	451	0,512	64,7	18,36	1,66	0,210	3,87	0,115	0,016	429,0
	śr.	14,4	3,5	36	7,04	360	0,430	41,4	12,12	0,52	0,170	2,56	0,080	0,012	266,0
5	min.	11,9	0,0	80	6,50	494	0,477	26,9	8,59	0,10	0,065	3,27	0,074	0,003	249,0
	max.	22,6	7,4	85	7,81	633	0,489	49,6	10,10	0,22	0,113	4,56	0,089	0,048	413,0
	śr.	18,5	3,7	42	7,12	535	0,480	38,9	9,19	0,13	0,080	4,15	0,080	0,035	291,0
6	min.	18,2	2,6	27	7,22	366	0,572	21,4	8,29	0,00	0,100	0,62	0,062	0,013	389,0
	max.	21,5	7,6	85	7,62	444	0,606	29,8	8,46	0,08	0,130	0,85	0,098	0,021	393,0
	śr.	20,4	5,6	62	7,49	395	0,580	25,6	8,39	0,07	0,120	0,70	0,082	0,018	390,0
9	min.	7,0	0,0	0	6,62	361	0,354	34,4	11,81	0,07	0,121	1,31	0,059	0,002	265,0
	max.	19,7	9,2	90	7,61	489	0,465	42,8	13,42	0,54	0,246	1,55	0,249	0,026	339,0
	śr.	13,6	4,6	47	7,17	438	0,390	37,0	12,50	0,25	0,150	1,38	0,100	0,014	292,6
10	min.	17,5	3,6	37	6,79	503	0,174	14,5	10,00	0,06	0,078	1,42	0,066	0,016	119,0
	max.	22,9	7,0	79	7,55	518	0,194	15,2	11,60	0,15	0,108	2,41	0,159	0,021	143,0
	śr.	20,7	5,6	62	7,24	512	0,180	14,8	10,70	0,10	0,095	2,14	0,100	0,018	132,0
11	min.	11,0	4,2	38	6,29	512	0,218	35,3	9,96	0,06	0,103	1,27	0,102	0,011	197,0
	max.	19,7	7,4	78	7,48	593	0,237	76,0	11,60	0,12	0,139	1,80	0,321	0,023	172,0
	śr.	16,3	6,3	64	7,00	547	0,230	44,0	10,50	0,09	0,130	1,54	0,190	0,026	156,6
12	min.	8,3	0,0	0	6,65	364	0,162	152,0	10,10	0,09	0,087	0,09	0,053	0,006	118,0
	max.	23,0	7,8	87	7,80	467	0,189	256,0	13,25	0,81	0,212	1,30	0,115	0,048	147,0
	śr.	16,6	4,4	50	7,20	441	0,170	196,0	11,50	0,36	0,130	0,66	0,087	0,026	156,6
13	min.	6,6	0,0	0	5,96	499	0,113	3,4	5,47	0,02	0,043	0,90	0,034	0,005	74,0
	max.	22,8	9,0	102	6,65	532	0,154	18,0	9,81	0,04	0,091	4,31	0,117	0,009	110,0
	śr.	15,0	4,2	46	6,30	508	0,130	7,0	6,96	0,03	0,067	2,52	0,064	0,007	84,7
16	min.	12,3	7,2	67	6,40	605	0,398	56,3	6,79	0,01	0,055	0,65	0,039	0,001	251,0
	max.	19,7	8,0	86	7,55	632	0,435	59,2	8,38	0,06	0,132	1,54	0,107	0,001	275,0
	śr.	17,4	7,7	79	7,13	613	0,420	57,9	7,31	0,03	0,076	1,19	0,077	0,001	262,8
GRUPA ZBIORNIKÓW PRZEJŚCIOWYCH															
4	min.	16,5	7,0	71	4,18	566	0,402	4,6	1,85	0,08	0,048	1,02	0,030	0,013	236,0
	max.	21,0	7,2	80	5,26	614	0,419	13,4	2,28	0,09	0,080	1,05	0,233	0,040	256,0
	śr.	18,8	7,0	75	4,55	600	0,413	9,1	2,11	0,09	0,068	1,03	0,110	0,029	246,0
7	min.	13,5	6,2	63	4,88	566	0,188	22,6	6,43	0,04	0,081	1,29	0,045	0,012	98,0
	max.	20,0	9,8	93	5,64	596	0,227	26,9	8,33	0,1	0,099	1,35	0,100	0,016	127,0
	śr.	17,4	7,6	77	5,30	579	0,210	25,6	7,60	0,08	0,089	1,31	0,064	0,014	112,7

Nr Zł.	Wart. osc.	Temp.	Tlen rozpr.	Nasyt. tlenem	Odczyn	Pot. redox	Przew. własc.	Cl/ZT (Cl)	Węgiel og.	Azot amoniowy	Azot azotanowy	Azot org.	Fosfor og.	Fosfor am.	Subst. rozpr.
		°C	mgO ₂ /dm ³	% O ₂ /dm ³	pH	mV	mS/dm ²	mgO ₂ /dm ³	mgC/dm ³	mgN/dm ³	mgN/dm ³	mgN/dm ³	mgP/dm ³	mgP/dm ³	mg/dm ³
GRUPA ZBIORNIKÓW ACIDOTROFICZNYCH															
8	min.	5,3	0,0	0	2,83	354	1,186	3,4	2,14	1,28	0,121	0,350	0,083	0,020	511,0
	max.	21,5	9,2	103	4,03	748	1,457	55,0	10,40	12,14	0,413	2,340	0,181	0,067	2222,0
	sr.	12,9	4,1	43	3,10	663	1,350	19,7	4,69	4,76	0,230	1,230	0,109	0,023	1117,0
14	min.	17,0	6,8	70	3,85	668	0,252	7,3	2,02	0,03	0,018	1,310	0,039	0,024	105,0
	max.	22,5	8,6	91	3,91	690	0,266	19,3	3,08	0,10	0,114	2,960	0,066	0,029	109,0
	sr.	12,9	7,8	85	3,88	677	0,260	12,2	2,73	0,07	0,056	2,070	0,050	0,026	107,5
15	min.	7,3	1,4	12	2,86	719	1,169	1,3	2,73	0,19	0,108	0,130	0,054	0,000	465,0
	max.	19,8	8,2	89	2,91	754	1,310	46,6	4,05	6,00	0,209	2,960	0,902	0,018	593,0
	sr.	15,6	6,6	68	2,88	742	1,250	13,1	3,37	1,35	0,120	2,030	0,260	0,008	519,2
17	min.	5,3	0,0	56	2,81	654	1,385	38,6	2,14	1,78	0,078	0,003	0,088	0,000	702,0
	max.	20,9	9,4	103	3,07	784	1,584	54,6	4,02	6,00	0,273	1,180	0,355	0,026	810,0
	sr.	14,8	6,8	68	2,86	701	1,520	47,9	2,83	2,90	0,150	0,500	0,170	0,009	745,5
18	min.	6,2	0,0	0	2,60	280	1,257	39,0	2,05	1,53	0,020	0,090	0,024	0,006	485,0
	max.	20,7	9,2	81	5,85	780	1,500	454,0	15,40	17,50	0,117	2,310	0,096	0,030	1280,0
	sr.	14,8	4,9	48	3,34	653	1,400	178,5	6,40	7,08	0,053	0,610	0,057	0,013	738,1
19	min.	19,5	4,4	49	2,94	643	0,966	35,3	1,35	0,51	0,008	0,020	0,036	0,003	400,0
	max.	22,3	7,8	84	2,95	749	1,035	37,0	2,23	2,42	0,014	1,330	0,103	0,013	447,0
	sr.	17,4	6,2	69	2,95	718	1,000	35,9	1,83	1,66	0,011	0,630	0,060	0,007	413,6
20	min.	20,1	8,0	88	3,38	695	0,452	13,6	1,54	0,13	0,024	0,400	0,020	0,000	134,0
	max.	21,1	8,4	93	3,49	723	0,286	18,6	3,28	1,09	0,044	0,950	0,050	0,008	171,0
	sr.	20,7	8,2	90	3,41	710	0,459	16,0	2,27	0,45	0,030	0,690	0,032	0,004	158,5
21	min.	7,0	0,0	0	2,41	390	2,587	142,0	1,80	0,72	0,286	0,010	0,002	0,000	1600,0
	max.	21,5	7,2	73	4,69	798	4,963	785,0	18,18	88,90	0,727	1,900	0,100	0,043	7483,0
	sr.	11,1	2,6	26	3,37	592	3,640	391,8	8,85	39,72	0,463	0,520	0,040	0,022	4158,0
22	min.	18,0	5,8	62	2,90	680	1,584	35,7	2,17	2,23	0,009	0,440	0,100	0,005	807,0
	max.	19,3	9,0	96	2,93	748	1,690	47,9	2,79	2,79	0,020	1,290	0,245	0,003	903,0
	sr.	18,8	7,2	76	2,91	732	1,640	41,6	2,40	2,40	0,013	1,060	0,160	0,012	860,0
23	min.	20,2	6,8	75	2,78	752	1,214	8,6	1,85	1,85	0,087	1,730	0,032	0,003	485,0
	max.	20,5	7,6	84	2,79	757	1,236	10,7	3,24	3,24	0,206	2,190	0,033	0,004	517,0
	sr.	20,4	7,1	79	2,78	754	1,220	9,5	2,76	2,76	0,130	1,990	0,033	0,003	502,0
24	min.	20,5	7,2	80	2,87	759	0,950	0,7	1,07	1,07	0,069	0,590	0,020	0,002	300,0
	max.	20,8	8,0	88	2,87	766	0,993	15,7	1,99	1,99	0,085	1,680	0,095	0,003	364,0
	sr.	20,7	7,8	86	2,87	764	0,980	1,4	1,40	1,40	0,073	0,960	0,065	0,002	330,2

Odczyn pH

Grupa acidotroficzna (I)

Odczyn wód tej grupy zbiorników w profilu pionowym wahał się od 2,4 do 4,0 pH. Pominęto monimolimniony dwóch zbiorników meromiktycznych (nr 18 i 21), w których to warstwach wartości odczynu wzrastały do 5,9 pH (zb. nr 18). Przyczyną wzrostu odczynu w monimolimnionie (pozbawionego tlenu) było wykorzystanie jonów wodorowych do procesów redukcyjnych.

Grupa przejściowa (II)

Odczyn wód zbiorników grupy przejściowej (zb. nr 4 i 7) mieścił się w granicach od 4,18 do 5,60 pH. W powierzchniowych warstwach wody wynosił od 4,18 (zb. nr 4) do 5,07 pH (zb. nr 7). W warstwie przydennej mieścił się w przedziale od 5,26 pH (zb. nr 4) do 5,58 pH (zb. nr 7).

Grupa "obojętna" (III)

Odczyn wód zbiorników zaliczanych do grupy "obojętnej" (nr 1-3, 5, 6, 9-13, 16) wynosił od 6,0 pH do 7,9 pH. W powierzchniowych warstwach wody wahał się od 6,65 pH (zb. nr 13) do 7,85 pH (zb. nr 12). W warstwie przydennej mieścił się w granicach od 6,15 pH (zb. nr 1) do 7,54 pH (zb. nr 2).

Potencjał redoks

Grupa acidotroficzna (I)

Zakres zmian potencjału redoks w profilu pionowym zbiorników acidotroficznych mieścił się w granicach od 280 mV (zb. nr 18) do 798 mV (zb. nr 21). Najwyższe wartości potencjału redoks wystąpiły w powierzchniowych warstwach wody i wynosiły od 643 mV (zb. nr 119) do 772 mV (zb. nr 21).

W przydennych warstwach wody potencjał redoks wahał się od 280 mV (zb. nr 18) do 766 mV (zb. nr 24).

Grupa przejściowa (II)

Potencjał redoks w profilu pionowym zbiorników przejściowych wynosił od 566 mV (zb. nr 7) do 614 mV (zb. nr 4). Zmiany w profilu pionowym wód były nieznaczne; są to zbiorniki płytkie.

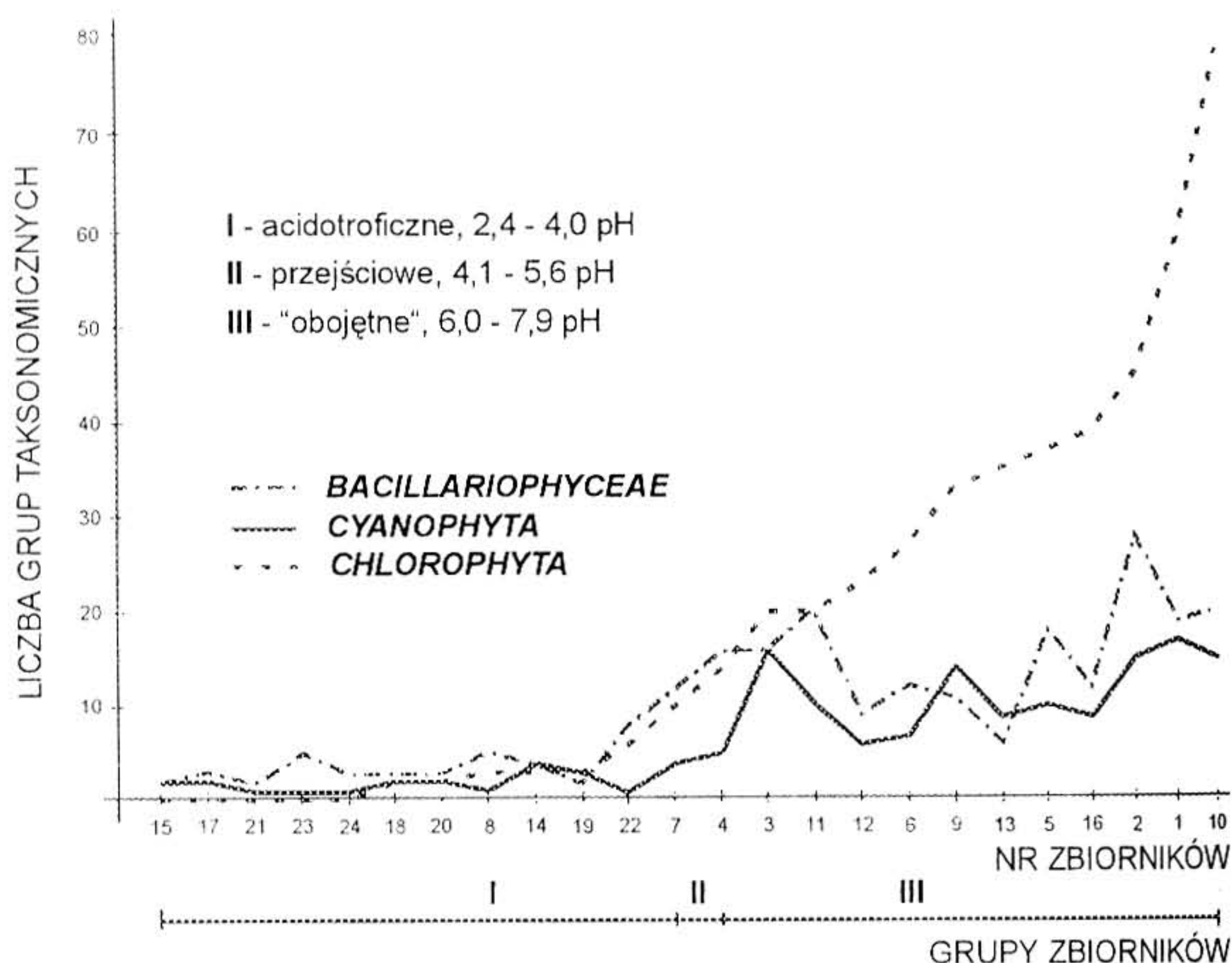
Grupa "obojętna" (III)

Zakres zmian potencjału redoks w profilu pionowym tej grupy zbiorników był zróżnicowany i mieścił się w przedziale od 224 mV (zb. nr 3) do 633 mV (zb. nr 16). W trzech zbiornikach (nr 1-3) wartości tego wskaźnika stopniowo malały ze wzrostem głębokości, w kolejnych zbiornikach (nr 6, 9, 10) malały dopiero w warstwach głębszych oraz przy dnie (zb. nr 12 i 13). W pozostałych trzech zbiornikach potencjał redoks utrzymywał się w profilu pionowym na podobnym poziomie (zb. nr 13) lub w sposób różny (nietypowy).

3.2. Fitoplankton

Liczebność wybranych grup taksonomicznych fitoplanktonu w trzech wyróżnionych grupach zbiorników przedstawia ryc. 2.

Plankton roślinny, zasiedlający wody badanych zbiorników, składał się łącznie ze 188 gatunków reprezentowanych przez: grzyby (*Mycophyta*) - 2 gatunki, sinice (*Cyanophyta*) - 20 gatunków, złotowiciowce (*Chrysophyta*) - 12 gatunków, eugleniny (*Euglenophyta*) - 8 gatunków, okrzemki (*Bacillariophyceae*) - 41 gatunków, różnowiciowce (*Xanthophyceae*) - 1 gatunek, tobołki (*Pyrrophyta*)



Rysunek 2. Wpływ stopnia zakwaszenia wód na występowanie wybranych grup taksonomicznych fitoplanktonu

Grupa acidotroficzna (I)

W grupie zbiorników charakteryzujących się najniższym odczynem pH (2,1-4,0 pH) nie stwierdzono grzybów (*Mycophyta*). Pozostałe grupy systematyczne były reprezentowane przez 40 gatunków: *Chlorophyta* (12 gatunków), *Bacillariophyceae* (12 gatunków), *Cyanophyta* (7 gatunków), *Pyrrophyta* (5 gatunków), *Chrysophyta* i *Euglenophyta* (po 2 gatunki). Obecność prawie wszystkich wyróżnionych jednostek systematycznych stwierdzono tylko w zbiorniku nr 22. Najlichniesza grupa (*Chlorophyta*) wystąpiła w 6, *Pyrrophyta* w 8, *Chrysophyta* w 6, zaś *Xanthophyceae* tylko w jednym zbiorniku (zb. nr 22).

Za gatunki acidofilne, spotykane we wszystkich zbiornikach tej grupy należy uznać: *Eunotia exiqua* (*Bacillariophyceae*), *Lyngbia ochracea* (*Cyanophyta*) i *Euglena mutabilis* (*Euglenophyta*). Ten ostatni okazał się gatunkiem ubikwistycznym, wystąpił bowiem we wszystkich badanych akwenach.

Najlichniej reprezentowane były w zbiornikach acidotroficznych okrzemki. Niekiedy stanowiły one ponad 90% wszystkich stwierdzonych organizmów żywych.

Grupa przejściowa (II)

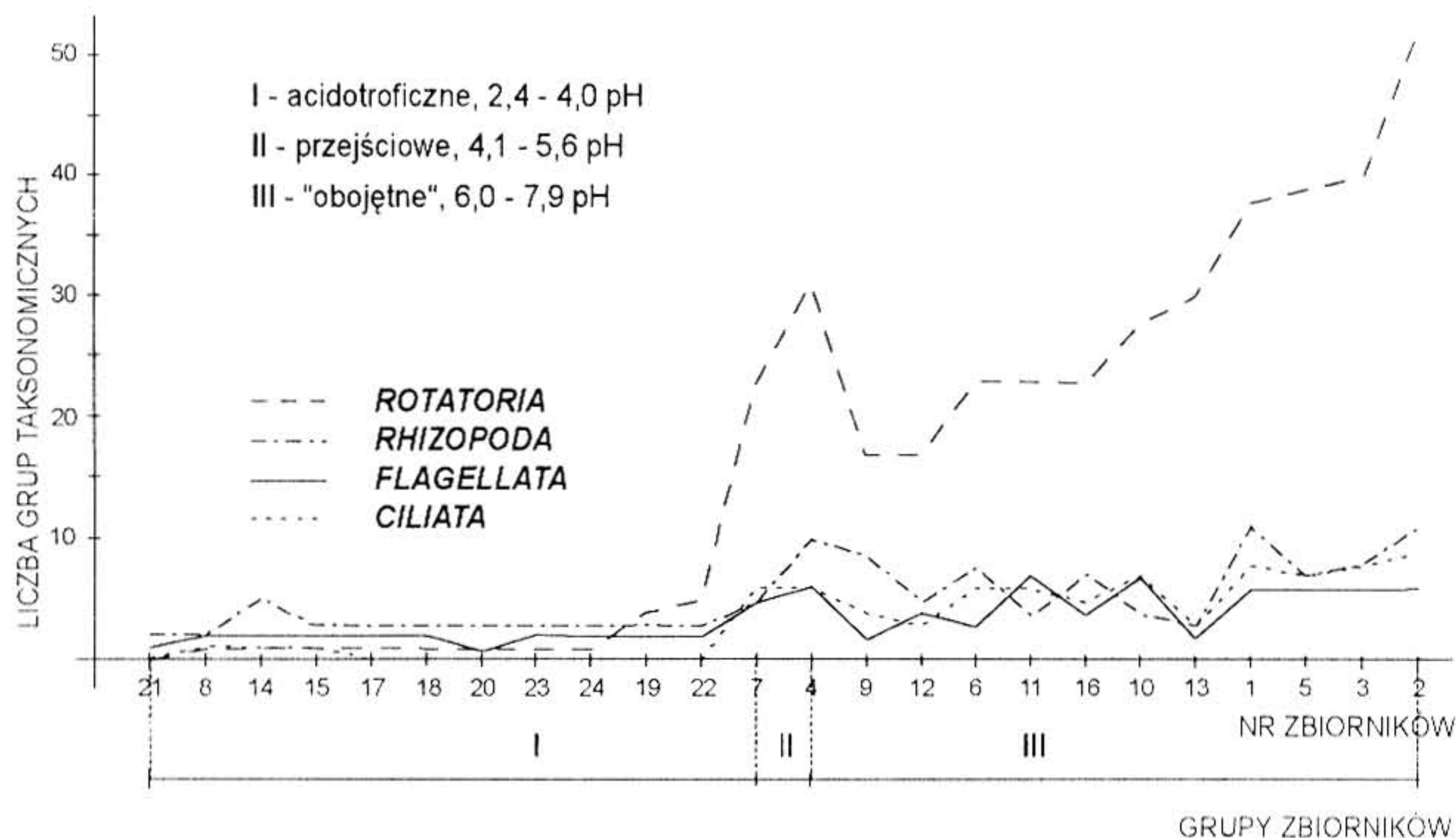
Fitoplankton zbiorników przejściowych (nr 4 i 7) był bogatszy o 24 gatunki w stosunku do zbiorników o wodach kwaśnych. Łączna liczba wynosząca 64 gatunki, reprezentowana była przez: *Chlorophyta* (20 gatunki), *Cyanophyta* (11 gatunków), *Bacillariophyceae* (17 gatunków), *Chrysophyta* (7 gatunków), *Euglenophyta* (4 gatunki), *Pyrrophyta* (2 gatunki), *Mycophyta* (2 gatunki) i *Xanthophyceae* (1 gatunek). W zbiornikach tej grupy, do której zaklasyfikowano tylko 2 akweny (nr 4 i 7), liczba gatunków fitoplanktonu wynosiła - 53 (zb. nr 4) i - 43 (zb. nr 7).

Grupa "obojętna" (III)

Liczba gatunków, zasiedlających wody grupy "obojętnej", wynosiła - 184. Udział gatunków w wyróżnionych jednostkach systematycznych przedstawiał się następująco: *Chlorophyta* (98 gatunków), *Bacillariophyceae* (37 gatunków), *Cyanophyta* (20 gatunków), *Chrysophyta* (12 gatunków), *Euglenophyta* (8 gatunków), *Pyrrophyta* (6 gatunków), *Mycophyta* (2 gatunki), *Xanthophyceae* (1 gatunek).

3.3. Zooplankton

Liczebność wybranych grup taksonomicznych zooplanktonu w trzech wyróżnionych grupach zbiorników przedstawia ryc. 3.



Rysunek 3. Wpływ stopnia zakwaszenia wód na występowanie wybranych grup taksonomicznych zooplanktonu

Plankton zwierzęcy, zasiedlający wody badanych zbiorników, składał się ze 119 gatunków reprezentowanych przez: wiciowce (*Flagellata*) - 7 gatunków, korzenionózki (*Rhizopoda*) - 13 gatunków, orzęski (*Ciliata*) - 12 gatunków, brzuchorzęski (*Gastrotricha*) - 1 gatunek, wrotki (*Rotatoria*) - 61 gatunków, wioślarki (*Cladocera*) - 11 gatunków, małżoraczki (*Ostracoda*) - 3 gatunki i widłonogi (*Copepoda*) - 11 gatunków.

Grupa acidotroficzna (I)

Łączna liczba gatunków, zasiedlających zbiorniki acidotroficzne wynosiła - 21. W tej grupie zbiorników *Copepoda* reprezentowane były przez 2 gatunki i wystąpiły tylko w jednym zbiorniku (nr 22). *Cladocera* reprezentowane przez 2 gatunki stwierdzono w dwóch zbiornikach (nr 17 i 22). Badane zbiorniki najliczniej zasiedlały *Rotatoria* (8 gatunków) i *Rhizopoda* (5 gatunków). *Arcella sp.*, *A. vulgaris* (z wyjątkiem zb. nr 8) i *Amoeba sp.* (z wyjątkiem zb. nr 21) reprezentujące *Rhizopoda* wystąpiły we wszystkich zbiornikach. *Flagellata* reprezentowane były przez dwa gatunki: *Bodo sp.*, który występował we wszystkich badanych zbiornikach, oraz *Oicomonas sp.*, również we wszystkich zbiornikach z wyjątkiem zb. nr 20 i 21. *Ciliata* reprezentowały dwa gatunki, pojawiły się one w trzech zbiornikach (nr 8, 14 i 15).

Grupa przejściowa (II)

Grupę zbiorników przejściowych zasiedlały - 72 gatunki. Najliczniej reprezentowane były one przez: *Rotatoria* (35 gatunków), następnie *Rhizopoda* (10 gatunków), *Flagellata*, *Ciliata* i *Copepoda* po - 7 gatunków, *Ostracoda* - 2 gatunki, *Cladocera* - 3 gatunki i *Gastrotricha* - 1 gatunek.

Grupa "obojętna" (III)

Łączna liczba gatunków, zasiedlających wody zbiorników grupy "obojętnej", wynosiła 119. Najliczniej wystąpiły *Rotatoria* (61 gatunków). Do jednostek systematycznych, reprezentowanych przez mniejszą liczbę gatunków należały: *Rhizopoda* (13 gatunków), *Ciliata* (12 gatunków), *Cladocera* i *Copepoda* (po 11 gatunków), *Flagellata* (7 gatunków), *Ostracoda* (3 gatunki), *Gastrotricha* (1 gatunek). Wspomniane już wyżej gatunki: *Bodo sp.* i *Oicomonas sp.* (*Rhizopoda*) stwierdzono we wszystkich zbiornikach tej grupy.

3.4. Organizmy bentosowe i strefy litoralnej

Rośliny (makrohydrofity)

Dno i brzegi niektórych z badanych zbiorników pojezierza porastały mchy (*Musci*) i rośliny naczyniowe (*Macrophyta*). Mchy reprezentował jeden gatunek - *Drepanocladus fluitans*, który pojawił się w sześciu zbiornikach (nr 1-6). *Macrophyta* reprezentowane były łącznie przez - 31 gatunków. Do najbardziej rozpowszechnionych, występujących we wszystkich zbiornikach grupy "obojętnej" należały: trzcina pospolita (*Phragmites communis*), palka wąskolistna (*Typha angustifolia*), palka szerokolistna (*T. latifolia*), skrzyp błotny (*Equisetum limosum*) i rdestnica pływająca (*Potamogeton natans*).

Obecność roślin wyższych w zbiornikach acidotroficznym należała do rzadkości, ich występowanie stwierdzono w 5 zbiornikach (nr 14, 15, 17, 20, 22). Liczba gatunków reprezentująca rośliny naczyniowe w zbiornikach acidotroficznym wynosiła - 5, przejściowych - 13 i "obojętnych" - 30. W grupie zbiorników "obojętnych" nie stwierdzono występowania situ drobnego (*Juncus bulbosus*), charakterystycznego gatunku dla zbiorowisk wód kwaśnych.

Zwierzęta

W badanych akwenach stwierdzono obecność - 77 gatunków zwierząt, reprezentujących: pajęczaki (*Arachnoidea*), owady (*Insecta*); siatkoskrzydłe (*Neuroptera*), jętki (*Ephemeroptera*), ważki (*Odonata*), pluskwiaki różnoskrzydłe (*Heteroptera*), chrząszcze (*Coleoptera*), chruściki (*Trichoptera*) i muchówki (*Diptera*).

Spośród 8 wyżej wyróżnionych grup bezkręgowców, najliczniej reprezentowane były chrząszcze (*Coleoptera*) - 25 gatunków, pluskwiaki różnoskrzydłe (*Heteroptera*) - 12 gatunków oraz ważki (*Odonata*) i muchówki (*Diptera*) - po 9 gatunków. Do mniej licznych należały: jętki (*Ephemeroptera*) - 2 gatunki i siatkoskrzydłe (*Neuroptera*) oraz pajęczaki (*Arachnoidea*) - po 1 gatunku.

Oprócz tego stwierdzono 14 gatunków płazów (*Amphibia*).

Grupa acidotroficzna (I)

W wodach zbiorników acidotroficznym stwierdzono owady reprezentujące: *Heteroptera*, *Odonata*, *Coleoptera* i *Diptera*. Najbardziej typowym gatunkiem dla tej grupy zbiorników była muchówka *Chironomus plumosus* oraz przedstawiciel siatkoskrzydłych - *Sialis sp.* (dwa ostatnie występują we wszystkich badanych zbiornikach). Powszechnie, z wyjątkiem zb. nr 21 stwierdzano obecność przedstawicieli *Heteroptera*, których liczebność bywała niekiedy bardzo duża. W zbiornikach tej grupy nie wystąpiły gatunki reprezentujące *Ephemeroptera* i *Arachnoidea*.

Grupa przejściowa (II)

W zbiornikach przejściowych stwierdzono obecność 49 gatunków owadów reprezentowanych przez: *Coleoptera* - 20 gatunków, *Heteroptera* - 10 gatunków, *Odonata* - 8 gatunków, *Trichoptera* i *Diptera* po 4 gatunki, *Ephemeroptera* - 2 gatunki i *Neuroptera* - 1 gatunek. Dwa zbiorniki, zaklasyfikowane do grupy przejściowej różniły się dość znacznie co do ilości zasiedlających je gatunków owadów: zb. nr 4 - 45 gatunków, zb. nr 7 - 36 gatunków.

Grupa "obojętna" (III)

W zbiornikach "obojętnych" wystąpiły wszystkie gatunki zwierząt, które napotkano podczas kilkakrotnej penetracji badanych zbiorników. Owady w liczbie 62 gatunków były reprezentowane przez: *Coleoptera* (25 gatunków), *Heteroptera* (12 gatunków), *Odonata* i *Diptera* (po 9 gatunków), *Trichoptera* (4 gatunki), *Ephemeroptera* (2 gatunki) oraz *Neuroptera* (1 gatunek). Spośród pajęczaków stwierdzono również 1 gatunek.

4. Dyskusja

Geneza i rozwój zbiorników "pojezierza antropogenicznego" odbywały się w szczególnych warunkach, każdy z nich w początkowym okresie rozwoju ontogenicznego przechodził etap zakwaszenia, powstawał jako zbiornik acidotroficzny, którego odczyn wahał się około 3,0 pH.

W zależności od powstania (typ wyrobiskowy i zapadliskowy) morfometrii misy i jej głębokości, otoczenia (lasy, hałdy) rodzaju wód, wypełniających misę (podziemne, powierzchniowe), zasobności tych wód w sole pokarmowe (fosfor, azot), wapń i magnez oraz dopływu pirytu, zbiorniki ulegały stopniowym przemianom chemicznym i biologicznym, prowadzącym do zobojętniania ich wód.

Na 24 zbiorniki, które objęto badaniami, w zależności od odczynu i potencjału redoks wody, wyróżniono trzy grupy: acidotroficzną (2,4-4,0 pH), przejściową (4,18-5,6) i "obojętną" (6,0-7,9 pH). W grupie przejściowej znalazły się tylko dwa zbiorniki (nr 4 i 7), jest to zatem najmniej liczna grupa, co wskazując na krótki okres trwania tego stanu i tym samym "skokowego" przechodzenia ich do grupy zbiorników o wodach obojętnych.

Należy przypuszczać, że intensywny rozwój zbiorników "pojezierza", charakteryzujący się wzrostem biomasy planktonu, zaczynał się od ustabilizowania odczynu ich wód na poziomie zbliżonym do obojętnego.

W ciągu około 100 lat, wody połowy zbiorników "pojezierza" uległy przekształceniu z silnie kwaśnych w obojętne (naturalne). A zatem w ciągu stosunkowo krótkiego czasu w rozwoju zbiorników zaszły istotne zmiany, co potwier-

dzili wyniki badań fizyczno-chemicznych i biologicznych ich wód. Podkreślić tutaj należy, wiek zbiorników "pojezierza", który waha się obecnie od 25 do powyżej 100 lat.

Powyższe stwierdzenie znalazło swój wyraz we wskaźnikach określających produktywność wód badanych zbiorników oraz jakościowym i ilościowym składzie biocenozy (tabela 2).

Tabela 2. Zakresy zmian wskaźników fizyko-chemicznych i biocenotycznych (sierpień 1993-czerwiec 1994 r.)

A. Wskaźniki określające produktywność					
Typ	Zbiorniki (grupa)	Przezroczystość m	Produkcja pierwotna mg/dm ³ ·d	Chlorofil mgC/dm ³	Węgiel organiczny mgC/dm ³
Oligotroficzny	acidotroficzne (I)	3,0-6,7	0,1-0,7 (0,1-1,6)	0,04-12,30 (0,02-12,9)	1,07-18,18
Eutroficzny	przejęciowe (II)	1,2-1,4	0,1-1,3 (1,2-2,3)	2,7-13,5 (1,6-16,1)	1,85-8,33
	"obojętne" (III)	0,6-2,1	0,1-4,8 (5,6)	0,2-49,4 (36,9)	5,47
18,36					
Typ	Zbiorniki (grupa)	Liczba gatunków		szt.	
Oligotroficzny	acidotroficzne (I)	Fitoplankton	Zooplankton	Litoral + Bental	
				Rosliny	Zwierzęta
		4-21	3-13	1272-14453	115-2295
Eutroficzny	przejęciowe (II)	43-53	50-67	8813-17602	12124-39624
	"obojętne" (III)	54-137	37-95	13506-33582	17645-54111

Mimo ogromnej złożoności genezy i dalszych losów zbiorników "pojezierza", kierunek ich rozwoju prowadzi od oligotrofii (acidotrofii) do eutrofii.

Większość akwenów "pojezierza" to zbiorniki płytkie, które tracąc z upływem lat cechy wód kwaśnych, już ze względu na głębokość zostały niejako skazane na przynależność do typu eutroficznego. Ze względu na małą głębokość, pojawienie się wyższej roślinności naczyniowej na znacznych powierzchniach badanych zbiorników, zaliczono je za Stangenbergiem (1936) do podtypu stawowego.

W wodach acidotroficznych za pionierskie organizmy uważa się bakterie z rodzaju *Thiobacillus*, zaś gatunkiem uznanym jako pierwszy jest *Thiobacillus ferrooxidans* (Jędrzak 1992). Dopiero w następnej kolejności pojawiały się typowe acidobionty i acidofile (Berg, Petersen - 1958, Popova - 1966, Langworthy - 1978), do których zaliczają się *Eunotia exigua* oraz *Euglena mutabilis*. Oba gatunki zostały również stwierdzone w akwenach "pojezierza". *E. mutabilis* stwierdzono we wszystkich badanych zbiornikach, gdzie tworzy ona łatwo widoczne darnie. Przy odczynie zbliżonym do obojętnego jej liczebność nie przekraczała 2-4% wszystkich stwierdzonych organizmów (zb. nr. 1-3, 6, 9, 10, 12), zaś przy odczynie 2,41-3,89 pH (zb. nr 8, 14, 15, 17, 18-24) stanowiła nawet

90-100% wszystkich organizmów spośród *Euglenophyta*. Wraz z towarzyszącym gatunkiem - *E. exiqua* stały się dominantami, zasiedlającymi najbardziej "nieдоступne" zbiorniki acidotroficzne i decydującymi zarazem o produktywności zbiornika oraz jego możliwościach rozwojowych. Wspomniany wyżej przedstawiciel okrzemek (*Bacillariophyceae*) - *Eunotia exiqua*, do niedawna uważany za niemalże kosmopolityczny i słodkowodny gatunek, jest spotykany głównie w zatorfionych wodach oraz na wilgotnych mchach (Siemińska - 1964). Jego występowanie w jeziorkach torfowcowych tzw. "sucharach" w okolicach Wigier nie zostało potwierdzone przez Ryppową (1927). Dzisiaj uważa się iż faktycznie jest to bardzo pospolity gatunek, znacznie zwiększający swą liczebność w wodach, podlegających antropogenicznemu przekształcaniu, zwłaszcza w zbiornikach, w których duży wpływ na zakwaszenie wód powierzchniowych mają "kwaśne deszcze" (Eloranta 1988). Badania fińskich jezior, ulegających stopniowemu zakwaszeniu, wykazały, że *E. exiqua* zasiedla zbiorniki o odczynie 4,5-7,2 pH, i maksymalnie stanowiła 4,5% ogólnej liczby występujących okrzemek. Badania własne wykazały występowanie tego gatunku w 15 zbiornikach (na 24), w których odczyn wahał się od 2,4 do 6,6 pH. Potwierdziły one wyniki badań Matejczuka (1989, 1992), który stwierdził obecność *E. exiqua* w wodach o odczynie od 2,7 pH do 6,4 pH. O ile w zbiornikach o wyższych wartościach odczynu wody, okrzemka ta nie jest gatunkiem dominującym, (liczebność w 4,5-5,9 pH wynosiła 2,5-8,8%; zaś w 6,0 pH - poniżej 4,2%), o tyle w wodach o niższym odczynie (poniżej 4,5 pH) jej liczebność wzrastała i wynosiła 76-99,7% (Matejczuk 1992). Badania własne wykazały, że w wodach zbiornika nr 21 o najniższym odczynie (2,4 pH) gatunkiem dominującym była również okrzemka *E. exiqua*, stanowiąca niemalże 100% składu gatunkowego i ilościowego organizmów. Yoshimura (1933) stwierdził występowanie okrzemki z rodzaju *Eunotia* w środowisku bardziej kwaśnym (1,4 pH). Należy tu podkreślić, że tak silne zakwaszenie wody może być dla *E. exiqua* środowiskiem zbliżonym do krytycznego. Duży procent pancerzyków *E. exiqua* pobranych ze zbiornika nr 21, wykazywał mniejsze lub znaczne deformacje, co wskazywałoby na trudne warunki życia. Matejczuk (1992) za optymalny odczyn wody dla życia *E. exiqua* uznał 3,1 pH. Okrzemce *E. exiqua* często towarzyszy *Eunotia tenella*, którą również można uznać za wskaźnik wód kwaśnych. Kolejnym, zasługującym na uwagę gatunkiem, powszechnie występującym w zbiornikach "pojezierza" jest sinica *Lyngbia ochracea*, tworząca w wypływających się i szybko nagrzewających wodach zbiorników kwaśnych widoczne gołym okiem skupiska. Jej występowanie stwierdzono w 15 zbiornikach.

W wodach zbiorników kwaśnych i ich pobrzeży z reguły nie występuje pas amfifitów, natomiast inne zespoły roślinne reprezentowane są przez nieliczne gatunki, należące przede wszystkim do helofitów. W grupie zbiorników acidotro-

ficznych stwierdzono obecność 5 gatunków, w zb. przejściowych - 13 gatunków i w zb. "obojętnych" - 30 gatunków roślin naczyniowych. W zbiornikach ostatnich dwóch grup, makrofity tworzą typowe zespoły fitosocjologiczne. W wyniku zaawansowanej eutrofii zb. nr 1-3, ilość osadów dennych jest większa od poziomu lawicy przybrzeżnej (brak tu stoku). Dzięki słabym ruchom wody i dużej ilości osadów bardzo dobrze wykształcił się fitolitoral typu stawowego. Prawie wszystkie pasy ekologiczne flory naczyniowej były dobrze rozwinięte.

"Pionierskimi" roślinami naczyniowymi, występującymi bezpośrednio w obrębie strefy brzegowej kwaśnych i częściowo zasolonych zbiorników są: polimorficzny sit drobny (*Juncus bulbosus*) - zbiorniki nr 20, 22, porastający dużymi połaciami wypływające się fragmenty zbiorników (aż do 5 metrów głębokości), oraz trzcina pospolita (*Phragmites communis*), której gęste zbiorowiska porastały nadbrzeża zbiornika nr 15. W przypadku tego właśnie zbiornika (nr 15), to właśnie trzcina pospolita była jedyną spotykaną rośliną naczyniową, brakowało natomiast całkowicie situ drobnego. Matejczuk (1992) uważa, że za gatunek "pionierski" można uznać również torfowiec *Sphagnum sp.*, zaś Heym (1971) podaje, że może to być np. *Sphagnum cuspidatum*. Pietsch (1965) najważniejszą rolę w szybkości zasiedlania kwaśnych zbiorników, przypisuje sitowi drobnemu. Dzięki małym wymaganiom i możliwości tworzenia różnych form ekologicznych - podgatunków: podwodnej - *J. b. submersus*, wynurzonej - *J. b. fluitans* i naziemnej - *J. b. terrestris*, stwarza on możliwość szybszego osiedlania się innych zespołów roślinnych i zwierzęcych. W zależności od głębokości wody *J. bulbosus* tworzy podwodne lany, sięgające nawet do 30 m w głąb zbiornika (Pietsch, 1965). Pozostałe gatunki wg Pietsch'a (1965), w początkowej fazie zasiedlania przez makrohydrofity nie stanowią większego udziału niż 1%. W początkowej fazie zasiedlania, z reguły, skupienia makrofitów występują w postaci płatów jednogatunkowych, brak jest natomiast asocjacji różnogatunkowych, typowych dla zbiorników strefy umiarkowanej, czy jeśli weźmie się "pojezierze" - zbiorników starych. W biocenozach zbiorników przejściowych i "obojętnych" rozwijają się różnorodne formacje ekologiczne, zarówno amfifity, helofity, elodeidy, nimfeidy jak i isoteidy. Sezonowość ich występowania jest również typowa dla warunków nizinnych Europy Środkowej (Bernatowicz, Wolny 1974).

W dalszej odległości od brzegu na obumarłych szczątkach situ drobnego wyrastały: *Juncus effusus* i inne. Żadne fitocenozy wodne nie rozwinęły się w zb.: nr 8, 18, 19, 21, 23, 24.

W badanych zbiornikach i ich najbliższym otoczeniu (z wyjątkiem wód acidotroficznymi) obserwowano duże zróżnicowanie zespołów roślin naczyniowych. W bezpośrednim otoczeniu zbiorników, na hałdach i brzegach, roślinami pionierskimi są zazwyczaj brzoza (*Betula pendula*), sosna (*Pinus silvestris*), robinia (*Robinia pseudoacacia*) oraz różne gatunki topól (*Populus sp.*) i olch (*Alnus*

sp.). Pietsch (1965) podaje, że oprócz drzew, jako jedne z pierwszych na haldach pojawiają się: rośliny jedno- i dwuliścienne (76 gatunków), mchy (9 gatunków), grzyby kapeluszowe (3 gatunki) oraz glony. Przynajmniej 10% gatunków to rośliny jednoroczne. Te zespoły roślinne jako pierwsze zaczynają wpływać na wygląd linii brzegowej, osłaniają taflę zbiorników wodnych przed wiatrem. Jednak ich wpływu nie należy przeceniać, gdyż nie jest on decydujący, biorąc pod uwagę obsadę gatunkową innych roślin, o wiele bardziej wrażliwych np. na odczyn podłoża.

W wodach badanych zbiorników stwierdzono występowanie - 77 gatunków bezkręgowców, reprezentowanych przez następujące grupy: pajęczaki (*Arachnoidea*) - 1 gatunek, siatkoskrzydłe (*Neuroptera*) - 1 gatunek, jętki (*Ephemeroptera*) - 2 gatunki, ważki (*Odonata*) - 9 gatunków, pluskwiaki różnoskrzydłe (*Heteroptera*) - 12 gatunków, chrząszcze (*Coleoptera*) - 25 gatunków, chruściki (*Trichoptera*) - 4 gatunki, muchówki (*Diptera*) - 9 gatunków, płazy (*Amphibia*) - 14 gatunków. Ryby (*Pisces*) nie były oznaczane.

Większość przedstawicieli ww. grup zwierząt, a zwłaszcza te, które występowały w większej liczbie badanych zbiorników, odznaczają się znaczną eurytopowością i ich obecność przypada na różne zespoły ekologiczne. Niektóre z nich to pospolite w Polsce gatunki, natomiast w badanych zbiornikach należały do rzadkich.

Pierwszymi organizmami zwierzęcymi, które pojawiały się w toni wodnej zbiorników kwaśnych to: pierwotniaki (orzęski i bezbarwne wiciowce) oraz eurytopowe bezkręgowce: *Sialis sp.* (*Neuroptera*) i *Chironomus plumosus* (*Diptera*). Jako następne pojawiały się niektóre gatunki pluskwiaków różnoskrzydłych, larwy ważek i chrząszcze wodne. W wodach zbiorników acidotroficznych stwierdzono - 23, w zbiornikach przejściowych - 48, a w "obojętnych" - 63 gatunki stawonogów. Tylko 2 z nich (*Sialis sp.* i *Chironomus plumosus*) zasiedlały wody wszystkich badanych zbiorników, będąc zarazem jedynymi z najliczniej występujących gatunków, większości zbiorników acidotroficznych. Zasiedlały one wszystkie nisze ekologiczne zbiorników, szczególnie miejsca porośnięte przez roślinność wyższą, oraz wypływające i nagrzewające się zatoczki. W zbiorniku nr 21, gdzie brak jest zbiorowisk roślin wyższych, w największych ilościach spotykano je pod kamieniami i innymi zanurzonymi przedmiotami, w zachodniej części akwenu. Oprócz tego prawie we wszystkich zbiornikach (z wyjątkiem nr 21) spotykano przedstawicieli pluskwiaków różnoskrzydłych (*Heteroptera*, *Corixidae*). Interesującym jest fakt, że pierwszymi przedstawicielami organizmów wyższych (w tym przypadku stawonogów) były (obok dwóch wyżej opisanych) przede wszystkim właśnie wodne pluskwiaki różnoskrzydłe, występujące w kwaśnych wodach, niekiedy w ogromnych ilościach, wykazując jedną z największych walencji ekologicznych.

Najmniejszą ilość gatunków organizmów (3) stwierdzono w wodach zb. nr 21, który z powodu braku nawet częściowo wykształconej strefy litoralnej od 25 lat pozostaje najmniej "dostępnym" zbiornikiem, zarówno dla organizmów niższych jak i wyższych.

Wrotki (*Rotatoria*) określane są niekiedy jako organizmy, świadczące o dużej tolerancji względem warunków środowiskowych, innym razem jako dobre wskaźniki trofii wód i warunków środowiskowych. W wodach badanego obszaru liczba stwierdzonych gatunków wrotków wynosiła - 61. W obrębie zbiorników obojętnych ich ilość wahała się od - 17 (zb. nr 9 i 12) do - 52 (zb. nr 2), zbiornikach przejściowych od - 23 (zb. nr 7) do - 31 (zb. nr 4), zaś w zbiornikach acidotroficznym od - 0 (zb. nr 21) do - 5 (zb. nr 22). Niewielka ilość gatunków wrotków pelagicznych (uważanych za dobre bioindykatory), stwierdzonych w zbiornikach kwaśnych, wskazuje na wyjątkowo trudne warunki do ich egzystencji. Wyniki badań własnych (niektórych akwenów) przyrównać można do tych jakie uzyskano na podstawie obserwacji nielicznych, lekko kwaśnych i obojętnych (odczyn 6,5-7,2 pH) akwenów Górnego Śląska, powstałych również w wyniku działalności górniczej (Bieleńska-Grąjner 1987). Tam jednak nie występują akweny o tak specyficznych właściwościach fizyczno-chemicznych wód, jakimi są zbiorniki opisywanego regionu.

Wrotkami o dużym znaczeniu ekologicznym "pojezierza" są: *Keratella cochlearis*, *K. irregularis*, *K. serrulata*, *Rotaria rotatoria*, *Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, występujące w większości badanych zbiorników. Zagęszczenie wrotków było największe w zbiornikach nr: 2, 6, 7, 9-12 i 16. Spośród stwierdzonych 2 taksonów wrotków, wystąpiły one po jednym gatunku w 2 zbiornikach (*Gastropus stylifer* - zb. nr 2, *Testudinella sp.* - zb. nr 5).

Zwraca uwagę duże zróżnicowanie składu gatunkowego drobnych bezkręgowców w obrębie zbiorników kwaśnych: zb. nr 14 i 22 - 15 gatunków, nr 17 - 5 gatunków, nr 21 - 3 gatunki. Na powyższe zróżnicowanie miała zapewne wpływ powoli rozrastająca się w wypływających, osłoniętych od wiatru zatoczkach (np. zb. nr 20 i 22) roślinność naczyniowa (jedno- i kilkogatunkowa), w obrębie której liczne owady znajdowały zarówno doskonałe miejsca do odżywiania się, jak również kryjówki.

Niewątpliwie na występowanie różnogatunkowych, roślinnych jak i zwierzęcych zespołów miały wpływ fizyczno-chemiczne właściwości środowiska wodnego. W przypadku zbiorników poeksploatacyjnych takim "stresiem środowiskowym", decydującym o bogactwie (ubóstwie) życia biologicznego był niski odczyn wody i duża zawartość żelaza (Riley 1960, Parsons 1964, Matejczuk 1982, Puchalski 1985).

W zjawisku acidotrofii, zwraca uwagę, to że oprócz właściwości chemicznych wody dużą rolę w pojawianiu się nowych gatunków roślin i zwierząt, nie-

kiedy w ekstremalnych (w przypadku wód kwaśnych) warunkach do życia, odgrywa strefowe różnicowanie warunków siedliskowych. Generalnie, zbiorniki płytkie, otoczone lasami, posiadające osłonięte od wiatru zatoki, bądź małe, wypływające się lachy (zb. nr 15, 20, 23), szybciej ulegają zasiedleniu przez makrohydrofity i żyjące w ich najbliższym otoczeniu fitoplankton, zooplankton oraz niektóre stawonogi. Zbiorniki o ostro opadających i często "ruchomych" brzegach, dają niewspółmiernie mniejsze szanse roślinom pionierskim na trwałe zasiedlenie się. Przykładem takich zbiorników o wyżej opisanego budowy linii brzegowej są zbiorniki: nr 8, 17, 21 i 22. W przypadku takiej morfologii linii brzegowej, w połączeniu z niekorzystnymi warunkami geomorfologicznymi, zasiedlanie nawet przez liczne gatunki może być wydłużone w czasie i wówczas procesy starzenia się zbiorników są słabo zauważalne. Przykładem opisanego zjawiska są zbiorniki: nr 8, 17 i 21. Matejczuk (1986), w przypadku niektórych acidotroficznych (siarczanowo-wapniowych) zbiorników również nie stwierdził zmian sukcesyjnych.

5. Literatura

1. Berg K., Petersen C. 1958: Studies on the humid Acid Lake Gribs. *Folia Limnologica Scandinavica* No 8.
2. Bernatowicz S., Wolny P. 1974: Botanika dla limnologów i rybaków, PWRiL Warszawa.
3. Bielańska-Grajner I. 1987: Porównanie zgrupowań wrotków (Rotatoria) w różnych typach zbiorników Górnego Śląska. *Prz. Zool.* XXXI, 1: 37-47.
4. Casper S. J., Krausch H. D. 1980: Pteridiophyta und Anthophyta. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, B. 23. VEB. Jena.
5. Chinery M. 1986: Pareys Buch der Insekten. Hamburg und Berlin.
6. Fitter R., Fitter A., Blamey M. 1974: Pareys Blumenbuch. Verl. Paul Parey. Hamburg-Berlin.
7. Garcke A. 1972: Illustrierte Flora. Deutschland und angrenzende Gebiete. Verl. Paul Parey. Berlin und Hamburg.
8. Galewski K. 1976: Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XIX, chrząszcze - Coleoptera, zeszyt 5-6: flisakowate (Haliplidae, Hygrobiidae). Warszawa, PWN.
9. Galewski K., Tranda E. 1978: Chrząszcze (Coleoptera): Fauna słodkowodna Polski, z. 10., Warszawa-Poznań, PWN.
10. Gessner F. 1955: Hydrobotanik. Berlin.
11. Hermanowicz W. i inni 1976: Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. W-wa, Arkady.

12. Heym W. D. 1971: Die Vegetationsverhältnisse älterer Bergbau - Restgewässer im westlichen Muskauer Faltenbogen. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz. Bd. 46, Nr. 7; VII/1 - VII/40.
13. Jaczewski T., Wróblewski A. 1978: Klucze do oznaczania owadów Polski. Pluskwiaki różnoskrzydłe - Heteroptera. Część VIII, zeszyt 2. Warszawa - Wrocław, PWN.
14. Jędrzak A. 1992: Skład chemiczny wód pojezierza antropogenicznego w Łuku Mużakowskim. Wyd. WSI, Zielona Góra.
15. Kahl A. 1931: Urtiere oder Protozoa. Holotricha, Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). Die Tierwelt Deutschland 21 Teil. Jena. Verlag G. Fischer.
16. Kahl A. 1932: Urtiere oder Protozoa. Spirotricha. Die Tierwelt Deutschland, 25 Teil. Jena. Verlag G. Fischer.
17. Kahl A. 1935: Urtiere oder Protozoa. Peritricha, Chonotricha. Die Tierwelt Deutschland, 30 Teil. Jena. Verlag G. Fischer.
18. Kasprzak K. 1981: Skąposzczety wodne I. (Klucze do oznaczania bezkręgowców Polski). T. 4, W-wa, PWN.
19. Koste W. 1978: Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, Monogononta, I.
20. Kozacki L. 1976: Jeziora antropogeniczne, ich znaczenie w środowisku geograficznym i możliwości zagospodarowania. W: Jeziora Ziemi Lubuskiej ich wykorzystanie iochrona przed zanieczyszczeniami - Symp. Nauk., Łagów 18-19. 05. 1976. Zielona Góra, Wyd., TNOiK.
21. Kutikova L. A. 1970: Kolovratki fauny SSSR. Izd. Nauka, Leningrad.
22. Langworthy T. 1978: Microbial life in extreme pH values. W: Microbial life in extreme environments. London Academic Press.
23. Manujłowa J. F. 1964: Wietwistousyje raczki fauny SSSR, Leningrad Izd. Nauka.
24. Matejczuk W. 1986: Charakterystyka ekologiczna zbiorników wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych węgla brunatnego. Wrocław.
25. Matejczuk W. 1989: Plankton poeksploatacyjnych zbiorników wodnych z rejonu Trzebiela. Przyroda Środkowego Nadodrza, 93-118. Zielona Góra, WSP.
26. Matejczuk W. 1992: Eunotia Exigua (Breb.) Rabh. Jako organizm wskaźnikowy acydotrofii jezior burowęglowych. Przyroda Środkowego Nadodrza. WSP, Zielona Góra, z. 2, str. 7-18.
27. Najbar B. 1996: Biologiczne i chemiczne wskaźniki stopnia zeutrofizowania wód zbiorników powstałych po eksploatacji węgla brunatnego w okolicach Łęknicy, Trzebiela i Tuplic. Rozprawa doktorska, Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska (maszynopis).

28. Oberdorfer E. 1970: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und angrenzenden Gebiete. 3 Auflage. Stuttgart.
29. Parsons J. D. 1964: Comparative limnology of strip-mine lakes. Verh. int. Verein. Limnol. 15; 292-298.
30. Pesta O. 1928: Krebstiere oder Crustacea. Calanoida, Cyclopoida. Die Tierwelt Deutschland und der angrenzenden Meeresteile, 9 Teil. Jena Verlag G. Fischer.
31. Piechocki A. 1979: Mięczaki (Mollusca). Fauna słodkowodna Polski z.7. Warszawa - Poznań PWN.
32. Pietsch W. 1965: Die Erstbesiedlungs - Vegetation eines Tagebau - Sees, Synökologische Untersuchungen im Lausitzer Braunkohlen - Revier. Limnologica (Berlin) 3, 2, 177-222.
33. Puchalski W. 1985: Poeksploatacyjne zbiorniki wodne - wstęp do charakterystyki ekologicznej. Wiadomości ekologiczne. T. XXXI. Z. 1; s. 3-24.
34. Popova T. G. 1966: Jewglenowyje wodorosli (Flora sporowych rastienij SSSR) Moskwa - Leningrad. Izd. Nauka.
35. Riley C. V. 1960: The ecology of water areas associated with coal strip-mined lands in Ohio. Ohio J. Sci. 60; 106-121.
36. Rybak J. I. 1994: Przegląd słodkowodnych zwierząt bezkręgowych; Aschelminthes, Rotatoria. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
37. Ryppowa H. 1927: Glony jezior torfowcowych tzw. "sucharów" w okolicach Wigier. 2, 1-36.
38. Romaniszyn W. 1958: Klucze do oznaczania owadów Polski. Cz. XXVIII Muchówki - Diptera, zeszyt 14a: Ochotkowate - Tendipedidae W-wa. PWN.
39. Ruttner-Kolisko A. 1974: Plankton Rotifers. Biology and taxonomy - Die Biennengewässer, 26 suppl.
40. Ruzicka J. 1977: Die Desmidiaceen Mitteleuropas. Bd. 1. Verlag Stuttgart.
41. Schmeil O., Fitschen J. 1973: Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. 85 Aufl. Heidelberg.
42. Siemińska J. 1964: Chrysophyta. Bacillariophyceae - Okrzemki (Flora słodkowodna Polski Tom 2) Warszawa, PWN.
43. Solski A., Jędrzak A., Matejczuk W. 1988: Skład chemiczny wód zbiorników "pojezierza antropogenicznego" w rejonie Tuplice-Lęknica. Zesz. Nauk. WSi. Zielona Góra, nr. 84. Inż. Środ. Nr.4, 65-92.
44. Starmach K. 1966: Cyanophyta - Sinice, Glaucophyta - glaukofity (Flora słodkowodna Polski, Tom 2) Warszawa, PWN.
45. Starmach K. 1968: Chrysophyta. Xanthophyceae - Różnowiciowce (Flora słodkowodna Polski. Tom 7) Warszawa - Kraków PWN.
46. Starmach K. 1972: Chlorophyta - Zielonice nitkowate (Flora słodkowodna Polski. Tom 10) Warszawa - Kraków.

47. Starmach K. 1974: Cryptophyceae - kryptofity, Dinophyceae - dinofity, Raphidophyceae - rafidofity (Flora słodkowodna Polski. Tom 4) Warszawa - Kraków, PWN.
48. Starmach K. 1980: Chrysophyta. Chrysophyceae - złotowiciowce oraz Zoo-flagellata wolnożyjące (Flora słodkowodna Polski. Tom 5) Warszawa - Kraków.
49. Stangenberg M. 1936: Szkic limnologiczny na tle stosunków hydrochemicznych jeziora suwalskiego. Inst. Bad. Leśn. Prace Ser. A., 19, 1-85.
50. Stresemann E. 1983: Exkursionsfauna. Bd 1-3. Berlin.
51. Szafer W. i inni 1967: Rośliny Polskie. Warszawa PWN.
52. Szafran B. 1963: Bryophyta I. Musci - Mchy. Flora słodkowodna Polski. 16, 1-220.
53. Sywula T. 1974: Małżoraczki (Ostracoda). Fauna słodkowodna Polski z. 24. Warszawa - Poznań PWN.
54. Tranda E. 1969: Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XIX. Chrząszcze - Coleoptera. Zeszyt 8, krętakowate - Gyrinidae. Warszawa PWN.
55. Tutin T. G. i inni 1964-1972: Flora Europaea. Bd. 1-3. Cambridge.
56. Urbański J. 1957: Krajowe ślimaki i małże - klucz do oznaczania wszystkich gatunków dotąd w Polsce wykrytych. Warszawa PZWS.
57. Voight M. 1957: Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Vol. 1-2, Berlin.
58. Yoshimura S. 1933: Kata-numa, a very strong acid-water lake on Volcano Katanuma, Miyagi Prefecture, Japan. Arch. Hydrob., 26, 197-202.

OSUSZANIE I ODGRZYBIANIE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH „METODĄ HYDROFOBOWĄ”

MARLENA PIONTEK*, ALEKSANDER DE'VILLE**

S t r e s z c z e n i e

Przedstawiono metodę osuszania i odgrzybiania obiektów budowlanych, która w ramach programu ECHO (European Community Humanitarian Office), pod nazwą „Basic rehabilitation of public service buildings and private houses damaged by the summer 1997 floods in the Polish regions of Wrocław, Opole and Wałbrzych”, uznana została przez Unię Europejską za najbardziej skuteczną w usuwaniu szkód powstałych w wyniku powodzi w Polsce.

1. Wstęp

Poważny problem stanowią obecnie stare budynki, których ściany wykazują nadmierne zawilgocenie, spowodowane najczęściej kapilarnym podciąganiem wody z gruntu. Ocenia się, że stan taki występuje w ponad 70% budynków, których wiek przekroczył 60 lat.

Prowadzone badania tych obiektów wykazały całkowity brak izolacji przeciwwilgociowych, ich uszkodzenie lub naturalne zużycie.

W wyniku powodzi, która nawiedziła w lipcu 1997 roku nasz kraj, problem zawilgocenia obiektów dotknął nie tylko starą przedwojenną substancję, lecz również budowle wzniesione w latach 70. i 80. [Piontek 1998a].

W czasie powodzi 1997 roku w 18 gminach woj. Zielonogórskiego, położonych nad Odrą i Bobrem, woda zalala 2.089 budynków mieszkalnych, co stanowiło przeszło 14% wszystkich budynków tam istniejących. Po powodzi 43 budynki, o 64 mieszkaniach, zostały zakwalifikowane do rozbiórki, 377 do natychmiastowego remontu, 1.480 do remontu późniejszego, a tylko 79 budynków nie wymagało napraw.

* Politechnika Zielonogórska, Instytut Inżynierii Środowiska

** „Izomur” Zakład Osuszania i Odgrzybiania Obiektów Budowlanych, Wrocław

Wg stanu na dzień 4.05.1998 (dane z Wydziału Architektury i Urbanistyki UW w Zielonej Górze) w gminie Nowa Sól ilość budynków przeznaczonych do rozbiórki wynosiła 11, remontu natychmiastowego wymagało 189, zaś remontu późniejszego 346.

Po ustąpieniu wód powodziowych Odry (wrzesień 1997), przeprowadzono analizę mikologiczną w zalanej przez letnią powódź miejscowości Stara Wieś k. Nowej Soli w woj. zielonogórskim, liczącą 41 budynków mieszkalnych. Dwa najstarsze przeznaczono do rozbiórki, pozostałe do remontu natychmiastowego. Prawie we wszystkich budynkach mieszkalnych i gospodarskich rozwinęły się sprężniaki z rzędu pleśniakowych (*Mucorales*): *Absidia*, *Mucor*, *Rhizopus* i *Thamnidium* – ogółem 10 gatunków, kropidlaki (*Aspergillus*) – 7 gatunków, pędzlaki (*Penicillium*) – 4 gatunki i sierpiki (*Fusarium*) – 4 gatunki. Tylko w siedmiu budynkach, znajdujących się na terenie zalanej przez powódź wsi, wyizolowano 47 gatunków pleśni, należących do 26 rodzajów [Piontek 1998a]. Powyższe wyniki świadczą o wyjątkowo dużym skażeniu budynków grzybami pleśniowymi w porównaniu z wynikami badań 80 zagrzybionych mieszkań, gdzie stwierdzono obecność 62 gatunków pleśni należących do 28 rodzajów [Piontek 1998b].

W zalanej wsi, w obiektach „nowych” pleśnie rozwinęły się punktowo na odparzonych tynkach lub licznie na nieusuniętym, utrzymującym wilgoć szlamie po powodziowym. W budynkach starszych ponad 70-letnich różne gatunki pleśni pokryły gęstym kożuchem wszystkie przegrody budowlane [Piontek 1998a].

Celem podjętych badań mikologicznych było ustalenie w obiektach mieszkalnych stopnia skażenia mikologicznego. Dawało to podstawę do określenia zakresu i sposobów przeprowadzenia remontów oraz dostarczenia powodzianom koniecznych ilości środków bioochronnych (preparatów grzybobójczych).

Starą Wieś zalala wysoka (3 m) fala powodziowa i utrzymywała się przez okres 3 tygodni. Ponieważ po opadnięciu wody budynki nie wysychały z powodu utrzymującego się wysokiego poziomu wód gruntowych zaproponowano wykorzystanie „metody hydrofobowej” do ich osuszenia i zastosowanie preparatu „Izomur”.

W związku z realizacją przez GTZ GmbH (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) w roku 1998, programu finansowanego przez Unię Europejską w ramach European Community Humanitarian Office (ECHO), pod nazwą „Basic rehabilitation of public service buildings and private houses damaged by the summer 1997 floods in the Polish regions of Wrocław, Opole and Wałbrzych”, do osuszenia domów i wykonania izolacji przeciwwilgociowej na terenach najbardziej dotkniętych powodzią wybrano, spośród innych metod, „metodę hydrofobową”, a jej wykonawcą został ZOIOB „IZOMUR” Wrocław.

2. Osuszanie i odgrzybianie obiektów budowlanych „metodą hydrofobową”

„Metoda hydrofobowa” nie należy do metod nowych. Została opracowana i wdrożona w 1985 roku przez inż. Aleksandra de' Ville. Początkowo nazwano ją „metodą elektrofobową”. Przeszkodą z wdrożeniem tej metody na szerszą skalę, był brak na naszym rynku preparatu izolacyjnego, który skutecznie wnikał by głęboko w zawiłgocone mury.

Wieloletnie badania prowadzone przez zespół fachowców pod kierunkiem inż. A. de'Ville, doprowadziły do opracowania i wdrożenia „metody hydrofobowej” w 1989 roku przez zastosowanie preparatu „IZOMUR”.

Liczne badania laboratoryjne i poligonowe wykazały, że preparat ten służy nie tylko jak w pierwotnej wersji zakładano do wykonywania przepon izolacyjnych, ale skutecznie zabezpiecza przed rozwojem grzybów domowych oraz pleśni¹.

Opracowanie sposobu wykonania izolacji pionowej bez odkrywania ścian, było rozwiązaniem nowoczesnym, skutecznym i wysoce ekonomicznym.

„Metoda hydrofobowa”, została wpisana do rejestru Jednostki Innowacyjno-Wdrożeniowej pod nr 1207/R-940/90 z dnia 07.06.1990 roku i otrzymała Świadectwo Instytutu Techniki Budowlanej nr 74/89.

Preparat „IZOMUR” to jeden z nielicznych produktów na naszym rynku, który oprócz atestu Państwowego Zakładu Higieny nr 224/B/91 posiada Aprobata Techniczną wydaną przez Instytut Techniki Budowlanej nr AT-15-2499/97.

„Metodę hydrofobową” charakteryzuje:

- wykonanie izolacji pionowych bez odkrywania ścian fundamentowych,
- prosty sposób nawiercania otworów pod izolację poziomą i pionową,
- możliwość stosowania blokad uniemożliwiających przedostanie się wilgoci na stropy (ważne przy stropach poniżej poziomu terenu),
- wykonywanie prac w czynnych pomieszczeniach użyteczności publicznej,
- wykonywanie izolacji poziomych i pionowych pomieszczeń piwnicznych, bez wykonywania wykopów na zewnątrz i stwarzania utrudnień w ruchu pieszym i kołowym,
- izolacje przeciwwilgociowe w „metodzie hydrofobowej” można wykonywać w ścianach ceglanych, kamienno-ceglanych, z kamienia i betonu, oraz w murach szczelinowych,

¹ Za grzyby domowe uznano gatunki należące do gromady *Basidiomycota* (podstawczaki), natomiast pleśnie to grzyby klasyfikowane w gromadach *Ascomycota* (workowce), *Deuteromycota* (grzyby konidialne) i *Zygomycota* (sprzężniaki).

- skuteczność metody w przypadku murów fundamentowych, sięga grubości do 2,0 m,
- prace izolacyjne są wykonywane przy użyciu prostych i niedrogich urządzeń, co rzutuje na niewielki ich koszt.

2.1. Sposób postępowania w osuszaniu obiektów „metodą hydrofobową”

1. Odpowiednie nawiercenie otworów.
2. Właściwe przygotowanie ścian i murów do wykonania prac:
 - a) zbitcie tynków w paśmie wykonywania izolacji,
 - b) osuszenie ścian przy pomocy ciepłego powietrza lub urządzeń osuszających,
 - c) dokładne oczyszczenie murów z zaprawy i pyłu,
 - d) wyznaczenie miejsc do nawiercenia otworów.
3. Wykonanie blokad zabezpieczających przed przedostaniem się wilgoci na stropy, posadzki czy ściany (sąsiednie lub działowe):
 - a) nawiercenie otworów pod izolację pionową i poziomą o średnicy 20 do 24 mm pod kątem 30°, na głębokość $\frac{3}{4}$ grubości muru, w odstępach co 20 cm,
 - b) nawiercenie odpowiednich otworów pod blokady.
4. Wypełnienie otworów preparatem „Izomur” zgodnie z normą.
5. Odgrzybienie ścian preparatem „Izomur” przy zastosowaniu opryskiwaczy.
6. Zabetonowanie otworów.
7. Wykonanie tynków lub ich uzupełnienie na ścianach z dodatkiem 3% preparatu „Izomur” w stosunku do wody zarobowej.

Szczegółowy opis wykonywania prac „metodą hydrofobową” został przedstawiony przez A. de' Ville [1997].

2.2. Charakterystyka preparatu „Izomur” do osuszania i odgrzybiania murów.

Nierozłącznym elementem „metody hydrofobowej” jest preparat „Izomur”.

Skuteczność preparatu została sprawdzona na kilku tysiącach obiektów w kraju i zagranicą. Na Międzynarodowych Targach Budowlanych preparat uzyskał dwanaście wyróżnień, dyplomów i nagród, łącznie ze „Srebrnym Kaskiem”.

Te wyróżnienia przyznano preparatowi „Izomur” przede wszystkim za posiadanie następujących walorów:

- skutecznie uniemożliwia rozwój pleśni oraz grzybów domowych,
- zabezpiecza przed kapilarnym podciąganiem wilgoci przy wykonywaniu poziomej i pionowej izolacji w murach ceglanych, kamienno - ceglanych, kamiennych i betonowych,
- zabezpiecza ściany przed porażeniem pleśniami m.in. w nowych pomieszczeniach narażonych na zwiększoną wilgotność (pralnie, łaznie, kuchnie, suszarnie, sauny itp.),
- skutecznie zabezpiecza przed wpływami atmosferycznymi ściany ceglane, kamienne, mieszane przez ich opryskiwanie,
- głęboko wnika w głąb materiałów takich jak zaprawy cementowo – wapienne, betony, wytwarzając mikroskopijną przeponę, uniemożliwiającą ich zawilgocenie i porażenie pleśniami,
- dzięki swojej konsystencji i lepkości można go wprowadzać w głąb murów przy wilgotności wgłębnej do 10%,
- ściany zawilgocone do podanej wilgotności (10%) nie muszą być osuszane do pełnej suchości, tj. 2 do 3%, w celu wytworzenia skutecznej ich izolacji przeciwwilgociowej,
- duża wydajność preparatu, zużycie około 0,4 do 0,5 dm³m⁻² powierzchni przy opryskiwaniu,
- preparat jest nieszkodliwy dla zdrowia ludzi i zwierząt, może być stosowany w pomieszczeniach do przechowywania żywności,
- produkt wytworzony wyłącznie z komponentów krajowych.

3. Literatura

1. Piontek M. 1998 a: *Grzyby pleśniowe w obiektach budowlanych nad Odrą po letniej powodzi w 1997 roku*. I. Międzynarodowa konferencja, Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry, „Sytuacja po powodzi 1997 roku”. Materiały konferencyjne, Politechnika Zielonogórska.
2. Piontek M. 1998 b: *Występowanie grzybów pleśniowych w budownictwie mieszkaniowym*. Zesz. Nauk. Politechniki Zielonogórskiej, Inżynieria Środ., 116 (7).
3. de'Ville A. 1997: *Wytyczne stosowania metody „Hydrofobowej” przy osuszaniu i odgrzybianiu obiektów budowlanych*. ZOiOOB „Izomur”, Wrocław.

KRÓTKI RYS HISTORYCZNY REGULACJI RZEKI ODRY

PIOTR WARCHOLAK*

S t r e s z c z e n i e

Praca zawiera opis historyczny rozwoju żeglugi na Odrze i związanej z tym modernizacji rzeki. Roboty wykonywane w kolejnych latach, począwszy od XII w. do dzisiaj, przyczyniły się do znacznej regulacji Odry. Prace te często były niweczone przez kolejne powodzie. Letnia powódź 1997 roku dostarczyła wielu wskazówek odnośnie sposobu zagospodarowania doliny Odry, co będzie wykorzystane w kompleksowym programie dotyczącym modernizacji Odry („Program Odra 2006”).

Odra jest drugą po Wiśle co do wielkości rzeką Polski. Ma długość 845 km, w tym 742 km na terenie Polski. Na długości 179 km jest rzeką graniczną z Republiką Federalną Niemiec, a na długości 8 km z Republiką Czeską. Powierzchnia dorzecza Odry wynosi blisko 120 tys. km², z czego 106 km² czyli ponad 88% leży w Polsce i zajmuje 1/3 powierzchni kraju.

Odra dziko płynąca przerzucała swe koryto przez całą szerokość doliny, niekiedy spod jednego wysokiego brzegu na przeciwny. Do dziś dają się stwierdzić ślady dawnych koryt. W czasie kolejnych wezbrań „przeorywując” dolinę, odsłaniała pnie drzew z zatopionych wcześniej lasów dębowych. Żegluga po takiej rzece była bardzo uciążliwa, stąd pozwolić sobie na nią mogły jedynie najbogatsze z klasztorów sadowiących się w obronnych widłach i odgałęzieniach rzeki. Według wzmianek w dokumentach z 1211 roku należał do nich klasztor w Lubiążu, który sprowadzał na barkach 10-tonowych sól z Gubina.

Żegluga na Odrze była wtedy kosztowna, mozolna i niebezpieczna. Przed barką jechali pacholki na koniach i wytyczali wiechami nurt. Barki bardzo często rozbiły się o wystające z dna pnie drzew.

* Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze

Wokół klasztorów powstawały osiedla, dolina zaczęła się zaludniać, zwłaszcza gdy okazało się, że grunt leśny stanowi znakomitą glebę pod pszenicę.

Osiedla i pola uprawne wymagały ochrony przed wielkimi wodami Odry. Toteż już w XII w. zaczęto budować wały i umacniać brzegi rzeki pierwszymi budowlami regulacyjnymi. Były to budowle faszynowo-ziemne obsadzone wikliną.

W XIII w. zaczęto budować na Odrze jazy do napędzania młynów. Na początku XVII w. rozpoczęto regulację Odry przekopami, budowano też coraz więcej jazów. Stanowiły one utrudnienie dla żeglugi, gdyż barki przeciągano przez nie przy pomocy lin. Przełomem w regulacji Odry był rok 1736, kiedy to wielka powódź poczyniła duże straty w gęsto już zaludnionej i zagospodarowanej dolinie. Podjęte na dużą skalę roboty regulacyjne koryta i budowa wałów przyniosły efekty. Powódź w 1780 r., dorównująca objętością przepływu powodzi z 1736 r., w zawężonym korycie poczyniła mniejsze szkody. W 1746 r. władze pruskie ustanowiły stanowisko Królewskiego Nadinspektora Budów Wodnych i Wałów na Górnym i Dolnym Śląsku. Został nim mianowany Neuwertz, który wraz z synem – swoim następcą przeprowadzili wielkie prace regulacyjne. Wykonano szereg przekopów, skracających rzekę z 1020 do 860 km, rozebrano jazy lub pobudowano przy nich śluzy ułatwiające żeglugę. Doliny obwałowano, a na od-sypiskach od 1744 r. zaczęto uprawiać wiklinę. Wiklinę uznano za sposób na ochronę brzegów i powolne wyrobienie się koryta. Nie dało to jednak oczekiwanych wyników. Koncentrację koryta i wykształcenie się głębokości osiągnięto dopiero na początku XIX w. po zastosowaniu budowli faszynowych.

Od 1743 r. prowadzono systematyczne pomiary kartograficzne, które zakończono w 1890 r. kilometrowaniem Odry. Prace wykonane w latach od 1791 do 1819 były okresem prób regulacji za pomocą budowli faszynowych nowego typu, jako wstęp do właściwej regulacji zainicjowanej w 1819 r. protokołem bogumińskim.

W Protokole tym odstąpiono od regulacji przekopami, a zmniejszenie ich szkodliwego działania postanowiono skorygować poprzez wytworzenie wijącej się trasy rzeki jako bliższej jej naturze. Przyjęto też zmienną szerokość koryta z biegiem rzeki i tak np.: od 61 m poniżej Raciborza do 150 m poniżej ujścia Nysy Łużyckiej. Przyjęto również, że koszt robót regulacyjnych powinno ponosić Państwo, a roboty miały być koncentrowane w jednym najbardziej tego wymagającym odcinku i kończone. Zaobserwowane skutki miały dać podstawę do dalszych prac. Według tych wytycznych prowadzono roboty regulacyjne od 1843 r. z dobrym wynikiem w wielu miejscach. Wykonano w tym czasie 5432 ostrogi i 262,5 km tam równoległych.

W 1842 r. kierownictwo tych prac w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych Prus objął Becker. Odstąpił od odcinkowej regulacji, nakazał wykonywanie prac na dłuższych odcinkach z góry w dół rzeki, zmienił sposób budowy ostróg i ich

konstrukcję. Rozpoczął się nowy okres szeroko zakrojonych prac regulacyjnych, do których bodźcem było zwiększenie ruchu żeglugowego na Odrze.

W XIII w. Odrą pływały barki 10-tonowe, do 1819 r. – 25-tonowe. Jednak już w 1839 r. pływały po rzece barki 75-tonowe, a w roku 1859 100-tonowe. Roboty regulacyjne na Odrze wzmogły się po utworzeniu w 1874 r. osobnej administracji budowlanej we Wrocławiu. Połączono 3 dotychczasowe rejencje: we Wrocławiu, Legnicy i Frankfurcie.

W 1879 r. rozszerzono zasięg działania administracji budowlanej Odry na jej górny bieg, aż do granicy prusko-austriackiej pod Boguminem. W ten sposób Odra na przestrzeni 700 km poddana została jednemu kierownictwu. Do zadań nowej administracji należała przede wszystkim regulacja odcinka Odry poniżej Wrocławia, aby umożliwić transport produktów kopalnianych i hutniczych z Górnego Śląska. Ze względu na niedostatek wody na tym odcinku Odrę skanalizowano.

Ruch na Odrze w tym czasie wzrósł znacznie, np. we Wrocławiu z 50.000 ton do 675.000 ton, a nośność barek wzrosła do 450 ton.

Barki z żaglowych zmieniły się w parowe. Barki te docierały jedynie do Wrocławia. Śluzy we Wrocławiu, Oławie, Brzegu Dolnym i Opolu nie były w stanie przepuścić barek 400-tonowych niezbędnych do przewozu produktów z Górnego Śląska do Berlina i Hamburga.

Wielka powódź w 1903 r., która zalała około 900 km² gruntów i spowodowała wielkie straty w gospodarce, szczególnie w rolnictwie, wymusiła wielkie prace regulacyjne w obrębie Wrocławia. Roboty rozpoczęto w 1912 r. i intensywnie prowadzono do 1917 r. Po I wojnie światowej tempo robót zmniejszyło się z powodu braku środków, niemniej zakończono je w 1933 roku.

Wykonane urządzenia przeciwpowodziowe pozytywnie przeszły pierwszą próbę w 1930 roku, w czasie powodzi nie mniejszej niż w 1903 r. Przepływ w rejonie Wrocławia oszacowano wtedy na 2000 m³/sek wobec 2400 m³/sek w 1903 roku.

Wykonane urządzenia wodne otworzyły perspektywy rozwoju dla przemysłu górnośląskiego. Robotami tymi zamknięto pewien etap regulacji Odry. Wykonane prace nie zapewniły jednak całego okresu żeglugowego w latach suchych.

Już na etapie projektowania tych prac uwidoczniły się sprzeczności w interesach rolnictwa i żeglugi.

Budowa zbiornika w Otmuchowie napotykała na duże opory ze strony Ministerstwa Rolnictwa, które nie chciało się zgodzić na uszczuplenie powierzchni rolnej. Wyloniona komisja w roku 1922 po przeanalizowaniu wielu wariantów doszła do konkluzji, które są aktualne do dziś: „Zapewnienie odpowiedniej głębokości dla żeglugi od Wrocławia do Szczecina będzie prawdopodobnie możliwe dopiero po skanalizowaniu odcinka do ujścia Warty”.

Zestopniowanie odcinka rzeki od Brzegu Dolnego do ujścia Warty spowodowałoby podtopienie użytkowanych rolniczo dolin rzecznych, a także pogorszenie stopnia zabezpieczenia przed powodzią, zwłaszcza zimowymi.

Ostatecznie, jako najlepszą z rozważanych alternatyw przyjęto regulację Odry poniżej Rędzina na małą wodę z równoczesną budową zbiornika Otmuchów, który miał dać możliwość nieprzerwanego ruchu 400-tonowych barek – z wyjątkiem lat suchych.

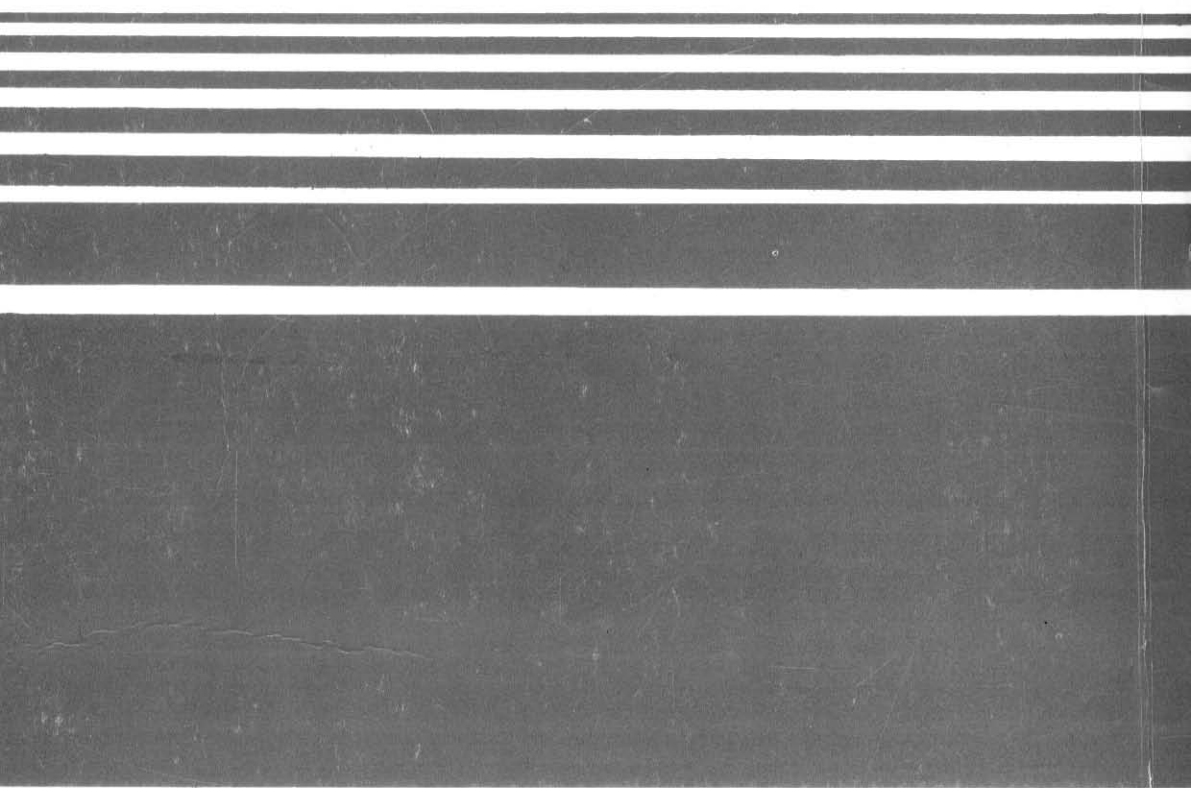
Pojemność retencyjna zbiorników zapewniających nieprzerwaną żeglugę określono na 540 mln m³.

Odra należy do rzek ubogich w wodę. Proporcjonalnie do wielkości dorzecza jest uboższą w wodę przynajmniej o: 10% od Wisły, 30% od Łaby i aż 100% od Renu.

Przystosowanie Odry do celów żeglugowych odbywało się etapami według ówczesnych potrzeb i poglądów na rozwój żeglugi.

Letnia powódź na Odrze w roku 1997 dostarczyła wielu doświadczeń i wskazań odnośnie sposobu zagospodarowania dolin rzecznych, systemu ochrony przeciwpowodziowej, funkcji koryta i międzywali rzek.

Zamierzeniem łączącym te doświadczenia jest „Program Odra 2006”, który od 1999 roku ma szansę stać się polską częścią programu międzynarodowego modernizacji zabudowy doliny Odry, zgodnie z dominującą obecnie zasadą równoważonego rozwoju. Program ten przewiduje działania na rzecz ochrony przeciwpowodziowej, czystości wody oraz dostosowanie Odrzańskiej drogi Wodnej do parametrów III klasy, a na wybranych odcinkach rzeki do parametrów odpowiadających wymogom międzynarodowym.



ISSN-0209-0635