

ODRA I NADODRZE

Gospodarka stawowa

Stosunki wodne

Spiętrzenia wód

Erozja wodna

Nawadnianie wód ściekowych

Opole 1984

Jan Szymański, Andrzej Drabiński, Józef Sasik, Jolanta Just

STAN ISTNIEJĄCY I KIERUNKI ROZWOJU GOSPODARKI STANOWEJ
NA OBSZARZE DORZECZA ODRY I ZLEWNI RZEK PRZYMORZA ZACHODNIEGO

Leszek Pływaczyk, Jan Szymański

STOSUNKI WODNE W REJONACH ISTNIEJĄCYCH I PROJEKTOWANYCH
SPIĘTRZEŃ W DORZECZU ODRY

Jan Szymański, Wojciech Rejek, Lesław Tymrakiewicz

EROZJA WODNA W DORZECZU ODRY

Jan Kutera, Stanisław Hus, Ireneusz Pytel, Małgorzata Kutera

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DO NAWODNIEN WÓD SCIEKOWYCH
W DORZECZU ODRY I ZLEWNIACH RZEK PRZYMORZA ZACHODNIEGO

ODRA I NADODRZE

Kolegium Redakcyjne: przewodniczący - prof. dr hab. Janusz KROSZEL
członkowie: prof. dr hab. Seweryn GOŁOWIN, dr Stanisław MALARSKI,
mgr Jan MEISSNER, doc. dr inż. Stanisław ORLEWICZ,
mgr Andrzej PASIERBINSKI, prof. dr hab. Robert RAUZINSKI

Badania wykonano w ramach Rządowego Programu Badawczo-Rozwojowego PR-7 "Kształtowanie i wykorzystanie zasobów wodnych", koordynowanego przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie w Kierunku 07 "Podstawy kompleksowego zagospodarowania zasobów wodnych Odry", koordynowanym przez Instytut Śląski - Instytut Naukowo-Badawczy w Opolu

Publikacja zawiera wyniki pracy badawczej podjętej w ramach planu prac badawczych Zakładu Badań Odrzańskich Instytutu Śląskiego w Opolu: "Stan i perspektywy systemów melioracyjnych dorzecza Odry"

Autorzy: prof. dr hab. Jan SZYMAŃSKI, dr inż. Andrzej DRAHINSKI,
dr inż. Józef SASIK, inż. Jolanta JUST, dr inż. Leszek
PLYWACZYK, dr inż. Wojciech ROJEK, dr inż. Lesław
TYMRĄKIEWICZ, prof. dr hab. Jan KUTERA, dr inż. Stanisław
HUS, dr inż. Ireneusz PYTEL, mgr inż. Małgorzata KUTERA
Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Druk wykonano z makiet przygotowanych przez Autorów

OD REDAKCJI

Część studiów wykonywanych w ramach Kierunku 07 Rządowego Programu Badawczo-Rozwojowego PR-7 posiada istotne walory aplikacyjne. Mogą one stanowić podstawę do opracowania odpowiednich części planów makroregionów, planów zagospodarowania przestrzennego województw, a także, a może nawet przede wszystkim do programowania i projektowania inwestycji wodnych na obszarze Nadodrza.

Do tego typu studiów należą prezentowane opracowania wykonane w ramach celu 7.01.05 Rządowego Programu pt. "Stan i perspektywy systemów melioracyjnych dorzecza Odry"; kierowany przez zespół prof. dr hab. Stanisława Marcilonka z Instytutu Melioracji Rolnych i Leśnych Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

Opracowania te, obok opublikowanych w odrębnych zeszytach serii "Odra i Nadodrza" opracowań dotyczących melioracji, stanowią zaktualizowane i pogłębione rozpoznanie wielu ważnych aspektów gospodarki wodą na obszarach rolniczych. Wypływają z nich niezwykle istotne wnioski, w szczególności w aspekcie proponowania inwestycji wodnych.

Zeszyt zawiera następujące opracowania:

- Stan istniejący i kierunki rozwoju gospodarki stawowej na obszarze dorzecza Odry i zlewni rzek Przymorza Zachodniego,
- Stosunki wodne w rejonach istniejących i projektowanych spławów trzcin w dorzeczu Odry,
- Erozja wodna w dorzeczu Odry,
- Możliwości wykorzystania do nawodnień wód ściekowych w dorzeczu Odry i zlewniach rzek Przymorza Zachodniego.

Trudno przecenić wartość wykonanych studiów dla opracowania programów rozwojowych rolnictwa Nadodrza. Myślę, że propozycje i wnioski będą użyteczne do konstruowania planów przestrzennego zagospodarowania kraju, regionów i makroregionów. Wydaje się, że mogą stać się też podstawą do aktualizacji programu "Odra" i określenia priorytetów inwestycyjnych.

Prosimy o zgłaszanie uwag i propozycji w związku z treścią publikacji pod adresem: Instytut Śląski - Instytut Naukowo-Badawczy, ul. Piastowska 17, 45-082 Opole.

Jamusz Kroszel
Dyrektor Instytutu Śląskiego
w Opolu

Nakład 200 egz. Objętość 5,7 ark: wyd., 7,75 ark druk. Papier offset III kl.
Czł. Powielarnia Instytutu Śląskiego w Opolu, ul. Piastowska 17, zam: 15/84
3-5.

Spis treści

Jan Szymański, Andrzej Drabiński, Józef Sasik,
Jolanta Just

Stan istniejący i kierunki rozwoju gospodarki stawowej
na obszarze dorzecza Odry i zlewni rzek Przymorza
Zachodniego : 7

Leszek Pływaczek, Jan Szymański

Stosunki wodne w rejonach istniejących i projektowanych
spiętrzeń w dorzeczu Odry : 39

Jan Szymański, Wojciech Rojek, Lesław Tymrakiewicz

Erozja wodna w dorzeczu Odry : : : : : 67

Jan Kutera, Stanisław Hús, Ireneusz Pytel,
Małgorzata Kutera

Możliwości wykorzystania do nawodnień wód ściekowych
w dorzeczu Odry i zlewniach rzek Przymorza Zachodniego : : : : : 91

1918

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

1. 1. 1918. 1. 1. 1918. 1. 1. 1918.

Prof.dr hab. Jan Szymański
dr inż. Andrzej Drabiński
dr inż. Józef Sasik
inż. Jolanta Just
Instytut Melioracji
Rolnych i Leśnych
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

STAN ISTNIEJĄCY I KIERUNKI ROZWOJU GOSPODARKI
STAWOWEJ NA OBSZARZE DORZECZA ODRY I ZLEWNI RZEK
PRZYMORZA ZACHODNIEGO

Sumaryczne zapotrzebowanie wody dla gospodarstw stawowych wynosi obecnie w Polsce ok. 1500 hm³. Przewiduje się, że do 2000 roku wzrośnie ono prawie dwukrotnie i stanowić będzie 25% potrzeb wodnych całego rolnictwa. Znaczenie stawów dla gospodarki wodnej jest tym bardziej istotne, że chów ryb wymaga wysokiej jakości wody o dużej gwarancji dostawy.

W 1980r. spożycie ryb i przetworów rybnych wynosiło w Polsce 8,1 kg/mieszkańca. Przewiduje się, że w wyniku znanych ograniczeń w połowach morskich zmniejszy się ono w latach 1985-1990 do poziomu 5,6 kg /29% w związku z czym znaczenie produkcji ryb słodkowodnych /obecnie spożycie 1,0 kg/mieszkańca/ będzie relatywnie większe. Uważa się, że wydajność rzek i jezior polskich jest wysoka natomiast w produkcji stawowej tkwią jeszcze znaczne rezerwy, stąd też zainteresowanie tą gałęzią rolnictwa ciągle wzrasta.

Celem niniejszej pracy jest ocena stanu istniejącego i możliwych kierunków rozwoju gospodarki stawowej na obszarze zachodniej

części Polski obejmującej dorzecza Odry i zlewnie rzek Przymorza - rys.1. Zagadnienie to wchodzi w skład tematu badawczego 7.07.01.04 "Stan i perspektywy systemów melioracyjnych dorzecza Odry".

1. STAN ISTNIEJĄCY GOSPODARKI STAWOWEJ

Podstawowy materiał wyjściowy uzyskano z urzędów wojewódzkich Polski Zachodniej, które udostępniły odpowiednie dane wg stanu na dzień 1.I.1982r. /27/. Wykorzystano również dostępne prace studialne, literaturę naukową i materiały własne. Szczególnie przydatne okazało się studium BIPROMELU z 1981r./31/.

1.1. Rola stawów rybnych w gospodarce narodowej

Głównym celem eksploatacji stawów jest zwykle produkcja ryb. W pewnych warunkach możliwe jest jeszcze inne ich wykorzystanie, mówimy wówczas o pozaprodukcyjnej roli stawów.

Średnia wydajność z hektara powierzchni użytkowej polskich stawów wynosi około 450 kg i jest wielokrotnie wyższa od wydajności rybackiej jezior i rzek /odpowiednio: 60 i 10 kg/. Rybactwo stawowe ma też największe rezerwy wzrostu produkcji. Wydaje się, że obecnie produkcję ryb w stawach można ustabilizować na poziomie ok. 22 tys.Mg, a następnie dążyć do jej wzrostu co jednak wymaga spełnienia określonych warunków /poprawa stanu technicznego, właściwa jakość i ilość wody, odpowiednia pasza itp./. Wielkość odłowów ryb ze stawów przedstawiono w tabeli 1.

Rola pozaprodukcyjna stawów jest znaczna. Praktyka wykazała, że przy nowozbudowanych zbiornikach wodnych, dotyczy to również kompleksów stawowych, powiększa się ilościowy i gatunkowy stan ptaków pływających. Podobnie jest ze zwierzyną lądową. Stawy oraz

towarzyszące im obszary zadrzewione i zakrzaczone tworzą ekosystem, którego wartość przyrodnicza jest często unikalna czego dowodem może być fakt uznania wielu stawów lub całych kompleksów stawowych za rezerваты przyrody. Przykładem może być znajdujący się na terenie zlewni Baryczy rezerwat "Stawy Milickie". Jest to unikalny w Europie rezerwat stawowo-leśny o powierzchni 5324 ha /3808 ha stawów/, w którym funkcja ochronna łączona jest z produkcją ryb.

Duże powierzchnie stawów rybnych są interesujące dla turystyki i rekreacji ponieważ wraz z postępującą urbanizacją kraju wzrasta zainteresowanie człowieka środowiskiem przyrodniczym. Dlatego coraz częściej wybrane stawy tracą swoją funkcję produkcyjną na rzecz ośrodków sportów wodnych, wędkarstwa czy ośrodków wypoczynku świątecznego. Przykłady takie można znaleźć np.: na terenie zlewni rzeki Baryczy.

W warunkach Polski Zachodniej, gdzie większość stawów zlokalizowana jest na terenach nizinnych możliwości wykorzystania retencji stawowej dla zmniejszenia fali powodziowej są niewielkie i dotyczą z reguły zlewni deficytowych /5/.

Niewielkie jest również znaczenie stawów w zakresie ich wykorzystania do oczyszczania ścieków i do nawodnień rolniczych, natomiast stawy i ich sieć wodna są często wykorzystywane jako źródło wody dla celów przeciwpożarowych.

Stawy rybne wywierają wpływ na rozkład i wielkość przepływów w cieku zasilającym, na niektóre elementy meteorologiczne oraz na uwilgotnienie przyległych terenów. Okresowe pobory i zrzuty wody ze stawów wpływają na wielkość przepływów oraz na zmianę rozkładu odpływu rocznego ze zlewni /5/. Produkcja rybacka przy-

czynia się w zasadzie do utrzymania wód w stanie względnej czystości, chociaż w przypadku intensywnej produkcji w dużych gospodarstwach pstrągowych zrzuty ze stawów mogą być źródłem zanieczyszczeń.

Piętrzenie wody w stawach i ich sieci wodnej powoduje, że występują przypadki nadmiernego uwilgotnienia przyległych użytków rolnych. Orientacyjnie można przyjąć, że 1 ha stawu może mieć ujemny wpływ na 0,3 ha użytków rolnych /5/.

Obiekty stawowe wykorzystywane są też coraz częściej do produkcji materiału zarybieniowego dla rzek i jezior /ośrodki zarybieniowe/.

1.2. Rozmieszczenie i wielkość obiektów stawowych

Dane o powierzchni stawów w Polsce Zachodniej, w układzie wojewódzkim, przedstawiono na rys.1 i w tab.2. Wynika z nich, że rozmieszczenie stawów nie jest równomierne. Duże zagęszczenie powierzchni stawowych występuje w części południowej, mniejsze na północnym zachodzie, a najmniej stawów znajduje się w części środkowej i w Sudetach.

Gospodarstwa pstrągowe zlokalizowane są prawie wyłącznie w części północnej - województwo gdańskie, słupskie, koszalińskie. Ogólna powierzchnia ogroblowana gospodarstw stawowych na rozpartywanym obszarze wynosiła w 1980r. ok. 24 tys.ha co stanowiło 44% powierzchni stawowej w naszym kraju /31/.

Najwięcej stawów /powierzchnia ogroblowana/ miało województwo wrocławskie - 6163 ha, a następnie częstochowskie - 2049 ha. Sześć województw posiadało od 1 do 2 tys.ha /kaliskie, opolskie, zielonogórskie, legnickie, konińskie i katowickie/, a dwanaście



Rys. 1. Rozmieszczenie stawów rybnych na obszarze Polski Zachodniej.
 1- granica państwa, 2- granice województw,
 3- granica dorzecza Odry i zlewni rzek Przymorza,
 6163 - powierzchnia ogroblowana stawów /ha/
 wg BIPROMELU.

J.J.

od 31 do 929 ha. W województwie leszczyńskim oraz w częściach województw: wrocławskiego, płockiego i bielskiego, położonych na obszarze dorzecza Odry nie było /w 1980r./ gospodarstw stawowych produkujących rybę towarową. Największe zagęszczenie obiektów stawowych występuje w zlewni rzeki Baryczy /powierzchnia 5520 km²/ gdzie znajduje się 7,2 tys. ha stawów /5/. Wielkość pojedynczych gospodarstw waha się od 1,8 tys. ha /gospodarstwo karpiove Stawno k. Milicza/ do poniżej 1 ha, np. w przypadku indywidualnej produkcji pstrąga.

Powierzchnie stawów, w układzie wojewódzkim, wg stanu na dzień 1.I.1982r. na podstawie danych z urzędów wojewódzkich zestawiono również w tab.2. Występujące różnice w wielkościach powierzchni wynikają z faktu, że podano powierzchnię ogroblowaną i powierzchnię zalewu przy czym ta ostatnia jest zwykle o 15-20% mniejsza. Poza tym na występujące różnice miały wpływ inne czynniki, które podano w formie uwag pod tab.2. Również czynnikiem czasu jest tutaj istotny o czym świadczą dane z województwa szczecińskiego gdzie poza czynnymi stawami realizowanych jest 724 ha /obiekty w budowie oraz projekty ukończone/, a w fazie studialnej /studia przedprojektowe, założenia techniczno-ekonomiczne i projekty w opracowaniu/ znajduje się 921 ha stawów.

1.3. Warunki wodne

Hodowla ryb możliwa jest wówczas gdy woda dopływająca do stawów odpowiada pierwszej klasie czystości /ryby lososiorate/ lub drugiej /karpiorate/. Wielkość dopuszczalnych zanieczyszczeń śródlądowych wód powierzchniowych zawiera Rozporządzenie Rady Ministrów z 1975 r./30/.

Ważniejsze parametry fizyczne wody przydatnej do chowu pstrąga przedstawiają się następujące /wg Goryczki/: temperatura optymalna 14-18°C, odczyn pH = 7,5, utlenialność do 15 mg $O_2 \cdot dcm^{-3}$. Dla karpia/wg Wolnego/: temperatura letalna górna 28,1-40,6°C, letalna dolna 0°C, optymalna 23-29°C; wartość letalna odczynu pH poniżej 4,5 i powyżej 11,0. Minimalna zawartość tlenu dla karpia 2,0 a dla pstrąga 5 mg. dcm^{-3} .

Pomiary temperatury wody w ciekach prowadzone są w ponad stu stacjach Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej /IMGW/. W tab.3 podane średnie ze średnich miesięcznych z wielolecia /SST/ wartości temperatur dla 46 przekrojów /24/. Z analizy tej tabeli wynika, że rzeki Przymorza i górskie odcinki cieków mających źródła w Sudetach prowadzą wody o temperaturze odpowiedniej dla pstrąga, natomiast na pozostałym obszarze woda jest dla pstrągów za ciepła. W stawach karpiowych temperatura wody w okresie zimowym kształtuje się podobnie jak w ciekach natomiast w okresie wegetacyjnym można określić ją jako funkcję temperatury powietrza. Zależności takie zostały opracowane przez Szumiec /15/ oraz przez autorów /12,24/. Orientacyjnie można przyjąć, że średnia temperatura wody w okresie wegetacji jest wyższa o ok. 2-3°C od temperatury powietrza. Przyjmując takie założenie i analizując rozkład temperatury powietrza na rozpatrywanym obszarze można zauważyć, że największe zagęszczenie stawów występuje w rejonie najcieplejszym: Węglińiec-Legnica-Kalisz-Opole-Częstochowa-Katowice.

Ponieważ obiekty stawowe zasilane są z reguły wodą z małych cieków nie podlegających kontroli jakościowej przez wyspecjalizowane służby, ocena jakości wody dopływającej do stawów może

być tylko bardzo ogólna. Niektóre elementy takiej oceny w oparciu o dane z urzędów wojewódzkich przedstawiono w tabeli 4. Wynika z niej, że jakość wody dopływającej do 28% powierzchni stawów jest oceniana jako zła, a w pozostałych przypadkach jako dobra. Przyczynami złej jakości wody są zarówno zanieczyszczenia przemysłowe, np.: w województwie legnickim w rejonie Lubińskiego-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, jak i zanieczyszczenia związane z produkcją rolną: zrzuty ścieków z ferm hodowlanych, zrzuty ścieków cukrowniczych, spływy nawozów mineralnych z wyskonawozonych użytków rolnych itp.

Jakość wód rzecznych jest różna. Jedne ciekі stale prowadzą wody zanieczyszczone, a jakość wód w innych ciekach jest zadawalająca. Sytuacja ta nie jest stabilna i niestety jak dotąd jakość wód się pogarsza. Wniosek ten można uzasadnić na przykładzie województwa opolskiego, gdzie na 863 km cieków kontrolowanych wg stanu w 1970 r. w pierwszej klasie czystości było 75 km, w drugiej 203, w trzeciej 124 a poza klasą 461 km, natomiast w 1980 r. odpowiednio: 22, 148, 143 i 550 km /9/.

Na potrzeby wodne stawów składa się ilość wody do zalewu, na pokrycie strat wynikających z parowania i przesiąków oraz na poprawę warunków tlenowych. W okresie zalewu wiosennego niezbędny jest dopływ w ilości $6-10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ na każdy hektar stawu. Straty wody wywołane parowaniem i przesiąkami wynoszą orientacyjnie $1-2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ a dopływ wody dla poprawy bilansu tlenowego uzależniony jest od temperatury wody, gatunku, wieku i masy ryby oraz zawartości tlenu w wodzie dopływającej do stawu. Dla potrzeb programowania gospodarki wodnej można przyjmować dane zawarte w tabelach 5-7.

Jak wynika z danych zawartych w tab. 4 nie wszystkie stawy mają zapewnioną wystarczającą ilość wody. W przypadku 39% powierzchni zalewu wody jest za mało przy czym dotyczy to głównie miesięcy letnich i lat suchych. Brak wody w okresie wegetacyjnym powoduje często, w przypadku płytkich stawów, nadmierne zmniejszenie głębokości co może pociągnąć za sobą konieczność odłowu ryb i przeniesienie ich do innych stawów. Taka sytuacja występuje często np. w zlewni Baryczy.

1.4. Parametry techniczne, wielkość produkcji i użytkownicy stawów

Na podstawie danych dla 21 województw /tab.8/ można stwierdzić, że ogólny stan techniczny stawów jest średni /dobry - 34%, zły - 18% powierzchni/. Zły stan techniczny polega najczęściej na zbyt małej średniej głębokości stawu i złym stanie budowli stawowych. Taka sytuacja spowodowana jest faktem, że większość obiektów istnieje na rozpatrywanym obszarze od kilkuset lat i w wyniku naturalnych procesów, przy braku odpowiedniej konserwacji, uległa częściowej dekapitalizacji. W dobrym stanie są jedynie obiekty nowe, zwłaszcza pstrągowe. Należy również stwierdzić, że w ostatnich latach zaznaczył się wyraźny postęp w modernizacji stawów pstrągowych m.innymi na zwiększeniu kubatury stawów poprzez likwidację pływizn i podwyższenie grobli oraz budowie odłówek, płuczek i wylęgarni.

Orientacyjna wielkość produkcji towarowej wykazana w tab.8 wynosi ok. 8,5 tys.Mg z czego na pstrąga towarowego przypada ok. 1 tys.Mg. Ponieważ dane te dotyczą 21 województw można szacować ogólną produkcję na rozpatrywanym obszarze na około 9 tys.Mg.

Wydażność rybacka poszczególnych obiektów jest bardzo zróżnicowana. Maksymalne wartości uzyskuje się w obiektach pstrągowych, np. w Jażwinach /gorzowskie/ z obiektu o powierzchni 0,4 ha uzyskuje się 25 Mg pstrąga co daje średnią wydażność 62,5 Mg z hektara. W tych samych warunkach wydażność stawu karpiowego nie przekracza 1 Mg z hektara.

W tab.9 wyszczególniono użytkowników stawów z poszczególnych województw. Z danych 21 województw wynika, że głównym użytkownikiem są państwowe gospodarstwa rybackie - 71%, Zarząd Lasów Państwowych /ZLP/ posiada 15% powierzchni zalewu, sektor prywatny 7%, Polski Związek Wędkarski /PZW/ - 2% a inni użytkownicy - 5%. Taka struktura użytkowania zbliżona jest do danych dla całego kraju gdzie do państwowych gospodarstw rybackich należy 63% powierzchni, do ZLP - 9%, użytkowników indywidualnych - 7%, PZW - 1,5% i innych 16%. Sektor indywidualny zajmuje głównie niewielkie obiekty, np. w województwie gorzowskim istnieje 35 gospodarstw prywatnych o łącznej powierzchni 265 ha / w tym 28 o powierzchni poniżej 10 ha/ a największe z nich zajmuje obszar 19 ha.

2. CZYNNIKI REJONIZACJI PRODUKCJI STAWOWEJ

W ostatnich latach wśród specjalistów zajmujących się gospodarką stawową upowszechniło się przekonanie o konieczności oparcia programów rozwoju chowu ryb na dokładniejszym, niż dotąd, rozpoznaniu naturalnych warunków środowiskowych i opracowaniu, na wzór innych gałęzi rolnictwa, tzw. "rejonizacji stawowej". Po zapoznaniu się z szeregiem prac na ten temat /2,4,6,13,15-20/ autorzy doszli do wniosku, że konieczne i możliwe jest rozpatrzenie elementów klimatu, warunków glebowych, potrzeb wodnych sta-

wów i możliwości ich pokrycia.

2.1. Przestrzenny rozkład elementów klimatycznych

Wykorzystując materiał obserwacyjny zawarty w pracy /1/ zestawiono w tabelach wartości średnie, z wielolecia 1951-1970, następujących elementów: opad atmosferyczny, promieniowanie całkowite, temperatura i niedosyt wilgotności powietrza. Dysponując w/w danymi dla 34 stacji meteorologicznych położonych na całym rozpatrywanym obszarze wykreślono na mapie w skali 1:750 000, przebieg następujących izolinii:

- izohiety dla okresów IV-IX i I-XII,
- izoarytmy półrocza letniego i roku,
- izotermy stycznia, lipca, półrocza letniego i roku,
- izohigro półrocza letniego i roku.

Analiza map i tabel - znajdują się w egzemplarzu archiwalnym - pozwoliła na ocenę tendencji obszarowych poszczególnych elementów.

Rozkład zachmurzenia scharakteryzowano na podstawie izolinii dni pochmurnych zawartych w pracy /26/.

Ponieważ temperatura wody w ciekach powierzchniowych - omówiono ją w pkt.1 - może być miarodajna jedynie dla gospodarstw pstrągowych oraz dla magazynów i zimochowów karpiowych, termikę stawów karpiowych, czynnych w sezonie hodowlanym, określono dla 34 stacji - ze związku z temperaturą powietrza podanego przez Szumiec /15/.

Przyjęto dwie temperatury charakterystyczne: 14°C - początek i koniec sezonu hodowlanego oraz 19°C - jako minimalną wartość okresu intensywnych przyrostów i temperaturę początku tarła.

Analiza mapy izolinii średnich terminów wystąpienia wartości charakterystycznych oraz mapy izolinii długości obu okresów rys.2 i 3- pozwoliła na wytypowanie rejonów o korzystnych i niekorzystnych warunkach termicznych dla chowu karpia.

Warunki wietrzne określono dla okresu roku oraz półrocza letniego i zimowego, wykorzystując mapy zawarte w pracach /2,26/.

3.2. Warunki glebowe

Charakterystykę gleb oparto na materiałach zawartych w wykonanym w 1982 roku sprawozdaniu z realizacji tematu 7.07.01.04.

"Stan i perspektywy systemów melioracyjnych dorzecza Odry " Etap II, część I: "Przyrodniczo-rolnicze podstawy melioracji w dorzeczu Odry i zlewni rzek Przymorza Zachodniego".

Warunki glebowe scharakteryzowano w ujęciu jednostek fizjograficznych oraz w poszczególnych województwach.

3.3. Warunki wodne

Przyjęto dla celów programowania, że wyprodukowanie 1 Mg pstrąga wymaga stałego dopływu wody w ilości minimum $10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ o gwarancji dostawy przynajmniej 95%.

Niezbędny dopływ wody do zalewów wiosennych stawów karpiowych powinien wynosić ok. $7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$, w okresie hodowlanym $1,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ a dla magazynów $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ /gwarancja dostawy: w zimie 90%, w lecie 75%/.

Wysokointensywny chów karpia - wydajność kilka Mg z hektara - niezależnie od tego czy prowadzony jest w oparciu o wodę podgrzaną czy też o naturalnej termice, pociąga za sobą konieczność zapewnienia dopływu wody o bardzo dużej gwarancji dostawy /powyżej 95%/ i w ilościach wynikających z bilansu tlenowego.

Ponieważ ten rodzaj chowu w perspektywicznym okresie - do 2000r. - nie będzie prawdopodobnie stosowany na szeroką skalę wydaje się uzasadnionym pominięcie takich obiektów w rozważaniach dla całego regionu.

Ocena warunków wodnych istniejących obiektów stawowych dokonana przez Urzędy Wojewódzkie /27/ ma charakter subiektywny wynikający ze zróżnicowanej sytuacji poszczególnych gospodarstw.

Próba obiektywnej oceny została podjęta przez BIPROMEL w 1981r./31/

W opracowaniu tym przyjęto, że dla produkcji na poziomie 1-12

Mg/ha wymagana jest pełna gwarancja, przy której w obiektach

istniejących deficyty wodne stawów karpiowych nie przekraczają

w skali zapotrzebowania całorocznego: 0% w latach mokrych, 10%

w latach średnich i 30% w latach suchych. Przy gwarancji obni-

żonej odpowiednie wartości wynoszą 5,10 i 35 %. Jeżeli nawet

jeden z trzech warunków przy gwarancji obniżonej nie jest speł-

niony to taką sytuację oceniono jako bez gwarancji.

Stan pokrycia potrzeb w 1980r. i w perspektywie 2000r. przedsta-

wiano w tabelach 10 i 11, dla wariantu bezinwestycyjnego i dla

wariantu maksymalnej zabudowy /system zbiorników retencyjnych

i kanałów przerzutowych umożliwiających regulację odpływu ze

zlewni/. Bilanse wodne poszczególnych rejonów zostały obliczone

przez HYDROPROJEKT w ramach perspektywicznych planów gospodarki

wodnej Polski i uwzględniają obecne i przyszłe potrzeby wszystkich

użytkowników. Ponieważ część stawów cierpi na stałe deficyty

nalegało przeanalizować możliwości wykorzystania opadu jako

źródła wody. W tym celu obliczono średnie wieloletnie niedobory

opadu z lat 1951-1970 dla 34 stacji /parowanie obliczone wzorem

Dawidowa/ i na mapie w skali 1:750 000 wykreślono izolinie niedoborów dla półroczu letniego. Analiza tej mapy pozwoliła na wyodrębnienie obszarów o dodatnich i ujemnych niedoborach.

3. PRÓBA REJONIZACJI CHOWU KARPIA I PSTRAGA

Analiza liczby dni z charakterystyczną temperaturą wody w stawie pozwoliła na stwierdzenie, że rejonem najcieplejszym, mającym liczbę dni z temperaturą 14°C wyższą od 140, jest cała środkowa część dorzecza wzdłuż Odry od Cieszyna do Szczecina oraz wzdłuż Warty. Najniekorzystniejsze pod tym względem /liczba dni poniżej 130/ są południowe krańce województwa jeleniogórskiego i wałbrzyskiego oraz rejon Koszalin-Słupsk-Miastko.

Biorąc pod uwagę warunki glebowe najkorzystniejsze dla chowu karpia są województwa: legnickie, opolskie, wałbrzyskie i wrocławskie a mniej przydatne: częstochowskie, piotrkowskie, koszalińskie, łódzkie, pilskie, sieradzkie, słupskie i zielonogórskie.

Ze względu na możliwość pokrycia potrzeb wodnych stawów /niedobory opadów/ najkorzystniejsze są województwa nadmorskie oraz południowe części województw leżących wzdłuż granicy z CSRS. Najniekorzystniejsza pod tym względem jest środkowa część dorzecza Odry.

Uwzględniając powyższe czynniki należy stwierdzić, że najkorzystniejszym dla produkcji karpia jest rejon wzdłuż doliny Odry, od Cieszyna do Głogowa. Nieco gorsze warunki występują na obszarze od Głogowa do Szczecina oraz w rejonie Bydgoszcz-Leszno-Częstochowa. Obszarem najmniej przydatnym są województwa nadmorskie, północne części województwa gorzowskiego i pilskiego oraz południowe rejony jeleniogórskiego i wałbrzyskiego.

4. KIERUNKI ROZWOJU GOSPODARKI STAWOWEJ

Uwzględniając aktualną i perspektywiczną sytuację w rybactwie śródlądowym należy sądzić, że tylko stawy rybne mają rezerwy produkcyjne /3,8,11,14,23,28/.

Uwzględniając duży i stały popyt na karpia oraz znaczenie poza-produkcyjne stawów można uznać, że budowa nowych obiektów - przede wszystkim w rejonach o najkorzystniejszych warunkach - winna być popierana. Produkcja pstrąga prawdopodobnie nie przekroczy poziomu 3 tys. Mg /ograniczenia paszowe/.

Głównymi czynnikami ograniczającymi rozwój gospodarki stawowej są: postępujące zanieczyszczenie wód powierzchniowych oraz wysokie koszty renowacji i budowy nowych stawów.

Z obecnych 24 tys. ha powierzchni ogroblowanej stawów tylko 70% stanowi powierzchnia zalewu. Ta różnica świadczy o rezerwach produkcyjnych. Istnieje możliwość powiększenia powierzchni lustra wody o 3 tys. ha /poprzez renowację i modernizację istniejących obiektów/ oraz pełne pokrycie potrzeb wodnych dla ok. 20 tys. ha nowych stawów /przy poziomie rocznego zapotrzebowania ok. 25 tys. m³.ha⁻¹/.

W programach rozbudowy stawów należy również uwzględnić:

- bardzo długi okres użytkowania stawów, co wyklucza lokalizację w zlewni zasilającej obiektów uciążliwych dla gospodarki wodnej,
- system finansowania inwestycji stawowych, który powinien uwzględniać możliwość pokrycia części kosztów budowy z Funduszu Gospodarki Wodnej lub Funduszu Ochrony Środowiska, wszędzie tam pozaprodukcyjna rola obiektu jest bezdyskusyjna.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. W zachodniej części Polski /39,4% powierzchni kraju i 44% ogólnej powierzchni stawów/ występują cieco korzystniejsze warunki hodowli ryb, niż na pozostałym obszarze, w związku z czym ich wydajność jest wyższa od średniej dla całego kraju. Z istniejących ok. 25 tys. ha stawów /powierzchnia ogroblowana/ uzyskuje się średnią produkcję roczną ok. 10 tys. Mg. Ocenia się, że po zwiększeniu powierzchni zalewu, przeprowadzeniu melioracji i renowacji stawów roczna produkcja może ulec podwojeniu.
2. Położone na rozpatrywanym obszarze stawy mogą być wykorzystywane również dla celów pozaprodukcyjnych /rekreacyjnych, przeciwpożarowych, przeciwpowodziowych i retencyjnych/ a związane ze stawami rezerwaty przyrody, np. "Stawy Milickie" są przykładem pozytywnego wpływu działalności gospodarczej człowieka na wartość środowiska przyrodniczego. Znaczenie pozaprodukcyjne w przyszłości będzie wzrastać.
3. Obiekty stawowe są liczącym się użytkownikiem wód powierzchniowych gdyż wykorzystują rocznie ok. $0,41 \text{ km}^3$ wody i wymagają dopływu w okresie zalewu ponad $92 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a w okresie hodowlanym ok. $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W perspektywie 2000 r. wartości te mogą wzrosnąć odpowiednio do: 1 km^3 , 224 i $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
4. Warunkiem dalszego rozwoju gospodarki stawowej jest poprawa stanu technicznego poszczególnych obiektów, zapewnienie właściwych pasz, odpowiednia relacja cen zbytu i środków produkcji oraz poprawa warunków wodnych.
5. W przypadku dalszego pogarszania się jakości wód dopływających do stawów nie tylko wzrost ale i utrzymanie obecnego stanu

produkcji będzie niemożliwe. Należy więc podjąć działania na rzecz zagwarantowania interesów gospodarki stawowej w planach rozwoju gospodarki wodnej poszczególnych regionów.

W pierwszej kolejności proponuje się objęcie specjalną ochroną zlewnie z największą ilością stawów rybnych, np. Barycz do Żmigrodu.

6. Nowe stawy karpiowe powinny być budowane w województwach położonych wzdłuż Odry, od Cieszyńska do Głogowa i wzdłuż Warty. Obiekty pstrągowe należy lokalizować na Wybrzeżu i ewentualnie w górach.

P i ś m i e n n i c t w o

1. Bac S., Rojek M.: Meteorologia i klimatologia. PWN, Warszawa 1981
2. Bac S./red./: Agroklimatyczne podstawy melioracji wodnych w Polsce. PWRiL, Warszawa 1982
3. Backiel T.: Przyczynek do rozważań o perspektywach rybactwa śródlądowego. Gosp.Ryb. 2, 1982
4. Dąbrowski B.: Klimat a chów ryb w stawach. Materiały sympozjum: Warunki meteorologiczne a zbiorniki wodne. Gołysz 1981.
5. Drabiński A.: Rola stawów rybnych w gospodarce wodnej zlewni rzeki Baryczy. Zesz.Nauk. AR Wrocław, Melioracja, XXIII, 128, 1980
6. Guziur J.: Prognozowanie układów termicznych w stawach towarowych Ukrainy. Materiały sympozjum: Warunki meteorologiczne a zbiorniki wodne. Gołysz 1981
7. Janiszewski W.: Gospodarka wodna Polski. Książka i Wiedza, Warszawa 1975
8. Leopold M.: Walory chowu ryb w porównaniu z innymi formami produkcji zwierzęcej. IRŚ Olsztyn, 134, 1981

9. Olszewski F., Napiórkowski W.: Studium modernizacji i rozbudowy stawów rybnych na terenie województwa opolskiego. Praca magisterska wykonana w IMRiL AR Wrocław, 1982 /maszynopis/
10. Opuszyński K.: Podstawy biologii ryb. PWRiL, Warszawa 1979
11. Proske Ch., Weissenbach H.: Karpfenteichwirtschaft. Landtechnik, 34, 1979
12. Sasik J.: Określenie bilansu wodnego stawu rybnego w Zakładzie Produkcji Rybackiej Stawno. Praca doktorska wykonana w IMRiL AR Wrocław, 1982 /maszynopis/
13. Stasiniewicz K.: Zastosowanie współczynnika bonitacji stawów przy ocenie efektywności czynników produkcji karpia. Gosp. Ryb. 3, 1982
14. Szczerbowski J.: Perspektywy rybactwa śródlądowego. Gosp. Ryb. 1, 1982
15. Szumiec M.: Określenie temperatury wód płytkich zbiorników wodnych. Acta hydrobiologica, 13, 1973
16. Szumiec M.: Cel i zadania badań meteorologicznych w limnologii i w akwakulturze. Materiały sympozjum: Warunki meteorologiczne a zbiorniki wodne. Gołysz 1981
17. Szumiec M.: Wpływ czynników meteorologicznych na warunki cieplne oraz wzrost karpia w stawach. Materiały sympozjum J.W.
18. Szumiec M.: Zależność wzrostu karpia od temperatury. Gosp. Ryb. 5-7, 1981
19. Szumiec M., Augustyn D.: Warunki świetlne i termiczne oraz bilans wodny stawów. Gosp. Ryb. 1, 1983
20. Szumiec M.: Stosowanie prognoz meteorologicznych oraz wykorzystanie bonitacji klimatycznej w chowie karpia. Gosp. Ryb. 7, 1983
21. Szymański J., Drabiński A., Sasik J.: Badania nad zapotrzebowaniem wody na pokrycie strat na parowanie i przesiaki w stawach rybnych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Melioracja, XXIII, 128, 1980

22. Szymański J., Drabiński A.: Przewodnik do ćwiczeń z melioracji rolnych. Część IV. Budownictwo stawowe. Skrypt AR Wrocław, 1983
23. Szymański J., Drabiński A.: Stawy rybne - stan obecny i perspektywy rozwoju. Zakład Melioracji i Budownictwa Stawowego IMRiL, AR Wrocław, 1983 /maszynopis/
24. Szymański J., Drabiński A., Sasik J.: Ocena i weryfikacja potrzeb wodnych stawów rybnych. Sprawozdanie z wyników badań z lat 1977-1983. IMRiL AR Wrocław /maszynopis/
25. Tuszek A.: Budowa stawów rybnych. PWRiL, Warszawa 1952
26. Witebski Z./red./: Budownictwo rolnicze. Cz.II, Arkady, Warszawa, 1982
27. Dane dotyczące gospodarki stawowej na terenie poszczególnych województw zachodniej części Polski - uzyskane drogą ankiety z Urzędów Wojewódzkich, Wojewódzkich Zarządów Inwestycji Rolniczych i Państwowych Gospodarstw Rybackich.
28. Ocena stanu i perspektywy działania śródlądowej gospodarki rybackiej. Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie, 1981 /maszynopis/
29. Podstawowe założenia programu rozwoju rolnictwa i gospodarki żywnościowej do 1990r. Opracowanie Ministerstwa Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej. Trybuna Ludu, 250, 1982
30. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 29 listopada 1975r. w sprawie klasyfikacji wód, warunków jakim winny odpowiadać ścieki oraz kar pieniężnych za naruszenie tych warunków /Dz.U.Nr 41 z dnia 13 grudnia 1975r., poz.214/
31. Studium potencjalnych możliwości wykorzystania wód śródlądowych dla gospodarki rybnej. Centralne Biuro Studiów i Projektów Wodnych Melioracji i Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę, BIPROMEL, Warszawa 1981 /dokumentacja techniczna/.

Tabela 1

Odłowy ryb stawowych w tys. Mg

Rok	1938	1950	1960	1970	1973	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Ogółem w tym	13,0	6,2	10,9	13,4	21,7	23,2	24,9	17,2	17,5	18,1	22,4
patrak	-	-	-	-	0,2	0,5	0,8	1,0	1,7	1,8	1,9

Tabela 2

Powierzchnia stawów rybnych na obszarze dorzecza Odry
i zlewni rzek Przymorza Zachodniego

Lp.	Województwo	Powierzchnia ogroblowa 1.I.1980r. wg BIPROMELU	Powierzchnia zalewu 1.I.1980r. wg Urzędów Wojewódzkich
1.	szczecińskie	794	485
2.	koszalińskie	268	110 ^{1/}
3.	słupskie	197	166
4.	gdańskie	35	144 ^{2/}
5.	gorzowskie	775	865
6.	piłskie	915	782
7.	bydgoskie	874	537
8.	zielonogórskie	1702	1709 ^{3/}
9.	poznańskie	573	797 ^{4/}
10.	wrocławskie	0	0
11.	leszczyńskie	0	103 ^{5/}
12.	konińskie	1266 ^{6/}	261
13.	płockie	0	0
14.	jeleniogórskie	929	867
15.	legnickie	1512	1523 ^{7/}
16.	wrocławskie	6163	5062
17.	kaliskie	1953	1370
18.	sieradzkie	407	365
19.	łódzkie	174	108
20.	wałbrzyskie	31	44 ^{8/}
21.	opolskie	1712	1543
22.	częstochowskie	2049	1623
23.	piotrkowskie	792	363 ^{9/}
24.	katowickie	1090	766
25.	bielskie	0	0
Razem		24211	19593

Uwagi do tab.2

- 1/ tylko Państwowe Gospodarstwo rybne Koszalin
- 2/ całe województwo
- 3/ powierzchnia ewidencyjna 1709 a powierzchnia użytkowa 1356 ha
- 4/ w tym 160 ha stawów o powierzchni poniżej 10 ha
- 5/ w latach 1980-1982 oddano do użytku nowe stawy
- 6/ w tym jezioro Pątnowskie o pow. około 1 ty. ha

cd. uwag do tab.2

- 7/ prawdopodobnie powierzchnia ogroblowana
- 8/ w trakcie zagospodarowania znajduje się 17 ha stawów karpowych
- 9/ tylko Państwowe Gospodarstwo Rybackie Łódź.

Średnie miesięczne temperatury wody z wieloletnia 1959-1977 /SST/

lp.	RZKA	PROFIL	MIESIĄCE												ROK
			XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Odra	Miedonia	8,0	3,8	2,2	2,8	4,7	9,2	14,8	17,8	19,0	18,8	16,1	12,1	10,8
2.		Koile	7,7	3,6	2,1	2,8	4,8	9,6	14,8	18,2	19,3	18,9	16,1	11,8	10,8
3.		Opoie	7,7	3,7	1,7	2,6	5,0	9,9	15,1	18,4	19,6	19,3	16,2	11,9	10,9
4.		Brzeg	6,6	2,7	1,2	2,0	4,3	9,5	14,4	18,0	19,3	19,0	15,8	11,1	10,3
5.		Trestno	6,6	2,7	1,3	2,0	4,4	9,8	14,9	18,5	19,7	19,4	16,2	11,3	10,6
6.		Brzeg Dln.	6,7	2,7	1,1	1,7	4,2	9,8	14,7	18,7	20,1	19,5	16,2	11,0	10,5
7.		Ścinawa	6,0	2,2	1,0	1,2	3,7	9,3	14,7	18,5	19,8	19,2	15,7	10,8	10,2
8.		Głogów	5,8	2,1	0,7	1,4	3,0	8,9	14,4	18,3	19,8	19,0	15,2	10,3	9,9
9.		Nowa Sól	6,2	2,4	0,8	1,2	3,7	9,5	14,9	19,0	20,3	19,5	15,8	10,9	10,4
10.	Odra Zach.	Gryfino	5,6	1,9	0,5	0,8	3,2	9,1	14,8	19,1	20,2	19,6	15,9	10,7	10,1
11.	Kłodnica	Głiwice	9,4	6,5	5,4	5,0	6,2	10,3	14,1	16,8	17,7	17,7	15,3	12,5	11,4
12.	Oleśnica	Komorniki	5,6	2,0	0,7	1,2	3,2	8,2	13,0	16,3	17,6	16,6	13,6	9,6	9,0
13.	Hala Panew	Krupski Młyn	6,4	3,3	1,9	2,1	3,7	8,0	12,0	14,7	15,8	15,2	12,5	9,4	8,8
14.	Nysa Kl.	Skorogoszcz	5,9	2,3	1,0	1,4	3,6	8,3	12,7	16,4	18,1	17,7	14,8	10,3	9,4
15.	Ścinawa	Tumaczów	5,1	2,2	1,2	1,6	2,6	6,4	10,2	13,2	14,3	13,9	11,4	8,1	7,5
16.	Olawa	Olawa	5,5	2,0	0,8	1,2	3,2	8,3	12,9	16,2	17,3	16,8	13,4	9,6	8,9
17.	Ślęza	Wrocław Żerniki	7,0	2,9	0,9	1,3	3,3	8,8	13,4	16,8	18,0	17,4	14,1	11,5	9,6
18.	Bystrzyca	Jarnaltów	5,5	2,3	0,9	1,4	3,0	7,8	12,4	16,1	17,6	17,3	13,5	9,2	8,9
19.	Kaczawa	Pałnów	5,6	2,2	0,9	1,3	3,3	8,1	12,5	15,9	17,3	16,6	13,6	9,7	8,9
20.	Barycz	Osetno	5,3	1,8	0,6	1,0	3,7	9,3	14,1	17,8	18,7	17,9	14,5	9,9	9,6
21.	Dobór	Żagań	5,9	2,9	1,4	2,0	3,8	8,0	11,9	15,5	16,7	16,3	13,5	9,6	8,9
22.	Nysa Łużycka	Cubin	7,1	3,8	2,3	2,9	5,0	9,7	14,0	17,6	18,6	18,0	14,8	10,7	10,4
23.	Warta	Bobry	6,2	2,9	1,4	2,0	4,0	8,9	13,5	16,8	17,4	16,9	13,7	9,8	9,5
24.		Działoszyń	5,2	1,9	0,6	1,2	3,5	8,8	13,4	16,7	17,5	16,8	13,3	9,0	9,0
25.		Sieradz	4,4	1,5	0,6	0,7	2,7	8,3	14,6	18,8	19,2	17,8	13,5	8,3	9,2
26.		Konin	4,9	1,3	0,4	0,6	3,2	9,4	15,0	18,9	20,2	19,3	15,1	9,9	9,9
27.		Nowa Wieś Podgórzna	5,1	1,5	0,4	0,7	3,0	9,4	14,9	19,2	20,0	19,2	15,2	9,9	9,9
28.		Skwierzyna	5,6	2,0	0,6	0,9	3,1	9,2	14,8	19,1	20,1	19,3	15,6	10,5	10,1
29.		Górzno Wilk.	5,5	2,1	0,7	1,0	3,3	9,0	14,6	18,7	19,3	19,1	15,1	10,2	9,9
30.	Prośna	Piwnice	5,0	1,8	0,6	1,2	3,1	8,6	13,3	16,8	17,7	17,0	15,6	9,1	9,0
31.		Dogusław	5,3	2,0	0,7	1,1	3,1	8,9	13,9	17,7	18,4	17,8	13,9	9,5	9,4
32.	Kościański Kanal	Kościan	7,0	3,7	2,0	2,7	4,5	9,0	14,1	18,4	19,5	18,8	15,0	10,8	10,5
33.	Kanał Miejski	Mosina	5,3	2,1	0,8	1,2	3,5	8,8	13,9	17,5	18,4	17,4	13,0	9,3	9,4
34.	Jezioro Góreckie	Jezioro	8,1	3,3	1,0	0,9	2,5	7,3	14,2	19,3	21,1	20,6	17,3	12,6	10,7
35.	Notec	Pekość	6,6	3,0	2,1	2,7	4,2	8,9	15,0	19,6	20,9	20,2	16,4	12,3	11,0
36.		Ujście	4,9	1,6	0,5	0,7	2,9	8,6	14,3	18,6	19,7	18,7	14,5	9,5	9,5
37.		Czarnków	5,6	2,3	1,0	1,2	3,3	8,7	14,0	17,7	18,6	17,7	14,1	9,7	9,5
38.		Nowe Drez- denko	5,5	2,3	1,1	1,4	3,6	8,7	14,2	18,0	19,0	18,2	14,5	9,8	9,7
39.	Notec zach.	Gębica	5,4	2,0	0,8	1,1	2,5	6,8	12,8	17,4	18,8	17,8	14,3	9,6	9,1
40.	Drawa	Drawiny	5,7	2,4	1,2	1,6	3,4	8,0	13,5	17,3	18,5	17,5	14,1	9,6	9,4
41.	Rega	Resko	5,5	2,6	1,4	1,9	3,8	8,0	12,6	15,7	16,4	15,6	12,5	9,0	8,8
42.		Trzebiatów	5,4	2,3	1,0	1,3	3,1	7,9	13,1	17,1	18,0	17,2	13,9	9,6	9,2
43.	Paręta	Bardy	5,4	2,4	1,1	1,4	3,0	7,4	12,2	15,7	16,5	15,9	12,8	9,0	8,6
44.	Stupia	Stupak	5,5	2,4	1,3	1,5	2,9	6,9	11,8	15,5	16,4	15,9	13,1	9,2	8,5
45.	Łupawa	Świdwino	5,8	2,4	1,3	1,7	3,3	7,0	11,0	14,2	15,0	14,3	11,6	8,4	7,9
46.	Łeba	Łębork	5,2	2,6	1,8	1,9	3,2	6,6	10,4	12,9	13,9	13,4	11,1	8,3	7,6

Tabela 4

Warunki wodne stawów

Lp.	Województwo	Powierzchnia zalewu stawów rybnych w ha dla których			
		ilość wody jest:		jakość wody jest:	
		wystarczająca	za mało	dobra	zła
1.	szczecińskie	x	x	x	x ^{1/}
2.	koszalińskie	96	14 ^{1/2}	80	30 ^{1/3}
3.	śląskie	166	-	166	-
4.	gdańskie ^{4/}	143	1	144	-
5.	gorzowskie	733	132	853	12
6.	pilskie	246	536	782	-
7.	bydgoskie	537	-	286	251 ^{5/}
8.	zielonogórskie	~ 1400	300 ^{6/}	1709	-
9.	poznańskie	x	x	x	x ^{1/}
10.	leszczyńskie	43	60 ^{7/}	103	-
11.	konińskie	261	-	261	-
12.	jeleniogórskie	364	503 ^{8/}	867	-
13.	legnickie	1523	-	293	1230 ^{9/}
14.	wrocławskie	2062	~ 3000	~ 4000	1062
15.	kaliskie	-	1370	-	1370
16.	sieradzkie	286	79	336	29
17.	łódzkie	82	26 ^{6/}	108	-
18.	wałbrzyskie ^{10/}	44	-	44	-
19.	opolskie	~ 1000	500	~ 1000	~ 500
20.	częstochowskie	1243	380 ^{14/}	1331	292 ^{12/}
21.	piotrkowskie	363	-	363	-
22.	katowickie.	586	180	388	378
Razem		11178	7081	13114	5154

Uwagi do tab. 4

1/ brak danych

2/ ze względu na duże przesięki przez dno i groble oraz mały dopływ brak jest możliwości utrzymania odpowiedniego poziomu wody,

3/ woda zanieczyszczona jest garbnikami i kwasami humusowymi, jakość wody uniemożliwia inkubację ikry pstrąga /wysokie pH i duże Fe/,

4/ dla całego województwa,

Uwagi do tab. 4

- 5/ 5 ha stawów towarowych narażonych jest na zrzuty gnojowicy z fermy trzody chlewnej PGR Cerkwica, 236 ha stawów narybkowych w gospodarstwie Chobielin ma zimowe deficyty tlenu spowodowane zrzutami ścieków cukrowniczych /stawy nowe eksploatowane od 1978r./.
- 6/ w okresach suszy brakuje 10-20% wody,
- 7/ obiekt Zgliniec - zbiorniki częściowo spuszczone o pow, 60 ha oddany do użytku w 1982r., ma bardzo słabe zaopatrzenie w wodę pobieraną z jeziora,
- 8/ w okresie VI-VII w latach suchych występują niedobory,
- 9/ woda dopływająca do 508 ha stawów ma okresowo złe sechy jakościowe, stawy zakładu Przemków /722 ha/ zasilane są wodą o podwyższonej zawartości metali ciężkich i zasolenia,
- 10/ dane niepełne,
- 11/ stałe braki wody a dalsze 441 ha ma braki okresowe,
- 12/ jakość zła okresowo.

Tabela 5

Pobór i zrzut wody w stawach karpowych w $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$
wg Hydroprojektu

Wyszczególnienie	O k r e s									
	XI-II	III	IV	V	1 i 2 dek VI	3dek. VI	VII	VIII	IX	X
Pobór	0,9	6,2	0,9	1,0	3,7	1,1	1,1	1,1	0,9	1,3
Zrzut	0,9	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,0

Tabela 6

Dopływ wody do magazynów karpowych wg Wieniawskiego

Temperatura wody w $^{\circ}C$	2	4	6	8	10	12
Dopływ $l \cdot s^{-1}$ na 1 Mg ryb	0,5	0,9	1,8	2,5	4,0	5,5

Tabela 7

Niezbędny dopływ do stawów pstrągowych wg Goryczko

Maksymalna temperatura wody w $^{\circ}C$ w okresie VIII-IX	22	20	18	15
Niezbędny dopływ $l \cdot s^{-1}$ na 1 Mg ryb	15	10	8	5

Tabela 8

Stan techniczny i orientacyjna wielkość produkcji
ze stawów

Lp. Województwo	Powierzchnia zalewu stawów w ha, których stan techniczny jest			Orientacyjna wielkość produkcji ryby towaro- wej w Mg		
	dobry	średni	zły	karp	pastrąg	razem
1. szczecińskie	x	x	x	x	x	x ^{1/}
2. koszalińskie	44	30	36	27	300	327
3. słupskie	66	100	-	x	x	399
4. gdańskie ^{2/}	101	13	30 ^{3/}	67	238	303
5. gorzowskie	717	76	72	245	25	270
6. pilskie	782	-	-	488	325	810
7. bydgoskie	271	261	5 ^{4/}	240	-	240 ^{5/}
8. zielonogórskie	32	1677	-	565	-	565
9. poznańskie	x	x	x	232	-	232
10. leszczyńskie	71	17	15	35	-	35
11. konińskie	229	-	32	-	-	52
12. jeleniogórskie	-	867	-	258	-	258
13. legnickie	754	47	722	729	-	729
14. wrocławskie	1500	2062	1500	1456	-	1456
15. kaliskie	-	1370	-	804	-	804
16. sieradzkie	292	52	20	137	-	137
17. łódzkie	66	16	26	57	-	57
18. wałbrzyskie	37 ^{6/}	7	-	6	81	87
19. opolskie	595	819	129	-	-	550
20. częstochowskie	-	923	700	731	10	741
21. piotrkowskie	-	363	-	65	-	65
22. katowickie	586	180	-	380	8	388
Razem	6144	8880	3287	6522	987	8505

Uwagi do tab. 8

1/ brak danych.

2/ całe województwo,

3/ odbudowany obiekt Rokitki zniszczony przez powódź w 1980r.

4/ staw towarowy, średnia głębokość 0,5 m

5/ razem z materiałem zarybieniowym,

6/ 17 ha w trakcie zagospodarowania.

Tabela 9

Użytkownicy stawów

Lp.	Województwo	Rodzaj użytkownika				
		PG Ryb.	ZLP	Ind.	PZW	Inni
1.	szczecińskie	x	x	x	x	x ^{1/}
2.	koszalińskie	110	x	x	x	x
3.	slupskie	120	-	35	10	1
4.	gdańskie	83	5	30	1	25
5.	gorzowskie	539	-	265	14	47
6.	pilskie	671	-	-	-	111
7.	bydgoskie	500	-	10	-	27
8.	zielonogórskie	757	760	160	32	-
9.	poznańskie	458	116	160	19	44
10.	leszczyńskie	70	-	5	16	12
11.	konińskie	261	x	x	x	x
12.	jeleniogórskie	220	503	120	-	24
13.	legnickie	1389	87	47	-	-
14.	wrocławskie	4719	116	41	61	125
15.	kaliskie ^{2/}	1370	x	x	x	x
16.	sieradzkie	193	63	59	6	44
17.	łódzkie	-	-	-	-	108
18.	wałbrzyskie	-	-	33	10	1
19.	opolańskie	73	1200	157	105	8
20.	częstochowskie	1080	72	140	80	251
21.	piotrkowskie	363	-	-	-	-
22.	katowickie	650	1	43	-	72
Razem		13626	2923	1305	354	900

Uwagi do tab.9

1/ brak danych

2/ tylko państwowe gospodarstwa rybne

3/ całe województwo

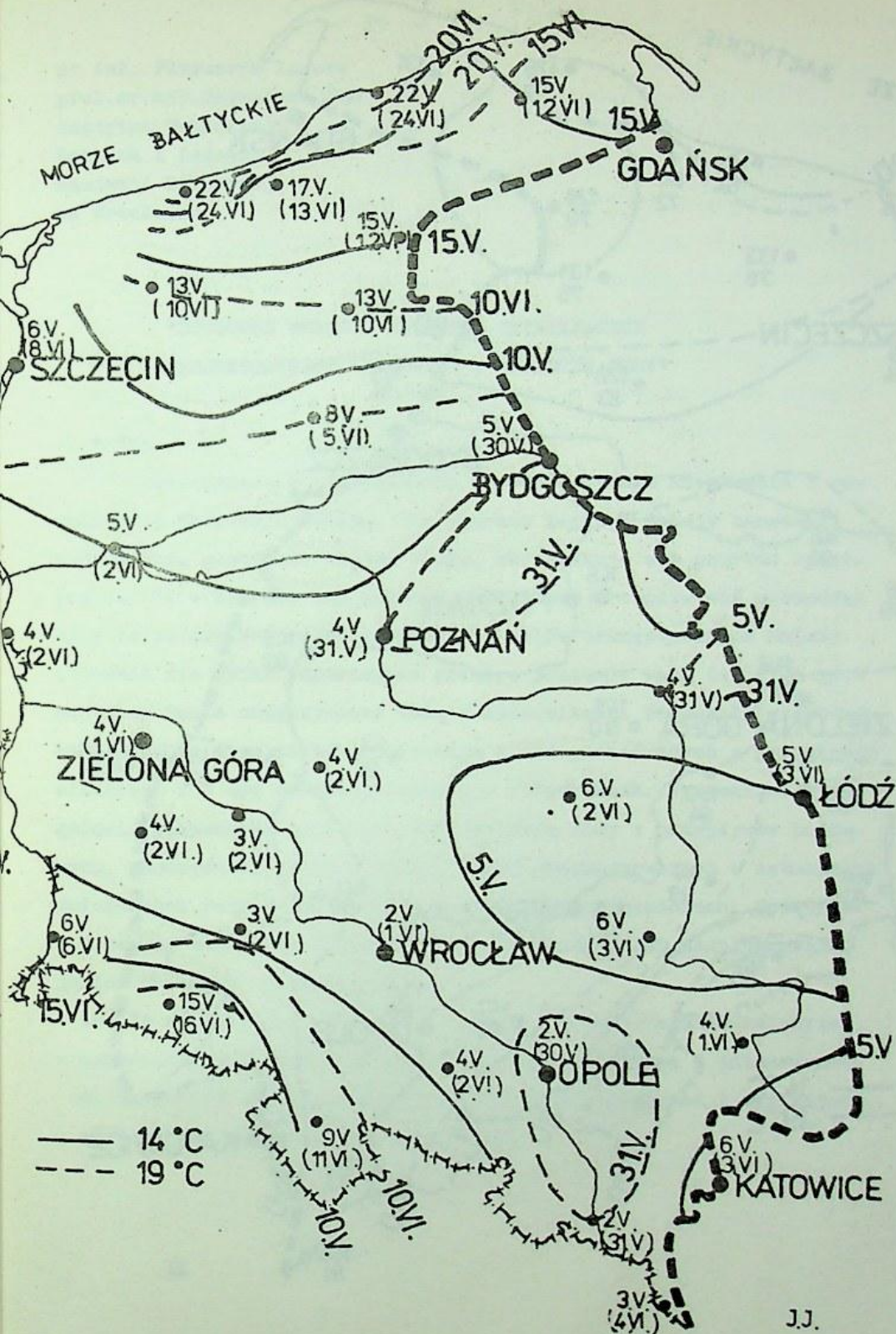
Stan pokrycia potrzeb wodnych stawów rybnych w 1980r.

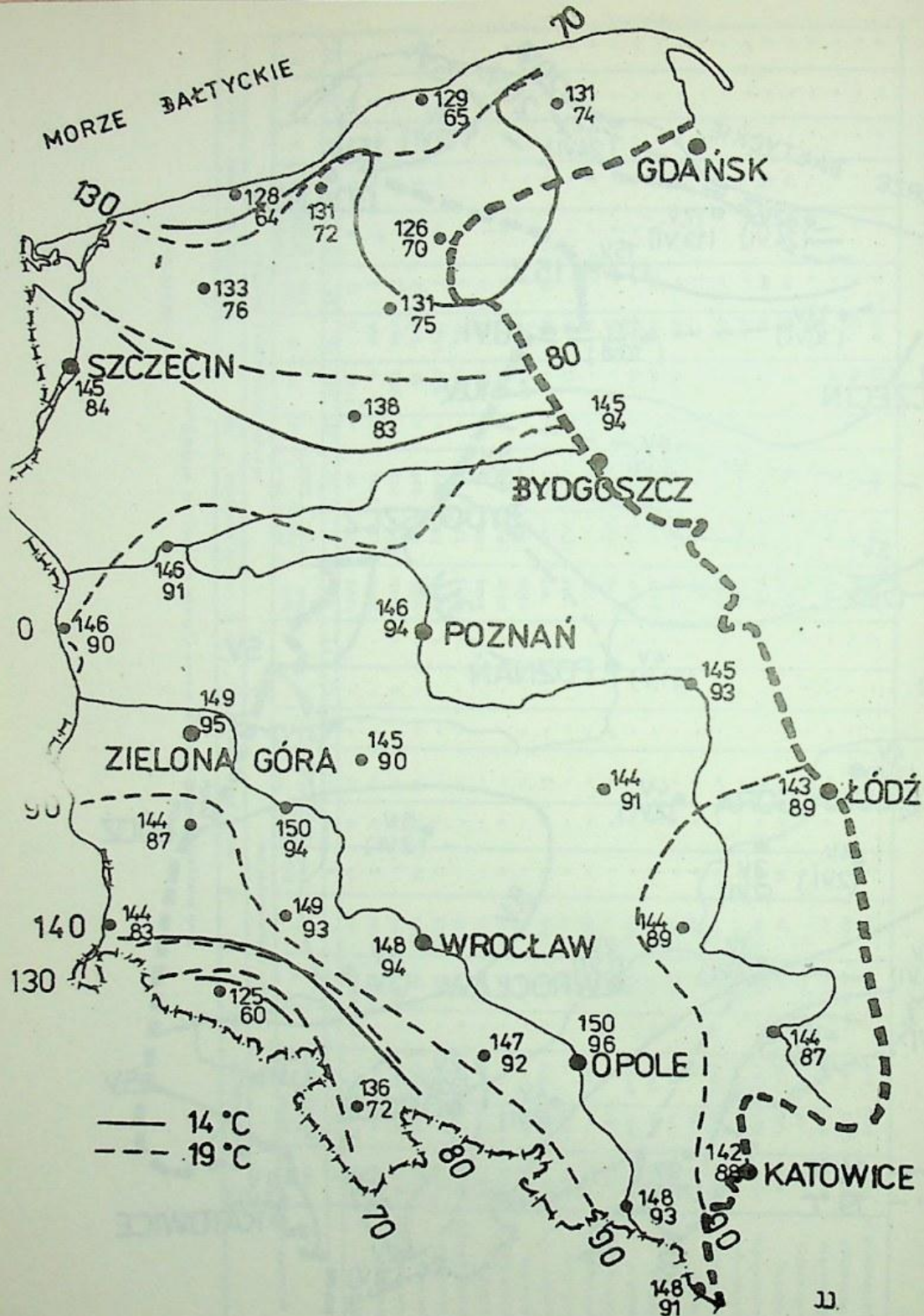
wG BIPRONELM /31/

Lp.	województwo	Stawy karpiowe		latnielance /ha/	Obiekty pstrągowe /szt./				ograniczenia rybnosci	baza rybnosci
		ogółem	pełna zawartość		ogółem	pełna zawartość	ograniczenia rybnosci			
1	śląskie	4875	3553	269	1033	9	8	-	-	1
2	bydgoskie	1125	1086	-	39	5	5	-	-	-
3	częstochowskie	3354	1142	13	2197	3	-	-	-	3
4	zdańskie	258	206	-	52	15	15	-	-	-
5	gorzowskie	1081	433	12	636	2	2	-	-	-
6	jeleniogórskie	1143	482	-	661	1	-	-	-	1
7	kieleckie	2007	789	-	1218	-	-	-	-	-
8	katowickie	2813	1736	178	899	2	2	-	-	-
9	konińskie	1266	1231	-	35	-	-	-	-	-
10	kozańskie	318	132	-	186	10	9	-	-	1
11	łódzkie	1493	1119	-	374	-	-	-	-	-
12	łódzkie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	łódzkie	194	85	-	109	-	-	-	-	-
14	opolskie	1574	955	-	619	-	-	-	-	-
15	piłskie	992	808	-	184	3	3	-	-	-
16	piotrkowskie	1427	765	-	662	-	-	-	-	-
17	piotrkowskie	138	122	-	16	-	-	-	-	-
18	poznańskie	487	415	-	72	-	-	-	-	-
19	sieradzkie	398	198	-	200	-	-	-	-	-
20	śląskie	203	178	-	25	10	9	-	-	1
21	szamotulskie	919	661	74	187	1	1	-	-	-
22	wałbrzyskie	28	28	-	-	2	-	-	-	2
23	wielkopolskie	589	209	-	380	-	-	-	-	-
24	wrocławskie	6086	1810	19	4257	-	-	-	-	-
25	zelenogórskie	1938	635	-	1303	-	-	-	-	-

Stan pokrycia potrzeb wodnych stać w 2000r. wg NIPROFI

Województwo	Stawy karpiowe /ha/			Stawy pastwiskowe /azi./			Stawy karpiowe /ha/			Stawy pastwiskowe /azi./														
	Wariant bezsystemowej						Wariant systemowej zbudowy																	
	Ogółem	polna część /ha/	polna część /azi./	A	B	C	Ogółem	polna część /ha/	polna część /azi./	A	B	C												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
bielskie	4902	2219	-	232	2424	27	13	8	3	-	1	1	4902	2727	19	-	2148	8	13	8	3	-	1	1
bydgoskie	3000	971	771	-	154	1104	9	5	4	-	-	-	3000	1121	1631	-	4	244	9	5	4	-	-	-
czajkowskie	1043	200	3942	2271	428	3	-	-	-	3	-	-	3942	1681	327	-	1633	251	3	-	-	3	-	-
gdzińskie	1698	228	486	-	30	954	30	15	15	-	-	-	1698	226	528	-	32	912	30	15	15	-	-	-
gorzowskie	5515	576	2342	-	505	2092	7	6	-	-	1	1	5515	841	3003	-	240	1431	7	2	4	-	-	-
jeleniogórskie	1203	460	79	-	683	21	1	-	-	4	-	-	1243	537	79	-	606	21	1	-	-	-	-	-
kaliszkie	2044	792	2	-	1215	35	-	-	-	-	-	-	2044	1622	12	-	385	25	-	-	-	-	-	-
katowickie	2849	1832	-	-	827	190	2	2	-	-	-	-	2849	1953	107	-	706	83	2	2	-	-	-	-
konińskie	1266	229	-	-	1038	-	-	-	-	-	-	-	1266	243	-	-	1023	-	-	-	-	-	-	-
koszalińskie	703	142	179	-	176	206	25	9	13	1	2	2	703	247	313	-	71	72	25	9	13	-	-	-
legnickie	1592	1273	1	-	220	8	1	-	-	1	1	1	1502	1440	7	-	53	2	1	-	-	-	-	-
leszczyńskie	1112	-	933	-	-	199	-	-	-	-	-	-	1132	-	-	-	-	176	-	-	-	-	-	-
łódzkie	100	87	-	-	107	5	-	-	-	-	-	-	199	194	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
opolskie	6922	1061	2463	-	513	2893	-	-	-	-	-	-	6922	1179	3275	-	395	2073	-	-	-	-	-	-
piłskie	5977	825	3445	-	167	1040	17	3	14	-	-	-	5477	846	3904	-	146	581	17	3	14	-	-	-
piotrkowskie	3708	745	757	-	620	1586	-	-	-	-	-	-	3708	1108	1574	-	257	769	-	-	-	-	-	-
połockie	178	126	15	-	12	25	1	-	1	-	-	-	178	134	40	-	4	-	1	-	-	-	-	-
poznańskie	2809	423	1217	-	52	1207	-	-	-	-	-	-	2809	475	1508	-	-	916	-	-	-	-	-	-
sieradzkie	1897	198	1182	-	200	317	-	-	-	-	-	-	1897	360	1291	-	38	208	-	-	-	-	-	-
śremskie	4154	523	2041	-	306	1194	26	1	12	-	13	13	4154	866	3067	-	113	168	26	1	19	-	-	-
ślupskie	606	193	331	-	18	72	44	10	34	-	-	-	606	198	363	-	5	40	44	10	34	-	-	-
świdwarskie	31	18	3	-	10	-	4	-	-	2	2	2	31	28	3	-	-	-	4	2	-	-	-	-
świebuzkie	672	217	69	-	372	14	-	-	-	-	-	-	672	269	83	-	320	-	-	-	-	-	-	-
trojańskie	6546	1313	60	-	4173	400	-	-	-	-	-	-	6546	5695	450	-	391	10	-	-	-	-	-	-
telonogórskie	2557	618	249	-	1320	470	3	-	-	-	3	3	2557	993	440	-	943	229	3	-	-	-	-	-





dr inż. Pływaczyk Leszek
prof.dr hab.Szymański Jan
Instytut Melioracji
Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

"STOSUNKI WODNE W REJONACH ISTNIEJĄCYCH
I PROJEKTOWANYCH SPIĘTRZEŃ W DORZECZU ODRY"

1. Wstęp

Rozwijająca się gospodarka narodowa wymaga kierowania i regulowania gospodarką wodną. Dla potrzeb żeglugi należy zapewnić odpowiednią głębokość koryta cieku, co uzyskuje się poprzez spiętrzenie wód w korycie lub poprzez zwiększony przepływ wód pochodzących ze zbiorników retencyjnych. Dla celów energetycznych należy zapewnić nie tylko odpowiednie różnice poziomów wody dolnej i górnej lecz także zmagazynować wodę w zbiornikach. Przemysł, gospodarka komunalna i rolnictwo korzystają z wód pochodzących z przepływów bieżących i z wód retencjonowanych w zbiornikach. Wymienione wyżej gałęzie gospodarki narodowej wykorzystują wody z przepływów bieżących, najczęściej spiętrzonych i z wód zmagazynowanych w sztucznych zbiornikach retencyjnych lub w nadpiętrzonych jeziorach. Spiętrzenie rzeki, budowa sztucznego zbiornika wodnego lub nadpiętrzenie jezior powoduje następujące zmiany:

- trwałe wyłączenie z produkcji rolnej i leśnej terenów zalanych,
- zakłócenie stosunków wodnych na skutek zmian typu i intensywności zasilania wodą obszarów przyległych do spiętrzeń i wynikające stąd zmiany warunków przyrodniczych.

Obiekty piętrzące, lokalizowane w rejonach górskich górskich, nie wywierają na ogół tak ujemnych wpływów na tereny przyległe, jak budowa tych obiektów na rzekach nizinnych, gdzie te niekorzystne zjawiska występują. Przyczyniają się one do gwałtownych zmian stosunków wodno-powietrznych gleb. Przeważnie występuje nadmierne uwilgotnienie. Z danych Ministerstwa Rolnictwa /na podstawie 25 rozpatrywanych zbiorników/ wynika, że na 1 ha zalewu przypada średnio 0,9 ha podtopień. Wskaźnik ten jest jednak bardzo zróżnicowany od 13,4 do 0,03 ha podtopień na 1 ha zalewu. Wskaźniki te ulegają zmianie na skutek wykonania urządzeń odwadniających.

Przeciwdziałanie przyczynom lub skutkom niekorzystnych zmian w reżimie wodnym terenów przyległych do obiektów piętrzących może być prowadzone w dwóch zasadniczych kierunkach:

- przywrócenie stanu poprzedzającego piętrzenie, przynajmniej w zakresie pozwalającym na uniknięcie zmiany dotychczasowego sposobu użytkowania,
- ustalenie nowego sposobu użytkowania wyżej wymienionych terenów, uwzględniającego skutki zmian stosunków wodnych np. zamiana gruntów ornych na użytki zielone lub stawy.

Koncepcja techniczna regulacji stosunków wodnych na zawału stopni i zbiorników wodnych najczęściej nie wynikała z programu docelowego użytkowania oraz warunków geologicznych, hydrogeologicznych i topograficznych terenu. Ze względu na niską cenę wykupu gruntu, regulację stosunków wodnych generalnie traktowano jako element drugorzędny i mało istotny dla realizacji inwestycji podstawowej, często zajmowano się tym zagadnieniem po spiętrzeniu. Materiały wyjściowe do projektowania były zwykle niedostateczne. Dane geologiczne i hydrogeologiczne przeważnie dotyczyły osi stopni i budowli towarzyszących, a nie obejmowały rozpoznania na ob-

szarze zawała, na którym wystąpić mogą zmiany stosunków wodnych. Materiały geodezyjne i rolnicze najczęściej były niekompletne. Przeważnie nie opracowywano prognoz wpływu piętrzenia rzeki na stosunki wodne terenów przyległych do budowli hydrotechnicznych lub były one sporządzane lecz nie w pełnym zakresie. Niekiedy stosowano niewłaściwą metodykę przy wymiarowaniu urządzeń odwadniających. Posługując się konwencjonalnymi metodami melioracyjnymi do rozwiązań projektowych niedostatecznie analizowano układ zwierciadła wody gruntowej, jaki powstanie na zawału po spiętrzeniu zbiornika. Prognoza tego układu, który jest uzależniony od przyjętego systemu odwadniającego, nie była odpowiednio ustalona na podstawie obliczeń teoretycznych i badań modelowych.

Skuteczność zabezpieczenia terenów przyzbiornikowych jest w dużej mierze uzależniona od okresu realizacji prac w stosunku do terminu napełnienia zbiornika oraz od jakości wykonywanych robót i jakości materiałów budowlanych. Prace te niekiedy wykonywano przed spiętrzeniem, niekiedy przed i w czasie piętrzenia, a niekiedy po spiętrzeniu. Realizacja prac po spiętrzeniu była trudna i kosztowna.

Były przypadki stosowania nieodpowiedniej jakości materiałów budowlanych co komplikowało wykonawstwo i powodowało liczne awarie.

Zmiany oraz wahania wody gruntowej na terenach przyległych do budowli piętrzących wpływały na jakość wód w studniach kopanych. Na ogół nie zajmowano się zaopatrzeniem ludności w wodę pitną.

Prawidłowa eksploatacja decydowała w sposób zasadniczy o trwałości i efektywności technicznej i ekonomicznej systemów odwadniających. Dlatego eksploatacja urządzeń melioracyjnych na zawału zbiornika wymaga szczególnego nadzoru i kontroli.

Do niedociągnięć eksploatacyjnych należy:

- nieterminowa konserwacja rowów,
- niedostateczna obsługa przepompowni,
- brak systematycznych badań i obserwacji eksploatowanych obiektów.

2. Kierunki zmian siedlisk na terenach przyległych do spiętrzeń

Niedociągnięcia w zakresie prognozowania badań hydrogeologicznych i wykonania urządzeń odwadniających na terenach przyległych do urządzeń piętrzących powodują określone skutki w środowisku przyrodniczym. Przeważnie jest trwałe podniesienie się poziomów wody gruntowej na terenach przyległych do zbiornika. Równocześnie ulegają zmianie dotychczasowe stosunki ekologiczne. Nowe warunki siedliskowe mogą oddziaływać zarówno dodatnio lub ujemnie na produktywność roślin. Znając położenie zwierciadła wody gruntowej po spiętrzeniu można przewidywać zmiany warunków siedliskowych i projektować właściwe zabiegi melioracyjno-rolnicze.

Aby nie dopuścić do wystąpienia ujemnych skutków należy przeprowadzić analizę zmian poziomów wód gruntowych na gruntach ornych np. w "kompleksach przydatności gleb", na użytkach zielonych np. w "rodzajach łąk", na terenach zalesionych np. w "siedliskach" i na terenach osiedlowych.

W rolniczym ujęciu za tereny o ujemnym lub dodatnim oddziaływaniu zbiornika przyjęto te użytki na których poziom wody gruntowej podniósł się do głębokości mniejszej niż 1,5 m liczonej od powierzchni terenu. Przy głębokości większej od 1,5 m tylko znikoma część korzeni uprawianych roślin narażona będzie na podtopienie i nie wpłynie to w sposób istotny na wzrost i rozwój tych roślin. Szybkość zmian siedliskowych zachodzących w obrębie terenów podtopionych zależy przede wszystkim od poziomu wody gruntowej [4].

Przyjęto następujące przedziały prognozowanych poziomów wody gruntowej 1,5 do 1,0m, 1,0 do 0,5m i 0,5-0,0 m.

Kierunki zmian siedlisk w zależności od podniesienia się poziomów wody gruntowej na gruntach ornych są następujące:

- przy poziomach wody gruntowej 1,5 - 1,0m od powierzchni terenu nie wystąpią istotniejsze zmiany w wartościach użytkowych
- przy poziomach wody gruntowej 1,0 - 0,5m zaznaczają się na jednych kompleksach niekorzystne zmiany i wystąpi potrzeba melioracji a na innych poprawią się stosunki wodne i urodzajność
- przy poziomach wody gruntowej 0,5-0,0m na wszystkich glebach wystąpi uwilgotnienie trwale podmokłe oraz silne oglejenie wierzchnich warstw profilu. W tych warunkach zachodzi konieczność zmiany użytkowania na trwałe użytki zielone albo dla utrzymania dotychczasowego użytkowania wykonania melioracji.

Na użytkach zielonych kierunki zmian siedlisk łąkowych przedstawiają się następująco:

- przy poziomach wody gruntowej 1,5-1,0m wystąpić mogą nieznaczne zmiany w stosunkach wodnych
- przy poziomach wody gruntowej 1,0-0,5m na grądach wystąpić może poprawa stosunków wodnych dla roślin łąkowych
- przy poziomach wody gruntowej 0,5-0,0m w siedliskach łągów właściwych i grądów rozpocznie się tworzenie gleb glejowych, pogorszy się ich troficzność i areacja oraz produkcyjność. Przy utrzymaniu stale poziomu bliskiej lub równej z powierzchnią terenu wystąpi proces bagienny. Na tych terenach istnieje potrzeba wykonywania melioracji.

Inaczej reagują na zmiany poziomów wody gruntowej tereny leśne niż użytki rolne. Są gatunki drzew, których wymagania wilgotnościowe są małe /sosna, brzoza/, średnie /świerk, dąb, buk i inne/

i duże /alcha, jesion, topola/. Poszczególne gatunki dostosowują swój system korzeniowy do danych warunków wodnych i takie same gatunki drzew mogą się znajdować na siedliskach o zróżnicowanym uwilgotnieniu. Zależnie od stosunków glebowych i położenia wody gruntowej wyróżnić można typy siedliskowe lasu.

1. Siedlisko o przewadze gospodarki opadowo-wodnej gleb i poziomie wody gruntowej poniżej 2,0m od powierzchni terenu przez przeważającą część roku. Do nich zalicza się: bór suchy, bór świeży, bór mieszany świeży, las mieszany świeży i las świeży.
2. Siedlisko z przewagą gospodarki gruntowo-wodnej gleb z poziomem wody gruntowej wyższym niż 2,0m poniżej terenu przez przeważającą część roku. Są to: bór wilgotny, bór mieszany wilgotny, las mieszany wilgotny, las wilgotny, ols i ols jesionowy, /zw.w.gr. 0,5-1,0m/
3. Siedlisko z przewagą gospodarki zalewowej. Dość duże wahania poziomu wody gruntowej w profilu oraz okresowe zalewy powierzchniowe przy większych wezbraniach. Są to lasy łęgowe.

Gatunki drzew dostosowują się do warunków danego siedliska i mogą w nim wegetować. Niebezpieczne dla drzew są gwałtowne, trwałe i znaczące zmiany stosunków wodnych w wyniku podniesienia zwierciadła wody gruntowej. Na przykład na terenie przyległym do spiętrzonej Odry stopniem wodnym w Brzegu Dolnym, gdzie wystąpiło spiętrzenie, trwałe i znaczne podniesienie zwierciadła wody /przed spiętrzeniem ok. 2,0m, a po spiętrzeniu ok. 0,5m/, duża część drzewostanu zginęła. Gdy przewidujemy niekorzystną zmianę stosunków wodnych na terenie leśnym /podtopienie/ to wówczas albo trzeba przewidzieć zmianę użytkowania albo usunięcie istniejącego drzewostanu i ponowne jego odnowienie lecz przy doborze odpowiednich gatunków drzew albo też wykonanie melioracji. Aby podjąć odpowiednią decyzję należy znać prognozowane poziomy wody gruntowej.

Inaczej niż na użytkach rolnych i leśnych należy podejść do zmian stosunków wodnych na terenach osiedlowych. Przed spiętrzeniem poziomy wody gruntowej zazwyczaj kształtują się poniżej dna piwnic. Podniesienie zwierciadła wody może spowodować zalanie piwnic, zawilgocenie ścian, a w dalszej kolejności opanowanie budynku przez grzyb. Dlatego należy określić zmianę stanów wód gruntowych w wyniku spiętrzenia i gdyby było one zbyt duże i niekorzystne to należy wykonać odpowiednie urządzenie odwadniające, zapewniające stan z okresu przed spiętrzeniem.

3. Obiekty piętrzące wodę na terenie Dorzecza Odry z zlewni rzek Przymorza

Podstawą do sporządzenia wykazu obiektów piętrzących stanowiły dane:

1. Ministerstwo Rolnictwa, Departament Gospodarki Wodnej w Warszawie
2. Okręgowa Dyrekcja Gospodarki Wodnej we Wrocławiu
3. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie
4. Zarząd Odrzański Drogi Wodnej we Wrocławiu
5. Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych Akademii Rolniczej we Wrocławiu
6. Materiały opublikowane.

Uzyskane dane z wyżej wymienionych jednostek pozwoliły sporządzić wykaz obiektów piętrzących /zbiorniki o stałym i okresowym piętrzeniu oraz jeziora nadpiętrzone/ w ujęciu wojewódzkim [12]. W tabeli 1 podano zestawienie ilościowe, a na rys.1 ich lokalizację.

Tabela 1

Zestawienie zbiorników retencyjnych stale piętrzących /zb.ret./ i okresowo /zb.such./ oraz jezior nadpiętrzonych /J.N/ zlokalizowanych w dorzeczu Odry i zlewniach rzek Przymorza

Województwo	Rodzaj zbiornika	Ilość	Pojemność mil m ³	Wysokość piętrzenia
bydgoskie	J.N	5	116,05	0,5-1,2
	zb.ret.	2	-	2,7 i 2,8
częstochowskie	zb.ret.	6	26,56	1,4-13,4
gorzowskie	zb.ret.	6	6,0	2,8-14,5
jeleniogórskie	zb.ret.	8	84,0	2,5-46,7
	zb.suche	10	23,98	2,5-17,7
kaliskie	zb.ret.	2	2,2	3,5-16,8
katowickie	zb.ret.	13	158,3	1,0-11,0
konińskie	J.N	6	-	0,4-1,3
	zb.ret.	2	6,64	2,4 i 3,5
koszalińskie	J.N	7	13,0	0,5-4,3
	zb.ret.	6	14,8	1,2-10,5
legnickie	zb.ret.	1	38,4	20,0
łódzkie	zb.ret.	2	0,29	2,5 i 5,1
opolskie	zb.ret.	20	-	1,7-15,0
	zb.such.	1	2,36	14,5
pilskie	J.N	1	0,6	1,45
	zb.ret.	17	-	0,7-5,5
piotrkowskie	zb.ret.	4	-	0,9-1,4
poznańskie	zb.ret.	3	2,6	3,1-7,6
śląskie	J.N	3	20,7	-
	zb.ret.	9	-	1,1-7,5
szczecińskie	J.N	2	28,2	0,5 i 0,7
	zb.ret.	5	-	2,1-4,7
wałbrzyskie	zb.ret.	2	9,46	12,5 i 38,0
	zb.such.	6	3,15	1,4-25,9
wrocławskie	zb.ret.	12	-	1,4-10,0
zielonogórskie	J.N	1	0,9	0,6
	zb.ret.	3	11,18	5,8-10,8

Na rozpatrywanym obszarze znajdują się także jazy piętrzące wodę stale lub okresowe. Ilość tych urządzeń piętrzących jest pokaźna np. w woj. leszczyńskim 56, w sieradzkim - 33 i w jeleniogórskim 26. Przyczyniają się one do stałego lub okresowego podtapiania terenów przyległych.

Na rozpatrywanym obszarze znajdują się również liczne stawy, w których woda jest spiętrzona przeważnie powyżej terenu i które oddziałują na stosunki wodne terenów przyległych.

Niektóre ciekі dorzecza Odry wykorzystywane są dla celów żeglugowych. Znaczny odciek Odry oraz środkowa i Dolna Noteć są drogami wodnymi. Na nich znajdują się urządzenia piętrzące, śluzy i inne. Ciekі te wpływają także na stosunki wodne terenów przyległych.

Odrzańska Droga Wodna obejmuje Kanał Gliwicki i Odrę od Koźła po jezioro Dąbie w szczecińskim /km 95,6 - 741,6/.

Kanał Gliwicki jest sztuczną drogą III klasy, wybudowany w latach 1933-1939. Jego długość wynosi 40,6 km. Różnica poziomów 43,6m. Wybudowano na nim 6 śluz o spadzie 4,2 - 10,5 m i długości użytkowej ok. 71m oraz szerokości 12,0m. Odległość między stanowiskami od 2,1 do 9,3 km. Kanał został wykonany częściowo w wykopie częściowo w nasypie. Maksymalna jego głębokość 3,5m a szerokość w zwierciadle wody 38-41m. Ubezpieczenie brzegów - płyty betonowe i narzut kamienny. Istnieją urządzenia dla odprowadzenia nadmiaru wód /6 jazów i 3 przelewy/.

Odrę od Koźła po ujście można podzielić na 3 odcinki. Odcinek I - od Koźła do Brzegu Dolnego o długości 187 km - jest skanalizowany. Wybudowano na nim 23 stopnie, na których pokonuje się spad 63m. Ich budowę rozpoczęto w 1891r a ostatni stopień w Brzegu Dolnym zakończono w 1958r.

Drugi odcinek - to Odra Środkowa - rozpoczyna się od Brzegu Dolnego i kończy w Kostrzynie /ujście Warty - km 617,6/ i ma długość 335 km. Rzeka na tym odcinku została uregulowana, jednak mimo tego sprawia ona wiele trudności dla żeglugi, szczególnie w latach suchych /małe głębokości/. Dla przeciwdziałania tym niekorzystnym zjawiskom zasila się Odrę wodami ze zbiorników /Otmuchów, Głębinów, Turawa/. Dopływ przedłuża okres głębokości tranzytowej nawet do kilkudziesięciu dni w roku. Aby wydłużyć ten okres buduje się zbiornik Mietków na Bystrzycy /70 mil m³/ oraz rozpatruje się budowę dalszych zbiorników /np. Racibórz/.

Najmniejsze głębokości występują na przemiałach. Obserwuje się je na odcinku liczącym 260 km /od Brzegu Dolnego w dół rzeki/. Przeciętnie rocznie 7-9 przemiałów o łącznej długości ok. 3 km, gdzie głębokości zmniejszają się o 30-50cm. Pogłębienie miejsc przemiałowych dokonuje się za pomocą bagrowania.

Trzeci odcinek to Dolna Odra - od Kostrzyna do jeziora Dąbie /woj. szczecińskie/ ma długość 123,4 km. Je to odcinek o swobodnym przepływie. Ma on głębokość ok. 150 cm w górnej partii i 220 cm przy jeziorze Dąbie. Na odcinku tym panują na ogół dobre warunki dla żeglugi jednak muszą być także wykonywane okresowe bagrowania.

Dla usprawnienia żeglugi przewiduje się renowację Kanału Gliwickiego, przebudowę odcinka Koźle - Brzeg Dolny i zmniejszenie ilości stopni z 23 do 17 oraz budowę 25 stopni na Odrze Środkowej od Brzegu Dolnego do Kostrzyna a także budowę 3 stopni na Odrze Dolnej.

Dolina Odry jest chroniona przed wielkimi wodami za pomocą obwałowań.

Następnym ciekim wykorzystywanym przez żeglugę jest dolny odcinek Warty, Dolna i Środkowa Notec oraz Kanał Bydgoski. Stanowią one drogę wodną Wisła - Odra. System wodny tego regionu jest bardzo złożony. Dawniej dolina Noteci stanowiła bagnistą, trudną do przebycia przeszkodę. Do regulacji rzeki przystąpiono w 1870r a do przystosowania tej rzeki dla żeglugi w latach 1894-1914. Stan ten utrzymał się do dnia dzisiejszego.

Notec Środkowa tj. odcinek od Krzyża /ujście Drawy/ do Nakła został skanalizowany za pomocą 14 śluz żeglugowych /większe zagęszczenie śluz - 11 - na odcinku ujście Drawy - ujście Gwdy/ piętrzących wodę na stanowisku górnym od 2,8 do 3,5m. Poziom tej wody jest wyższy od poziomu terenu przyległego. Teren ten jest chroniony za pomocą obwałowań i rowów ujmujących wody przesiąkowe i odprowadzających je do rzeki do stanowiska dolnego grawitacyjnie lub mechanicznie.

Notec na dolnym odcinku nie jest obwałowana. Koryto mieści wody średnie wielkie, natomiast większe przepływy występują z brzegu i zalewają tereny przyległe.

Przewiduje się również modernizację drogi wodnej Wisła - Odra i dostosowania jej do wymogów klasy IV. Przewiduje się zwiększenie głębokości tranzytowych z istniejących 1,7m do 2,5m oraz zastosowanie minimalnych promieni krzywizn - 600 m. Przyczyni się to do zmiany intensywności oddziaływania wyższych spiętrań na stosunki wodne terenów przyległych i trzeba również przewidzieć modernizację systemu odwadniającego teren doliny.

4. Stosunki wodne na terenie przyległym do stopnia wodnego na Odrze w Brzegu Dolnym

Jest to ostatni stopień wodny na Odrze wykonany w latach 1950-1958. Dlatego nabyte doświadczenia zarówno pozytywne jak i negatywne winny być uwzględniane przy realizacji następnych stopni. Początkowo celem budowy tego stopnia było spiętrzenie wód do poziomu wystarczającego dla żeglugi /106,0m npm/ a następnie dołączyła się energetyka i zwiększono rzędną piętrzenia o 2,0m /108,0 m npm/. W tych warunkach zw.w. w korycie wzniesione było o ok. 3,0m powyżej terenu. Przy tej rzędnej spiętrzenie w przekroju jazu wynosiło 5,0m i w zasięgu cofki w przekroju Rędzin 1,7m. Obszar zalewu został ograniczony na lewym brzegu istniejącym wałem przeciwpowodziowym, zaś na prawym - naturalną skarpgą i częściowo usypanym wałem.

Tereny lewo i prawobrzeżne Odry powyżej stopnia różniły się znacznie. Tereny lewobrzeżne są płaskie, o znacznej szerokości i użytkowane rolniczo. Występują tutaj utwory czwartorzędowe i trzeciorzędowe. Utwory trzeciorzędowe, /plioceniczne/ nieprzepuszczalne iły, zalegają na głębokości 5-50m, a utwory czwartorzędowe to piaszki i żwiry o dość dużym współczynniku filtracji $/2 - 7 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s/}$. Wierzchnią warstwę stanowi mada od lekkiej do ciężkiej o miąższości od 0,5 do 2,0m. Układ ten stwarza dogodne warunki filtracji wód z Odry w kierunku zawału. Przez tereny te przepływa potok Jeziorzka o spadku ok. 0,25‰ i powierzchni zlewni ok. 50 km².

Tereny prawobrzeżne charakteryzuje duża deniwelacja, dość strome zbocza, mała szerokość doliny i bardzo zróżnicowany układ hydrogeologiczny.

Przed spiętrzeniem Odra spełniała rolę drenującą w stosunku do terenów przyległych. Stany wód gruntowych na tych terenach kształtowały się pod wpływem wód w Odrze. Poziomy wód gruntowych znajdowały się na głębokości 2-3 m od terenu przy Odrze i na głębokości 1m w odległości 2-3 km do tej rzeki. Układ hydroizohips tego terenu przedstawia rys.2.

Nie mając dokładniejszego rozpoznania hydrogeologicznego dla całego obszaru, nie mając sporządzonej prognozy opracowano koncepcje zabezpieczenia terenów przyległych przed podtopieniem.

Na terenach lewobrzeżnych zastosowano grawitacyjny system odprowadzania wód przesiąkowych do Jeziorki. Wykonano przy wałe rowy opaskowe o łącznej długości 8,5 km i średniej głębokości 1-1,5m. Dna tych rowów na znacznej długości znajdowały się w warstwie madowej średnio zwężonej lub zwężonej i tylko część wód przesiąkowych dostawała się do koryta. Wody z tych rowów odprowadzano do potoku Jeziorka. Wykonano regulację tego potoku i pogłębiono, jednak występująca w korycie roślinność podpiętrzyła wodę nawet o 80 cm i wskutek tego odprowadzenie wód przesiąkowych było utrudnione.

W wyniku spiętrzenia Odra zmieniła swój charakter powyżej stopnia, stała się z rzeki drenującej rzeką infiltrującą, zasilając tereny przyległe wodami przesiąkowymi. Zmieniło się położenie zw.w.gr. /rys.2/ i podniosło przy korycie o ok. 2,5 m a pozostało bez zmian na terenie w odległości 2,5-3 km od wału. Nadmierne uwilgotnienie wystąpiło na obszarze ok. 800 ha, w tym na powierzchni 250 ha o poziomie w.gr. od 0 do 25 cm na powierzchni 300 ha - o poziomie 26-50 cm. Tereny te wypadły z rolniczego użytkowania. Zmiany w reżimie wodnym objęły obszar ok. 2000 ha.

Ponieważ pierwotna koncepcja nie spełniła swego zadania, dlatego rozpatrywano inne koncepcje /wykonanie rurociągów perforowanych na głębokości 3-4m, zainstalowanie barier drenujących studzien i inne/. Ostatecznie przyjęto koncepcje wykonania głębokiego kanału wód przesiąkowych /2-3 m/, w odległości ok. 80m od wału i długości 5,5 km. Przewidziano grawitacyjne odprowadzenie wód do Odry poniżej stopnia. Przy wysokich stanach Odry ^{wody} z kanału odpływają do Jezioroki. Koncepcję tą zrealizowano w 1967r w bardzo trudnych warunkach terenowych /nadmierne uwilgotnienie, kurzawka/.

Wykonany kanał odwadniający, sięgający do warstwy przepuszczalnej i odpowiedniej głębokości i spadku przyczynił się do poprawy stosunków wodnych i do ponownego rolniczego użytkowania prawie całego wyłączanego uprzednio terenu.

Zaobserwowano, że po wykonaniu kanału do części rowów opaskowych, położonych przy wale, wody przesiąkowe nie dopływały a przedostawały się na teren zawala pod dnem tych rowów.

Po 1962r na skutek awarii zasuw na jazie, obniżono rzędną piętrzenia o ok. 2,0m tj. do rzędnej 106,0 m npm. Spowodowało to istotne zmiany w układzie poziomów wód gruntowych. Zwierciadło obniżyło się i znaczną część terenów przywrócono do rolniczego ich użytkowania. Należy nadmienić, że poziom ten był wystarczający dla żeglugi.

Dla zabezpieczenia terenów prawobrzeżnych przyjęto inną koncepcję niż dla terenów lewobrzeżnych. Wykonano dwie przepompownie i sieć rowów. Również i na tym obszarze wystąpiły trudności z odwodnieniem niektórych enklaw /błędy projektowe i wykonawcze/.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i badań w rejonie stopnia wodnego w Brzegu Dolnym stwierdzono, że należało:

- w ramach studiów przedprojektowych opracować prognozę wpływu spiętrzenia na stosunki wodne terenów przyległych
- rozpatrzyć alternatywne spiętrzenie i ustalić zasięg i rozmiar podtopień oraz dokonać wyboru optymalnych parametrów piętrzenia
- dla obszaru zagrożonego podtopieniem sporządzić inwentaryzację stanu poprzedzającego piętrzenie
- dla zmienionych warunków wodnych opracować koncepcje użytkowania terenów zagrożonych
- jeszcze przed spiętrzeniem wody wykonać pełne zabezpieczenie terenów zagrożonych podtopieniem
- rozpatrzyć koncepcje zaopatrzenia ludności, pozostającej na terenach zagrożonych, w odpowiedniej jakości wodę.

5. Projektowane stopnie wodne na Odrze

W minionym okresie Odra została skanalizowana na odcinku Koźle - Brzeg Dolny. Ostatni stopień wodny na Odrze w Brzegu Dolnym oddano do eksploatacji w 1959r. Do budowy następnych stopni na odcinku środkowym i dolnym Odry miano przystąpić już w latach siedemdziesiątych i następnych /co 10 lat stopień/.

Przy projektowaniu kanalizacji Odry środkowej /km 282-617/ i dolnej Odry /km 617-741/ rozpatrzono 3 warianty rozwiązań:

- Wariant I - uwzględniał w maksymalnym stopniu istniejące koryto;
- Wariant II - przewidywał wykorzystanie koryta rzeki i budowę kanałów lateralnych o długości kilku do kilkunastu kilometrów;
- Wariant III - uwzględniał nowe kanały lateralne wytracowane w dolinie z możliwością wykorzystania terenów i infrastruktury a także w dogodnych miejscach krótkich odcinków rzeki.

Skanalizowany odcinek Odry Koźle - Brzeg Dolny wykonano w zasadzie wg Wariantu I. O wyborze wariantu decydować winna wszechstronna analiza techniczno-ekonomiczna ze szczególnym uwzględnieniem przesłanek trudno wymiernych jak: zaangażowanie materiałów deficytowych, mechanizowanie robót i ich technologii oraz ochrony środowiska naturalnego a w szczególności użytków rolnych i leśnych. Po analizie danych z wykonanych stopni ^{przyjęto że} powinny być one niskie i o piętrzeniu na jazach poniżej wody brzegowej. Rzędna piętrzenia, wymagana głębokość napełnienia i odległości decydują o ilości stopni. Wykaz projektowanych stopni podaje tabela 2 a ich lokalizację rys.1.

Tabela 2

Wykaz projektowanych stopni wodnych na Odrze wg [8.]

Lp.	Nazwa stopnia	km Odry	Lp	Nazwa stopnia	km Odry
1	Malczyce	300,00	12	Nowa Sól	428,00
2	Lubiąż	316,50	13	Młynkowo	441,00
3	Dziewin	324,80	14	Zabór	454,40
4	Ścinawa	333,00	15	Cigacice	466,00
5	Rajczyn	343,10	16	Pomorsko	479,60
6	Chełm	357,70	17	Laski	493,10
7	Wietrzyce	371,80	18	Krosno	518,60
8	Winniki	378,40	19	Krzesin	536,00
9	Głogów	391,00	20-25	6 stopni	536,00- 617,60
10	Żukowice	401,80	26-28	3 stopnie	617,60- 741,60
11	Bytom Odrzański	415,60			

Według wstępnego rozpoznania odcinek Odry : ujście Nysy Łużyckiej - Kostrzyn ma być uzbrojony w 6 stopni, zaś odcinek Kostrzyn - Zatonie Górne w 3 stopnie. Są to założenia, które mogą ulec zmianie i wymagają uzgodnień z władzami NRD.

Aktualnie należy przystąpić do budowy stopnia wodnego Malczyce oraz do prac przygotowawczych i prognostycznych dla następnego stopnia Lubiąż. Stopień Malczyce włączony będzie do współpracy w górnym stanowisku ze stopniem Brzeg Dolny, a w dolnym stanowisku ze stopniem Lubiąż.

Obecnie w wyniku znacznej erozji głębokość na progu dolnym służy w Brzegu Dolnym /km 281,50/ przy przepływie w rzecze $Q = 90 \text{ m}^3/\text{s}$ wynosi 1,80 m, a w roku 1958 głębokość ta wynosiła 3,16 m [8].

Na podstawie przeprowadzonej analizy i badań zaprojektowano wysokość piętrzenia na stopniu Malczyce do 101,40 m npm. Rozpatrzo-no dwa warianty - jeden przewiduje utrzymanie trasy w istniejącym korycie rzeki a drugi jej zmianę poprzez wybudowanie kanału lateralnego, skracającego trasę drogi wodnej. Teren położony w rejonie stopnia Malczyce użytkowany jest jako grunty orne, użytki zielone, użytki leśne osiedla i inne np. drogi, nieużytki.

Na omawianym terenie prowadzono obserwacje stanów wód gruntowych w piezometrach i studniach gospodarczych [9]. Na podstawie tego materiału obliczono średnie roczne rzędne wody gruntowej i sporządzono mapę hydroizohips.

Na rys.3 przedstawiono zgeneralizowany układ tych izolinii. Dla okresu przed spiętrzeniem wód Odry zaznaczają się wododziały między Odrą i potokiem Nowy Rów, Średzką Wodą i Odrą a także w zakolu Odry. Na rysunku tym widać kierunki spływu wód i znaczące oddziaływanie Odry na stany wód gruntowych terenów przyległych.

W opracowaniu prognozy wpływu spiętrzenia Odry stopniem wodnym Malczyce na stosunki wodne terenów przyległych zastosowano metodę analogii elektrohydrodynamicznej /AEHD/. Model wykonano z parafiny i wypełniono elektrolitem. Parafina stanowiła warstwę izolacyjną modelującą nieprzepuszczalne podłoże /trzeciorzęd/. Brzeg modelu wykonano w kształcie geometrycznie podobnym do kształtu przyjętych granic filtracji w skali 1:25000 na podstawie planu obszaru. Model ten zweryfikowano na podstawie danych z bezpośrednich pomiarów stanów wody gruntowej i sporządzonego układu hydroizohips. .

Na podstawie tych badań sporządzono mapę hydroizohips dla warunków po spiętrzeniu /rys.3/. Widać na nim, że układ izolinii zmienił się radykalnie w stosunku do układu z okresu przed spiętrzeniem. Na terenach przyległych do Odry w obrębie stopnia zw.wody gruntowej podniosło się nawet o 3,0m a na terenach dalej położonych od rzeki to podniesienie jest mniejsze lecz sięga na odległość do 2-3 km.

Zmiany poziomów wód gruntowych w wyniku spiętrzenia Malczyce wystąpić mogą na powierzchni ok. 6128 ha. Większe zmiany zaznaczają się w pobliżu stopnia a mniejsze na terenach położonych zdala od rzeki. Na obszarze międzywała część terenów będzie zalana i wyłączona z produkcji, część terenów zadrzewionych będzie podtopiona i zamieniona po wycięciu drzew na użytki zielone lub obsadzona drzewostanem odpowiednim dla warunków podtopień, a jeszcze w innej części poprawią się stosunki wodne na skutek podniesienia się zw.w.gr. Na terenach położonych na południe od wału odrzańskiego gdzie znajdują się osiedla Rzeczyca i Zakrzów należy niedopuszczać do nadmiernego przewilgocenia i utrzymanie stanu jaki był przed spiętrzeniem.

Dla przeciwdziałania tym ujemnym skutkom przewiduje się wykonanie głównego kanału odwadniającego, rurociągu perforowanego na terenie osiedla Rzeczyca i szczegółowych urządzeń melioracyjnych. Wody z tych urządzeń będą grawitacyjnie dopływać do zbiornika, zlokalizowanego poniżej stopnia, a następnie przepompowane do Odry. Przy niskich stanach Odry wody dopływać będą mogły grawitacyjnie do tej rzeki. Badania modelowe wykazały, że po wykonaniu urządzeń odwadniających przywróci się na ogół stan stosunków wodnych na terenie południowym od wału jakie były przed spiętrzeniem.

Na terenach prawobrzeżnych, na których występuje duże zróżnicowanie hipsometryczne oraz znaczne wzniesienie terenu w stosunku do zw.w., nie występuje potrzeba wykonania melioracji. Jedynie w zakolu, gdzie byłby wykonany kanał lateralny, wykonanie odwodnień będzie konieczne.

Po wybudowaniu stopnia wodnego Malczyce należy się liczyć z niekorzystnymi dla żeglugi zmianami w korycie Odry poniżej tego stopnia. W związku z tym trzeba będzie rozpatrzyć projekt i budowę następnego stopnia Lubiąż. Przystępując do założeń techniczno-ekonomicznych tego stopnia trzeba dysponować następującymi wynikami badań:

- stosunki geologiczne i hydrogeologiczne
- stosunki glebowe
- użytkowanie ziemi
- stosunki hydrologiczne
- prognoza wpływu spiętrzenia na tereny przyległe

Podsumowanie

1. Wykonane spiętrzenia wód na stopniach wodnych, jazach i zbiornikach wywołuje określone zmiany w stosunkach wodnych terenów przyległych. Przeważnie występuje ich nadmierne uwilgotnienie a szczególnie na terenach nizinnych i płaskich.
2. Przeciwdziałanie przyczynom i skutkom niekorzystnych zmian w reżimie wodnym terenów przyległych do obiektów piętrzących może być prowadzone w dwóch kierunkach. Pierwszy - przywrócenie stanu poprzedzającego piętrzenie i dotychczasowe użytkowanie i drugi - ustalenie nowego sposobu użytkowania uwzględniającego zmiany stosunków wodnych.
3. Bardzo często nie przeprowadzono studiów dotyczących stanu istniejącego, nie wykonywano prognozy i nie przywiązywano większej wagi do regulacji stosunków wodnych na terenach przyległych. Brak kompleksowych badań geologicznych i hydrogeologicznych oraz wykonanie nieskuteczne zabezpieczenie terenów przed podtopieniem powodowało często wyłączenie z produkcji rolniczej znacznych obszarów do czasu wykonania dodatkowych i właściwych urządzeń odwadniających.
4. Przystępując do budowy obiektu piętrzącego należy przeprowadzić studia hydrogeologiczne obejmujące charakterystykę geologiczną i hydrogeologiczną oraz prognozę hydrologiczno-techniczną, studia melioracyjne obejmujące charakterystykę rolniczo-leśną, przyrodniczo-melioracyjną, klimatyczno-hydrologiczną, inwentaryzację urządzeń melioracyjnych i budownictwa wodnego oraz opracować koncepcje regulacji stosunków wodnych, użytkowania terenu i zaopatrzenia osiedli w wodę pitną.

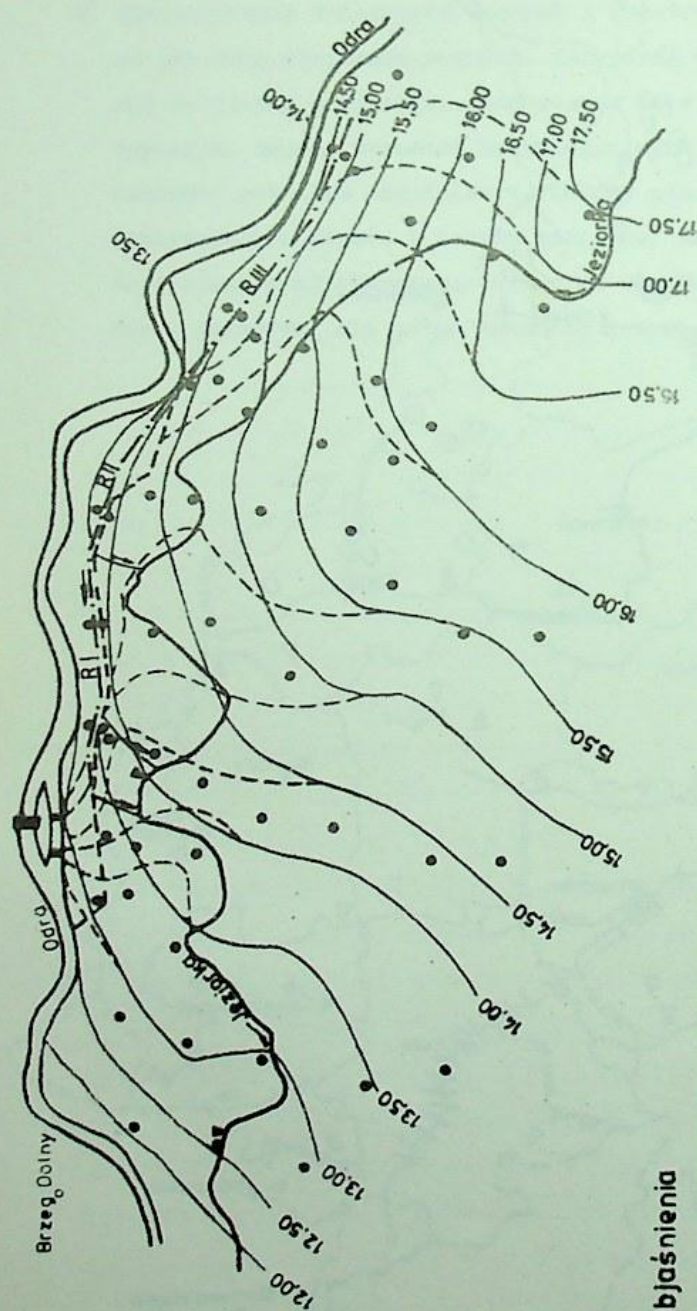
5. Budowa stopnia wodnego na Odrze Brzegu Dolnym spowodowała niekorzystne dla żeglugi zjawiska poniżej stopnia, a mianowicie obniżył się poziom wody i znacznie obniżyło się na pewnym odcinku dno - ponad 2,0m. Dlatego istnieje pilna potrzeba budowy nowego stopnia wodnego w Malczycach a w przyszłości dalszych stopni.
6. Dla stopnia Malczyce wykonano badania geologiczne i hydrogeologiczne lecz nie dla całego obszaru na którym występuje oddziaływanie stopnia, wykonano studia melioracyjne, opracowano prognozę wpływu tego stopnia na stosunki wodne terenów przyległych, koncepcje odwodnienia, w-tym osiedli i zmiany użytkowania terenu. Zaproponowano dwa warianty drogi wodnej. Jeden bez kanału lateralnego, a drugi z kanałem. Uważamy, że należy zrezygnować z wykonanie takiego kanału a to ze względów rolniczych, ochrony środowiska i ekonomicznych. Osiągnięte wyniki badawcze na tym stopniu mogą być wykorzystane w dalszych pracach projektowych następnych stopni.
7. Przy projektowaniu kanalizacji Odry środkowej mogą być stosowane 3 warianty: 1 - maksymalne wykorzystanie istniejącego koryta, 2 - wykorzystanie rzeki i niezbyt długich kanałów lateralnych i 3 - kanały lateralne na znacznych długościach. Wypowiadamy się za wariantem I, który był stosowany w Odrze Górnej.
8. Lokalizacja przewidywanego stopnia Lubiąż powyżej ujścia Kaczawy, jest właściwa. Przed rozpoczęciem budowy tego stopnia należy wykonać odpowiednie studia podane w punkcie 4. Przy ustalaniu wysokości spiętrzenia należy przyjąć jako zasadę położenie zw.wody spiętrzonej na głębokości ok. 0,5m poniżej terenu a lokalizację stopni zastosować do tych warunków.

9. Oddziaływanie zbiorników wodnych i spiętrzeń jazami jest podobne jak przy stopniach wodnych. Zazwyczaj występuje i filtracja wód na tereny przyległe, podnoszenie zw.w.gr. i ewentualne podtopienie, zmiana warunków hydrologicznych i na tych terenach zachodzi potrzeba odwodnienia, budowy przepomowni, przełożenia dopływających cieków i innych zabiegów. Należy zaznaczyć, że do każdego projektowanego zbiornika trzeba podejść indywidualnie i opracować dla niego prognozę i koncepcję melioracyjną.

ZECZE ODRY ZYMORZA



rys.1. Mapa urządzeń piętrzących



Objaśnienia

- Hydroizohipsy przed spiętrzeniem
- - - Hydroizohipsy po spiętrzeniu
- 5.00 Względna rzędna zw.w.gr.
- - - Rowy odwadniające
- - - - - Kanał odwadniający
- Studzienki obserwacyjne
- Wodowskaz
- Stopień piętrzący

Rys.2 Hydroizohipsy przed i po spiętrzeniu Odry w Brzegu Dolnym

Piśmiennictwo

- 1 Falkowski E.: Typy morfologiczne odcinka rzek nizinnych Polski oraz schematy rozwinięć koryta rzecznego w aspekcie potrzeb hydrotechnicznych. Materiały konferencji "Metody dokumentowania geologiczno-inżynierskiego". Instytut Hydrologii i Geografii Uniwersytetu Warszawskiego i Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa NOT, Wrocław 1978r
- 2 Kocyán L.: "Odwodnienie terenów przyległych do stopnia wodnego Łączany-Skawina na Wiśle" IGW 1969
- 3 Kordas B., i inni.: Modelowa prognoza wpływu spiętrzenia rzeki na stan wód gruntowych w jej sąsiedztwie. Gospodarka Wodna 5/1970
- 4 Nazaruk M., Pawłat H.: Prognozowanie warunków siedliskowych na terenach przyległych do sztucznych zbiorników wodnych. Materiały konferencji naukowej "Melioracje terenów przyzbiornikowych" Pol.Tow.Gleb. Warszawa 1981
- 5 Pietrzak M.: "Analiza skuteczności działania zrealizowanych urządzeń odwadniających w rejonie stopni piętrzących i zbiorników wodnych". Gospodarka Wodna 3/1974
- 6 Szymański J.: Stosunki wodne i hydrologiczne na terenie przyległym do stopnia wodnego na Odrze w Brzegu Dolnym. Materiały konferencji "Wpływ melioracji wodnych na środowisko geograficzne". PAN Jadwisin 1976
- 7 Szymański J., Kowalski J., Pływaczyk L.: Prognoza spiętrzenia rzek na stosunki wodne terenów przyległych. Gosp.Wodna 5/81
- 8 Trzeciak J.: Kierunki prac modernizacyjnych na rzece Odrze. Materiały konferencji. Geoprojekt Wrocław, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Uniwersytetu Warszawskiego. Wrocław 1978.
- 9 Zbiorowe: Wstępna prognoza wpływu spiętrzenia wód Odry w przekroju Malczyce na stosunki wodne terenów przyległych. IMRIL AR Wrocław 1973.

- 10 Zbiorowe: Wpływ piętrzenia rzek na wody podziemne w sąsiedztwie stopni piętrzących. Politechnika Krakowska. Zeszyty Naukowe 16, Kraków 1969.
- 11 Zbiorowe: Polderowy system melioracji torfowych dolin rzecznych na przykładzie środkowej Noteci. Konferencja naukowa w Chodzieży 1978r. Komitet Melioracji PAN i AR Poznań.
- 12 Zbiorowe: Stan i perspektywy systemów melioracyjnych dorzecza Odry. PR.7.07.01.04.
Maszynopis IMRiL Wrocław.

10. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
11. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
12. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
13. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
14. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
15. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
16. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
17. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
18. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
19. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
20. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
21. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
22. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
23. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
24. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
25. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
26. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
27. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
28. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
29. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
30. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
31. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
32. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
33. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
34. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
35. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
36. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
37. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
38. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
39. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
40. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
41. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
42. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
43. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
44. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
45. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
46. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
47. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
48. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
49. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...
50. Zbiornik: Wytyczne dotyczące...

prof.dr hab. Jan Szymański
dr inż. Wojciech Rojek
dr inż. Lesław Tymrakiewicz
Instytut Melioracji
Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

EROZJA WODNA W DORZECZU ODRY

1. Wprowadzenie

Erozja jest zjawiskiem przyrodniczym i natężenie jej ulega ciągłym zmianom. Proces erozji może być słaby prawie niedostrzegalny, zwłaszcza jeśli teren pokryty jest gęstą zwartą roślinnością, lecz może być też bardzo silny powodując katastrofalne skutki. Na przebieg tych zjawisk główny wpływ mają warunki fizjograficzne i działalność człowieka. Skutki erozji są powszechnie znane i prowadzą z jednej strony do degradacji gleb co w konsekwencji powoduje spadek plonów a nawet może całkowicie uniemożliwić uprawę roślin, z drugiej strony zmyty z powierzchni najżyźniejszy materiał glebowy osadzany jest w różnych zbiornikach wodnych powodując zamulanie stawów, jezior, ujść wodnych czy koryt rzecznych w ich środkowym i dolnym biegu. Dlatego też istnieje konieczność rozpoznania i przestrzennego wyznaczenia terenów zagrożonych erozją wodną gleb w wybranych regionach hydrograficznych i administracyjnych jako jednego z podstawowych warunków zmierzających do ochrony środowiska przyrodniczego i racjonalnego wykorzystania jego naturalnych zasobów. W konsekwencji umożliwi to z gospodarczego punktu widzenia opracowanie odpowiednich wytycznych a następnie wykorzystanie w praktyce takich zabiegów melioracji prze-

ciwerozyjnych, które ograniczą ujemne skutki niszczenia obszarów produkcji rolniczej przy jednoczesnym bardziej racjonalnym wykorzystaniu naturalnych zasobów wód powierzchniowych.

2. Cel i metodyka badań

Zasadniczym celem tego opracowania było określenie stopnia zagrożenia erozją wodną gleb i przestrzennej rejonizacji jej występowania w obrębach administracyjnych województw położonych na terenie zlewni rzeki Odry i rzek Przymorza Zachodniego.

Przystępując do opracowania rejonów zagrożenia erozyjnego na rozpatrywanym terenie nie dysponowano odpowiednią ilością obserwacji terenowych dotyczących występowania procesów deluwialnych. Stworzyło to konieczność szczegółowego opracowania kartograficznego tych czynników fizjograficznych, które głównie decydują o przebiegu i nasileniu erozji gleb. Uwzględniono następujące czynniki:

- gleba, jej podatność na erozję,
- rzeźba terenu,
- opady atmosferyczne, ich natężenie, czas trwania i roczne sumy opadów,
- lesistość.

Dla każdego z podanych czynników sporządzono roboczą mapę analityczną w skali 1:500 000 z przestrzennym rozmieszczeniem badanego czynnika uwzględniając jego wpływ na procesy erozji wodnej.

Przyjęcie takiej właśnie skali mapy wynikało z jednej strony z możliwości technicznych z drugiej stwarzało konieczność w miarę dokładnego rozeznania niektórych elementów na badanym obszarze a zwłaszcza gleb, rzeźby terenu i rozmieszczenia lasów.

Pierwszą opracowaną roboczą mapą analityczną była mapa podatności gleb na erozję. Przyjęto zgodnie z wytycznymi IUNG cztery grupy gleb według podatności na erozję wodną:

- do grupy 1- gleby najbardziej podatne na erozję zaliczono:
lessy zwykłe, utwory lesowate i pyły zwykłe
- do grupy 2 -pyły grube, rędziny, piaski luźne gruboziarniste, piaski słabo gliniaste całkowite i głębokie niecałkowite, piaski gliniaste całkowite głębokie /lekkie i mocne/, piaski pylaste, pyły ilaste i lessy ilaste
- do grupy 3- piaski gliniaste /lekkie i mocne/ niepyłaste /całkowite i niecałkowite/, gliny lekkie pylaste i żwiry gliniaste
- do grupy 4- gleby najmniej podatne na erozję: gleby gliniaste różne z wyjątkiem w/w, iły i gleby szkieletowe.

Drugą mapą analityczną była mapa spadków. Wyodrębniono na niej obszary w pięciu klasach średnich nachyleń. Klasy nachyleń jako morfometryczny wskaźnik erozji gleb przyjęto wg Ziemińskiego 30 :

- 0 - 3% - teren równinny
- 3 - 6% - stoki słabo nachylone
- 6- 10% - stoki umiarkowanie nachylone
- 10 - 20% - stoki silnie nachylone
- powyżej 20% - stoki strome.

Jako uzupełniającą wykonano mapę średniego wskaźnika rzeźby terenu w obrębie użytków rolnych położonych w poszczególnych gminach. Mapę tą opracowano na podstawie materiałów IUNG 29 .

Trzecim analizowanym czynnikiem mającym bezpośredni wpływ na procesy erozji wodnej gleb były opady. Sporządzono tutaj trzy mapy robocze:

- mapę rozkładu rocznych opadów normalnych
- mapę rozkładu średnich rocznych opadów w latach mokrych
- mapę rozmieszczenia obszarów w jednakowym przebiegu deszczów nawaalnych wg Chomicza

Kolejnym czwartym rozpatrywanym czynnikiem była lesistość. Dla rozpatrywanego terenu sporządzono roboczą mapę występowania obszarów leśnych.

Mapę syntetyczną, która posłużyła do wyznaczenia rejonów erozyjnych na terenie zlewni Odry i zlewni rzek Przymorza Zachodniego, wykonano stosując kolejne nakładanie sporządzonych map analitycznych. Na mapie syntetycznej wydzielono obszary rzeczywistego zagrożenia gleb przez erozję wodną, przyjmując zgodnie z Instrukcją IUNG 6-cio stopniową skalę zagrożenia. Szczegółowe kryteria wyznaczania zagrożenia gleb przez erozję wodną przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Kryteria zagrożeń erozyjnych gleb wg IUNG

Grupy gleb wg podatności na erozję wodną	Roczne sumy opadów w mm	Klasy nachyleń				
		0-3%	3-6%	6-10%	10-20%	powyżej 20%
1	bez kryterium	1	2	3	4	5
2	<600	1	1	2	3	5
2	>600	1	2	3	4	5
3	<600	0	1	2	3	4
3	>600	0	1	2	3	5
4	<600	0	1	1	2	3
4	600-800	0	1	2	3	4
4	>800	0	1	2	3	5

Przyjęta w opracowaniu skala zagrożenia przedstawia się następująco:

- klasa 0 - obszary nie zagrożone przez erozję wodną lub zalesione
- klasa 1 - obszary słabo zagrożone, tzn. zjawiska erozji nie występują na większych powierzchniach choć lokalnie mogą być dość silne
- klasa 2 - obszary zagrożone, tzn. zjawiska erozji występują na większych powierzchniach w nieznacznym stopniu, lokalnie natomiast intensywnie
- klasa 3 - obszary znacznie zagrożone, tzn. zjawiska erozji występują na większych powierzchniach nieraz bardzo intensywnie
- klasa 4 - obszar, silnie zagrożony, tzn. zjawiska erozji występują powszechnie intensywnie
- klasa 5 - obszary bardzo silnie zagrożone, tzn. zjawiska erozji występują powszechnie bardzo intensywnie.

Instrukcja IUNG dotycząca ochrony gleb przed erozją w skali zagrożenia przedstawia zagrożenie potencjalne i nie ujmuje rodzaju użytkowania. W opracowaniu przyjęto ocenę zagrożenia rzeczywistego uwzględniając w analizie tereny zalesione. Przyjęto, że na terenach leśnych przy normalnie wykształconej ściółce leśnej proces erozji powierzchniowej praktycznie prawie niewystępuje. Dlatego też tereny pod kompleksami leśnymi zaliczono do klasy 0.

3. Przegląd dotychczasowych opracowań

Prowadzone dotychczas badania nad procesami erozji wodnej w zlewni rzeki Odry dotyczyły przeważnie obszaru Sudetów (7, 10, 11, 12, 13, 19, 26), w niewielkiej części Pomorza Zachodniego

(5, 17) i Wzgórz Trzebnickich (23, 25). W pozostałych regionach badań terenowych związanych z erozją gleb w zasadzie nie prowadzono.

Pierwszym autorem, który w sposób przestrzenny określał zagrożenie erozją między innymi w zlewni rzeki Odry, była Reniger (20). W przyjętej ośmio punktowej klasyfikacji nasilenia erozji gleb opartej na analizie trzech elementów: opadów, spadków terenu i glebach najsilnie zagrożonych zaliczonych do klasy 8 należą: Wzgórz Trzebnickie, Wzgórz Strzelińskie, Płaskowyż Głubczycki w rejonie Głubczyce i Raciborza. Cały obszar Sudetów począwszy od Gór Izerskich do Kotliny Kłodzkiej Reniger zaliczyła do 7 klasy zagrożenia, do 6-tej natomiast wschodnia część Kotliny Kłodzkiej. Przedgórze Sudeckie to obszar o 3 i 4 stopniu nasilenie erozji. Wg Reniger w całym środkowym i dolnym biegu Odry zjawiska erozji, na większych powierzchniach nie występują. Jedynie Pojezierze Kaszubskie zalicza ona do 4 klasy i pozostała część Pojezierza Pomorskiego do 3 klasy. Na podstawie danych zawartych w tym opracowaniu można stwierdzić, że ok. 10% powierzchni zlewni rzeki Odry i rzek Przymorza Zachodniego zagrożonych jest erozją wodną w klasach od 4 do 8.

Podobną przestrzenną klasyfikację terenów zagrożonych przez erozję wodną opracowali dla obszarów dawnego woj. wrocławskiego i opolskiego oraz dla gmin położonych w granicach administracyjnych obecnych województw wrocławskiego, legnickiego, wałbrzyskiego i jeleniogórskiego. Kowaliński i Oświęciński (12, 13). Przyjęli oni w swoich opracowaniach 4-ro stopniową skalę zagrożenia. Według tej klasyfikacji największe nasilenie procesów erozji występuje głównie na terenach posiadających najbardziej podatne na erozję gleby, a nie zawsze na obszarach o największych spadkach i deniwelacjach. Dlatego też obejmuje ono środkowe i północne części wo-

jewództwa wałbrzyskiego i wrocławskiego oraz południowe części województw legnickiego i jeleniogórskiego. Najwyższy 4-ty stopień zagrożenia występuje w gminach: Bogatynia, Leśna, Zawidów, Sulików, Olszyna oraz częściowo w gm. Platerówka, Mirsk, Stara Kamienica, Piechowice, Podgórzyn, Kowary, Kamienna Góra i Lubawka w woj. jeleniogórskim. W woj. wałbrzyskim w gminie Marcinowice, Radków, Kudowa Zdr., Łądek, Złoty Stok i Międzylesie. W woj. legnickim zagrożenie erozją w 4-tej klasie występuje jedynie na terenie gminy Złotoryja, a w woj. wrocławskim na terenie gminy Trzebnica. Autorzy wykazują, że na terenie Dolnego Śląska przez powierzchnię wodną erozję gleb zagrożonych jest:

- łącznie w stopniu średnim, wysokim i bardzo wysokim 5493 km^2 użytków rolnych co stanowi 48,5% ogólnej przestrzeni rolnej,
- w stopniu wysokim i bardzo wysokim 3971 km^2 użytków rolnych, tj. 35,1%.

Uproszczoną mapę zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce opracował także Ziemiński (30). Przyjął on cztero stopniową skalę zagrożenia erozyjnego analizując pięć czynników: opady, spadki, gleby, użytkowanie i wzniesienie terenu nad poziom morza. Z opracowanej mapy wynika, że w zlewni Odry największe zagrożenie erozją potencjalną występuje we wschodnich Sudetach począwszy od Płaskowyżu Głubczyckiego przez Wzgórza Strzebińskie do rzeki Bystrzycy. Mniejsze zagrożenie w stopniu drugim występuje na pozostałym obszarze Sudetów od Zgorzelca do Kotliny Kłodzkiej włącznie. Zagrożenie w stopniu 1 wydzielił Ziemiński na terenie Pojezierza Pomorskiego, oraz w pld.wsch. części zlewni Odry w rejonie Płaskowyżu Głubczyckiego i Wyżyny Śląskiej.

Zagadnieniami procesów erozji w górach zajmował się także Prochal (19). Przyjmując za Figułą 5-cio stopniową klasyfikację erozji powierzchniowej opracował mapę nasilenia i zasięgu powierzchniowej erozji gleb w terenach podgórskich i górskich Sudetów. Według przyjętej klasyfikacji na terenie Przedgórze Sudeckiego i Sudetów nie występuje zagrożenie erozją powierzchniową w klasie V tj. zagrożenie bardzo silne. Zdecydowanie przeważa tutaj III kl. nasilenia erozji. IV klasa /silna erozja powierzchniowa/ występuje wg autora w woj. jeleniogórskiego w rejonie gmin Leśna, Olszyna, Lubań, Platerówka, Siekierczyn, Stara Kamienica, Cieplice, Jeżów Sudecki, Świerzawa, Wleń, Lwówek Śl. W woj. legnickim natomiast w gminie Pielgrzymka i Złotoryja, a w woj. wałbrzyskim na niewielkich obszarach gminy Dobromierz, Jedlina Zdr., Boguszów, Nowa Ruda, Bielawa, Pieszyce, Świdnica, Bystrzyca Kł., Łądek Zdr., i Złoty Stok. W woj. opolskim III klasa zagrożenia występuje na obszarze między Głubczycami a Raciborzem oraz w rejonie Prudnika. Cały pas Sudetów środkowych jest wg. Prochala nie zagrożony erozją wodną.

W ramach przestrzennych opracowań nasilenia erozji powierzchniowej ujmujące elementy klimatu, gleb, spadków terenu oraz użytkowania ziemi jest również opracowanie (22) dotyczące zlewni rzeki Oławy. Wykazuje ono, że największe zagrożenie erozją występuje na obszarze Wzgórz Strzebińskich w gminie Przeworno i na południe od miejscowości Ziębice. Ogółem na terenie zlewni 28% powierzchni gruntów ornych podatnych jest na erozję, w tym silnie zagrożonych jest ok. 8 tys. ha tj. 11% gruntów ornych.

Jednym z najnowszych opracowań omawiających przestrzenne zagrożenie erozją wodną na obszarze całego kraju jest raport pod nazwą "Ocena stanu środowiska w Polsce w 1980r" (14). W przyjętej w

nim ośmio punktowej klasyfikacji zagrożenia do najwyższego 8 stopnia zaliczono tereny Wzgórz Trzebnickich oraz obszar wschodniej części Przedsudecia położony między Wzgórzami Strzebińskimi a Płaskowyżem Głubczyckim. Do 7 klasy zagrożenia zakwalifikowano pozostałą część Sudetów. Na Pojezierzu Kaszubskim wg przyjętej klasyfikacji występuje 5 stopień zagrożenia. 3 stopień natomiast obejmuje pozostałą część Pojezierza Pomorskiego oraz zachodnią część Przedgórze Sudeckiego począwszy do Bogatyni przez Zgorzelec, Złotoryję do Legnicy.

Innym miernikiem określającym nasilenie procesów erozji na badanym obszarze może być wskaźnik denudacji. Określa on ilość materiału glebowego i skalnego wynoszonego przez wody z obszaru zlewni w odniesieniu do 1 km^2 w ciągu roku. Gleba a czasem nawet skała macierzysta na skutek procesów erozji zachodzącej na powierzchni terenu przemieszczana jest na zboczach w dół stoku. Część tego zmywanego materiału dostaje się do rowów, potoków, rzek i wraz z płynącą wodą jest przenoszona na tereny niżej położone. Wielu badaczy uważa, że wyniki pomiarów transportu rumowiska w rzekach są podstawą oceny procesów erozji w zlewni Tixeront (27) twierdzi na przykład, że skutki erozji można oceniać bądź przez obserwacje prowadzone bezpośrednio na glebach, bądź dzięki pomiarom transportu rumowiska w rzekach. Cormary (28) wskazuje na możliwość ustalenia związku między erozją w zlewni i wydatkiem rumowiska w rzece. Podobnie Łopatin (15) uważa, że ilość rumowiska transportowanego przez rzeki daje doskonały obraz rozwoju procesów erozji w zlewniach. Guy (9) dochodzi do wniosku, że rumowisko unoszone w rzece jest produktem erozji w zlewni i w związku z tym jego ilość w danym przekroju jest niezależna od zdolności transportowej rzeki. Lecz od procesów erozji zachodzących na obszarze zlew-

ni. Podobny pogląd wyrażają: Fournier (8), Roehl (21), Ackermann i Corinth (1), Parson (18), Dębski (6). W kraju na niektórych rzekach prowadzone są pomiary batymetryczne pozwalające określić ilość materiału mineralnego unoszonego przez wodę w danym przekroju kontrolnym. W oparciu o te pomiary prowadzone przez stacje IMGW Brański (2, 3) określił roczne wskaźniki denudacji dla niektórych zlewni lub ich części. Na podstawie uzyskanych wyników opracował on mapę wskaźników denudacji (30) przyjmując 7-mio stopniową skalę: powyżej 100; 100-50,1; 50-30,1; 30-10,1; 10-5,1 i poniżej 5 t/km². Analizując opracowaną mapę w granicach zlewni rzeki Odry i rzek Przymorza można zauważyć, że część obszarów jest jeszcze nierozpoznana pod względem oszacowania wielkości denudacji. Dotyczy to prawobrzeżnych dopływów Odry poczynając od Stobrawy aż do Morza Bałtyckiego za wyjątkiem zlewni rzeki Warty. W zlewniach rozpoznanych najwyższy wskaźnik denudacji występuje w górnym biegu Odry na obszarze położonym w Czechosłowacji części Sudetów i waha się od 50,1 do 100 t/km². Na terenie Polski najwyższe wskaźniki denudacji w granicach 10,1 do 30 t/km² występują: w prawobrzeżnych górnych dopływach Odry do zlewni Małej Panwi włącznie, w dorzeczu rzeki Bóbr, Nysy Kłodzkiej oraz rzeki Słupia położonej na terenie Pojezierza Kaszubskiego. Drugi stopień nasilenia procesów erozji wg klasyfikacji Brańskiego charakteryzujący się wskaźnikiem denudacji między 5,1 a 10 t z km² występuje w pozostałych lewobrzeżnych dopływach Odry na terenie Polski oraz w zlewni rzeki Łeba na Pojezierzu Kaszubskim. Na pozostałym analizowanym terenie wskaźnik denudacji jest niższy od 5 t z km².

Podsumowując przegląd opracowań dotyczących oceny stopnia nasilenia procesów erozji w zlewni rzeki Odry i rzek Przymorza Zachodniego możemy stwierdzić, że poglądy różnych autorów omawiających występowanie erozji wodnej na tych samych terenach są często rozbieżne. Wynikają one najczęściej z przyjmowania różnych kryteriów w analizie zagrożenia erozyjnego. Często ze względu na niedostępność materiałów niektóre istotne czynniki wpływające na natężenie procesów erozji są pomijane, a w przypadku analiz kompleksowych dotyczących całej zlewni Odry są zbyt uogólniane. Dlatego w niniejszym opracowaniu pragnąc dokonać oceny kompleksowej przyjęto jednakowe kryteria dla całej zlewni, a posługując się opracowaniem kartograficznym w skali 1:500 000 sporządzono analizę przestrzenną zagrożenia erozyjnego; co jest pierwszą tego typu dokładną syntezą.

4. Analiza czynników erozyjnych

Jak już wspomniano na wstępie, nasilenie procesów erozji w zlewni zależy głównie od czterech czynników przyrodniczych:

- 1/ gleby,
- 2/ rzeźby terenu,
- 3/ opadów atmosferycznych,
- 4/ roślinności.

W a r u n k i g l e b o w e. Analizując utwory glebowe pod względem podatności na erozję przyjęto klasyfikację podaną przez IUNG. Gleby zlewni rz. Odry i Przymorza Zachodniego charakteryzują się znaczną różnorodnością pod względem typologicznym, rodzajowym oraz zróżnicowaniem składu mechanicznego a profilach (24). Analizując rozmieszczenie gleb w zlewni można zauważyć, że gleby najbardziej podatne na erozję, a więc lessy, utwory lesowate i pyły

zwykle występują głównie w południowej części zlewni. Zalegają one na obszarze Płaskowyżu Głubczyckiego ciągnąc się w pasie przygranicznym od Głuchołaz do Cieszyna. Ponadto występują na Przedgórzu Sudeckim poczynając od rejonu Zgorzelca do Wzgórz Strzebińskich włącznie. Gleby lessowe występują również na całym obszarze Wzgórz Trzebnickich oraz w mniejszych kompleksach w okolicach Głogowa i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej. Gleby pyłowe zalegają także na terenach położonych między Kaliszem a Sieradzem. Na terenie całej zlewni Odry można stwierdzić, że generalnie przeważają gleby zaliczane do II grupy podatności na erozję. Występują one w większych lub mniejszych kompleksach na terenie całej zlewni za wyjątkiem Sudetów i Przedgórza Sudeckiego.

R z e ź b a t e r e n u. Ukształtowanie terenu zlewni jest bardzo zróżnicowane. W dolnej i środkowej części spiski są bardzo małe ok. 1°/oo w górnej części zlewni bardzo duże. Największe spadki występują w górnym lewobrzeżnym dorzeczu Odry osiągając lokalnie ponad 30%. Praktycznie na terenie całego woj. wałbrzyskiego oraz w przeważającej części woj. jeleniogórskiego spadki są większe od 3% z przewagą terenów o nachyleniu powyżej 10%. Znaczne spadki sięgające lokalnie powyżej 20% występują również w p.d. części woj. wrocławskiego na Wzgórzach Strzebińskich oraz w p.in. rejonie na Wzgórzach Trzebnickich. Ponadto spadki takie zauważamy lokalnie na terenie woj. częstochowskiego na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, w p.d. części woj. legnickiego w okolicach Złotoryji oraz w woj. śluskim, gdańskim i koszalińskim na Pojezierzu Kaszubskim.

O p a d y. Warunki klimatyczne a szczególnie natężenie i wielkość opadów mają bardzo istotny wpływ na występowanie i przebieg procesów erozji. Dorzecze Odry jest pod względem opadowym

Bardzo zróżnicowane (24). Roczne opady normalne wahają się od 820 mm w Biesowicach w woj. śląskim do 465 mm w rejonie Śremu k/Poznań. W Sudetach średnie opady z wielolecia wahają się od 790 mm w Prudniku i Jastrzębiu Zdroju do 710 mm na Śnieżce i 615 mm w Kłodzku. Na Nizinie Śląskiej Wielkopolskiej roczna suma opadów spadła do ok. 550 mm, by w rejonie Poznania osiągnąć wartość poniżej 500 mm. W kierunku Morza Bałtyckiego opady znowu wzrastają aby osiągnąć i granicę 800 mm na pograniczu woj. kaszubińskiego i śląskiego. W latach mokrych rozkład przestrzenny opadów jest podobny. Najwyższe średnie opady w latach mokrych dochodzą do 920 mm na Pomorzu w Biesowicach, 88 mm w Sudetach /okolice Międzygórza w Kotlinie Kłodzkiej/ i 530 mm w okolicach Śremu. Jeszcze istotniejszy wpływ na nasilenie procesów erozji ma nie wielkość opadu lecz jego natężenie i czas trwania. Chomicz (4) na podstawie analizy czasu trwania deszczy nawaalnych w latach 1858-1941 opracował mapę przebiegu deszczy nawaalnych w Polsce. Wynika z niej, że najczęściej i największe deszcze nawaalne występują na Dolnym Śląsku i Wielkopolsce. Okres występowania deszczy nawaalnych jest bardzo długi /od 12.IV do 26.IX/ i jest o 1,5 miesiąca dłuższy niż w innych rejonach Polski. Na tym obszarze deszcze osiągnęły wydajność czwartego stopnia. Znane są tu przypadki wystąpienia opadu 90,7 mm w ciągu 30 min. w rejonie Inowrocławia, albo deszczu 176,1 mm w ciągu 75 min. w okolicach Głucholaz na Opolszczyźnie. Drugim obszarem zagrożonym pod względem intensywności opadów są Sudety. Natomiast Pojezierze Pomorskie zaliczone zostały do trzeciej grupy przy siedmiu grupach wydzielonych przez Chomicza.

R o ś l i n n o ś ć. Analizę roślinności jako czynnika erozji wodnej gleb oparto na założeniu, że las jak również trwałe użytki zielone, w porównaniu do pól ornych dobrze chronią glebę przed przemieszczaniem erozyjnym. Dlatego też obszary leśne zakwalifikowano jako obszary nie zagrożone przez erozję. W przeprowadzonej analizie nie wyodrębniono użytków zielonych, po pierwsze dlatego, że nie tworzą one dużych kompleksów, a po drugie, że położone są one zazwyczaj na terenach o bardzo małych spadkach w bezpośrednim sąsiedztwie koryt rzecznych i w związku z tym nie mają praktycznie wpływu na osłabienie procesów erozji w zlewni. Lasów na terenie zlewni jest dość dużo ale dominują one głównie w środkowej części zlewni gdzie spadki są małe i zagrożenie erozją prawie nie występuje. Natomiast w górnej części zlewni lasów jest bardzo mało. Co prawda występują one w szczytowych partiach Sudetów ale nie spełniają one jej należytej ochrony gleby. Prawie wcale nie występują lasy w południowo-wschodniej części zlewni, gdzie spadki terenu są dość znaczne i przeważają gleby lessowe. Większy procent lasów /ponad 40%/ występuje w województwach gorzowskim, jeleniogórskim, śluskim i zielonogórskim a mniejszy /poniżej 10%/ w województwach bielskim, płockim i wrocławskim.

5. Przestrzenne zagrożenie erozją wodną

Szczegółowe zagrożenie powierzchni ziemi procesami erozji wodnej przedstawiono na mapie /rys.1/ i w tabeli 2. Z analizy mapy przedstawiającej rozmieszczenie przestrzeni zagrożonej erozją wynika, że nasilenie procesów erozji w stopniu najwyższym występuje jedynie na niewielkich obszarach Sudetów. Występuje ono na powierzchni 25 km² w gminie Marciszów i Kamienna Góra w woj. Jeleniogórskim

oraz na obszarze 62 km^2 w gminach Radków, Nowa Ruda i Stronie Śląskie w woj. wałbrzyskim. Zagrożenie procesami erozji w stopniu silnym występuje łącznie na powierzchni 1181 km^2 . Na terenie Sudetów obejmuje ono gminy Janowice Wielkie, Kowary, Lubawska w woj. jeleniogórskim oraz gminy Głuszyca, Nowa Ruda, Radków, Bystrzyca Kłodzka, Łądek Zdr., Kłodzko i Złoty Stok w woj. wałbrzyskim. Na Przedgórzu Sudeckim silne zagrożenie erozją wodną występuje w gminach Marcinowice, Dzierżoniów i Niemcza w woj. wałbrzyskim. Znaczne tereny zaliczone do 4 stopnia zagrożenia obejmują łącznie 373 km^2 w woj. opolskim, występują na terenie Płaskowyżu Głubczyckiego, przeważają głównie w gminach Głubczyce, Kietrz, Polska Cerkiew, oraz w gminie Kamiennik na pograniczu woj. wałbrzyskiego. Ten sam 4 stopień nasilenia zjawisk erozji obejmuje znaczne obszary Wzgórz Trzebnickich w woj. wrocławskim /łącznie 160 km^2 /, 72 km^2 Beskidu Średniego w okolicach Cieszyna oraz 258 km^2 na Pojezierzu Pomorskim w tym: 70 km^2 w woj. koszalińskim, 163 km^2 w woj. słupskim i 25 km^2 w woj. gdańskim. Trzeci stopień zagrożenia erozją wodną /znaczące zagrożenie/ występuje w południowej części zlewni Odry, na Pojezierzu Pomorskim i obejmuje łącznie 5679 km^2 . Tereny o znacznym zagrożeniu przeważają w woj. wałbrzyskim / 1120 km^2 / w pld. części woj. opolskiego / 868 km^2 /, i katowickiego / 373 km^2 /, na Przedgórzu Sudeckim, na Wzgórzach Strzelińskich i Trzebnickich, Jurze Krakowsko-Częstochowskiej oraz na Pojezierzu Drawskim i Pojezierzu Kaszubskim. Średni stopień zagrożenia / stop. 2/ obejmuje łącznie 10124 km^2 i występuje w środkowej i południowej części woj. jeleniogórskiego i legnickiego, w pln. i pld. obszarze woj. wałbrzyskiego, praktycznie na terenie wszystkich województw położonych w południowej i południowo-wschodniej części zlewni Odry oraz na Pojezierze Drawskim i Kaszubskim. Obszary słabo zagrożone erozją /stop. 1/ występują we wszystkich województwach i zajmują

powierzchnię 40586 km².

Z tabeli 2 wynika, że na powierzchni 65566 km² tj. 53% całej analizowanej przestrzeni, procesów erozji wodnej w zasadzie nie obserwuje się natomiast na pozostałym terenie tj. na 57657 km² /47%/ procesy te występują. Procentowo największa powierzchnia na której pojawiają się zjawiska erozji występuje w woj.bielskobialskim położonym w granicach zlewni Odry /92%/ chociaż jest to tylko 228 km². W ramach województw, których granice administracyjne położone są w całości lub w przeważającej części na rozpatrywanym obszarze, do najbardziej zagrożonych przez erozję wodną należy zaliczyć kolejno: woj.wałbrzyskie /69%, legnickie /67%, ślupskie /64%, wrocławskie /63%, jeleniogórskie /60%, opolskie /58%, gdańskie /67%, koszalińskie /56%, częstochowskie /46%, i sieradzkie /46% ogólnej powierzchni województwa. W wartościach przestrzennych, największe powierzchnie na których występują zjawiska erozji położone są w następujących województwach: opolskie - 4922 km²; koszalińskie - 4673 km²; wrocławskie - 3933 km²; ślupskie - 3831 km².

Procesy erozji w stopniu znacznym, silnym i bardzo silnym /stop.3, 4,5/ pojawiają się na powierzchni 6947 km² co stanowi 6% powierzchni ogólnej. Największe tereny zajęte przez erozję o takim nasileniu występują w województwach:wałbrzyskim - 1440 km²; opolskim - 1241 km²; ślupskim - 926 km²; wrocławskim - 603 km²; koszalińskim - 573 km³; legnickim - 518 km²; jeleniogórskim - 435 km² i częstochowskim 422 km². Większy procent terenu o takim zagrożeniu /stop. 3,4 i 5/ występuje w województwie wałbrzyskim - 36%; opolskim - 15%; ślupskim - 15%; legnickim - 13%; jeleniogórskim i wrocławskim po 10% a mniejszy w woj.gdańskim /6%/ i sieradzkim /1%/. W 13 województwach ten stopień zagrożenia nie występuje.

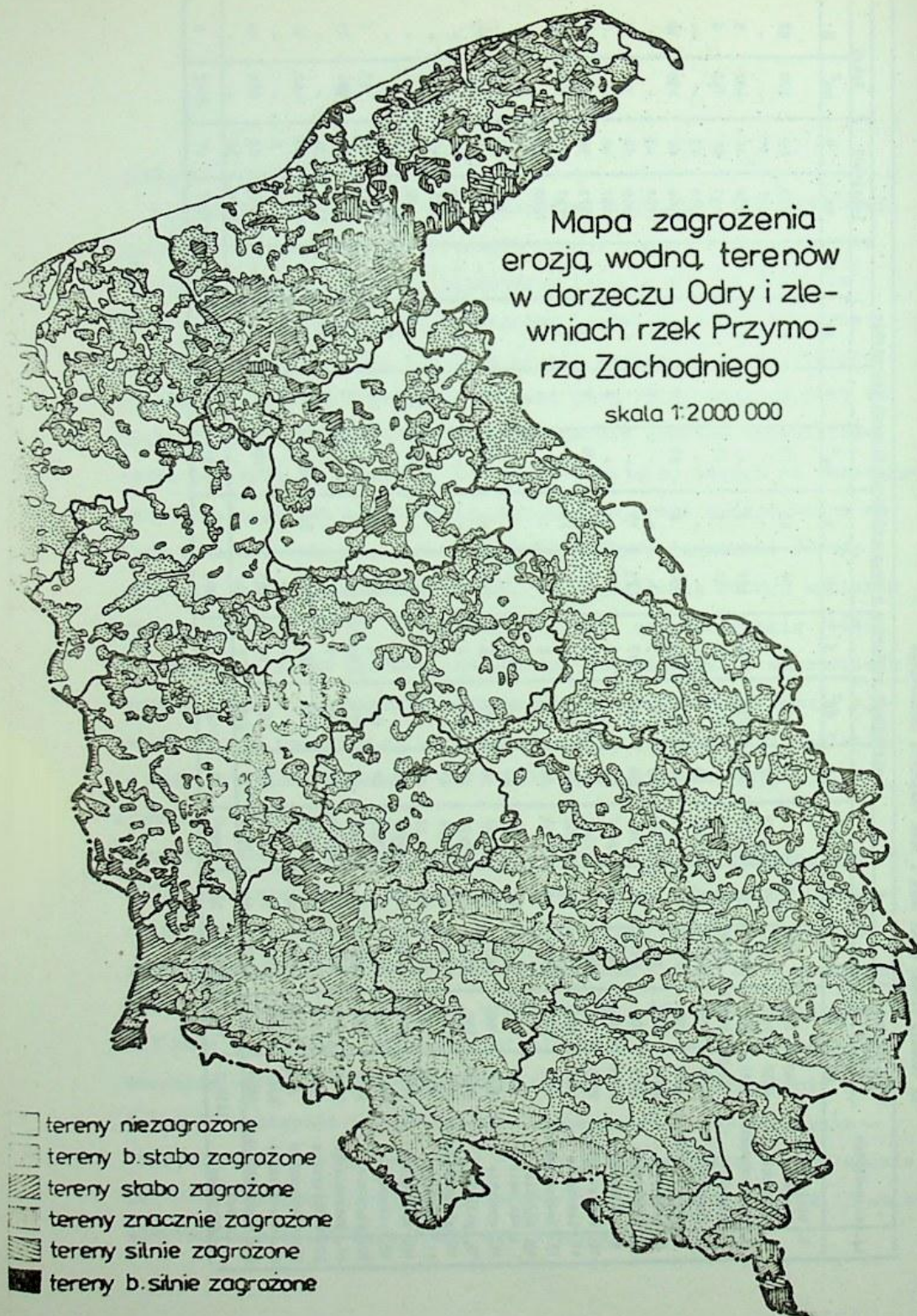
Tabela 2

Zestawienie powierzchni erodowanych w granicach administracyjnych województw położonych na terenie zlewni rzeki Odry i rzek Przymorza Zachodniego

Lp.	Województwo	Powierzchnia całkowita		Powierzchnia erodowana w poszczególnych klasach zagrożenia															
		km ²	%	0		1		2		3		4		5		1+2+3+4+5		3+4+5	
				km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
1.	białko- bialskie	248	100	20	9	-	-	-	-	156	63	72	29	-	-	-	-	228	92
2.	bydgoskie	4230	100	2073	49	2157	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2157	51
3.	częstochowskie	4691	100	2533	54	704	15	1032	22	422	9	-	-	-	-	-	-	2158	46
4.	gdańskie	2240	100	749	33	718	32	628	28	120	6	25	1	-	-	-	-	1491	67
5.	gorzowskie	8484	100	5365	75	2118	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2118	25
6.	jeleniogórskie	4309	100	1741	40	839	19	1294	30	350	8	60	2	25	1	2568	60	435	10
7.	kaliskie	6312	100	3724	57	2595	40	193	3	373	13	-	-	-	-	-	-	2788	43
8.	katowickie	2870	100	1205	42	804	28	488	17	-	-	-	-	-	-	-	-	1665	58
9.	konińskie	5139	100	2672	52	2467	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2467	48
10.	koszalińskie	8345	100	3672	44	2482	30	1618	19	503	6	70	1	-	-	-	-	4673	56
11.	legnickie	4037	100	1336	33	1348	33	835	21	518	13	-	-	-	-	-	-	2701	67
12.	leszczyńskie	4154	100	2896	70	1153	28	105	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1258	24
13.	łódzkie- miejskie	472	100	236	50	198	42	38	8	868	10	373	4	-	-	-	-	236	60
14.	opolskie	8335	100	3613	42	3210	38	471	6	-	-	-	-	-	-	-	-	4922	58
15.	piłskie	8205	100	5422	66	2495	30	288	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2783	34
16.	piotrkowskie	2178	100	1154	53	1024	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1024	47
17.	plotkie	193	100	173	90	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	10
18.	poznańskie	8151	100	5238	64	2913	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2913	36
19.	sieradzkie	4869	100	2614	54	2025	41	187	4	43	1	-	-	-	-	-	-	2255	46
20.	stópalskie	5976	100	2145	36	1828	31	1077	18	763	13	163	3	-	-	-	-	3831	64
21.	szczecińskie	9680	100	6176	64	3369	35	135	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3504	36
22.	wałbrzyskie	3991	100	1226	31	509	13	816	20	1120	28	258	6	62	2	2765	69	2765	69
23.	wrocławskie	559	100	514	92	45	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	8
24.	wrocławskie	6287	100	2354	37	2647	42	683	11	443	7	160	3	-	-	-	-	3933	63
25.	wrocławskie	8868	100	5714	64	2918	33	236	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3154	36
całoc. dorówna		12322,3	100	6566	53	40586	33	10124	8	5679	5	1181	1	87	0,07	27657	47	6947	6

Mapa zagrożenia
erozją wodną terenów
w dorzeczu Odry i zle-
wniach rzek Przymo-
rza Zachodniego

skala 1:2000 000



- ☐ tereny niezagrożone
- ☐ tereny b. słabo zagrożone
- ☐ tereny słabo zagrożone
- ☐ tereny znacznie zagrożone
- ☐ tereny silnie zagrożone
- ☐ tereny b. silnie zagrożone

6. Podsumowanie i dyskusja wyników

Wyznaczenie rejonów zagrożenia przestrzennego erozją wodną opracowano w oparciu o zalecenia IUNG zawarte w Instrukcji dotyczącej ochrony gleb przed erozją. Instrukcja ta przewiduje zaliczenie do klasy najwyższego zagrożenia te obszary na których występują gleby zaliczone do grupy 1 i 2 oraz 3 przy opadach powyżej 600 mm i 4 przy spadkach większych od 800 mm położone na zboczach o nachyleniu powyżej 20%. Z prowadzonych przez Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych AR Wrocław badań na terenach lessowych /23,25/ oraz w oparciu o doświadczenia prowadzone przez innych autorów /16,30/ wynika, że na glebach lessowych i pyłowych bardzo silne procesy erozji zachodzą już na stokach o spadku powyżej 10% co w klasyfikacji IUNG daje niższą klasę zagrożenia. W rzeczywistości zaniża ona stopień zagrożenia zboczy uprawnych przez erozję. Stąd też w przedstawionej publikacji zbyt małe obszary zaliczone zostały do terenów o najwyższym zagrożeniu. Ponadto, wyznaczenie powierzchni na których występują spadki powyżej 20%, na mapach w skali 1:500 000 nie jest precyzyjne. Jest to kolejnym czynnikiem powodującym zaniżenie stopnia zagrożenia erozyjnego w rozpatrywanej zlewni głównie w przedziałach klas o najwyższym zagrożeniu. Dla wnikliwego i dokładnego rozeznania tego zagrożenia należałoby przeprowadzić szczegółową analizę kartograficzną na mapach w skali co najmniej 1:100 000.

Przedstawione w publikacji wyniki są jednak pierwszym tego typu kompleksowym rozpoznaniem tak dużego obszaru i dające wiary choć może nieco zaniżony obraz przestrzennego zagrożenia powierzchniową erozją wodną.

Porównując uzyskane wyniki w niniejszym opracowaniu z wynikami przedstawionymi przez Reniger (9) można zauważyć, że przestrzenne rozmieszczenie rejonów zagrożonych jest bardzo zbliżone. Reniger przedstawia swoje wyniki bardzo zgeneralizowane traktując całe regiony geograficzne np. Sudety, Przedgórze Sudeckie, Wzgórza Trzebnickie jako jeden kompleks objęty jednym i tym samym wskaźnikiem. Dlatego też trudno porównywać tutaj wielkości liczbowe, Kowaliński i Oświecimski (12,13) na przedstawionych mapach rzeczywistego zagrożenia gleb przez erozję na terenie poszczególnych województw Dolnego Śląska, wykazał znacznie więcej obszarów zagrożonych w stopniu średnim i silnym. W opracowaniu tym dominował czynnik glebowy jako najistotniejszy przy sporządzaniu końcowej klasyfikacji. Tym bowiem należy chyba tłumaczyć, że rejon Turozowsko-Zgorzelecki mimo stosunkowo małych nachyleń terenu zaliczony został do najwyższej klasy zagrożenia. W niniejszym opracowaniu zaliczany on jest tylko do 1 i 2 klasy zagrożenia. Znaczne lokalne spadki i mniej podatne gleby na erozję spowodowały zakwalifikowanie południowego obszaru woj. jeleniogórskiego do klas od 1 do 3, a Kowaliński i Oświecimski oznaczyli go najwyższym stopniem zagrożenia. Ocena zagrożenia południowej części woj. legnickiego w obu opracowaniach jest bardzo zbliżona. Autorzy Kowaliński - Oświecimski nie wykazują żadnego zagrożenia w rejonie gmin Rudna, Polkowice, Lubiąż, natomiast niniejszym opracowaniu zaliczono go do 2 klasy. Również występuje różnica oceny zagrożeń erozyjnych woj. wałbrzyskiego przez wyżej wymienionych autorów i w niniejszym opracowaniu. Najbardziej zgodne w porównywanych syntezach jest woj. wrocławskie. W publikacji (22) dotyczącej procesów erozji w zlewni Oławy przestrzenne rozmieszczenie rejonów za-

grożenia jest prawie identycznie jak na zamieszczonej mapie. Jedynie udział wyższych klas nasilenia erozji jest większy w porównywanej publikacji. W pozostałych opracowaniach przedstawione wyniki są zbyt zgeneralizowane aby mogły służyć do porównań.

7. Wnioski

- 1/ Na obszarze zlewni rzeki Odry i rzek Przymorza Zachodniego występuje znaczne zagrożenie powierzchni terenu procesami erozji wodnej. Zjawiska erozji występować mogą na 47% wymienionego obszaru. Najwyższe stopnie zagrożenia występują na terenie województw: wałbrzyskiego, opolskiego, ślępskiego, wrocławskiego, kszalińskiego, legnickiego, jeleniogórskiego i częstochowskiego.
- 2/ Szczegółowe określenie stopnia występowania i nasilenia erozji wodnej gleb i jego kartograficzne opracowanie na mapach w skali co najmniej 1:100 000 w poszczególnych regionach hydrograficznych i administracyjnych, a bardziej szczegółowe na mapach w skali 1:25 000 powinno być jednym z podstawowych warunków zmierzających do ochrony środowiska przyrodniczego i racjonalnego wykorzystania jego naturalnych zasobów. Ponadto wykonane w takiej skali mapy powinny stanowić podstawę do opracowań zabiegów melioracji przeciwerozyjnych.
- 3/ Niezbędne jest udoskonalenie i przyjęcie jednolitej metodyki przy opracowywaniu map zagrożenia erozyjnego terenów rolniczych i leśnych.

8. Piśmiennictwo

1. Ackermann W.C., Corinth R.L.: An empirical equation for reservoir sedimentation. IASH, Commission of land erosion. Symposium of Bari. Publ. nr 59, 1962
2. Brański J.: Ocena demudacji dorzecza Wisły na podstawie wyników pomiarów rumowiska unoszonego. Prace IMGW nr 6, 1975r
3. Brański J.: Zmęcenie wody i transport rumowiska unoszonego w rzekach polskich. Prace PIHM. z.95, 1968r
4. Chomicz K.: Ulewy i deszcze nawalne w Polsce. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej. T.II, z.3, 1951r
5. Chudecki Z., Niedźwiecki E.: Nasilenie się erozji wodnej na obszarach słabo urzeźbionych Pomorza Zachodniego. Zesz.Probl. Post.Nauk Roln. z.272, 1983r
6. Dębski K.: Próba oszacowania denudacji na obszarze Polski. Prace i Studia KGW PAN, II, cz.I, Warszawa 1959r
7. Fatyga J.: Występowanie i nasilenie erozji wodnej gleb w górskim regionie Sudetów w latach 1965-70 /pro.habilit./ IMUZ Falenty, 1973r
8. Fournier F.: Mesure de l'érosion. Principes de base et incidence de l'instrumentation nouvelle sur l'établissement des réseaux de mesure. OMM i AIHS, Planification des réseaux hydrologiques, J.Publ. nr 67, Quebec, 1965
9. Guy H.P.: Fluvial sediment measurement based on transport principles and network requirements. WMO i IASH. Symposium design of hydrological network, J.Publ. nr 67, Québec, 1965
10. Jahn A.: Procesy erozyjne na grzbiecie Karkonoszy. Eksperyment polowy. PAN Kom.Zag.Ziem Górsk. Probl. Zagosp.Ziem Górskich PWN, z.20, Wrocław 1979r
11. Jahn M.: Wstępne wyniki badań nad erozją gleb na pastwiskach sudeckich. Zesz.Probl.Post.Nauk.Rol. z.170, 1975r
12. Kowaliński S., Oświecimski A.: Rejony występowania erozji gleb. Zarys rejonizacji przyrodniczo-rolniczej w woj.wrocławskim. Prez.WRN, Wydz.Rol.i Leśn. Wrocław 1959r

- 13 Kowaliński S., Oświecimski A.: Stopnie zagrożenia terenów Dolnego Śląska przez powierzchniową erozję wodną. Perspektywy gospodarki wodnej na Dolnym Śląsku. Sesja naukowa 10.06.76. PAN Oddz. Wrocław, Komisja Nauk o Ziemi i Nauk Rolnych. 1977
- 14/ Kozłowski S.: Przyrodnicze uwarunkowania gospodarki przestrzennej Polski. Wydawnictwo PAN. Problemy Naukowe Współczesności, Ossolineum. Wrocław 1983r
- 15 Łopatin G.W.: Intensität der we ... rosion auf dem gebiet der Ud.SSR. AIHS, Commission de ... erosion continentale. Colloque de Bari. Publ. nr 59, 1962
- 16 Mazur Z.: Ochrona gleb przed erozją. Roczn.Gleb. T.XXXI, nr 3/4. 1980r
- 17 Niewiadomski W.: Badania nad erozją gleb północy Polski /okres 1950-1967/. Procesy erozyjne i problem ochrony gleby w Polsce. Kat.Mel.Rol. WSR Lublin z.2. WPRiL Warszawa 1968
- 18 Parson D.A., Apman R.P., Decker G.H.: The determination of sediment yields from flood water sampling. IASH, General Assembly of Berkeley IUNG. Publ. nr 65, 1964
- 19 Prochal P.: Badania nad erozją gleb w terenach górskich. Procesy erozyjne i problemy ochrony gleby w Polsce. Kat. Mel.Rol. WSR Lublin. z.2. PWRiL. Warszawa 1968r
- 20 Reniger A.: Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. PWRiL. Warszawa 1951r
- 21 Roehl J., W.: Sediment source areas, delivery ratios and influencing morphological factor. IASH, Commission of land erosion. Symposium of Bari. Publ. nr 59, 1962
- 22 Rojek W.: Erozja wodna gleb w zlewni rzeki Oławy. Kierunki optymalizacji rozwoju produkcji rolnej w zlewni rzeki Oławy. SITR NOT-Wrocław 1980r /maszynopis/.
- 23 Rojek W.: Wpływ czynników fizjograficznych i użytkowania terenu na zjawiska erozji wodnej /maszynopis pracy doktorskiej/ Wrocław 1980r
- 24 Stan i perspektywy systemów melioracyjnych dorzecza Odry. Praca zespołowa pod kier. S.Marcilonka, Inst. Melioracji Roln.i Leś. AR we Wrocławiu, etap II, 1982r /maszynopis/

- 25 Szymański J., Rojek W.: Czynniki wpływające na zjawiska erozji gleb i sposoby jej zapobiegania na przykładzie małych zlewni Trzebnickich. /maszynopis opracowania za lata 1976-80/
Wrocław 1980r
- 26 Szymański J., Tymrakiewicz L., Rojek W.: Wpływ warunków fito-melioracyjnych i fotocenotycznych oraz fizjografii i użytkowania terenu na procesy erozji w małych zlewniach sudeckich /maszynopis opracowania/ Wrocław 1981, 1982r
- 27 Tixeront J.: La cartographie de l'érosion. AIHS, Commission de l'érosion centimentale. Colloque de Bari. Publ. nr 59, 1962
- 28 Tixeront J., Cormary Y.: Les reseaux d'observation de l'érosion et du débit solide de cours d'eau. OMM i AIHS, Planification des réseaux hydrologiques, J. Publ. nr 67, Québec, 1965
- 29 Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcji Polski według gmin. IUNG praca zespołowa pod kier. T. Witka. Puławy. 1981r
- 30 Ziemiński S.: Ochrona gleb przed erozją. PWRiL. Warszawa 1978.

prof.dr hab. Jan Kutera
dr inż. Stanisław Hus
dr inż. Ireneusz Pytel
mgr inż. Małgorzata Kutera
Instytut Melioracji
Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DO NAWODNIEN
WÓD ŚCIEKOWYCH W DORZECZU ODRY
I ZLEWNIACH RZEK PRZYMORZA ZACHODNIEGO

W S T Ę P

Na terenie Polski w ostatnich latach coraz bardziej jest odczuwany deficyt wody czystej. W związku z tym zamiast deficytowej i kosztownej wody czystej, niezbędnej dla gospodarki komunalnej i wielu gałęzi przemysłu, do nawodnień użytków rolnych powinny być przeznaczone wody ściekowe.

Podstawowym celem pracy jest określenie aktualnych możliwości wykorzystania do nawodnień ścieków miejskich i przemysłowych w zlewni rzeki Odry i rzek Przymorza Zachodniego. Przedstawione w pracy materiały powinny zachęcić do szerszego niż dotychczas całorocznego rolniczego wykorzystania ścieków na rozpatrywanym obszarze. Sądzymy przy tym, że rolnicze wykorzystanie ścieków odgrywa zasadniczą rolę w skróconym i napiętym obiegu gospodarczym wody na deficytowych w ten surowiec obszarach. Spodziewany efekt powinien się również wyrazić poprawą czystości wód otwartych oraz przyrostem plonów nawadnianych użytków i upraw rolnych.

Praca została wykonana metodą studiów kameralnych dostępnych wyników badań i opracowań. Przedstawiono w niej następujące zagadnienia związane z możliwością zagospodarowania wód ściekowych na

rozpatrywanym obszarze Polski:

- ścieki potencjalnie przydatne do nawodnień,
- warunki i technologie rolniczego wykorzystania ścieków,
- wybór terenów do nawodnień i zakres wykorzystania ścieków,
- efekty wykorzystania do nawodnień wód ściekowych.

ŚCIEKI POTENCJALNIE PRZYDATNE DO NAWODNIEN ROLNICZYCH

Na rozpatrywanym obszarze istnieje potencjalna możliwość rolniczego wykorzystania odpowiednio przygotowanych ścieków miejskich i przemysłowych w ilości 855 mln m³ rocznie [8]. Sumaryczne ilości ścieków miejskich i przemysłowych w poszczególnych jednostkach administracyjnych zestawiono w tab.1.

W zlewni Odry i rzek Przymorza Zachodniego ponad 390 oczyszczalni odprowadza ścieki przydatne bezpośrednio do nawodnień rolniczych. Z tej ilości 190 obiektów odprowadza ścieki bytowo-gospodarcze z miast i większych osiedli. Osiemdziesiąt osiem obiektów odprowadza prawie 232 mln m³ rocznie ścieków miejskich oczyszczonych mechanicznie i biologicznie za pomocą złóż biologicznych i osadu czynnego, a pozostałe obiekty odprowadzają około 319 mln m³ ścieków oczyszczonych mechanicznie /tab.1/.

Na rozpatrywanym obszarze 23 obiekty odprowadzają 64,5 mln m³ rocznie ścieków miejskich wstępnie oczyszczonych mechanicznie i biologicznie w środowisku glebowym, których nadmiar może być wykorzystany do nawodnień.

Zwraca się też uwagę na wytypowane 123 zakłady przemysłu rolno-spożywczego, które odprowadzają rocznie około 41 mln m³ ścieków. Większość tych zakładów posiada dostateczne urządzenia uzdatniające ścieki w stopniu przydatnym do wykorzystania w rolnictwie.

Tabela 1

Ilość ścieków w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego
potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych

Lp.	Województwo	Ilość ścieków w tys m ³ /rok					Razem
		miejskich			przemysłowych		
		oczyszczonych mechanicznie	oczyszczonych mechanicznie i biologicznie	z nadmiaru oczyszczonych w środowisku glebowym	z przemysłów rolno-spożywczych	z innych przemysłów	
1.	bielskie	-	-	-	-	-	-
2.	bydgoskie	292,00	-	255,50	219,00	302,22	1068,72
3.	częstochowskie	753,73	23950,57	-	322,84	22570,87	47598,01
4.	gdańskie	18921,80	21336,81	-	979,66	-	41238,07
5.	gorzowskie	2810,50	-	-	102,20	30902,36	33815,06
6.	jeleniogórskie	1195,00	17755,42	146,00	-	11281,79	30378,21
7.	kaliskie	-	-	4300,00	1684,41	1314,00	7378,41
8.	katowickie	27148,34	59475,29	-	3096,88	4514,32	94234,83
9.	konińskie	4555,20	292,00	-	693,66	-	5540,86
10.	koszalińskie	10452,14	11477,43	-	996,09	573,42	23499,08
11.	legnickie	7829,25	11743,14	730,00	3287,70	501,88	24591,97
12.	leszczyńskie	-	-	6022,50	2287,05	-	8309,55
13.	łódzkie	118260,00	-	-	-	-	118260,00
14.	opolskie	15775,50	17921,50	3650,00	7017,40	97478,73	141842,93
15.	piłskie	1306,70	2507,55	219,00	3396,62	863,59	8293,46
16.	piotrkowskie	-	-	-	882,87	-	882,87
17.	płockie	-	-	-	574,51	-	574,51
18.	poznańskie	32357,25	2035,24	1277,50	2050,10	7745,67	46365,76
19.	sieradzkie	4380,00	1314,00	-	98,55	40,15	5832,70
20.	ślupskie	13473,97	-	-	653,06	2372,50	16499,53
21.	szczęcińskie	53267,56	10585,00	2737,50	2038,03	9825,87	58453,16
22.	wałbrzyjskie	1825,00	49085,00	-	3480,12	4942,47	59332,79
23.	włocławskie	-	-	-	328,50	-	328,50
24.	wrocławskie	2982,05	894,25	45077,50	3000,43	906,30	52860,53
25.	zielonogórskie	21754,00	1584,10	-	2429,94	2087,80	27855,84
Razem		319339,59	231957,50	64495,50	41019,62	198223,14	855035,35

x/ - ilości ścieków zestawiono na koniec roku 1980.

Grupa 83 oczyszczalni odprowadza około 198 mln m³/rok innych ścieków przemysłowych.

Bardzo zróżnicowane są ilości ścieków w poszczególnych jednostkach administracyjnych. Wzrost ilości ścieków w poszczególnych województwach związany jest z ich postępującym uprzemysłowieniem.

W woj. szczecińskim i konińskim zwraca uwagę bardzo duża różnica w ilości ogólnej ścieków w porównaniu z ilością ścieków wymagających oczyszczenia /tab.2/. Różnice te stanowią wody chłodnicze, które po odpowiednim schłodzeniu stanowią dodatkową rezerwę wód do nawodnień wegetacyjnych zwilżających.

Duża ilość ścieków wymagających oczyszczania na rozpatrywanym obszarze odprowadzana jest do wód otwartych bez żadnego oczyszczania. Świadczy to o potrzebie wprowadzania programu rolniczej utylizacji ścieków w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego.

W województwach w całości położonych w zlewni Odry i rzek Przymorza Zachodniego ilość ścieków potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych stanowi od około 1% do prawie 90% ścieków wymagających oczyszczenia, przy czym wskaźnik ten średnio dla rozpatrywanego w całości obszaru wynosi około 50% /tab.2/.

Aktualnie nie ma jeszcze podstaw do ustalenia normatywnych wskaźników wzorcowego składu ścieków do nawodnień rolniczych. Dlatego też dotychczas stosuje się na świecie ogólne kryteria oceny przydatności wód do nawodnień.

Według kryteriów jakości wody do nawodnień obowiązujących w NRD, Czechosłowacji, Związku Radzieckim, Stanach Zjednoczonych i w Polsce najogólniej można określić, że im ścieki zawierają więcej związków organicznych i pokarmowych dla roślin, a mniej jonów i związków w koncentracjach szkodliwych dla gleby i roślin oraz mniej budzą zastrzeżeń sanitarnych, tym przydatność ich do nawodnień rolniczych jest większa [10].

Tabela 2

Ilość ścieków miejskich i przemysłowych odprowadzanych do wód powierzchniowych oraz potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego

Lp.	Województwo	Ilość ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych ogółem w mln m ³	W tym ilość ścieków wymagających oczyszczenia			Ilość ścieków potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych w mln m ³	Procentowy udział ścieków potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych w stosunku do ścieków wymagających oczyszczenia
			Razem w mln m ³	Oczyszczane w mln m ³	Nie-oczyszczane w mln m ³		
1.	bielskie	156,0	100,5	80,1	20,4	-	-
2.	bydgoskie	254,8	168,6	89,1	79,5	1,1	0,7
3.	częstochowskie	86,5	83,1	58,7	24,4	47,6	57,3
4.	gdańskie	187,0	117,5	92,1	25,4	41,2	35,1
5.	gorzowskie	58,7	58,6	46,6	12,0	33,8	57,7
6.	jeleniogórskie	107,5	102,8	84,8	18,0	30,4	29,6
7.	kaliskie	35,0	31,1	6,7	24,4	7,4	23,8
8.	katowickie	992,9	979,1	553,3	425,8	94,2	9,6
9.	koninśkie	1487,3	132,2	126,9	5,3	5,5	4,2
10.	koszalińskie	38,3	35,3	31,3	4,0	23,5	66,6
11.	legnickie	78,2	78,2	69,7	8,5	24,6	31,5
12.	leszczyńskie	12,0	11,7	11,1	0,6	8,3	71,0
13.	łódzkie	170,2	170,0	9,5	160,5	118,3	69,6
14.	opolskie	164,9	159,4	133,9	25,5	141,8	89,0
15.	piłskie	21,5	21,0	16,1	4,9	8,3	39,5
16.	piątrkowskie	91,7	80,7	73,9	6,8	0,9	1,1
17.	płockie	65,7	65,4	57,5	7,9	0,6	0,9
18.	poznańskie	104,7	97,6	48,9	48,7	46,4	47,5
19.	sieradzkie	12,8	11,6	6,2	5,4	5,8	50,0
20.	szlupskie	25,7	23,5	19,3	4,2	16,5	70,2
21.	szczecińskie	1651,8	166,9	93,3	73,6	58,5	35,0
22.	wałbrzyskie	90,7	90,5	72,1	18,4	59,3	65,5
23.	włocławskie	107,6	62,3	31,4	30,9	0,3	0,5
24.	wrocławskie	131,2	120,3	107,8	12,5	52,9	44,0
25.	zelenogórskie	47,6	47,4	27,3	20,1	27,9	58,9

x/ Ilość ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych zestawiono wg. Ochrona Środowiska i gospodarka wodą. Główny Urząd Statystyczny. Seria - materiały statystyczne 12, Warszawa 1982.

Biorąc pod uwagę potencjalne niebezpieczeństwo skażenia biologicznego ludzi i zwierząt, klasyfikujemy wody ściekowe na:

- nie budzące zastrzeżeń higieniczno-sanitarnych,
- budzące zastrzeżenia higieniczno-sanitarne,
- budzące szczególne zastrzeżenia higieniczno-sanitarne.

Do ścieków nie budzących zastrzeżeń pod względem sanitarnym zalicza się wody poprodukcyjne z zakładów przemysłu spożywczego a w szczególności z cukrowni, krochmalni, gorzelni, płatkarni, drożdżowni, browarów i słodowni, wytwórni tłuszczów roślinnych, przetwórni owocowo-warzywnych, winiarni oraz fabryk celulozy, papieru, roszarni lnu i konopi, przemysłu bawełnianego i włókien sztucznych, ścieki fenolowe z koksowni i gazowni oraz wody ściekowe z fabryk nawozów mineralnych. Do ścieków budzących zastrzeżenia sanitarne zalicza się ścieki bytowo-gospodarcze, ścieki odzwierzęce i z przetwórni produktów zwierzęcych. Do ścieków budzących szczególne zastrzeżenia sanitarne zalicza się ścieki ze szpitali, sanatoriów, rzeźni, garbarni, pralni wełny, wytwórni surowic i szczepionek.

Ścieki nie budzące zastrzeżeń sanitarnych mogą być wykorzystywane do nawodnień bez ograniczeń. Wykorzystanie pozostałych ścieków uwarunkowują odpowiednie nakazy, i zakazy, w szczególności dotyczące stref ochronnych i okresów karencji.

W praktyce rolniczej uznano, że największą wartość użytkową mają ścieki bytowo-gospodarcze. Oprócz substancji organicznej i składników nawozowych, w ściekach tych występują także liczne mikroelementy i enzymy, stymulujące rozwój życia biologicznego gleby i wzrost roślin.

Przeciętny skład nawozowy miejskich wód ściekowych po różnym stopniu oczyszczenia przedstawia tabela 3.

Wieloletnie badania polowe i lizymetryczne wykonane w IMUZ we Wrocławiu przez Majdowskiego [12], umożliwiają określenie współczynników wartości użytkowej poszczególnych związków nawozowych zawartych w ściekach. Współczynniki te dla ścieków miejskich oczyszczonych mechanicznie stosowanych w nawodnieniach wegetacyjnych wynoszą: $N-0,80$; $P_2O_5-0,85$; $K_2O-0,75$; a dla nawodnień pozawegetacyjnych: $N-0,60$; $P_2O_5-0,75$; $K_2O-0,60$ [7]. Wyżej wymienione wartości współczynników dotyczą gleb lekkich. W glebach cięższych straty będą mniejsze.

Wody ściekowe przemysłu spożywczego wyróżniają się stosunkowo dużą zawartością związków organicznych oraz podstawowych związków nawozowych, głównie pochodzenia glebowego i roślinnego, stąd ich niekwestionowana przydatność do nawadniania i nawożenia gleb. Podstawowy skład nawozowy ścieków przemysłu rolno-spożywczego na podstawie badań IMUZ we Wrocławiu zestawiono w tabeli 3.

Różnice w składzie ścieków oraz ich wartości użytkowej do nawodnień rolniczych w obrębie jednej branży spowodowane są kampanijnością produkcji wielu zakładów przemysłu spożywczego, jak również różnorodnością technologii produkcji i systemów gospodarki wodnej. Na ogół ścieki z przemysłu spożywczego zawierają bardzo dużo potasu, dużo azotu, a mniej fosforu. Na podstawie badań Majdowskiego [12] można przyjąć współczynniki użytecznego działania poszczególnych składników nawozowych ścieków przemysłu spożywczego w wysokości: $N-0,75$; $P_2O_5-0,90$ i $K_2O-0,70$.

Nie została dotychczas w pełni poznana efektywność rolniczego zagospodarowania wód ściekowych z innych rodzajów przemysłu.

Tabela 3

Przeciętny skład nawozowy ścieków miejskich, przemysłu
rolno-spożywczego i niektórych przemysłowych

Lp.	Wody ściekowe miejskie i z zakładów przemysłowych	zawartość w g/m ³		
		Nog	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Miejskie - surowe	60,0	15,0	45,0
2.	Miejskie - oczyszczone mechanicznie	53,0	13,0	41,0
3.	Miejskie - oczyszczone mechanicznie i biologicznie	44,0	11,0	39,0
4.	Cukrowni	30,0	5,5	65,0
5.	Krochmalni	161,0	61,0	390,0
6.	Suszarni ziemniaków	120,0	20,0	160,0
7.	Gorzelnicy ziemniaczanych	31,0	7,6	61,0
8.	Browarów	46,0	21,1	65,0
9.	Słodowni	33,4	18,2	68,3
10.	Gorzelnicy melasowych	830,0	19,0	1200,0
11.	Drożdżowni - drożdże piekarskie	180,0	11,0	430,0
12.	Drożdżowni - drożdże paszowe	255,0	3,5	755,0
13.	Przetwórcy owocowych	8,8	3,9	21,4
14.	Przetwórcy owocowo-warzywnych	26,4	5,5	33,8
15.	Winiarni	12,5	3,3	13,8
16.	Mleczarni	31,0	15,0	26,0
17.	Obróbki drobiu	140,0	36,0	180,0
18.	Mięsnych	213,0	62,0	142,0
19.	Tłuszczowo-olejarskich	35,0	27,0	25,0
20.	Przetwórcy rybnych	90,6	46,2	110,0
21.	Bawełnianych	12,0	5,0	22,0
22.	Wełnianych	35,0	10,0	20,0
23.	Włókien wiskozowych	7,0	2,0	23,0
24.	Roszlarni	40,0	45,0	280,0
25.	Zakładów jedwabniczych	20,0	3,0	15,0
26.	Garbarni	220,0	20,0	55,0
27.	Celulozowo-papierniczych	10,0	5,0	20,0
28.	Płyt pilśniowych	11,0	5,0	7,0
29.	Azotowych	105,0	1,0	10,0
30.	Nawozów fosforowych	18,0	38,0	125,0
31.	Koksowniczych /ścieki mocne/	2300,0	-	-
32.	Gazowni /wody pogazowe/	2700,0	-	-

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika możliwość zastosowania do nawodnień ścieków z przemysłów włókienniczych, celulozowo-papierniczych i płyt pilśniowych, nawozów sztucznych, oraz warunkowo z garbarni, koksowni i gazowni. Ścieki te stanowią źródło taniej wody do nawodnień zwilżających. Ścieki przemysłu drzewnego i włókienniczego /z wyjątkiem roszarni/ są ubogie w składniki nawozowe /tab.3/. Bardzo zasobne w związki nawozowe są ścieki z garbarni, przemysłu azotowego oraz fenolowe z koksowni i gazowni. Wymagają one jednak uzdatniania przed skierowaniem na pola.

WARUNKI I TECHNOLOGIE ROLNICZEGO WYKORZYSTANIA ŚCIEKÓW

Stosowanie do nawodnień wód zanieczyszczonych powyżej III klasy czystości i ścieków oraz zakresy ich uzdatniania i zabezpieczania warunków sanitarnych, wymagają uzgodnienia z organami gospodarki wodnej i ochrony środowiska stopnia wojewódzkiego.

Wodami zanieczyszczonymi i ściekowymi nie wolno nawadniać pól w I i II strefie ochrony sanitarnej źródeł zaopatrzenia w wodę i źródeł mineralnych oraz w strefach ochronnych parków narodowych, rezerwatów przyrody i miejsc szczególnie chronionych i rekreacyjnych.

Przy nawodnieniu ściekami obowiązuje stosowanie stref ochronnych: od osiedli i miejsc chronionych - 200 m przy stosowaniu deszczowni, 100m przy pozostałych systemach nawodnienia oraz od dróg publicznych I i II klasy i kolejowych co najmniej 20m.

Poziom wody gruntowej na nawadnianych ściekami terenach uprawnych nie powinien zalegać w zasadzie płycej niż 1,2m, a pod użytkami zielonymi 1,0m od powierzchni terenu. W wyjątkowych uzasadnionych wypadkach głębokość zalegania wody gruntowej na łąkach naturalnych może wynosić 0,8m

Wody zanieczyszczone i ściekowe wymagające zabezpieczenia sanitarnego /tab.4/, zawierające ścieki fekalne i odzwierzęce, kwalifikowane jako przydatne do nawodnień warunkowo, mogą być stosowane w okresie poza wegetacyjnym oraz wegetacyjnym z zachowaniem następujących okresów karencji:

- 14 dni, dla jednorocznych i wieloletnich roślin pastewnych oraz łąk i pastwisk,
- 28 dni, dla buraków pastewnych i cukrowych, roślin oleistych i włóknistych, ziemniaków pastewnych i przemysłowych,
- od kwitnienia ziemniaków jadalnych i roślin zbożowych,
- 42 dni, dla warzyw, nie spożywanych w stanie surowym,
- 56 dni, dla krzewów, drzew owocowych i kwiatów.

W przypadku kiszenia i termicznej przeróbki pasz nie obowiązują okresy karencji.

Wskazane zakresy uzdatniania wód ściekowych przeznaczonych do nawodnień rolniczych zawiera tab.4.

Uwarunkowania wykorzystania ścieków do nawodnień rolniczych mają na celu zapewnienie podstawowego bezpieczeństwa higieniczno-sanitarnego oraz właściwego oczyszczania i zużytkowania w produkcji roślinnej umownej ilości określonych ścieków.

W zależności od potrzeb i możliwości terenowych, ścieki mogą być wykorzystywane w ciągu całego roku, względnie tylko w okresie wegetacyjnym. W rozwiązaniach dotyczących ścieków przemysłu spożywczego i rolnego oraz bytowo-gospodarczych z osiedli i mniejszych miast, powinny być preferowane technologie całorocznego wykorzystania wód ściekowych.

Możliwości wyboru technologii oczyszczania i użytkowania ścieków dają istniejące w praktyce systemy nawodnień i zestawy urządzeń deszczowniowych o różnym stopniu zmechanizowania i automatyzowania czynności obsługi [10].

Tabela 4

Wskazane zakresy oczyszczania /uzdatniania/ wód ściekowych
przeznaczonych do nawodnień rolniczych

lp.	Wody ściekowe	Zakresy uzdatniania i zabezpieczenia								
		MO	N	CHC	CBO	IBO	WBO	R	PSG	ZS
1.	Miejskkie i bytowo-gospodarcze	+++	-	-	-	+	+	-	-	++
2.	Cukrowni	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Krochmalni	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Platkarni i suszarni ziemniaków	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	Słodowni i browarów	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	Gorzeln i ziemniaczanych	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	Zakładów spirytusowo-drożdżowych	+	+	-	-	-	-	+++	-	-
8.	Zakładów przemysłu owocowo-warzywnego	+++	+	-	-	-	-	-	-	-
9.	Zakładów przemysłu mleczarskiego	+++	-	-	+	-	-	-	-	++
10.	Zakładów przemysłu drobiarskiego	+++	-	-	-	++	-	-	-	++
11.	Zakładów przemysłu mięsnego	+++	-	-	+	++	-	+	-	+++
12.	Zakładów przemysłu tłuszczowego	+++	+	-	-	-	-	+	++	-
13.	Zakładów przemysłu rybego	+++	-	-	-	++	-	+	-	++
14.	Zakładów przemysłu paszowego /utylizacyjne/	+++	-	++	-	+++	+	+	-	+++
15.	Zakładów przemysłu bawełnianego	+++	-	+	++	-	-	-	+	-
16.	Zakładów przemysłu wełnianego	+++	-	+	-	++	-	-	+	++
17.	Fabryki Włókien Sztucznych	+++	+++	++	+	-	-	+	++	-
18.	Zakładów przemysłu lnianarskiego	+++	+	-	+	-	-	-	+	-
19.	Zakładów przemysłu jedwabniczego	+++	-	+	+	-	-	-	+	-
20.	Garbarni	+++	-	++	-	+++	+	++	-	+++
21.	Zakładów celulozowo-papierniczych	+++	+++	+	+	-	-	++	+++	-
22.	Papierni	+++	+	-	-	-	-	-	++	-
23.	Zakładów płyt pilśniowych	+++	+	-	-	-	-	+	++	-
24.	Zakładów azotowych	+	++	++	-	-	-	++	+	-
25.	Zakładów nawozów fosforowych	+++	+++	++	-	-	-	+++	++	-
26.	Zakładów koksowniczych	++	++	+	-	-	-	+++	+	-

Oznaczenia: MO - mechaniczne oczyszczanie; N - neutralizacja; CHC - chemiczne oczyszczanie;

CBO - częściowe biologiczne oczyszczanie; IBO - jednostopniowe biologiczne oczyszczanie;

WBO - wielostopniowe biologiczne oczyszczanie; R - rozcieńczanie, PSG - pożytkowanie ścieków lub gleby nawadnianej; ZS - zabezpieczenie sanitarne.

+++ - niezbędne; ++ - wskazane; + - w niektórych wypadkach zalecane,

- niepotrzebne.

W ścisłym związku z rozwojem nawodnień deszczownianych powinny się rozwijać technologie użytkowania ścieków do nawodnień roślinnych. Nowoczesne techniki deszczowania, będą wymagały coraz powszechniejszego stosowania oczyszczania biologicznego ścieków bytowo-gospodarczych przed wprowadzeniem ich na pola.

Z nawodnień grawitacyjnych przydatnymi do rozwiązań całorocznego wykorzystania ścieków jest system zalewowy oraz odmiany bezrzutowego systemu stokowego. Techniczne możliwości całorocznego wykorzystania ścieków dają powiązania systemu nawodnienia deszczownianego z zalewowym, względnie deszczownia stała. Gwarancję bezrzutowego odbioru ścieków dają powierzchnie rezerwowe i awaryjne w postaci wysokoobciążonych pól nawadnianych, irygowanych i filtracyjnych. Pola awaryjne czy rezerwowe odbioru ścieków mogą i powinny być również użytkowane rolniczo, względnie przeznaczone na plantacje topolowe.

W systemach rolniczego wykorzystania ścieków jednorazowe dawki nawodnienia wynikają z systemu nawodnienia i warunków glebowych, stosowanych upraw i obliczane są w podobny sposób jak dla nawodnień wodą czystą. Przy nawodnieniach ściekami systemami grawitacyjnymi stosuje się większe natężenie polew, możliwie najmniejsze dawki jednorazowe, a dla deszczowni dawki polewowe zwiększone do 50-60 mm.

Podstawą ustalania dawek okresowych /rocznych/ wód ściekowych, w systemach nawodnień roślinnych jest bilans potrzeb wodnych roślin, a przy całorocznym wykorzystaniu ścieków bilans składników nawozowych. Dla większości upraw i roślin podstawą dawki ścieków ustala się na podstawie bilansu azotu, bowiem azot jest nawozem plonotwórczym, a z drugiej strony jako składnik biogeny łatwo wymywany z gleby w formach azotanowych stanowi potencjalne źródło eutrofizacji wód otwartych.

Dawki okresowe ścieków oblicza się ze wzoru:

$$D = \frac{P}{C_u \cdot \eta \cdot 10} ; \quad \text{mm}$$

gdzie: P - zapotrzebowanie rośliny na azot /lub inny składnik/,
kg/ha

C_u - koncentracja użytkowa azotu ściekowego po uwzględnieniu strat i współczynników wykorzystania oraz równoważników nawozowych, g/m³

η - współczynnik efektywności działania nawozowego ścieków zależny od systemu nawodnienia /dla nawodnień deszczowniczych - 0,95, dla stokowych bezrzutowych - 0,85, dla zalewowych - 0,80.

W miarę możliwości terenowych dla mniejszych miast i osiedli powinny być preferowane najprostsze formy całorocznego wykorzystania ścieków. W wypadku dużych miast a także, gorszych warunków glebowo-rolniczych w okolicach miast średniej wielkości i mniejszych, proponuje się wykorzystanie rolnicze wód ściekowych w powiązaniu ze sztuczną biologiczną oczyszczalnią.

W systemach całorocznego wykorzystania ścieków miejskich powinny dominować użytki zielone oraz uprawne rośliny pastewne, a w następnej kolejności uprawy przemysłowe i okopowe, natomiast zboża - za wyjątkiem kukurydzy tylko na słabych glebach, względnie na tak zwanych polach wyłączonych z corocznego nawodnienia. Dla łąk i pastwisk polecane są nawodnienia na przedwiośniu, przyspieszające wegetację oraz w okresie wegetacji na każdy poranny turnus odrostu runi na pastwisku. Dla gruntów ornych szczególne znaczenie mają nawodnienia użyźniające pozawegetacyjne oraz w okresie krytycznych potrzeb wodnych roślin.

Dla ścieków przemysłu rolno-spożywczego powinny dominować rozwiązania całorocznego oczyszczania w połączeniu z rolniczym ich wykorzystaniem. Ścieki te w zasadzie powinny być odbierane na polach szerokoprzestzennego nawadniania, użytkowanych jako łąki i pastwiska, a w następnej kolejności pod intensywne uprawy polowe o dużych wymaganiach nawozowych. W okresie zimy mogą być nawadniane zarówno użytki zielone jak i grunty orne, przy czym na podkreślenie zasługują stwierdzone znacznie większe przyrosty plonów w wyniku nawodnień całorocznych niż tylko przedwegetacyjnych, a nawet tylko wegetacyjnych [9].

Wody ściekowe przemysłu rolno-spożywczego nie wymagają skomplikowanych procesów uzdatniania przed skierowaniem do nawodnień rolniczych /tab.4/. Większość uzdatnia się w procesie mechanicznego oczyszczania. Ścieki z mleczarni i zakładów spirytusowo-drożdżowych nie wymagają nawet wstępnego oczyszczania. Wody ściekowe z zakładów spirytusowo-drożdżowych w okresie wegetacji wymagają rozcieńczenia wodą w stosunku co najmniej 1:1 a nawet 1:2. Ujemne skutki zbyt dużej kwasowości ścieków neutralizuje się wapnowaniem gleby, a niedobór fosforu kompensowany jest nawożeniem uzupełniającym.

Szczegółowo technologie rolniczego wykorzystania ścieków z poszczególnych rodzajów zakładów rolno-przemysłowych na podstawie wieloletnich badań IMUZ przedstawione są w pracach [7, 10].

Z zakładów przemysłu włókienniczego, jedynie ścieki z roszarni lnu i konopi mają w pełni rozpoznaną technologię rolniczego zagospodarowania [5]. Autor technologii sprawdzonej w praktyce proponuje całoroczne wykorzystanie ścieków na użytkach zielonych i gruntach ornych w obiegu zamkniętym, w którym odcieki z pól są skierowane ponownie na fabrykę do procesów roszczenia. Wskazane jest wapnowanie gleby i małe dawki polowe.

Ścieki z fabryk włókien sztucznych mogą być dysponowane do nawodnień mieszane ze ściekami miejskimi, względnie rozcieńczone wodą [10].

Wody ściekowe z garbarni, zasobne w azot, mogą być rolniczo wykorzystane po pełnym biologicznym oczyszczeniu. Nadają się przede wszystkim do nawodnień upraw przemysłowych.

Ścieki z zakładów przemysłu drzewno-papierniczego nadają się przede wszystkim do nawodnień zwilżających. Niewielka toksyczność tych wód może być unieszkodliwiona poprzez pełne nawożenie gleb, rozcieńczenie wodą lub mieszanie z innymi ściekami [3].

Z badań przeprowadzonych ze ściekami Zakładów Azotowych w Tarnowie i Puławach, można zapowiedzieć możliwość i atrakcyjność zastosowania rolniczej utylizacji do oczyszczania tych szczególnie uciążliwych dla środowiska wód ściekowych [7].

Istnieje spory zestaw ścieków z różnych przemysłów warunkowo przydatnych do wykorzystania w rolnictwie. Włączenie tych ścieków do rolniczej utylizacji jest możliwe poprzez odpowiednie mieszanie z innymi ściekami, a następnie poprzez odpowiednie podczyszczenie na terenie fabryki.

WYBÓR TERENÓW DO NAWODNIEN I ZAKRES WYKORZYSTANIA ŚCIEKÓW

Z szeregu zmiennych czynników warunkujących najkorzystniejszą lokalizację terenów rolniczego wykorzystania ścieków, należy szczegółowo rozpatrzyć przede wszystkim te, które mają zasadniczy wpływ na koszty ich budowy i eksploatacji oraz zapewniają najlepsze efekty oczyszczania i zużytkowania w produkcji roślinnej każdego m³ ścieków, bez naruszenia obowiązujących rygorów ochrony środowiska.

Z obserwacji w praktyce wynika, że przy wyborze lokalizacji na plan pierwszy wybijają się właściwe usytuowanie obiektów względem dopływu ścieków oraz wybór obszarów najkorzystniejszych pod względem glebowym i hydrologicznym.

Położenie terenów przeznaczonych do rolniczego wykorzystania ścieków jest uzależnione od lokalizacji oczyszczalni wstępnej. Istnieją dwa warianty lokalizacji oczyszczalni: albo możliwie blisko głównego kolektora ścieków, albo blisko pól nawadnianych ściekami. Drugi wariant jest korzystniejszy ze względu na możliwość wspólnego rozwiązywania niektórych urządzeń np. socjalnych dla obsługi oczyszczalni i pól nawadnianych.

Wydaje się, że obecnie w określonych warunkach jako uzasadnione można uznać doprowadzenie ścieków do pól nawadnianych na odległości 30 i więcej km [7]. Zrozumiałe jest, że im obiekt jest dalej położony od źródła ścieków tym są wyższe koszty inwestycyjne. To samo dotyczy wysokości położenia pól nawadnianych, z tym, że tutaj również gwałtownie wzrastają koszty eksploatacyjne na pokrycie energii elektrycznej.

Odległość pól nawadnianych ściekami od zabudowy miejskiej określają przepisy państwowe w sprawie szerokości stref ochronnych. Urządzenia rolniczego wykorzystania ścieków powinny być lokalizowane poza drugą strefą ochrony wód wodociągowych.

Ukształtowanie powierzchni odgrywa szczególną rolę przy nawodnieniach grawitacyjnych. Najbardziej odpowiednie do tych nawodnień są powierzchnie płaskie o spadkach nie przekraczających 15‰ [7]. Przy nawodnieniach deszczownianych teren może mieć bardziej urozmaiconą rzeźbę.

Lokalizując tereny nawadniane ściekami należy obok względów sanitarnych, urbanistycznych, technicznych i ekonomicznych wziąć pod uwagę możliwość doprowadzenia ścieków w stanie świeżym. Odległość, na którą można doprowadzić ścieki w stanie świeżym, zależy od ich składu, a szczególnie od zawartości węglowodorów, białka, tłuszczów oraz ich temperatury i czasu przepływu.

Generalnie najkorzystniejsze warunki do usytuowania pól nawadnianych są w woj. połoczonych w środkowej części dorzecza Odry. Lokalnie pewne trudności mogą wystąpić w woj. katowickim i opolskim ze względu na zagęszczaną zabudowę. Natomiast w górskich częściach woj. jeleniogórskiego i wałbrzyskiego lokalizację obiektów nawadnianych ściekami utrudniać będzie rzeźba terenu.

Jednym z najważniejszych czynników, które należy uwzględnić przy projektowaniu pól nawadnianych ściekami są warunki glebowe. Gleba tworzy środowisko, w którym zachodzi proces oczyszczania ścieków i stanowi równocześnie warsztat produkcji roślinnej.

W pierwszej kolejności do nawodnienia ściekami należy przeznaczyć gleby lekkie mniej urodzajne i niedostatecznie uwilgotnione. Gleby te znoszą wahania dopływu ścieków, pozwalają w razie potrzeby na zwiększenie dawek, odznaczają się mniejszą wrażliwością na biologiczne, fizyczne i chemiczne zmęczenie wskutek nawodnienia ściekami.

W dorzeczu Odry nie ma trudności ze znalezieniem gleb przydatnych do rolniczego wykorzystania ścieków. Mogą one wystąpić tylko lokalnie w pobliżu niektórych źródeł ścieków.

Proponuje się do nawodnień przeznaczyć gleby słabsze, w klasie od IV do VI. Najkorzystniejsze warunki glebowe do nawodnień ściekami mają woj. częstochowskie i piotrkowskie.

Powierzchnia użytków rolnych kl.IV-VI w stosunku do całkowitej powierzchni użytków rolnych wynosi w tych województwach ponad 90% /rys.1, tab.5/. Najmniej korzystne pod względów warunków glebowych do nawodnień ściekami są woj.wrocławskie, wałbrzyskie, legnickie i opolskie, gdzie udział użytków rolnych kl.IV-VI jest najniższy i waha się od 50 do 60% /rys.1, tab.5/.

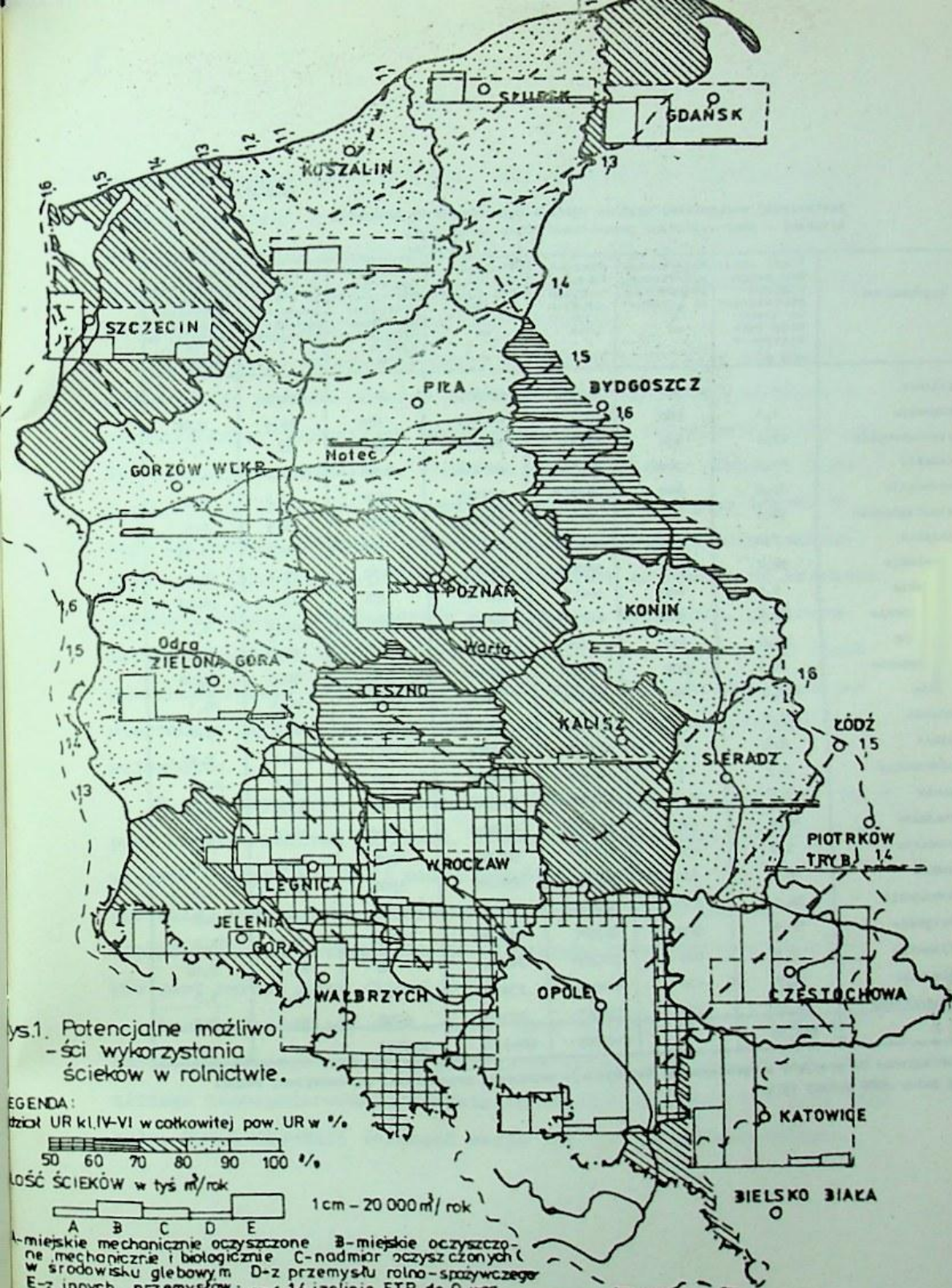
Na rysunku 1 przedstawiono izolinie wykładnika stosunku parowania terenowego ETP do sumy średnich opadów okresu wegetacyjnego Q_{weg} opracowane przez Ł.Matula i M.Dworska [4].

Analizując układ izolinii w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego należy stwierdzić, że największe potrzeby nawodnień występują w środkowym pasie dorzecza w woj.konińskim, plockim, wrocławskim, bydgoskim, poznańskim, kaliskim, leszczyńskim oraz gorzowskim i w tych województwach należy w pierwszej kolejności realizować obiekty nawadniane ściekami. Najmniejsze potrzeby nawodnień występują w południowej części dorzecza Odry oraz w północnej części dorzecza Odry i rzek Przymorza Zachodniego /rys.1/.

Ścieki z terenów górskich i podgórskich nie wymagających nawodnienia mogą być przerzucone na tereny niżej położone. Koncepcje doprowadzenia ścieków do środkowego i północnego obszaru Dolnego Śląska z rejonu Sudetów przedstawiono w pracy [1].

Ilość poszczególnych rodzajów ścieków potencjalnie przydatnych do nawodnień, w poszczególnych jednostkach administracyjnych przedstawiono graficznie na rys.1. Widoczne jest zróżnicowanie ilości poszczególnych rodzajów ścieków na tym obszarze.

Biorąc pod uwagę skład chemiczny ścieków, warunki glebowe, klimatyczne, ukształtowanie terenu ustalono przeciętne roczne dawki ścieków w poszczególnych województwach, wynoszące 300-600mm /tab.5/.



rys.1. Potencjalne możliwości wykorzystania ścieków w rolnictwie.

Tabela 3

Zestawienie powierzchni użytków rolnych potrzebnych do nawodnień ściekami w poszczególnych jednostkach administracyjnych

Lp.	Województwo	Ilość ścieków potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych w mln m ³	Proponowane przeciętne roczne dawki ścieków w mm	Powierzchnia użytków rolnych w ha	Powierzchnia użytków rolnych kl. IV-VI w ha	Powierzchnia użytków rolnych potrzebna do nawodnień ściekami w ha	% udział UR kl. IV-VI w stosunku do pow. UR całkowitej	% udział pow. UR potrzebnej do nawodnień ściekami w stosunku do pow. UR kl. IV-VI
1.	bielskie	-	300	192058	142471	-	74,2	-
2.	bydgoskie	1,1	600	602831	401059	178	66,5	0,04
3.	częstochowskie	47,6	450	375714	340785	10577	90,7	3,1
4.	gdańskie	41,2	300	390936	301216	13746	77,0	4,6
5.	gorzowskie	33,8	600	365947	297143	5636	81,2	1,9
6.	jeleniogórskie	30,4	300	207255	157669	10126	76,0	6,4
7.	kalińskie	7,4	600	449671	356739	1230	79,3	0,34
8.	katowickie	98,2	300	340426	234355	31412	74,2	12,3
9.	konińskie	5,5	600	386437	322147	924	83,4	0,29
10.	koszalińskie	23,5	300	412397	366234	7833	88,8	2,1
11.	legnickie	24,6	450	253957	142322	5465	56,0	3,8
12.	leszczyńskie	8,3	600	296064	197170	1385	66,6	0,70
13.	łódzkie	118,3	450	104384	90430	26280	86,6	29,1
14.	opolskie	141,8	300	342135	309482	47280	57,1	15,2
	piłskie	8,3	450	415657	359256	1843	86,4	0,51
	piotrkowskie	0,9	450	406356	369497	196	90,9	0,05
17.	płockie	0,6	600	402589	273216	96	67,9	0,04
18.	poznańskie	46,4	600	553720	412049	7728	74,4	1,9
19.	sieradzkie	5,8	450	356801	305267	1296	85,6	0,42
20.	słupskie	16,5	300	349236	294055	5500	84,2	1,9
21.	szczecińskie	58,5	450	540894	395563	12990	73,1	3,3
22.	wałbrzyjskie	59,3	300	252987	139088	19778	53,0	14,2
23.	włocławskie	0,3	600	321228	243063	55	73,7	0,02
24.	wrocławskie	52,9	450	414416	219958	11747	53,1	5,5
25.	zielonogórskie	27,9	450	359967	301028	6190	83,6	2,1
	Σ	855,00	-	9102205	6849192	229491		3,4

x/ powierzchnie UR przyjęto z opracowania: Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski wg gmin. JUNG Pulawy 1979.

Najwyższą roczną dawkę ścieków - 600 mm przyjęto dla woj. położonych w środkowej części dorzecza Odry, a najniższą - 300 mm dla woj. położonych w części południowej oraz północnej dorzecza Odry i rzek Przymorza Zachodniego. W pozostałych województwach roczną dawkę ścieków ustalono w wysokości - 450 mm.

Na podstawie ustalonych dawek oraz ilości ścieków obliczono powierzchnie użytków rolnych potrzebnych do nawodnień ściekami w poszczególnych jednostkach administracyjnych, które wahają się od 55 ha w woj. wrocławskim do 47280 ha w woj. opolskim /tab.5/. Duże powierzchnie potrzebne do nawodnień ściekami są między innymi w woj. katowickim, łódzkim, wałbrzyskim, szczecińskim, częstochowskim oraz jeleniogórskim. Niewielkie obszary do nawodnień ściekami trzeba natomiast przypisać w woj. plockim, bydgoskim, piotrkowskim i konińskim. Należy tutaj podkreślić, że w woj. których część powierzchni leży poza obrębem zlewni Odry, ilość ścieków oraz powierzchnie użytków rolnych zestawiono dla całych powierzchni tych województw.

W rozpatrywanych woj. można nawodnić ściekami od 0,023% do 29,1% pow. użytków rolnych kl. IV-VI. Procentowo największe powierzchnie użytków rolnych kl. IV-VI można nawodnić ściekami w woj. łódzkim, opolskim, wałbrzyskim i katowickim. W pozostałych woj. procent użytków rolnych potrzebnych do rolniczego zagospodarowania ścieków jest bardzo mały /tab.5/.

Reasumując należy stwierdzić, że w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego istnieją generalnie potencjalne możliwości rolniczego zagospodarowania wszystkich ścieków nadających się do tego celu. Można nawodnić ściekami około 230 tys. ha użytków rolnych.

EFEKTY WYKORZYSTANIA DO NAWODNIEN WÓD ŚCIEKOWYCH

Efekty rolniczego wykorzystania wód ściekowych składają się z efektów oczyszczania ścieków w środowisku glebowym oraz efektów rolniczych w postaci zwyczajki plonów. Efekty te można w sposób wymierny ocenić. Natomiast znacznie trudniejsze do oceny są efekty społeczne uzyskiwane w wyniku rolniczego wykorzystania ścieków.

Stosowane mechaniczne i sztuczne biologiczne oczyszczanie ścieków, nie zapewniają wystarczającego stopnia ich oczyszczania, a niski procent redukcji związków biogenych przyczynia się do wzrostu zanieczyszczenia wód powierzchniowych.

Pełne oczyszczenie ścieków, które oprócz redukcji BZT₅ obejmuje również eliminację składników pokarmowych uzyskać można w środowisku glebowym w połączeniu z rolniczym ich wykorzystaniem.

Najlepsze efekty usuwania ze ścieków związków biogenych uzyskuje się przez oczyszczanie ścieków na polach nawadnianych intensywnie użytkowanych rolniczo.

W warunkach lekkich mineralnych gleb, przy wykorzystaniu różnych ścieków w okresie wegetacji na trwałych użytkach zielonych, systemem deszczownianym przy dawkach polewowych około 50 mm uzyskano redukcję ładunku BZT₅, średnio ponad 99% /tab.6/. Natomiast przy zwiększonych dawkach polewowych do 150 mm redukcja BZT₅ wynosiła od 91,4 do 98,3%, średnio 95,7%. Przy stosowaniu dawek polewowych optymalnych dla techniki deszczowania eliminuje się w środowisku glebowym w zależności od obciążenia od 84 do 98% średnio około 91% ładunku azotu całkowitego, prawie 100% organicznego i ponad 99% amonowego. Redukcja fosforu w glebie wynosi średnio ponad 98% przy dawce 50 mm i ponad 96% przy dawce polewowej 150 mm /tab.6/.

Redukcja ładunków ścieków na polach nawadnianych wg [7]

Tabela 6

Rodzaj ścieków	Dawka ścieków w mm		Redukacja ładunku w %					N-amono- wego	P ₂ O ₅
	roczna	polewowa	BZT ₅	N-całko- witego	N-organicz- nego				
Miejskie	600	50	99,3	98,6	100		100	100	99,1
Krochmalnicze	200	50	99,7	86,3	100			98,0	98,6
	300	150	98,3	83,6				99,2	94,5
Cukrownicze + nawożenie	300	50	99,0	84,0	100			99,5	95,8
mineralne NP	450	150	91,4	83,5				99,0	95,7
Browarnicze	400	50	99,8	86,0	100			98,5	95,5
	600	150	97,6	83,6				97,7	96,5
Mleczarnie	400	50	99,3	91,1				99,4	99,8
	600	150	94,0	87,2				98,5	98,9
Drożdżownicze rozcieńczone 1:2	400	50	99,6	90,9				99,6	98,2
	600	150	95,4	83,4				99,5	95,2
Lniane	1350	40	98,7	98,6				-	99,2
Celulozowo-papiernicze	500	50	97,4	-				-	-
Srednio		50	99,2	90,6				99,9	98,1
		150	95,7	84,3				99,4	96,1

Z analizy efektów oczyszczania ścieków na polach nawadnianych wynika, że dokładność oczyszczania uzależniona jest głównie od obciążenia gleby ściekami i rodzaju ścieków. Poza tym na efekt oczyszczania ścieków w glebie wpływa rodzaj gleby oraz sposób użytkowania obiektu. Przy nawodnieniu gleb zwięźlejszych można uzyskać lepsze efekty oczyszczania niż na glebach lekkich, dzięki większej zdolności sorpcyjnej tych gleb.

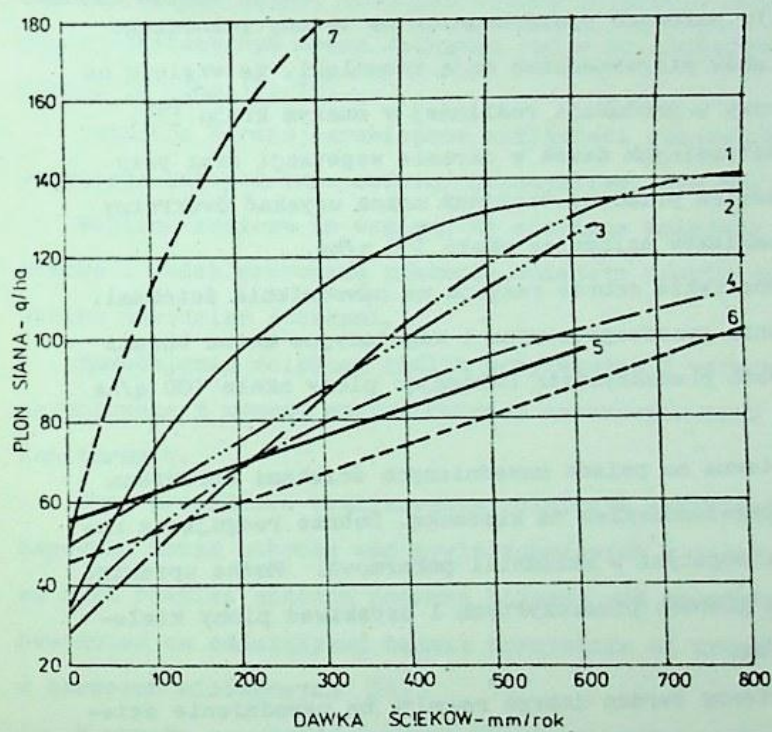
Z dotychczasowych badań wynika, że najwyższą sprawność pól nawadnianych, jako oczyszczalni ścieków, mają użytki zielone, głównie dzięki asymilacji dużych ilości składników pokarmowych wprowadzanych ze ściekami do gleby [2].

Jednym z głównych celów zakładania pól nawadnianych ściekami jest maksymalne wykorzystanie w produkcji roślinnej składników nawozowych zawartych w ściekach.

Dla uzyskania możliwie wysokich korzyści gospodarczych w pierwszej kolejności powinny być nawadniane rośliny o wysokich wymaganiach pokarmowych i wodnych. Do tej grupy zaliczane są użytki zielone, a z upraw polowych rośliny pastewne i przemysłowe.

Użytki zielone ułatwiają całoroczny odbiór ścieków, dlatego też stanowią one największy udział w areale nawadnianym ściekami. Wysokość plonu użytków zielonych nawadnianych ściekami zależy głównie od rodzaju ścieków, ich zasobności w składniki pokarmowe i wielkości dawki nawadniającej w okresie wegetacyjnym /rys.2/. Istotny wpływ na wielkość plonu ma również rodzaj gleby.

Przy stosowaniu nawodnień zimowych przyrost plonu siana na 1 m³ ścieków wynosi około 0,30 kg, a przy nawodnieniu w okresie wegetacyjnym od 0,68 do 1,84 kg siana [13].



Rys.2. Plonowanie łąk pod wpływem nawodnienia ściekami;

- 1 - miejski , 2 - przemysłu ziemniaczanego
 3 - mleczarni , 4 - roszarni , 5 - cukrowni
 6 - browarów , 7 - drożdżowni

Siano z terenów nawadnianych ściekami charakteryzuje się wysoką zawartością białka /od 17 do 20%/ oraz znaczna ilość makro- i mikroelementów, które są niezbędne dla zwierząt [11]. Zaznaczyć jednak należy, że przy stosowaniu nawodnień użytków zielonych niektórymi ściekami przemysłowymi, może wystąpić nadmiar lub niedobór niektórych makro- i mikroelementów w paszy, co należy uwzględnić w ustaleniu nawożenia oraz zestawu pasz dla zwierząt.

W grupie roślin polowych preferowanych na tereny rolniczego wykorzystania ścieków pierwszeństwo mają ziemniaki, ze względu na znaczenie ich uprawy w produkcji roślinnej w naszym kraju [7]. Przy stosowaniu optymalnych dawek w okresie wegetacji oraz przy zastosowaniu nawodnień przedwegetacyjnych można uzyskać dwukrotny wzrost plonów ziemniaków osiągając około 350 q/ha.

Buraki pastewne także dobrze reagują na nawodnienie ściekami. Stosując nawodnienie przedwegetacyjne i wegetacyjne można buraki uprawiać na glebach piaszczystych osiągając plony około 100 q/ha [7].

Kukurydza pastewna na polach nawadnianych ściekami uprawiana jest wyłącznie z przeznaczeniem na kiszonkę. Dobrze reaguje na nawodnienia ściekami bogatymi w składniki pokarmowe. Można uprawiać kukurydzę nawet na glebach piaszczystych i uzyskiwać plony zielonej masy do 600 q/ha.

Słonecznik pastewny bardzo dobrze reaguje na nawodnienie ściekami bogatymi w potas. Wysokość plonów w sprzyjających warunkach może dochodzić nawet do 550 q/ha zielonej masy [7, 10].

W mniejszym stopniu zalecane jest stosowanie ścieków pod buraki cukrowe, głównie z powodu obniżania się procentowej zawartości cukru w korzeniach. Na słabych glebach można w wyrziku nawadniania ściekami uzyskać plony 400 q/ha.

Uprawa roślin przemysłowych ma tę zaletę, że całkowicie odpada zagadnienie sanitarne związane z użytkowaniem pól nawadnianych ściekami.

Z roślin przemysłowych do najbardziej wdzięcznych na nawodnienie ściekami należą konopie, które mogą osiągać dobre jakościowo plony słomy dochodzące do 130 q/ha. Dobrze reaguje na nawodnienia również rzepak ozimy. Stosując ścieki w okresie przedwegetacyjnym jak i wegetacyjnym można osiągnąć plony na słabszych glebach w granicach 30 q/ha [7, 10].

Istnieją bardzo ograniczone możliwości stosowania nawodnień wegetacyjnych pod inne rośliny przemysłowe, jak mak i len.

Rośliny zbożowe ze względu na stawiane mniejsze wymagania nawozowe i wodne przynoszą znacznie mniejsze efekty gospodarcze w wyniku nawodnień ściekami.

Nawodnienie ściekami roślin motylkowych i warzyw jest bardzo ograniczone z powodu małych potrzeb nawozowych oraz ze względów sanitarnych.

Przy prawidłowo realizowanym rolniczym wykorzystaniu ścieków zapewnić można ochronę wód powierzchniowych w całej zlewni. Możliwa jest również znaczna poprawa bilansu wód gruntowych w rejonach nawodnień co oddziaływać będzie korzystnie na przepływy w ciekach w okresach niżówkowych [14].

W wyniku nawodnień żyznymi ściekami gleb piaszczystych możliwe jest podwyższenie o dwie, trzy klasy bonitacji najsłabszych kompleksów glebowo-rolniczych.

Kompleksowe działanie ścieków na glebę pozwala na uzyskanie około 30% większych plonów niż z nawodnienia wodą czystą z zastosowaniem równoważnego ściekom nawożenia mineralnego [6].

W celu określenia społecznych korzyści rolniczego wykorzystania ścieków należy do zysków i przyrostu plonu roślin nawadnianych dodać koszty ewentualnego sztucznego oczyszczania [15].

W N I O S K I

1. W zlewni Odry i rzek Przymorza Zachodniego jest około 400 obiektów odprowadzających 855 mln m³ ścieków miejskich i przemysłowych potencjalnie przydatnych do rolniczego wykorzystania.
2. Analiza wykazała, że na rozpatrywanym obszarze istnieją dogodne warunki glebowe i klimatyczne do rolniczego wykorzystania przydatnych do tego celu ścieków na obszarze około 230 tys. ha użytków rolnych.
3. Rolnicze wykorzystanie ścieków powinno odgrywać znaczącą rolę w obiegach gospodarczych wody rozpatrywanego obszaru.
4. Realizacja programu wykorzystania ścieków w rolnictwie powinna przyczynić się do poprawy czystości wód powierzchniowych oraz przynieść efekty wymierne w postaci przyrostu plonów roślin uprawnych.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Boćko J.: Szerokoprzestrzenne nawodnienia ściekami w służbie ochrony wód w Sudetach. Wykorzystanie i ochrona środowiska ziem południowo-zachodnich Polski, Sesja nauk. PAN, Wrocław 1974.
- [2] Boćko J.: Znaczenie rolniczego wykorzystania ścieków w ochronie środowiska. Mat. na kon.nauk-techn. Wykorzystanie w rolnictwie ścieków, osadów ściekowych i gnojowicy. Wrocław 1980.
- [3] Czyżyk W.: Oczyszczanie ścieków celulozowo-papierniczych posiarczanowych za pomocą rolniczego wykorzystania na polach nawadnianych. Praca doktorska. IMUZ Wrocław, 1972.
- [4] Drupka S.: Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. PWRiL, Warszawa 1977.
- [5] Kurchański M.: Wykorzystanie w rolnictwie ścieków roszarniczych. Praca habilitacyjna. IPWN. Poznań 1973.
- [6] Kutera J.: Możliwości efektywnego wykorzystania zwilżających i nawożących właściwości ścieków w produkcji roślinnej. Wiad.IMUZ t.4, z.1, 1963.
- [7] Kutera J.: Wykorzystanie ścieków w rolnictwie. PWRiL. Warszawa 1978.
- [8] Kutera J., Kutera M.: Źródła ścieków potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego. Maszynopis IMRiL. Wrocław 1982.
- [9] Kutera J.: Podstawy techniczno-ekonomiczne wykorzystania w rolnictwie ścieków przemysłowych. Referat na seminarium Komitetu Melioracji PAN, Maszynopis. Wrocław 1983.
- [10] Kutera J., i inni: Możliwości wykorzystania do nawodnień wód ściekowych w dorzeczu Odry i zlewniach rzek Przymorza Zachodniego. sprawozdanie z badań. Maszynopis w IMRiL, Wrocław 1983.
- [11] Majdowski F.: Ocena wartości siana i paszy pastwiskowej z terenów nawadnianych ściekami. Zesz.Probl.Post.Nauk Roln. z.114, 1971.

- [12] Majdowski F.: Oczyszczanie ścieków przemysłu spożywczego w glebie. Praca habilitacyjna. IMUZ Falenty, 1982.
- [13] Multan H.: Wpływ wysokości dawek wegetacyjnych i pozawegetacyjnych oraz częstotliwości nawodnień ściekami Łodzi na plon siana. Zesz.Nauk. SGGW. Melioracje Rolne 7, Warszawa 1967.
- [14] Paluch J.: Kształtowanie się odpływów z terenów nawadnianych ściekami. Zesz.Nauk. AR Wrocław nr 108, 1975.
- [15] Warelis F.: Próba określenia ekonomicznej efektywności wykorzystania ścieków na przykładach trzech systemów do nawodnienia łąk. Błbł.Wiad.IMUZ nr 18, 1965.

prof.dr hab.inż. Jan Kutera
dr inż. Stanisław Hus
dr inż. Ireneusz Pytel
ngr inż. Małgorzata Kutera
Instytut Melioracji
Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DO NAWODNIEŃ
WÓD ŚCIEKOWYCH W DORZECZU ODRY
I ZLEWNIACH RZEK PRZYMORZA ZACHODNIEGO

S T R E S Z C Z E N I E

W zlewni Odry i rzek Przymorza Zachodniego ustalono około 400 oczyszczalni, z których ścieki zakwalifikowano jako przydatne do nawodnień rolniczych. Z tej ilości prawie 190 obiektów odprowadza ścieki bytowo-gospodarcze z miast i większych osiedli, które są oczyszczone mechanicznie lub mechanicznie i biologicznie. Wytypowane 123 obiekty odprowadzają ścieki przemysłu rolno-spożywczego, a 83 oczyszczalnie ścieki innych przemysłów, potencjalnie przydatne do nawodnień rolniczych. W rozpatrywanym terenie jest do dyspozycji około 855 mln m³ ścieków rocznie potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych.

Dokonano szczegółowej oceny przydatności ścieków miejskich po różnym stopniu oczyszczania ścieków przemysłów rolno-spożywczych oraz ścieków z innych przemysłów bezpośrednio lub warunkowo zakwalifikowanych do wykorzystania w rolnictwie.

Dla poszczególnych rodzajów ścieków sprecyzowano warunki stosowania z uwzględnieniem obowiązujących zakazów oraz nakazów uzdatniania, stref ochronnych i okresów karencji. Omówiono równocześnie technologie rolniczego wykorzystania poszczególnych rodzajów ście-

ków uwzględniające sposoby całorocznego i sezonowego nawodnienia.

Wyboru terenu do nawodnień ściekami dokonano na podstawie analizy warunków glebowych /w szczególności kompleksów ich użytkowości/ oraz analizy potrzeb nawodnień ze szczególnym uwzględnieniem ustalonych obszarów pierwszeństwa deszczowania.

Zgeneralizowaną analizą potrzeb i możliwości nawodnień ściekami została przedstawiona w ujęciu administracyjnym w tabelach i na mapce. Przedstawione wyniki wskazują, że na rozpatrywanym obszarze nie powinno być większych przeszkód z wykorzystaniem do nawodnień, przydatnych do tego celu 855 - mln m³ ścieków na powierzchni około 230 tys.ha.

W zakończeniu pracy omówiono spodziewane efekty wykorzystania do nawodnień wód ściekowych.

prof.dr hab.inż. Jan Kutera
dr inż. Stanisław Hus
dr inż. Ireneusz Pytel
mgr inż. Małgorzata Kutera
Instytut Melioracji
Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

Spis tabel do pracy pt.: "Możliwości wykorzystania
do nawodnień wód ściekowych w dorzeczu Odry i zlew-
niach rzek Przymorza Zachodniego"

- Tabela 1. Ilość ścieków w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych.
- Tabela 2. Ilość ścieków miejskich i przemysłowych odprowadzanych do wód powierzchniowych oraz potencjalnie przydatnych do nawodnień rolniczych w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego.
- Tabela 3. Przeciętny skład nawozowy ścieków miejskich, przemysłu rolno-spożywczego i niektórych przemysłowych.
- Tabela 4. Wskazane zakresy oczyszczania /uzdatniania/ wód ściekowych przeznaczonych do nawodnień rolniczych.
- Tabela 5. Zestawienie powierzchni użytków rolnych potrzebnych do nawodnień ściekami w poszczególnych jednostkach administracyjnych.
- Tabela 6. Redukcja ładunków ścieków na polach nawadnianych wg [7].

prof.dr hab.inż. Jan Kutera
dr inż. Stanisław Hus
dr inż. Ireneusz Pytel
mgr inż. Małgorzata Kutera
Instytut Melioracji
Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

Spis rysunków do pracy pt.: "Możliwości wykorzystania
do nawodnień wód ściekowych w dorzeczu Odry i zlewniach
rzek Przymorza Zachodniego"

Rysunek 1. Potencjalne możliwości wykorzystania ścieków
w rolnictwie

Rysunek 2. Flonowanie łąk pod wpływem nawadniania ściekami:

- 1 - miejskimi, 2 - przemysłu ziemniaczanego,
- 3 - mleczarni, 4 - roszarni, 5 - cukrowni,
- 6 - browarów, 7 - drożdżowni.



