

UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ
W LUBLINIE

PAŃSTWOWA INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA
W LUBLINIE

Jeziora łęczyńsko – włodawskie
Monografia przyrodnicza



Pod redakcją

Mariana Harasimiuka
Zdzisława Michalczyka
Marka Turczyńskiego

Biblioteka Monitoringu
Środowiska Lublin 1998

JEZIORA ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIE

Monografia przyrodnicza

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska w Warszawie

JEZIORA ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIE

Monografia przyrodnicza

Pod redakcją
Mariana Harasimiuka,
Zdzisława Michalczyka, Marka Turczyńskiego

Lublin 1998

Recenzent:
prof. dr TADEUSZ WILGAT

Redakcja:
IRENA PIELAK

Fotografia na I stronie okładki: Radosław Janicki – *Jezioro Moszne*
na IV stronie okładki: *Jezioro Zagłębcze*

Skład i diapozytywy:
„Bez Erraty” Joanna Dyszczyk

ISBN 83-87166-90-X
ISBN 83-227-1224-3

Pozycja dofinansowana przez:
Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska w Warszawie
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Chełmie
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Lublinie

SPIS TREŚCI

Wstęp	11
<i>(Zdzisław Michalczyk)</i>	
Położenie jezior Łęczyńsko-włodawskich	11
Przegląd literatury dotyczącej stosunków wodnych	15
Charakterystyka klimatyczna Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego ...	21
<i>(Wojciech Warakomski)</i>	
Układy baryczne	21
Masy powietrzne	22
Fronty atmosferyczne	23
Charakterystyka ważniejszych elementów meteorologicznych	24
Promieniowanie słoneczne	24
Zachmurzenie i usłonecznienie	25
Zachmurzenie	25
Usłonecznienie	25
Stosunki termiczne i opadowe	26
Temperatura powietrza	26
Opady atmosferyczne	28
Parowanie	29
Wilgotność powietrza	30
Mgła	30
Wiatr	31
Burze	32
Typy pogody	32
Ocena stanu czystości powietrza atmosferycznego	35
<i>(Tomasz Furtak)</i>	
Zanieczyszczenia pyłowe	36
Pył zawieszony	36
Opad pyłu	36

Zanieczyszczenia gazowe	37
Dwutlenek siarki	38
Dwutlenek azotu	38
Budowa geologiczna i rzeźba terenu Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego 41	
<i>(Marian Harasimiuk, Józef Wojtanowicz)</i>	
Budowa geologiczna	41
Rzeźba	45
Geneza mis jeziornych i torfowiskowych	50
Stosunki wodne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego	55
<i>(Zdzisław Michalczyk)</i>	
Wody podziemne	56
Jeziora	63
Sieć rzeczna i odpływ	66
Ocena składowych bilansu wodnego	70
Charakterystyka zlewni jezior	73
<i>(Tomasz Furtak, Wojciech Sobolewski, Marek Turczyński)</i>	
Podstawa opracowania	73
Wyznaczenie zlewni bezpośrednich	74
Metody gromadzenia i przetwarzania informacji o zlewniach	75
Powierzchnia i struktura użytkowania ziemi w zlewniach	75
Klasyfikacja zlewni jeziornych	85
Zmiany powierzchni jezior	91
<i>(Tomasz Furtak, Marek Turczyński)</i>	
Dynamika zwierciadła wód jeziornych	93
<i>(Zdzisław Michalczyk)</i>	
Termika najgłębszych jezior łęczyńsko-włodawskich	105
<i>(Marek Turczyński)</i>	
Kształtowanie się termiki jezior	105
Rozwarstwienie termiczne mas wodnych i fazy cyklu termicznego	108
Typy miktyczne jezior	109
Kryterium termiczne	109
Kryterium morfometryczne	110
Zasoby ciepłe jezior	111
Cechy fizyczno-chemiczne wód jeziornych	113
<i>(Jarosław Dawidek)</i>	
Jeziora z wodami o mineralizacji do 100 mg/l	115
Jeziora z wodami o mineralizacji od 101 do 200 mg/l	118

Jeziora z wodami o mineralizacji 201–500 mg/l	123
Jeziora z wodami o mineralizacji przekraczającej 500 mg/l	127
Hydrobiologiczne cechy jezior – stan aktualny i kierunki zmian	129
<i>(Stanisław Radwan, Ryszard Kornijów)</i>	
Właściwości abiotyczne	129
Biocenozy wodne	136
Zbiorowiska makrofitów	137
Zbiorowiska glonów	140
Zooplankton	140
Makrobezkręgowce	142
Rybostan	144
Zmiany w zagospodarowaniu zlewni jezior na przykładzie Piaseczna	145
<i>(Tomasz Furtak, Marek Turczyński)</i>	
System ochrony przyrody na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim	149
<i>(Paweł Czubla, Krzysztof Wojciechowski)</i>	
Wprowadzenie	149
Pierwsze obszary chronione	150
Wojewódzkie systemy obszarów chronionych	151
System obszarów chronionych Pojezierza	151
Poleski Park Narodowy	153
Parki krajobrazowe	154
Obszary chronionego krajobrazu	155
Rezerваты przyrody	156
Inne formy ochrony przyrody	156
Przekształcenia i zagrożenia hydrosfery	157
<i>(Zdzisław Michalczyk, Marek Turczyński)</i>	
Spis literatury	165
Załącznik. Atlas struktury użytkowania gruntów w zlewniach jeziornych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego	177

Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie, posiadające unikatowe wartości przyrodnicze oraz wyjątkowe walory krajobrazowe, stanowi bezcenne bogactwo naszego regionu. Jego atrakcyjność przyrodnicza sprzyja rozwojowi turystyki, jak również jest istotnym bodźcem wzrostu gospodarczego na tych terenach.

Abo pogodzić sferę działalności ochronnej podejmowanej na Pojezierzu z aktywnością gospodarczą (a jest to już dzisiaj możliwe), należy rozpatrywać stan aktualny jezior i ich zlewni na tle stosunków wodnych tego obszaru, jak również prowadzonej w tym terenie działalności gospodarczej. Taki właśnie cel przyświecał inicjatywnie przygotowania niniejszego opracowania. Żywimy nadzieję, że dzięki zaangażowaniu zespołów autorskich praca ta wpisze się na stałe na listę pozycji, które z jednej strony przejawiają wiele cech szczegółowych wydawnictw naukowych, z drugiej zaś dzięki swej komunikatywności i przystępności przyczyniają się do wzrostu świadomości ekologicznej i są wykorzystywane przez odpowiednie ośrodki decyzyjne w zarządzaniu zasobami naturalnymi Pojezierza.

W uznaniu za wysoką wartość przekazanych informacji składamy gorące podziękowania całemu zespołowi autorskiemu za nieoceniony wkład w opracowanie koncepcji dzieła i nadzór merytoryczny nad jego realizacją.

Marian Tarnas
Wojewódzki Inspektor
Ochrony Środowiska w Chełmie

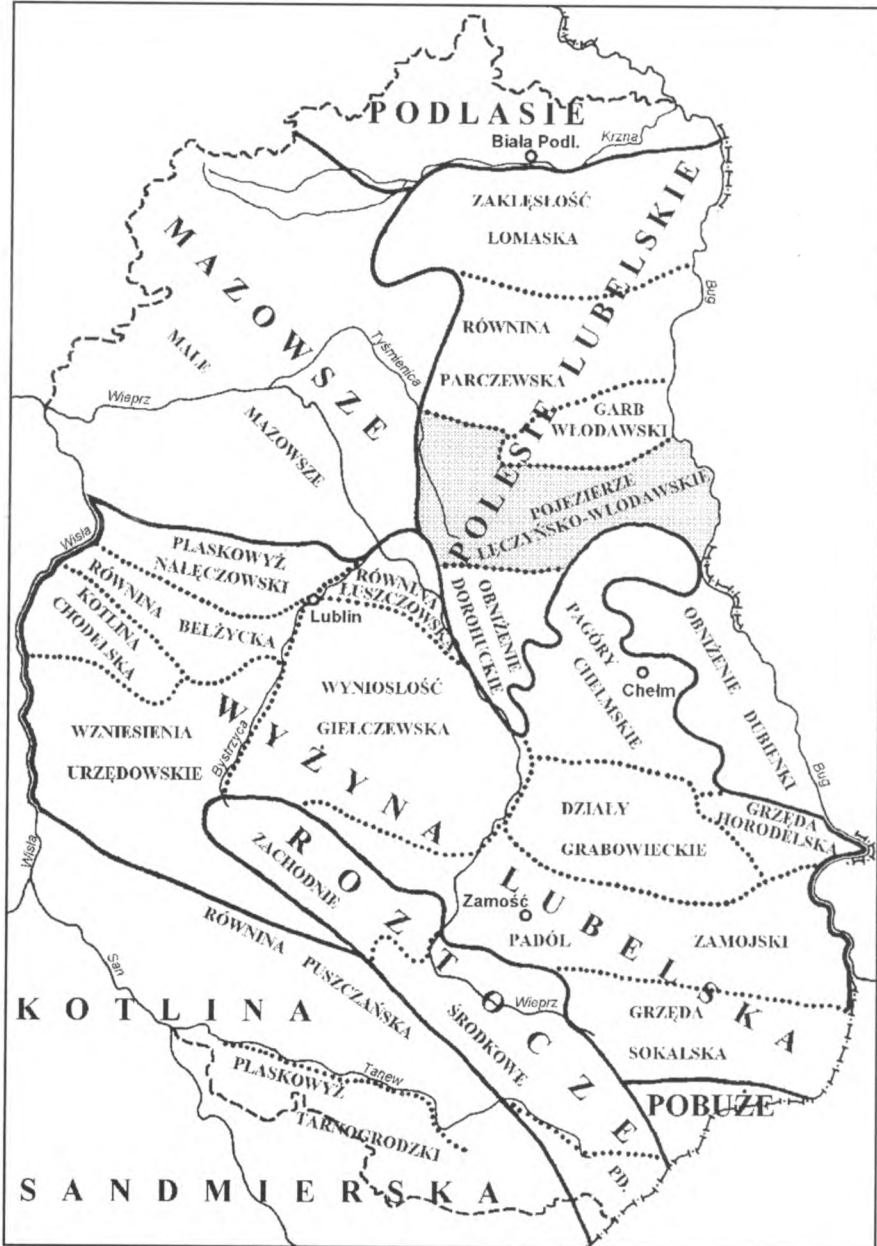
Leszek Żelazny
Wojewódzki Inspektor
Ochrony Środowiska w Lublinie

WSTĘP

Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie leży w pasie niżu europejskiego, na przedpolu pasa wyżyn. Osobliwością tej niewielkiej krainy są jeziora, będące jedynym zgrupowaniem w Polsce położonym poza zasięgiem łądolodu ostatniego zlodowacenia. Mimo wykonania licznych prac melioracyjnych, związanych z budową Kanału Wieprz-Krzna i siecią doprowadzalników oraz badań geologicznych związanych z odkryciem i uruchomieniem eksploatacji złóż węgla, obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego zachował swą atrakcyjność przyrodniczą, krajobrazową i naukową. Czynniki te w ogromnej mierze decydują również o rozwoju rekreacji i ruchu turystycznego w tym regionie i o nasilaniu się antropopresji. Stwarza to sytuacje konfliktowe w wykorzystaniu środowiska, szczególnie wyraźnie widoczne przy opracowywaniu planów zagospodarowania przestrzennego. Wysokie walory środowiska zostały formalnie potwierdzone poprzez powołanie na tym terenie Poleskiego Parku Narodowego, utworzenie parków krajobrazowych oraz wyznaczenie obszarów chronionego krajobrazu. Wydatne zwiększenie presji na środowisko było podstawą do podjęcia przez Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska w Chełmie inicjatywy opracowania aktualnego stanu jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Celem pracy jest analiza aktualnego stanu jezior oraz ich zlewni przedstawiona na tle stosunków wodnych obszaru Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego i prowadzonej tam działalności gospodarczej.

Położenie jezior łęczyńsko-włodawskich

Większość niżowych jezior Polski leży na obszarach, które w okresie ostatniego zlodowacenia pokryte były łądolodem. Poza jego zasięgiem występuje jedynie grupa 67 naturalnych zbiorników wodnych, zwanych jeziorami łęczyńsko-włodawskimi (Wilgat 1954). Zajmują one niewielki fragment niżu środkowoeuropejskiego między Wieprzem i Bugiem – w obrębie Polesia (ryc. 1), którego część położona na zachód od Bugu została nazwana w podziale fizyczno-geograficznym Kondrackie-



Ryc. 1. Położenie Pojezierza Łęczyno-Włodawskiego na tle regionów fizyczno-geograficznych międzyrzecza Wisły i Bugu (Chałubińska, Wilgat 1954)

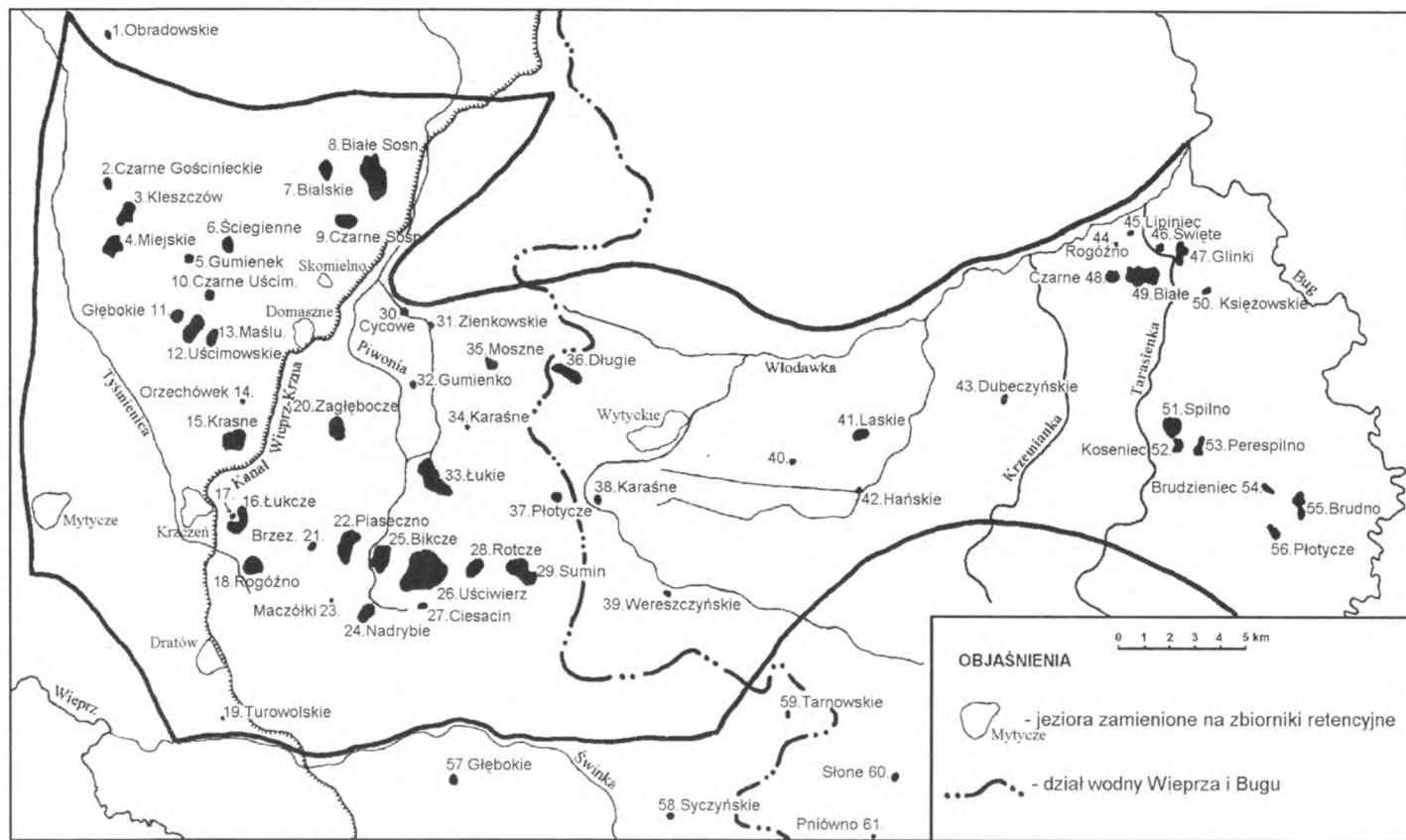
go (Kondracki 1988) Polesiem Podlaskim. Częściej używana jest nazwa Polesie Lubelskie zaproponowana przez Chałubińską i Wilgata (1954).

Polesie Lubelskie, będące częścią niżu środkowoeuropejskiego, graniczy od południa z pasem wyżyn Europy Środkowej. Jego zachodnia część przyjęta jest za granicę między Europą Wschodnią i Zachodnią. Granice te, mimo wysokiej ich rangi, na obszarze międzyrzecza Wisły i Bugu mają charakter strefowy. Utrudnia to precyzyjne wyznaczenie granic, a w konsekwencji ich przebiegi w istniejących podziałach fizjograficznych nie pokrywają się. Zróżnicowanie cech środowiska, płytkie występowanie wód podziemnych i gęsta sieć wód powierzchniowych decydują o atrakcyjności przyrodniczej, krajobrazowej i naukowej obszaru Polesia Lubelskiego, a szczególnie jego środkowej i południowej części.

Skupienie naturalnych zbiorników wodnych na stosunkowo niewielkim obszarze (ryc. 2) skłoniło – bardziej niż cechy środowiska przyrodniczego – do wydzielenia odrębnego regionu geograficznego, który najczęściej jest nazywany Pojezierzem Łączyńsko-Włodawskim. Jeziora te po raz pierwszy nazwał łączyńsko-włodawskimi Roztworowski (1882), ale jego propozycja nie przyjęła się i w przedwojennej literaturze spotyka się wiele innych określeń – jeziora lubartowskie (Sawicki 1918), lubelsko-włodawskie (Lencewicz 1921), włodawskie (Janiszewski 1952), lubartowsko-łączyńsko-włodawskie (*Katalog jezior polskich* 1952). Nazwę Roztworowskiego – choć niewygodną, bo dwuczłonową – jako najlepszą poparł Wilgat (1954) i od tej pory jest ona powszechnie stosowana. Cechy środowiska zadecydowały również o wydzieleniu w klasyfikacji hydrograficznej Lubelszczyzny odrębnego subregionu hydrogeograficznego, nazwanego Pojezierzem Łączyńsko-Włodawskim (Wilgat 1968; Michalczyk; Wilgat 1998).

Osobliwością tej części Polesia jest gęsta sieć wód powierzchniowych, bardzo płytkie występowanie wody podziemnej oraz istnienie 67 jezior, bagien i różnorodnych mokradeł, co może robić wrażenie bogactwa wodnego regionu. Te cechy nie wynikają z obfitego zasilania, ale są efektem płytkiego występowania warstw nieprzepuszczalnych utrudniających krążenie wody oraz słabego rozcięcia terenu. Warunki geologiczne i wodne zadecydowały o istnieniu na Polesiu gleb bielico-wychykształconych z piasków i glin, a w obniżeniach terenu gleb bagiennych.

Obszar Pojezierza Łączyńsko-Włodawskiego charakteryzuje się niewielkim zróżnicowaniem wysokości bezwzględnych, które wynoszą na peryferiach północnych i południowych od 180–200 m, nad Bugiem do 160 m, a na krańcu północno-zachodnim około 140 m. Jego granice nie są wyraźne, a ich przebieg nieco różni się w istniejących podziałach fizjograficznych terenu. Na wschodzie granicę obszaru Pojezierza stanowi Bug, na południu Pagóry Chełmskie, na północy Garb Włodawski, a na zachodzie dolina Tyśmienicy (ryc. 1, 2). Rozciągłość równoleżnikowa Pojezierza Łączyńsko-Włodawskiego wynosi około 60 km, a południkowa od 10 km w części środkowej do 29 km w zachodniej. Zatem subregion ten zajmuje niewielki obszar o powierzchni około 1160 km². Pod względem administracyjnym zachodnia część Pojezierza znajduje się w obrębie województwa lubelskiego, część środkowa i wschodnia leży w województwie chełmskim, a niewielki fragment północnej jego części jest w województwie białkopodlaskim.



Ryc. 2. Jeziora Pojezierza Łęczynsko-Włodawskiego

Przegląd literatury dotyczącej stosunków wodnych

Badania stosunków wodnych wybranych części lub całego obszaru Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego mają ponadstuletnią tradycję. Jeziora naszego regionu znane były już Długoszowi, który w swoim dziele *Chorographia Regni Poloniae* wymienia kilka z nich. Rozmieszczenie jezior, wprawdzie o wielkościach i kształtach znacznie różniących się od rzeczywistych, podaje *Topograficzna Karta Królestwa Polskiego* wydana w 1843 r. Pierwsze zestawienie jezior występujących w tym regionie sporządził Wolski (1861). Jego informacje o liczbie i rozmieszczeniu zbiorników są dokładne, natomiast dane dotyczące powierzchni i przede wszystkim głębokości zawiera liczne błędy. Wzmianki o poszczególnych jeziorach można znaleźć w ukazującym się w latach 1880–1904 *Słowniku Geograficznym Królestwa Polskiego*.

Pierwszym opracowaniem o charakterze naukowym był artykuł Roztworowskiego z 1882 r., w którym autor przedstawił krótką charakterystykę obszaru występowania jezior oraz wyniki pomiarów niwelacyjnych 9 zbiorników wraz ze szczegółowymi wynikami pomiarów jeziora Łukie (Roztworowski 1882). Ogólna charakterystyka jezior tego Pojezierza oraz wyniki pomiarów jeziora Uściwierz znajdują się w pracy Sawickiego (1918). Autor ten uważa jeziora za ginące resztki wielkiego zastoiska plejstoceniowego. Informacje o płytkości jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego sprostował Lityński (1919), który wyróżnił według maksymalnych głębokości cztery grupy jezior. Należy stwierdzić, że w pierwszych opracowaniach informacje dotyczące batymetrii jezior nie były precyzyjne.

Charakterystykę biologiczną 10 jezior, a także wyniki sondowania 9 jezior przedstawili Sakowicz i Kaszewski (1928). Następne prace dotyczące pomiarów jezior zostały podjęte na przełomie lat czterdziestych i pięćdziesiątych bieżącego wieku przez pracowników Zakładu Geografii Fizycznej UMCS w Lublinie. Zebrane wówczas materiały zaprezentowane zostały w *Katalogu jezior polskich* wydanym w 1952 r. oraz były podstawą do opracowania pełnej charakterystyki jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego wykonanej przez Wilgata (1954). Jest to praca mająca podstawowe znaczenie dla badań limnologicznych Pojezierza, w której znalazła się pełna dokumentacja pomiarowa i kartograficzna, wykorzystywana w latach następnych do oceny stanu i przekształceń zachodzących w jeziorach, a także na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim.

Tematyka dotycząca pojemności wodnej jezior i ich batymetrii nie była poruszana przez wiele lat. Nie wykonano również regularnych sondowań wszystkich jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, a jedynie pojawiły się informacje o głębokości kilku jezior (Turczyński 1988). Aktualny stan wiedzy limnologicznej i hydrograficznej dotyczącej tego obszaru omówiono w opracowaniu *Jeziora łęczyńsko-włodawskie* (Wilgat i in. 1991), w którym przedstawiono warunki obiegu wody, bilans wodny, termikę wód, problemy antropopresji, a także stare plany batymetryczne jezior. Wcześniej ukazują się publikacje zawierające charakterystykę cech fizycznych, chemicznych i biologicznych wody (Radwan i in. 1971, 1973, 1974, 1977, 1987, 1990; Janiec 1984, 1987, 1988; Turczyński 1988; Misztal, Smal, Górniak 1989; Górniak, Misztal 1991, 1992, 1993; Górniak, Misztal, Magierski 1993).

Wśród opracowań dotyczących jezior tego regionu wiele prac podejmuje zagadnienia genezy i wieku jezior łączyńsko-włodawskich. Należy podkreślić, że zagadnienia nie zostały ostatecznie wyjaśnione. Sawicki (1918) uznał jeziora za resztę plejstocenijskiego zastoiska wodnego, pogląd ten podtrzymał Wołosowicz (1922). Przeciwno takiemu pochodzeniu jezior wystąpił Wilgat (1954), który wiąże pochodzenie mis jeziornych z procesami krasowymi zachodzącymi w skałach wapiennego podłoża. Według tej koncepcji, jeziora powstały na przelomie plejstocenu i holocenu, po ustąpieniu wieloletniej zmarzliny (Wilgat 1954, 1956, 1963, 1994). Za krasowym pochodzeniem jezior opowiedział się Maruszczak (1966b), który podobnie jak Lencewicz (1931) i Rühle (1935) przypisywał główną rolę w zasilaniu jezior wodom naporowym (artezyjskim). Według Maruszczaka jeziora są starsze, mogły przetrwać nawet okres dwu ostatnich zlodowaceń.

Przeciwno krasowemu pochodzeniu jezior opowiedzieli się Buraczyński i Wojtanowicz (1974, 1981). Stwierdzili, że jeziora powstały w wyniku działalności erozyjnej wód subglacialnych i wytapiania brył martwego lodu. Proces powstania jezior wiąże generalnie ze zlodowaceniem środkowopolskim, jednocześnie podkreślają, że część jezior przetrwała okres ostatniego zlodowacenia. W kolejnym opracowaniu autorzy określili genezę jezior jako wytopiskowo-termokrasową, a wiek zbiorników określili na schyłek ostatniego zlodowacenia (Buraczyński, Wojtanowicz 1983; Bałaga, Buraczyński, Wojtanowicz 1983).

Badania przeprowadzone w grupie jezior sosnowickich (Więckowski, Wojciechowski 1971) dowodzą, że misy jeziorne, prawdopodobnie krasowego pochodzenia, zaczęły się tworzyć pod koniec plejstocenu, a proces ich pogłębiania nasilił się około 11 000 lat temu. Na podobny wiek jezior wskazuje opracowanie Bałagi (1982), która na podstawie badań palinologicznych osadów jeziora Łukcze stwierdziła, że przed 12 300 laty występowały w tym rejonie bagna z małymi zbiornikami wodnymi. Około 11 000 lat temu zbiorniki te uległy pogłębieniu.

Najwięcej opracowań podejmuje zagadnienia warunków występowania wody, najczęściej w obrębie poszczególnych zlewni lub części pojezierza. Szczegółowe informacje dotyczące stosunków wodnych Pojezierza Łączyńsko-Włodawskiego zestawione są w opracowaniach Wilgata (1957, 1963), wykonanych na podstawie wyników kartowania hydrograficznego oraz badań limnologicznych i fizyczno-geograficznych. Jeszcze przed wybudowaniem Kanału Wieprz-Krzna wykonane zostało w lipcu 1955 r. szczegółowe kartowanie hydrograficzne całej strefy. Wspomniane opracowania Wilgata (1957, 1963) zawierają bezcenne materiały dokumentujące położenie zwierciadła i warunki obiegu wody przed okresem silnej antropopresji, wskazujące na unikatowy charakter Pojezierza Łączyńsko-Włodawskiego oraz na konieczność jego ochrony. W kolejnych kilkunastu latach zdjęcie hydrograficzne wykonywane było w poszczególnych zlewniach w ramach prac magisterskich: Tarasinki (Nowacka 1966), Piwonii spod Załucza (Zacharewicz 1968), górnej Tyśmienicy (Nowak 1968; Brześcińska 1977), Piwonii Południowej wraz z Bobrówką (Pieńkowska 1976), środkowej Włodawki (Pałka 1976), obszaru Krowiego Bagna (Kotłowska 1976; Skwirowska 1992), Piwonii Wschodniej spod Uściwierza (Jaszczuk 1976), zlewni jezior sosnowickich (Żórawska 1976).

Zdjęcie hydrograficzne całego obszaru Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego i sąsiednich krain wykonane zostało we wrześniu 1977 r. Na jego bazie publikowane są syntetyczne opracowania dotyczące występowania wód podziemnych w województwie chełmskim (Michalczyk, Paszczyk 1981) oraz monograficzne opracowanie płytkich wód podziemnych w obszarze związanym z centralnym rejonem Lubelskiego Zagłębia Węglowego (Wilgat i in. 1984). Przedstawiono w nim warunki występowania wód podziemnych oraz na dwóch mapach głębokość występowania i wysokość położenia zwierciadła wody (opracowanych w wyjściowej podziale 1: 25 000). Kolejne szczegółowe zdjęcie hydrograficzne obszaru projektowanego Poleskiego Parku Narodowego wykonane zostało w 1986 r. Wyniki badań wraz z ustosunkowaniem się autorów do problemu zmian stosunków wodnych przedstawiono w dokumentacji do utworzenia Parku (Wilgat i in. 1986). Na podstawie badań terenowych i materiałów zbieranych przez pracowników Poleskiego Parku Narodowego wykonanych zostało kilka opracowań dotyczących tego Parku (Michalczyk, Bartoszewski i in. 1993, 1995; Bartoszewski, Michalczyk 1996). Niemal w tym samym czasie zespół pracowników Zakładu Hydrografii UMCS opracował charakterystykę stosunków wodnych Parku Krajobrazowego Pojezierze Łęczyńskie (Michalczyk, Dawidek i in. 1993). W ostatnich opracowaniach szczególną uwagę zwracano na silne powiązanie wód podziemnych z powierzchniowymi, na zachodzące przekształcenia stosunków wodnych oraz dynamikę wód podziemnych i powierzchniowych. Przedstawione zostały składowe bilansu wodnego, wśród których istotną rolę dla istnienia stałych mokradel i bagien odgrywa dopływ wody naporowej z głębszych warstw wodonośnych. Związki hydrauliczne zachodzące między płytkimi i głębokimi wodami tego obszaru przedstawione zostały w pracy Michalczyka i Zarębskiego (1995).

Informacje o amplitudzie wahań zwierciadła wody podziemnej i jej klimatycznych uwarunkowaniach przedstawiono w pracach Wilgata i in. (1984, 1991, 1997) oraz Michalczyka (1992, 1993), Michalczyka, Bartoszewskiego i in. (1993), Michalczyka i in. (1995), Bartoszewskiego, Michalczyka (1996). Natomiast dane dotyczące wahań zwierciadła wody w wybranych jeziorach zamieszczone zostały w opracowaniach: Michalczyka (1994), Michalczyka i in. (1996), Michalczyka i Wilgata (1998). Wykonane badania i obserwacje terenowe wskazują na korzystny wpływ piętrzenia wód powierzchniowych na środowisko i zasoby wód podziemnych. Zwracają także uwagę na konieczność podjęcia działań zmierzających do wypłyceń rowów odwadniających oraz na rolę procesów eutrofizacji w przyśpieszeniu zaniku jezior. Paszczyk i Turczyński w 1996 r. podjęli próbę analizy roli obszarów hydrogenicznych (stałe podmokłych) w procesie obiegu wody i bilansie wodnym Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego.

W ostatnich latach zorganizowanych zostało szereg konferencji, na których prezentowane były efekty przekształceń środowiska, a ich efektem były materiały publikowane: *Ekosystemy wodne i torfowiskowe w obszarach chronionych* (1993), *Środowisko przyrodnicze w strefie oddziaływania Kanału Wieprz-Krzna* (1994), *Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim* (1996). Stan wybranych elementów środowiska Pojezierza omawiany był w czasie wycieczki

Ogólnopolskiego Zjazdu Towarzystwa Geograficznego (Bartoszewski 1994; Janiec 1994a i b; Michalczyk 1994; Turczyński 1994; Wilgat 1994). Ocena wpływu Kanału Wieprz–Krzna na środowisko przedstawiona jest w materiałach konferencyjnych *Potrzeby modernizacji Kanału Wieprz–Krzna w świetle jego 25-letniej eksploatacji* (1986) oraz *Wpływ systemu Kanału Wieprz–Krzna na rolnictwo i środowisko przyrodnicze* (1996) i w opracowaniu *Środowisko przyrodnicze w strefie oddziaływania Kanału Wieprz–Krzna* (1994). Na zagrożenia stosunków wodnych Polesia Lubelskiego wynikających z oddziaływania gospodarki na środowisko zwraca uwagę Michalczyk (1993, 1996), a w rejonie Lubelskiego Zagłębia Węglowego: Wilgat (1980), Wilgat i in. (1987), Janiec i in. (1988). Ostatnie podsumowanie wyników badań środowiska prowadzonych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim zawarte jest w zespolonym opracowaniu *Hydrological Consequences of Human Action in the Łęczna-Włodawa Lake Region* (Wilgat i in. 1997). Niemal równocześnie ukazuje się opracowanie dotyczące zmian stosunków wodnych w obszarze oddziaływania Kanału Wieprz–Krzna (Wilgat, Michalczyk 1996).

Z opracowań wykonanych w Zakładzie Hydrografii UMCS wynika, że mimo zróżnicowania litologicznego warstw wodonośnych i zmiennej miąższości strefy aeracji, wahania zwierciadła wody odbywają się synchronicznie. Wskazuje to na więź hydrauliczną warstw wodonośnych oraz na dominującą rolę zasilania atmosferycznego w kształtowaniu zasobów wody. Działalność gospodarcza bardzo skomplikowała stosunki wodne. Jednoznacznie stwierdza się zmniejszenie zasięgu obszarów stale lub okresowo podmokłych spowodowane obniżeniem zwierciadła wód podziemnych. Wielkości tych zmian nie można jednoznacznie udokumentować, głównie z uwagi na duże okresowe zmiany zasilania atmosferycznego zacierające jednokierunkowe przekształcenia stosunków wodnych. Mimo to nie można twierdzić, jak podaje Różycka i inni (1983), że na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim nastąpiło powszechne obniżenie zwierciadła wody podziemnej osiągające wartość 1–3 m. Z materiałów zgromadzonych w Zakładzie Hydrografii wynika, że trwałe obniżenie zwierciadła wody można szacować najwyżej na kilka decymetrów. Większe zmiany nastąpiły tylko w pobliżu głębokich rowów odwadniających i głęboko wciętych koryt rzecznych. Należy zaznaczyć, że to głębokie linijne rozcięcie terenu jest dla obszaru Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego zdecydowanie zbyt wysokie. W konsekwencji następuje strefowe obniżenie zwierciadła wody, które prowadzi do nieodwracalnych przekształceń środowiska.

Od wielu lat ukazują się opracowania podkreślające unikatowy charakter przyrody i krajobrazu Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, wskazujące na potencjalne ich zagrożenia oraz na konieczność ochrony walorów przyrodniczych (Wilgat 1963). Szczególne zagrożenia dla przyrody niesie budowa i eksploatacja kopalń węgla (Wilgat, Fijałkowski 1975; Wilgat 1975, 1980; Łoś 1983; Michalczyk 1984, 1985; Wilgat i in. 1987; Janiec i in. 1988; Chmielewski i in. 1995; Łoś 1995; Radwan i inni 1995). W wielu wspomnianych publikacjach podejmowany jest również temat oddziaływania wód Kanału Wieprz–Krzna na środowisko Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Problem przekształceń środowiska przyrodniczego oraz wskazania do zagospodarowania przestrzennego przedstawia zespolone opraco-

wanie wykonane pod kierunkiem Radwana (1992). Autorzy postulują bezwzględne wyłączenie terenu Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego z dopływu żyznych i zanieczyszczonych wód doprowadzanych Kanałem Wieprz-Krzna. Ocenę negatywnego wpływu żyznych wód Wyżyny Lubelskiej na stosunki wodne Pojezierza przedstawił Janiec (1992). Zmiany wybranych parametrów fizykochemicznych wód jeziornych w okresie 1966–1985 były przedmiotem analizy Radwana i Stępnia (1995). Stan badań dotyczących funkcjonowania ekosystemów wodnych i torfowiskowych przedstawiony został w materiałach konferencyjnych opracowanych pod redakcją Radwana, Karbowskiego i Sołtysa (1993). Zawarte w tej publikacji materiały wskazują na osuszanie terenu i obniżenie zwierciadła wody – zestawione na podstawie analizy materiałów kartograficznych – oraz na zmniejszenie retencji wodnej i przyspieszenie eutrofizacji wód rzecznych i jeziornych (Chmielewski i Radwan 1993, 1996). Według opracowania Guza i Kuszyka (1991) mokradła zajmują na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim 32,1% powierzchni regionu. Problem ochrony cennych ekosystemów wodnych Poleskiego Parku Narodowego, ich ewolucji zagrożeń był przedmiotem zespołowego opracowania pod redakcją Radwana (1995).

Ważną grupę publikacji, opartą na terenowych badaniach monitoringowych, są raporty o stanie środowiska województwa chełmskiego i lubelskiego (*Ochrona i stan środowiska...* 1994, 1995; *Stan czystości jezior...* 1994; *Ocena...* 1997; *Raport...* 1995, 1996; *Pięciolecie działalności...* 1997), opracowywane przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska oraz Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska w Chełmie i w Lublinie. Dokumentują one jakość wód jeziornych opracowaną według instrukcji zawartej w *Wytycznych monitoringu podstawowego jezior*. Z kilkuletnich badań prowadzonych w jeziorach jednoznacznie wynika, że ekosystemy wodne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są szczególnie wrażliwe na gospodarcze oddziaływanie człowieka na środowisko.

Osobna grupa opracowań dotyczy problemu renaturalizacji środowiska przyrodniczego. Założenia do tego programu opracowane zostały w r. 1990 przez Harasimiuka, Michalczyka, Wojciechowskiego, Chmielewskiego (1990), a zakres prac został rozwinięty i zmodyfikowany w 1992 r. (Chmielewski, Harasimiuk, Michalczyk, Pawłowski, Radwan 1992). Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych była przedmiotem zbiorowego opracowania pod redakcją Chmielewskiego, Harasimiuk i Radwana (1996). Geologiczne i geomorfologiczne uwarunkowania krążenia wód w rejonie prac renaturalizacyjnych przedstawił Harasimiuk (1996). W efekcie tych prac podjęte zostały konkretne działania zmniejszające tempo odpływu wody z terenu Pojezierza oraz restytucji ginących gatunków roślin, niegdyś charakterystycznych dla obszaru Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego.

CHARAKTERYSTYKA KLIMATYCZNA POJEZIERZA ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIEGO

O stosunkach klimatycznych danego obszaru decyduje czynnik stały (tj. położenie geograficzne i cechy fizjograficzne) oraz zmienne czynniki meteorologiczne, przede wszystkim wielkoskalowa cyrkulacja atmosferyczna, przejawiająca się w napływie różnych układów barycznych, mas powietrznych o określonych właściwościach fizycznych i frontów atmosferycznych rozdzielających te masy. W poszczególnych sezonach i latach te zmienne czynniki wywierają zasadniczy wpływ na charakter i przebieg pogody. Pojezierze jest obszarem tak małym, że liczbowe dane opisujące ich występowanie nad północną Lubelszczyzną odnoszą się także do tego obszaru. Oprócz wspomnianych czynników determinujących klimat w dużej skali przestrzennej i czasowej ważną rolę spełniają także poszczególne elementy meteorologiczne.

Układy baryczne

W ciągu roku niewielką przewagę mają układy wyżowe. Maksimum ich występowania przypada na sierpień, a minimum na listopad. Niże – odwrotnie, pojawiają się najczęściej w listopadzie, a najrzadziej w sierpniu, następnie w październiku. Układy trudne do jednoznacznego określenia, w tym siodła baryczne, przeważają w maju i w ogóle w okresie od późnej wiosny do wczesnej jesieni, z największym nasileniem w lecie. Pole ciśnienia jest wtedy często „rozmyte” i cechuje się słabym gradientem poziomym. Układy te najrzadziej pojawiają się w lutym.

Charakter pogody zależy w dużym stopniu od kierunku napływu danego rodzaju układu barycznego i od jego fragmentu, który znajdzie się nad interesującym nas obszarem. W ogromnej większości przypadków nad Pojezierzem przeważają peryferyjne części układów wysokiego i niskiego ciśnienia (tab. 1).

Tab. 1. Średnia częstość występowania układów barycznych nad północną Lubelszczyzną (w % dni miesiąca i roku) w okresie 1960–1979

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Układy niskiego ciśnienia: zatoki, niż, bruzdy	49	50	49	54	45	45	42	40	45	42	58	54	48
Układy wysokiego ciśnienia: kliny, wyż, wały	50	50	50	44	51	53	56	59	54	57	42	45	51
Siodła baryczne i układy nieokreślone	1	0	1	2	4	2	2	1	1	1	0	1	1
Suma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Masy powietrzne

Ogólnie biorąc w ciągu roku przeważają masy powietrza polarnego morskiego (PPm) znad Oceanu Atlantyckiego, pojawiające się łącznie w około 59% dni w roku. Są to najczęściej masy przetransformowane w tzw. „stare” – PPms. Maksimum ich częstości, z wyjątkiem mas powietrza polarno-morskiego ciepłego (PPmc), przypada na miesiące letnie (tab. 2). Napływ tych mas, ze względu na ich własności fizyczne, przynosi wtedy zwykle ochłodzenie, wzrost zachmurzenia i dość obfite opady. W pozostałych porach roku napływa względnie często powietrze PPmc powodujące zamglenia i słabe opady, a w zimie odwilże.

Tab. 2. Średnia częstość mas powietrznych (w procentach dni miesiąca i roku) (według: Gluzy, Siwka 1994 i obliczeń własnych)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
PPms	24	25	24	25	26	34	41	43	25	23	23	32	31
PPmc	12	14	13	17	15	10	10	11	22	26	22	18	16
PPm	7	8	10	9	12	22	23	21	19	9	15	13	14
PPk	40	36	36	18	21	17	17	13	11	17	13	18	21
Pas	8	11	9	21	15	11	6	4	14	13	16	10	10
PA	9	6	7	8	5	2	1	2	5	6	10	8	5
PZ	—	—	1	2	6	4	2	6	4	6	1	1	3
Suma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Powietrze polarne kontynentalne (PPk) cechuje się znacznie mniejszą częstością, około 21% dni w roku. Pojawia się najczęściej w styczniu, lutym i marcu. W zimie jest to powietrze chłodne, zwykle w układzie wyżowym (antycyklonalnym). Przynosi pogodę o małym zachmurzeniu, utrzymującą się zwykle przez kilka dni, co sprzyja wypromieniowywaniu znacznych ilości ciepła i dużemu spadkowi temperatury w nocy. W lecie powietrze kontynentalne napływa jako ciepłe o małej wilgotności względnej. Może powodować niekorzystne dla rolnictwa posuchy,

dość często ma jednak dużą wilgotność bezwzględną (i właściwą), co niekiedy jest przyczyną występowania lokalnych, intensywnych ulew.

Częstość napływu powietrza arktycznego (PA), w tym najczęściej arktycznego starego (PAs), wynosi w sumie około 18% dni w roku. Przez cały rok ma ono cechy powietrza chłodnego. Maksimum jego częstości przypada na kwiecień, maj i listopad. W maju, zwykle w drugiej dekadzie, często powoduje szkodliwe dla roślin przymrozki (tzw. „zimni ogrodnicy” i „zimnia Zośka”).

Najrzadziej nad Pojezierze (i nad Polskę) napływa powietrze zwrotnikowe (PZ). Oddziałuje tylko przez około 2% dni w roku. W cieplej porze roku przynosi pogodę parną, często z burzami i ulewami; w chłodnej – wywołuje gwałtowny wzrost temperatury, odwilże, mgły i mżawkę. W październiku z jego pojawieniem się związane są krótkie okresy przyjemnej, ciepłej pogody i tzw. „babiego lata”.

Fronty atmosferyczne

Największa częstość wszystkich rodzajów frontów ogółem przypada na grudzień, listopad i kwiecień, a najmniejsza na sierpień i pozostałe miesiące letnie. Przeważają fronty chłodne, maksimum ich występowania notuje się we wrześniu i w październiku, zaś minimum w lutym i w marcu (tab. 3).

Tab. 3. Średnia częstość frontów atmosferycznych (w %% dni miesiąca i roku) (według: Czerniawskij, Kaszewski, Mucha 1997)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Chłodny	16	17	18	20	21	19	19	19	23	21	20	20	19
Ciepły	11	12	11	11	9	7	8	7	10	11	12	14	10
Zokludowany	9	8	6	7	5	5	5	4	4	3	5	9	6
Stacjonarny	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	2	1	1
Suma	37	38	36	39	36	33	33	31	37	36	39	44	36

Fronty ciepłe pojawiają się najczęściej w grudniu, listopadzie i w lutym, a najrzadziej – późną wiosną i latem. Fronty zokludowane stanowią kilka procent dni w roku, stacjonarne występują sporadycznie. Średnio fronty przemieszczają się co 3 dni. Przejście frontu, stanowiącego strefę o znacznych różnicach gradientu wartości elementów meteorologicznych, powoduje szybkie zmiany pogody na ogół źle odczuwane przez ludzi starszych i chorych. Zdarzają się też dość długie, kilkuna-stodniowe, okresy bezfrontowe, o dosyć ustabilizowanej pogodzie; najdłuższe – bardzo rzadkie – trwają około 20 dni.

Charakterystyka ważniejszych elementów meteorologicznych

Promieniowanie słoneczne

Czas i intensywność oddziaływania promieniowania słonecznego uwarunkowane są głównie położeniem geograficznym danego obszaru i zachmurzeniem; trzeci istotny czynnik, ukształtowanie pionowe, na obszarze Pojezierza nie odgrywa znaczącej roli z powodu słabego zróżnicowania hipsometrycznego tego obszaru. Ze względu na szerokość geograficzną Pojezierza (średnio 51,5 N) długość dnia zmienia się w ciągu roku od około 16 godzin 30 minut (na początku III dekady czerwca) do około 7 godzin 50 minut (na początku III dekady grudnia). To określa granice potencjalnego czasu dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego (przy braku zachmurzenia). Paszczyk i Turczyński (1994) wykonali serię map komputerowych potencjalnego napromieniowania powierzchni horyzontalnej na tym obszarze, przy założeniu braku atmosfery.

Wobec braku danych pomiarowych, całkowite promieniowanie słoneczne (tj. sumę promieniowania bezpośredniego i rozproszonego) oszacowano na podstawie wartości z Puław i Chełma (Miara, Paszyński, Grzybowski 1987; Górską, Podogrocki 1994) z uwzględnieniem dużego, południkowego gradientu zachmurzenia występującego w tym regionie (Warakomski 1963).

Tab. 4. Średnie sumy całkowitego promieniowania słonecznego (MJ/m²)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
80	125	263	378	500	572	540	496	334	170	81	41	3580

Są to wartości zbliżone do średniej krajowej. Maksimum promieniowania przypada na czerwiec i na całe lato (około 45% sumy rocznej), minimum na grudzień i zimę (około 7% sumy rocznej). Cechą rocznego przebiegu promieniowania jest bardzo wyraźny „skokowy” jego przyrost na wiosnę oraz widoczna przewaga wiosennej sumy promieniowania nad sumą jesienną.

Na okres wegetacyjny (IV–X) przypada 2990 MJ/m², tj. około 83% sumy rocznej. W okresie od marca do października bilans promieniowania (czyli różnica między promieniowaniem dochodzącym i uchodzącym) jest dodatni, w pozostałym okresie – ujemny (średnio w roku wynosi około 1580 MJ/m²).

Zachmurzenie i usłonecznienie

Zachmurzenie

Są to dwa elementy klimatyczne silnie z sobą powiązane, wpływające istotnie na walory turystyczno-wypoczynkowe danego obszaru. Średnie roczne zachmurzenie ogólne, czyli stopień pokrycia nieba przez wszystkie występujące chmury łącznie, można szacować nad Pojezierzem na około 65% (tab. 5).

Tab. 5. Średnie roczne zachmurzenie ogólne (w %) na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
76	75	65	60	62	55	58	54	55	61	80	79	65

Miesiącem o najmniejszym zachmurzeniu jest sierpień, a największym – grudzień. W przebiegu rocznym zachmurzenia (podobnie jak w całym kraju) wyróżnić można dwa okresy: ciepły (III–X) o stosunkowo małym zachmurzeniu i chłodny (XI–II) o dużym zachmurzeniu (Warakomski 1963). W podziale na cztery kalendarzowe pory roku najpogodniejsza jest lato (średnie zachmurzenie 56%), a najbardziej pochmurna zima (średnie zachmurzenie 77%).

Inną charakterystyką zachmurzenia jest liczba dni z określonym średnim zachmurzeniem dziennym: zero (dni bezchmurne); mniejszym lub równym 20% (dni pogodne); większym od 20%, a mniejszym lub równym 80% (dni chmurne); większym od 80%, a mniejszym od 100% (dni pochmurne); równym 100% (dni o całkowitym zachmurzeniu). Liczba tych dni nad Pojezierzem, szacowana na podstawie danych z Lublina, średnio w roku wynosi odpowiednio: bezchmurnych 13, pogodnych 27, chmurnych 168, pochmurnych 76, o całkowitym zachmurzeniu 81. Podane wartości pojawiania się poszczególnych dni są dość stabilne w średnim ujęciu wieloletnim, natomiast wykazują dużą zmienność z roku na rok.

Najczęściej nad Pojezierzem występują chmury średnie-kłębiaste *altocumulus* i warstwowo-kłębiaste *stratocumulus* (łączna częstość około 39% wszystkich rodzajów chmur), następnie chmury warstwowe: *altostratus*, *nimbostratus* i *stratus* (łącznie 25%), z nieco mniejszą częstością pojawiają się zwykle bardzo efektowne pierzaste chmury wysokie: *cirrus*, *cirrocumulus* i *cirrostratus*, zbudowane z kryształków lodu (21%). Najmniejszy udział mają chmury kłębiaste i deszczowo-burzowe *cumulus* i *cumulonimbus* (15%) (Warakomski 1961).

Usłonecznienie

Jest to ważna charakterystyka klimatologiczna określająca czas dopływu energii słonecznej. W tab. 6 przedstawiono przebieg roczny usłonecznienia we Włodawie i dla porównania w Lublinie.

Przebieg usłonecznienia rzeczywistego wykazuje jedno maksimum w czerwcu lub w lipcu i jedno minimum w grudniu. Warto zauważyć, że usłonecznienie rzeczywiste w lecie wynosi około 42% sumy rocznej, a w sezonie wegetacyjnym aż około 81%. Wartości usłonecznienia rzeczywistego we Włodawie przekraczają nieco średnią krajową i oznaczają, że przeciętnie jest tam 4,6 godziny dziennie ze

słońcem. Niskie wartości usłonecznienia względnego (nawet w miesiącach letnich o długich dniach) wskazują na dużą rolę zachmurzenia, ograniczającego dopływ promieniowania słonecznego.

Tab. 6. Średnie roczne usłonecznienie rzeczywiste (a) i względne (b): we Włodawie w okresie 1961–1970 (według Michny 1974) i w Lublinie w okresie 1952–1991 (według Gluzy 1997)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Włodawa a)	53	58	108	171	200	258	248	222	173	110	41	32	1675
Lublin a)	43	57	112	149	198	212	218	213	152	110	45	32	1541
Lublin b)	16	20	30	36	41	43	44	47	40	33	17	13	34

a) usłonecznienie rzeczywiste – liczba godzin ze słońcem; b) usłonecznienie względne – stosunek usłonecznienia rzeczywistego do możliwego (w %). Usłonecznienie możliwe – astronomiczna, zmienna w ciągu roku długość dnia, a więc potencjalny czas dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego przy braku zachmurzenia

Stosunki termiczne i opadowe

Na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego znajduje się tylko jedna stacja Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej we Włodawie (położona peryferyjnie, przy granicy państwa) i kilka posterunków opadowych. Najbliższe stacje to: Nowa Wieś, leżąca w odległości około 35 km na zachód od centrum Pojezierza, Chełm – w odległości około 35 km na południe, Wisznice – w odległości około 40 km na północ, Lublin (UMCS) – w odległości około 40 km w kierunku południowo-zachodnim. Obecnie, od 3 lat, działa automatyczna stacja Zakładu Meteorologii i Klimatologii UMCS w centralnej części Pojezierza w Załuczu Starym.

Z powyższych względów opis stosunków termicznych na tym obszarze oparto z konieczności na interpolacji danych pochodzących z czterech wymienionych stacji, a opis stosunków opadowych – dodatkowo na danych z następujących posterunków opadowych: Brus Stary, Garbatówka, Kodeń, Łęczna, Łomazy, Milanów, Mosty, Pieszowola, Przegaliny Wielkie, Ruda Opalin, Sławatycze, Wola Chomejowa z okresu 40-letnia 1951–1990 (Gluza, Siwek 1994; Kaszewski, Mrugała, Warakomski 1995).

Temperatura powietrza

Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie pod względem przestrzennego zróżnicowania temperatury jest, w wieloletnim uśrednionym ujęciu, obszarem bardzo monotonnym (podobnie jak cała północno-wschodnia część Lubelszczyzny). Przebieg roczny średnich wartości temperatury powietrza na obszarze Pojezierza na standardowej wysokości 2 m n.p.g. przedstawiono w tab. 7.

Tab. 7. Średnia temperatura powietrza, w °C na wysokości 2 m n.p.g., w okresie 1951–1990 na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (wartości interpolowane według: Kaszewski, Mrugała, Warakomski 1995)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
-4,1	-3,3	0,8	7,4	13,2	16,5	17,9	17,2	12,7	7,9	2,6	-1,4	7,3

a według pór roku: wiosna 7,1; lato 17,2; jesień 7,7; zima -2,9°C

O tym, że wartości te są reprezentatywne dla obszaru Pojezierza świadczą bardzo zbliżone, analogiczne dane z Włodawy, różniące się najwyżej o $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ (tab. 8).

Tab. 8. Średnia temperatura powietrza ($^{\circ}\text{C}$) we Włodawie w okresie 1951–1990

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
-4,2	-3,4	0,7	7,4	13,3	16,7	18,0	17,3	12,9	7,8	2,6	-1,5	7,3

a według pór roku: wiosna 7,1; lato 17,3; jesień 7,8; zima $-3,0^{\circ}\text{C}$

Średnio, miesiącem najzimniejszym jest styczeń, a najcieplejszym – lipiec. Jesień jest o $0,6\text{--}0,7^{\circ}\text{C}$ cieplejsza od wiosny, co bywa uważane za pewien termiczny wskaźnik docierania tu wpływów Oceanu Atlantyckiego (porównaj z częstością mas powietrza polarno-morskiego). Pomimo wspomnianej monotonii termicznej tego obszaru, zmienność temperatury z roku na rok, z miesiąca na miesiąc, a niekiedy krótkookresowa, nieregularna zmienność z dnia na dzień jest znaczna. Najbardziej zaznacza się to w okresie zimy, najslabiej w lecie. Pojezierze, podobnie jak i cała Polska (a w szczególności Polska wschodnia), jest bowiem terenem przemiennej oddziaływania wpływów oceanicznych i kontynentalnych. O zakresie zmian temperatury we Włodawie dają pojęcie następujące liczby. Średnia roczna temperatura w poszczególnych latach 40-lecia 1951–1990 osiągała wartość od $5,8^{\circ}\text{C}$ (1985 i 1987 r.) do $9,0^{\circ}\text{C}$ (1989 r.). Najniższa średnia miesięczna temperatura wyniosła $-14,1^{\circ}\text{C}$ (styczeń 1987 r.), zaś najwyższa $21,4^{\circ}\text{C}$ (lipiec 1959 r.). Największa roczna amplituda temperatury, obliczona ze średnich miesięcznych wartości, osiągnęła $34,1^{\circ}\text{C}$ (1963 r.). Najwyższa bezwzględna temperatura wyniosła $36,2^{\circ}\text{C}$ (sierpień 1952 r. i lipiec 1959 r.), natomiast najniższa $-34,2^{\circ}\text{C}$ (styczeń 1987 r.).

Ważnym okresem w roku, m.in. ze względu na hodowlano-rolniczy charakter tego obszaru, jest okres wegetacyjny. Nie jest to pojęcie jednoznaczne. Botanicy i rolnicy wyznaczają początek tego okresu na ogół na podstawie pewnych charakterystycznych zjawisk fitofenologicznych, np. zakwitania drzew i krzewów. Jego koniec trudniej ustalić ze względu na bardzo zróżnicowane u różnych roślin terminy dostrzegalnych przejawów kończenia się wegetacji, np. zmiana barwy i tracenie liści. Długość okresu wegetacyjnego zmienia się w każdym roku, niekiedy znacznie.

W opracowaniach geograficzno-klimatologicznych, w dążeniu do bardziej obiektywnych, porównywalnych kryteriów, przyjmuje się na ogół (Romer 1949) jako długość okresu wegetacyjnego liczbę dni ze średnią dzienną temperaturą powietrza wyższą od 5°C . Tak rozumiany okres wegetacyjny w warunkach klimatycznych Pojezierza wynosi od około 192 do 236 dni, a więc średnio 214 dni, tj. tyle, ile liczba dni pełnych miesięcy od kwietnia do października włącznie. To wygodne, często przyjmowane uproszczenie, jest więc w warunkach klimatycznych Pojezierza, a nawet całej Lubelszczyzny, całkowicie uzasadnione (Warakowski 1994).

Średnia wieloletnia temperatura okresu wegetacyjnego we Włodawie i na Pojezierzu wynosi $13,3^{\circ}\text{C}$, a średnia temperatura pozostałego okresu chłodnego (XI–III) $-1,1^{\circ}\text{C}$. Największą amplitudą temperatury w okresie wegetacyjnym cechował się 1951 r. – wyniosła ona $15,7^{\circ}\text{C}$. Szczególnie interesujące są cechy termiczne

dwóch pierwszych i ostatniego miesiąca tego okresu, ze względu na wspomnianą dużą zmienność temperatury z roku na rok, z dnia na dzień i na możliwość występowania w tym czasie przymrozków.

Tab. 9. Średnie ekstremalne temperatury poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego we Włodawie (1951–1990)

Miesiąc	Minimum (°C)	Rok	Maksimum (°C)	Rok
IV	4,4	1955	10,3	1962
V	9,5	1980	16,2	1963
VI	14,1	1984	20,0	1964
VII	14,7	1979	21,4	1959
VIII	14,8	1987	20,5	1951
IX	10,4	1978	16,5	1967
X	4,8	1951	10,8	1966

Opady atmosferyczne

Opady atmosferyczne są elementem cechującym się bardzo dużą zmiennością przestrzenną i czasową (tab. 10).

Tab. 10. Średnie sumy opadów atmosferycznych (w mm) w okresie 1951–1990 na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (według: Kaszewski, Mrugała, Warakomski 1995)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
32	30	25	35	55	70	80	70	50	38	40	37	562

Na wiosnę przypada średnio 115 mm (tj. 20% sumy rocznej), na lato 220 mm (39%), na jesień 128 mm (23%), na zimę 99 mm (18%). W okresie wegetacyjnym spada średnio 398 mm (71% sumy rocznej), w pozostałych miesiącach okresu chłodnego 164 mm (29%). Poniżej przedstawiono analogiczne dane dla Włodawy (tab. 11).

Tab. 11. Średnie sumy opadów atmosferycznych (w mm) we Włodawie w okresie 1951–1990

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
28	27	27	35	55	67	81	61	47	38	39	37	542

Wiosną spada 117 mm (21% sumy rocznej), latem 209 mm (39%), jesienią 124 mm (23%), zimą 92 mm (17%); w okresie wegetacyjnym 384 mm (71%), w okresie chłodnym 158 mm (29%).

Miesiącem o najmniejszej sumie opadów jest marzec, zaś o największej – lipiec. Z czterech pór roku zdecydowaną przewagą sumy opadów cechuje się lato; spada ich wtedy ponaddwukrotnie więcej niż w zimie, która jest najmniej zasobną w opady porą roku.

W okresie wegetacyjnym średni przebieg opadów nawiązuje do przebiegu temperatury – w pierwszych czterech miesiącach tego okresu sumy opadów rosną, w trzech ostatnich maleją, przy czym, podobnie jak w przypadku temperatury, w październiku są trochę wyższe niż w kwietniu.

Najwyższa suma roczna opadów w 40-leciu 1951–1990 we Włodawie osiągnęła 871 mm (w 1974 r.), najniższa – 375 mm (w 1982 r.), tj. zaledwie 43% tej maksymalnej wartości i 69% wartości średniej. Najwyższą sumę miesięczną, wynoszącą 182 mm, odnotowano w lipcu 1960 r., zaś najmniejszą, zaledwie 1 mm, stwierdzono w marcu 1974 r. Znikome, kilkumilimetrowe, sumy opadów występują także niekiedy w miesiącach okresu wegetacyjnego, co grozi już wystąpieniem zjawiska suszy atmosferycznej. Jeśli trwa ona dostatecznie długo, pociąga za sobą suszę glebową, suszę fizjologiczną roślin, a nawet suszę hydrologiczną. Największa liczba dni bez opadu, określana w ciągach ponad 10-dniowych, występowała w okresie wegetacyjnym we Włodawie (a prawdopodobnie i na całym Pojezierzu) w latach: 1951, 1953, 1961, 1969 – po około 90 dni.

Maksymalne dobowe sumy opadów mogą osiągać w lipcu około 80 mm. Zdarza się to jednak rzadko.

Część opadów zimowych to opady stałe w postaci śniegu. Na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim nie spada go wiele. Jest to obszar zakwalifikowany do czwartej i piątej klasy bonitacyjnej (a więc do najsłabszych klas) warunków śniegowych (Michna i Paczos 1978). Na tym terenie pokrywa śnieżna pojawia się średnio w ostatniej pentadzie listopada, zanika w trzeciej dekadzie marca. Liczba dni z pokrywą śnieżną wynosi najmniej 35, a najwięcej 120. Średnia wysokość pokrywy śnieżnej osiąga tu zaledwie 12 cm, a maksymalna 70 cm (Paczos 1985). Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną o grubości co najmniej 1 cm wynosi tu około 75; o grubości powyżej 10 cm – 50 dni; o grubości powyżej 20 cm (uważaną za minimalną do uprawiania sportów zimowych) zaledwie około 10 dni, najczęściej w lutym (Paczos 1982). Według określonych przez Paczosa (1982) typów śnieżności zim w Polsce, na Pojezierzu, podobnie jak i większej części kraju, występuje pięć typów zim, od niezwykle małośnieźnych do umiarkowanie śnieżnych.

Charakterystyczną cechą zim w Polsce są odwilże. Pod tym względem obszar Pojezierza zaliczony został do regionu, w którym średnia liczba dni z odwilżą w okresie 3-miesięcznej zimy (XII–II) mieści się w przedziale 49–56 dni, z czego ogromną większość stanowią odwilże krótkotrwałe (Mrugała 1987/1988; 1994).

Parowanie

Intensywność parowania potencjalnego zależy od aktualnej zdolności pochłaniania wody przez atmosferę i wykazuje najsilniejszy związek z temperaturą, niedosytem wilgotności powietrza oraz wiatrem. Maksimum parowania przypada na późną wiosnę i miesiące letnie, najmniejsze wartości na okres od listopada do lutego.

Bardziej interesująca jest jednak relacja: suma opadu minus suma parowania (jest to tzw. klimatyczny bilans wodny). Wobec braku dostatecznej ilości danych pomiarowych z obszaru Pojezierza trudno ocenić jego wartość. Wiele wskazuje na to, że w poszczególnych miesiącach, a nawet okresach bywa ujemny, co oznacza niedobory wody. Szczególnie mogą się one dawać we znaki roślinom uprawnym na wiosnę i na początku lata.

Wilgotność powietrza

Spośród wielu charakterystyk, za pomocą których można opisywać wilgotność, w opracowaniach ogólnoklimatycznych najczęściej stosowana jest wilgotność względna, tj. stosunek aktualnej ilości pary wodnej do jej wartości maksymalnej w danej temperaturze, wyrażony w procentach. Wilgotność względna, w ujęciu uśrednionym, jest elementem czasowo i przestrzennie dość stabilnym (tab. 12).

Tab. 12. Średnia wilgotność względna (w %) we Włodawie i dla porównania w Lublinie (według: Michna 1972 oraz *Atlas klimatyczny Polski* 1978)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Włodawa	84	83	78	75	71	73	75	76	79	83	87	88	79
Lublin	86	85	80	74	73	73	76	78	80	82	87	88	80

Przebieg roczny wilgotności względnej jest słabo zróżnicowany. Największe wartości przypadają na miesiące zimowe, zaś najmniejsze – na letnie lub wiosenne, co wiąże się z przebiegiem (odwrotnym) temperatury, z którą wilgotność względna jest silnie skorelowana. Większe różnice średnich miesięcznych wartości stwierdza się w poszczególnych latach (dotyczy to zresztą nie tylko wilgotności względnej, lecz także wielu innych elementów meteorologicznych).

W związku z tym, oprócz obliczania średnich miesięcznych i rocznych wartości wilgotności na podstawie średnich dobowych (jak wyżej), podaje się niekiedy średnie jej wartości z godziny 13⁰⁰, czyli z terminu, w którym wilgotność względna osiąga na ogół najniższe wartości w przebiegu dobowym (tab. 13).

Tab. 13. Średnia wilgotność względna (w %) z godziny 13⁰⁰ (według: *Atlas klimatyczny Polski* 1978)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Włodawa	81	78	68	62	57	59	60	60	62	69	81	84	68
Lublin	83	79	68	59	57	58	60	60	62	67	80	84	68

Mgła

Jest to zjawisko na ogół niekorzystne, a ilościowo trudne do dokładnego określenia. Mgła na Pojezierzu nie jest zjawiskiem częstym (także w skali Polski – Piwkowski 1976). Średnia liczba przypadków jej występowania w ciągu roku wynosi około 40, z tego najwięcej przypada na jesień (około 17), następnie na zimę (około 13), najmniej na lato (około 4). Ważnym parametrem jest długotrwałość i intensywność mgieł ze względu na utrudnienia komunikacyjne, jakie stwarzają, i niekorzystne oddziaływanie na samopoczucie ludzi (szczególnie mgły silne i długotrwałe). Tego rodzaju mgły (trwające powyżej 6 godzin) występują na Pojezierzu z częstością około 33%, także przeważnie w jesieni i w zimie. Trzeba jednak zauważyć, że dla roślinności w okresach niedoborów opadów mgły stanowią zastępcze źródło zaopatrzenia w wodę, a jeśli pojawiają się w czasie wiosennych spadków temperatury grożących przymrozkami, nie dopuszczają do ich wystąpienia.

Wiatr

Wiatr jest ważnym elementem klimatycznym, a ze względu na jego ochładzające oddziaływanie na organizmy stałocieplne także bioklimatycznym. Polska leży w strefie przeważających wiatrów zachodnich. Cecha ta jest widoczna nawet w prezentowanej tu częstości kierunków wiatru dolnego (wiejącego na wysokości kilkunastu i kilkudziesięciu metrów nad powierzchnią ziemi), który jest silnie modyfikowany przez rzeźbę terenu i znajdujące się na nim przeszkody (drzewa, zabudowania itp.). W tab. 14 przedstawiono częstość kierunków wiatru uśrednioną z różnych okresów z kilku stacji.

Jak wynika z tab. 14 w ciągu roku zdecydowanie przeważają kierunki W i SW. Są one szczególnie charakterystyczne dla miesięcy od sierpnia do lutego. Na wiosnę i w lecie widoczny jest wzrost udziału kierunków N i NW.

Tab. 14. Średnia częstość kierunków wiatru (w %) na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (uśredniona ze stacji: Lublin UMCS 1951–1990; Włodawa i Wisznice 1951–1960; Nowa Wieś i Chełm 1951–1980)

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisza	Suma
I	4	5	9	12	14	23	16	9	8	100
II	6	7	13	14	11	15	16	10	8	100
III	6	8	14	14	11	14	16	10	7	100
IV	10	8	12	12	10	12	14	13	9	100
V	11	9	12	12	10	9	12	15	10	100
VI	10	7	9	10	8	11	16	17	12	100
VII	10	5	6	6	8	14	21	18	12	100
VIII	8	6	7	9	10	13	18	14	15	100
IX	5	5	7	8	11	18	21	13	12	100
X	4	5	9	11	13	19	18	10	11	100
XI	4	3	11	14	13	21	19	7	8	100
XII	5	4	9	10	14	24	18	9	7	100
Rok	7	6	10	11	10	16	18	12	10	100

Najbardziej wyrównany rozkład częstości kierunków wiatru stwierdza się w kwietniu i w ogóle na wiosnę, a najbardziej zróżnicowany w listopadzie, grudniu i styczniu (z wyraźną przewagą kierunku SW), a także w miesiącach letnich (lecz z dominacją kierunków W i NW).

Oprócz kierunku wiatru, drugim podstawowym parametrem jest jego prędkość. Na Pojezierzu najczęściej występują wiatry bardzo słabe, o prędkości 0–2 m/s (około 44% przypadków) i słabe, o prędkości 2–5 m/s (około 35%). Na wiatry o umiarkowanej prędkości (5–10 m/s) przypada około 10%, na silne i bardzo silne (powyżej 10 m/s) tylko około 1%, a na cisze około 10%. Średnia roczna prędkość wynosi około 3,5 m/s. Najsilniejsze wiatry wieją na ogół z kierunków o największej częstości, tj. z W i SW, głównie w chłodnej porze roku. Gwałtowne wichury i trąby powietrzne, powodujące szkody w drzewostanie, zabudowaniach i w sieci energetycznej, zdarzają się bardzo rzadko (raz na kilka lat).

Burze

To efektowne, lecz raczej niekorzystne zjawisko występuje zazwyczaj w ciepłej porze roku. Burze mogą pojawiać się też, choć niezmiernie rzadko w miesiącach chłodnej pory roku (tab. 15). Na Pojezierzu stosunkowo duży udział mają burze gradowe.

Tab. 15. Średnia liczba dni z burzą na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (według: Stopa 1962)

IV	V	VI	VII	VIII	IX	Rok
2	4	5	6	4	2	23

W Lublinie, dla którego wyżej wymienione opracowanie zawiera dane liczbowe, burze mogą pojawić się najwcześniej w trzeciej dekadzie marca (a średnio w drugiej dekadzie kwietnia), zaś najpóźniej w pierwszej dekadzie października (średnio w trzeciej dekadzie września). Maksymalny okres potencjalny występowania burz trwa 198 dni (a średni 159 dni). Średni czas trwania burz w Lublinie wynosi około 1 godziny.

Typy pogody

Skomplikowane stosunki klimatyczne przedstawiane zazwyczaj za pomocą opisu stałych geograficznych czynników klimatu i zmiennych czynników i elementów meteorologicznych można opisać w kategoriach klimatologii kompleksowej, określając typ pogody w poszczególnych dniach w ciągu roku, a następnie obliczając częstość wydzielonych typów (Woś 1977; Kaszewski 1992). Przedstawiono to poniżej na podstawie opracowania Wosia (1996), w którym autor uwzględnił okres 1951–1980. Wyróżnił w nim pięć głównych klas pogody: bardzo upalna, ciepła, przymrozkowa, mroźna, skrajnie mroźna, z których w większej części Polski występują zazwyczaj tylko trzy klasy, tj. pogoda ciepła, przymrozkowa i mroźna, a w ich ramach jednaście typów pogody, zdefiniowanych za pomocą określonych wartości średniej dobowej, maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza. Autor tego podziału w każdym typie pogody wyróżnił dodatkowo dwa podtypy, uwzględniając zachmurzenie i opady (tab. 16).

Najbliżej Pojezierza położoną stacją, dla której określone zostały przez Wosia (1996) typy pogody, a w rezultacie także sezony klimatyczne, jest Lublin. Przytoczono średnie daty początku i końca wyróżnionych sezonów klimatycznych oznaczonych literami (tab. 17).

Tab. 16. Klasy i typy pogody występującej zazwyczaj na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim (według: Woś 1996)

Klasa pogody	Typ pogody	Śr. dobowa temp. w °C	Temperatura w °C
Ciepła	gorąca	> 25,0	max > 0 i min > 0
	bardzo ciepła	15,1–25,0	max > 0 i min > 0
	umiarkowanie ciepła	5,1–15,0	max > 0 i min > 0
	chłodna	0,1–5,0	max > 0 i min > 0
Przymrozkowa	umiarkowanie chłodna	> 5,0	max > 0 a min ≤ 0
	bardzo chłodna	0,1–5,0	max > 0 a min ≤ 0
	umiarkowanie zimna	0,0– -5,0	max > 0 a min ≤ 0
	bardzo zimna	< -5,0	max > 0 a min ≤ 0
Mroźna	umiarkowanie mroźna	0,0– -5,0	max ≤ 0 i min ≤ 0
	dość mroźna	-5,1– -15,0	max ≤ 0 i min ≤ 0
	bardzo mroźna	< -15,0	max ≤ 0 i min ≤ 0

Dwa sezony – wczesnowiosenny D i późnowiosenny Aw są najkrótsze. Pierwszy z nich cechuje się niemal wyłącznie pogodą ciepłą (około 99%) i małym udziałem pogody przymrozkowej. Przeważa przy tym pogoda pochmurna, bez opadu.

Od ostatniej pentady kwietnia prawie do końca maja trwa późnowiosenny sezon Aw, który powróci jeszcze raz w jesieni. Przeważają w nim dni z pogodą ciepłą (z częstością około 66%), lecz znaczny udział ma też pogoda przymrozkowa (około 33%), a w niektórych latach także mroźna. Ma to związek ze zwiększonym w tym okresie napływem powietrza arktycznego. Najczęściej jest to pogoda pochmurna, bez opadu.

Tab. 17. Długość trwania sezonów klimatycznych w Lublinie (według: Woś 1996)

Sezon klimatyczny	Data początku i końca	Liczba dni w roku	Procent dni w roku
D	22 III – 25 IV	35	10
Aw	26 IV – 30 V	35	10
B	31 V – 12 IX	105	29
Aj	13 IX – 11 XI	60	16
C	12 XI – 21 III	130	35

Od ostatniego dnia maja do 12 września to drugi co do długości trwania na Pojezierzu sezon klimatyczny B. Odpowiada on mniej więcej powszechnie uznawanemu okresowi lata. Typowa w tym okresie jest pogoda ciepła (najczęściej umiarkowanie ciepła), występująca z częstością około 91% dni. Jednak z częstością około 9% pojawiają się już dni z przymrozkami, niekiedy na początku czerwca lub września. Niewykluczone jest też wystąpienie w niektórych latach pojedynczych dni z pogodą mroźną. Przeważają podtypy pogody pochmurnej, bez opadu.

W okresie od 13 września do 11 listopada powraca sezon klimatyczny A w swej jesiennej odmianie Aj. Trwa on wtedy nieco dłużej niż na wiosnę, bo około 60 dni (16%). Jego główne cechy są podobne jak w sezonie Aw. W tym okresie pojawiają

się jednak częściej dni pochmurne z opadem, chociaż na ogół przeważają dni bez opadu. Niewielki udział mają w nim dni z tzw. „babim latem” i „złotą polską jesienią”, co wiąże się z dość charakterystycznymi, lecz krótkimi, adwekcjami ciepłego powietrza zwrotnikowego.

Najdłużej w ciągu roku, bo przez 130 dni (ponad 4 miesiące), od 12 listopada do 16 marca, na Pojezierzu panuje sezon klimatyczny C. Obejmuje więc końcową część kalendarzowej jesieni i całą zimę. Interesujące, że inny autor (Parczewski 1962), na podstawie zupełnie innych kryteriów, wyznaczył początek zimy w Polsce bardzo podobnie, na 11 listopada. Jest to przykład rzadkiej zgodności wyników otrzymanych na podstawie różnych założeń i przesłanek. W tym czasie dominuje pogoda przymrozkowa (około 41%), a następnie pogoda mroźna (około 32%). Jeśli towarzyszy jej wiatr, powoduje to duże ochładzanie organizmów stałocieplnych, a więc warunki bioklimatycznie niekorzystne. Jeśli dodatkowo jest to pogoda z opadem śniegu, mogą występować zamiecie i zawieje. Stosunkowo dużą częstość osiąga w tym sezonie pogoda ciepła (około 27%). Świadczy to o znacznej niestabilności pogody w zimie. Przeważa wtedy, lecz w jeszcze większym stopniu niż w wyżej omówionych sezonach, pogoda pochmurna, cechująca się też większą częstością opadów (około 51% dni). Na Pojezierzu bardzo rzadko mogą występować dwa skrajne, wyróżnione przez Wosia (1996) typy pogody: bardzo upalna, a przy tym bardzo sucha i bez opadu, ze zmiennym zachmurzeniem w ciągu całej doby oraz pogoda skrajnie mroźna (ze średnią dobową temperaturą poniżej $-22,5^{\circ}\text{C}$) bez wiatru lub z wiatrem. Ta druga jej odmiana jest szczególnie niekorzystna pod względem bioklimatycznym.

Wszystkie omówione wyżej czynniki i elementy klimatyczne i ich wzajemne relacje składają się łącznie na odczuwanie klimatu i samopoczucie ludzi, słowem na tzw. antropoklimat. Spośród wyróżnionych przez Kozłowską-Szczęsną (1991) czterech typów antropoklimatu: silnie bodźcowego, umiarkowanie bodźcowego, łagodnie bodźcowego i słabo bodźcowego Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie należy do typu czwartego (podtyp A), a więc słabo bodźcowego o cechach oszczędzających, co zawdzięcza znacznym powierzchniom leśnym i niezurbanizowanym. Podkreśla to rekreacyjno-wypoczynkowe walory tego obszaru.

OCENA STANU CZYSTOŚCI POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO

Rozwój gospodarczy zwykle prowadzi do zwiększenia emisji różnorodnych zanieczyszczeń do środowiska. Są one ubocznymi produktami codziennej działalności człowieka i licznych procesów przemysłowych. Zanieczyszczenia te wpływają na stan czystości powietrza atmosferycznego, a następnie na inne komponenty środowiska, w tym na wody, gleby, roślinność i krajobraz. Na stan czystości powietrza atmosferycznego na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego wpływają stacjonarne i mobilne ogniska emisji położone zarówno w tym regionie, m.in. „KO-BO” Puchaczów, miasta: Włodawa, Łęczna, Ostrów Lubelski, jak i emisje dalszego zasięgu z aglomeracji lubelskiej, Chełma, Rejowca, Lubartowa oraz innych mniejszych miast położonych w jego sąsiedztwie. Na wschodnią część Pojezierza oddziałują także zanieczyszczenia z rejonu Ukrainy i Białorusi.

Pomiary emisji zanieczyszczeń prowadzone są na podstawie monitoringu krajowego oraz regionalnego. Sieć monitoringu krajowego obejmuje na obszarze pojezierza dwa punkty: Włodawa (WSSE Chełm) – pomiary manualne całodobowe zanieczyszczeń pyłowo-gazowych, od 1981 r.; Zberezę (WIOŚ Chełm) – pomiary automatyczne całodobowe zanieczyszczeń pyłowo-gazowych, od lutego 1996 r.

Sieć monitoringu regionalnego obejmuje pomiary opadu pyłu w: Sosnowicy, Wyrkach, Starym Brusie, Urszulinie, gm. Cyców (4 pkt. – WSSE Chełm), Hańsku (WIOŚ Chełm) i Łęcznej (WIOŚ Lublin). Ponadto prowadzone były pomiary dwutlenku siarki i tlenków azotu metodą pasywną na terenie gmin województwa chełmskiego oraz zanieczyszczenia pyłowo-gazowe w Ostrowie Lub. (1995 r.).

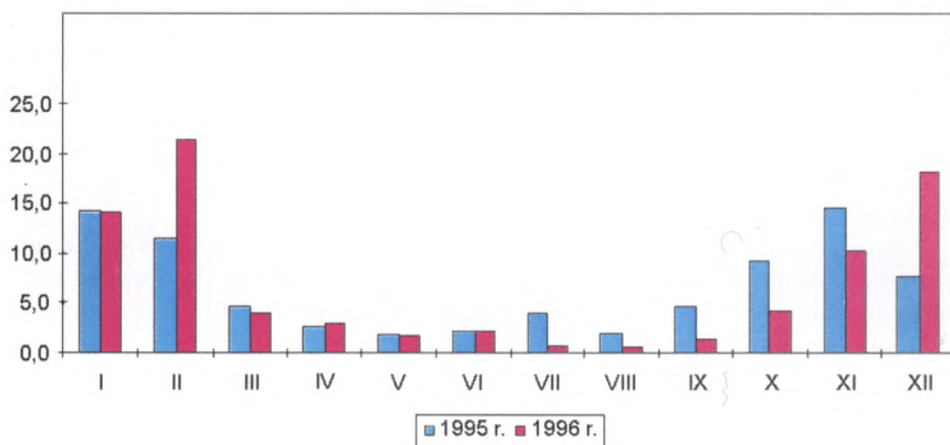
Zanieczyszczenia pyłowe

Pył zawieszony

Stężenia pyłu zawieszonego osiągają niskie wartości z wyraźną tendencją malejącą w ostatnich dwóch latach (tab. 18). Wartości średniomiesięczne są wyższe w sezonie grzewczym (często powyżej $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) niż w okresie wiosenno-letnim (ryc. 3).

Tab. 18. Wartości średniorocznych stężeń pyłu zawieszonego (według WSSE Chełm i WIOŚ Lublin) w latach 1995–1996 w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość dopuszczalna $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Miejscowość	1994	1995	1996
Włodawa	14,0	6,4	6,6
Ostrów Lubelski	—	10,4	—



Ryc. 3. Stężenia średniomiesięczne pyłu zawieszonego we Włodawie w latach 1995–1996 (mg/m^3)

Opad pyłu

Opad pyłu jest mierzony w stosunkowo dużej liczbie punktów pomiarowych, lecz przydatność wyników przy analizie jakości powietrza jest dość problematyczna, ze względu na sporadyczne określanie jego składu chemicznego. Niemożliwe jest więc ustalenie różnicy w sedimentacji pyłów pochodzenia antropogenicznego i naturalnego. Roczne wielkości opadu pyłu wynoszą od 26 do $119 \text{g}/\text{m}^2$.

Tab. 19. Wartości opadu pyłu na terenie Pojezierza Łęczyńskiego-Włodawskiego (według WSSE Chełm, WIOŚ Chełm, WIOŚ Lublin) w latach 1994–1996 w g/m²/rok (wartość dopuszczalna 200 g/m²/rok)

Miejscowość	1994	1995
Sosnowica	51	49
Wyryki	41	26
Stary Brus	38	31
Urszulin	45	40
Hańsk	18	28
Stefanów		43
Głębokie	42*	31
Wólka Cycowska		40
Świerszczów		28
Włodawa	57	42
Łączna	—	79

* wartość średnia dla czterech punktów

Uzyskane wyniki z lat 1994–1996 odzwierciedlają niski opad pyłu (poza Łęczną) w odniesieniu do wartości uzyskiwanych w innych regionach Polski oraz do wartości dopuszczalnych. Podobne wartości uzyskano w połowie lat siedemdziesiątych i na początku lat dziewięćdziesiątych (Cholewa 1994) dla obszaru LZW (Siuta /red./ 1987). Notowano także dużo mniejsze wartości, np. 57 (g/m²/rok) w Łęcznej (Michna, Paczos 1981), podobne do wielkości opadu pyłu określonego w rejonie Jeziora Białego i Glinki (Michna, Paczos, Kaszewski 1981).

W rozkładzie opadu pyłu brak jest wyraźnego zróżnicowania terytorialnego, a także dominującej tendencji. Często z roku na rok następuje stosunkowo duży wzrost albo spadek. W przebiegu rocznym opadu pyłu, jak wcześniej zauważyli Michna i Paczos (1981), można wyróżnić dwa okresy. Pierwszy, z największym zapyleniem, obejmuje okres od maja do końca sierpnia. Drugi – z najmniejszym opadem pyłu – od września do końca kwietnia. W miesiącach tych w niektórych miejscowościach opad przekraczał 10 g/m² (Cyców, Włodawa). Wskazuje to na przewagę udziału pyłów pochodzenia naturalnego w stosunku do pyłów powstających z procesów spalania w procesie sedymentacji zanieczyszczeń pochodzenia pyłowego na obszarze Pojezierza.

Zanieczyszczenia gazowe

Niewielka liczba punktów obserwacji, w których wykonywane są pomiary zanieczyszczeń gazowych metodą aspiracyjną, ogranicza możliwości szczegółowego przestrzennego ich analizowania.

Dwutlenek siarki

Przeprowadzone pomiary zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki zarówno metodą manualną, jak i pasywnego poboru prób (1996 r.) wykazują niskie stężenia tego gazu na całym obszarze Pojezierza odpowiadające 8% NDS dla Ostrowa i 23% NDS dla Włodawy.

Tab. 20. Wartości średniorocznych stężeń dwutlenku siarki (według WSSE Chełm i WIOŚ Lublin) w latach 1995–1996 w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość dopuszczalna $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Miejscowość	1994	1995	1996
Włodawa	15	7,2	7,5
Ostrów Lubelski	—	2,6	—
Zberezze	—	—	7,8

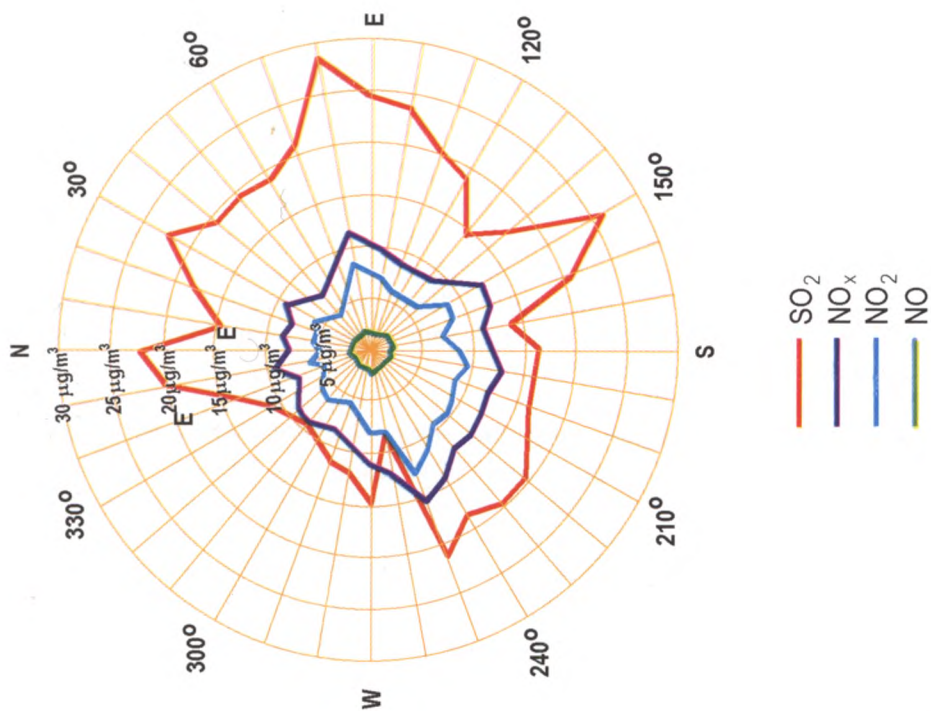
Stężenia SO_2 nie przekraczają 30% NDS dla terenów wiejskich. W przebiegu rocznym stężeń określonych metodą pasywnego poboru prób wyraźnie widać wyższe wartości w czasie sezonu grzewczego ($10\text{--}15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i niższe w okresie wegetacyjnym ($3\text{--}4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stężenia średnioroczne uzyskane metodą pasywną wykazują wartości zbliżone do $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Cyców, Wyrzyki, Stary Brus, Hańsk) prawie na całym obszarze Pojezierza, w obrębie województwa chełmskiego. Wyższe wartości uzyskano dla Włodawy ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$), zaś dużo niższe dla Sosnowicy. W niektórych miejscowościach, w miesiącach zimowych stężenia są dość wysokie (np. Wyrzyki, grudzień 1996 r. – $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Stary Brus, styczeń 1996 r. – $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$), co może być spowodowane niską emisją.

Tab. 21. Stężenia średnioroczne SO_2 oznaczone metodą pasywnego poboru prób (według WIOŚ Chełm) w 1996 r. w $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Miejscowość	Stężenie SO_2
Wólka Cycowska	—
Urszulin	11,0
Sosnowica	3,1
Włodawa	17,2
Kosyń	9,4
Kol. Wola Wereszczyńska	9,1
Hańsk	9,9
Zberezze	5,5
Stary Brus	9,7
Wyrzyki	9,9
Sobibór	8,4

Dwutlenek azotu

Stężenia dwutlenku azotu określano metodą bezpośredniego poboru prób (aspiracyjna) oraz metodą pasywną. Wartości średnioroczne nie wykazują istotnych różnic w ostatnich trzech latach i wahają się od $12,3$ do $14,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ we Włodawie. Niewiele niższe stężenia rejestrowano w Ostrowie Lub.



Ryc. 4. Stężenia i kierunki napływu zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w stacji Zbereże (według WIOŚ Chełm) w 1996 r.

Tab. 22. Wartości średniorocznych stężeń dwutlenku azotu (według WSSE Chełm i WIOŚ Lublin) w latach 1995–1996 w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość dopuszczalna $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Miejscowość	1994	1995	1996
Włodawa	13	12,3	14,8
Ostrów Lubelski	—	9,2	—
Zberezę	—	—	7,0

W rozkładzie rocznym, w przeciwieństwie do wartości dwutlenku siarki czy pyłu zawieszonego, stężenia dwutlenku azotu są mniej więcej na jednakowym poziomie. Na obszarach miejskich może to być efektem zwiększonego ruchu samochodowego w okresie wiosenno-letnim (Kozak i in. 1994), a na obszarach wiejskich zwiększonej emisji tlenków azotu z gleby. Tlenki azotu określone metodą pasywną wykazują niższe stężenia 21–30% (*Ocena stanu...*, 1994), a ich stężenia średnioroczne zawierają się w przedziale $6\text{--}9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tab. 23. Stężenia NO_2 metodą pasywnego poboru prób (według WIOŚ Chełm) w 1996 r. w $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Miejscowość	Stężenie NO_2
Wólka Cycowska	7,3
Urszulin	8,3
Sosnowica	6,8
Włodawa	9,0
Kosyń	4,1
Kol. Wola Wereszczyńska	5,1
Hańsk	6,3
Zberezę	4,2
Stary Brus	6,5
Wiryki	6,8
Sobibór	4,6

Dla tlenków azotu Kozak (1991) określił zmienność stężeń od kierunków wiatru dla zachodniej części Pojezierza. Najwięcej tlenków azotu nawiewanych jest z kierunku zachodniego (10,7 razy więcej niż z NE przyjętego jako bazowy o najmniejszej częstotliwości wiatrów) oraz południowo-zachodniego (8,2 razy). Nieco odmienny obraz uzyskujemy dla wschodniej części Pojezierza na podstawie pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza i parametrów meteorologicznych w Zberezę. Najwyższe stężenia tlenków azotu i dwutlenku siarki występują przy wiatrach z kierunku południowego i wschodniego (ryc. 4).

Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego jest niskie w porównaniu z dopuszczalnymi normami oraz poziomami stężeń zanieczyszczeń w innych regionach Polski. W rozkładzie rocznym wyraźnie zaznaczają się wyższe stężenia pyłu zawieszonego i dwutlenku siarki w okresie zimowym, równomierne stężenia dwutlenku azotu oraz wyższy opad pyłu w miesiącach letnich w stosunku do zimowych. Nad zachodnią część Pojezierza napływają zanieczyszczone masy powietrza z rejonu południowo-zachodniego. Wyższe stężenia notowane w części wschodniej są kształtowane przez powietrze napływające z sektora WSW–ENE.

BUDOWA GEOLOGICZNA I RZEŻBA TERENU POJEZIERZA ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIEGO

W ciągu ostatnich kilkunastu lat na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego Państwowy Instytut Geologiczny wykonał szczegółowe zdjęcie geologiczne w podziałce 1 : 50 000, które dostarczyło ogromnej ilości nowych danych dotyczących budowy geologicznej i rzeźby obszaru. Materiały te stały się też podstawą do nowych ujęć syntetycznych budowy geologicznej Pojezierza i do ponownego podjęcia dyskusji nad genezą mis jeziornych i torfowiskowych (Liszkowski 1979; Buraczyński 1983; Henkiel 1983; Buraczyński, Wojtanowicz 1981, 1982, 1983; Dolecki i in. 1987 i szereg innych).

Budowa geologiczna

Obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego w całości położony jest w obrębie podniesionej części prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej. Od zachodu, w obrębie Pojezierza, platforma jest odgraniczona od położonego na zachód rowu mazowiecko-lubelskiego, potężną strefą dyslokacyjną Kock-Wasyłów, ponad którą w górnym paleozoiku wykształciła się wąska, nadrozłamowa struktura antyklinalna – antyklina Kocka, gdzie na powierzchni podmezozoicznej wychodzą utwory dewonu. Na wschód od tej struktury w kierunku północno-wschodnim aż po dolinę Bugu rozciąga się właściwy obszar podniesionej części platformy wschodnioeuropejskiej. Obszar platformowy w fazie ruchów bretońskich został pocięty dyslokacjami o przebiegu w przybliżeniu prostopadłym do brzeżnej strefy dyslokacyjnej platformy – a więc o kierunku zbliżonym do NE–SW. W rezultacie uformowane zostały dość rozległe struktury blokowe o różnych kierunkach i amplitudach ruchów pionowych (Żelichowski 1972, 1984; Pożaryski 1974; Porzycki 1988). Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie w całości położone jest w obrębie Zapadliska Włodawskiego sąsiadującego od południa ze Zrębem Kumowskim, a od północy ze Zrębem Łukowskim, przechodzącym ku wschodowi (ale ze zmianą kierunku na bar-

dziej równoleżnikowy) w Zrąb Sławatycze–Ratno. Od Zrębu Kumowskiego Zapadlisko Włodawskie oddzielone jest dyslokacją Święcica–Udal o amplitudzie szacowanej na 500–700 m. W wyniku silnej denudacji, jaka miała miejsce u schyłku dewonu i w starszym karbonie, obszar platformowy został wyrównany – transgresja wizeńska wkroczyła na obszar nizinny o zaledwie kilkudziesięciometrowych deniwelacjach w skali regionu. Rozpoczął się, trwający prawie cały karbon, okres sedymentacji platformowej zachodzącej w zmiennych warunkach paleogeograficznych (płytkowodne osady morskie, przybrzeżne, lądowe – jeziorne, rzeczne i bagienne). U schyłku karbonu i w permie, w asturyjskiej fazie ruchów hercyńskich, cały obszar platformowy podlegał stosunkowo niewielkim ruchom potomnym w stosunku do strukturalnego planu bretońskiego. W rezultacie tych ruchów na wschód od strefy dyslokacyjnej Kocka uformowana została asymetryczna struktura synklinalna (Radzyń–Bogdanka) o płaskim skrzydle wschodnim, pocięta dodatkowo systemem dyslokacji o stosunkowo niewielkich amplitudach, równoległych do głównej dyslokacji brzeżnej. Ku wschodowi struktura ta przechodzi w obszar monoklinalny o nachyleniach nie przekraczających 2–4°, z wygasającymi ku wschodowi dyslokacjami. Stopień rozpoznania podrzędnych elementów tektoniki pokrywy paleozoicznej w części wschodniej (wzdłuż doliny Bugu) jest dużo słabszy (Pożaryski 1974; Żelichowski 1984). Końcowym efektem dźwigających ruchów fazy asturyjskiej był zanik intensywnych procesów sedymentacyjnych – na interesującym nas obszarze od górnego karbonu aż po środkowa jurę zapanowały warunki lądowe z przewagą procesów denudacyjnych. Rozmiary denudacji były przestrzennie zróżnicowane, najsilniej procesy te zachodziły w strefie zrębu (antykliny nadrozłamowej) Kocka (Porzycki 1988).

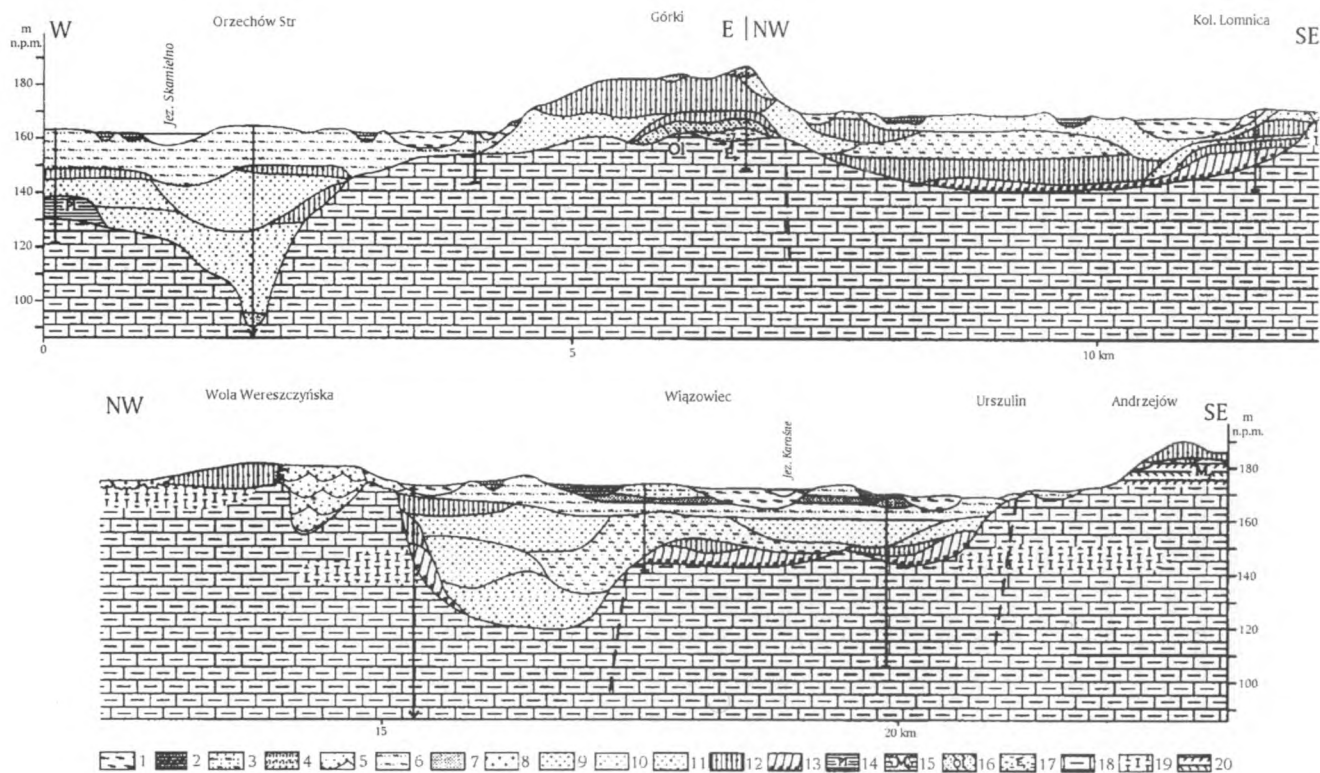
W jurze środkowej na ten obszar ponownie wkroczyło morze pozostawiając po sobie kompleks osadów węglanowych o miąższości około 100 m (Niemczycka 1976). Współcześnie kompleks silnie uszczelinionych i skrasowiałych wapieni jurajskich odgrywa bardzo istotną rolę w kształtowaniu cech głębokich wód podziemnych (Rózkowski, Rudzińska 1978). U schyłku jury rozpoczęły się ruchy młodokimeryjskie megacyklu tektonicznego alpejskiego. Spowodowały one regresję morza i umiarkowanych rozmiarów denudację w warunkach lądowych, trwającą przez całą dolną kredę (Krassowska, Niemczycka 1984). Kolejny zalew morski wkroczył na obszar platformowy w albie i trwał aż do końca kredy górnej. W tym czasie trwała sedymentacja – początkowo utworów piaszczystych (alb), piaszczysto-węglanowych (cenoman), a następnie węglanowych, ilasto-węglanowych i krzemionkowo-węglanowych. Rozmiary subsydencji wyraźnie malały ku wschodowi, z czym pozostaje w ścisłym związku zmniejszanie się miąższości poszczególnych ogniw stratygraficznych kredy górnej w tym samym kierunku. W rezultacie w zachodniej części Pojezierza miąższość utworów górnokredowych wynosi około 600–650 m, a w części wschodniej już tylko 300–400 m. Na obszarze Pojezierza zdecydowanie przeważają skały typu kredy piszącej, margli i wapieni marglistych o niskim stopniu zdiagenezowania i niewielkiej odporności na procesy denudacyjne (Łozińska-Stępień 1975; Krassowska 1981; Wyrwicka 1984).

Wraz z ruchami wypiętrzającymi obejmującymi obszar platformowy u schyłku kredy górnej rozpoczyna się przebudowa strukturalna obszaru. Dźwigające ruchy

fazy laramijskiej doprowadziły do regresji morza górnokredowego i kolejnego cyklu denudacyjnego. W związku z tymi ruchami o charakterze megaregionalnym, ale stosunkowo niewielkiej składowej pionowej daje się zauważyć regionalne zróżnicowanie przestrzenne ich efektów – wschodnie części Zrębu Kumowskiego i Zapadliska Włodawskiego dzwigane były nieco intensywniej od części zachodnich. Przejawia się to między innymi zdenudowaniem najmłodszych ogniw kredy górnej w strefie położonej wzdłuż doliny Bugu (Harasimiuk i in. w druku). Procesy denudacyjne trwały aż do eocenu górnego, kiedy to na obszar Pojezierza i północnego skłonu Wyżyny wkroczyła kolejna transgresja morska. Osady eocenu górnego i dolnego oligocenu to głównie piaski i piaski mułkowate z glaukonitem, podrzędnie ropy. Cechują się bardzo zmienną miąższością (maksymalnie do około 40 m), co wynika głównie z nierównomiernie przebiegających, późniejszych procesów erozyjnych. Płaty utworów eoceńsko-oligocenijskich zachowały się w okolicach Włodawy i centralnej części Pojezierza (Mojski, Trembaczowski 1975; Buraczyński, Wojtanowicz 1982) oraz w zachodniej części Pojezierza gdzie zajmują największe obszary (Stochlak 1979; Uberna, Odrzywolska-Bieniek 1977; Liszkowski 1979). W środkowym lub górnym oligocenie morze wycofuje się, a obszar Pojezierza wkracza w lądowy etap morfogenezy trwający do dziś. W miocenie był to płaski, bagienny-jeziorny obszar obrzeżający od północy rozległą zatokę morza sarmackiego. Linia brzegowa przebiegała w przybliżeniu wzdłuż strefy dyslokacyjnej Święcica–Udał. Na obszarze Pagórów Chełmskich trwała wówczas sedymentacja piaszczystych osadów plażowych i płytkiego litoralu (Harasimiuk, Rutkowski 1972), a na obszarze Pojezierza w obniżeniach, jeziorach i mokradłach osadzały się piaski, mułki i ropy z wkładkami węgla brunatnych. Miąższość tych lądowych utworów mioceńskich nie przekracza kilkunastu metrów. Występują na ogół niewielkimi płatami, co może być uwarunkowane zarówno nierównomiernie zachodzącymi procesami sedymentacji, jak i późniejszymi procesami erozji. Również ilaste osady plioceńskie zachowały się tylko fragmentarycznie – w północno-zachodniej części Pojezierza (rejon jeziora Zagłębcze) i południowo-wschodniej (w strefie pogranicza z Pagórami Chełmskimi – na Wale Uhruskim).

Istotną rolę w niszczeniu lądowych osadów mioceńskich i plioceńskich Pojezierza odegrały kilkakrotne transgresje lądolodów, którymi objęty był cały region – w osadach glacialnych Pagórów Chełmskich znajdują się porwaki górnotrzeciorzędowych osadów lądowych z Pojezierza.

Czwartorzęd reprezentowany jest przez bardzo zróżnicowaną pod względem litologicznym i stratygraficznym pokrywę osadową. Już sama miąższość tej pokrywy jest zróżnicowana – waha się bowiem od 0 do około 80 m, przy średniej miąższości w granicach 30–35 m. Osady czwartorzędowe nie występują na kredowym garbie Garbatówki w zachodniej części Pojezierza, a także na wzgórzu w okolicy Woli Wereszczyńskiej, gdzie również na powierzchnię wychodzą skały podłoża (ryc. 5). Maksymalną miąższość stwierdzono natomiast w otworze wiertniczym w Orzechowie Starym, w kopalnej rynnie dolinnej biegnącej prawie południkowo. Jest to prawdopodobnie stara, eoplejstocenijska dolina pra-Wieprza. Dość wyraźnie zaznacza się przestrzenne zróżnicowanie czwartorzędowej pokrywy osadowej.



Ryc. 5. Przekrój geologiczny na linii Orzechów Stary–Górkę–Wola Wereszczyńska–Andrzejów (według Buraczyńskiego i Wojtanowicza 1979, uproszczony):

Holocen: 1 – torfy, 2 – piaski, mułki, ropy i namuły; Plejstocen: 3 – mułki fluwioperyglaclalne, 4 – osady moren czołowych, 5 – piaski i żwiry osów, 6 – mułki limniczne, 7 – piaski limniczne, 8 – osady rezydualne, 9 – piaski ze żwirami glacialne, 10 – piaski fluwioglaclalne, 11 – piaski ze żwirami fluwioglaclalne, 12 – glina lodowcowa; Preglacial: 13 – osady gliniaste ze żwirami; Trzeciorzęd: 14 – ropy (pliocen), 15 – piaskowce kwarcytowe (miocen), 16 – piaski glaukonitowe (oligocen), 17 – ropy z конкреcjami żelazistymi (eocen); Kreda górna (mastrycht): 18 – margle, 19 – kreda pisząca, 19 – opoki

W powierzchniowym obrazie budowy geologicznej części zachodniej Pojezierza dominują osady piaszczyste i piaszczysto-mułkowate akumulacji rzeczno-peryglacialnej i jeziorno-rozlewiskowej związane z dwoma ostatnimi okresami glacialnymi (złodowacenia warty i wisły), kiedy to opisywany obszar był poza bezpośrednim zasięgiem lądolodu. Istotną rolę odgrywają też w tej części holocenijskie osady organogeniczne (obszary torfowisk i równin przyjeziernych). W części środkowej zdecydowanie dominują osady organogeniczne rozwinięte w postaci rozległych torfowisk, takich jak: Krowie Bagno, Bagno Bubnów, torfowisko Dubeczno i wiele innych mniejszych. Miąższość utworów organogenicznych (torfy, gytie i kreda jeziorna) waha się od kilku do maksymalnie kilkunastu metrów. Początek sedymentacji kompleksu osadów organogenicznych datowany jest na schyłek ostatniego złodowacenia (Więckowski, Wojciechowski 1971; Bałaga 1991). W tej części występują też osady akumulacji glacialnej i fluwioglacjalnej związane ze złodowaczeniem odry. W części wschodniej w obrazie powierzchniowym budowy geologicznej ponownie dominują piaski fluwioglacjalne i rzeczne oraz mułki jeziorno-rozlewiskowe. Osady organogeniczne zajmują tu wyraźnie mniejszą powierzchnię. Podobne zróżnicowanie występuje także w profilach pionowych osadów czwartorzędowych. W zachodniej części Pojezierza, gdzie są też i największe średnie miąższości czwartorzędu, dominują utwory piaszczyste, piaszczysto-żwirowe i piaszczysto-mułkowe (fluwioglacjalne, rzeczne i jeziorne) nad glinami zwałowymi. W części centralnej przeważają różnowiekowe gliny zwałowe, piaszczysto-żwirowe utwory fluwioglacjalne i mułki limniczne. Część wschodnia cechuje się ponowną dominacją utworów piaszczystych, piaszczysto-mułkowych i mułkowych nad typowymi osadami glacialnymi. Godna podkreślenia jest duża zmienność litologiczna w profilach pionowych osadów czwartorzędowych. Wynika to z faktu, że występują tu złożone kompleksy osadowe aż pięciu cykli glacialnych i rozdzielających je okresów interglacialnych (Mojski, Trembacowski 1975; Wojtanowicz 1984). Tak duża zmienność litologiczna osadów czwartorzędowych, a zwłaszcza występowanie przewarstwień mułkowych i gliniastych – trudno przepuszczalnych oraz duże wahania miąższości warunkują złożoność warunków hydrogeologicznych.

Rzeźba

Deniwelacje powierzchni topograficznej na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego nie przekraczają 30 m. Najniżej położona jest północno-zachodnia część Pojezierza w rejonie Ostrowa Lubelskiego i Sosnowicy, gdzie wysokości bezwzględne wynoszą od 150 do 160 m n.p.m. Średnie wysokości południowo-zachodniej części Pojezierza (w rejonie jezior Rogóźno–Piaseczno) mieszczą się w granicach 160–170 m n.p.m. Część centralna Pojezierza (w rejonie Krowiego Bagna, Bagna Bubnów) cechuje się wysokościami rzędu 165–175 m n.p.m., a część wschodnia – wzdłuż doliny Bugu 160–165 m n.p.m. Natomiast w strefach przejściowych (ku

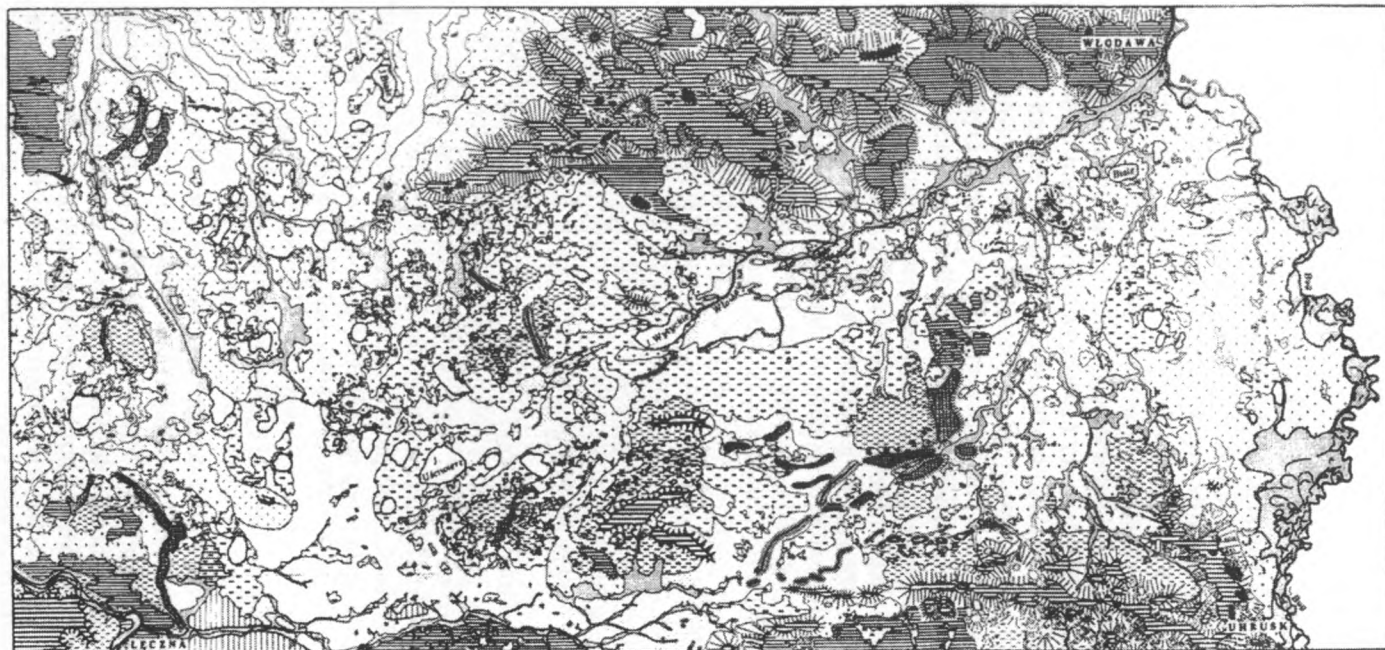
północy – do Garbu Włodawskiego i ku południowi – do Pagórów Chełmskich) średnie wysokości bezwzględne rosną do około 180–185 m n.p.m. Podobnymi wysokościami cechują się różnej wielkości oraz genezy wzgórze i pagórki wznoszące się ponad rozległe, płaskie równiny. Aż 40 spośród 67 jezior Pojezierza położonych jest w przedziale wysokościowym 160–170 m n.p.m. (Wilgat i in. 1991). Aby zrozumieć, jak doszło do powstania tak monotonnego krajobrazu, trzeba przeanalizować główne etapy jego rozwoju – od schyłku miocenu (czyli od regresji morza sarmackiego z obszaru Wyżyny Lubelskiej) aż po ostatni, holoceniński etap rozwoju równin organogenicznych (torfowiskowych). W ciągu około 7 milionów lat dzisiejszy obszar Pojezierza przeszedł bardzo złożoną ewolucję rzeźby i był kształtowany przez bardzo zróżnicowane procesy rzeźbotwórcze.

Pierwszy etap obejmował schyłek trzeciorzędu (pliocen) i najstarszy (przedglacjalny) czwartorzęd – a więc okres około 6 milionów lat. W tym okresie w południowej części Polesia powstaje bardzo urozmaicona rzeźba, z głęboko wciętej doliną pra-Wieprza na zachodzie, szeregiem kotlin o różnych rozmiarach, prawdopodobnie tektoniczno-krasowych. Dokładna rekonstrukcja rzeźby z tego okresu jest na obecnym etapie badań bardzo trudna. Najprawdopodobniej obszar ten pierwotnie odwadniany był w kierunku wschodnim i północno-wschodnim – ku dopływom Dniepru i zlewisku Morza Czarnego. Przebudowa kierunku odwodnienia zwłaszcza zachodniej części obszaru ku zlewisku Morza Północnego nastąpiła dopiero pod koniec pliocenu (Wojtanowicz 1993). Część wschodnia nadal należała do zlewiska Morza Czarnego – są jednak liczne przesłanki wskazujące, że obszar ten kilkakrotnie zmieniał swoją przynależność hydrograficzną. Jedną z takich kopalnych form o niejasnym kierunku odpływu była dolina, której przebieg naśladuje współcześnie Włodawka (ryc. 6).

Drugi okres rozwoju rzeźby to okres starszych zlodowaceń (w przedziale czasowym 0,9 do 0,33 miliona lat temu). W tym czasie obszar uległ prawdopodobnie czterokrotnie zlodowaceniom. Żadne czytelne elementy rzeźby związane z tym okresem nie zachowały się na powierzchni. Natomiast w kopalnych kotlinach i dolinach są gliny zwałowe i inne osady, o których wspomniano powyżej. Na przemian zachodzące procesy erozji i akumulacji powodowały jednak w sumie zmniejszenie deniwelacji w stosunku do podłoża przedczwartorzędowego. Na podkreślenie zasługuje fakt występowania na tym obszarze jezior związanych genetycznie z działalnością lądolodów lub wód roztopowych (Mojski, Trembaczowski 1977; Buraczyński, Wojtanowicz 1981, 1982; Gardziel, Nowak 1994).

Trzeci etap kształtowania rzeźby Pojezierza obejmuje kolejne trzy okresy glacialne (zlodowacenia odry, warty i wisły w przedziale czasowym 330 000–12 500 lat temu). Okres ten odegrał szczególną rolę w rozwoju współczesnego obrazu rzeźby Pojezierza (Buraczyński, Wojtanowicz 1983). Szczególne znaczenie miało zwłaszcza zlodowacenie odry, kiedy to strefa marginalna maksymalnego zasięgu lądolodu przebiegała przez obszar Pagórów Chełmskich (Harasimiuk 1975). Analiza mapy geomorfologicznej (ryc. 7) wskazuje, że formy rzeźby glacialnej z tego okresu koncentrują się w centralnej części Pojezierza, pomiędzy Garbem Włodawskim od północy i Wałem Uhruskim od południa. Od zachodu obszar występowania form glacialnych ogranicza w przybliżeniu linia Nadrybie–Orzechów, a od

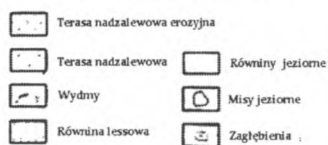
wschodu dolina Krzemianki. W większości te formy to kemy i ozy związane z akumulacyjną działalnością wód roztopowych lądolodu. Występują one w okolicach Krowiego Bagna, Kulczyna, Woli Wereszczyńskiej, Wólki Wytyckiej, Wojciechowa, Chmielnisk. Rozleglejsze powierzchnie równin sandrowych występują na wschód od Włodawy, a także w dorzeczu Tyśmienicy. Brak jest natomiast typowych form bezpośredniej akumulacji glacialnej – wzgórz morenowych. Z okresem zlodowacenia odry związana też była intensywna erozja – prawdopodobnie podlodowcowa. Powstały wówczas głębokie rynny, które jednak już w fazie regresji lądolodu zostały całkowicie zasypane osadami piaszczysto-żwirowymi. Okres interglacialny poprzedzający kolejne zlodowacenie zaznaczył się intensywnymi procesami wietrzenia, denudacji, niszczeniem rzeźby polodowcowej, a także rozwojem torfowisk i wypełnianiem jezior (Mojski, Rzechowski 1969; Butrym i in. 1991). W okresie zlodowacenia warty czoło lądolodu położone było kilkadziesiąt kilometrów na północ od Pojezierza – na obszarze Podlasia. Trwały wówczas intensywne procesy niszczenia starszych form rzeźby w warunkach klimatu peryglacialnego. Postój czoła lądolodu w niezbyt dużej odległości od naszego regionu spowodował trudności z odpływem wód zarówno z topienia się lądolodu, jak i z obszaru wyżynnego na południu. W rezultacie powstały wówczas rozległe jeziorzyska i płytkie okresowe rozlewiska wykraczające daleko poza obszary dolin Wieprza i Bug. Część wód odpływała ku wschodowi do dorzecza Prypeci. Ślady takich przepływów widoczne są w dzisiejszej rzeźbie Polesia Wołyńskiego. Efektem akumulacji w tych okresowych rozlewiskach i jeziorzyskach było utworzenie rozległej równiny akumulacyjnej będącej istotnym elementem rzeźby współczesnej Pojezierza. W ostatnim okresie interglacialnym na obszarze Pojezierza nie zaszły istotniejsze zmiany rzeźby. Procesy erozji praktycznie ograniczone były tylko do dolin głównych – Wieprza i Bugu, obrzeżających nasz region. Okres ostatniego glaciału cechował się dalszym niszczeniem starszych form rzeźby w warunkach ostrego klimatu peryglacialnego. Nastąpiło zmniejszanie deniwelacji, wypełnianie zagłębień terenu materiałami związanymi z denudacją stoków, w dolinach głównych obrzeżających region rozwijały się rozległe terasy. Jak wynika z badań paleobotanicznych, u schyłku tego okresu glacialnego rozpoczął się proces formowania mis jeziornych i torfowiskowych. Na przełomie plejstocenu i holocenu nasz region cechował się występowaniem znacznie większej liczby jezior niż współcześnie. Badania paleobotaniczne wskazują, że większość dzisiejszych dużych torfowisk regionu na początku holocenu przeszła przez fazę jeziorną (Wilgat i in. 1991; Bałaga 1991; Bałaga i in. 1994). Proces rozwoju torfowisk, a także zarastania, zanikania jezior trwa współcześnie (Wilgat i in. 1991; Wojciechowski 1991).



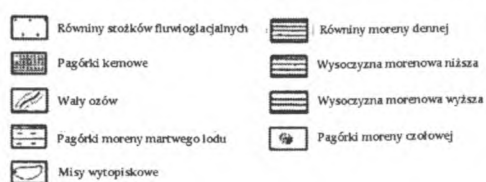
FORMY HOLOCENSKIE



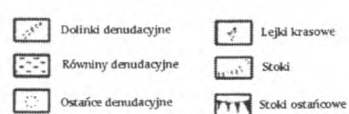
FORMY ZŁODOWACENIA VISTULIAN



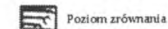
FORMY WODNOŁODOWCOWE I ŁODOWCOWE ZŁOD. ŚRODKOWOPOLSKIEGO



FORMY DENUDACYJNE PLEJSTOCENSKIE



FORMY PŁIOCENSKIE



Ryc. 7. Rzeźba Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (według Buraczyńskiego i Wojtanowicza 1980/81)

Geneza mis jeziornych i torfowiskowych

Od ponad 80 lat (od pracy Sawickiego z 1918 r.) trwa już dyskusja nad genezą mis jeziornych i torfowiskowych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Jak dotychczas jednak żaden z autorów zajmujących się tym problemem nie przedstawił w sposób kompleksowy, w pełni udokumentowany, nie budzący wątpliwości (geologicznych, geomorfologicznych i hydrogeologicznych) koncepcji, która by wyjaśniała warunki i mechanizm powstawania i rozwoju mis jeziornych i torfowiskowych Pojezierza. Najpełniejszego przeglądu dotychczasowych poglądów dokonali: Wilgat (Wilgat i in. 1991) oraz Wojtanowicz (1994). W największym skrócie ewolucję dotychczasowych poglądów można przedstawić następująco. Jeziora są pozostałością plejstocenijskiego zastoiska wodnego (Sawicki 1918; Wołosowicz 1922; częściowo Wilgat 1954), misy jeziorne powstały w efekcie wytapiania brył martwego lodu zasypanych w osadach z okresu zlodowacenia środkowopolskiego (Liszowski 1979; Buraczyński, Wojtanowicz 1974), geneza mis jeziornych wiąże się z występowaniem w podłożu skał krasowiejących (Ruhle 1935; częściowo Wilgat 1954, 1963; Maruszczak 1966), rozwój mis jeziornych łączy się z procesami zaniku wieloletniej zmarzliny u schyłku ostatniego okresu glacialnego (zjawiska termokrasu), (Buraczyński, Wojtanowicz 1981; Wojtanowicz 1984, 1994). Na zasadnicze trudności w przyjęciu jednolitej koncepcji genezy mis jeziornych zwraca uwagę Wilgat (1991) stwierdzając: „Nie jest wykluczone, że geneza jezior jest bardziej skomplikowana i że w ich powstaniu rolę odegrały zarówno procesy krasowe, jak i procesy zachodzące podczas zaniku wiecznej zmarzliny. Niedostateczna wiedza o sytuacji panującej na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim w okresie ostatniego glaciału i niewystarczająca znajomość różnorodnych procesów przebiegających w podłożu w czasie trwania i zaniku zmarzliny nie pozwalają na bliższe naświetlenie tej kwestii”.

Równocześnie w ostatnich latach zwrócono uwagę na konieczność uwzględnienia pośredniej roli tektoniki w powstaniu i ewolucji mis jeziornych (Bałaga, Dobrowolski, Rodzik 1993) oraz na ogólne warunki krążenia wód podziemnych (zwłaszcza głównego poziomu kredowo-czwartorzędowego) na przedpolu Wyżyny Lubelskiej i ich związki z tektoniką kompleksu mezozoicznego oraz na zmiany w warunkach krążenia wód w układzie regionalnym, jakie musiały zajść w fazie zaniku wieloletniej zmarzliny (Harasimiuk 1996). Na zmiany w warunkach krążenia wód podziemnych zwracał też wcześniej uwagę Maruszczak (1966) przyjmując w ogólnej koncepcji krasowej jezior, że te najgłębsze związane są z wodami artezjanskimi.

Każda z zaprezentowanych skrótowo koncepcji genezy mis jeziornych oparta była na różnych przesłankach, czasami wynikających z wyrwykowych obserwacji, na ogół bez dobrej znajomości szczegółów budowy geologicznej w skali całego regionu. Większość autorów zajmujących się tym problemem uogólniała wnioski płynące z fragmentarycznych obserwacji, przyjmując jednolitą koncepcję w odniesieniu do wszystkich jezior regionu. Dopiero Wilgat (Wilgat i in. 1991) w cytowanym wyżej fragmencie zwrócił uwagę na złożoność zagadnienia.

Problem genezy mis jeziornych i torfowiskowych należy rozpatrywać w sposób kompleksowy, przy uwzględnieniu wszystkich aspektów budowy geologicznej (tektonika, litologia podłoża skalnego, wykształcenia i miąższości osadów czwartorzędowych), warunków krążenia wód podziemnych w skali lokalnej i regionalnej, zróżnicowania rzeźby podłoża skalnego (podczwartorzędowego) oraz warunków rozwoju rzeźby w okresie ostatnich trzech cykli glacialnych (odra, warta, wisła), ze szczególnym uwzględnieniem procesów narastania, a następnie degradacji wieloletniej zmarzliny w okresie ostatniego zlodowacenia.

Oczywista jest konieczność uwzględnienia faktu, że na obszarze Pojezierza występują jeziora o różnych cechach morfometrycznych mis, a także że rozmieszczenie jezior w skali regionu jest bardzo nierównomierne. Bardzo istotne w rozważaniach nad genezą mis jeziornych są również wyniki badań paleobotanicznych i datowania wieku bezwzględnego osadów wypełniających misy torfowiskowe i osadów dennych jezior.

Argumenty przeciwko krasowej genezie jezior przedstawił szczegółowo Wojtanowicz (1994). Przy obecnym stanie rozpoznania geologicznego (praktycznie pełne pokrycie obszaru szczegółowymi mapami geologicznymi 1: 50 000) można stwierdzić, że misy prawie wszystkich jezior i większości torfowisk rozwinięte są w obrębie pokrywy osadów czwartorzędowych i nie mają w podłożu skalnym swych odpowiedników w postaci zamkniętych depresji. Tym samym przypuszczenie Wilgata (1991), że misy jeziorne mogą być formami krasu reprodukowanego, nie znajduje potwierdzenia w materiałach geologicznych. Jedynie kilka najmniejszych jezior (Słone, Tarnowskie, Pniówno, Syczyńskie) o powierzchni rzędu kilku hektarów i głębokościach rzędu 3–8 m położonych na pograniczu z Pagórami Chełmskimi można uznać za krasowe. Podobny charakter ma maleńkie oczko wodne (Wereszczyńskie) o głębokości około 7 m na zachodnim obrzeżeniu torfowiska Bubnów. Mechanizm powstania tego typu form Dobrowolski (1998) wiąże ze specyficznymi warunkami ruchu lekko naporowych wód podziemnych w strefach dyslokacji w skałach kredowych (wypływy ascensyjne).

Problem genezy pozostałych mis jeziornych Pojezierza należy rozpatrywać oddzielnie dla grupy jezior głębokich (Bialskie, Czarne Sosonowickie, Krasne, Rogóźno, Zagłębocze, Piaseczno, Białe), których współczesna głębokość waha się w granicach 18–39 m, a faktyczna głębokość mis jeziornych w granicach 25–45 m i dla pozostałej grupy jezior oraz torfowisk o głębokościach mis do kilkunastu metrów. Wojtanowicz (1994) uważa, że wszystkie te misy związane są genetycznie z procesami degradacji wieloletniej zmarzliny u schyłku ostatniego okresu glacialnego. W świetle danych o warunkach rozwoju jezior w strefie występowania współczesnej wieloletniej zmarzliny podlegającej procesom degradacji (Suchodrowski 1979; Burn, Smith 1990) w najogólniejszym sensie taka koncepcja jest słuszna. Potwierdzają ją wyniki datowań wieku osadów dennych jezior i mis torfowiskowych (Bałaga 1991; Bałaga, Dobrowolski, Rodzik 1993), określające początkową fazę rozwoju mis na okres około 12 500 lat temu (faza ocieplenia – interstadiał Bölling). Pozostaje do wyjaśnienia kilka kwestii podniesionych przez Wilgata (Wilgat i in. 1991), np. dlaczego jeziora koncentrują się tylko w strefie pogranicza

z Wyżyną Lubelską. Konieczne jest także podjęcie próby wyjaśnienia, jakie procesy doprowadziły do tak wyraźnego zróżnicowania głębokości i kształtu mis jeziornych.

Jeziora występują, jak to podkreślano powyżej, w zachodniej i we wschodniej części Pojezierza. Część zachodnia to obszar o wyraźnie większym zaangażowaniu tektonicznym. Odpowiada ona asymetrycznej synklinie Radzyń–Bogdanka w podłożu paleozoicznym, położonej na wschód od potężnej strefy dyslokacyjnej Kocka. Aktywność tektoniczna tej strefy zaznaczała się we wszystkich kolejnych fazach tektonicznych mezozoiku i kenozoiku (Żelichowski 1984; Krynicki 1995; Dobrowolski 1998). Zdyslokowanie tej strefy bądź też tylko zwiększenie uszczelinienia skał wyznacza wyraźne uprzywilejowanie tego obszaru w warunkach przepływu wód podziemnych głównego – kredowego poziomu wodonośnego (Herbich 1980; Malinowski 1991; Zwierzchowski 1988; Michalczyk, Zarębski 1995), przy ogólnym kierunku ruchu wód w skali regionalnej z południa ku północo-zachodowi (Michalczyk 1986). Strefa wschodnia jest pod tym względem znacznie słabiej rozpoznana, ale analiza dostępnych materiałów geofizycznych wskazuje, że jest znacznie słabiej zdyslokowana. Dopiero na wschód od doliny Bugu, gdzie gwałtownie maleje miąższość mezozoicznej pokrywy osadowej, czytelność tektoniki podłoża paleozoicznego jest duża – także w aspekcie hydrogeologicznym (i tam ponownie pojawia się zespół jezior Polesia Wołyńskiego). Kolejnym ważnym aspektem, na który należy zwrócić uwagę, są duże różnice we właściwościach termicznych węglanowych skał górnokredowych i okrucowych osadów czwartorzędowych. Miało to szczególnie istotny wpływ na przebieg procesów degradacji wieloletniej zmarzliny. Mięszyszy, jednolity kompleks skał kredowych położony w dodatku bardziej na południe był obszarem, gdzie wieloletnia zmarzlina ulegała szybszej degradacji. W rezultacie takiego zróżnicowania musiało dochodzić do dużych różnic w warunkach występowania i krążenia wód podziemnych między obszarami zbudowanymi ze skał kredowych a obszarami o dużej miąższości osadów czwartorzędowych. Przy dużych różnicach ciśnień, w warunkach naporu wód z południa Wyżyny Lubelskiej i Roztocza musiało dochodzić do przebiegów hydraulicznych i tworzenia się w osadach czwartorzędowych potężnych soczew lodowych. Należy tu podkreślić, że większość głębokich jezior znajduje się w pobliżu kredowych zboczy kopalnych dolin i kotlinowatych obniżzeń, a więc w strefach o dużym kontraście warunków hydrogeologicznych (zwłaszcza w fazie degradacji zmarzliny). Te soczewy lodowe (lub też zespoły soczew) stopiły się dopiero w ostatniej fazie degradacji zmarzliny, dając w efekcie głębokie misy jezior. Skokowe zmiany (w sensie czasu geologicznego) warunków wodnych dokumentują badania paleobotaniczne (o czym wspomniano powyżej). Proces ten można by nazwać termokrasem głębokim (Harasiemiuk 1996).

Natomiast płytkie i rozległe misy jeziorne oraz misy współczesnych torfowisk o bardzo złożonej rzeźbie podłoża mineralnego oraz liczne drobne formy bezodpływowe, tak charakterystyczne dla obszaru Polesia, mogą być związane z normalnymi procesami termokrasowymi, które w warunkach geologiczno-geomorfologicz-

nych naszego regionu sę nazwane termokrasem płytким – maksymalnie do kilkunastu metrów głębokości (Wojtanowicz 1994).

Tak więc geneza młaz jeziornych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego jest zróżnicowana i złożona (tak jak to sugerował ostatnio Wilgat). Najmniejszą rolę jednak w ich rozwoju odegrały procesy krasowe w klasycznym rozumieniu tego terminu. Natomiast decydującą rolę odgrywały złożone warunki hydrogeologiczne obszaru uwarunkowane zarówno tektoniką podłoża skalnego, jak też bardzo złożoną ewolucją geologiczno-geomorfologiczną Pojezierza.

STOSUNKI WODNE POJEZIERZA ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIEGO

Charakter stosunków wodnych uzależniony jest od terenowych i klimatycznych warunków obiegu wody, a przede wszystkim od budowy geologicznej i rzeźby terenu. Szczególne piętno krajobrazowi Polesia nadaje bardzo płytkie występowanie wód podziemnych oraz liczne jeziora i różnorodne zbiorniki wodne (Wilgat 1954, 1963). Cechy te stwarzają wrażenie bogactwa wody, a w rzeczywistości jest to obszar dużych deficytów wody. Przyczyna tego pozornego bogactwa wody tkwi w rzeźbie terenu i budowie geologicznej. Region stanowi bowiem depresję morfologiczną, otoczoną z trzech stron terenami wyższymi i otwartą ku wschodowi.

Miąższość utworów czwartorzędowych oraz ich wykształcenie litologiczne, decydujące o zasobności wodnej, są na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim mocno zróżnicowane. Lokalnie spod osadów czwartorzędowych odsłaniają się na powierzchni terenu skały podłoża kredowego, które tworzą niewielkie wzniesienia o wysokościach względnych nie przekraczających 20 m. Na pozostałym obszarze zróżnicowanie hipsometryczne powierzchni terenu jest niewielkie, a w jego rzeźbie przeważają równiny akumulacyjne i denudacyjne (Wilgat 1957). Małe spadki terenu decydują o powolnym ruchu wód powierzchniowych, a duży udział utworów drobnopielistych – pylastych piasków, mułków i iłów – zwłaszcza w budowie równin akumulacyjnych, ogranicza infiltrację, a przez to i zasobność wód podziemnych. Lepsze warunki do przewodzenia i gromadzenia wody mają równiny denudacyjne, zwłaszcza powstałe na wychodniach węglanowych skał górnokredowych. Równiny niżej położone mają roślinność torfowiskową, wyższe, zbudowane z piasków, wykorzystywane są pod uprawy lub jako pastwiska, a częściowo pokrywa je las.

Płytkie występowanie utworów o słabej przepuszczalności utrudnia przesączanie wody do podziemia, natomiast sprzyja gromadzeniu się jej w obniżeniach terenu. W obrębie niższego poziomu akumulacyjnego wody podziemne występowały bardzo płytko, dawniej – w okresie przed melioracjami – zwykle zwierciadło wody stabilizowało się powyżej powierzchni terenu. O tych warunkach decydował podziemny spływ wód z obszarów przyległych, brak odpływu powierzchniowego oraz występowanie wód naporowych, których zwierciadło stabilizowało się powyżej

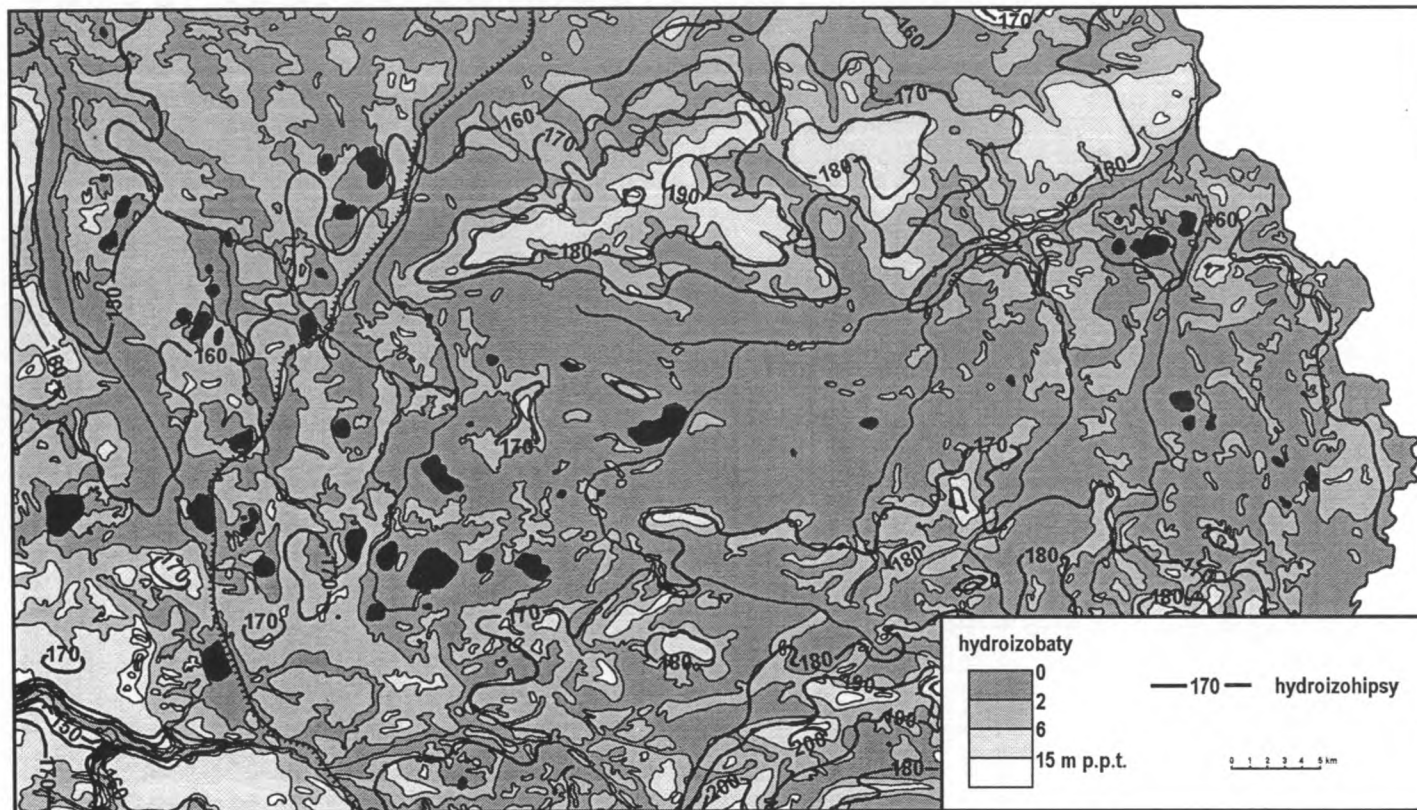
den dolinnych i kotlinowatych obniżeń. Nieco głębiej zwierciadło wody utrzymywało się w obrębie wyższego poziomu akumulacyjnego i równin denudacyjnych. Wysokiemu poziomowi wód sprzyjało, oprócz niewielkiego zróżnicowania hipsometrycznego, słabe rozcięcie terenu przez rzeki. Powolny odpływ wód, których szczególny nadmiar występował w okresie roztopów, skłaniał ludność do kopania rowów. Przyspieszenie obiegu nastąpiło po zmeliorowaniu terenu, a doprowadzenie wody z zewnątrz Kanałem Wieprz-Krzna wpłynęło na zmianę ilości i tempa obiegu wody.

Wody podziemne

Na całym badanym terenie użytkowe wody podziemne występują w różnych wiekowo i litologicznie osadach kredy i czwartorzędu. Najczęściej wody te, występujące w utworach szczelinowo-porowych i porowych, znajdują się w słabej łączności hydraulicznej. Wody w utworach czwartorzędu charakteryzują się płytkim występowaniem, niewielką zasobnością i swobodnym zwierciadłem wody. Natomiast głębiej występujące wody krążące w skałach kredowych cechują się większą zasobnością, korzystniejszymi własnościami fizyczno-chemicznymi wody oraz naporowym zwierciadłem. Są one powszechnie wykorzystywane do zorganizowanego zaopatrzenia w wodę. Warunki występowania wód podziemnych omawiane były w licznych opracowaniach (Wilgat 1957, 1963, 1986, 1990; Wilgat i in. 1984, 1992, 1997). Płytkie wody tworzą najczęściej jedno ciągle zwierciadło wody, którego wysokość położenia zależy od rzeźby terenu. Tylko lokalnie, stale lub okresowo, występują ponad głównym zwierciadłem wody wierzchówkowe.

Warstwę wodonośną wód pierwszego poziomu użytkowego tworzą przeważnie piaski, często przewarstwione osadami pylasto-mułkowymi. Głębokość występowania wody nawiązuje do głównych elementów rzeźby terenu. Obszary najniżej położone, obejmujące holocenijskie równiny akumulacyjne, charakteryzują się bardzo płytkim występowaniem zwierciadła wody, utrzymującym się w torfach i namułach torfiastych. Są to tereny przez cały rok obficie nasycone wodą. W warunkach naturalnych stanowiły one rozległe obszary mokradeł stałych i bagien. Najniżej położone tereny, oprócz opadów atmosferycznych, zasilane były wodami naporowymi. Należy podkreślić, że zarówno utwory budujące warstwę przypowierzchniową, jak i roślinność zajmująca obniżenia terenu są bardzo czułe na zmiany położenia zwierciadła wody. Są to więc tereny najbardziej narażone na negatywne oddziaływanie systemów melioracyjnych, najczęściej prowadzących do szybkiego odprowadzenia wiosennych nadmiarów wody.

Tereny położone w obrębie wyższej równiny akumulacyjnej mają wodę na głębokości 1,5–3 m, a w obszarze równin denudacyjnych miąższość strefy aeracji wzrasta do 4–8 m. Głębokość występowania wody przedstawiona została na mapie (ryc. 8) w trzech klasach: do 2,0 m, 2,0–6,0 m oraz ponad 6,0 m. Dopływy wody do



Ryc. 8. Położenie i głębokość występowania zwierciadła wody podziemnej na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim (według Wilgata i in. 1984)

studni kopanych oraz ich zasobność wodna są bardzo zróżnicowane. Przy mięższych warstwach czwartorzędu można z pojedynczej studni wierconej uzyskać od kilku do 50 m³/h. Wyższe wydajności uzyskuje się po ujęciu wód krążących w skałach czwartorzędowych i kredowych. Wody podziemne obu pięter wodonośnych są hydraulicznie połączone. Odnawialność wód podziemnych, oceniana na podstawie analizy warunków filtracji i wielkości podziemnego zasilania rzek, wynosi około 2 l/s · km². Wody podziemne pierwszego poziomu zwykle nie są izolowane w strefie aeracji utworami nieprzepuszczalnymi, zatem są bardzo podatne na oddziaływanie antropogeniczne i zmiany warunków klimatycznych (okresy niskiego i wysokiego zasilania).

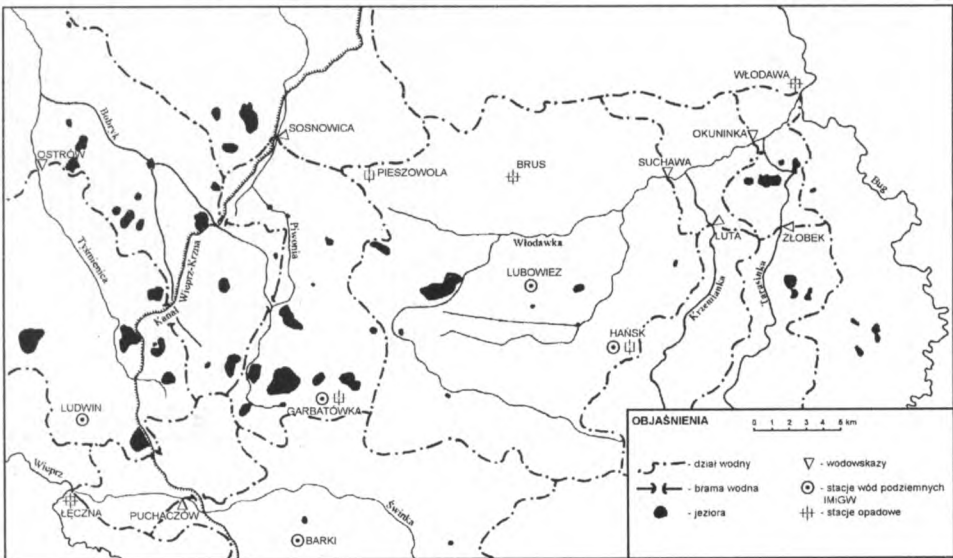
Wody kredowego piętra wodonośnego występują w marglach kredowych, przykrytych utworami czwartorzędowymi. Warunki zasilania i przepływu wody są stosunkowo słabe, gdyż dopływ wód następuje poprzez zróżnicowane litologicznie osady czwartorzędowe, niekiedy bardzo słabo przepuszczalne. Wody podziemne piętra kredowego występują pod ciśnieniem hydrostatycznym, uzależnionym od wielkości zasypania osadami czwartorzędowymi kopalnych rynien erozyjnych. Zwierciadło wody nawiercane jest na głębokości 20–50 m, stabilizuje się zwykle płytko – od kilku decymetrów do paru metrów ppt. W obszarach międzydolinnych utrzymuje się ono nieco poniżej czwartorzędowego zwierciadła wody, a w obniżeniach i w dolinach na wysokości zbliżonej lub powyżej pierwszego zwierciadła. Wydajności możliwe do uzyskania ze studni wynoszą, w zależności od warunków hydrogeologicznych, od kilkunastu do 100 m³/h. Wydajności jednostkowe utrzymują się na poziomie kilku, rzadziej kilkunastu m³/s/1 m depresji. Współczynniki filtracji skał kredowych najczęściej nie przekraczają 1 m/d. W warunkach naturalnych jakość wód podziemnych piętra kredowego jest bardzo wysoka. Są to wody najczęściej dwujonowe typu HCO₃–Ca, o mineralizacji ogólnej 300–500 mg/l. Ilość chlorków i siarczanów utrzymuje się najczęściej na poziomie kilku miligramów na litr (mg/l). Lokalnie przekraczane są dopuszczalne normy zawartości żelaza. W obszarach płytkiego występowania skał kredowych wody podziemne tego piętra są narażone na łatwe zanieczyszczenie. Przy grubszym nadkładzie słabo przepuszczalnego czwartorzędu izolacja wód podziemnych piętra kredowego jest częściowa lub dobra.

Zwierciadło wód podziemnych układa się współkształtnie z powierzchnią terenu. Mimo małego zróżnicowania wysokości położenia wody stwierdza się generalne nachylenie zwierciadła w kierunku północno-zachodnim w kierunku doliny Tyśmienicy i północno-wschodnim ku dolinie Bugu. Najwyżej wody podziemne występują w obszarach garbów kredowych, gdzie stwierdza się je na wysokościach 170–174 m n.p.m. W południowej części Pojezierza, w strefie przylegającej do Wyżyny Lubelskiej oraz wzdłuż działu wodnego II rzędu rozdzielającego wody spływające do dorzecza Wieprza i Bugu wody podziemne występują około 170 m n.p.m. (ryc. 8). Na tej wysokości utrzymuje się zwierciadło wody w jeziorach: Głębokie Cycowskie, Rotcze, Sumin, Uściwierz, Nadrybie, Brzeziczno i Piaseczno. Na pozostałym obszarze Pojezierza zwierciadło wody podziemnej obniża się ku dolinom Bugu i Tyśmienicy. Mniejsze spadki zwierciadła są w kierunku wschodnim,

gdzie jego wysokości utrzymują się około 160 m n.p.m. Większe gradienty hydrauliczne wód podziemnych są w części zachodniej, w której zwierciadło wody obniża się w dolinie Tyśmienicy do około 140 m n.p.m.

W centralnej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego spadki zwierciadła wody są bardzo małe. Jego nachylenie wzrasta w pobliżu większych dolin rzecznych – Tyśmienicy, Włodawki i Bugu, drenujących podziemne zasoby wodne. Rozcięcie terenu licznymi rowami melioracyjnymi wpłynęło na zwiększenie drenażu wód podziemnych, co w konsekwencji doprowadziło do niewielkiego lokalnego obniżenia zwierciadła wody. W ostatnich latach zdecydowanie mniejszy zasięg mają obszary podmokłe i bagna. Jest to zapewne efekt zarówno melioracji odwadniających, zwiększonej eksploatacji wód podziemnych, jak też niższego zasilania atmosferycznego. Położenie zwierciadła wody jest uzależnione głównie od zasilania atmosferycznego, gdyż wielkość ewapotranspiracji zmienia się w stosunkowo małym zakresie. Wśród rozważanych wskaźników decydujących o wielkości infiltracji, oprócz rocznej sumy opadu, istotną rolę odgrywają: intensywność zasilania, stan podłoża i rodzaj jego użytkowania, a także temperatura i wilgotność powietrza oraz gleby.

Amplituda wahań stanów wód podziemnych jest bardzo zróżnicowana i wykazuje niewielki związek z głębokością występowania wody. Natomiast bardzo wyraźnie jej wielkość jest związana z położeniem punktu obserwacyjnego. Charakterystyczne stany wód podziemnych oraz amplitudę zmian położenia zwierciadła wody z dostępnego okresu obserwacji zestawiono w tab. 24. Punkty kontrolne wód podziemnych położone w różnych częściach Pojezierza (ryc. 9) i reprezentują nieco odmienne warunki występowania wód (stacja Barki znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie obszaru badań).

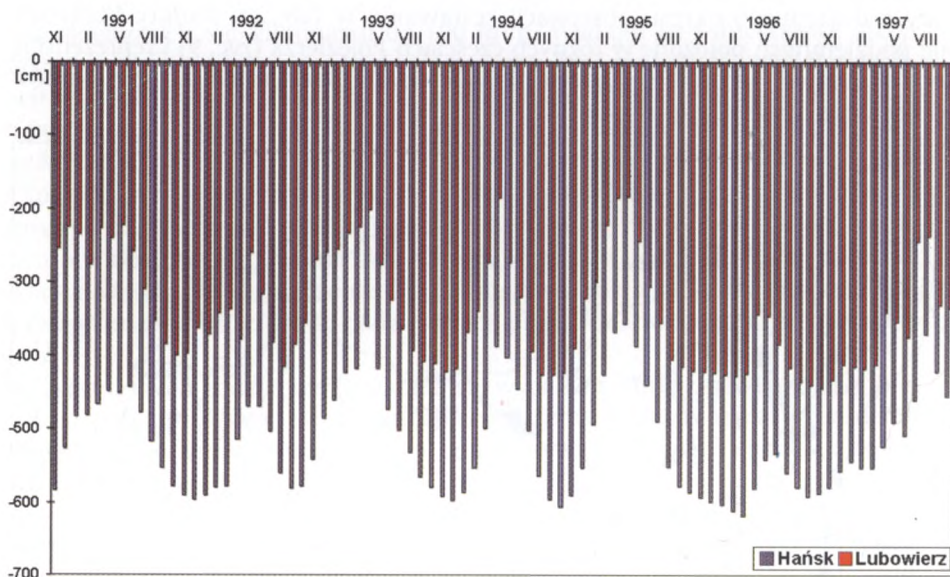


Ryc. 9. Rozmieszczenie stacji pomiarowych w zlewniach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego

Tab. 24. Charakterystyczne stany wody podziemnej (cm ppt)

Stacja	Okres	Maks.	Średni maks.	Średni	Średni min.	Min.	Amplituda
Ludwin	1951–1997	219	316	370	404	469	250
Hańsk	1976–1997	233	281	400	484	534	301
Lubowierz	1955–1997	17	110	224	306	364	347
Garbatówka Kol.	1971–1997	58	176	324	456	566	508
Barki	1956–1997	50	89	174	256	330	280

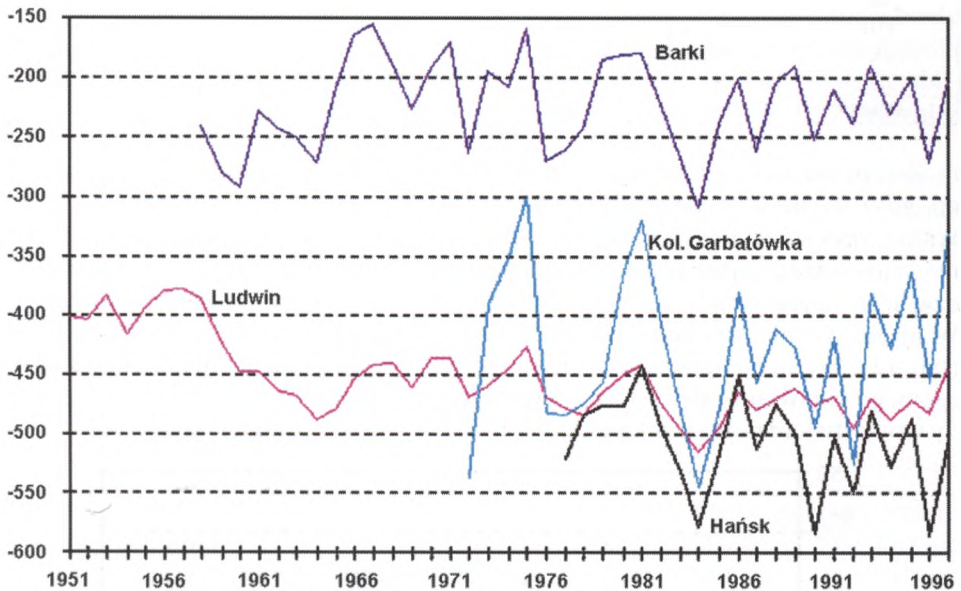
Stany wody podziemnej na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego zmieniają się w dość dużym zakresie wartości. Wynika to z dobrych warunków przechwytywania wody opadowej, niewielkich możliwości retencyjnych oraz z dość łatwego drenażu płytkich zasobów wód podziemnych przez sieć odpływu. Wspomniane cechy znajdują potwierdzenie w przebiegu średnich miesięcznych stanów wody w studniach obserwacyjnych IMiGW w Hańsku i w Lubowierzy (ryc. 10). Podnoszenie i opadanie zwierciadła wody jest dość szybkie, a stany wysokie trwają krótko. Natomiast stany niskie w kolejnych latach obniżają się do podobnej głębokości. W dynamice zwierciadła wody charakterystyczny jest dość długi okres niskich stanów wody – począwszy od lipca 1995 r. do maja 1997 r. W latach 1996 i 1997 nie wystąpiło charakterystyczne wiosenne podniesienie zwierciadła wody podziemnej, co było spowodowane niezwykle niskimi opadami półrocza chłodnego.



Ryc. 10. Średnie miesięczne stany wód podziemnych w Hańsku i w Lubowierzy (1991–1997)

Wahania zwierciadła wody podziemnej pierwszego poziomu, mimo zróżnicowania litologicznego warstw wodonośnych i zmiennej miąższości strefy aeracji, odbywają się synchronicznie (Wilgat i in. 1984), co potwierdza łączność hydrauliczną.

czną warstw wodonośnych. W okresie 1951–1996 bardzo wyraźnie zaznaczyły się okresy wysokich stanów wód podziemnych w latach 1979–1980, 1974–1975, 1967 oraz w 1958 r. Występowanie stanów minimalnych było bardziej zróżnicowane w czasie. Najwięcej przypadków notowania minimalnych stanów z całych serii obserwacyjnych stwierdzono w latach 1964–1965 i 1959–1960 oraz 1983, 1989–1992 i 1996. W latach 1993–1995 średnie stany wody były zbliżone do wartości przeciętnych z okresu wielolecia, mimo to stwierdzano w krótkich okresach bardzo niskie położenie zwierciadła wody. Średnie roczne stany wód podziemnych dla wybranych stacji przedstawiono na ryc. 11.



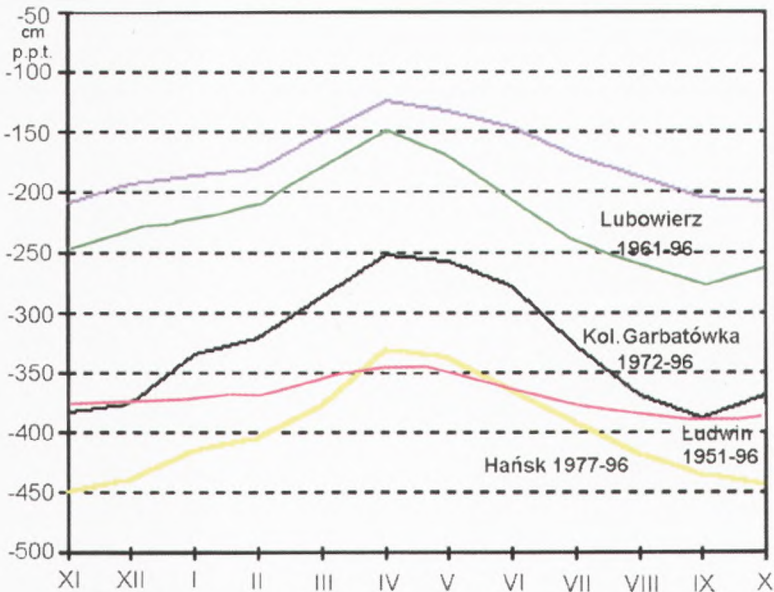
Ryc. 11. Średnie roczne stany wód podziemnych w stacjach IMiGW

Z informacji zebranych w terenie oraz z danych IMiGW wynika, że w studniach zaznacza się sezonowy rytm wahań zwierciadła wody związany z jesienno-zimowo-wiosennym zasilaniem oraz z letnimi brakami wody (tab. 25, ryc. 12). W okresie wielolecia maksymalne stany pojawiały się we wszystkich miesiącach, najczęściej w kwietniu, marcu i maju. Wskazuje to na stosunkowo łatwą infiltrację wód, czyli szybkie uzupełnianie zasobów podziemnych oraz na możliwości ich retencjonowania. W okresie wielolecia stwierdzono także bardzo zróżnicowane terminy pojawiania się stanów minimalnych, co wynikało z nieregularnego występowania susz atmosferycznych lub utrzymywania się długich okresów ujemnych temperatur, decydujących o braku zasilania zasobów podziemnych. Najczęściej roczne minima stanów wody stwierdzano w październiku, listopadzie i we wrześniu, czyli po letnim lub letnio-jesiennym deficycie zasilania. Bardzo silnie ze stanami wód podziemnych związana jest wielkość zasilania rzek wodami podziemnymi

Tab. 25. Średnie miesięczne stany wód podziemnych w stacjach IMiGW (cm ppt)

Miesiąc	Ludwin 1951–1997	Kol. Garbatówka 1972–1997	Lubowierz 1961–1997	Hańsk 1977–1997	Barki 1956–1997
XI	377	377	252	451	209
XII	374	371	234	440	193
I	371	331	227	417	186
II	368	318	214	407	183
III	356	287	186	384	153
IV	344	251	153	321	125
V	350	254	176	341	132
VI	365	275	209	368	146
VII	377	322	239	392	171
VIII	385	360	257	412	186
IX	390	380	278	430	202
X	387	363	265	440	207
ROK	370	324	224	400	174

Zasobność wodna terenu jest uzależniona głównie od zasilania atmosferycznego, gdyż wielkość ewapotranspiracji zmienia się w stosunkowo małym zakresie. Wśród rozważanych wskaźników decydujących o wielkości infiltracji, oprócz rocznej sumy opadu, istotną rolę odgrywają: intensywność zasilania, stan podłoża i rodzaj jego użytkowania, a także temperatura i wilgotność powietrza oraz gleby. W ujęciu wieloletnim zauważa się niewielką sezonową zmienność stanów wody (ryc. 12). Wyrównanie średnich miesięcznych stanów wody wynika z niesystematycznego pojawiania się niskich i wysokich stanów wody. Mimo to najwyższe stany wody stwierdzone są w kwietniu, a najniższe na początku jesieni.



Ryc. 12. Sezonowe wahania zwierciadła wody podziemnej w stacjach IMiGW

Z opracowań hydrologicznych wynika, że działalność gospodarcza bardzo skomplikowała stosunki wodne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (Wilgat 1963, 1980; Wilgat i inni 1984, 1987, 1992, 1997; Janiec i in. 1988). W ostatnich latach stwierdza się zmniejszenie obszarów mokradeł stałych i okresowych, które jest efektem obniżenia zwierciadła wód podziemnych, następującego głównie w wyniku prac melioracyjnych. Wielkości i zasięgu tych zmian nie można udokumentować, głównie z uwagi na duże okresowe zmiany zasilania atmosferycznego maskującego jednokierunkowe przekształcenia stosunków wodnych. Obniżenie zwierciadła wody stwierdzone jest między innymi w stacjach IMiGW (ryc. 11). Spadkowy trend stanów wody podziemnej stwierdzono w Ludwinie, gdzie w latach 1951–1997 jego wielkość wynosi około 1,75 cm/rok, a w Hańsku obniżanie stanów wody w latach 1976–1997 wynosiło aż 2,01 cm/rok. Należy zaznaczyć, że w stacji Kilonia Garbatówka stwierdzono w latach 1972–1997 podnoszenie się stanów wody obliczone jako 0,44 cm/r., a w stacji Barki następował w okresie 1956–1977 również niewielki wzrost stanów wody oceniona na 0,20 cm/r.

Obserwacje terenowe przeprowadzone w ostatnich latach potwierdzają duże osuszenie terenu obszarów pierwotnie podmokłych. Wydaje się jednak, że trwałe obniżenie zwierciadła wody można szacować najwyżej na kilka decymetrów. Większe zmiany stwierdza się tylko w pobliżu głębokich rowów melioracyjnych.

Jeziora

Z elementów hydrograficznych najbardziej zaznaczają się w krajobrazie jeziora i obszary podmokłe. Na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego znajduje się aktualnie 67 jezior o powierzchni powyżej 1 ha (Wilgat i in. 1991) oraz wiele zbiorników wód stojących pochodzenia naturalnego (zagłębienia krasowe) i antropogenicznego (stawy, sadzawki, doły potorfowe), sztucznie włączonych do sieci odpływu. Największe powierzchnie stawów znajdują się w górnych częściach zlewni Włodawki, Tarasinki, Tyśmienicy, Piwonii. Są one zasilane wodami powierzchniowymi z własnych zlewni, a także wodami podziemnymi lub wodami z Kanału Wieprz–Krzna.

Przeprowadzona w początkach lat pięćdziesiątych inwentaryzacja wykazała istnienie 68 jezior o powierzchni ponad 1 ha (Wilgat 1954). Ingerencją ludzka i procesy naturalne doprowadziły do zaniku dwu jezior – Lejna i Wąskiego. Natomiast pierwotnie połączone jeziora Spilno i Koseniec rozdzieliły się tworząc obecnie dwa jeziora. Zatem grupę jezior łęczyńsko-włodawskich tworzy obecnie 67 jezior (Wilgat i in. 1991), z tego 61 to jeziora naturalne (56 znajduje się w granicach regionu fizjograficznego Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie, a 5 w jego sąsiedztwie). Są to zbiorniki małe – największy 284 ha – o kształtach słabo urozmaiconych, często zbliżonych do koła lub owalu. Głębokości jezior są zróżnicowane; przeważają płytkie i bardzo płytkie. Najgłębsze przekraczają 30 m, co przy małych powierzchniach

Tab. 26. Morfometria jezior łączynsko-włodawskich (za: Wilgat 1956 i Michalczyk, Wilgat 1998)

Nazwa jeziora	Wysokość bezwzględna (m)	Pow. (ha)	Dł. (m)	Szerokość		Wskaźnik kształtu	Linia brzegowa		Głębokość			Wskaźnik głębok.	Poj. (tys. m ²)	Śr. nachylenie dna
				maks. (m)	śr. (m)		dł. (m)	rozwój	maks. (m)	śr. (m)	wzgl. (m)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Obradowskie	ok. 149	12,1	475	326	255	0,54	1331	1,09	1,00	0,5			60	
Czarne Gościnnieckie	152,0	11,6	447	361	260	0,58	1340	1,11	3,25	1,5	0,010	0,46	179	1° 20'
Kleszczów	153,8	53,9	1092	700	494	0,45	3042	1,17	2,35	1,3	0,003	0,55	693	0° 45'
Miejskie	154,7	45,3	691	684	471	0,49	2943	1,23	2,20	1,3	0,003	0,59	604	0° 35'
Gumienek	157,3	8,1	376	279	215	0,57	1014	1,03	7,80	3,8	0,027	0,49	307	3° 50'
Ściegienne	155,1	27,4	702	565	390	0,56	2112	1,14	5,40	2,8	0,010	0,52	756	1° 45'
Bialskie	159,6	31,7	728	526	435	0,60	2038	1,02	18,20	6,8	0,032	0,37	1258	3° 45'
Białe Sosnowickie	158,7	144,8	1920	1160	754	0,39	5426	1,27	2,70	1,3	0,002	0,48	2018	0° 30'
Czarne Sosnowickie	161,2	38,8	946	603	410	0,43	2519	1,14	15,60	5,1	0,025	0,33	1968	2° 50'
Czarne Uścimowskie	159,4	24,8	596	512	416	0,70	1823	1,03	10,30	3,7	0,021	0,36	915	2° 20'
Głębokie	158,6	20,5	585	452	350	0,60	1650	1,03	7,10	3,4	0,015	0,48	689	2° 10'
Uścimowskie	159,1	66,7	1481	562	450	0,30	3746	1,29	4,40	2,7	0,005	0,61	1795	1° 10'
Maśluchowskie (Uścimowiec)	160,1	26,7	861	393	310	0,36	2107	1,15	9,40	4,6	0,018	0,49	1231	3° 00'
Orzechówek	162,3	6,3	296	285	213	0,72	900	1,01	1,40	0,6	0,006	0,43	40	0° 50'
Krasne	164,0	75,9	1228	856	618	0,50	3514	1,14	33,00	10,8	0,039	0,32	8180	4° 55'
Łukcze	166,1	56,5	1392	510	406	0,29	3857	1,45	8,90	3,7	0,012	0,42	2091	2° 00'
Łukietek*	166,2	3,5	250	170	140	0,56	695	1,04	2,60					
Rogóżno	167,7	57,1	938	846	609	0,65	2757	1,03	25,40	7,4	0,034	0,29	4209	3° 20'
Turowolskie	165,1	3,1	250	140	124	0,50	680	1,08						
Zagłębozce	166,8	59,0	942	798	626	0,66	2873	1,06	25,00	7,3	0,033	0,29	4279	3° 15'
Brzeziczno*	170,3	8,7	430	265	202	0,47	1130	1,07	2,60					
Piaseczno	170,6	84,7	1464	819	579	0,40	3788	1,16	38,80	12,6	0,042	0,32	10674	4° 50'
Maczółki	171,8	1,1	135	100	81	0,60	375	1,01						
Nadrybie	169,6	46,8	879	689	532	0,61	2510	1,03	1,95	1,1	0,003	0,56	520	0° 30'
Bikcze	168,9	85,0	1270	878	669	0,53	3587	1,10	3,30	1,5	0,004	0,45	1269	0° 30'
Uściwierz	169,6	284,1	2448	1816	1161	0,47	6596	1,10	6,60	3,1	0,004	0,45	9167	0° 35'
Ciesacin	170,3	7,6	380	250	200	0,53	1070	1,09						
Rotcze	170,3	42,7	873	644	489	0,56	2449	1,06	4,30	1,9	0,007	0,44	826	0° 50'

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sumin	170,4	91,5	1447	857	632	0,44	4813	1,45	6,50	1,6	0,007	0,25	1454	0° 50'
Cycowe	163,6	11,3	416	363	272	0,65	1235	1,04	4,10	2,6	0,012	0,63	287	1° 55'
Zienkowski	164,0	7,6	373	285	204	0,55	1113	1,14	4,90	2,7	0,017	0,55	204	2° 45'
Gumienko	166,1	4,5	260	190	173	0,67	775	1,02						
Łukie	168,4	150,1	2234	980	672	0,30	6048	1,30	6,50	1,8	0,005	0,28	2726	0° 35'
Karaśne	167,9	3,2	245	190	137	0,53	730	1,14						
Moszne	168,2	17,5	580	470	302	0,52	1680	1,13						
Długie	168,1	28,4	990	410	287	0,29	2520	1,22						
Płotycze k. Urszulina	169,2	10,6	390	365	272	0,70	1185	1,02						
Karaśne k. Urszulina	167,9	8,7	390	320	223	0,57	1095	1,04						
Wereszczyńskie	171,9	5,2	276	244	188	0,68	819	1,01	5,20	2,6	0,023	0,50	136	3° 10'
K. wsi Lubowięż	166,2	2,7	220	160	123	0,56	625	1,07						
Laskie	165,7	23,1	715	405	323	0,45	1900	1,11						
Hańskie	164,9	2,9	225	205	129	0,55	640	1,05						
Dubeczyńskie	166,0	11,6	450	380	258	0,77	1305	1,08	2,20	1,3	0,006	0,59	203	
Rogóżno Włodawskie	157,7	2,5	200	140	125	0,62	575	1,02						
Lipiniec	157,3	4,1	248	212	165	0,67	729	1,01	7,10	3,0	0,035	0,42	123	4° 15'
Święte	159,1	5,7	334	226	171	0,51	948	1,12	9,60	3,4	0,039	0,35	194	4° 40'
Glinki	157,4	46,9	1031	652	455	0,44	3018	1,24	8,80	2,8	0,013	0,32	1342	1° 35'
Czarne	159,6	23,6	628	516	376	0,60	1909	1,11	11,40	3,0	0,023	0,26	704	2° 05'
Białe	159,1	106,4	1616	806	0,658	0,41	4262	1,17	33,60	14,1	0,033	0,42	14998	4° 40'
Księżowskie	162,2	8,1	405	250	200	0,49	1090	1,07						
Spilno	163,1	65,3	1000	870	653	0,65	3080	1,07	2,25	1,4	0,003	0,62	914	0° 30'
Koseniec	163,1	21,0	675	380	311	0,46	1840	1,12	4,20	1,3	0,009	0,31	273	1° 05'
Perespilno	165,1	24,3	875	384	278	0,32	2311	1,32	6,20	3,2	0,013	0,52	781	2° 20'
Brudzieniec*	165,5	17,8	675	350	264	0,40	1730	1,15	2,85	1,5	0,007	0,53	267	
Brudno*	164,7	40,8	1200	500	340	0,28	2870	1,27	2,50	1,5	0,004	0,62	638	
Płotycze*	166,2	16,6	650	400	255	0,39	1755	1,21	8,05	2,2	0,020	0,28	374	
Głębokie	171,8	11,4	410	350	278	0,68	1250	1,04	5,70	3,7	0,017	0,65	438	2° 45'
Syczyńskie	179,6	6,0	280	260	214	0,76	895	1,02						
Tarnowskie	182,8	2,2	270	100	81	0,30	630	1,19						
Słone	185,6	4,6	270	234	170	0,63	804	1,06	8,10	4,6	0,038	0,57	209	5° 40'
K. wsi Pniówno	189,6	7,7	334	306	231	0,69	980	1,00	3,90	1,6	0,014	0,41	121	1° 40'

* pomiar głębokości wykonany pod kierunkiem M. Turczyńskiego

daje duże głębokości średnie i znaczne nachylenia stoków. Większość jezior intensywnie zarasta, a liczne zagłębienia obecnie wypełnione torfem i gytią wskazują na zaawansowany proces zaniku jezior. Są jednak i takie jeziora, w których mineralne dno i ubóstwo roślinności brzegowej wskazują na fizjologiczną ich młodość. Rozmieszczenie jezior łęczyńsko-włodawskich przedstawiono na ryc. 2, a dane dotyczące cech morfometrycznych w tab. 26.

Informacje dotyczące powierzchni, głębokości, długości i szerokości jezior oraz ich pojemności wodnej publikowane były trzykrotnie (Wilgat 1954; Wilgat i in. 1991; Michalczyk i Wilgat 1998). Duża część tych danych morfometrycznych pochodzi jeszcze z pierwszych sondowań jezior, wykonanych przez Tadeusza Wilgata na początku lat pięćdziesiątych. W ostatnich latach pomiary głębokości kilku jezior zostały wykonane przez Marka Turczyńskiego. Z uwagi na monograficzny charakter tego opracowania włączono do tekstu tabelę zawierającą dane morfometryczne jezior (tab. 26) zamieszczoną w pracy Michalczyka i Wilgata (1998). Cechy morfometryczne jezior mają istotny wpływ na przebieg procesów fizycznych i chemicznych zachodzących w wodach. Plany batymetryczne jezior zamieszczone zostały w opracowaniach Wilgata (1954) oraz Wilgata i innych (1991). W tym opracowaniu informacje dotyczące głębokości maksymalnej jezior oraz zarys ich batymetrii zamieszczono w załączniku, na mapach zlewni jeziornych.

Jeziora reprezentują różne typy troficzne, termiczne i hydrochemiczne oraz cechują się powolną wymianą wody. W czasie budowy systemu melioracyjnego Kanału Wieprz–Krzna 6 jezior ogroblowano i zamieniono je na zbiorniki retencyjne (jeziora Domaszne, Mytycze, Krzcień, Dratów, Skomielno, Wytyckie). W przeważającej części są to jeziora o niewielkiej głębokości i bardzo małej powierzchni, a największe z nich – Jezioro Wytyckie, zamienione na zbiornik retencyjny, zajmuje 487 ha. Łączna powierzchnia wszystkich jezior wynosi 3177 ha. Pojemność poszczególnych jezior jest niewielka, najczęściej 1–2 mln m³. Największą pojemność mają jeziora: Białe k. Włodawy – 15,0 mln m³, Piaseczno 13,7 mln m³ oraz Uściwierz 9,2 mln m³. Objętość wody zretencjonowanej we wszystkich jeziorach naturalnych i zamienionych na zbiorniki retencyjne wynosi tylko 107 mln m³. Jest to ilość wody, którą można porównać z objętością odpływu z dorzecza Włodawki w roku o średniej wilgotności. W roku średnim objętość odpływu z tego dorzecza stanowi 75% pojemności wodnej wszystkich jezior.

Sieć rzeczna i odpływ

Pod względem hydrograficznym badany teren położony jest na międzyrzeczu Wieprza i Bugu, a przez jego środek przebiega dział wodny II rzędu. Część zachodnia, znajdująca się w obrębie dorzecza Wieprza, odwadniana jest przez Tyśmienicę z dopływami: Piwonią, Ochożą, Bobrówkę i Brzostówkę oraz przez Świnkę. Do Bugu odprowadza wody Włodawka z dopływami Tarasinką i Krzemianką. Mała ilość

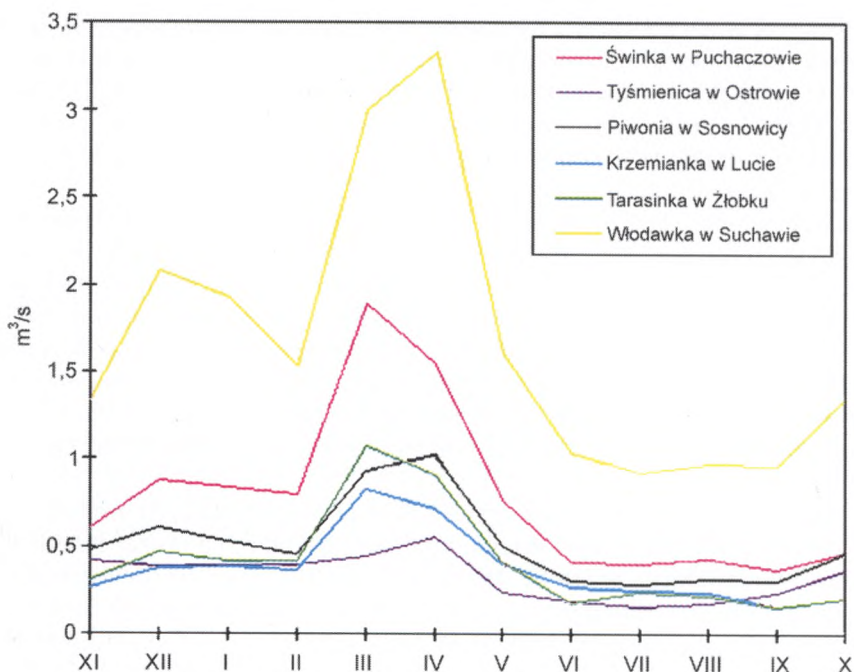
odpływającej wody nie sprzyja tworzeniu się naturalnej, dobrze wykształconej sieci odpływu. Koryta rzek Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego były wielokrotnie prostowane i pogłębiane. Odcinki rzek w pobliżu działu wodnego, dziś już nie dające się odróżnić od sztucznych rowów, nie mają wykształconych dolin, a ich spadek jest znikomy. Dalej od działu wodnego spadki są większe, a doliny wyraźniejsze. Wskazuje to na niedojrzałość systemu hydrograficznego.

Znaczne obszary Pojezierza zajmowały bagna i mokradła, które nie były włączone do sieci rzecznej. Ich powierzchnia w ostatnich dziesięciokach lat znacznie zmniejszyła się, szczególnie w obszarach zmeliorowanych (Wilgat 1963; Wilgat i in. 1991). Według opracowania IMUZ w Lublinie, wykonanego na podstawie dostępnych materiałów kartograficznych – głównie tzw. obrębówek (Guz i Kuszyk 1991), połowę powierzchni Polesia Lubelskiego zajmują wody powierzchniowe i obszary podmokłe. Natomiast na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim powierzchnia mokradeł określona została w tym opracowaniu na 7202,8 ha, co stanowi 32,1% tego subregionu.

Charakter sieci rzecznej oraz gęstość wód powierzchniowych zmieniła się po wybudowaniu Kanału Wieprz–Krzna, którego trasa przecina obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego w strefie działu wodnego II rzędu (rozdzielającego dorzecza Wieprza i Bugu). Kanał o ogólnej długości 140 km, bierze początek w miejscowości Borowica. Zasilany jest wodami Wieprza średnio w ilości około 3,0 m³/s (Michalczyk 1997). Woda w kanale płynie grawitacyjnie, podobnie jest rozprowadzana na obszary nawadniane. W górnym i środkowym odcinku kanału część wody z jego koryta infiltruje przez dno i boki do zasobów podziemnych lub dostaje się do rowów opaskowych.

Ukształtowanie terenu sprawia, że rzeki biorące początek na Pojezierzu są krótkie i zbierają wodę z małych powierzchni. Największy obszar odwadnia Włodawka – 726 km², natomiast inne rzeki górna Piwonia, Tyśmienica i Świnka zbierają wody z powierzchni od kilkudziesięciu do 300 km². Małe obszary zasilania oraz warunki klimatyczne decydują o niewielkiej ilości płynącej wody w korytach rzecznych. Średnie przepływy największych rzek wynoszą od 1 do 3 m³/s, w okresach suchych w ich korytach płynie tylko 0,05–0,3 m³/s. Średnie miesięczne przepływy rzek w latach 1976–1990 przedstawiono na ryc. 13.

Stan rozpoznania hydrologicznego obszaru Pojezierza jest ciągle słaby, głównie z powodu małej liczby punktów pomiarowych. Dane hydrometryczne zbierane są począwszy od lat pięćdziesiątych bieżącego wieku tylko w czterech punktach pomiarowych: w Okunince na Włodawce, Świnie w Puchaczowie, Piwonii w Parczewie oraz Tyśmienicy w Siemieniu. Wspomniane stacje badawcze zamykają zlewnie znajdujące się w różnych regionach fizjograficznych. Uzupełnieniem wspomnianych materiałów hydrologicznych są dane pomiarowe zebrane za okres 1976–1990, dotyczące przepływów Tarasinki w Żłobku, Krzemianki w Lucie, Włodawki w Suchawie, Piwonii w Sosnowicy oraz Tyśmienicy w Ostrowie. Wielkości odpływów całkowitych i podziemnych z poszczególnych zlewni zestawione na podstawie danych IMiGW zamieszczono w tab. 27.



Ryc. 13. Średnie miesięczne przepływy w latach 1976–1990

Tab. 27. Średnie roczne odpływy całkowite i podziemne w latach 1976–1990

Rzeka	Wodowskaz	Powierzchnia zlewni km ²	Odpływ całkowity		Odpływ podziemny		Współcz. odpływu %
			Q m ³ /s	q l/s · km ²	Q m ³ /s	q l/s · km ²	
Świnka	Puchaczów	211	0,79	3,74	0,44	2,09	56
Piwonia	Sosnowica	115	0,521	4,53	0,292	2,54	56
Piwonia	Parczew	364	1,72	4,72	1,06	2,91	62
Tyśmienica	Ostrów	192	0,627	3,27	0,295	1,54	47
Tyśmienica	Siemień	1037	4,35	4,19	2,52	2,43	58
Krzemianka	Luta	88	0,355	4,03	0,178	2,02	50
Tarasinka	Żłobek Duży	110	0,424	3,85	0,178	1,62	42
Włodawka	Suchawa	434	1,64	3,78	0,938	2,16	57
Włodawka	Okuninka	576	2,32	4,03	1,32	2,29	57
Pojezierze Łęczyńsko- -Włodawskie		1160	4,42	3,81	2,31	1,99	52

Q – przepływ, q – odpływ jednostkowy

Podstawowym wskaźnikiem charakteryzującym zasobność wodną terenu, oprócz wielkości opadu, jest odpływ. Najkorzystniejsza sytuacja jest wówczas, gdy sezonowe i wieloletnie odchylenia od wartości średnich są niewielkie. Podane w tab. 27 wielkości odpływu za okres 1976–1990 są w stosunku do danych z lat

1951–1995 wyższe około 10%. Wynika to głównie z nieco wyższego zasilania atmosferycznego w badanym piętnastolecu.

Z Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego – w okresie wielolecia 1951–1995 – przeciętnie odpływało 108 mm wody, co odpowiada odpływowi jednostkowemu $3,4 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Poza Bugiem i Wieprzem, najzasobniejsza w wodę jest Włodawka, prowadząca przy ujściu średnio $2,56 \text{ m}^3/\text{s}$. Przepływy pozostałych rzek Pojezierza nie przekraczają $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Zarówno w ujściu sezonowym, jak i rocznym wszystkie rzeki badanego obszaru cechuje duża zmienność przepływów. W okresach niżówkowych odpływ nie osiąga $1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, a w czasie długotrwałych susz spada nawet poniżej $0,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$.

Współczynniki nieregularności rocznych przepływów utrzymują się w granicach 5–8. Odpływy jednostkowe w roku suchym obniżają się do $1,0\text{--}1,6 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, a w latach wilgotnych przekraczają $6 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Rytm odpływu, typowy dla rzek o zasilaniu deszczowo-śnieżnym w tej części Europy, ma cechy odróżniające rzeki Polesia od płynących w krainach sąsiednich. Po silnie zaznaczonym maksimum odpływu w marcu, występuje minimum w lipcu, a nie jak w innych polskich rzekach w miesiącach letnio-jesiennych. Jest to konsekwencją słabego zasilania z szybko wyczerpujących się zasobów podziemnych. Najwięcej wody odpływa wiosną (III–V) – 41%, znacznie mniej latem (VI–VIII) – 18% i jeszcze mniej jesienią (IX–XI) – 16%, gdy zasoby podziemne są już silnie szcerpane, a zasilanie atmosferyczne znikome. W zimie odpływ wzrasta do 25%, czego przyczyną są nieregularnie zdarzające się odwilże.

Względnie duża nieregularność przepływów sezonowych i rocznych wynika między innymi z małych możliwości gromadzenia wody w podłożu skalnym. Podstawowym wskaźnikiem zasobności horyzontów wodonośnych drenowanych przez rzeki jest wielkość zasilania podziemnego. Przy łączności hydraulicznej wód podziemnych z powierzchniowymi jednoznacznie określa on wielkość odnawialnych zasobów wód podziemnych. Do oceny wielkości odpływu podziemnego przyjęto średnie wartości minimalnych miesięcznych przepływów zarejestrowanych w stacjach wodowskazowych IMiGW. W nadbużańskiej części terenu oraz w zlewni górnej Tyśmienicy średni wskaźnik odpływu podziemnego wynosi około 50 mm. W strefie przylegającej do północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej jego wartość nieco przekracza 60 mm. Wskaźnik odpływu podziemnego z Pojezierza obliczony dla okresu wielolecia wynosi 56 mm, co stanowi 52% wielkości całkowitego odpływu rzeczno. Średni podziemny odpływ jednostkowy ma wartość $1,77 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. W latach suchych zasilanie podziemne rzek zmniejsza się nawet do połowy wartości średnich. Podane wartości odpływu podziemnego kwalifikują obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego do terenów o bardzo małych zasobach wód podziemnych.

Działalność gospodarcza człowieka, a szczególnie melioracje odwadniające spowodowały przyspieszenie odpływu wody. Badania prowadzone na terenie Pojezierza dowodzą, że zmniejszenie tempa obiegu wody można osiągnąć przez niewielkie piętrzenia wody na całych biegach rzek. Z uwagi na specyfikę stosunków wodnych wszystkie projekty prac technicznych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim

muszą być oparte na szczegółowym rozpoznaniu warunków środowiska przyrodniczego, a ich realizacja wykonana z niezwykłą precyzją – przy uwzględnieniu specyfiki danego obiektu i terenów przyległych.

Ocena składowych bilansu wodnego

Bilans wodny jest to liczbowe ujęcie poszczególnych faz obiegu wody – przychodów i rozchodów – zastawionych dla danego obszaru za określony okres obserwacji. Przeciętne wartości bilansu wodnego określa się na podstawie wieloletnich obserwacji hydrometeorologicznych opadu i odpływu oraz ewentualnie parowania. Różnica wskaźnika opadu i odpływu, zwana deficytem odpływu, odpowiada parowaniu terenowemu oraz bezzwrotnemu zużyciu wody.

Podstawą do zestawienia bilansów wodnych były zebrane materiały hydrometeorologiczne z okresu 1951–1995. Średnia roczna suma opadu, liczona z obserwacji prowadzonych w latach 1951–1995 w stacjach Brus, Pieszowola, Hańsk, Garbatówka, Włodawa i Łęczna, wynosi na badanym terenie 550 mm (tab. 28). Na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego w roku normalnym zasilanie atmosferyczne (opad zmierzony w deszczomierzach) utrzymuje się na poziomie 530–570 mm. Z tej wielkości zasilania około 1/3 przypada na półrocze zimowe, a 2/3 na letnie.

Warunki geologiczne i geomorfologiczne wpływają na charakter obiegu wody. Z obliczeń bilansowych wykonanych przez Michalczyka (Wilgat i in. 1991) wynika, że ponad 80% wody opadowej wraca z powrotem do atmosfery. Odpływająca reszta składa się niemal po równo ze spływu powierzchniowego (48%) i odpływu podziemnego (52%). Ta równowaga wynika z płaskości terenu, utrudniającej odpływ wody oraz ograniczonej chłonności podłoża, które nie może zmagazynować dużej ilości wody w okresie jej nadmiarów, zwłaszcza wiosennych.

Płytkie występowanie wody oraz charakter użytkowania terenu sprzyjają wysokiemu parowaniu. Ewapotranspiracja potencjalna z obszarów łąk dostatecznie uwilgotnionych przekracza w okresie wegetacyjnym 600 mm (Szajda 1989). Natomiast parowanie terenowe z obszarów wyżej położonych można szacować na 450 mm. Przeciętne wartości parowania dla badanego obszaru można obliczyć jako średnie wielkości parowania terenowego i potencjalnego. Dokładniejsze wyznaczenie tych parametrów wymaga prowadzenia wieloletnich specjalistycznych obserwacji i badań terenowych. Podane niżej miesięczne wskaźniki ewapotranspiracji mają jedynie wartości orientacyjne, uzyskane poprzez dążenie do zamknięcia bilansu wodnego za okres 1951–1995.

Z zestawienia składowych bilansu wodnego wynika, że przeważająca część wody opadowej wraca do atmosfery w procesach parowania i transpiracji. W obszarach podmokłych wielkość ewapotranspiracji jest zbliżona do wartości potencjalnej, która dla okresu wegetacyjnego jest określana na 540 mm (Matul, Dworska

1972). Obliczone z bilansów wodnych miesięczne wskaźniki parowania terenowe mają mniejsze wartości. W miesiącach zimowych wskaźniki ewapotranspiracji wynosiły po kilkanaście milimetrów, a w letnich powyżej 75 mm. Dla zasobów wodnych i do oceny możliwości ich wykorzystania istotne znaczenie ma zdecydowana przewaga ewapotranspiracji nad opadem w okresie od kwietnia do sierpnia. Natomiast w półroczu zimowym wielkość parowania była dwukrotnie niższa od zasilania atmosferycznego. Stwarzało to korzystne warunki – głównie w okresie wczesnej wiosny – do uzupełniania zasobów wód podziemnych. Średnie miesięczne wskaźniki składowych obiegu wody określone dla obszaru Pojezierza zestawiono w tab. 28.

Tab. 28. Miesięczne wskaźniki składowych bilansu wodnego

Miesiąc	Opad	Odpływ	Parowanie	Stan retencji	Suma stanów retencji
XI	39,5	9,1	11,3	19,1	19,1
XII	35,7	10,9	9,0	15,8	34,9
I	29,8	9,3	8,0	12,5	47,4
II	27,2	9,5	9,3	8,4	55,8
III	28,8	16,5	19,1	-6,8	49,0
IV	37,4	16,4	38,0	-17,0	32,0
V	55,2	8,1	65,7	-18,6	13,4
VI	67,3	5,6	70,1	-8,4	5,0
VII	75,6	4,6	81,8	-10,8	-5,8
VIII	64,2	4,5	66,5	-6,8	-12,6
IX	50,6	5,2	40,8	4,6	-8,0
X	38,7	8,5	22,2	8,0	0,0
XI-IV	198,4	71,7	94,7	32,0	32,0
V-X	351,6	36,5	347,1	-32,0	-32,0
Rok	550,0	108,2	441,8	0,0	

Z zestawienia miesięcznych wartości opadu, parowania i odpływu wynika, że w półroczu letnim bilans wodny jest ujemny. Nadwyżki wody są tylko w okresie chłodnym. Opady jesienne uzupełniają deficyt wody w glebie (strefie aeracji), zwykle narastający w miesiącach letnich. Według kryterium Thorntwaite'a strefa północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej i obszar Polesia nie mogą w pełni zaspokoić potrzeb ewapotranspiracyjnych terenu. Średnie deficyty wody szacowane są na 30–50 mm (Wojciechowski 1965). Letnie bilansowe deficyty wody zapewne są uzupełniane przez dopływ wód naporowych. Ich ilość określaną w odniesieniu do całego obszaru można szacować, z oceny wartości składowych bilansu wodnego, przynajmniej na 20 mm. Dopływ wód naporowych decyduje o stałym utrzymywaniu się obszarów podmokłych, nawet w okresach wyjątkowo niskiego zasilania atmosferycznego. Wartość ta nie została uwzględniona w przedstawionej tabeli dotyczącej miesięcznych wielkości składowych obiegu wody. Uwzględnienie w bilansie wodnym dopływu wód naporowych wymagałoby również wprowadzenia poprawek w rejestracji wielkości opadu atmosferycznego oraz zmian w obliczeniach parowania terenowego, głównie z uwagi na płytkie występowanie wody, a więc dogodne warunki do transpiracji i ewaporacji.

CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI JEZIOR

Podstawa opracowania

Dane dotyczące struktury użytkowania ziemi w zlewniach jeziornych są niezbędne przy opracowaniach realizowanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Środowiska w ramach obowiązującego je systemu oceny jakości jezior (Kudelska, Cydzik, Soszka 1997). Dla analizowanego terenu istnieje jedynie opracowanie IMiGW *Wymiana wody w wybranych jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego*, w którym zawarto informacje o strukturze użytkowania ziemi w zlewniach. Materiał ten jest niejednorodny, ponieważ wykorzystano przy jego opracowaniu wiele źródeł informacji. Ponadto mapy na podstawie których dokonano analizy zlewni pochodzą z różnych okresów i miały różne skale (1 : 25 000 i 1 : 100 000). W celu ujednoczenia informacji dotyczących zlewni bezpośrednich jezior wyznaczono na mapach topograficznych – obecnie dostępnych – w podziale 1 : 10 000 ich zasięg oraz użytkowanie ziemi.

Dopływ wody do jeziora, a wraz z nią różnorodnych substancji, najszybciej odbywa się ze zlewni bezpośredniej, przylegającej do zbiornika wodnego. Zlewnia bezpośrednia, czyli obszar, z którego wody powierzchniowo spływają do jeziora, wpływa na jakość wody oraz decyduje o jego bilansie wodnym. Zlewnia bezpośrednia jeziora może obejmować tylko system odpływu powierzchniowego lub system odpływu powierzchniowego i podziemnego, nazwanego przez Eaglesona (1978) basenem odpływu. Wyznaczenie granic basenu odpływu dla jeziora możliwe jest dopiero po pełnym rozpoznaniu warunków hydrogeologicznych. Powierzchniowe działy wodne nie upoważniają w pełni do określania na ich podstawie warunków krążenia wód podziemnych.

Zlewnie jeziorne opisywane są w literaturze hydrologicznej wieloma wskaźnikami morfologicznymi: spadku, spadku bezwzględnego, kształtu, wydłużenia, wysokości bezwzględnej itp.

Wyznaczenie zlewni bezpośrednich

Wyznaczanie działów wodnych na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego jest generalnie zadaniem bardzo trudnym. Decydują o tym: płaskość terenu i rozbudowany system sztucznego odwodnienia. W warunkach naturalnych jeziora łęczyńsko-włodawskie w niewielkiej liczbie były włączone bezpośrednio do systemów rzecznych. W trakcie prac melioracyjnych (osuszeniowych) w większości zostały one włączone do sieci rzecznej poprzez sztucznie utworzoną, gęstą sieć rowów i kanałów.

W przypadku niektórych zlewni jeziornych, naturalne topograficzne działy wodne poprzecinane zostały rowami i w ten sposób otwarto zamknięte systemy. W wielu przypadkach zamieniono jeziora bezodpływowe na przepływowe. Jeziorami przepływowymi są: Białskie, Białe Sosnowickie, Bikcze, Cycowe (Komorowskie), Czarne Sosnowickie, Czarne Włodawskie, Glinki, Głębokie Cycowskie, Gumienek, Gumienko k. Lejna, Kleszczów, Łukie, Nadrybie, Płotycze k. Urszulina, Pniówno, Rogóźno, Rogóźno k. Włodawy, Sumin, Ściegienne, Uścimowskie, Uściwierz, Wereszczyńskie, Spilno-Koseniec, Zagłębobcze, Zienkowskie. Inne zlewnie zostały powierzchniowo ograniczone poprzez usypanie: grobli, nasypów kanałów, budowę dróg.

Podstawowym materiałem kartograficznym, na podstawie którego zostały wyznaczone zlewnie bezpośrednio jezior, były mapy w skali 1 : 10 000. Zdjęcie geodezyjne do ich opracowania wykonano w roku 1976. Na mapach tych wydzielonych jest 14 typów użytkowania ziemi. Są to: jezioro, inne zbiorniki wodne, łąki i pastwiska, lasy, bagna, zakrzaczenia i zadrzewienia, grunty orne, sady i ogrody, zabudowa, tereny zagospodarowane rekreacyjnie, wyrobiska, drogi utwardzone, koleje i inne (np. cementarze). Zgromadzone materiały kartograficzne dotyczące obszaru Pojezierza sprawiają największe kłopoty w jednoznacznym wydzieleniu łąk. Na przykład łąka z pojedynczymi drzewami bądź z niewielkimi skupieniami krzaków znaczone jest w tu jako kategoria „łąki i pastwiska”. Posługując się mapami w skali 1 : 10 000 można wyznaczyć więcej typów użytkowania ziemi, lecz byłoby to niecelowe przy ocenie wpływu zlewni na jakość wód jeziornych.

W opracowaniu zestawiono informacje dotyczące 50 jezior pozostających w stanie prawie naturalnym. Zamieszczono również dane dla otoczenia 6 jezior przekształconych na zbiorniki retencyjne (nie wyznaczano zlewni, gdyż dział wodny biegnie koroną nasypu). Dwie pary zlewni jeziornych: Spilno-Koseniec i Łukcze-Łukietek potraktowano łącznie. W pierwszym przypadku jest to uzasadnione stałym połączeniem obu jezior, a pomiędzy Łukczem i Łukietkiem niemożliwe jest wyznaczenie topograficznego działu wodnego. Z tego samego powodu nie wyznaczono zlewni bezpośrednich jezior położonych w obrębie Krowiego Bagna. Natomiast z obszaru wzajemnego przenikania się krajobrazów wyżynnych i poleskich, w strefie trudnej do wyznaczenia granicy Wyżyny Lubelskiej i Pojezierza, wybrano do charakterystyki kilka jezior.

Metody gromadzenia i przetwarzania informacji o zlewniach

Przy opracowywaniu informacji o zlewniach jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego wykorzystano program komputerowy ARC/INFO. Zestawiano w nim informacje przestrzenne dotyczące położenia, geometrycznych właściwości i przestrzennych relacji różnego rodzaju obiektów geograficznych.

Systemem informacji geograficznej GIS (*Geographical Information System*) nazywa się pozyskiwanie, przetwarzanie i wizualizację danych. Zawarte są w nich informacje przestrzenne oraz towarzyszące im opisy obiektów znajdujących się na terenie objętym opracowaniem. Obiekty zarejestrowane i analizowane w systemach mają określone położenie w przestrzeni oraz zdefiniowany rodzaj i zakres informacji opisowych. Systemy GIS są narzędziem wspomagającym podejmowanie decyzji o charakterze prawnym, administracyjnym i gospodarczym oraz są pomocne w planowaniu przestrzennym. Składają się one z bazy danych utworzonej dla określonego obszaru oraz z metod i technik systematycznego zbierania, aktualizowania i dostarczania danych.

Dla charakterystyki jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego opracowano system informacji geograficznej o ich zlewniach. Informację o przestrzeni zlewni zapisano w jednorodnych warstwach informacyjnych (np. użytkowanie ziemi w zlewni). Dzięki temu możliwa jest aktualizacja informacji zgromadzonych w bazie danych poprzez modyfikację tylko tych warstw, w których zmiany są konieczne (bez wprowadzania zmian w całej bazie oraz określanie relacji między obiektami). System umożliwia wspólne prezentowanie oraz przetwarzanie warstw informacyjnych, dając w efekcie kompleksowy obraz cech zlewni dostosowany treścią do wymagań stawianych przez użytkownika.

Wydzielenia użytkowania ziemi przedstawione na mapach topograficznych zostały zdigitalizowane i umieszczone w bazie danych systemu GIS. Stanowi ona również podstawę uzyskania danych morfometrycznych, takich jak powierzchnia jeziora czy długość linii brzegowej.

Powierzchnia i struktura użytkowania ziemi w zlewniach

Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie zajmuje powierzchnię około 1160 km², a wyznaczone zlewnie bezpośrednie (ze zbiornikami retencyjnymi) 177 km², czyli 15,2% całego obszaru. Zlewnie są przeważnie małe, gdyż tylko 11 ma obszar większy od 5 km². Największa z nich zlewnia jeziora Spilno-Koseniec obejmuje powierzchnię 17,8 km², najmniejsza – jeziora Gumienek zaledwie 0,2 km². Zestawienie powierzchni zlewni jezior zamieszczono w tab. 29.

Tab. 29. Powierzchnia zlewni jezior (według wielkości)

Jezioro	Powierzchnia zlewni (ha)	Jezioro	Powierzchnia zlewni (ha)
Spilno i Koseniec	1782,22	Nadrybie	222,93
Białe Sosnowickie	941,38	Wereszczyńskie	218,14
Brudno	805,90	Obradowskie	213,91
Rogóżno	774,79	Białskie	208,34
Moszne	727,68	Pniówno	202,93
Brzeziczno	666,51	Bikcze	183,32
Brudzieniec	651,14	Głębokie	173,82
Płotycze k. Urszulina	565,25	Karaśne	170,78
Łukie	564,03	Miejskie	161,73
Uściwierz	532,30	Glinki	159,70
Słone	526,42	Rotcze	157,19
Zagłębcze	463,64	Płotycze	151,27
Syczyńskie	458,17	Ciesacin	135,08
Łukcze i Łukietek	455,36	Cycowe	131,28
Długie	426,15	Maśluchowskie	113,86
Czarne Sosnowickie	358,20	Księżowskie	110,85
Zienkowskie	330,78	Głębokie Cycowskie	103,02
Uścimowskie	318,36	Rogóżno Włodawskie	97,72
Piaszczno	284,88	Ściegienne	87,59
Czarne Włodawskie	268,98	Czarne Gościńskie	81,61
Krasne	265,27	Gumienko	57,45
Perespilno	255,87	Uściwierzek	49,43
Kleszczów	253,38	Święte	41,27
Karaśne k. Urszulina	248,97	Maczółki	24,14
Białe Włodawskie	230,47	Gumienek	21,50

Użytkowanie terenu na Pojezierzu zmieniało się w czasie. Pod grunty orne i osadnictwo zajmowano tereny wyżej położone, a obszary podmokłe przekształcano na łąki kośne. Mimo dynamicznie zmieniającego się w ostatnich dwóch stuleciach układu przestrzennego obszarów leśnych, całkowita powierzchnia zajmowana przez lasy i zakrzaczenia ulegała niewielkim zmianom. (Wilgat i in. 1997). Szczegółową charakterystykę użytkowania ziemi w zlewniach jezior zestawiono w tab. 30.

Tab. 30 . Struktura użytkowania ziemi w zlewniach jezior (ha i procenty)

Nr na mapie	7	8	49	25	55	54	21
Nazwa	Bialskie	Białe Sosnowickie	Białe Włodawskie	Bikcze	Brudno	Brudzieniec	Brzeziczno
Jezioro	33,50	136,90	106,50	73,99	40,14	17,80	8,69
%	16,08	14,54	46,21	40,36	4,98	2,73	1,30
Łąki i pastwiska	14,31	37,46	33,85	85,50	92,68	2,24	3,12
%	6,87	3,98	14,69	46,64	11,50	0,34	0,47
Lasy	83,55	579,12	9,71	0,26	599,12	543,92	296,98
%	40,10	61,52	4,21	0,14	74,34	83,53	44,56
Zakrzaczenia i zadrzewienia	7,87	13,74	2,28	0,12	73,90	78,10	68,24
%	3,78	1,46	0,99	0,07	9,17	11,99	10,24
Grunty orne	38,47	34,93	18,42	18,14	0,00	2,61	277,22
%	18,47	3,71	7,99	9,89	0,00	0,40	41,59
Zabudowania	4,87	2,24	0,73	0,16	0,06	0,38	4,53
%	2,34	0,24	0,32	0,09	0,01	0,06	0,68
Tereny rekreacyjne	18,53	0,00	53,39	0,00	0,00	0,00	1,15
%	8,89	0,00	3,16	0,00	0,00	0,00	0,17
Drogi utwardzone	3,98	2,43	4,15	0,00	0,00	5,98	0,72
%	1,91	0,26	1,80	0,00	0,00	0,92	0,11
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Inne zbiorniki wodne	2,66	132,48	0,00	5,16	0,00	0,00	0,00
%	1,28	14,07	0,00	2,82	0,00	0,00	0,00
Sady	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,86
%	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88
Bagna	0,00	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wyrobiska	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Inne	0,00	0,00	1,44	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	208,34	941,38	230,47	183,32	805,90	651,14	666,51

Nr na mapie	27	30	2	9	48	36
Nazwa	Ciesacin	Cycowe	Czarne Gościńskie	Czarne Sosnowickie	Czarne Włodawskie	Długie
Jezioro	7,90	8,77	11,12	38,96	22,77	28,71
%	5,85	6,68	13,62	10,88	8,47	6,74
Łąki i pastwiska	63,61	0,02	31,75	0,99	31,62	35,29
%	47,09	0,01	38,90	0,28	11,76	8,28
Lasy	19,35	0,00	24,41	273,33	172,45	257,17
%	14,32	0,00	29,91	76,31	64,11	60,35
Zakrzaczenia i zadrzewienia	1,88	41,02	2,72	40,62	9,57	69,71
%	1,39	31,25	3,33	11,34	3,56	16,36
Grunty orne	37,72	1,44	11,61	3,99	18,91	23,33
%	27,93	1,10	14,23	1,11	7,03	5,47
Zabudowania	1,26	36,27	0,00	0,00	0,13	0,45
%	0,93	27,63	0,00	0,00	0,05	0,11
Tereny rekreacyjne	0,00	0,41	0,00	0,00	9,11	0,00
%	0,00	0,32	0,00	0,00	3,39	0,00
Drogi utwardzone	1,13	42,64	0,00	0,00	2,24	0,00
%	0,84	32,48	0,00	0,00	0,83	0,00
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne zbiorniki wodne	1,12	0,00	0,00	0,32	2,06	0,41
%	0,83	0,00	0,00	0,09	0,77	0,10
Sady	1,11	0,70	0,00	0,00	0,08	0,78
%	0,82	0,54	0,00	0,00	0,03	0,18
Bagna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,31
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42
Wyrobiska	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Inne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	135,08	131,28	81,61	358,20	268,98	426,15

Nr na mapie	47	57	11	5	32	34
Nazwa	Glinki	Głębokie Cycowskie	Głębokie Uścimowskie	Gumienek	Gumienko	Karaśne
Jezioro	40,92	11,30	20,27	8,48	4,33	3,47
%	25,62	10,97	11,66	39,44	7,53	2,03
Łąki i pastwiska	15,11	18,53	8,12	1,63	27,02	87,61
%	9,46	17,98	4,67	7,57	47,03	51,30
Lasy	68,26	0,86	0,99	5,13	8,34	17,45
%	42,74	0,84	0,57	23,86	14,52	10,22
Zakrzaczenia i zadrzewienia	8,96	0,56	0,67	1,36	0,05	8,85
%	5,61	0,55	0,39	6,31	0,09	5,18
Grunty orne	25,96	59,28	127,72	4,40	17,39	42,77
%	16,25	57,55	73,48	20,45	30,26	25,04
Zabudowania	0,41	5,24	7,25	0,00	0,00	0,47
%	0,26	5,08	4,17	0,00	0,00	0,28
Tereny rekreacyjne	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00
Drogi utwardzone	0,00	1,32	0,69	0,00	0,00	0,00
%	0,00	1,28	0,40	0,00	0,00	0,00
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne zbiorniki wodne	0,08	2,84	0,59	0,00	0,32	0,91
%	0,05	2,76	0,34	0,00	0,56	0,53
Sady	0,00	3,08	7,52	0,00	0,00	0,54
%	0,00	2,99	4,33	0,00	0,00	0,31
Bagna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,71
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,10
Wyrobiska	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	159,70	103,02	173,82	21,50	57,45	170,78

Nr na mapie	38	3	15	50	16 i 17	33
Nazwa	Karaśne k. Urszulina	Kleszczów	Krasne	Książowskie	Łukcze i Łukietek	Łukie
Jezioro	8,82	50,00	74,92	7,86	56,52	136,74
%	3,54	19,73	28,24	7,09	12,41	24,24
Łąki i pastwiska	79,95	46,96	36,64	5,95	45,48	175,85
%	32,11	18,53	13,81	5,36	9,99	31,18
Lasy	110,62	42,19	19,79	88,68	67,28	77,19
%	44,43	16,65	7,46	80,00	14,78	13,69
Zakrzaczenia i zadrzewienia	0,54	22,19	1,15	8,36	33,03	12,44
%	0,22	8,76	0,43	7,55	7,25	2,20
Grunty orne	45,83	90,51	96,41	0,00	191,85	125,32
%	18,41	35,72	36,34	0,00	42,13	22,22
Zabudowania	2,01	0,90	4,67	0,00	2,74	4,43
%	0,81	0,36	1,76	0,00	0,60	0,79
Tereny rekreacyjne	0,00	0,00	1,35	0,00	53,35	0,00
%	0,00	0,00	0,51	0,00	11,72	0,00
Drogi utwardzone	0,00	0,00	3,33	0,00	3,66	0,00
%	0,00	0,00	1,25	0,00	0,80	0,00
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne zbiorniki wodne	0,42	0,00	23,16	0,00	0,60	0,19
%	0,17	0,00	8,73	0,00	0,13	0,03
Sady	0,78	0,62	0,32	0,00	0,64	1,64
%	0,31	0,24	0,12	0,00	0,14	0,29
Bagna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	30,23
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	5,36
Wyrobiska	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Inne	0,00	0,00	3,52	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00
Razem	248,97	253,38	265,27	110,85	455,36	564,03

Nr na mapie	13	4	35	23	24	1	53
Nazwa	Maśluchow- skie	Miejskie	Moszne	Maczólki	Nadrybie	Obradowskie	Perespilno
Jezioro	27,01	45,40	17,56	1,03	43,98	11,88	24,23
%	23,72	28,07	2,41	4,26	19,73	5,55	9,47
Łąki i pastwiska	5,53	33,15	226,60	0,00	88,83	20,31	0,56
%	4,86	20,50	31,14	0,00	39,85	9,49	0,22
Lasy	2,20	0,00	336,21	0,00	2,08	151,77	198,39
%	1,93	0,00	46,20	0,00	0,94	70,95	77,54
Zakrzaczenia i zadrzewienia	0,21	5,00	41,78	0,00	21,57	27,76	23,68
%	0,18	3,09	5,74	0,00	9,68	12,98	9,25
Grunty orne	71,28	74,68	77,10	23,11	47,61	0,00	0,20
%	62,61	46,18	10,60	95,74	21,36	0,00	0,08
Zabudowania	3,49	0,00	5,32	0,00	6,47	0,00	0,00
%	3,07	0,00	0,73	0,00	2,90	0,00	0,00
Tereny rekreacyjne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Drogi utwardzone	1,95	0,00	1,77	0,00	0,00	2,19	0,00
%	1,71	0,00	0,24	0,00	0,00	1,02	0,00
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne zbiorniki wodne	0,05	0,69	2,11	0,00	3,16	0,00	0,00
%	0,04	0,43	0,29	0,00	1,42	0,00	0,00
Sady	1,23	0,00	2,37	0,00	9,22	0,00	0,00
%	1,08	0,00	0,33	0,00	4,13	0,00	0,00
Bagna	0,00	2,80	16,83	0,00	0,00	0,00	8,68
%	0,00	1,73	2,31	0,00	0,00	0,00	3,39
Wyrobiska	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,13
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Inne	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	113,86	161,73	727,68	24,14	222,93	213,91	255,87

Nr na mapie	22	56	37	61	18	44
Nazwa	Piaseczno	Plotyche	Plotyche k. Urszulina	Pniówno	Rogóżno	Rogóżno Włodawskie
Jezioro	83,20	16,04	10,88	4,45	52,24	2,21
%	29,21	10,60	1,92	2,19	6,74	2,27
Łąki i pastwiska	27,00	3,97	206,40	58,74	81,65	26,62
%	9,48	2,62	36,51	28,95	10,54	27,24
Lasy	67,50	104,27	145,02	0,15	288,36	12,11
%	23,69	68,93	25,66	0,08	37,22	12,39
Zakrzaczenia i zadrzewienia	8,29	1,16	3,21	0,00	34,61	1,33
%	2,91	0,77	0,57	0,00	4,47	1,36
Grunty orne	82,15	24,86	187,48	113,10	292,62	48,64
%	28,84	16,43	33,17	55,74	37,77	49,78
Zabudowania	1,23	0,98	5,77	16,33	6,81	4,64
%	0,43	0,65	1,02	8,05	0,88	4,75
Tereny rekreacyjne	12,02	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00
%	4,22	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
Drogi utwardzone	1,28	0,00	2,15	0,00	2,01	1,88
%	0,45	0,00	0,38	0,00	0,26	1,93
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne zbiorniki wodne	0,31	0,00	0,59	0,00	4,99	0,13
%	0,11	0,00	0,10	0,00	0,64	0,13
Sady	1,90	0,00	1,39	9,50	8,12	0,11
%	0,67	0,00	0,25	4,68	1,05	0,11
Bagna	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00
Wyrobiska	0,00	0,00	1,24	0,42	1,15	0,03
%	0,00	0,00	0,22	0,21	0,15	0,03
Inne	0,00	0,00	0,27	0,23	0,27	0,00
%	0,00	0,00	0,05	0,12	0,03	0,00
Razem	284,88	151,27	565,25	202,93	774,79	97,72

Nr na mapie	28	54	51 i 52	58	6	46	12
Nazwa	Rotcze	Stone	Spilno i Koseniec	Syczyńskie	Ściegienne	Święte	Uścimowskie
Jezioro	45,79	3,35	86,37	5,71	24,42	5,39	58,41
%	29,13	0,64	4,85	1,25	27,88	13,05	18,35
Łąki i pastwiska	51,00	177,97	356,33	106,52	19,50	5,72	42,50
%	32,45	33,80	19,99	23,25	22,26	13,87	13,35
Lasy	13,87	36,81	942,72	0,53	1,70	12,23	0,22
%	8,82	6,99	52,90	0,12	1,94	29,64	0,07
Zakrzaczenia i zadrzewienia	0,00	3,83	111,80	1,11	0,24	4,36	0,16
%	0,00	0,73	6,27	0,24	0,28	10,56	0,05
Grunty orne	41,19	288,4	272,42	300,45	38,33	13,43	195,77
%	26,20	54,89	15,29	65,58	43,76	32,56	61,49
Zabudowania	0,85	8,05	12,46	12,09	2,28	0,13	13,00
%	0,54	1,53	0,70	2,64	2,61	0,32	4,08
Tereny rekreacyjne	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Drogi utwardzone	0,47	2,07	0,00	3,87	0,88	0,00	2,15
%	0,30	0,39	0,00	0,85	1,01	0,00	0,67
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne zbiorniki wodne	0,35	0,35	0,12	9,90	0,00	0,00	1,14
%	0,22	0,07	0,01	2,16	0,00	0,00	0,36
Sady	1,50	3,15	0,00	17,09	0,22	0,00	4,70
%	0,96	0,59	0,00	3,73	0,26	0,00	1,48
Bagna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wyrobiska	0,00	2,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,33
%	0,00	0,38	0,00	0,19	0,00	0,00	0,10
Inne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	157,19	526,42	1782,22	458,17	87,59	41,27	318,36

Nr na mapie	26	24a	39	20	31
Nazwa	Uściwierz	Uściwierzek	Wereszczyńskie	Zagłębcze	Zienkowskie
Jezioro	256,30	0,80	3,24	55,06	6,16
%	48,15	1,62	1,49	11,88	1,86
Łąki i pastwiska	204,53	4,16	91,86	159,95	99,18
%	38,42	8,41	42,11	34,50	29,98
Lasy	0,40	0,00	0,00	155,39	91,70
%	0,07	0,00	0,00	33,52	27,72
Zakrzaczenia i zadrzewienia	1,08	43,36	0,10	12,57	22,95
%	0,20	87,72	0,05	2,71	6,94
Grunty orne	65,27	0,46	99,50	57,45	86,58
%	12,26	0,93	45,61	12,39	26,17
Zabudowania	1,92	0,00	5,54	3,69	20,97
%	0,36	0,00	2,54	0,79	6,34
Tereny rekreacyjne	0,00	0,00	0,00	9,79	0,00
%	0,00	0,00	0,00	2,11	0,00
Drogi utwardzone	0,00	0,00	1,08	1,52	2,23
%	0,00	0,00	0,50	0,33	0,67
Koleje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne zbiorniki wodne	0,61	0,65	0,16	5,31	0,01
%	0,12	1,32	0,07	1,15	0,00
Sady	1,67	0,00	14,05	2,83	0,00
%	0,31	0,00	6,44	0,61	0,00
Bagna	0,00	0,00	2,60	0,00	0,00
%	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00
Wyrobiska	0,00	0,00	0,00	0,09	1,01
%	0,00	0,00	0,00	0,02	0,30
Inne	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00
%	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	532,30	49,43	218,14	463,64	330,78

Klasyfikacja zlewni jeziornych

Dopływ materii do jeziora uwarunkowany jest cechami środowiska fizyczno-geograficznego zlewni, z których najwyższą wagę Bajkiewicz-Grabowska (1985) nadaje użytkowaniu terenu oraz jeziorności wyrażonej współczynnikiem Ohlego. Informacje dotyczące zlewni wykorzystywane w kryteriach systemu oceny jakości jezior (SOJJ) zestawiono w kilku tabelach (31, 32, 33).

Tab. 31. Klasyfikacja zlewni jezior według wielkości współczynnika Ohlego

Nazwa jeziora	Jezioro	Razem	Wsp. Ohlego	Nazwa jeziora	Jezioro	Razem	Wsp. Ohlego
Słone	3,35	526,42	157,10	Płotycze	16,04	151,27	9,43
Syczyńskie	5,71	458,17	80,20	Czarne Sosnowickie	38,96	358,20	9,19
Brzeziczno	8,69	666,51	76,70	Głębokie Cycowskie	11,30	103,02	9,12
Wereszczyńskie	3,24	218,14	67,30	Głębokie	20,27	173,82	8,57
Uściwierzek	0,80	49,43	61,85	Zagłębcze	55,06	463,64	8,42
Zienkowskie	6,16	330,78	53,73	Łukcze i Łukietek	56,52	455,36	8,06
Płotycze k. Urszulina	10,88	565,25	51,95	Święte	5,39	41,27	7,66
Karaśne	3,47	170,78	49,26	Czarne Gościńskie	11,12	81,61	7,34
Pniówno	4,45	202,93	45,64	Białe Sosnowickie	136,90	941,38	6,88
Rogóżno Włodawskie	2,21	97,72	44,14	Białskie	33,50	208,34	6,22
Moszne	17,56	727,68	41,44	Uścimowskie	58,41	318,36	5,45
Brudzieniec	17,80	651,14	36,58	Nadrybie	43,98	222,93	5,07
Karaśne k. Urszulina	8,82	248,97	28,23	Kleszczów	50,00	253,38	5,07
Maczółki	1,03	24,14	23,46	Maśluchowskie	27,01	113,86	4,22
Spilno i Koseniec	86,37	1782,22	20,64	Łukie	136,74	564,03	4,12
Brudno	40,14	805,90	20,08	Glinki	40,92	159,70	3,90
Obradowskie	11,88	213,91	18,00	Ściegienne	24,42	87,59	3,59
Ciesacin	7,90	135,08	17,11	Miejskie	45,40	161,73	3,56
Cycowe	8,77	131,28	14,97	Krasne	74,92	265,27	3,54
Długie	28,71	426,15	14,85	Rotcze	45,79	157,19	3,43
Rogóżno	52,24	774,79	14,83	Piaseczno	83,20	284,88	3,42
Księżowskie	7,86	110,85	14,11	Gumienek	8,48	21,50	2,54
Gumienko	4,33	57,45	13,27	Bikcze	73,99	183,32	2,48
Czarne Włodawskie	22,77	268,98	11,81	Białe Włodawskie	106,50	230,47	2,16
Perespilno	24,23	255,87	10,56	Uściwierz	256,30	532,30	2,08

Wskaźnikiem charakteryzującym udział powierzchni wodnej jeziora w zlewni jest współczynnik Ohlego. Wyraża on procentowy udział jeziora w powierzchni jego zlewni. Duże wartości świadczą o niewielkim udziale powierzchni wody jeziora w całej powierzchni zlewni. Małe natomiast informują o bliskości działu wodnego w stosunku do jeziora (tab. 31). W tabeli tej podano powierzchnie jeziora, łączną powierzchnię zlewni lądowej i jeziora (razem) oraz wartość współczynnika Ohlego. Zestawienie to ukazuje duże zróżnicowanie potencjalnych możliwości dopływu materii do jezior łączyńsko-włodawskich. Wartość współczynnika Ohlego różnicuje zlewnie aż 75-krotnie.

Najsilniejsze oddziaływanie na wody jeziora mają obszary przylegające bezpośrednio do jego linii brzegowej. Zdaniem Kudelskiej, Cydzik i Soszki (1997) powierchnie porośnięte lasami i krzewami są terenami zdecydowanie hamującymi dopływ substancji biogennych do jeziora. Przypisano im najwyższą – pierwszą kategorię odporności na degradację. W tab. 32 uszeregowano zlewnie od najodporniejszych (zapewniających naturalne funkcjonowanie jeziora) do zlewni o małej odporności, z których najłatwiej mogą przenikać substancje biogenne do wód jeziornych.

Tab. 32. Zlewnie jeziorne według stopnia zalesienia i zakrzaczenia (%) – od najbardziej do najmniej odpornych

Zlewnia jeziora	Lasy	Zakrzaczenia	Razem	Zlewnia jeziora	Lasy	Zakrzaczenia	Razem
Brudzieniec	83,53	11,99	95,53	Płotycze k. Urszulina	25,66	0,57	26,22
Uściwierzek	0,00	87,72	87,72	Kleszczów	16,65	8,76	25,41
Czarne Sosnowickie	76,31	11,34	87,65	Łukcze i Łukietek	14,78	7,25	22,03
Księżowskie	80,00	7,55	87,55	Łukie	13,69	2,20	15,89
Perespilno	77,54	9,25	86,79	Ciesacin	14,32	1,39	15,71
Obradowskie	70,95	12,98	83,93	Karaśne	10,22	5,18	15,40
Brudno	74,34	9,17	83,51	Gumienko	14,52	0,09	14,61
Długie	57,66	16,36	74,02	Rogóżno Włodawskie	12,39	1,36	13,76
Płotycze	68,93	0,77	69,69	Nadrybie	0,94	9,68	10,61
Czarne Włodawskie	64,11	3,56	67,67	Rotcze	8,82	0,00	8,82
Białe Sosnowickie	61,52	1,64	62,89	Krasne	7,46	0,43	7,89
Spilno i Koseniec	52,90	6,27	59,17	Białe Włodawskie	4,21	0,99	5,20
Cycowe	27,63	31,29	58,92	Miejskie	0,00	3,09	3,09
Brzeziczno	44,56	10,24	54,80	Ściegienne	1,94	0,28	2,22
Moszne	46,20	5,74	51,95	Maśluchowskie	1,93	0,18	2,12
Glinki	42,74	5,61	48,36	Głębokie Cycowskie	0,84	0,55	1,38
Karaśne k. Urszulina	44,34	0,22	44,65	Głębokie	0,57	0,39	0,95
Bialskie	40,10	3,78	43,88	Syczyńskie	0,12	0,24	0,36
Święte	29,64	10,56	40,20	Uściwierz	0,07	0,20	0,28
Zagłębocze	33,52	2,71	36,23	Bikcze	0,14	0,07	0,21
Rogóżno	30,85	4,47	35,31	Uścimowskie	0,07	0,05	0,12
Zienkowskie	27,72	6,94	34,66	Pniówno	0,08	0,00	0,08
Czarne Gościńskie	29,91	3,33	33,24	Wereszczyńskie	0,00	0,05	0,05
Gumienek	23,86	6,31	30,17	Maczółki	0,00	0,00	0,00
Piaseczno	23,69	2,91	26,61				

Największe względne powierzchnie leśne w zlewniach, w których las zajmuje ponad 75% jej obszaru, położone są głównie na terenie województwa chełmskiego (tab. 33). W czterech zlewniach, które można uznać za wybitnie leśne, powierzchnia zajęta przez las przekracza 75% – Brudzieniec 83,3%, Księżowskie 80,0%, Perespilno 77,74% i Czarne Sosnowickie 76,31%. W siedmiu dalszych zlewniach stwierdza się dominujący udział lasu w strukturze użytkowania – w granicach 50–75% (tab. 33). Jeziora o zlewniach całkowicie bezleśnych w 1976 r. – Miejskie, Maczółki, Uściwierzek, Wereszczyskie.

Tab. 33. Zlewnie o dominującym udziale powierzchni leśnych

Nazwa zlewni	Udział lasu (%)
Brudzieniec	83,53
Księżowskie	80,00
Perespilno	77,54
Czarne Sosnowickie	76,31
Brudno	74,34
Obradowskie	70,95
Płotycze	68,93
Czarne Włodawskie	64,11
Białe Sosnowickie	61,52
Długie	57,66
Spilno i Koseniec	52,90

Drugą kategorię zagrożeń przypisano zlewniom, w których obok dużych powierzchni leśnych pojawiają się grunty orne (tab. 34). W obszarach tych istnieje podwyższone ryzyko przedostania się nutrientów do wód jeziora.

Tab. 34. Zlewnie o średniej (drugiej) kategorii podatności na degradację

Nazwa jeziora	Lasy i zakrzaczenia	Grunty orne	Nazwa jeziora	Lasy i zakrzaczenia	Grunty orne
Bialskie	43,88	18,47	Miejskie	3,09	46,18
Białe Włodawskie	5,20	7,99	Moszne	51,95	10,60
Bikcze	0,21	9,89	Nadrybie	10,61	21,36
Brzeziczno	54,80	41,59	Piasieczno	26,61	28,84
Ciesacin	15,71	27,93	Płotycze k. Urszulina	26,22	33,17
Cycowe	58,92	32,67	Pniówno	0,08	55,74
Czarne Gościnnieckie	33,24	14,23	Rogóżno	35,31	44,14
Glinki	48,36	16,25	Rogóżno Włodawskie	13,76	49,78
Głębokie Cycowskie	1,38	57,55	Rotcze	8,82	26,20
Gumienek	30,17	20,45	Ściegienne	2,22	43,76
Gumienko	14,61	30,26	Święte	40,20	32,56
Karaśne	15,40	25,04	Uściwierz	0,28	12,26
Karaśne k. Urszulina	44,65	18,41	Wereszczyńskie	0,05	45,61
Kleszczów	25,41	35,72	Spilno i Koseniec	59,17	15,29
Krasne	7,89	36,34	Zagłębcze	36,23	12,39
Łukcze i Łukietek	22,03	42,13	Zienkowskie	34,66	26,17
Łukie	15,89	22,22			

Zlewnie typowo rolnicze, o przeważającym udziale gruntów ornych, zaliczono do trzeciej kategorii podatności na degradację (tab. 35). Z terenów rolnych istnieje potencjalnie największa możliwość dostawy materii do jeziora.

Tab. 35. Zlewnie trzeciej kategorii podatności na degradację

Nr	Nazwa jeziora	Grunty orne %
23	Maczółki	95,74
11	Głębokie Uścimowskie	73,48
58	Syczyńskie	65,58
13	Maśluchowskie	62,61
12	Uścimowskie	61,49

Stopień oddziaływania człowieka na środowisko może być bardzo silny, zniekształcający naturalne krajobrazy Pojezierza. W tab. 36 zestawiono strukturę użytkowania gruntów w zlewniach według stopnia oddziaływania gospodarczego człowieka. Zlewnie najintensywniej zagospodarowane znajdują się w zachodniej części Pojezierza oraz w obszarze przylegającym do Wyżyny Lubelskiej. Natomiast te, które można uznać za najmniej zdegradowane działalnością gospodarczą człowieka położone są we wschodniej części regionu (woj. chełmskie).

Nowym, coraz bardziej nasilającym się sposobem zagospodarowania obszarów zlewni jest ich wykorzystanie rekreacyjne. Wszelkiego rodzaju zabudowa rekreacyjna (ośrodki, domki letniskowe, punkty gastronomiczne, kempingi itp.) zajmuje zbyt duże, przekraczające normy chłonności rekreacyjnej, powierzchnie w zlewniach jezior: Białego Włodawskiego, Łukcza, Bialskiego i Piaseczna (tab. 37).

Tab. 37. Zlewnie jezior zagospodarowane rekreacyjnie

Nazwa jeziora	Tereny rekreacyjne
Białe Włodawskie	23,16
Łukcze i Łukietek	11,72
Bialskie	8,89
Piaseczno	4,22
Czarne Włodawskie	3,39
Gumienek	2,38
Zagłębocze	2,11
Rotcze	1,38
Krasne	0,51
Cycowe	0,32
Rogóżno	0,25

Charakterystyczne dla Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są krajobrazy, w których powierzchnie wody, łąk, bagien, lasów i zakrzaczeń zajmują duże obszary. Decydują one przede wszystkim o atrakcyjności przyrodniczej terenu, jednocześnie wskazują na potrzebę objęcia szczególną ochroną zlewni o naturalnym sposobie użytkowania ziemi. W tab. 38 przedstawiono uporządkowaną listę zlewni jeziornych – od najbardziej naturalnych do najintensywniej przekształconych. Trzy pierwsze zlewnie jezior znajdują się we wschodniej części regionu – w granicach Sobiborskiego Parku Krajobrazowego, co gwarantuje im zachowanie naturalnego charakteru.

Należy wyraźnie zaznaczyć, że klasyfikowanie zlewni według użytkowania ziemi jest pomocne przy ocenie odporności jezior na oddziaływanie warunków zewnętrznych, ale nie jest jedynym kryterium typowania obszaru do ochrony.

Tab. 38. Klasyfikacja zlewni według zachowania naturalnych form użytkowania ziemi

Nazwa jeziora	Jezioro	Łąki i pastwiska	Lasy	Zakrzaczenia i zadrzewienia	Inne zbiorniki wodne	Bagna	Razem
Książowskie	7,09	5,36	80,00	7,55	0,00	0,00	100,00
Brudno	4,98	11,50	74,34	9,17	0,00	0,00	99,99
Perespilno	9,47	0,22	77,54	9,25	0,00	3,39	99,87
Uściwierzek	1,62	8,41	0,00	87,72	1,32	0,00	99,07
Obradowskie	5,55	9,49	70,95	12,98	0,00	0,00	98,97
Czarne Sosnowickie	10,88	0,28	76,31	11,34	0,09	0,00	98,89
Brudzieniec	2,73	0,34	83,53	11,99	0,00	0,00	98,61
Białe Sosnowickie	14,54	3,98	61,52	1,46	14,07	0,18	95,76
Długie	6,74	8,28	57,66	16,36	0,10	5,34	94,47
Bikcze	40,36	46,64	0,14	0,07	2,82	0,00	90,02
Czarne Włodawskie	8,47	11,76	64,11	3,56	0,77	0,00	88,66
Moszne	2,41	31,14	46,20	5,74	0,29	2,31	88,10
Uściwierz	48,15	38,42	0,07	0,20	0,12	0,00	86,97
Czarne Gościńskie	13,62	38,90	29,91	3,33	0,00	0,00	85,77
Spilno i Koseniec	4,85	19,99	52,90	6,27	0,01	0,00	84,02
Zagłębcze	11,88	34,50	33,52	2,71	1,15	0,00	83,75
Glinki	25,62	9,46	42,74	5,61	0,05	0,00	83,49
Płotycze	10,60	2,62	68,93	0,77	0,00	0,00	82,92
Karaśne k. Urszulina	3,54	32,11	44,43	0,22	0,17	0,00	80,47
Gumienek	39,44	7,57	23,86	6,31	0,00	0,00	77,18
Łukie	24,24	31,18	13,69	2,20	0,03	5,36	76,70
Karaśne	2,03	51,30	10,22	5,18	0,53	5,10	74,37
Nadrybie	19,73	39,85	0,94	9,68	1,42	0,00	71,61
Rotcze	29,13	32,45	8,82	0,00	0,22	0,00	70,62
Gumienko	7,53	47,03	14,52	0,09	0,56	0,00	69,74
Ciesacin	5,85	47,09	14,32	1,39	0,83	0,00	69,48
Białskie	16,08	6,87	40,10	3,78	1,28	0,00	68,10
Święte	13,05	13,87	29,64	10,56	0,00	0,00	67,12
Zienkowskie	1,86	29,98	27,72	6,94	0,00	0,00	66,51
Cycowe	6,68	0,87	27,63	31,29	0,01	0,00	66,48
Białe Włodawskie	46,21	14,69	4,21	0,99	0,00	0,00	66,10
Piaseczno	29,21	9,48	23,69	2,91	0,11	0,00	65,40
Płotycze k. Urszulina	1,92	36,51	25,66	0,57	0,10	0,15	64,92
Kleszczów	19,73	18,53	16,65	8,76	0,00	0,00	63,68
Krasne	28,24	13,81	7,46	0,43	8,73	0,00	58,68
Brzeziczno	1,30	0,47	44,56	10,24	0,00	0,00	56,57
Miejskie	28,07	20,50	0,00	3,09	0,43	1,73	53,82
Rogóżno	6,74	10,54	30,85	4,47	0,64	0,00	53,24
Ściegienne	27,88	22,26	1,94	0,28	0,00	0,00	52,36
Wereszczyńskie	1,49	42,11	0,00	0,05	0,07	1,19	44,91
Łukcze i Łukietek	12,41	9,99	14,78	7,25	0,13	0,05	44,61
Rogóżno Włodawskie	2,27	27,24	12,39	1,36	0,13	0,00	43,39
Słone	0,64	33,80	6,99	0,73	0,07	0,00	42,23
Cycowe	6,68	0,01	0,00	31,25	0,00	0,00	37,94
Głębokie Cycowskie	10,97	17,98	0,84	0,55	2,76	0,00	33,10
Uścimowskie	18,35	13,35	0,07	0,05	0,36	0,00	32,17
Pniówno	2,19	28,95	0,08	0,00	0,00	0,00	31,21
Maśluchowskie	23,72	4,86	1,93	0,18	0,04	0,00	30,74
Syczyńskie	1,25	23,25	0,12	0,24	2,16	0,00	27,01
Głębokie Uścimowskie	11,66	4,67	0,57	0,39	0,34	0,00	17,62
Maczółki	4,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,26

ZMIANY POWIERZCHNI JEZIOR

Okres blisko trzydziestu lat, pomiędzy przełomem lat czterdziestych i pięćdziesiątych a rokiem 1976 charakteryzował się dużymi zmianami sieci wodnej na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Budowa Kanału Wieprz-Krzna spowodowała znaczne zwiększenie gęstości sieci cieków powierzchniowych. Kilka niewielkich jezior przekształcono na duże zbiorniki retencyjne. W opracowaniu zestawiono informacje dotyczące jedynie tych jezior, których misy nie zostały przekształcone pracami hydrotechnicznymi. Nie oznacza to, że nie dokonano w nich zmian obiegu wody. Na przykład takie jeziora, jak: Białe Sosnowickie, Krasne, Uściwierz, Zagłębcze itd. włączono w system KWK, a zlewnię jeziora Bikcze znacznie ograniczono groblą. Zmieniony został zatem naturalny obieg wody oraz rytm wahań stanów wody. Jednakże brakuje danych umożliwiających ocenę tendencji i tempa zmian. Problem braku długoletnich obserwacji na jeziorach Polski przedstawił Choiński (1995).

W połowie XX wieku łączna powierzchnia analizowanych jezior wynosiła 2141 ha, natomiast w 1976 r. zmniejszyła się do 1978 ha. Różnica 163 ha świadczy o generalnym zmniejszaniu się powierzchni jezior nie przekształconych na klasyczne ogroblowane zbiorniki retencyjne. Najwyraźniejsze zmniejszenie powierzchni stwierdzono na jeziorach: Karaśne (50%), Maczółki (50%), Pniówno (41,6%), Wereszczyńskie (38,5%), Hańskie (37,5%), Rogóźno Włodawskie (37,1%) i Gumienko (33,8%). Powierzchnia pięciu jezior: Uściwierz (27,8 ha), Spilno-Koseniec (23,7 ha), Łukie (13,4 ha) i Bikcze (11 ha) zmalała łącznie o prawie 76 ha, czyli o powierzchnię zbliżoną do rozmiarów współczesnego jeziora Krasnego.

Są również takie jeziora, których powierzchnia uległa zwiększeniu. O kilkanaście procent przyrosły powierzchnie następujących jezior: Łukietek, Brzeziczno i Księżowskie. Wiązać to należy z trudnościami ustalenia linii brzegowej, a nie zwiększeniem powierzchni wodnych.

Tab. 39. Zmiany powierzchni jezior

Jeziro	Powierzchnia jeziora w 1976 r. (ha)	Powierzchnia jezior wg Wilgata (1948–1951) (ha)	Różnica powierzchni (ha) (1976–1948/51)	Procentowa zmiana powierzchni
Białskie	33,5	31,7	1,8	5,7
Białe Sosnowickie	136,9	144,8*	-7,9	-5,5
Białe Włodawskie	106,5	106,4	0,1	0,1
Bikcze	74,0	85,0	-11,0	-13,0
Brudno	40,1	42,0*	-1,9	-4,5
Brudzieniec	17,8	19,0*	-1,2	-6,3
Brzeziczno	8,7	7,5*	1,2	16,0
Ciesacin	7,9	8,0*	-0,1	-9,9
Cycowe	8,8	11,3	-2,5	-22,1
Czarne Gościńskie	11,1	11,6	-0,5	-4,3
Czarne Sosnowickie	39,0	38,8	0,2	0,5
Czarne Włodawskie	22,8	23,6	-0,8	-3,4
Długie	28,7	31,5*	-2,8	-8,9
Dubeczyńskie	12,0	15,0	-3,0	-20,0
Glinki	40,9	46,9	-6,0	-12,8
Głębokie Cycowskie	11,3	12,0	-0,7	-5,8
Głębokie Uścimowskie	20,3	20,5	-0,2	-1,0
Gumienek	8,5	8,1	0,4	4,9
Gumienko	4,3	6,5	-2,2	-33,8
Hańskie	2,5	4,0*	-1,5	-37,5
Karaśne	3,5	7,0*	-3,5	-50,0
Karaśne k. Urszulina	8,8	10,5*	-1,7	-16,2
Kleszczów	50,0	53,9	-3,9	-7,2
Krasne	74,9	75,9	-1,0	-1,3
Księżowskie	7,9	7,0*	0,9	12,9
Laskie	22,8	22,0*	0,8	3,6
Lipiniec	4,0	4,1	-0,1	-2,4
Łukcze	53,0	56,5	-3,5	-6,2
Łukie	136,7	150,1*	-13,4	-8,9
Łukietek	3,5	3,0*	0,5	16,7
Maczółki	1,0	2,0*	-1,0	-50,0
Maśluchowskie	27,0	26,7	0,3	1,1
Miejskie	45,4	45,3	0,1	0,2
Moszne	17,6	17,5*	0,1	0,6
Nadrybie	44,0	46,8	-2,8	-6,0
Obradowskie	11,9	12,1	-0,2	-1,6
Perespilno	24,2	24,3	-0,1	-0,4
Piaszczno	83,2	84,7	-1,5	-1,8
Plotycze	16,0	21,0*	-5,0	-23,8
Plotycze k. Urszulina	10,9	14,0*	-3,1	-22,1
Pniówno	4,5	7,7	-3,2	-41,6
Rogóżno	52,2	57,1	-4,9	-8,6
Rogóżno Włodawskie	2,2	3,5*	-1,3	-37,1
Rotcze	45,8	42,7	3,1	7,3
Słone	3,4	4,6	-1,2	-26,1
Spilno–Koseniec	86,4	110,1	-23,7	-21,5
Sumin	84,5	91,5	-7,0	-7,6
Syczyńskie	5,7	6,0*	-0,3	-5,0
Ściegienne	24,4	27,4	-3,0	-10,9
Święte	5,4	5,7	-0,3	-5,3
Uścimowskie	58,4	66,7	-8,3	-12,4
Uściwierz	256,3	284,1*	-27,8	-9,8
Wereszczyńskie	3,2	5,2	-2,0	-38,5
Zagłębcze	55,1	59,0	-3,9	-6,6
Zienkowskie	6,2	7,6	-1,4	-18,4
Bez nazwy k. Lubowięzy	2,5	3,5*	-1,0	-28,6

* powierzchnia została określona przez T. Wilgata na podstawie map WIG lub innych źródeł

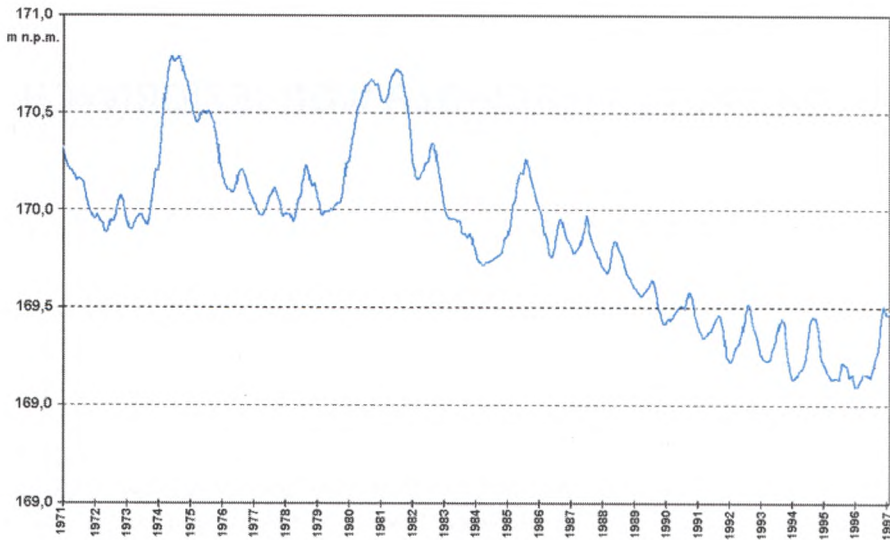
DYNAMIKA ZWIERCIADŁA WÓD JEZIORNÝCH

Na obszarze południowo-zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego zmiany położenia zwierciadła wody były rejestrowane tylko w jeziorze Piaseczno, na wodowskazie założonym przez IMiGW. Codzienne odczyty stanów wody dokonywane były od sierpnia 1971 r. do lipca 1982 r. W następnych latach stałe lub okresowe odczyty stanów wody prowadzono w ramach prac badawczych Zakładu Hydrografii UMCS, koordynowanych przez Krzysztofa Wojciechowskiego (Wilgat i in. 1991). W latach 1990–1992 systematyczne pomiary niwelacyjne stanów wody wykonywali w kilku jeziorach pracownicy Kopalni Węgla w Bogdance (ryc. 14). W 1991 r., przy współpracy Zakładu Hydrografii UMCS i Kopalni Węgla w Bogdance założone zostały wodowskazy na 12 jeziorach.

Stany wody w jeziorze Piaseczno w latach 1972–1981 naśladowały z pewnym opóźnieniem reakcję płytkich wód podziemnych na zasilanie atmosferyczne. Po okresowym maksimum stanów przypadającym na lata 1981–1982 zwierciadło wody generalnie obniżało się do letnich miesięcy 1997 r. (ryc. 14). Szczególnie wyraźne spadki zwierciadła notowano w latach 1983–1985 oraz 1989–1992. Z zebranych materiałów wynika, że maksymalny stan wody 170,81 m n.p.m. wystąpił w lutym i w maju 1975 r., a minimalny 169,10 m n.p.m. we wrześniu 1996 r. Można sądzić, że w latach 1994–1997 nastąpiła na bardzo niskim poziomie pewna stabilizacja stanów wody. Dość gwałtowny wzrost stanów wody w końcowej części serii obserwacyjnej spowodowany został wysokimi opadami w letnich miesiącach 1997 r. Zasilanie atmosferyczne zarejestrowane tylko w lipcu 1997 r. osiągnęło wielkość prawie 200 mm.

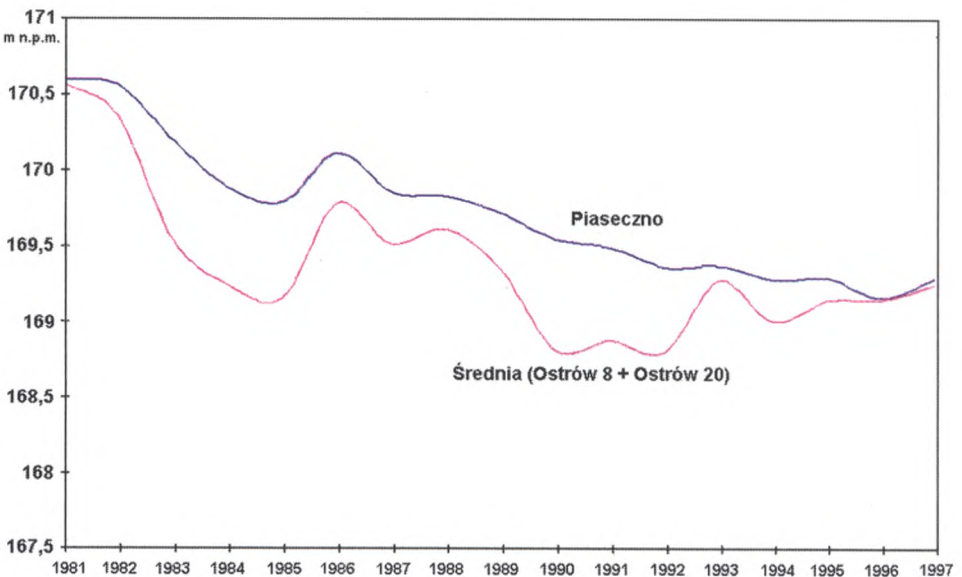
W okresie całego okresu obserwacji amplituda wahań stanów wody wynosiła 1,71 m. W tym czasie stwierdzono spadkową tendencję stanów wody w jeziorze. Średnie miesięczne obniżanie zwierciadła wody w jeziorze miało wartość 0,385 cm. Znacznie szybsze spadki zwierciadła wody wystąpiły po ostatnim okresie wysokich stanów wody, gdyż w latach 1982–1997 średni miesięczny ubytek wody w jeziorze wyniósł 0,625 cm.

Rytm wahań stanów wody w jeziorze Piaseczno jest zbliżony do zmian zasobności wodnej piętra kredowego Wyżyny Lubelskiej. Wskazują na to kierunki zmian wielkości odpływu podziemnego ze zlewni górnego Wieprza i wahania zwierciadła wody piętra kredowego podobne do zmian położenia zwierciadła wody



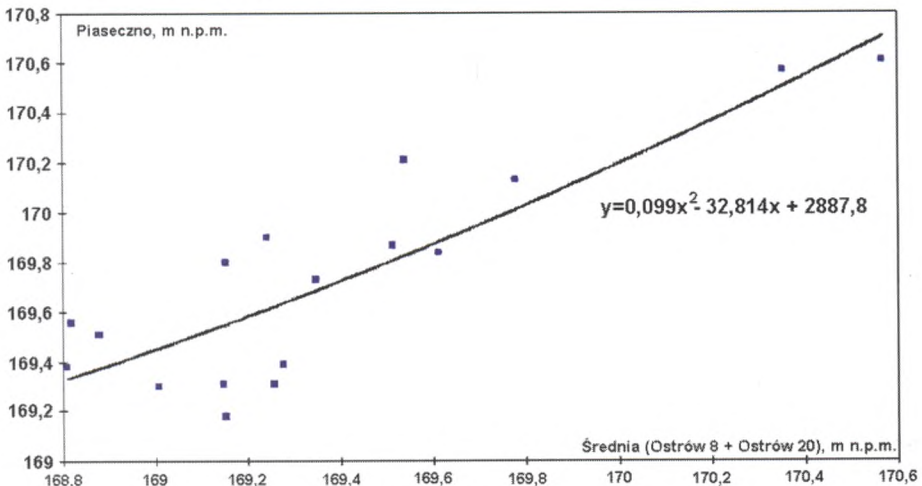
Ryc. 14. Średnie miesięczne stany wody w jeziorze Piaseczno od września 1971 r. do października 1997 r.

w jeziorze Piaseczno. Zaobserwowane zgodności rytmu wahań, wynikające z decydującej roli opadu w zasilaniu wód podziemnych i powierzchniowych, wskazują także na więź hydrauliczną wód piętra kredowego i czwartorzędowego. Przy zestawianiu szczegółowych wielkości stanów wody podziemnej i jeziornej zauważa się pewne opóźnienie stanów wody powierzchniowej względem podziemnej.



Ryc. 15. Średnie roczne stany wody w jeziorze Piaseczno i w piezometrach Ostrów 8 i 20

Dużą zgodność rytmu wahań stanów wody podziemnej i powierzchniowej potwierdzają dane obserwacyjne zestawione na ryc. 15. Zamieszczono na niej średnie roczne stany wody w jeziorze Piaseczno i średnie roczne stany wody w piezometrach (dane udostępnione z KWK Bogdanka) Ostrów 8 i Ostrów 20, znajdujących się na północny i południowy zachód od jeziora – w odległości około 800 m. Ujęta do obserwacji strefa dopływu wód, krążących w skałach górnej kredy, znajduje się na głębokości około 100 m. Pomiary stanów wody w piezometrach wykonywane są z różną częstością (od 4 do 12 pomiarów w roku) dopiero od 1981 r. Mimo krótkiego okresu obserwacji bardzo wyraźnie zaznacza się zgodność rytmu wahań – poza latami 1990–1992 (ryc. 16). Zgodność tę bardzo dobitnie potwierdza wysoki współczynnik korelacji ($r = 0,916$), obliczony między rocznymi stanami zwierciadła wody w jeziorze i w piezometrach.



Ryc. 16. Związek między położeniem zwierciadła wody w jeziorze Piaseczno i w piezometrach Ostrów 8 i 20

W celu obserwacji zmian stanów wody zostały założone w lutym 1991 r. wodowskazy (przy współpracy Zakładu Hydrografii UMCS i Kopalni Węgla Kamiennego w Bogdanie) na następujących jeziorach: Uścimowskie, Rogóźno, Brzeziczno, Piaseczno, Nadrybie, Bikcze, Uściwierz, Rotcze, Sumin, Zagłębcze, Łukie i Głęboke Cycowskie.

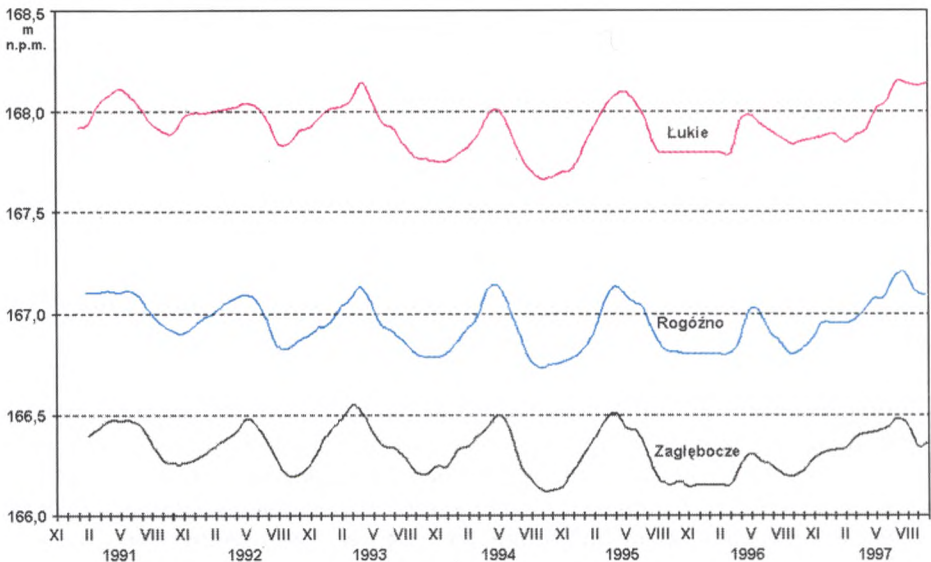
W latach 1991–1997 stany wody w jeziorach utrzymywały się na stosunkowo niskim poziomie, mimo znacznego zasilania w okresach chłodnych. W badanym okresie stwierdzano bardzo wyraźny sezonowy rytm wahań zwierciadła wody. Każdego roku obserwowano podnoszenie się stanów wody od okresu jesieni do wiosny oraz ich spadek w okresie półrocza letniego. Najwyższe roczne stany stwierdzano w kwietniu lub w maju, czyli podobnie jak wód podziemnych. W następnych tygodniach następował systematyczny szybki spadek wysokości położenia zwierciadła wody, aż do minimalnych wartości rejestrowanych we wrześniu i październiku. Niekiedy minimalne stany przedłużały się do listopada lub grudnia,

a podnoszenie zwierciadła wody było równoczesne z zanikiem cienkiej pokrywy śnieżnej. Średnie i skrajne stany zwierciadła wody w latach 1991–1997 oraz amplitudę jego wahań zastawiono w tab. 40.

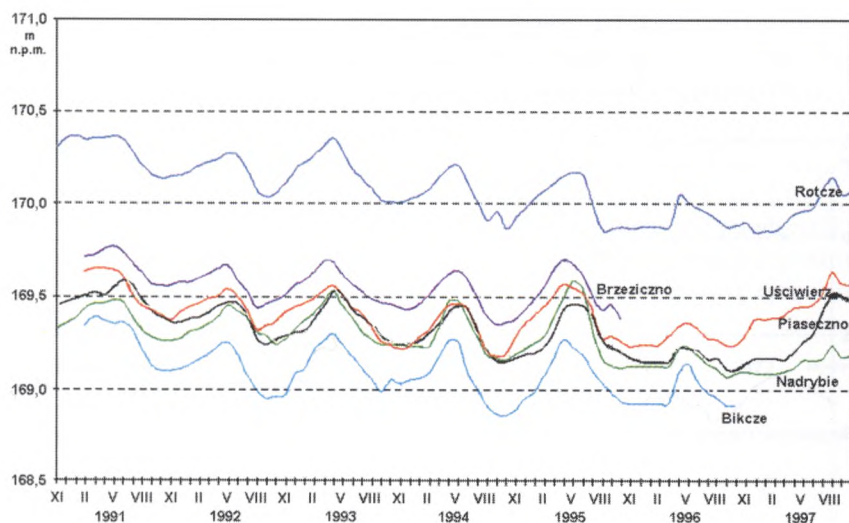
Tab. 40. Charakterystyczne stany wody (m n.p.m.) w jeziorach w latach 1991–1997

Jezioro	Średni	Maksymalny	Minimalny	Amplituda [cm]
Głębokie Uścimowskie	158,20	158,40	157,86	54
Zagłębcze	166,30	166,56	166,11	45
Rogóżno	166,90	167,21	166,71	50
Brzeziczno	169,60	169,80	169,36	44
Piaseczno	169,30	169,60	169,10	50
Bikcze	169,10	169,40	168,86	54
Nadrybie	169,30	169,57	169,07	50
Uściwierz	169,40	169,67	169,17	50
Lukie	167,90	168,16	167,66	50
Rotcze	170,10	170,38	169,85	53
Sumin	170,40	170,62	170,09	53
Głębokie Cycowskie	171,90	172,10	171,67	43

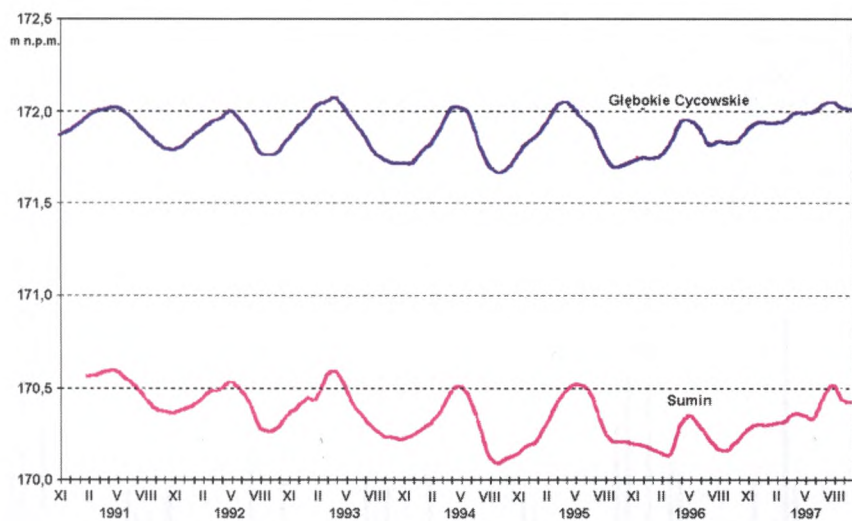
W latach 1991–1997 położenie zwierciadła wody w jeziorach podlegało względnie dużym wahaniom. Wskazuje na to amplituda wahań stanów wody, która w poszczególnych jeziorach wynosiła od 43 do 54 cm. W tym czasie zdarzały się długotrwałe letnie okresy bezdeszczowe. Prowadziło to do szybkiego obniżania zwierciadła wody, w tempie nawet 10 cm/miesiąc. W okresie wiosny jeziora były zasilane wodami podziemnymi. W miesiącach letnich zwierciadło wody podziemnej występowało niżej niż zwierciadło wody w jeziorach, wówczas woda z jezior zasilala okoliczne tereny.



Ryc. 17. Rzędne zwierciadła wody w jeziorach Rogóżno, Lukie i Zagłębcze



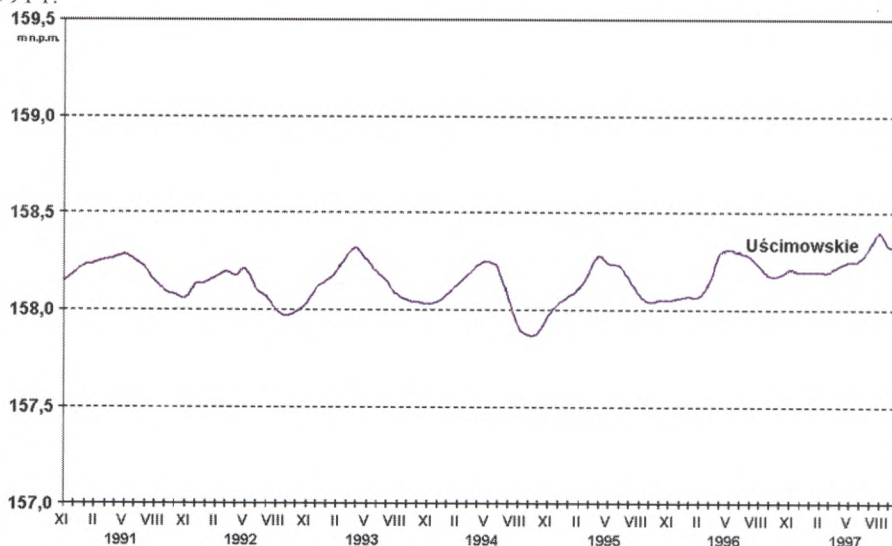
Ryc. 18. Rzędne zwierciadła wody w sześciu jeziorach w latach 1991–1997



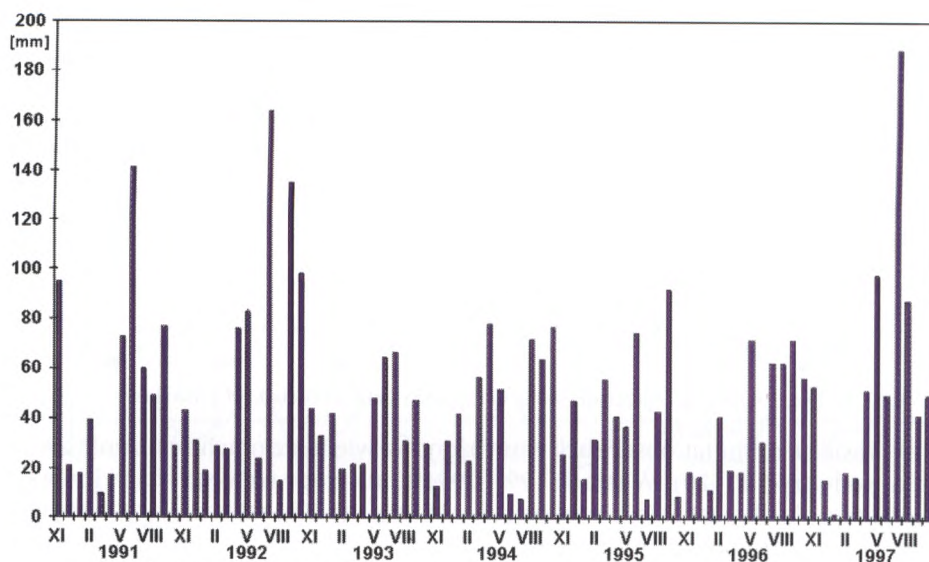
Ryc. 19. Rzędne zwierciadła wody w jeziorach Sumin i Głębokie Cycowskie

W czasie siedmiu lat obserwacji zauważono w wielu jeziorach obniżenie zwierciadła wody (ryc. 17–20). W latach 1991–1994 stany wody we wszystkich jeziorach systematycznie obniżały się z roku na rok, mimo wyraźnie zaznaczających się wiosennych podwyższonych stanów wody. W okresie od letnich miesięcy 1995 r. do czerwca 1997 r. nastąpiła – na bardzo niskim poziomie – względna stabilizacja zwierciadła wody. W tym okresie nie wystąpiło, typowe dla rytmu jezior, podniesienie zwierciadła wody (podobnie i wód podziemnych) w okresie półrocza chłodnego. Spowodowane to zostało niezwykle niskim zasilaniem atmosferycznym

w półroczach zimowych lat 1996 i 1997 (ryc. 21). Dopiero bardzo wysokie opady, jakie wystąpiły w letnich miesiącach 1997 r., spowodowały zdecydowane podniesienie stanów wody – do poziomu z okresu rozpoczęcia obserwacji stanów wody w 1991 r.



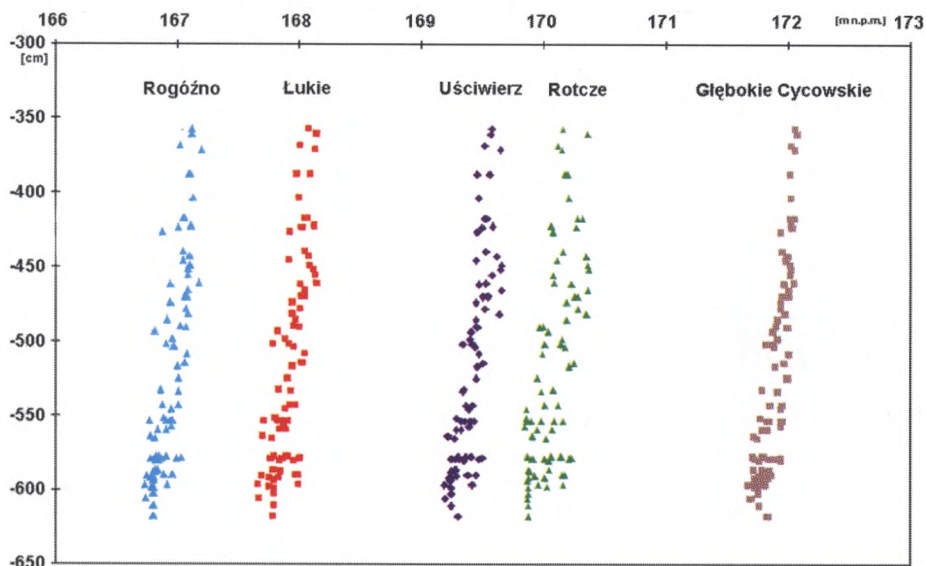
Ryc. 20. Rzędne zwierciadła wody w latach 1991–1997 w Jeziorze Uścimowskim



Ryc. 21. Miesięczne sumy opadów w Łęcznej

Zaprezentowane materiały obserwacyjne dotyczące zasilania, rytmu wahań zwierciadła wody podziemnej i zmian stanów wody w jeziorach potwierdzają zde-

cydowaną rolę opadów w uzupełnianiu zasobów podziemnych i powierzchniowych oraz wskazują na silne powiązanie dynamiki wód podziemnych i powierzchniowych. Jest to dobrze zauważalne przy porównaniu przebiegu średnich miesięcznych stanów wody podziemnej w Hańsku i Garbatówce (ryc. 10 i 17–20) oraz średnich miesięcznych rzędnych zwierciadła wody w jeziorach. Silny związek stanów wody podziemnej i powierzchniowej dokumentuje ryc. 22, na której zestawiono średnie miesięczne stany wody podziemnej w Hańsku i powierzchniowej w jeziorach: Rogóźno, Łukie, Uściwierz, Rotcze i Głębokie Cycowskie. Stosunkowo niewielki rozrzut punktów wskazuje na dużą zgodność korelacyjną rytmu wahań zwierciadła wody podziemnej i powierzchniowej.

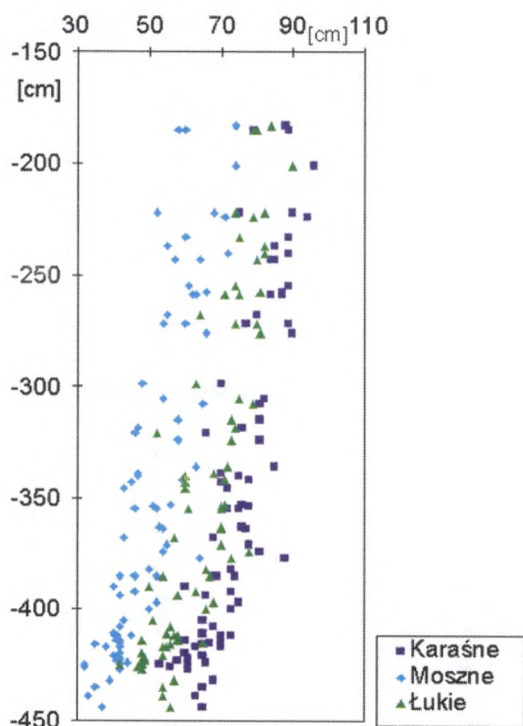


Ryc. 22. Związek pomiędzy miesięcznymi stanami wody podziemnej w Hańsku i położeniem zwierciadła wody w jeziorach (za okres 1991–1997)

W 1991 r. założone zostały wodowskazy wody na jeziorach Poleskiego Parku Narodowego. Systematyczne odczyty stanów w odstępach tygodniowych lub miesięcznych wykonują pracownicy Parku. Miesięczne stany wody za cały okres obserwacji przedstawiono na wykresie (ryc. 24), a średnie i skrajne ich wartości podano w tab. 41. Stany te, z uwagi na zmianę wodowskazów, zostały zweryfikowane – doprowadzone do jednorodnej serii danych.

Tab. 41. Charakterystyczne stany wody w jeziorach Parku w latach 1991–1997 (cm)

	Średni	Maksymalny	Minimalny	Amplituda wahań
Długie	51,0	73	33	40
Karaśne	74,6	96	53	43
Łukie	65,1	91	41	50
Moszne	50,3	74	32	42



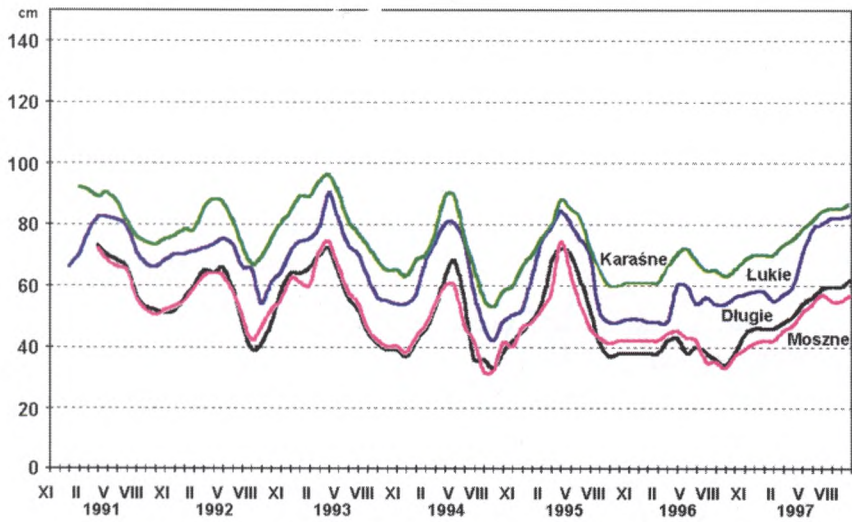
Ryc. 23. Związek pomiędzy miesięcznymi stanami wody podziemnej w Lubowierzy i położeniem zwierciadła wody w jeziorach Poleskiego Parku Narodowego (za okres 1991–1997)

Zebrane materiały dotyczące jezior Parku dokumentują rytm wahań stanów wody podobny do wcześniej omówionego, potwierdzają także dużą zgodność rytmu wahań zwierciadła wód podziemnych z powierzchniowymi. Na ryc. 23 zestawiono średnie miesięczne stany wody podziemnej w Lubowierzy oraz średnie stany wody w jeziorach Moszne, Łukie i Karaśne. Mimo pewnego rozrzutu punktów, można jednoznacznie potwierdzić dużą zgodność rytmów wahań zwierciadła wód podziemnych i powierzchniowych.

Najwyższe stany wód w jeziorach, zbliżone do maksymalnych, wystąpiły w początkowym i w końcowym okresie obserwacji. Od 1991 r. do 1994 r. widoczne jest powolne obniżanie stanów wody, niski poziom zwierciadła wody w okresie 1994–1997 oraz jego podniesienie w letnich miesiącach 1997 r. Na uwagę zasługuje nieco mniejsza amplituda wahań stanów wody (określona z pojedynczych odczytów w miesiącu), której wartość

utrzymuje się na poziomie 40–43 cm. W przepływowym jeziorze Łukcze w tym czasie wahania stanów wody – określone z obserwacji tygodniowych – wynosiły 50 cm. Różnica w wielkościach amplitud wahań stanów wody może wynikać z warunków naturalnych lub też jest konsekwencją braku niwelacji wodowskazów jezior Poleskiego Parku Narodowego oraz zmiany tablic obserwacyjnych.

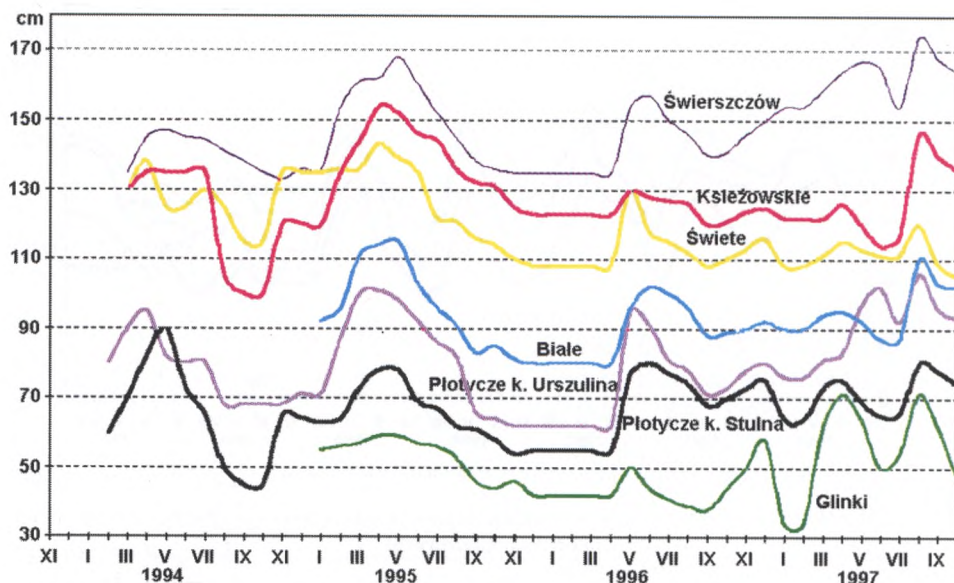
W 1993 r. – w ramach działalności statutowej Chełmskich Parków Krajobrazowych – rozpoczęto obserwacje stanów wody w jeziorach znajdujących się na terenie województwa chełmskiego. Sieć obserwacyjna była systematycznie powiększana, aktualnie obejmuje 29 jezior. Odczyty stanów wody wykonywane są od 5 do 10 dnia każdego miesiąca. Mimo stosunkowo rzadkich obserwacji, uzyskane wyniki dobrze ilustrują zmianę zasobów wodnych jezior. Ten typ obserwacji może jedynie nie uchwycić skrajnie wysokich lub niskich stanów wody w jeziorach. Przebieg stanów wody zamieszczono na ryc. 25, 26, 27, a charakterystyczne ich wartości w tab. 42.



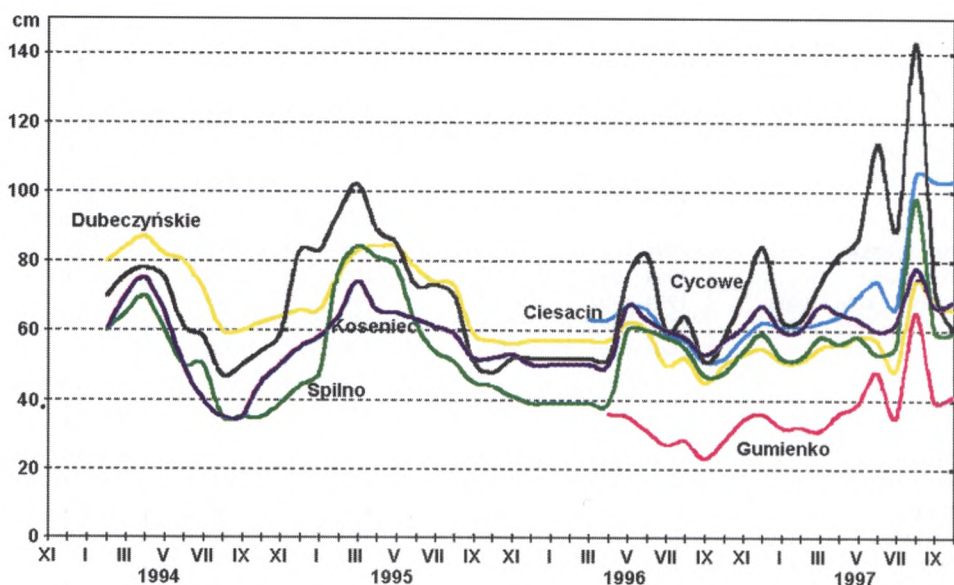
Ryc. 24. Miesięczne stany wody w jeziorach Parku w latach 1991–1997

Tab. 42. Charakterystyczne stany wody w jeziorach województwa chełmskiego (dane Chełmskich Parków Krajobrazowych)

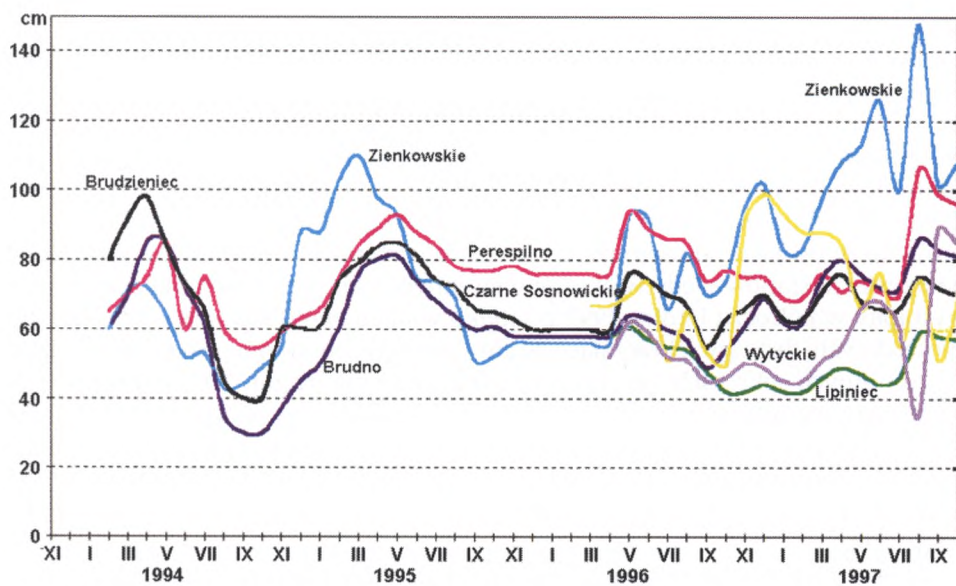
Jezioro	Okres obserwacji	Średni	Maksymalny	Minimalny	Amplituda
Białe	1995–1997	93,2	115	80	35
Brudno	1994–1997	63,5	86	30	56
Brudzieniec	1994–1997	68,3	98	40	58
Ciesacin	1996–1997	68,4	105	51	54
Cycowe	1994–1997	70,8	143	47	96
Czarne Sosnowickie	1996–1997	71,6	99	50	49
Domaszne	1997	234,8	277	180	97
Dubeczyńskie	1994–1997	64,1	87	45	42
Glinki	1995–1997	50,4	71	34	37
Głębokie	1996–1997	69,6	87	53	34
Gumienko	1996–1997	35,6	65	23	42
Husynne	1996–1997	59,8	87	33	54
Koseniec	1994–1997	58,5	78	35	43
Lipiniec	1996–1997	50,1	61	42	19
Księżowskie	1994–1997	127,6	154	100	54
Perespilno	1994–1997	76,6	106	55	51
Płotycze koło Stulna	1994–1997	67,0	90	45	45
Płotycze koło Urszulina	1994–1997	80,4	106	62	44
Rotcze	1995–1997	206,5	228	188	40
Skomielno	1997	272,3	286	252	34
Słone	1995–1997	117,9	143	100	43
Spilno	1994–1997	54,4	98	35	63
Sumin	1995–1997	192,9	220	176	44
Świerszczów	1994–1997	148,4	174	133	41
Święte	1994–1997	119,4	143	105	38
Uściwierz	1994–1997	79,3	100	60	40
Wereszczyńskie (Bąbelek)	1996–1997	38,9	45	35	10
Wytyckie	1996–1997	56,1	89	35	54
Zienkowski	1994–1997	78,7	148	43	105



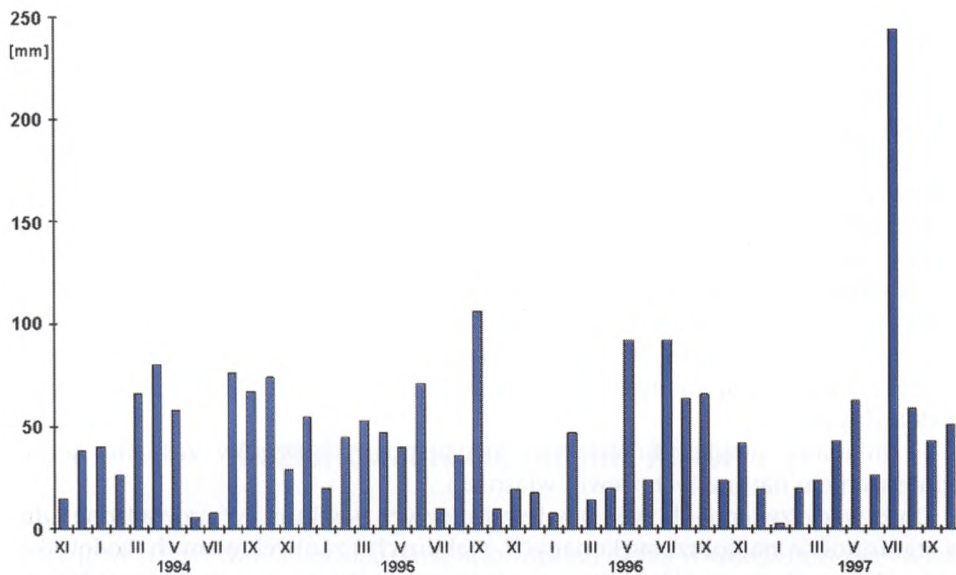
Ryc. 25. Miesięczne stany wody w siedmiu jeziorach województwa chełmskiego w latach 1994–1997



Ryc. 26. Miesięczne stany wody w sześciu jeziorach województwa chełmskiego w latach 1994–1997



Ryc. 27. Miesięczne stany wody w wybranych jeziorach województwa chełmskiego w latach 1994–1997



Ryc. 28. Miesięczne sumy opadów w Hańsku w latach 1994–1997

Przedstawione wykresy zmian położenia zwierciadła wody w jeziorach dokumentują generalnie podobny rytm wahań. Jego cechą charakterystyczną jest występowanie wysokich stanów wody w okresie wiosennym i niskich w lecie. Zauważa się też dużą zgodność rytmu wahań zwierciadła wód powierzchniowych i podziemnych. W poszczególnych latach okresy pojawiania się stanów charakterystycznych nie pokrywają się, co wynika z odmiennych warunków zasilania. We wszystkich jeziorach wystąpiły bardzo niskie stany wody w lecie 1994 r., co było spowodowane niezwykle małym zasilaniem atmosferycznym (ryc. 21, 28). Stosunkowo niewielkie zasilanie w okresie długotrwałej zimy 1996 r. nie spowodowało – zarówno w wodach podziemnych, jak i powierzchniowych – charakterystycznego podniesienia stanów wody w okresie wiosennym. Natomiast wysokie opady, jakie wystąpiły w półroczu letnim 1997 r. – tylko w lipcu około 200 mm – (ryc. 21, 28) spowodowały duże (przekraczające 20 cm) podniesienie stanów wody. Pojawiające się w innych okresach miesięczne sumy opadów rzędu 100 mm nie dały wyraźnego wzrostu stanów wody. Zupełnie własnym rytmem wahań zwierciadła wody cechują się jeziora zamienione na zbiorniki retencyjne, a także jeziora małe o podpiętrzonym odpływie. W tych jeziorach amplituda wahań stanów wody wynosi 50–110 cm. Natomiast w jeziorach naturalnych utrzymuje się na poziomie 30–50 cm.

W ostatnich dziesięcioleciach nasiliły się procesy prowadzące do zaniku jezior, głównie przez zarastanie i osuszanie terenu, co znajduje potwierdzenie w niewielkim obniżeniu zwierciadła wód podziemnych. Zarastanie zbiorników wodnych prowadzi do tworzenia się trzęsawisk i bagien. Procesowi temu sprzyja eutrofizacja wód jeziornych spowodowana między innymi zwiększonym dopływem biogenów z wodami Kanału Wieprz–Krzna, dopływem ścieków z ośrodków rekreacyjnych, zmianą wykorzystania terenu oraz chemizacją rolnictwa. Stwierdzone w ostatnich latach obniżanie się zwierciadła wody w jeziorach może być spowodowane:

- niskim zasilaniem atmosferycznym w ostatnim dziesięcioleciu, a szczególnie małymi opadami w miesiącach półrocza zimowego,
- zabiegami melioracyjnymi prowadzącymi do obniżenia głębokości występowania zwierciadła wody podziemnej oraz do zmiany równowag hydrodynamicznych wód podziemnych i powierzchniowych, a także szybkim odprowadzaniem wody z płytkich horyzontów wodonośnych siecią rowów odwodnieniowych,
- zwiększeniem eksploatacji wód podziemnych na potrzeby komunalne i przemysłowe, zarówno z płytkich, jak i naporowych poziomów wodonośnych,
- wykonaniem licznych wierceń związanych z badaniami geologicznymi i hydrogeologicznymi, modyfikujących naturalne powiązania hydrauliczne warstw wodonośnych,
- zmianami powierzchniowych i podziemnych obszarów zasilania jezior, zmniejszeniem naturalnych zlewni własnych.

Obserwacje zwierciadła wód powierzchniowych powinny być prowadzone z dużą starannością na dobrze wykonanych, stabilnych i zaniwelowanych wodowskaczach założonych na możliwie wszystkich jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego.

TERMIKA NAJGŁĘBSZYCH JEZIOR ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKICH

Pomiary temperatury wody stanowią jeden z podstawowych elementów oceny zmian dynamicznych zachodzących w jeziorach oraz są wykorzystywane do określenia ich ustroju termicznego, który jest syntetycznym wskaźnikiem charakteryzującym właściwości fizyczne środowiska wodnego. Do badań wybrano 7 najgłębszych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, czyli takich, w których wyraźnie i w pełni powinny zaznaczać się sezony i stratyfikacje termiczne.

Dane dotyczące morfometrii jezior przyjęto z opracowania Wilgata (1954) *Jeziora łęczyńsko-włodawskie*. W trakcie badań termiki wody prowadzonych w latach 1986–1991 wykonywano również pojedyncze pomiary głębokości jezior. Na ich podstawie można stwierdzić, że nie ma istotnych różnic w maksymalnej głębokości badanych jezior, z wyjątkiem Piaseczna. W jeziorze tym stwierdzono zmniejszenie głębokości około 1 m.

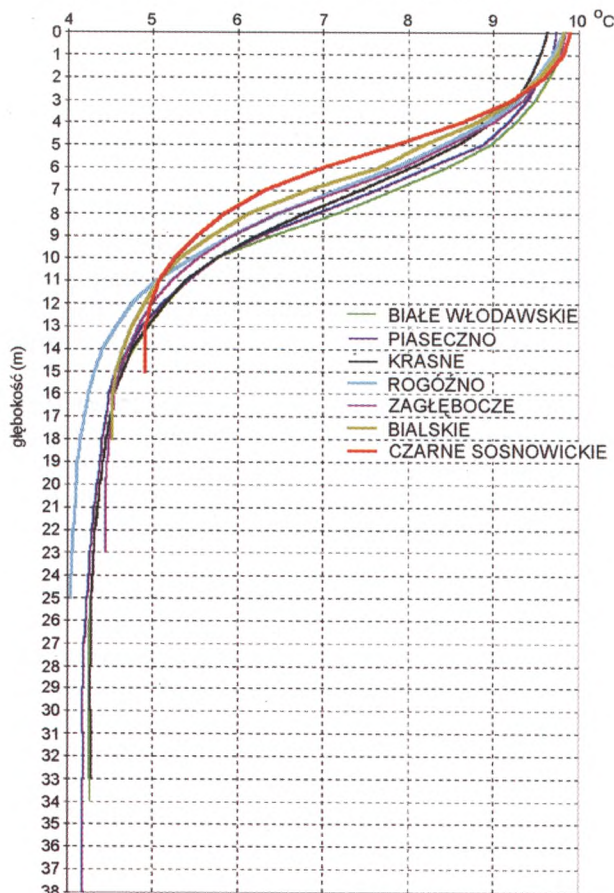
Materiał wyjściowy opracowania stanowiły pomiary temperatury wody w 7 najgłębszych jeziorach prowadzone w latach 1986–1991. Wykonywano je co 10 dni termometrem termistorowym firmy Asel. Stałe pionowe pomiarowe sytuowano zawsze nad głęboczkami. W każdym z wybranych jezior wykonano w tym okresie 216 pomiarów rozkładu temperatury w pionie, co łącznie daje liczbę 1512 sondaży. W badaniach bardzo ważny był jednoczasowy pomiar temperatury jezior. Średnią temperaturę wody w pionach pomiarowych przedstawiono na ryc. 29. W opracowaniu wykorzystano także materiały IMiGW dotyczące stacjonarnych pomiarów temperatury wody jeziornej i zlodzenia z okresu 1972–1982.

Kształtowanie się termiki jezior

Procesy nagrzewania i ochładzania oraz rozkład ciepła w wodzie jeziornej wiążą się z fizycznymi właściwościami wody, która charakteryzuje się dużą pojemnością cieplną i bardzo małym przewodnictwem ciepła. Do głównych procesów dynami-

cznych modyfikujących rozkład ciepła w jeziorach zalicza się: fale, prądy i sejsze. Procesy te wywołane głównie wiatrami, a zależne od wielkości i kształtu jeziora oraz osłon terenowych, nie były rejestrowane w trakcie pomiarów temperatury. Wymagają one zastosowania precyzyjnej aparatury oraz prowadzenia ciągłych obserwacji w różnych punktach jeziora i jego otoczenia.

W latach 1986–1991 temperatura powierzchni wody w najgłębszych jeziorach oscylowała od 0°C do 20°C. Maksymalne jej wartości notowano w lecie 1991 r., a minimalne w okresach zimowych. Jeziora zamarzały całkowicie w zimach



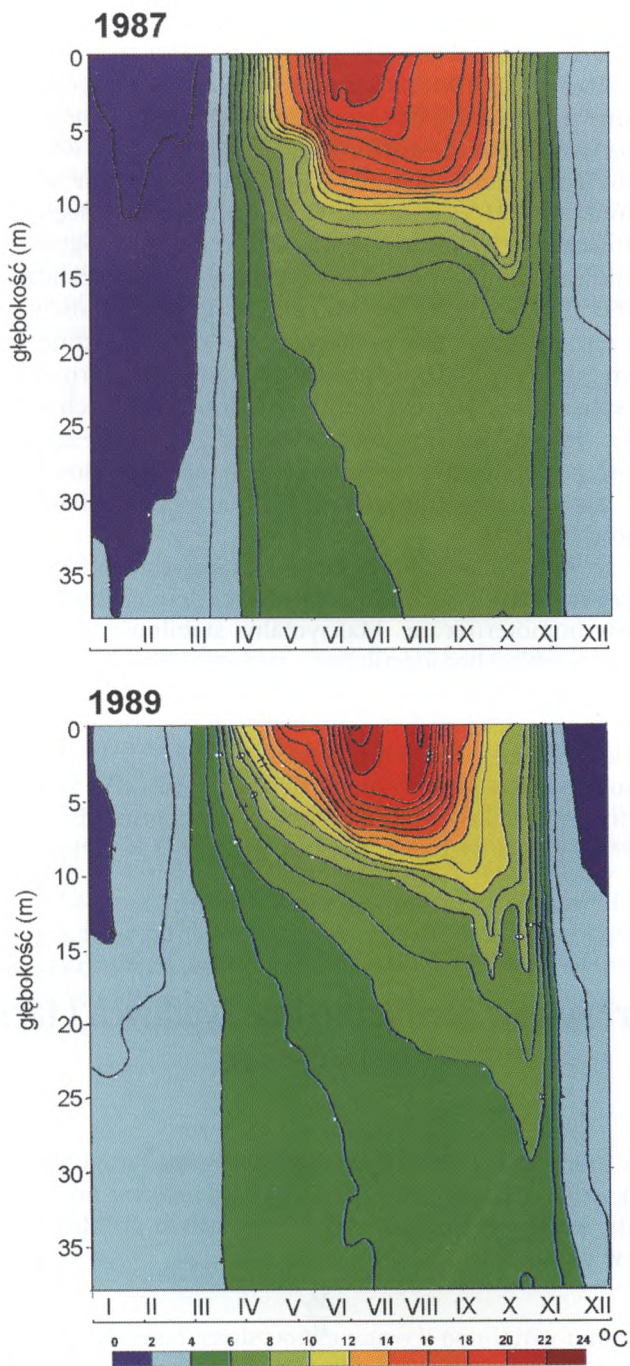
Ryc. 29. Pionowy rozkład temperatury wody – średnie roczne z lat 1986–1991

podobne do siebie, przy czym na głębokościach od 3 do 11 m zaznacza się szybki spadek temperatury, a poniżej 11 m temperatura wyrównuje się oscylując między 4 a 5°C.

O kształtowaniu się stratyfikacji termicznej jezior w okresie sezonu ciepłego decydują dwa czynniki atmosferyczne. Promieniowanie słoneczne stabilizuje stratyfi-

1985/86, 1986/87, kiedy to zalegała na nich długo mięsza pokrywa lodu. Zimy 1987/88 i 1990/91 cechowały się krótkim pojawianiem bardzo cienkiej pokrywy lodowej, przy niecałkowitym pokryciu powierzchni jeziora. Natomiast zimy 1988/89 i 1989/90 były praktycznie bez znaczących zjawisk lodowych. Rozkład temperatury w czasie i przestrzeni jeziora dobrze ilustrują termizooplety (ryc. 30).

Uśredniony ze wszystkich obserwacji prowadzonych w latach 1986–1991 pionowy rozkład temperatury wody w jeziorach przedstawiono na ryc. 29. W warstwach przypowierzchniowych najchłodniejsze były wody jeziora Krasne, a najcieplejsze Czarne Sosnowickiego. Średnia temperatura powierzchni wody zawiera się od 9,62°C (Krasne) do 9,90°C (Czarne Sosnowickie). Linie obrazujące pionowy rozkład średnich temperatur w przebiegu są



Rvc. 30. Termoizoplety jeziora Piaseczno w roku chłodnym (1987) i ciepłym (1989)

kację, a wiatr utrudnia jej powstawanie lub ją burzy. Trwałość układu stratyfikacji najczęściej określana jest stabilnością gęstościową. Jest to wielkość pracy wyrażonej w kGm, koniecznej do likwidacji uwarstwień termiczno-gęstościowych, w celu porównania z innymi jeziorami odnosi się do powierzchni 1 m² jeziora.

Maksymalną stabilność gęstościową jeziora łączyńsko-włodawskie osiągają z reguły w pierwszej dekadzie sierpnia od ponad 100 kGm/m² w przypadku jezior Białego Włodawskiego i 21 kGm/m² dla Czarnego Sosnowickiego. Zerowe wartości stabilności gęstościowej świadczą o równowadze termiczno-gęstościowej w jeziorze. Stany równowagi zanotowano na przykład w drugiej dekadzie marca 1989 r. i listopadzie 1991 r. Zdarzają się ponadto okresy, gdy stabilność gęstościowa oscyluje w pobliżu zera osiągając nawet niewielkie wartości ujemne. Jest to taki moment, w którym łatwo dochodzi do przejścia układu homotermalnego w fazę stratyfikacji. Taką sytuację zarejestrowano we wszystkich jeziorach w drugiej dekadzie listopada 1989 r. Praca, jaką powinien wykonać wiatr, aby zlikwidować maksymalną stabilność gęstościową w Jeziorze Białym Włodawskim mającym największą pojemność, jest sześciokrotnie większa niż potrzebna dla najmniejszego Jeziora Czarnego Sosnowickiego.

Korzystając ze wzorów Dmochowskiego, Szykowskiego i Röslera (1988) obliczono czas przejścia układów pełnej stratyfikacji letniej jezior łączyńsko-włodawskich w układy homotermiczne. Maksymalna stabilność termiczno-gęstościowa ulegnie zamianie w układ homogeniczny – w przypadku Jeziora Białego Włodawskiego przy prędkości wiatru 5 m/s – po 41 dniach jego oddziaływania na powierzchnię jeziora, a przy prędkości 1 m/s praktycznie niemożliwe jest zlikwidowanie układu stratyfikacji letniej. Dla najmniejszego jeziora spośród obserwowanych – Czarnego Sosnowickiego – wiatr o prędkości 1 m/s jest także za słaby, aby zburzyć stratyfikację letnią, natomiast wiatr o prędkości 5 m/s musiałby oddziaływać na jezioro ciągle przez 8 dni, a więc pięciokrotnie krócej niż w przypadku Białego Włodawskiego.

Rozwarstwienie termiczne mas wodnych i fazy cyklu termicznego

Dla potrzeb pracy współczynnik stratyfikacji temperatury proponowany przez Niesinę (1970) zmodyfikowano tak, aby charakteryzował on warunki termiczne nie tylko warstw przypowierzchniowych, ale w całym profilu (Turczyński 1991). Zapisujemy go w postaci:

$$\frac{M_p}{M_d}$$

gdzie: M_p – współczynnik rozwarstwienia termicznego warstw przypowierzchniowych, M_d – współczynnik rozwarstwienia termicznego warstw przydennych.

Analiza obu współczynników umożliwia wyróżnienie dziewięciu faz cyklu termicznego w jeziorze. Jeżeli wartości M_p są mniejsze od 1, to istnieje rozwarstwienie termiczne wód przy powierzchniowych. Dużemu rozwarstwieniu termicznemu wody w głębszych partiach zbiornika towarzyszą wartości M_d większe od 1. Wartość współczynników stratyfikacji termicznej równa 1 świadczy o zaistniałej w którejś części zbiornika równowadze termicznej. Stosunek $M_p : M_d$ jest ponadto miarą intensywności procesów pochłaniania bądź oddawania ciepła, a współczynnik M_d dobrze charakteryzuje nasilenie procesów mieszania. Natomiast oba współczynniki, tj. M_p i M_d , dobrze charakteryzują stopień rozwarstwienia termicznego jezior w okresie wykształconej stratyfikacji letniej. Na podstawie obliczonych współczynników M_p i M_d wyznaczono czas trwania faz cyklu termicznego.

Tab. 43. Średni czas trwania faz termicznych w latach 1986–1991

Jezioro	Zima	Wiosna	Lato	Jesień
Białe Włodawskie	92	23	206	44
Piaseczno	80	25	193	67
Krasne	100	24	187	54
Rogóżno	86	26	180	73
Zagłębobcze	84	23	166	92
Bialskie	82	31	152	100
Czarne Sosnowickie	68	29	147	121

W różnych latach poszczególne fazy skracaly się bądź wydłużaly. Faza zimowa ulegała systematycznemu skracaniu w dwóch największych jeziorach: Białe i Piaseczno. Taką tendencję, ale zakłóconą ma Jezioro Bialskie, natomiast w pozostałych najkrócej trwała faza zimowa 1989 r. Istnieją przy tym indywidualne reakcje jezior na czas trwania zimy w poszczególnych latach.

Silnym zróżnicowaniem termicznym głębszych wód wyróżnia się Rogóżno. Może to być wynikiem przesłonięcia lasem i dużej zawartości masy jeziornej. Hypolimnion tego jeziora w lecie 1986 r. cechowały najniższe temperatury. Wysoka pozycja najpłytszego z badanych jezior Czarne Sosnowickie według klasyfikacji wskaźnikiem M_d wskazuje na słabe uwarstwienie termiczne głębszej części jeziora. Poza czynnikami morfometrycznymi pewien wpływ na wyrównanie temperatury głębszych warstw tego jeziora może mieć kontakt z torfowiskiem, wpływającym łagodząco na zmiany temperatury wody.

Typy miktyczne jezior

Kryterium termiczne

Sześćioletni okres systematycznie powtarzanych pomiarów temperatury umożliwił przeprowadzenie próby klasyfikacji miktycznej badanych jezior. Jej podstawą było kryterium termiczne.

Jeziora na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są okresowo całkowicie mieszanymi (do dna), należą więc do holomiktycznych. Dotyczy to, jak pokazano powyżej, również tych najgłębszych. Według kryterium termicznego Olszewskiego (1959), którym posłużył się także Jędrasik (1985), opartego na temperaturze wody warstw przydennych w okresie stratyfikacji letniej, najgłębsze jeziora łęczyńsko-włodawskie reprezentują typ dymiktyczny z cyrkulacjami w okresach wiosny i jesieni. Jeziora dymiktyczne, o temperaturze warstw przydennych niższej od 7°C w okresie stratyfikacji letniej, stanowią podtyp bradymiktyczny. Jeziora eumiktyczne wyróżnia temperatura przydenna 7–9°C. Czarne Sosnowickie (5,6–7,6°C) z maksymalną temperaturą przy dnie notowaną w czasie uwarstwienia letniego przewyższającą nieco graniczną temperaturę 7°C można zaliczyć jeszcze do bradymiktycznych z tendencją ku eumiktycznemu. Dla jezior tachymiktycznych charakterystyczne temperatury wód przydennych są większe od 9°C i w okresie letnim nie notowano takich wartości w żadnym z najgłębszych jezior. Podatność wód jezior na mieszanie wiatrowe uwarunkowana jest cechami morfometrycznymi oraz ich osłonięciem.

Kryterium morfometryczne

Przy wykonaniu klasyfikacji miktycznej opartej na głębokości względnej jeziora przyjęto założenia podane w pracy Jędrasika (1985). Jeziorami bradymiktycznymi, o słabej cyrkulacji według tej klasyfikacji są: Piaseczno, Białe Włodawskie, Krasne, Rogóźno i Zagłębcze, a więc jeziora najgłębsze, o głębokościach maksymalnych przekraczających 20 m. Do jezior eumiktycznych, o pośrednich właściwościach między bradymiktycznymi i tachymiktycznymi, należą: Bialskie i Czarne Sosnowickie.

Drugim kryterium morfometrycznym zastosowanym w klasyfikacji miktycznej są zależności powierzchni i głębokości średnich (Jędrasik 1985). Według tego kryterium żadne z badanych jezior nie kwalifikuje się jako bradymiktyczne. Sześć najgłębszych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego zaliczyć trzeba do eumiktycznych (Piaseczno, Białe, Krasne, Rogóźno, Zagłębcze i Bialskie), a Czarne Sosnowickie jest według tego kryterium nawet tachymiktycznym.

Tab. 44. Typy miktyczne badanych jezior według różnych kryteriów

Jezioro	Kryterium głębokościowe	Kryterium głębokościowo-powierzchniowe	Kryterium termiczne	Kryterium czasu trwania cyklu termicznego
Białe Włodawskie	bradymiktyczne	eumiktyczne	bradymiktyczne	bradymiktyczne
Piaseczno	bradymiktyczne	eumiktyczne	bradymiktyczne	bradymiktyczne
Krasne	bradymiktyczne	eumiktyczne	bradymiktyczne	bradymiktyczne
Rogóźno	bradymiktyczne	eumiktyczne	bradymiktyczne	bradymiktyczne
Zagłębcze	bradymiktyczne	eumiktyczne	bradymiktyczne	bradymiktyczne
Bialskie	eumiktyczne	eumiktyczne	bradymiktyczne	brady-eumiktyczne
Czarne Sosnowickie	eumiktyczne	tachymiktyczne	brady-eumiktyczne	brady-eumiktyczne

Określenie typu miktycznego jezior na podstawie kryterium termicznego i morfometrycznego nie zawsze daje identyczne wyniki (tab. 44). Ze wszystkich uwzględnionych kryteriów zdecydowanie odbiega od pozostałych kryterium głębokościowo-powierzchniowe, według którego najgłębsze jeziora Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są jeziorami eumiktycznymi, a tachymiktycznym jest Czarne Sosnowickie.

W jeziorach bradymiktycznych płytko zalegające warstwy wody w okresach uwarstwienia ulegają silnemu ogrzewaniu i ochładzaniu. W zbiornikach tachymiktycznych w okresie letnim ciepło przenoszone jest na znaczne głębokości, a w okresie zimy wody schładzają się aż do dna. We wszystkich bardzo głębokich jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego następuje duże schłodzenie mas wodnych w okresie zimy. Temperatura przy dnie spada niekiedy do około 2°C. Tuż pod lodem temperatura wody jest bliska 0°C. Jest to więc, jeśli przyjąć założenia przedstawione powyżej, cecha jezior tachymiktycznych.

Zasoby ciepłne jezior

Pomiary temperatury wody jezior są podstawą obliczenia zasobów ciepła. Wielkości zakumulowanego ciepła wyrażono jako zasoby jednostkowe (kcal/cm²). We wszystkich jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego maksimum zasobów ciepła występowało w sierpniu. Jezioro Zagłębcze wyróżniało się w latach 1986–1991 podwójnym maksimum miesięcznym przypadającym na lipiec i sierpień. Minimalne zapasy ciepła występowały w lutym lub styczniu. Minimum styczniowe zaznaczyło się w jeziorach: Piaseczno, Krasne, Zagłębcze, Białskie i Czarne, a minimum lutowe w jeziorach: Białe i Rogóźno.

Tab. 45. Średnie miesięczne zasoby ciepła (kcal/cm²) jezior łęczyńsko-włodawskich (1986–1991)

Jezioro	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Białe	2,36	1,98	3,40	6,69	10,83	14,45	16,86	17,26	15,26	12,12	6,61	3,41
Piaseczno	1,59	1,60	2,81	5,64	8,95	11,97	13,98	14,21	12,17	9,45	4,92	2,38
Krasne	1,29	1,35	2,76	5,84	9,42	12,81	14,90	15,11	12,82	9,66	4,63	1,99
Rogóźno	0,85	0,79	1,41	3,42	6,04	8,49	10,46	10,96	9,71	7,55	4,17	1,65
Zagłębcze	0,84	0,90	1,95	4,43	6,94	9,34	10,80	10,80	9,01	6,67	2,95	1,22
Białskie	0,77	0,81	1,87	4,33	6,77	9,01	10,21	10,36	8,43	6,23	2,77	1,12
Czarne S.	0,59	0,67	1,51	3,47	5,45	7,22	8,23	8,30	6,63	4,68	2,06	0,83

W czasie zalegania pokrywy lodowej reżim termiczny jeziora zależy przede wszystkim od wymiany ciepła z podłożem. Wymiana ciepła przez pokrywę lodową jest ograniczona i odgrywa rolę jedynie w ostatnich tygodniach jej trwania. Osady dennie, po zakumulowaniu ciepła w okresie letnim oddają je zimniejszemu wodom jeziora. Z szacunków wynika, że w badanych jeziorach o głębokości średniej mniej-

szej od 10 m udział ciepła pochodzącego z podłoża może sięgać 20–34% zasobów cieplnych.

Na obszarze Pojezierza obserwacje zjawisk lodowych prowadzone były przez IMiGW jedynie na dwóch jeziorach: Białe Włodawskie i Piaseczno. Dane jednoczesne dla obu jezior publikowane są w rocznikach hydrologicznych wód powierzchniowych w latach 1972–1982. W tym okresie średni czas trwania zjawisk lodowych wynosił 100 dni. Najdłużej lód pokrywał jeziora zimą 1976 r. – 123 dni, najkrócej w 1975 r. – 45 dni. Najwcześniej zjawiska lodowe wystąpiły 26 listopada 1974 i 1976 r., najpóźniej 10 stycznia 1972 roku. Najpóźniejszy termin zejścia lodu to 14 kwietnia 1980 r., najwcześniejszy – 8 marca 1975 r. W rozpatrywanym okresie, w czasie czterech zim wystąpiło śródzimowe rozmarzanie pokrywy lodowej (1975, 1976, 1980, 1981). Zwarta pokrywa lodowa zalegała średnio od stycznia do marca, przy czym największą miąższość osiąga w drugiej dekadzie lutego. Maksymalne grubości pokrywy lodowej to 49 cm dla jeziora Piaseczno w zimie 1976 r. i 54 cm dla Białego Włodawskiego w 1979 r. Miąższość pokrywy lodowej w r. 1974 była na Jeziorze Białym Włodawskim wyraźnie zachwiana w porównaniu z jeziorem Piaseczno.

CECHY FIZYCZNO-CHEMICZNE WÓD JEZIORNÝCH

Charakterystykę cech jakościowych wód powierzchniowych (jezior i rzek) oparto na materiałach zebranych przez pracowników Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Lublinie i Chełmie. W opracowaniu wykorzystano analizy fizyczno-chemiczne wód pobranych z 47 największych jezior i zbiorników retencyjnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Oznaczenia zawartości substancji mineralnych wykonały laboratoria wyżej wymienionych instytucji w okresie od kwietnia 1993 r. do września 1996 r.

Analiza parametrów jakościowych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, tak jak wszystkich innych naturalnych akwenów, musi obejmować charakterystykę podstawowych czynników je kształtujących. Procesy odpowiedzialne za stan cech fizyczno-chemicznych jezior łęczyńsko-włodawskich należy podzielić na dwie grupy. Pierwszą stanowią cechy zlewni, alimentujące zbiornik. Najważniejsze elementy tej grupy to budowa geologiczna podłoża, charakter powierzchniowej sieci wodnej, stan rolniczego i rekreacyjnego zagospodarowania obszaru. Drugą, ważną grupę stanowią parametry misy jeziornej, które warunkują powstanie i utrzymanie się określonego reżimu hydrochemicznego wód.

W przyrodzie obserwuje się ściśle powiązanie czynników naturalnych o charakterze geogenicznym i biotycznym z czynnikami antropogenicznymi różnej genezy. Skomplikowany układ zależności oraz brak jednorodnych materiałów zmusza do poszukiwania syntetycznych wskaźników charakteryzujących jakość wód jeziornych. Przy próbie ogólnej klasyfikacji wód jezior, ze względu na brak danych w odniesieniu do części jezior Pojezierza, zdecydowano o przyjęciu dwóch parametrów – konduktancji oraz mineralizacji ogólnej (tab. 47).

Na podstawie zróżnicowania mineralizacji ogólnej wód dokonano wydzielenia czterech grup jezior charakteryzujących się podobnymi parametrami. Pierwszą grupę stanowiły jeziora, których mineralizacja wody nie przekraczała 100 mg/l, a następna 101–200 mg/l (wody ultrasłodkie). W klasie trzeciej znalazły się jeziora z wodami słodkimi i mineralizacji 201–500 mg/l. Ostatnia, najmniej liczna grupa jezior jest reprezentowana w klasie > 500 mg/l, typowej dla wód o podwyższonej mineralizacji (akratopegi). Ważnym zagadnieniem, szczególnie w odniesieniu do jezior, których mineralizacja wód bliska jest wartości granicznej danej grupy, są cykliczne wahania sezonowe. Z tego powodu, analizę parametrów jakości wody

starano się odnieść tylko do okresu lata, a więc do stanu przy ustalonej stratyfikacji termicznej. W przypadkach, gdy czas poboru prób wody wskazywał na istnienie miksji wód, przyjmowano wartość parametru najczęściej występującą.

Tab. 46. Parametry jakościowe wybranych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego

Jezioro	Makroelementy [mg/l]						Mikroel. [mg/l]		[mg/l]		ml/ bakt
	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na+K	PO ₄	N całkow.	ChZT ₅	BZT ₅	
Białe Włodaw.	109,8	6	9	33,4	2,9	5,6	0,02	0,93	18	3,9	4
Brudno	146,4	19	8	74,7	2,5	5,7	0,479	5,1	244	18,8	1,7
Brudzieniec	109,8	18	8	44,3	2,6	4,5	0,655	2,89	108	6,7	4
Czarne Gościm.	57,96	10	8	14,3	1,8	4,17	0,008	2,71	122	2,6	2
Czarne Sosnow.	195,3	19	10	51,1	7,1	10,3	0,08	1,11	32,4	7,9	4
Czarne Uścim.	155	9	13	32,02	5,2	10,05	b.d.	1,11	30	2,7	17
Czarne Włod.	152,6	7	9	52,6	3	4,6	0,039	1,26	44,8	3,8	4
Długie	79,3	15	11	30,8	1,7	3,7	0,036	1,88	70,8	4,8	4
Domaszne	207,5	18	15	98,2	9,5	13,7	0,015	1,93	56	4,6	4
Dratów	248,96	12	15	52,1	7,7	12,4	0,228	4,81	59,6	7,8	17
Glinki	213,6	45	7	45,6	2,4*	5,6	0,016	2,58	65,2	3,2	0,4
Głębokie Uścim.	89,9	5	18	27,6	7,5	20,92	0,029	1,1	68	5	4
Gumiemek	195	13	14	47,9	11	13,4	0,01	2,27	33	3,2	2
Kleszczów	36	8	12	14,2	2,3	7,6	0,008	0,98	38	1,6	4
Krasne	140	16	12	34	2,7	11,3	0,01	1,28	28	2,5	20
Krzczęń	189,1	32	19	42,2	8,3	44,1	b.d.	1,33	34	16	4
Księżowskie	48,8	4,4	7,4				0,017	1,79	58,3	4,2	2
Łukie	152,6	19	12	33,2	4,1	5	0,023	1,15	49,2	1,7	0,4
Maśluchowskie	53,1	12	12	10,22	2,92	17,52	0,03	1,72	46	2,8	4
Miejskie	51,3	19	18	12	2,15	8,77	0,006	2,72	121	5,3	17
Moszne	79,3	10	7	26,6	3,1	3,1	0,074	1,41	46,4	3,3	4
Mytycze	148,3	6	17	21,3	0,5	13,35	0,072	1,29	72	13,7	8
Nadrybie	128,1	8	62	32,8	8,8	27,2	b.d.	1,79	b.d.	7,8	20
Piaseczno	35,01	16	10	32,1	9,7	16,2	0,01	0,5	26	2	20
Płotycze	42,7	19	8	22,5	8,1	4,7	0,149	1,94	72,0	2,8	4
Rogóżno	110,4	9	12	32,02	2,55	5,09	0,011	1,16	30	2,2	20
Skomielno	225	30	9	50,4	9,1	12,1	0,359	1,09	28,8	2,2	17
Stone	305,1	21,5	16,3	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Sumin	189,2	8	10	52,8	3	7,1	0,016	1,39	77,2	2,8	0,4
Ściegienne							0,005	1,42	44	5,8	2,0
Uścimowskie	128	8	18	36,8	7	30,15	0,006	1,12	77	8,8	4
Uściwierz	146,4	24	8	58,4	7,1	10,1	0,016	0,81	37,2	1,1	0,4
Wytyckie	244,1	54	13	73,3	2,4	4,7	0,076	1,42	60	2,7	0,1
Zagłębcze	91,5	9	11	42,5	3,4	6,3	0,016	1,27	26	3,8	4

Tab. 47. Mineralizacja wód w wybranych jeziorach i zbiornikach retencyjnych

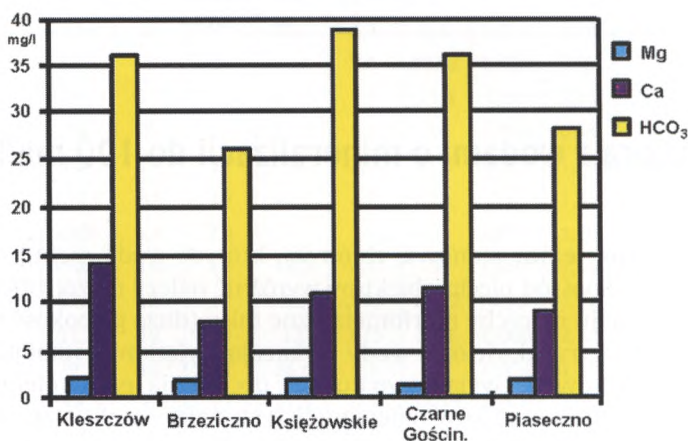
Grupa I do 100 mg/l	Grupa II 101–200 mg/l	Grupa III 201–500 mg/l	Grupa IV > 500 mg/l
Brzeziczno	Białe Włodawskie	Brudno	Pniówno
Czarne Gościńskie	Brudzieniec	Czarne Sosnowickie	Syczyńskie
Kleszczów	Długie	Czarne Uścimowskie	Stone
Księżowskie	Głębokie Uścimowskie	Czarne Włodawskie	
Piaseczno	Maśluchowskie	Glinki	
	Miejskie	Głębokie Cycowskie	
	Moszne	Gumienek	
	Perespilno	Krasne	
	Płotycze	Łukcze	
	Rogóżno	Łukie	
	Zagłębcze	Spilno–Koseniec	
		Sumin	
		Uścimowskie	
		Uściwierz	
		zb. Mytycze	
		zb. Skomelno	
		zb. Dratów	
		zb. Krzcień	
		zb. Domaszne	
		zb. Wytyckie	

Jeziora z wodami o mineralizacji do 100 mg/l

Pierwszą grupę jezior stanowią zbiorniki, których wody cechuje bardzo niska mineralizacja. Spośród pięciu obiektów wyróżnić należy mezotroficzne jezioro Piaseczno. Ze względu na cechy morfometryczne misy (duża głębokość maksymalna i średnia) parametry jakościowe wody wykazują wyjątkową stabilność. Należy podkreślić fakt okresowego, wyjątkowo dużego, obciążenia jeziora efektami antropogenizacji zlewni. Do czynników najgroźniejszych należy stała rozbudowa infrastruktury turystycznej, za którą nie nadąża porządkowanie gospodarki wodno-ściekowej. Wraz z rozwojem zabudowy lotniskowej zaobserwowano zasypywanie fragmentów torfowiska (na północ od jeziora) skałą płoną. Jest to zjawisko wyjątkowo niekorzystne, głównie ze względu na szybką migrację do zbiornika związków przyspieszających eutrofizację wody. Badania przewodnictwa elektrolitycznego epizodycznych wód powierzchniowych (torfianki, kałuże), wykonane na transekcji od północnego brzegu jeziora w kierunku wsi Piaseczno, wykazały na odcinku kilkudziesięciu metrów wzrost wartości parametru z około $70 \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ do około $2 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$. Położenie jeziora w strefie bezodpływowej na wododziale sprawia, że spływają do niego nutrieny z własnej zlewni. W zestawieniu z wielkością antropopresji mierzonej tylko przyrostem zabudowy w obrębie zlewni oraz wododziałowym położeniem jeziora Piaseczno należy traktować jako obiekt o najwyższym

stopniu zagrożenia. Faktu tego nie zmieniają stale niskie i stabilne wartości mierzonych parametrów jakościowych. Wody jeziora Piaseczno należą wciąż do najczystszych na Pojezierzu, co wynika wyłącznie z bardzo dużej – jak na ten region – pojemności jeziora.

Pozostałe jeziora tej grupy to na ogół śródlądowe zbiorniki polihumusowe znajdujące się w ostatniej fazie swego istnienia. Podobieństwo parametrów jakościowych wód jeziornych jest wynikiem zbliżonych cech zlewni oraz mis. Zlewnie jezior cechuje duży udział powierzchni leśnych, zakrzaczeń i podmokłości. Brak jest także wyraźnych oznak różnorodnej działalności człowieka. Zlewnie omawianych jezior mają jednolitą budowę geologiczną (duży udział utworów piaszczystych), a istniejąca sieć sztucznych odpływów powierzchniowych nie funkcjonuje (np. jezioro Brzeziczno) lub nie wpływa na kształtowanie parametrów jakościowych (jezioro Kleszczów). Dane batymetryczne wszystkich dystroficznych jezior tej grupy także wykazują duże podobieństwo. Głębokości maksymalne nie przekraczają 2 m, a powierzchnie zbiorników są małe i otoczone zwartym pasem podmokłości lub splei. Pod płaskim dnem znajdują się miększe osady organiczne, których stropowa warstwa stanowi mało wyraźną strefę przejściową pomiędzy wodą, koloidem i gytą jeziorną, często utrudniając precyzyjne dokonanie pomiaru.



Ryc. 31. Zawartość składników geogenicznych w wodach jezior grupy pierwszej

Jony HCO₃, Ca oraz Mg w wodach jezior grupy pierwszej wykazują niską zawartość i niewielką zmienność. Szczególnie wyrównana jest ilość magnezu od 1,3 mg/l w Jeziorze Czarnym Gościnnieckim do 2,2 mg/l w jeziorze Kleszczów. Równie nieznaczne zróżnicowanie wykazuje wapń, odpowiednio 8,0 mg/l w jeziorze Brzeziczno i 14,2 mg/l w jeziorze Kleszczów. Nieco większe różnice stwierdza się w ilości wodorowęglanów. Wody jezior Brzeziczno i Piaseczno cechuje wyraźnie niższa zawartość jonów HCO₃. Podkreślić należy także charakter wód jeziora Brzeziczno, które spośród tej grupy jezior miało w okresie badań najniższą wartość przewodnictwa elektrolitycznego, mineralizacji ogólnej i całkowitej, a także najmniejszą zawartość (wyrażoną wagowo) makroskładników geogenicznych. Analiza zawar-

tości przedstawionych (na ryc. 31) makroskładników nie uwypukliła różnicy w charakterze zlewni mezotroficznego jeziora Piaseczno i pozostałych, dystroficznych jezior. Badania stężeń biogenów i antropogenów oraz parametrów tlenowych (tab. 48) przeprowadzone były tylko w czterech jeziorach (bez jeziora Brzeziczno).

Biochemiczne i chemiczne zapotrzebowanie tlenu jest dobrym wskaźnikiem pokazującym zanieczyszczenie wody związkami organicznymi oraz niektórymi nieorganicznymi (np. sole żelazowe, siarczki). Analiza wartości tych wskaźników potwierdza najlepszą „kondycję” wód jeziora Piaseczno. Należy jednak podkreślić fakt, że w przypadku pięciodobowego biochemicznego zapotrzebowania tlenu zmierzone różnice są niewielkie i tylko Jezioro Książowskie nie spełnia norm wymaganych dla I klasy czystości (4 mg O₂/l i poniżej). Nieco większe wahania obserwuje się w przypadku ChZT₅. Tym razem wody Jeziora Czarnego Gościńskiego (III kl. czystości) odbiegają od wartości typowych dla pierwszej grupy jezior (II kl. czystości).

Tab. 48. Zawartość biogenów oraz parametry tlenowe wód wybranych jezior

Parametry	Piaseczno	Kleszczów	Czarne Gościńskie	Książowskie
BZT ₅ mg O ₂ /l	2,7	2,98	2,6	4,2
ChZT ₅ mg O ₂ /l	32,0	38	122	58,3
PO ₄ mg P/l	0,078	0,008	0,008	0,017
Fosfor całkow. mg P/l	0,056	0,036	0,046	0,154
Azot mineral. MgN/l	0,2	0,47	1,49	0,65
Azot całkow. MgN/l	0,84	0,98	2,71	1,79
Chlorki mg Cl/l	7,0	15	15	7,4
Siarczany mg SO ₄ /l	12,0	4	12	4,4

Związki fosforu i azotu znajdują się w wodzie w małych ilościach, ale ich rola w kształtowaniu procesu rozwoju życia roślinnego i zwierzęcego zbiorowisk wodnych jest pierwszorzędna. Często właśnie te parametry jako pierwsze uwiadcniają problem degradacji hydrosfery. W przypadku jezior o wodach ultrasłodkich stężenie wymienionych mikroelementów nie daje podstaw do określenia specyfiki kształtowania się poziomu biogenów w odniesieniu do zbiorników mezo- i dystroficznych. Zaznacza się podwyższona (w stosunku do pozostałych jezior) zawartość fosforanów w wodach Piaseczna, co należy przypisać antropopresji związanej z funkcjonowaniem bazy turystyczno-rekreacyjnej. Duże znaczenie przywiązuje się także do wskaźników: chlorkowego i siarczanowego, tradycyjnie uznawanych jako antropogeniczne. Pomimo niskich stężeń tych związków (6–20 mg/l), w odniesieniu do normatywów, należy systematycznie rejestrować poziom tych parametrów. Ze względu na naturalnie ubogą w Cl i SO₄ geosferę obszaru alimentacji jezior ultrasłodkich każdy nawet nieznaczny wagowo wzrost zawartości tych jonów wskazuje na niekorzystne przekształcenia zachodzące w wodach jeziora. Wiele trudności nastręcza próba określenia tendencji zmian parametrów jakościowych, głównie z powodu braku systematycznie prowadzonych pomiarów (tylko jezioro Piaseczno ma dłuższą serię obserwacyjną). Dostępny materiał nie upoważnia do

formułowania nawet ogólnych wniosków dotyczących czasowej zmienności cech jakościowych tej grupy jezior. Analiza danych dla jeziora Piaseczna za lata 1974, 1984, 1986, 1990 i 1996 nie może być zatem utożsamiana z kierunkami zmian zachodzących w pozostałych jeziorach.

Spośród omawianych parametrów, najmniejsza zmienność cechowała warunki tlenowe wód. Zawartość tlenu rozpuszczonego w całym okresie wynosiła w warstwie przypowierzchniowej od 8,8 mg O₂/l (w 1986 r.) do 11,7 mg O₂/l (w 1996 r.) i spadała do wartości około 4 mg O₂/l przy dnie. Wyjątek stanowił rok 1984, kiedy to w warstwie przydennej zarejestrowano wyraźne zmniejszenie ilości tlenu 0,8 mg O₂/l. W przypadku biochemicznego zapotrzebowania na tlen (BZT₅) należy wyróżnić dwa etapy. W pierwszym etapie (dekada 1974–1984) nastąpił gwałtowny wzrost zapotrzebowania na tlen z wartości 0,6–2,0 mg/l w 1974 r. do 2,4–4,4 mg/l w r. 1984. W kolejnych latach BZT₅ utrzymywało się już na zbliżonym poziomie. Podobnie kształtowały się czasowe zmiany zawartości azotu amonowego N–NH₄ oraz fosforanów PO₄. Okres 1974–1986 to lata, w których nastąpiło podwojenie średniej zawartości N–NH₄, odpowiednio z 0,34 mg/l do 0,69 mg/l oraz nastąpił wzrost PO₄ do wartości 0,202 mg/l. W r. 1974 w wodach jeziora Piaseczno nie wykryto fosforanów w ogóle, a jedynie w przydennej warstwie hypolimnionu znajdowały się śladowe ilości PO₄. Różnice w tendencji zmian uwidoczniły się jedynie w 1996 r., gdzie w przypadku azotu amonowego nastąpił nieznaczny spadek zawartości N–NH₄, natomiast ilość fosforanów nie zmieniła się. Poziom chlorków i siarczanów wykazywał różnokierunkowe zmiany wartości w małym zakresie 6–15 mg Cl/l oraz 7–20 mg SO₄/l. Wahania tych parametrów nie pozwalały na uchwycenie żadnych wyraźnych tendencji zmian.

W podsumowaniu oceny jakości wód jezior o najniższej mineralizacji należy bardzo wyraźnie podkreślić wybitne wartości przyrodnicze tych akwenów oraz ich zlewni. Są to bowiem ostatnie obiekty, których parametry fizyczno-chemiczne stanowią pochodną warunków naturalnych (poza jeziorem Piaseczno). Można zatem uznać jeziora grupy pierwszej jako podstawę do określenia tła hydrogeochemicznego Pojezierza i na tej podstawie podjąć próbę wyznaczenia skali przeobrażeń hydrosfery tego obszaru.

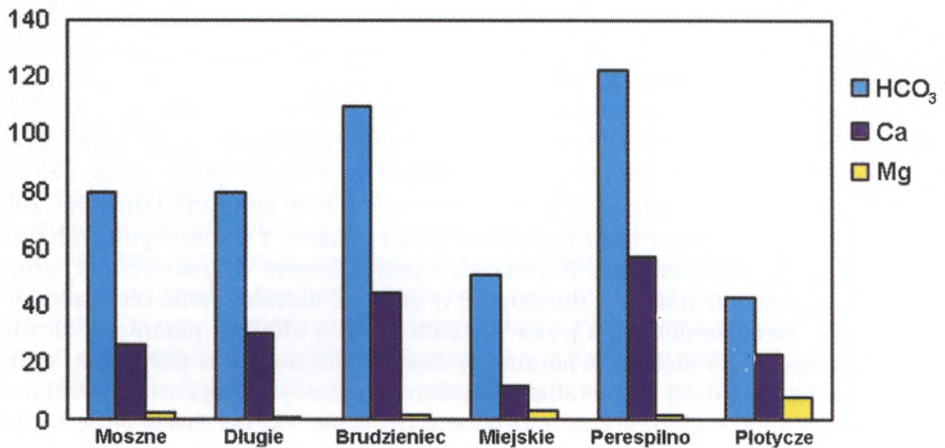
Jezióra z wodami o mineralizacji od 101 do 200 mg/l

Drugą, liczniejszą od pierwszej grupę jezior stanowią zbiorniki o mineralizacji ogólnej wody nie przekraczającej 200 mg/l (tab. 46). W tej grupie znalazły się jeziora o zlewniach zbliżonych do warunków naturalnych Polesia (np. Brudzieniec, Płotycze, Moszne, Długie) oraz takie, których zlewnie przekształcono zmieniając zupełnie lub w dużej części jej dawny charakter (np. Białe Włodawskie, Zagłębo-cze, Rogóźno). Cześć jezior to obiekty prawnie chronione (jezióra Poleskiego Parku Narodowego) oraz intensywnie zagospodarowane turystycznie. Wreszcie w jednej

grupie znalazły się jeziora najgłębsze i najpłytsze Pojezierza. Taka mozaika różnic, przy zbliżonej zawartości zdysocjowanych substancji mineralnych w wodzie, może świadczyć o przejściowym charakterze wód tej grupy jezior. Kierunek zmian oraz ich tempo są jednak niekorzystne, ponieważ parametry wód stają się coraz bardziej podobne do cech wód grupy trzeciej – traktowanej jako grupa jezior przekształconych i zdegradowanych. W przypadku niektórych jezior stwierdza się okresowe przekraczanie przyjętej granicy 200 mg/l oraz w przypadku innych – zbliżanie się do granicy jezior ultrasłodkich, co należy wiązać z sezonowymi wahaniami reżimu hydrochemicznego. W związku z przejściowym charakterem tej grupy jezior różne czynniki stanowią dominantę w procesie kształtowania cech jakościowych wody. W odniesieniu do jezior płytkich będą to głównie parametry zlewni, a w przypadku jezior głębokich parametry misy. Podobnie jak w przypadku grupy jezior o wodach najniżej zmineralizowanych rola budowy geologicznej zlewni oraz pozostałe czynniki o charakterze naturalnym decydują o generalnym typie hydrochemicznym wody.

W grupie drugiej najliczniej reprezentowane są jeziora, których zlewnie odzwierciedlają stan naturalny lub są tylko w niewielkim stopniu przekształcone (Płotycze, Moszne, Długie, Brudzieniec, Perespilno, Miejskie). Pozostałe jeziora obciążone są presją różnorodnej działalności człowieka sprawiającej, że zarówno obszar ich zlewni, jak i główne czynniki kształtujące aktualny poziom parametrów fizyczno-chemicznych mają genezę pozanaturalną (Głębokie Uścimowskie, Maśluchowskie, Rogóźno, Zagłębocze i Białe Włodawskie). Spośród 6 pierwszych jezior wyróżnić należy dwa typy troficzne – dystroficzne Moszne, Długie, Brudzieniec oraz eutroficzne Miejskie, Płotycze i Perespilno. Podobnie zespół jezior „przekształconych” stanowi dwa różne typy ze względu na dominujący, antropogeniczny czynnik formujący cechy jakościowe tych akwenów. W przypadku Rogóźna, a szczególnie Zagłębocza i Białego Włodawskiego jest to czynnik związany z intensywnym rekreacyjno-turystycznym wykorzystaniem zlewni. Jeziora Głębokie Uścimowskie i Maśluchowskie, z powodu śródpolnego położenia – opodal dużej wsi – pozostają pod wpływem czynnika agrarnego, dodatkowo potęgowanego efektami gospodarki rybackiej (Jezioro Głębokie). Analiza parametrów geogenicznych (ryc. 32) w wodach jezior dystroficznych i eutroficznych potwierdza specyfikę zmian cech fizyczno-chemicznych. Najmniejsze są różnice w zawartości magnezu (1,7–8,1 mg/l). W przypadku wapnia i wodorowęglanów zróżnicowanie jest nieco większe, a wody jezior: Brudzieniec i Perespilno grupują się w strefie wartości ekstremalnych – odpowiednio 44,3 i 57,6 mg/l Ca oraz 109,8 i 122,0 mg/l HCO₃.

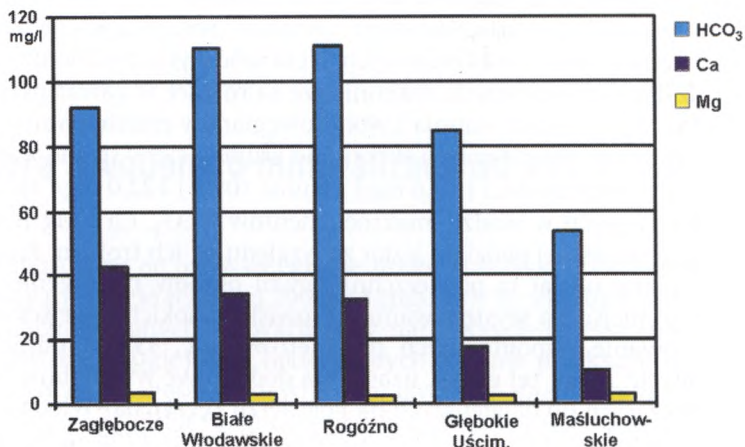
Ilość rozpuszczonych w wodzie makroelementów HCO₃, Ca i Mg nie potwierdza dokonanego wcześniej podziału jezior ze względu na ich trofizm. Przyczyną tego może być różny udział w powierzchni zlewni osadów hydrogenicznych wykształconych w miejscach występowania torfowisk wysokich, przejściowych i niskich. Zróżnicowanie wspomnianych parametrów (ryc. 33), w odniesieniu do „przekształconych” jezior tej grupy, uzasadnia dodatkowe wyodrębnienie osobnej klasy jezior należących do najgłębszych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim (Zagłębocze, Białe Włodawskie i Rogóźno). Stężenia HCO₃, Ca i Mg są bardzo podobne, a różnice pomiędzy jeziorami maksymalnie wynoszą odpowiednio 18,9, 10,48



Ryc. 32. Zawartość składników geogenicznych w wodach „naturalnych” jezior grupy drugiej

oraz 0,85 mg/l. Pozostałe dwa jeziora – Głębokie Uścimowskie i Maśluchowskie charakteryzuje wyraźnie niższa zawartość omawianych makroelementów.

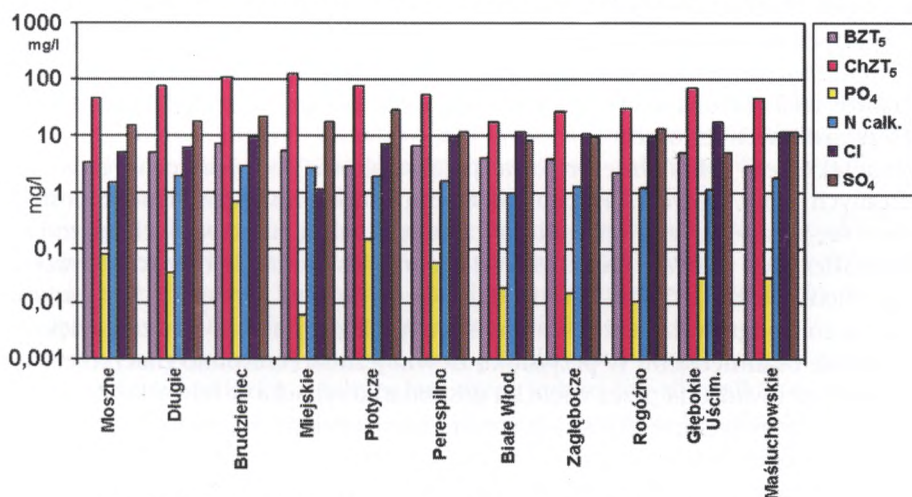
Różnice zawartości w wodzie mikroelementów i parametrów tlenowych (ryc. 34) potwierdzają zasadność przyjętego podziału jezior. Pomimo ewidentnych różnic cech morfologicznych zlewni i mis jeziornych, hydrochemia akwenów stanowi o podobieństwie jezior. Oczywiście, przy wnikliwej interpretacji danych dostrzec można pewne różnice, które wymagają szczegółowego wyjaśnienia. Wielkość zarówno BZT₅, jak i ChZT₅ uwypukla rolę głębokich jezior, w których obydwa parametry mają najniższe wartości. Dobre natlenienie wód (szczególnie hypolimnionu) jest poważnym czynnikiem przeciwdziałającym, wymuszonej zwiększoną dostawą biogenów, eutrofizacji wód. W przypadku jezior okresowo „przeciążonych turystycznie”, przy braku kompleksowych działań ochronnych, może się okazać, że jest to



Ryc. 33. Zawartość składników geogenicznych w wodach „przekształconych” jezior grupy drugiej

jedyna przyczyna przeciwdziałająca degradacji akwenu. O ile wzrost natlenienia wody traktujemy jako zjawisko pozytywne, to każdy, nawet najmniejszy wzrost ilości biogenów, oznacza przyspieszenie tempa zaniku jeziora. Poziom związków fosforu i azotu w jeziorach grupy drugiej był na ogół przyczyną obniżenia klasy czystości wody. Najwyższą zawartość fosforanów (0,605 mg/l), fosforu całkowitego (0,612 mg/l) oraz azotu mineralnego (1,15 mg/l) i całkowitego (2,89 mg/l) zarejestrowano w wodach jeziora Brudzieniec. Ze względu na śródlądne położenie w obrębie rozległego kompleksu Lasów Sobiborskich oraz braku jakichkolwiek form antropopresji w obrębie zlewni jeziora, przedstawione wartości parametrów wydają się być zawyżone i należy je traktować jako incydentalne.

Ilość rozpuszczonych chlorków i siarczanów w wodach jezior grupy drugiej była bardzo niska i mało zmienna, w granicach 5–18 mg/l Cl oraz 5–28 mg/l SO₄. Najwyższe wskaźniki chlorkowe zanotowano w jeziorach: Miejskim oraz Głębokim Uścimowskim, a siarczanowe w jeziorze Płotycze. Minimalne wartości Cl i SO₄ zmierzono w polihumusowym jeziorze Moszne oraz Głębokim Uścimowskim.



Ryc. 34. Zawartość biogenów oraz parametry tlenowe wód jezior grupy drugiej

Ocena zmian jakości wody, podobnie jak w przypadku pierwszej grupy jezior, ma charakter uproszczony i odnosi się tylko do jednego zbiornika – Rogóżna, dla którego są trzy serie obserwacyjne (lata 1987, 1991 i 1996). Analiza ilości tlenu rozpuszczonego wykazuje wahania parametru w wodzie przy powierzchni oraz stałe jego ubożenie przy dnie i w całym hypolimnionie. Maksymalna zawartość tlenu w wodach epilimnionu zmieniała się następująco: w 1987 r. – 10,2 mg O₂/l, w r. 1991 – 9,4 mg O₂/l, a w 1996 r. 10,37 mg O₂/l. Minimalne stężenia O₂ przy dnie wynosiły: w 1987 r. 2,0 mg O₂/l, cztery lata później już tylko 0,6 mg O₂/l, a w 1996 r. wartość 0,66 mg O₂/l zmierzono 2 m ponad dnem, poniżej znajdowała się strefa beztlenowa z wyczuwalnym H₂S. Dosyć nietypowo przedstawiają się natomiast zmiany PO₄ i N–NH₄. W obu przypadkach rejestrowano stały i wyraźny spadek stężeń fosforanów – z wartości 0,06 mg/l na początku okresu do 0,011 mg/l na

końcu i azotu amonowego odpowiednio z 0,6 mg/l na 0,39 mg/l. Należy jednak podkreślić fakt jedynie trzykrotnego pomiaru cech, co może w szczególnym przypadku zniekształcać obraz rzeczywisty. Jeszcze inaczej wygląda natomiast udział chlorków i siarczanów, które z kolei nie wykazywały żadnej tendencji zmian, a ich stabilna zawartość mieściła się w przedziale 9–11 mg/l Cl oraz 11–13 mg/l SO₄.

W przypadku pierwszych sześciu jezior ocena parametrów jakościowych wód wskazała na warunki kształtowania zbliżone do naturalnych, a w odniesieniu do pozostałych akwenów jako wyraźnie zmienione antropogenicznie. Chemizm wód takich jezior, jak Moszne, Długie i Brudzieniec oraz dystroficznych jezior grupy pierwszej jest podobny. Niewielkie różnice można by zatem uznać za efekt normalnej ewolucji hydroekosystemu. Takie proste rozwiązanie sugeruje także podobieństwo parametrów zlewni i batymetrii mis. Szczegółowa znajomość obszaru pomaga wskazać jednak istotne różnice, które mogą wyjaśnić przyczyny obecnie jeszcze niewielkich zmian hydrochemicznych. Konsekwencją wykonanych melioracji odwadniających tereny przyległe do zlewni jezior było obniżenie zwierciadła wód podziemnych. Zmiany hydrologiczne pociągają za sobą zmiany warunków powietrzno-wodnych w torfowiskach, które stanowią ważny element alimentacji wód jeziornych. Murszenie torfu jest ważnym czynnikiem wpływającym na parametry jakościowe wód torfowiskowych i może stanowić przyczynę zmian hydrochemicznych w zasilanych jeziorach.

Inaczej należy jednak interpretować przekształcenia cech jakościowych wód eutroficznych jezior Płotycze i Perespilno. Obecnie otoczone lasem i trudno dostępne jeziora nie miały takiego charakteru zawsze. Analiza historycznych materiałów kartograficznych pozwala na określenie zmian w osadnictwie i strukturze użytkowania ziemi. Jeszcze 50 lat temu udział lasów w obu zlewniach był mniejszy, a istotną rolę odgrywała także działalność rolnicza związana ze znacznie większym niż obecnie osadnictwem. W przypadku zlewni jeziora Perespilno znaczenie mogła mieć także prowadzona przez wiele lat gospodarka rybacka w folwarku Zawołocze. Zupełnie inne przyczyny kształtują parametry najgłębszych jezior tej grupy. Atrakcyjność krajobrazowa i przyrodnicza ich zlewni spowodowała szybką zmianę form użytkowania ziemi (zamiana łąk i pól ornych na tereny pod zabudowę) i gwałtowną ekspansję infrastruktury turystycznej. Pojemność turystyczna tych jezior została przekroczona i każdy sezon wakacyjny jest okresem wzmożonej dostawy dużych ilości biogenów (związki fosforu i azotu) i antropogenów (chlorki i siarczany). Stosunkowo dobre parametry jakościowe wód jeziora Białe Włodawskie, Zagłębcze i Ro-góžno zawdzięczają wyłącznie dużej objętości wody, a przez to stosunkowo niezłym warunkom tlenowym, które spowalniają tempo degradacji tych jezior.

Jeziora z wodami o mineralizacji 201–500 mg/l

Najliczniej reprezentowaną grupę jezior stanowią akweny, które poddane długotrwałej presji czynników antropogenicznych mają podwyższoną mineralizację wód. Do głównych przyczyn pogarszających jakość wód należy zaliczyć niekontrolowany rozwój zabudowy rekreacyjno-turystycznej, zmiany użytkowania ziemi w poszczególnych zlewniach, rozwój produkcji rolniczej i związanego z nią nawożenia pól, zmiany dróg i tempa obiegu wód powierzchniowych, wprowadzanie do zbiorników allochtonicznej i zanieczyszczonej wody, rozwój stałego osadnictwa bez uporządkowanej gospodarki wodno-ściekowej, rozwój górnictwa węglowego. Rola poszczególnych czynników jest różna i trudno wskazać jedną przyczynę główną. W rzeczywistości mamy raczej do czynienia z nakładaniem się niekorzystnych efektów o różnej genezie. Ważnym problemem wynikającym z konieczności interpretacji wielkości zmian jest stworzenie obiektywnego narzędzia o charakterze przyrodniczym, które zastąpiłoby stosowane powszechnie klasy czystości bądź klasyfikację odporności na degradację.

Po szczegółowej analizie batymetrii jezior i ich zlewni w **grupie trzeciej** znalazły się także i takie, których aktualny, podwyższony poziom mineralizacji wód należy uznać za „normalny”, wynikający ze wzrostu roli utworów węglanowych w budowie geologicznej zlewni (np. jezioro Sumin).

Z uwagi na dużą liczbę jezior w grupie trzeciej podzielono wszystkie obiekty ze względu na główny czynnik kształtujący parametry jakościowe. Jego wyróżnienie ma wyłącznie charakter formalny – dla ułatwienia percepcji dużej liczby danych – i nie oznacza wykluczania wpływu innych czynników.

Pierwszym, wyróżnionym elementem jest dostawa obcych, często zanieczyszczonych wód (w związku z pełnieniem przez jezioro roli zbiornika retencyjnego). Doprowadzenie wody o niskiej jakości, głównie z systemu Kanału Wieprz–Krzna, powoduje wzrost mineralizacji wody w części zlewni jeziornych oraz prowadzi do zmiany pierwotnych cech hydrochemicznych. W podgrupie tej znalazły się następujące zbiorniki: Dratów, Mytycze, Krzczeń, Domaszne, Skomelno, Czarne i Białe Sosnowickie oraz Wytyckie.

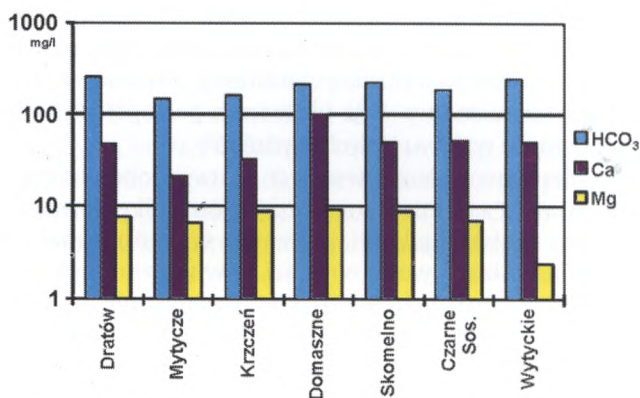
Drugą podgrupę stanowią jeziora, których pojemność wodna w stosunku do przepływającej rzeki, rowu lub innego cieką jest zbyt mała, aby utrzymać odrębność własnych parametrów fizyczno-chemicznych. W takim przypadku niezwykle trudno jest określić tzw. parametry własne. Nie zmienia to jednak faktu dominującego wpływu „przepływowości”. Grupę tą tworzą jeziora: Bikcze, Zienkowskie, Cykowe, Ściegienne, Czarne Uścimowskie, Brudno, Koseniec, Spilno oraz Glinki.

Jedno jezioro – Sumin reprezentuje silne oddziaływanie czynnika geologicznego, co wynika z płytkiego występowania węglanowych skał w obrębie nieco wyniesionych ostańców zbudowanych ze skał kredowych. Pozostałe jeziora nie mają wyraźnie zaznaczonego czynnika dominującego, a parametry jakościowe są pochodną nakładających się różnych czynników, takich jak: rozwój turystyki i rekreacji, rolnictwo i związane z nim nawożenie mineralne i organiczne, hodowla ryb,

dostawa wód obcych (która obecnie została zaniechana), występowanie zwartej sieci osadniczej o stałym charakterze.

Podgrupę jezior bez wyraźnie dominującego czynnika tworzą: Łukcze, Krasne, Uścimowskie, Czarne Włodawskie, Uściwierz, Łukie oraz Głębokie Cycowskie.

Sama zawartość składników geogenicznych w zbiornikach retencyjnych (ryc. 35) wskazuje wyraźnie na allochtoniczny charakter tych wód. Środowisko naturalne Pojezierza jest ubogie w węglany i wapń, zatem przedział wartości 148,3–248,96 mg/l HCO_3 oraz 21,3–98,2 mg/l Ca jest dowodem na całkowite przekształcenie pierwotnego charakteru hydrochemicznego wód. Mała zmienność parametrów wskazuje na podobne źródło tych zmian. W rzeczywistości są to zanieczyszczone wody, pochodzące spoza Pojezierza, rozprowadzane systemem kanałów do zbiorników, w których na skutek diametralnej zmiany parametrów hydrochemicznych doszło do zniknięcia unikatowych poleskich ekosystemów. Jaskrawy przypadek stanowi Jezioro Czarne Sosnowickie. Od chwili doprowadzania wód z KWK nastąpiła zmiana w charakterze troficznym jeziora. Niegdyś dystroficzny zbiornik, z dużą ilością substancji humusowej (której zawdzięcza swoją nazwę), jest obecnie jeziorem mezotroficznym. Parametry tlenowe (BZT₅ 2,7–13,7 mg O₂/l, ChZT₅ 32,4–102 mg O₂/l), zawartość związków azotu (N całk. 1,09–4,41 mg/l), fosforanów (0,015–0,359 mg/l) oraz chlorków (9–15 mg/l) i siarczanów (10–54 mg/l) wskazują na znaczne zanieczyszczenie wód zbiorników retencyjnych.



Ryc. 35. Zawartość składników geogenicznych w wodach zbiorników retencyjnych

Jezioro jako obiekt dynamiczny podlega stałym zmianom o charakterze cyklicznym (wahania sezonowe) oraz długookresowym. Na jakość wód z różnym natężeniem oddziałuje wiele czynników, a jednym z najsilniej wpływających na parametry jakościowe jest stan czystości wód przepływających przez jezioro. Badanie relacji parametrów wód recipienta i dostawcy stanowi zagadnienie bardzo interesujące. Jeziora przepływowe Bikcze, Zienkowskie, Cycowe, Czarne Uścimowskie, Ściegienne, Glinki oraz Perespilno, Koseniec, Spilno i Brudno związane są systemami rzek Piwonii Dolnej i Górnej, Tarasinki oraz cieką bez nazwy odwadniającego północne stoki Łuku Uhruskiego. Największa liczba jezior z grupy trzeciej znajduje się pod wpływem wód Piwonii Dolnej. Rzeka ta kontrolowana była w dwóch profilach

– Zienki oraz Sosnowica. Jej wody cechowały się niską jakością oraz niewielkimi zmianami mierzonych parametrów. Zestawienie wybranych parametrów rzeki i jezior (tab. 49) wskazuje wyraźne podobieństwo odczynu wody, natomiast parametry tlenowe były zdecydowanie lepsze w wodach Piwonii (co jest sytuacją zupełnie normalną). Analiza zawartości chlorków wykazała koncentrację tych jonów w wodach jezior (poza obwałowanym jeziorem Bikcze), natomiast w przypadku siarczanów i fosforanów stężenia parametrów w rzece były na ogół wyższe. Najlepszy stan sanitarny miały jeziora Bikcze i Cycowe, a najgorszy Piwonnia i Jezioro Zienkowskie.

Rzeka Tarasinka wpływa na kształtowanie parametrów jeziora Glinki. Batymetria jeziora, które składa się z dwóch mis połączonych wąską i płytką strefą, powoduje, że oddziaływanie dużych ilości wód rzecznych dotyczy w większym stopniu jego południowej części. W kształtowaniu jakości wody w basenie północnym dużą rolę odgrywa rolnictwo. Potencjalnym zagrożeniem jest także niekontrolowany rozwój prywatnej infrastruktury turystyczno-wypoczynkowej. Parametry jakościowe wód rzeki zbliżone są do cech wód jeziora. Odczyn wód w obu przypadkach zasadowy, wyższą wartość osiągnął w jeziorze (odpowiednio 8,4 i 7,6 jednostki pH). Na podobnym poziomie kształtowały się parametry tlenowe, co może świadczyć o dobrym natlenieniu wód jeziora. Poziom składników antropogenicznych (Cl i SO₄) i biogenów (związki azotu i fosforu) był nieznacznie niższy w jeziorze. Kolejną parą obiektów, które pozwalają skonfrontować cechy jakościowe, są jezioro Brudno i duży rów bez nazwy (ciek spod Kosynia). Otoczone lasem jezioro Brudno ma charakter płytkiego zbiornika eutroficznego, a zlewnia nie podlega antropopresji. Jedynym realnym czynnikiem wpływającym na jakość wód pozostaje zatem ciek spod Kosynia. Ilość chlorków i siarczanów w wodach ciek (10 mg/l Cl i 68 mg/l SO₄) i jeziora (12 mg/l Cl i 50 mg/l SO₄) są zbliżone, natomiast fosforanów prawie takie same (0,421 mg/l PO₄ w ciek i 0,479 mg/l w jeziorze). Z powodu okresowo niewielkich objętości przepływu ciek spod Kosynia, a także bliskości dużych wsi (Stulno i Kosyń), opodal których prowadzi swe wody, stan sanitarny wyrażony mianem Coli jest nie najlepszy – 0,231 ml/bakt. Znacznie lepiej prezentuje się pod tym względem woda jeziora Brudno (1,7 ml/bakt.), osiągająca wartość typową dla I klasy czystości. Analiza pozostałych obiektów na podobnej zasadzie nie była możliwa ze względu na brak danych dotyczących parametrów jakościowych powierzchniowych wód płynących.

Tab. 49. Wybrane parametry jakościowe wód rzeki Piwonii Dolnej oraz jezior: Bikcze, Zienkowskie i Cycowe

Parametry	Rzeka Piwonnia Dolna		Jeziora		
	profil Sosnowica	profil Zienki	Bikcze	Zienkowskie	Cycowe
pH	7,83	7,9	7,69	7,7	7,7
BZT ₅ [mg O ₂ /l]	3,44	3,79	4,6	16,4	28,7
ChZT ₅ [mg O ₂ /l]	44,37	51,57	64,0	97,2	98,5
Cl [mg/l]	20,8	24,1	19	31,2	26,4
SO ₄ [mg/l]	28,9	33,3	11	13,3	16,3
PO ₄ [mg/l]	0,146	0,108	0,005	0,084	0,112
Miano Coli	0,017	0,046	0,4	0,01	2,0

Jedynym jeziorem w grupie trzeciej, którego jakość wód uznać można za wynik budowy geologicznej zlewni, jest jezioro Sumin. Pomimo rolniczego charakteru dużej części zlewni oraz ciągłego wzrostu roli głównie niezorganizowanych form rekreacji w okresie lata czynnikiem nadającym odmienny charakter wód pozostaje sąsiedztwo węglanowego guza Garbatówki. Te właśnie wychodzące na powierzchnię skały z dużą zawartością CaCO_3 są bezpośrednią przyczyną specjalnych cech tego jeziora. Związek litologii podłoża z jakością wód zbiornika potwierdzają wykonane analizy zawartości składników geogenicznych. Zawartość jonów HCO_3 wyniosła 195,26 mg/l, a wapnia niespełna 55 mg/l.

W pozostałych jeziorach podgrupy trzeciej – jeziora Uścimowskie, Łukcze, Krasne, Czarne Włodawskie, Łukie i Gumienek – jakość wód uzależniona jest od różnych czynników. Najłatwiej jest wskazać przyczynę procesu kształtowania jakości wody w przypadku Jeziora Uścimowskiego, które znajduje się w terenie intensywnie użytkowanym rolniczo, a konfiguracja terenu sprzyja spływowi nutrientów do jeziora. Dodatkowym czynnikiem kształtującym jakość wody jest wyjątkowa bliskość stałego osadnictwa. W przypadku jezior Łukcze i Krasne sytuacja wygląda zupełnie odmiennie. Negatywne oddziaływania skutków działalności rolniczej stale maleją, a rośnie znaczenie turystyki wypoczynkowej. Jezioro Łukcze wcześniej zostało dostrzeżone jako atrakcyjne miejsce dla spędzania wolnego czasu (lata sześćdziesiąte), zatem w pierwszej kolejności powstały ośrodki wypoczynkowe wielu dużych przedsiębiorstw (żaden ośrodek do dziś nie ma kanalizacji), np. WSK Świdnik, FS Lublin, Zakład Energetyczny Lublin. Przełom lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych to kolejna fala rozwoju budownictwa letniskowego, wówczas duże fragmenty zlewni zamieniono na osiedla małych domków letniskowych. Rozwój sieci usług turystycznych w zlewni jeziora Krasne nastąpił w dekadzie lat osiemdziesiątych. Wokół jeziora powstał szczelny pas prywatnych pól namiotowych oraz kilka ośrodków wypoczynkowych (m.in. KWK Bogdanka). Ważnym problemem dla jezior, szczególnie Krasnego, było okresowe doprowadzanie wód kanałowych, które spowodowały szybką eutrofizację zbiornika. W czasie dwudziestu lat nastąpiła zmiana charakteru troficznego jeziora z oligo- na mezotroficzne. Jezioro Łukie jest obiektem położonym na uboczu głównych tras komunikacyjnych, dlatego ominął je problem napływu „letników”. Głównym czynnikiem, który zmienił cechy jakościowe zlewni, były zmiany powierzchniowej sieci odpływu. Wody ze zlewni w większym stopniu zasilają mocno wciętą rzekę Piwońnię niż samo jezioro. Poważną rolę odgrywa także zasilanie jeziora od wschodu wodami podziemnymi spływającymi z kredowego garbu Woli Wereszczyńskiej. Długoletnie prowadzenie intensywnej gospodarki rybackiej na Jeziorze Czarnym Włodawskim stanowi przykład kolejnego czynnika zmieniającego jakość wód. Obszar zlewni jest w dużej części zalesiony, z małym udziałem pól uprawnych. Mimo teoretycznych korzystnych parametrów zlewni wody jeziora są jednak wyraźnie przekształcone.

Podgrupa trzecia jest najliczniej reprezentowana przez różnorodne hydrochemicznie jeziora, natomiast dane dotyczące chemii wód są wyjątkowo ubogie. Tylko jedno jezioro tej podgrupy – Krasne – ma pomiary w dwóch terminach: 1992 r. i

1996 r. (tab. 50), trudno jest na tej podstawie formułować wnioski o tendencjach zmian długookresowych.

Tab. 50. Wybrane parametry jakościowe wód jeziora Krasne

Lata	ChZT ₅	BZT ₅	PO ₄	N całk.	Cl	SO ₄	Miano Coli
	mg O ₂ /l	mg O ₂ /l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ml/bakt.
1992	28	4	0,02	1,08	16	16	20
1996	28	2,5	0,01	1,18	12	16	20

Większość przedstawionych parametrów nie wykazuje zmian (ChZT₅, SO₄ i miano Coli), co może oznaczać stabilność hydrochemiczną akwenu. Natomiast nieco wzrosła zawartość związków azotu. Równie ważnym problemem jest stan natlenienia wód. Nad płytszym głębockiem – poniżej 7 m – stwierdzono już warunki beztlenowe (obecność H₂S). W głębszej części jeziora tlen rozpuszczony w wodzie rejestrowano do 12 m – 0,2 mg O₂/l.

Jeziora z wodami o mineralizacji przekraczającej 500 mg/l

Niewątpliwą atrakcją hydrochemiczną jezior łączyńsko-włodawskich jest istnienie zbiorników, w których obserwuje się wody o podwyższonej mineralizacji i anomalnych wartości parametrów fizyczno-chemicznych. Ekstremalne wielkości mierzonych cech notowane są w jeziorach należących do **czwartej grupy**. Jeziora Syczyńskie, Słone i Pniówno, znajdujące się poza fizjograficznym rejonem Pojezierza Łączyńsko-Włodawskiego, wyróżnia wysoka, a w odniesieniu do jezior o wodach ultrasłodkich bardzo wysoka wartość mineralizacji ogólnej. W tym przypadku o stężeniu głównych jonów zawartych w wodzie decyduje (obok innych przyczyn, np. rolnictwa) duża geochemiczna podatność utworów kredowych na zjawisko hydrolizy. Peryferyjne położenie tych jezior na Pojezierzu, w strefie kontaktu ze skałami węglanowymi Pagórów Chełmskich, nadaje im przejściowy charakter pomiędzy Polesiem (krajobraz zlewni) i Wyżyną Lubelską (budowa geologiczna zlewni).

Zawartość składników geogenicznych w wodach jezior grupy czwartej wynosi: około 5 mval/l HCO₃, około 4 mval/l Ca oraz około 0,3 mval/l Mg. Wody jezior grupy czwartej charakteryzuje zatem wysoka twardość ogólna i węglanowa. W związku z rolniczym zagospodarowaniem zlewni jezior oraz bardzo małym udziałem lasów parametry jakościowe wód cechuje także stosunkowo wysoki udział substancji antropogenicznych (Cl 16–24 mg/l, SO₄ 21,5–90 mg/l) i biogenów (N całk. ok. 2,0 mg/l, P całk. ok. 0,15 mg/l).

HYDROBIOLOGICZNE CECHY JEZIOR – STAN AKTUALNY I KIERUNKI ZMIAN

Właściwości abiotyczne

Jeziora Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego cechują się małą odpornością na antropopresję, wskutek czego podlegają coraz silniej zaznaczającej się degradacji ekologicznej (Chmielewski, Radwan 1996; Chmielewski i in. 1997; Kornijów 1996, 1997). Wynika to z ich limnologicznego charakteru oraz ze specyficznych stosunków wodnych całego Pojezierza. Obserwowane na przestrzeni lat zanikanie jezior jest procesem naturalnym, jednak nasilająca się ingerencja człowieka w ich funkcjonowanie wydatnie ten proces przyspiesza (Radwan, Sender 1996). Aktualnie jeziora reprezentują różną trofię: mezotrofię, dystrofię i eutrofię (tab. 51).

Głównymi formami antropogenicznego oddziaływania na ekosystemy jeziorne są: osadnictwo, rekreacja, melioracja, rolnictwo, przemysł wydobywczy (kopalnia węgla kamiennego). Wpływ ten znajduje swoje odzwierciedlenie w kształtowaniu się stosunków fizyczno-chemicznych i biocenotycznych oraz w aktualnym stanie troficznym jezior Pojezierza (Radwan i in. 1995; Kornijów i in. 1995; Kornijów 1996b, 1997; Radwan, Sender 1996; Radwan, Chmielewski 1997; Wojciechowska, Krupa 1986; Wojciechowski i in. 1995).

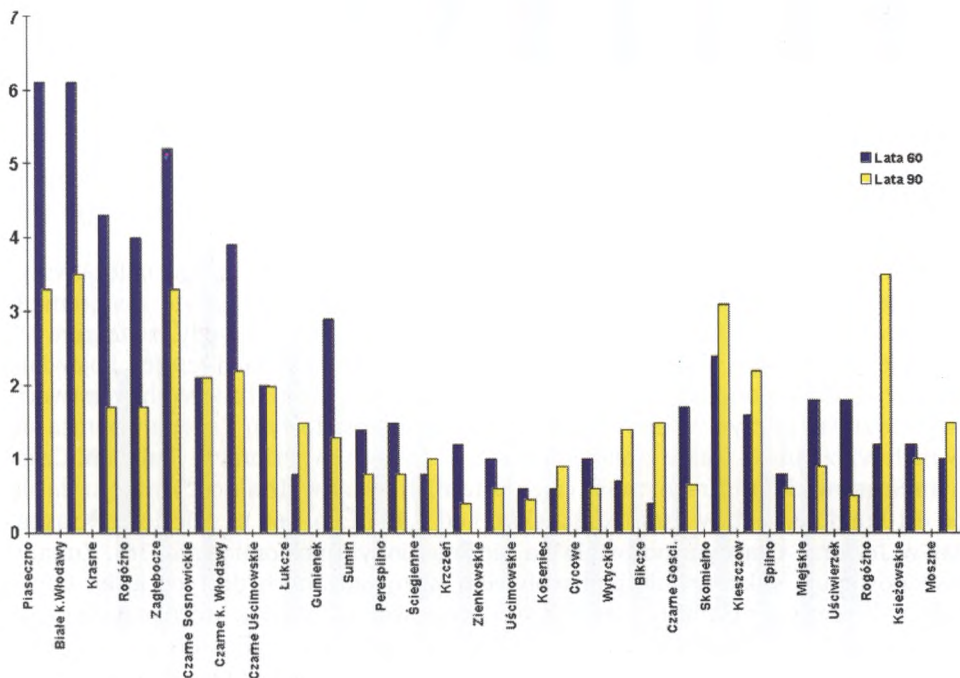
W poszczególnych jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego czynniki fizyczno-chemiczne wykazują obecnie mniejsze lub większe zróżnicowanie oraz zmiany w czasie. Szczególnie zmienne okazały się: przewodnictwo elektrolityczne, utlenialność ogólna, natlenienie wody, odczyn wody (pH), widzialność oraz zawartość metali (wapń, magnez, potas) i biogenów, w tym fosforanów, fosforu ogólnego i azotu amonowego (ryc. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42). Zmiany czynników fizyczno-chemicznych są bardzo ściśle skorelowane ze zmianami poziomu lustra wody jezior (Radwan i in. 1971, 1974; Radwan, Kowalczyk 1979; Radwan, Stępień 1995; Radwan, Sender 1996; Chmielewski, Radwan 1993, 1996; Chmielewski i in. 1997).

Tab. 51. Cechy morfometryczne, typ miksji i trofii oraz typ rybacki jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego

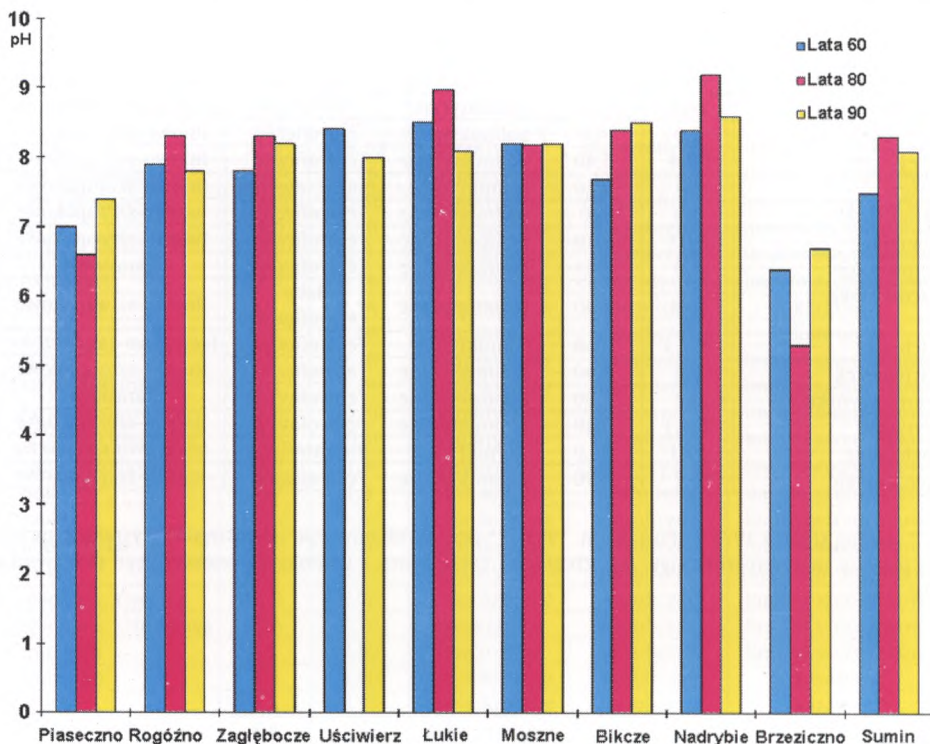
Nazwa jeziora	Pow.* [ha]	Gł. maks. [m]	Typ miksji	Typ trofii	Typ rybacki**
Bialskie	31,5	18,20	dimiktyczne	mezotroficzne	linowo-szczupakowe
Białe Sosnowickie	136,9	2,70	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Białe Włodawskie	106,5	33,60	dimiktyczne	mezotroficzne	leszczowo-sielawowe
Bikcze	74,0	3,30	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Brudno	40,1	2,0	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Brudzieniec	17,8	6,20	polimiktyczne	eutrof.-dystrof.	linowo-szczupakowe
Brzezczno	8,7	2,54	polimiktyczne	dystroficzne	karasiowe
Ciesacin	7,9	1,80	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Cycowe	8,8	4,10	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Czarne Gościńskie	11,1	3,25	polimiktyczne	dystroficzne	linowo-szczupakowe
Czarne Sosnowickie	39,0	15,60	dimiktyczne	eutrof.-dystrof.	linowo-szczupakowe
Czarne Uścimowskie	24,8	10,30	dimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Czarne Włodawskie	22,8	11,40	dimiktyczne	eutrof.-dystrof.	linowo-szczupakowe
Długie	28,7	1,3	polimiktyczne	dystroficzne	linowo-szczupakowe
Draatów	107,2	3,30	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Dubeczyńskie	11,6	2,20	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Glinki	40,9	8,80	dimiktyczne	eutroficzne	leszczowo-sandaczowe
Głębokie k. Cycowa	11,3	5,70	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Głębokie k. Uścimowa	20,3	7,10	dimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Gumienek	8,5	7,80	dimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Gumienko	4,3	4,40	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Karaśne	3,5	0,55	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Karaśne – w PPN	8,8	1,55	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Kleszczów	50,0	2,35	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Koseniec	21,0	4,20	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Krasne	74,9	34,0	dimiktyczne	mezotroficzne	leszczowo-sielawowe
Krzczeń	19,8	5,20	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Księżowskie	7,9	1,25	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Lipiniec	4,0	7,10	dimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Łukcze	53,0	8,90	dimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Łukie	136,7	6,50	polimiktyczne	dystroficzne	linowo-szczupakowe
Łukietek	3,5	1,72	polimiktyczne	dystroficzne	karasiowe
Maśluchowskie	27,0	9,40	dimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Miejskie	45,4	2,20	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Moszne	17,6	1,1	polimiktyczne	dystroficzne	linowo-szczupakowe
Mytycze	24,2	1,20	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Nadrybie	44,0	1,95	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Obradowskie	12,1	1,0	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Orzechówek	6,3	1,40	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Perespilno	24,2	6,20	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Piaseczno	83,2	38,80	dimiktyczne	mezotroficzne	leszczowo-sielawowe
Płotyche k. Sobiboru	16,0	7,8	polimiktyczne	dystroficzne	linowo-szczupakowe
Płotyche k. Urszulina	10,9	3,4	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Pniówno	4,5	3,90	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Rogóżno	52,2	25,40	dimiktyczne	mezotroficzne	leszczowo-sielawowe
Rogóżno k. Włodawy	2,2	1,33	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Rotcze	45,8	4,30	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Skomielnio	30,0	3,20	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Słone (Chuteckie)	4,6	8,10	dimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe

Nazwa jeziora	Pow.* [ha]	Gł. maks. [m]	Typ mikcji	Typ trofii	Typ rybacki**
Spilno	65,3	2,25	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Sumin	84,5	6,50	dimiktyczne	eutroficzne	leszczowo-sandaczowe
Syczyńskie	6,0	4,0	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Ściegienne	24,4	5,40	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Święte	5,4	9,60	dimiktyczne	eutrof.-dystrof.	linowo-szczupakowe
Tarnowskie	3,0	6,0	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Domaszne	81,7	3,10	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Turowskie	4,0	2,55	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Uścimowskie	58,4	4,40	polimiktyczne	słabo eutroficzne	linowo-szczupakowe
Uściwierz	256,3	6,60	dimiktyczne	eutroficzne	leszczowo-sandaczowe
Uściwierzek	0,8	2,40	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Wereszczyńskie	3,2	5,20	polimiktyczne	eutroficzne	karasiowe
Wytyckie	270,1	3,40	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe
Zagłębcze	55,1	25,0	dimiktyczne	mezotroficzne	leszczowo-sielawowe
Zienkowskie	6,2	4,90	polimiktyczne	eutroficzne	linowo-szczupakowe

* według stanu z 1976 r. (Furtak i in. 1998); ** przy określaniu typu rybackiego korzystano z poprzedniej pomocy merytorycznej mgr. inż. Zbigniewa Girsztowta – ichtiologa i wieloletniego pracownika PZW



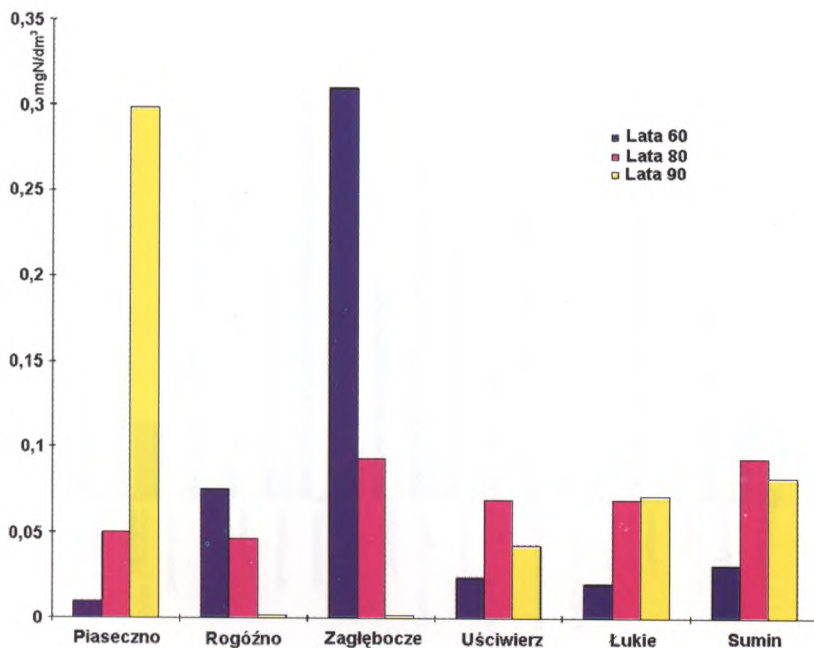
Ryc. 36. Widzialność krążka Secchiego (m) w wybranych jeziorach – okres wiosenno-letni, lata 1960, 1990



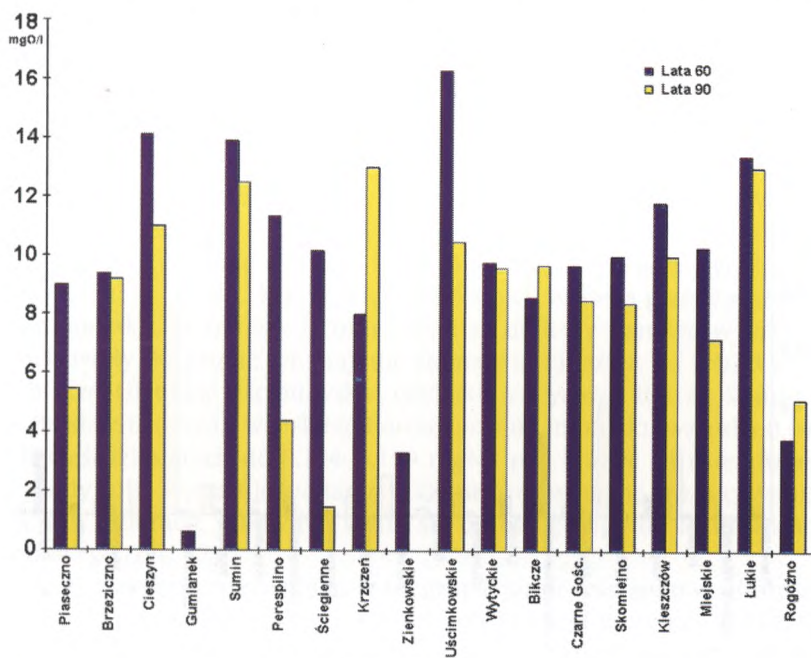
Ryc. 37. Odczyn wody w jeziorach – okres jesienny, lata 1960, 1980, 1990

Na podstawie tych najbardziej znamienych czynników fizycznych i chemicznych jeziora łęczyńsko-włodawskie można podzielić na trzy grupy o różnym stopniu zagrożenia ekologicznego:

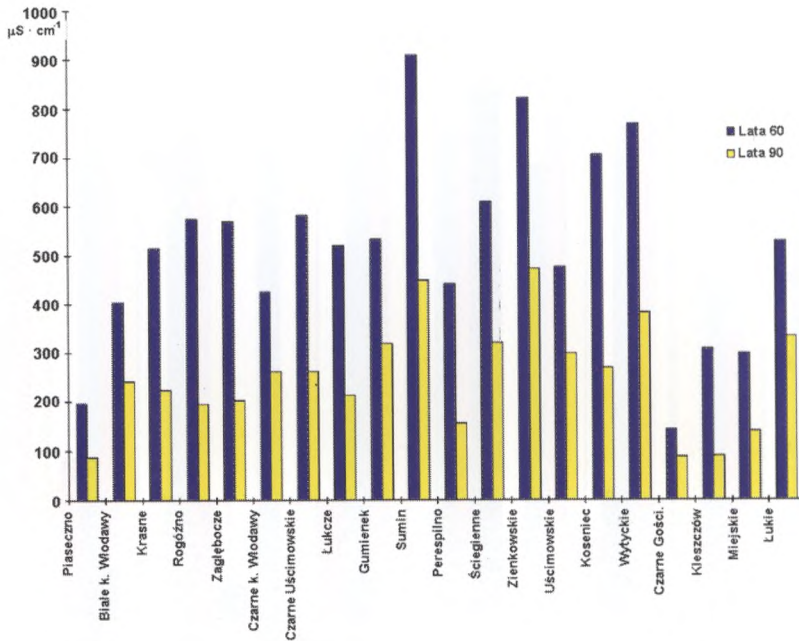
I. Jeziora o silnie zmienionej strukturze ekologicznej. Do tej grupy należą wszystkie jeziora, zarówno mezotroficzne, jak i eutroficzne, połączone z systemem wodnym Kanału Wieprz–Krzna. W przydennych warstwach wody, zwłaszcza jezior głębokich, występują deficyty tlenowe w okresie stagnacji letniej, pojawiają się duże ilości amoniaku i fosforanów, natomiast w powierzchniowych warstwach wody wzrasta odczyn wody w kierunku wyraźnie zasadowym i z reguły obniża się w nich widzialność. Takie zmiany obserwuje się m.in. w jeziorach: Bialskim, Czarnym Sosnowickim i Krasnym. W ciągu ostatnich 40 lat widzialność zmniejszyła się od 6,10 m do 2,10 m w Jeziorze Bialskim i od 4,40 m do 1,60 m w jeziorze Krasne, zaś w Jeziorze Czarnym pozostała na niezmiennym poziomie (ryc. 36). Zmiany owe postępują sukcesywnie pod wpływem wprowadzanych do tych jezior bogatych w biogeny i częstokroć zanieczyszczonych wód rzecznych, które przyspieszają eutrofizację, a także dość często zanieczyszczają ich wody. Niektóre jeziora połączone z Kanałem Wieprz–Krzna zostały zupełnie zmienione przez zabiegi hydrotechniczne i obecnie pełnią raczej rolę zbiorników retencyjnych. Do nich należą m.in. jeziora: Krzczeń, Miejskie, Dratów i Wytyckie. Szczególnie daleko posunięte zmiany ekologiczne mają miejsce w płytkim jeziorze Krzczeń. Posiada ono niską,



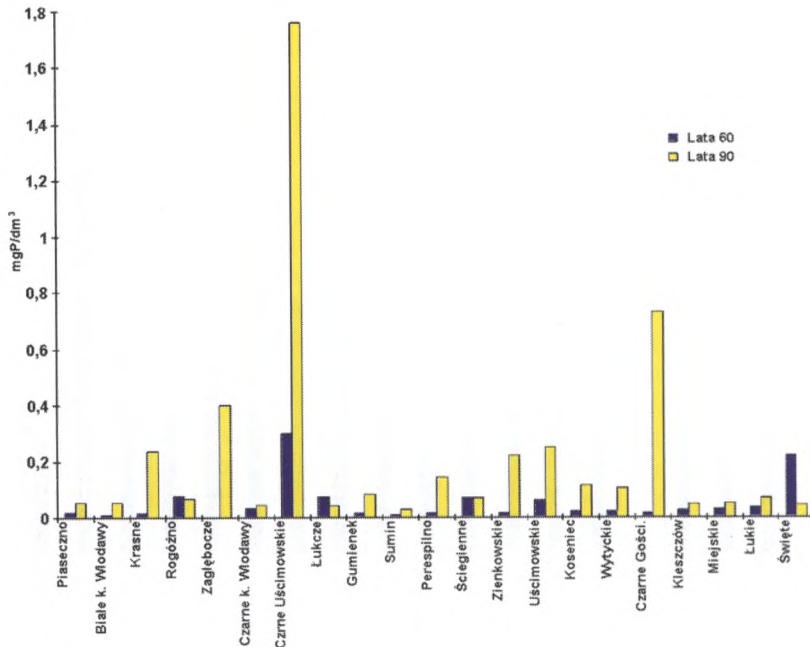
Ryc. 38. Zawartość azotanów w wodach jezior – okres jesienny, lata 1960, 1980, 1990



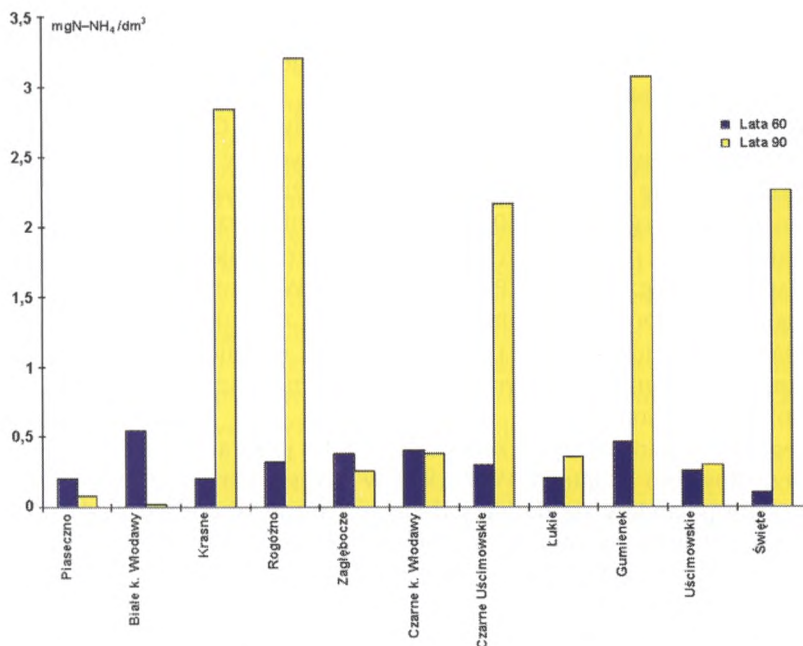
Ryc. 39. Zawartość tlenu w przydennych warstwach wody – okres wiosenno-letni, lata 1960, 1990



Ryc. 40. Przewodnictwo elektrolityczne wody – okres wiosenno-letni, lata 1960, 1990



Ryc. 41. Stężenie fosforu całkowitego w powierzchniowych warstwach wody – okres wiosenno-letni, lata 1960, 1990



Ryc. 42. Zawartość azotu amonowego w przydennej warstwie wody w jeziorach – okres wiosenno-letni, lata 1960, 1990

wahającą się od 0,30 do 0,50 m przezroczystość wody (ryc. 36), bardzo wysoki odczyn wody, dochodzący do wartości 8,8–9,2, a także dość wysoki poziom utlenialności w granicach od 12,5 mg O₂/l do 19,1 mg O₂/l oraz znaczną zawartość wapnia 27,9–59,9 mg Ca/l (Radwan i in. 1986, 1987a, 1987b, 1987c; Radwan, Kornijów 1994).

II. Jeziora o względnie zaawansowanych zmianach ekologicznych. W tej grupie jezior – przede wszystkim eutroficznych – podstawowe czynniki fizyczne i chemiczne mają na ogół zbliżone wartości i niektóre z nich podlegają wyraźnym wahanom w czasie (ryc. 37, 40, 41). W większości z nich wzrasta przede wszystkim zawartość amoniaku, w okresie letnim częste są deficyty tlenowe w przydennej warstwach wody. W grupie tej znajduje się najwięcej jezior. Są wśród nich m.in. jeziora: Bikcze, Głębokie Uścimowskie, Głębokie k. Cycowa, Rotcze, Sumin, Glinki, Łukcze, Brudzieniec. I tak w jeziorze Rotcze poziom amoniaku wzrósł z 0,04 mgN/l w latach sześćdziesiątych do 0,154–0,199 mgN/l pod koniec lat osiemdziesiątych. Odczyn wody (pH) wykazuje wahania w czasie oraz wyraźne zróżnicowanie w poszczególnych jeziorach, albowiem waha się od obojętnego do lekko zasadowego lub zasadowego (ryc. 37).

Najwięcej niekorzystnych zmian w tej grupie jezior wystąpiło w ostatnich dziesięciu latach. Spowodowane one zostały intensyfikacją produkcji rolniczej w ich zlewniach oraz żywiołowo rozwijającym się ruchem rekreacyjno-turystycznym. Dla niektórych jezior ruch ten stał się dodatkowym lub wyłącznym źródłem zagrożenia

(jak chociażby dla jezior Rotcze i Sumin). Na skutek gwałtownego dopływu substancji allochtonicznej w szybkim tempie w wielu jeziorach nasilają się procesy eutrofizacji (jeziora: Białe Sosnowickie, Uścimowiec, Łukcze, Bikcze, Głębokie k. Cyncowa, Zienkowskie) (Radwan, Kornijów 1994; Radwan, Chmielewski 1996).

III. Jeziora o niewielkich zmianach ekologicznych. W jeziorach tych podstawowe czynniki fizyczne i chemiczne są wyraźnie zróżnicowane i podlegają znacznym zmianom w czasie (ryc. 36, 38, 40, 42). Należą do nich jeziora o wysokich walorach przyrodniczych lub rekreacyjnych. Wśród nich znajdują się m.in. jeziora: Uściwierz, Łukie, Długie, Moszne, Piaseczno, Białe Włodawskie, Krasne i Rogóźno. Cztery ostatnie jeziora w ostatnim dziesięcioleciu znajdują się pod silną presją rekreacyjną, toteż w ich wodach niektóre czynniki chemiczne i fizyczne podlegają znacznym wahaniom sezonowym lub wieloletnim, inne zaś pozostają na niemal niezmiennym poziomie.

Szczególnie groźne zmiany zaznaczyły się w jeziorach Rogóźno i Piaseczno. W jeziorze Rogóźno w latach 1987–1992 w okresie letnim w przydennych warstwach wody pojawiały się deficyty tlenowe i wzrastał odczyn wody. W tym samym czasie pH utrzymywało się w granicach 7,6–8,6 (ryc. 37), a natlenienie wód przydennych wahało się od 0,4 do 6,9 mg O₂/l (w zależności od sezonu). W jeziorze Piaseczno natomiast w latach dziewięćdziesiątych podczas stagnacji letniej występowało bardzo często przegrzewanie się głębokiego hypolimnionu – wzrost temperatury przydennych warstw wody nawet do 10°C. Pojawiały się tam wówczas wyraźne niedobory tlenu. W okresach krytycznych zawartość tlenu przy dnie spada nawet do 0,6–0,03 mg O₂/l. Jeszcze na początku lat osiemdziesiątych jezioro to posiadało w przydennych warstwach wody wysokie natlenienie wahające się od 6,8 do 10,9 mg O₂/l. Natomiast takie czynniki, jak pH niemal od lat sześćdziesiątych podlegały niewielkim zmianom, bo zamykały się w bardzo wąskim przedziale od 7,0 w latach sześćdziesiątych poprzez 6,4 w latach 1987–1988 do 7,4 w latach dziewięćdziesiątych (ryc. 37), zaś utlenialność ogólna malała odpowiednio od 12,0 mg do 4,7–6,6 mg O₂/l (Radwan i in. 1989, 1995; Radwan, Kornijów 1994).

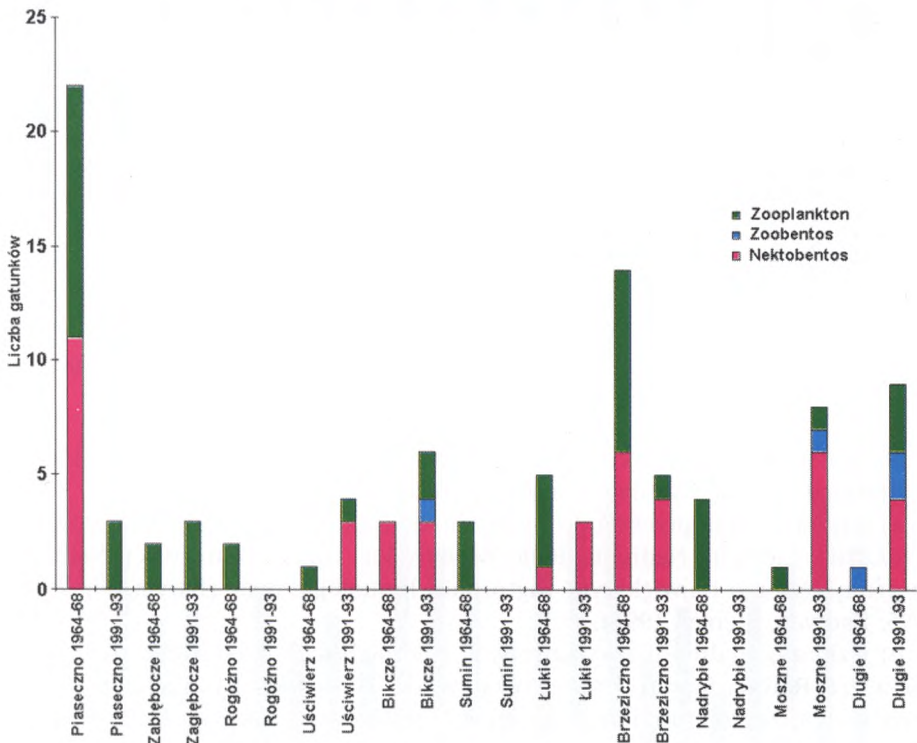
W okresie ostatnich trzydziestu lat niemalże we wszystkich jeziorach Pojezierza zmniejsza się widzialność (ryc. 36). Zjawisko to zaznacza się przede wszystkim w jeziorach głębokich, posiadających wysokie walory przyrodnicze i rekreacyjne. Do nich należą m.in. jeziora: Białe k. Włodawy, Piaseczno, Krasne, Rogóźno, Za-głębocze.

Biocenozy wodne

Zróżnicowany stan warunków fizyczno-chemicznych wód jeziornych znajduje swoje odbicie w kształtowaniu się bogactwa gatunkowego, w zmianach strukturalnych w grupie gatunków dominujących i wskaźnikowych (ryc. 44, 45, 46) oraz w stosunkach ilościowych flory i fauny zasiedlającej poszczególne grupy jezior.

Zbiorowiska makrofitów

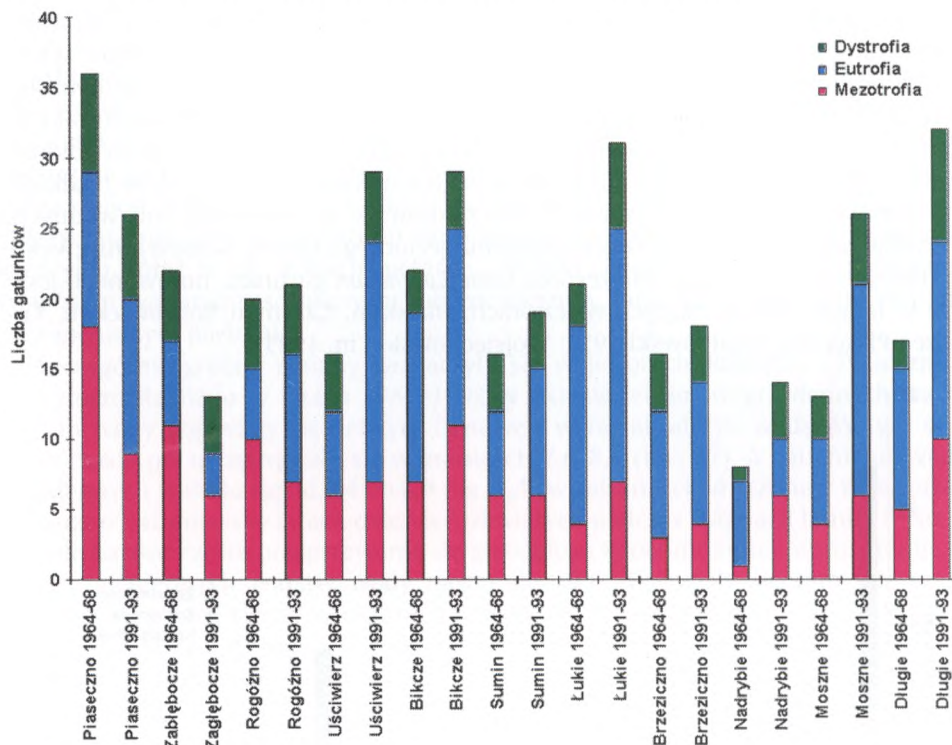
Na kształtowanie się roślinności naczyniowej jezior zasadniczy wpływ ma zmiana stosunków wodnych na Pojezierzu, prowadząca do obniżenia się przede wszystkim poziomu wód i eutrofizacji jezior. Systematyczne obniżanie się poziomu lustra wody spowodowało znaczne zmiany w zbiorowiskach makrofitów litoralu jezior. Doprowadziło ono do zwiększania się zasięgu litoralu w większości zbiorników (Ozimek 1976), zaniku lub gwałtownego spadku udziału gatunków rzadkich, chronionych i charakterystycznych dla zbiorowisk szuwarowych lub wodnych. Przykładem może być wyginięcie poryblina jeziornego (*Isoëtes lacustris*), niezwykle rzadkiego i przewodniego dla zespołu *Isoëto-Lobelietaum* gatunku, notowanego jeszcze w latach sześćdziesiątych w jeziorach: Białskim, Czarnym Sosnowickim, Łukcze i Piaseczno (Fijałkowski 1973; Wojciechowski i in. 1995).



Ryc. 43. Gatunki rzadkie bezkręgowców wodnych w wodach wybranych jezior

Wciąż jednak we florze naczyniowej jezior występują gatunki rzadkie, np. aldrowanda pęcherzykowata (*Aldrovanda vesiculosa*), m.in. w jeziorach: Długie, Moszne i Uściwierz oraz rzadki w Polsce wywłócznik skrętoległy (*Myriophyllum alternifolium*) w jeziorze Piaseczno. Jeszcze w końcu lat siedemdziesiątych aldrowanda pęcherzykowata występowała w wielu jeziorach sąsiadujących z torfiankami (m.in.

jeziora: Brzeziczno, Uściwierz, Rogóžno, Łukcze, Turowolskie i Dratów) (Fijałkowski 1960; Baryła, Fijałkowski 1995; Wojciechowski i in. 1995).



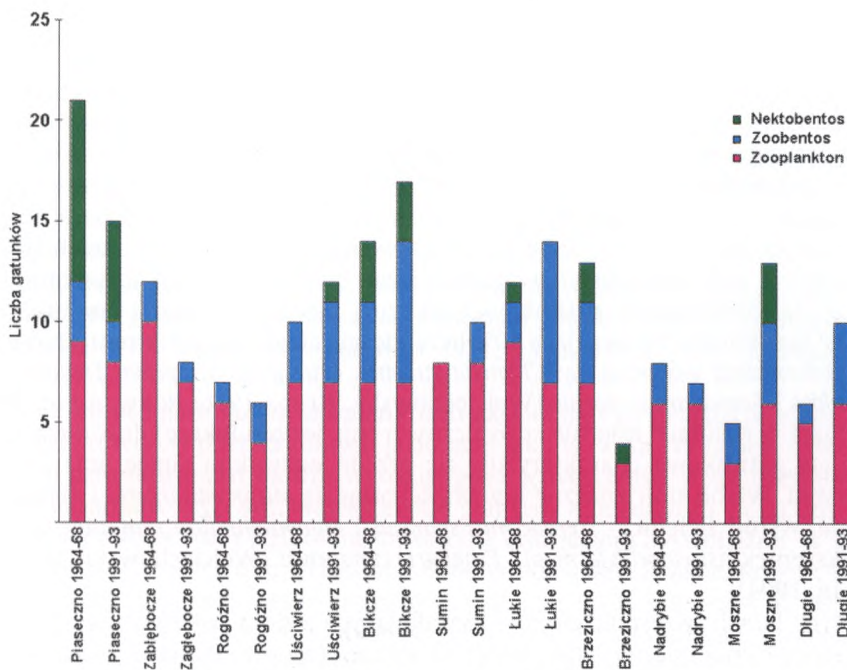
Ryc. 44. Gatunki wskaźnikowe bezkręgowców w wybranych jeziorach

Na podstawie zmian jakościowych zachodzących w zbiorowiskach makrofitów w ostatnich 30 latach aktualnie wyróżnić można trzy grupy jezior:

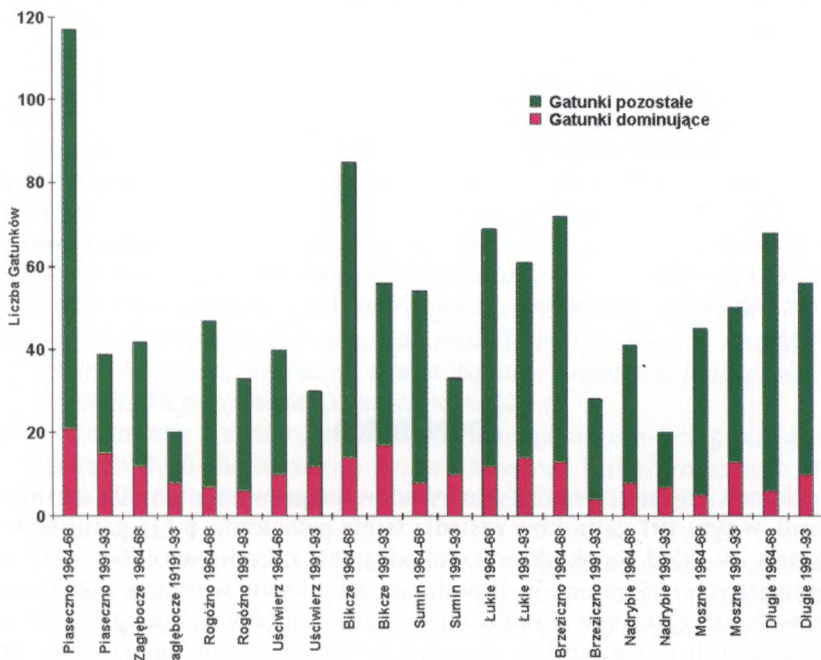
a) jeziora o silnie przekształconych zbiorowiskach makrofitów (np.: Piaseczno, Brzeziczno, Ciesacin, Nadrybie, Białe Włodawskie, Glinki, Gumienek). Należą one do grupy jezior o największym zagrożeniu limnologicznym (Baryła, Fijałkowski 1995; Radwan, Stępień 1995),

b) jeziora o średnio przekształconych zbiorowiskach makrofitów (np.: Bikcze, Uściwierz, Rotcze, Sumin, Czarne Włodawskie, Wytyckie). Są to jeziora o stosunkowo dużym zagrożeniu limnologicznym (Chmielewski, Radwan 1993; Baryła, Fijałkowski 1995),

c) jeziora o prawie niezmienionym charakterze zbiorowisk makrofitów (np. jeziora: Moszne, Długie, Łukie, Karaśne, Płotycze k. Włodawy, Brudzieniec, Księżowskie). Jeziora te należą do najmniej zagrożonych limnologicznie (Chmielewski, Radwan 1993; Chmielewski i in. 1997; Baryła, Fijałkowski 1995).



Ryc. 45. Liczba gatunków dominujących w zooplanktonie, zoobentosie i nekto-bentosie



Ryc. 46. Zmiany różnorodności gatunkowej bezkręgowców wodnych w wybranych jeziorach

Zbiorowiska glonów

Głony reprezentowane są przez ponad 250 gatunków należących do różnej rangi taksonomicznej jednostek. Struktura jakościowa i ilościowa glonów zasiedlających poszczególne jeziora łęczyńsko-włodawskie jest uzależniona od zmieniającego się ich charakteru troficznego. Najciekawsze pod względem różnorodności gatunkowej są jeziora mezotroficzne (jezioro Piaseczno) i dystroficzne (jeziora Moszne, Brzeziczno) (Lecewicz 1983/1984, Wojciechowska, Krupa 1986). W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych w grupie jezior mezotroficznych i dystroficznych największą różnorodność gatunkową wykazują zieleńce. Osiągają one także największe liczebności, bo sięgające 50% liczebności całego fitoplanktonu. Dominującymi zieleńcami wówczas są: *Chlorella vulgaris*, *Crucigenia tetrapedia*, *Treubaria triependiculata* i *Scenedesmus ecornis* (Wojciechowska, Krupa 1986; Radwan i in. 1994). Natomiast w jeziorach miernie eutroficznych (np. jezioro Bikcze) dość dużą różnorodnością gatunkową charakteryzują się przede wszystkim sinice oraz zieleńce i okrzemki. Wśród sinic znaczne liczebności osiągają *Microcystis incerta* i *Aphanothece clathrata*, wśród zieleńców – *Scenedesmus spinasus* i *Monoraphidium minutum*, a w zespole okrzemek *Asterionella formosa* i *Fragilaria crotonensis* (Wojciechowski 1976; Radwan i in. 1994).

W tych latach w zespole glonów zasiedlających jeziora Pojezierza występuje jeden gatunek endemiczny – *Centronella Rostafińskii* (jeziora: Bialskie, Łukcze i Czarne Sosnowickie) oraz trzy gatunki nowe dla Polski: *Gomphospheria pusilla*, *Trachelomonas stockesiana* i *Didymocystis linentata* (Wojciechowski 1971).

W poszczególnych jeziorach liczba gatunków waha się od 80 w jeziorach eutroficznych do 250 w jeziorach mezotroficznych (Lecewicz 1983/1984; Wojciechowski 1971; Wojciechowska, Krupa 1986).

W latach dziewięćdziesiątych w zbiorowiskach glonów wszystkich typów troficznych jezior następuje wyraźne zubożenie gatunkowe, a także zaznaczają się zasadnicze zmiany w ich strukturze ilościowej i jakościowej. W jeziorach mezotroficznych i dystroficznych dominację przejmują gatunki z rodziny *Cryptophyceae* (np. jeziora: Piaseczno, Moszne, Długie) lub z klasy *Cyanophyta* (np. jezioro Brzeziczno). W jeziorach eutroficznych zaś dominantami są gatunki z klasy *Chlorophyta* – jezioro Uściwierz lub klasy *Cyanophyta* – jezioro Nadrybie (Radwan i in. 1994; Kornijów i in. 1995).

Zooplankton

W jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego występują 302 gatunki zooplanktonu, w tym 191 gatunków zasiedla strefę pelagiczną, a 111 gatunków strefę przybrzeżną. W skład zooplanktonu wchodzi: 202 taksony wrotków – 117 gatunków pelagicznych i 85 gatunków litoralnych, 64 taksony wioślarek – 49 gatunków pelagicznych i 15 gatunków litoralnych oraz 36 gatunków widłonogów – 25 gatunków pelagicznych i 11 gatunków litoralnych (materiały niepublikowane, Kowalczyk 1977, 1978, 1979, Radwan 1973).

W zooplanktonie pelagicznym w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych stwierdzono kilka gatunków nowych dla fauny Polski bądź rzadkich w wodach Europy. Do nich należą m.in. *Cephalodella reimanni*, *Collotheca calva*, *Lepadella vitrea*, *Trichoceca nitida*, *Monostyla thetis* i *Monostyla ivli*. Ten ostatni gatunek jest niezwykle rzadki, albowiem znaleziony został dotychczas dwukrotnie w jeziorze Ochryda (2 okazy) na Bałkanach oraz w Jeziorze Zienkowskim (1 okaz) na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim (Radwan 1971). Dużą grupę stanowią gatunki rzadkie dla wód polskich lub wymagające specyficznych warunków środowiskowych. Wśród nich znajdują się m.in. *Keratella hiemalis* i *Holopedium gibberum* – relikty polodowcowe, *Drepanotrix gracilis*, *Kurzia latissima*, *Elophoidea gracilis* i *Acanthocyclops longuoides* (Kowalczyk 1977, 1978, 1979; Radwan 1971, 1973, 1975, 1987; Radwan i in. 1987c).

Różnorodność gatunkowa zooplanktonu zasiedlającego pelagial kształtuje się zmiennie zarówno w poszczególnych jeziorach, jak i w czasie. W latach 1964–1968 bogactwo gatunkowe jest bardzo wysokie, gdyż w większości jezior obejmuje ponad 100 gatunków (ryc. 46). Najciekawsze pod tym względem są wciąż dość liczne, o niskiej jeszcze trofii jeziora mezotroficzne oraz jeziora dystroficzne. W grupie jezior mezotroficznych (m.in. Piaseczno, Białe Włodawskie, Krasne, Rogóźno, Białskie, Zagłębcze) różnicowanie gatunkowe waha się od 36 taksonów aż do 62 taksonów, w jeziorach słabo zeutrofizowanych (Gumienek, Nadrybie, Sumin, Rotcze, Uściwierz, Skomielno, Bikcze) od 30 taksonów do 52 taksonów oraz w jeziorach dystroficznych (Brzeziczno, Moszne, Czarne Gościenieckie, Mytyckie, Brudzieniec, Płotycze k/Włodawy) od 29 taksonów do 57 taksonów. W latach 1991–1993 liczba gatunków zooplanktonu we wszystkich jeziorach staje się o połowę mniejsza, gdyż obejmuje 168 taksonów, w tym 126 taksonów żyjących w pelagialu i 42 taksony bytujące w litoralu. W poszczególnych jeziorach liczba taksonów waha się od 14 (w jeziorach Uściwierz i Nadrybie) do 35 (w jeziorze Łukie). Szczególnie wysoka degradacja jakościowa zooplanktonu występuje w grupie jezior mezotroficznych, gdyż na przykład w jeziorach Krasne i Zagłębcze liczba gatunków spada do 17–18 (ryc. 46).

W zoocenozach planktonowych w większości jezior zachodzą gwałtowne zmiany jakościowe, albowiem gatunki typowe dla wód żyznych zaczynają przejmować w nich dominację. W okresie tym najczęściej i najliczniej w zooplanktonie jezior pojawiają się: *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis tecta*, *Pompholyx sulcata*, *Trichocerca pusilla*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Graptaleberis testudinaria* i *Mesocyclops leuckari*.

Największe zmiany w strukturze jakościowej zooplanktonu pelagicznego następują w jeziorach dystroficznych (np. jezioro Moszne) i mezotroficznych (jeziora Piaseczno, Rogóźno), zaś najmniejsze w jeziorach eutroficznych (np. jeziora Bikcze, Uściwierz, Łukie).

W jeziorach o niskiej trofii wyraźnie zmniejsza się liczba gatunków rzadkich i preferujących wody oligo-, mezo- i dystroficzne (ryc. 43, 44). Z zespołu tego zupełnie ustępują najciekawsze pod względem ekologicznym gatunki, takie jak: *Holopedium gibberum*, *Drepanothrix dentata*, *Kurzia latissima*, *Acanthocyclops gigas* i *Epiphanes pelagica* (Chmielewski, Radwan 1993; Radwan i in. 1993, 1994; Kornijów i in. 1995).

Natomiast stosunki ilościowe zooplanktonu we wszystkich jeziorach kształtują się podobnie, albowiem z reguły najwyższą liczebność osiągają w nim wrotki. Ich udział w ogólnej liczebności zooplanktonu waha się od 53% aż do 87%. W planktonie skorupiakowym utrzymuje się w zasadzie przewaga wioślarek nad widłonogami. Udział wioślarek w ogólnej liczebności zooplanktonu waha się od 13% do 34%, zaś widłonogów od zaledwie 3% do 14%. Jedynie w planktonie skorupiakowym czterech jezior (Bikcze, Moszne, Długie i Łukie) występuje wyraźna przewaga liczebnościowa widłonogów. W czterech wymienionych jeziorach widłonogi stanowią od 8% aż do 42% ogólnej liczebności pelagicznego zooplanktonu (Radwan i in. 1994, 1996; Kornijów i in. 1995). Taki układ strukturalny wydaje się być interesujący, ponieważ na ogół w planktonie skorupiakowym filtratory (*Cladocera*) przeważają nad drapieżnikami (*Copepoda*). Stanowi on prawdopodobnie odzwierciedlenie występowania tzw. chwiejnej równowagi biocenotycznej w niektórych jeziorach (Hillbricht-Ilkowska i in. 1972; Radwan i in. 1987a, 1994). Być może, iż zjawisko to jest symptomem spowolnienia w tych jeziorach procesów eutrofizacji w wyniku prowadzonych w ich sąsiedztwie działań renaturalizacyjnych (Chmielewski, Hara-simiuk, Radwan 1996 red.).

Makrobezkręgowce

Fauna makrobezkręgowców zasiedlających jeziora Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego obejmuje 197 gatunków (materiały niepublikowane). W litoralu jezior makrobezkręgowce reprezentowane są głównie przez faunę naroślinną zasiedlającą powierzchnię makrofitów wodnych oraz przez zoobentos, czyli zwierzęta żyjące w osadach dennych (Kornijów 1996a; Diehl, Kornijów 1998).

W faunie naroślinnej Pojezierza występuje łącznie 101 taksonów różnej rangi systematycznej (Kornijów 1986, 1989a, 1989b, 1989c; Czachorowski, Kornijów 1993). Skład gatunkowy fauny zasiedlającej różne gatunki roślin nie wykazuje istotnych różnic. Jej zagęszczenie jest często znacznie wyższe niż zoobentosu w tych samych jeziorach i na przykład w eutroficznym Jeziorze Głębokim k. Cyco-wa dochodził nawet do 67 tys. os./m² (Kornijów 1989b). Podlega ono wyraźnym zmianom sezonowym o tendencji przeciwstawnej do tej, jaką wykazuje zoobentos; z maksimum latem i minimum zimą (Kornijów 1989c). Zmianom tym towarzyszą masowe jesienne migracje masowo występujących larw ochotki *Endochironomus albipennis* z roślin do osadów dennych i wiosenne w kierunku odwrotnym (Kornijów 1992). Fauna naroślinna jest ważnym konsumentem tkanek makrofitów zanurzonych. W takich jeziorach, jak Piaseczno, Zagłębcze i Bikcze w ciągu sezonu wegetacyjnego zjada ona do około 20% biomasy tych roślin (Kornijów 1996c).

W zoobentosie litoralu jezior występuje łącznie ponad 180 taksonów różnej rangi systematycznej (Zwolski 1983; Kornijów 1982a, 1982b, 1988, 1997a; Czachorowski, Kornijów 1993). Skład jakościowy i zagęszczenie fauny dennej zależy przede wszystkim od struktury granulometrycznej i składu chemicznego osadów dennych, a także od charakteru porastającej dno szaty roślinnej (Kornijów 1982a,

1988; Diehl, Kornijów 1998). Pod względem bogactwa gatunkowego wyróżnia się zwłaszcza jezioro Piaseczno (ryc. 46), w którym wykazano największą w kraju liczbę taksonów należących do rodziny ochotkowatych – 50 gatunków (Kornijów 1982b), w tym nowy dla fauny Polski i Europy *Paratendipes transcausicus* oraz bardzo rzadkie: *Pagastiella orophila*, *Potthastia campestris* i *Paratrichocladius triquetra* (Kornijów 1982a; Zwolski 1983). Bytują tu też polodowcowe gatunki reliktowe, np. małż *Pisidium lilljeborgii*, dla którego jezioro Piaseczno jest najdalej na południe wysuniętym stanowiskiem (Kornijów 1998). Wśród osobliwości przyrodniczych warto wymienić także raka błotnego, zasiedlającego litoral jezior: Piaseczno, Zagłębcze i Łukie. Zagęszczenie zoobentosu w strefie litoralu jezior mezotroficznych zwykle nie przekracza 2 tys. os./m², a w jeziorach eutroficznych 10 tys. os./m² (Kornijów 1988).

W profundalu jezior struktura jakościowa i ilościowa fauny dennej są silnie skorelowane przede wszystkim z morfometrią zbiorników, a także, chociaż w mniejszym stopniu, z ich trofią. Zoobentos profundalu jezior jest znacznie uboższy jakościowo od występującego w litoralu. Dotyczy to zwłaszcza najgłębszych dimiktycznych jezior Pojezierza (Białe k. Włodawy, Piaseczno, Rogóżno, Zagłębcze, Krasne, Bialskie, Czarne Sosnowickie), w których występuje łącznie zaledwie 10 taksonów (Kornijów 1997a). Najwięcej – 8 gatunków zasiedla jezioro Piaseczno. Jedyne w tym zbiorniku w zoobentosie występują jeszcze typowe dla mezotroficznych jezior larwy ochotki *Sergentia coracina* (Kornijów i in. 1995; Kornijów 1997a, 1998). W latach siedemdziesiątych żyły w nim także postglacjalne relikty zimnowodne należące do wodopójek *Arrenurus stjoerdalensis* i *A. subarcticus* (Kowalik i in. 1977, 1978). W profundalu pozostałych jezior liczba taksonów zwykle nie przekracza dwóch, a często występuje tylko jeden gatunek, reprezentowany przez larwy wodzienia (*Chaoborus flavicans*). Czynnikiem ograniczającym rozwój fauny dennej w tych jeziorach jest bardzo słabe natlenienie lub wręcz brak tlenu w przydennych warstwach wody. Przyczyny złych warunków tlenowych nie wynikają z trofii jezior (należą one do mezotroficznych lub słabo eutroficznych), a z ich właściwości morfometrycznych (Kornijów 1996a, 1997a). Dlatego też zoobentos jezior Pojezierza nie powinien być stosowany jako wskaźnik ich trofii (Kornijów 1996a, 1997a).

W większości jezior w ciągu ostatnich 40 lat następuje znaczne przebudowanie struktury ilościowej zoobentosu. Na przykład w jeziorze Piaseczno drastycznie spada zagęszczenie larw ochotkowatych (*Chironomidae*), znacznie natomiast wzrasta udział ilościowy skąposzczetów (*Tubificidae*) (Kornijów 1997a; Kornijów i in. 1995). W jeziorach: Rogóżno, Zagłębcze, Bialskie i Krasne zjawisko to obserwuje się wyraźnie w latach sześćdziesiątych i osiemdziesiątych, po czym następuje załamanie się liczebności skąposzczetów i obecnie w zoobentosie dominują larwy *Ch. flavicans*. Całkowite zagęszczenie zoobentosu w profundalu jezior dimiktycznych na ogół zawiera się w granicach od 0,5 do 2 tys. os./m² (Radwan i in. 1987b). Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat wykazuje ono tendencje wyraźnie rosnące (jeziora Piaseczno i Rogóżno), spadkowe (jeziora Bialskie i Czarne) bądź też zmiany mają charakter bezkierunkowych fluktuacji (jeziora Zagłębcze i Krasne).

Skład jakościowy fauny zasiedlającej śródziejerze płytkich jezior polimiktycznych jest zwykle zbliżony do składu fauny litoralu. Na ogół odnotowuje się w nim

obecność od kilku do kilkudziesięciu taksonów. Wiele z nich ma charakter fitofilny ze względu na porośnięcie dna misy jeziornej przez makrofity. Zagęszczenie fauny zwykle nie przekracza 2–5 tys. os./m². Dynamika zmian zagęszczenia zoobentosu w ciągu ostatnich 40 lat wykazuje znaczne zróżnicowanie (Kornijów i in. 1995; Kornijów 1997a). W jeziorach takich, jak Uściwierz, Łukie i Biczce liczebność fauny podlega tylko nieznacznym i bezkierunkowym fluktuacjom. Natomiast istotnie zmienia się na przykład w jeziorze Brzeziczno, w którym w kolejnych dziesięcioleciach następuje stopniowy spadek zagęszczenia fauny.

Rybostan

W jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego bytuje 35 gatunków ryb. Wśród nich 28 gatunków zaliczyć można do elementów rodzimych, a 7 do obcych, introdukowanych do tych jezior w ostatnim trzydziestoleciu. Do gatunków obcych należą: amur biały, tołpyga biała, karaś srebrzysty, karp, sazan, sumik karłowaty i pstrąg tęczowy. Ten ostatni gatunek w sposób nieuzasadniony wprowadzony został w 1995 r. do jeziora Rogóźno. W zespole ryb zasiedlających jeziora Pojezierza 15 gatunków należy do rzadko notowanych w ichtiofaunie regionu lub kraju. Na szczególną uwagę zasługują m.in.: sielawa (jeziora: Piaseczno, Białe Włodawskie, Zagłębcze, Rogóźno i Krasne), miętus (np. jezioro Piaseczno), sieja (np. jeziora: Białe Włodawskie, Rogóźno), koza (np. jezioro Łukie), sum (jeziora: Sumin, Rotcze, Glinki) oraz piskorz (jeziora: Biczce, Łukie, Piaseczno, Sumin i Uściwierz) (Radwan i in. 1987a, 1992, 1994, 1995).

Gatunkami najczęściej łowionymi w większości jezior są: płoć, lin i karaś. Natomiast najwyższe liczebności osiągają: płoć, lin, karaś, leszcz i szczupak. Gatunki te łowione są przede wszystkim w jeziorach: Białe Włodawskie, Piaseczno, Uściwierz, Rotcze, Sumin, Łukie, Biczce. W ostatnich latach w rybostanie wielu jezior zaznacza się spadek liczebności populacji karasia pospolitego (wypieranego przez karasia srebrzystego) oraz lina (Radwan i in. 1995).

Ryby bytujące w jeziorach łęczyńsko-włodawskich reprezentują różne grupy ekologiczne. Najwięcej jest gatunków bentosofagicznych, takich jak: leszcz, karaś, płoć i lin. Nieco mniejszy udział mają gatunki drapieżne – szczupak, okoń, sandacz i węgorz. Wreszcie ryby planktonożerne reprezentowane są przez sieję i sielawę – gatunki wprowadzone do najgłębszych, mezotroficznych jezior Pojezierza (Radwan i in. 1992, 1994).

Pod względem ichtiofauny jeziora Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego reprezentują następujące typy rybackie: leszczowo-sielawowy (m.in. Piaseczno, Białe Włodawskie, Krasne, Rogóźno, Zagłębcze), leszczowo-sandaczowy (Uściwierz i Sumin), linowo-szczupakowy (np. jeziora: Rotcze, Łukie, Biczce, Nadrybie, Moszne, Długie) i karasiowy (m.in. jeziora: Ciesacin, Karaśne, Brzeziczno) (Radwan i in. 1994). Najwięcej jezior na Pojezierzu odpowiada typowi rybackiemu linowo-szczupakowemu – 44 jeziora, a najmniej leszczowo-sandaczowemu – 3 jeziora (tab. 51).

ZMIANY W ZAGOSPODAROWANIU ZLEWNI JEZIOR NA PRZYKŁADZIE PIASECZNA

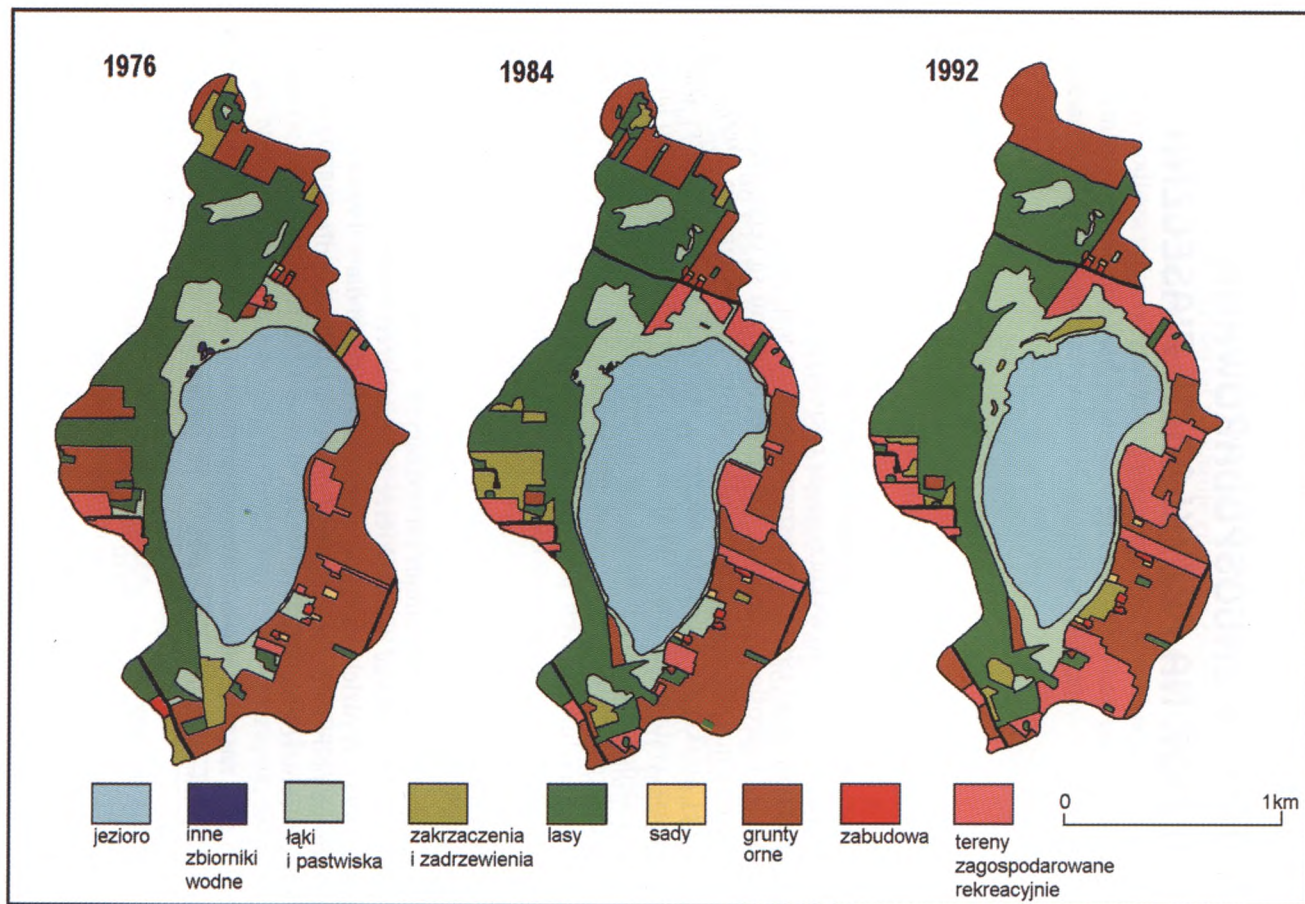
Mimo dużej liczby jezior występujących na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, niewiele z nich nadaje się do wykorzystania rekreacyjnego, związanego z dłuższym pobytem (Korzeniewski 1967). Pierwszym powodem jest otoczenie jezior obszarami podmokłymi i zaroślami. Drugim, nie mniej istotnym są cechy fizyczne wody i dna: przesycona materią organiczną woda, muliste dno (Wilgat i in. 1997).

Najbardziej atrakcyjne z punktu widzenia rekreacji są jeziora duże, głębokie i otoczone piaszczystą plażą: Białe Włodawskie i Piaseczno. Od przełomu lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych nasila się intensywne wykorzystanie zlewni obu tych jezior dla celów rekreacji. Stopień przekształceń najdobitniej przedstawiają wielkości powierzchni zajętych pod różnego rodzaju inwestycje rekreacyjne (ośrodki wypoczynkowe, domki letniskowe, pola namiotowe, obiekty gastronomiczne, parkingi itp.). Zlewnia jezior: Białego Włodawskiego zabudowana była w 1976 r. obiektami rekreacyjnymi w 23%, a Piaseczna w 4,2%.

Do analizy współczesnych zmian zagospodarowania wybrano zlewnię jeziora Piaseczno. Poprzez śledzenie zmian zachodzących w użytkowaniu ziemi zlewni jeziornej można wnioskować o charakterze przekształceń środowiska geograficznego (Dysarz 1993). Wydzielenia typów użytkowania ziemi dla r. 1976 i r. 1984 przeprowadzono na podstawie map topograficznych 1 : 10 000, a dla r. 1992 wykorzystano zdjęcie lotnicze (ryc. 47).

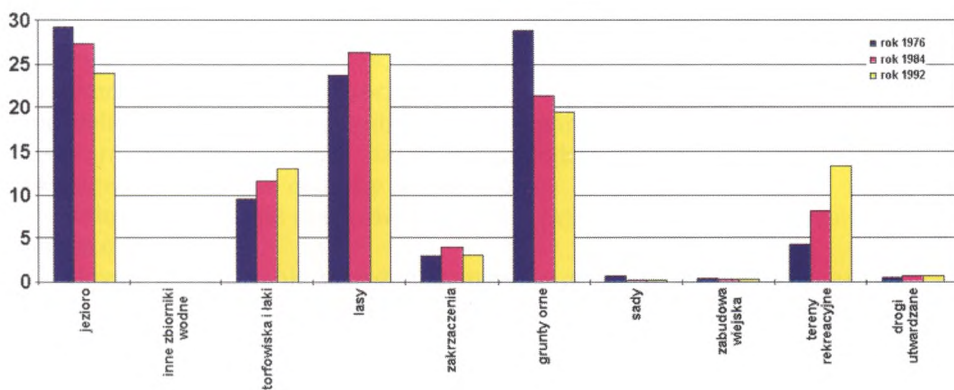
Tab. 52. Użytkowanie ziemi w zlewni jeziora Piaseczno (w ha)

Typ użytkowania ziemi	Rok 1976	Rok 1984	Rok 1992
Jezioro	83,20	78,05	68,47
Inne zbiorniki wodne	0,31	0,14	—
Torfowiska i łąki	27,00	33,02	36,96
Lasy	67,50	74,97	74,35
Zakrzaczenia	8,29	11,27	8,50
Grunty orne	82,15	60,90	55,47
Sady	1,90	0,58	0,48
Zabudowa wiejska	1,23	0,87	0,87
Tereny rekreacyjne	12,02	23,03	37,75
Drogi utwardzone	1,28	2,03	2,03
Razem	284,88	284,88	284,88



Ryc. 47. Zmiany użytkowania ziemi w zlewni jeziora Piaseczno

W ciągu 16 lat powierzchnia jeziora zmniejszyła się o prawie 15 ha, czyli 17,7% (ryc. 48). Linia brzegowa cofnęła się średnio o 40 m, a przy północnym brzegu o prawie 100 m. Zwierciadło wody jeziora w 1992 r. osiągnęło poziom 169,34 m n.p.m. i było niżej położone około 1,2 m niż w mokrym roku 1976 (Michalczyk i in. 1993). Spowodowane to było długotrwałą suszą atmosferyczną oraz wieloma poczynaniami użytkowników zasobów wodnych (melioracje, ujęcia wód podziemnych, oddziaływanie kopalni węgla kamiennego). Obniżenie zwierciadła wód podziemnych przejawia się także zanikiem małych, sztucznych zbiorników wodnych (torfianek) przy północno-zachodnim brzegu jeziora. Ubytki wody na torfowisku spowodowały wtargnięcie na nie zakrzaczeń. W północnej i południowej części zlewni niewielkie fragmenty podmokłych łąk przestoczyły się w zakrzaczenia i las. Człowiek także skrzętnie wykorzystał tę sytuację, gdyż północny fragment torfowiska zajął pod budowę domków letniskowych. W tym przypadku torfowisko utwardzone zostało skałą płoną z pobliskiej kopalni, co zdecydowanie ujemnie wpłynęło na cechy fizyczno-chemiczne wód tego fragmentu zlewni.



Ryc. 48. Procentowy udział typów użytkowania ziemi w zlewni jeziora Piaseczno w latach 1976–1992

Duży przyrost powierzchni terenów zajętych pod rekreację odbywa się przede wszystkim kosztem gruntów ornych położonych we wschodniej części zlewni. Na przestrzeni lat 1976–1992 nastąpił trzykrotny wzrost powierzchni zajętej pod rekreację z 4,2% do 13,3% całkowitej powierzchni. Natomiast wzrost powierzchni łąk i torfowisk należy tłumaczyć powiększeniem się obszaru bezpośrednio przylegającego do jeziora. Charakterystykę zróżnicowania zawartości poszczególnych związków chemicznych w obrębie różnych sektorów zlewni i samego jeziora przedstawił Siuta (1987).

SYSTEM OCHRONY PRZYRODY NA POJEZIERZU ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIM

Wprowadzenie

Powstanie systemu ochrony przyrody Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego poprzedziła sekwencja pomysłów, opracowań teoretycznych oraz zrealizowanych programów badawczych. Utworzeniu takiego systemu sprzyjały przemiany społeczno-polityczne w Polsce, przedsięwzięcia organizacyjne oraz nieustanne prowadzenie różnorodnych badań naukowych. Podstawowymi warunkami realizacji przedsięwzięć z zakresu ochrony przyrody było:

- dobre rozpoznanie obiektów i walorów przyrodniczych Pojezierza zasługujących na ochronę,
- określenie i poznanie zagrożeń elementów przyrody godnych chronienia,
- powstanie systemu prawnego i organizacyjnego umożliwiającego tworzenie systemu ochrony,
- osiągnięcie stanu świadomości ekologicznej decydentów i społeczeństwa umożliwiające powstanie i funkcjonowanie systemu ochrony.

Proces spełniania tych warunków rozpoczął się już przed laty, przebiegał wielotorowo, w naturalny sposób był uwarunkowany historycznie. Najistotniejsze jego elementy wiążą się z rozwojem badań przyrodniczych w lubelskim ośrodku naukowym, a także z niektórymi istotnymi etapami przemian społeczno-ekonomicznych naszego regionu. Proces ten trwa do chwili obecnej i dalszy rozwój systemu ochrony przyrody Pojezierza będzie od niego zależny.

Obecnie rzadko wspomina się o tym, że przekonanie o wyjątkowości przyrody Polesia (bardzo istotne potem dla oceny walorów przyrodniczych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego) było ugruntowane w piśmiennictwie polskim (także literaturze pięknej) już w dziewiętnastym stuleciu (Roztworowski 1882); podbudowę naukową zyskało zaś w rezultacie wyjątkowych w swoim okresie interdyscyplinarnych, pionierskich programów badawczych okresu międzywojennego (Lencewicz 1936; Lityński 1919; Rühle 1935; Zaborski 1927 i inni). Naturalnie koncentrowano wysiłki badawcze, pisano i myślano głównie o obiektach położonych w części cen-

tralnej Polesia, dziś daleko poza granicami Polski. Wielką jednak zasługą grupy lubelskich przyrodników, głównie geografów, było wprowadzenie (w latach pięćdziesiątych) do oficjalnej terminologii naukowej nazwy Polesie Lubelskie (Chałubińska, Wilgat 1954), co było niezwykle istotne dla oceny rangi walorów przyrodniczych tego obszaru.

Upowszechnione w tym samym okresie wyniki badań naukowych Pojezierza dowiodły z jednej strony jego wyjątkowości przyrodniczej, zaś z drugiej tego, że reprezentuje ono w granicach Polski przyrodę obszaru od dawna uznawanego za niezwykle ciekawy i unikatowy w skali ponadregionalnej. Wszystkie dalsze sukcesy w zakresie chronienia przyrody Pojezierza są konsekwencjami wspomnianych wyżej dokonań.

Pierwsze obszary chronione

Pierwsze publikacje dotyczące walorów przyrodniczych Pojezierza datować można na połowę lat pięćdziesiątych (Wilgat 1951, 1954, 1956; Fijałkowski 1960). Za przełomowe wydarzenie uznać należy zorganizowaną w 1959 przez Oddział Lubelski PTG konferencję naukową poświęconą Polesiu Lubelskiemu. Materiały konferencyjne *Polesie Lubelskie* wydrukowano dopiero w 1963 r. Na tym spotkaniu prof. F. Uhorczak wysunął w dyskusji postulat ochrony Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, zaś prof. D. Fijałkowski przedstawił zarys utworzenia parku narodowego wokół Jeziora Wytyckiego – Wytyckiego Parku Narodowego (propozycję opublikował w 1960 r.).

Zgromadzone wówczas materiały badawcze i stan rozpoznania unikatowych przyrodniczo fragmentów Pojezierza doprowadziły do utworzenia na jego obszarze pierwszych obiektów chronionych. Były to rezerваты torfowiskowe zatwierdzone w 1959 r.: Torfowisko nad Jeziorem Czarnym (rezerwat ścisły) oraz Jezioro Brzezično i Jezioro (Torfowisko) Świerszczów (częściowe).

W 1971 r. opublikowana została mapa z projektowanymi granicami parku narodowego, nazwanego teraz Zachodniopoleskim Parkiem Narodowym, o powierzchni ok. 3000 ha (Fijałkowski 1971). Kilka lat później opracowano *Projekt ochrony krajobrazu w przyszłym Lubelskim Zagłębii Węglowym* (Wilgat, Fijałkowski 1975), w którym proponowano utworzenie 5 rezerwatów, 9 terenów chronionego krajobrazu, 4 terenów zasługujących na częściową ochronę oraz dwu stref osłony – bezpośrednio i zewnętrznej.

Jednocześnie powoływano kolejne rezerваты: Durne Bagno, Jezioro Moszne, Jezioro Długie, Torfowisko Orłowskie utworzone w latach 1966, 1972, 1978 i 1982. Objęły one łącznie powierzchnię 1785 ha. Był to jeden z największych zespołów ekosystemów wodno-torfowiskowych pozostający pod ochroną (Sołtys 1993).

Wojewódzkie systemy obszarów chronionych

Zespół Instytutu Kształtowania Środowiska w Warszawie podjął w 1979 r. prace projektowe nad utworzeniem Ekologicznego Systemu Obszarów Chronionych (ESOCh) dla województwa chełmskiego. Początkowo zaprojektowano 4 obszary chronionego krajobrazu: Poleski, Chełmski, Pawłowski i Grabowiecko-Strzelecki (Poleski i Chełmski na terenach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego) połączone strefami chronionego krajobrazu (Gacka-Grzesikiewicz i in. 1979). Po niezbędnych korektach, system zatwierdzono decyzją WRN w Chełmie z 23 marca 1983 r. Utworzono wówczas 4 parki krajobrazowe: Poleski, Sobiborski, Chełmski i Strzelecki (ten ostatni poza Pojezierzem), a także 4 obszary chronionego krajobrazu: Poleski, Chełmski, Pawłowski i Grabowiecko-Strzelecki (Poleski i Chełmski na Pojezierzu). W uchwale powołującej system obszarów chronionych województwa chełmskiego zapisano, iż Poleski Park Krajobrazowy przewidywany jest do objęcia ochroną w randze parku narodowego (Chmielewski 1986).

Nieco później, w roku powołania ESOCh w województwie chełmskim, przystąpiono do opracowania systemu obszarów chronionych dla województwa lubelskiego. Podjął się tego zespół kierowany przez prof. T. Wilgata z UMCS w Lublinie. Prace ukończono w 1988 r. (Wilgat 1990), natomiast system zatwierdzono 26 lutego 1990 r. Obejmuje on 6 parków krajobrazowych (Kazimierski, Kozłowiecki, Pojezierze Łęczyńskie, Wrzelowiecki, Nadwieprzański i Krzczonowski) oraz 7 obszarów chronionego krajobrazu (Annówka, Pradolina Wieprza, Chodelski, Dolina Ciemięgi, Kraśnicki, Czerniejowski i Kozi Bór). Dla połączenia tych licznych elementów ESOCh wyznaczono na terenie województwa lubelskiego korytarze ekologiczne przebiegające głównie dolinami rzek. Obszerną dokumentację systemu obszarów chronionych województwa lubelskiego opublikowano w 1992 r. (Wilgat 1992). Na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego położony jest tylko Park Krajobrazowy Pojezierze Łęczyńskie, a w bezpośrednim sąsiedztwie Nadwieprzański Park Krajobrazowy.

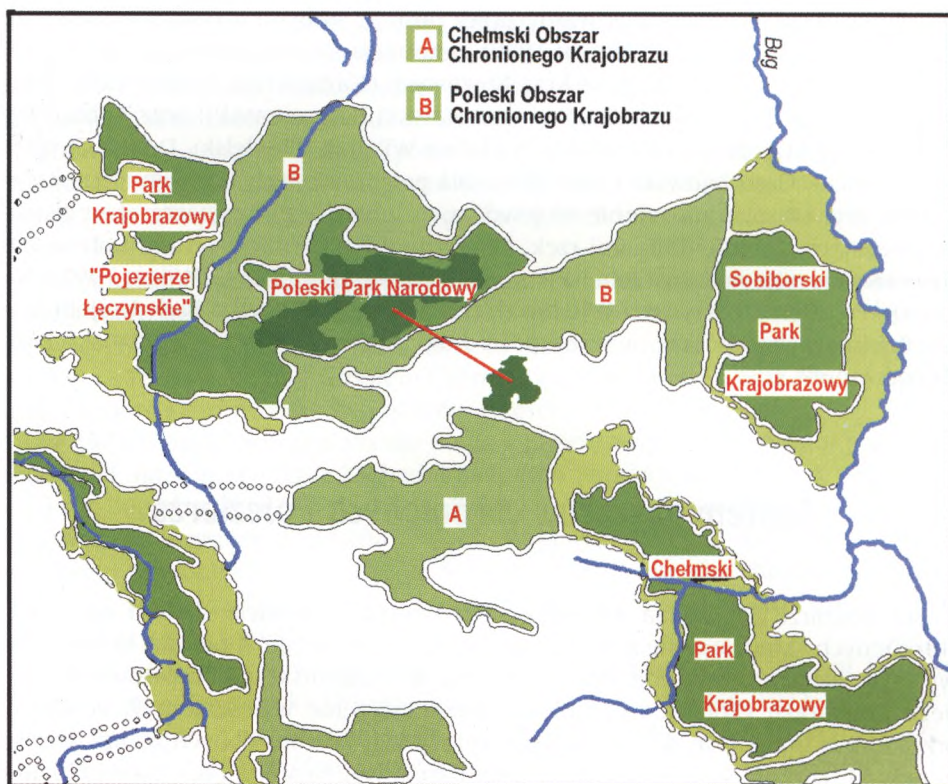
System obszarów chronionych Pojezierza

Na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego istnieje system obszarów chronionych składający się z Poleskiego Parku Narodowego, 4 parków krajobrazowych (Pojezierze Łęczyńskie, Poleski, Sobiborski i Chełmski) i 2 obszarów chronionego krajobrazu (Poleski i Chełmski). Rozmieszczenie wymienionych obszarów przedstawia mapa (ryc. 49), a powierzchnie obszarów chronionych zestawione są w tab. 53. Łącznie system ochrony (park narodowy, park krajobrazowy i obszary chronionego krajobrazu – rezerваты nie są w tym zestawieniu uwzględnione),

obejmuje na Pojezierzu 93 383,36 ha; natomiast otuliny Poleskiego Parku Narodowego i parków krajobrazowych mają powierzchnię 53 166 ha.

Tab. 53. Obszary chronione Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (bez rezerwatów)

Kategoria i nazwa obszaru chronionego	Województwo	Rok utworzenia	Powierzchnia obszaru chronionego [ha]	Powierzchnia otuliny [ha]
Poleski Park Narodowy	chełmskie i lubelskie	1990	9 649,36	14 042,0
Parki krajobrazowe: Pojezierze Łęczyńskie	lubelskie	1990	10 896,0	8 867,0
Poleski	chełmskie	1983	5 113,0	11 091,0
Sobiborski	chełmskie	1983	10 000,0	9 866,0
Chełmski	chełmskie	1983	14 325,0	9 500,0
Obszary chronionego krajobrazu				
Poleski	chełmskie	1983	19 000,0	—
Chełmski	chełmskie	1983	24 500,0	—
Razem			93 383,36	53 166,0



Ryc. 49. System obszarów chronionych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego

Zespół obszarów chronionych Polesia stanowi jedno z podstawowych ogniw struktury ekologicznej kraju – posiada rangę ogólnopolską (Chmielewski, Harasiemiuk, Wilgat 1992) i jako taki zasługuje na szczególną ochronę. W nowo opracowanej sieci ECONET-Polska (Liro 1995) zespół Polesia oznaczony symbolem 27M jest jednym z 46 obszarów węzłowych o randze międzynarodowej. Obejmuje on powierzchnię 2507 km². Odnotowania wymaga też fakt, iż opisywany system obszarów chronionych posiada swoje naturalne przedłużenie poza granicami kraju – Szacki Park Narodowy na Ukrainie (Kuczeriawij 1988). Na bazie zespołu obszarów chronionych Polesia oraz Szackiego Parku Narodowego można utworzyć duży park międzynarodowy lub Poleski Rezerwat Biosfery (Fijałkowski 1996).

Parki narodowe, rezerваты przyrody i parki krajobrazowe powinny posiadać otulinę, tj. wyznaczony prawnie obszar otaczający, który zabezpiecza wartości chronione przed niekorzystnymi oddziaływaniami zewnętrznymi. Rolę otuliny może spełniać obszar chroniony o niższej randze. Podobnie jest na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim – Poleski Park Krajobrazowy stanowi otulinę dla Poleskiego Parku Narodowego, zaś Chełmski Obszar Chronionego Krajobrazu wypełnia funkcję otuliny dla Chełmskiego Parku Krajobrazowego.

Poleski Park Narodowy

Po ponad 30 latach starań, na podstawie dokumentacji opracowanej przez Chmielewskiego z zespołem (Poleski i in. 1989), utworzono 1 maja 1990 r. na terenie Pojezierza Poleski Park Narodowy (wówczas szesnasty park narodowy w Polsce, ale pierwszy chroniący ekosystemy torfowiskowe) o powierzchni 4813 ha. Powstał on na części istniejącego wcześniej Poleskiego Parku Krajobrazowego. Poleski Park Narodowy objął najcenniejsze przyrodniczo obszary Pojezierza chronione jako rezerваты przyrody (Durne Bagno, Jezioro Moszne, Jezioro Długie, Torfowisko Orłowskie). W 1994 r. na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z 17 stycznia 1994 r. poprzez włączenie w jego granice Bagna Bubnów (rezerwatu od 1993 r.) oraz dużego obszaru łąk w rejonie Zienek, Park powiększono do powierzchni 9647,7 ha. Obecnie składa się on z dwu części. Zgodnie z rozporządzeniem, wokół Parku utworzono strefę ochronną, zwaną otuliną, o powierzchni 14 042 ha. Wysokie walory i unikatowość przyrodnicza Poleskiego Parku Narodowego są podstawą do podjęcia starań o wpisanie tego obiektu na listę *Światowych Rezerwatów Biosfery* (Sołtys 1992).

Najcenniejszym elementem przyrody Parku są tereny podmokłe, torfowiska (niskie, przejściowe i wysokie), bagna i wody. Teren ten jest bardzo słabo urzeźbiony. Wysokości względne nie przekraczają 20 m. W niewielkich zagłębieniach (często ze spleją – elastycznym, pływającym kozuchem powstałym ze splątanych korzeni, łodyg i resztek roślinności bagiennej), torfowiskami lub bagnami oraz wilgotnymi łąkami i lasami zachował się charakterystyczny krajobraz poleski. Jest to najbardziej w kierunku południowo-zachodnim wysunięty fragment tundry i lasotundry europejskiej. Duże nagromadzenie roślin północnych (150 gat.), strefy

atlantyckiej (25 gat.), wschodniokontynentalnej (43 gat.) i południowej (30 gat.) decyduje o osobliwości botanicznej na skalę europejską. Rolę tą podkreślają rzadkie rośliny, np. brzoza niska, wierzba lapońska, rosiczki, aldrowanda pęcherzykowata czy bagnica torfowa. Obfita jest również fauna tego obszaru z osobliwością regionu – żółciem błotnym oraz licznymi gatunkami ptaków (ok. 150). Do najrzadszych należą: wodniczka, gęś gęgawa, sowa błotna, batalion, cietrzew i inne, gośćmi okresowymi są natomiast: czaple, orzeł bielik, orzeł przedni, kormoran czarny i wiele innych gatunków (Chmielewski 1986).

Parki krajobrazowe

Poleski Park Krajobrazowy powstał w 1983 r. w zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na powierzchni 10 500 ha. Od 1990 r., kiedy najcenniejsze obszary Poleskiego Parku Krajobrazowego objęto ochroną w postaci Poleskiego Parku Narodowego, ma powierzchnię 5113 ha (+11 091 ha otuliny). Walory przyrodnicze Poleskiego Parku Krajobrazowego są podobne do opisanych w Poleskim Parku Narodowym. Są one bardziej narażone na przekształcenia. Poleski Park Krajobrazowy spełnia rolę osłonową dla Poleskiego Parku Narodowego.

Sobiborski Park Krajobrazowy istnieje od 1983 r. Zajmuje obszar 10 000 ha (jego otulina ma powierzchnię 9866 ha), położony jest we wschodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Ochroną obejmuje rozległe równiny pochodzenia wodno-lodowcowego, rzeczno i jeziornego porośnięte lasami, z licznymi jeziorami śródlęsnymi i torfowiskami. Dominują lasy sosnowe, brzożowe i olchowe, które z zaroślami łozowymi i jeziorami oraz zróżnicowanymi łąkami tworzą bogatą mozaikę biotopów. Charakterystyczna jest tu duża liczba gatunków roślin rzadkich, znaczne zróżnicowanie lasów borowych oraz liczne występowanie żółwia błotnego. Na terenie Parku utworzono dotychczas trzy rezerваты przyrody: Brudzieniec (w 1973 r.), Żółwie Błota (obejmujący tereny łąkowe żółwia błotnego, w 1988 r.) i Małoziemce (utworzony w 1988 r. dla ochrony miejsc gniazdowania czapli siwej). Projektuje się powołanie nowych rezerwatów torfowiskowych: Bagno Żłobek, Jeziora Brudno-Płotycze i Sobibór. Fijałkowski (1996) proponuje ponadto podwyższenie kategorii ochronnej tego obszaru do parku narodowego (Sobiborski Park Narodowy), który z Poleskim Parkiem Narodowym oraz Szackim Parkiem Narodowym na terytorium Ukrainy utworzyłby ogromny park międzynarodowy lub Poleski Rezerwat Biosfery.

Chełmski Park Krajobrazowy utworzono w 1983 r. na powierzchni 14 325 ha (+8974 ha otuliny). W jego zasięgu znalazły się cenne, nieznacznie przekształcone kompleksy leśne z dużym bogactwem biotopów (siedliska borowe, grądowe i łąkowe ze znaczną liczbą gatunków roślin rzadkich) i szczególnego typu torfowiska – torfowiska węglanowe wykształcone na podłożu bogatym w wapń. W odróżnieniu od opisywanych parków Chełmski Park Krajobrazowy charakteryzuje się dużo żywszą rzeźbą z masywnymi wyniosłościami i podmokłymi zagłębieniami. Zróżnicowanie siedlisk warunkuje występowanie na terenie Chełmskiego Parku

Krajobrazowego ogromnego bogactwa florystycznego. Kredowe wyniosłości porośnięte są przez roślinność stepową, obniżenia przez roślinność wilgociolubną i stepową. W Parku i bezpośrednim sąsiedztwie stwierdzono 53 gatunki roślin będące pod ochroną ścisłą i 13 pod ochroną częściową. Na podkreślenie zasługuje bardzo zróżnicowany świat zwierzęcy Chełmskiego Parku Krajobrazowego. Występują tu liczne gatunki ptaków (bocian czarny, żuraw, orlik krzykliwy, dzięcioł biało-grzbiety, drożdżik, wodniczka, sowa błotna i inne). Odnowie podlega żółw błotny, który znalazł tu dobre warunki rozwoju. Ponadto bogata jest fauna bezkręgowców Chełmskiego Parku Krajobrazowego (*Chełmski...*). Na terenie Parku znajdują się cztery rezerваты: leśny Bachus (istniejący od 1958 r.) oraz chroniące torfowiska węglanowe: Brzeźno (powstały w 1973 r.), Roskosz (utworzony w 1990 r.) i Bagno Serebryskie (od 1991 r.). Projektowane są dwa nowe rezerваты: torfowiskowy Zawadówka (torfowiska węglanowe) i faunistyczny Stańków (miejsca łąkowe żółwia błotnego). Fijałkowski (1996) uważa, że obszar tego parku krajobrazowego winien być chroniony jako park narodowy w celu zachowania resztek naturalnych ekosystemów torfowisk węglanowych w Europie (prócz okolic Chełma torfowiska takie występują w Europie tylko w Szwecji).

Park Krajobrazowy Pojezierze Łęczyńskie zajmuje obszar o powierzchni 10 896 ha (z otuliną obejmującą 8867 ha). Powołany został w 1990 r., głównie dla ochrony zasobów wodnych i unikatowych walorów ekologicznych regionu (zwłaszcza ekosystemów wodnych i torfowiskowych) oraz wysokich walorów rekreacyjnych jezior i lasów. Park złożony jest z dwu obszarów: południowa część obejmuje najbardziej na zachód wysunięty fragment Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, północna wchodzi na obszar Lasów Parczewskich. Najważniejsze walory Parku tworzą lasy, jeziora (i jeziorka), bagna, torfowiska i łąki o osobliwej roślinności (borealnej, atlantyckiej i południowej) i bogatej, interesującej faunie. Na obszarze Parku Krajobrazowego Pojezierze Łęczyńskie utworzono, jak dotąd, jeden rezerwat torfowiskowy – Jezioro Brzeziczno (1959), zaś na zatwierdzenie czekają cztery kolejne: Jezioro Bikcze, Jezioro Czarne Gościńskie, Jezioro Łukietek (torfowiskowe) i Jezioro Ściegienne (florystyczny). Brano pod uwagę także utworzenie rezerwatu wodno-torfowiskowego Jezioro Kleszczów, ale jego atrakcyjne partie uległy zniszczeniu w 1987 r. (Chmielewski, Borchulski, Wójciak 1992).

Na terenie Lasów Parczewskich projektowane jest utworzenie Parczewskiego Parku Krajobrazowego (o powierzchni ok. 7400 ha) obejmującego najcenniejsze partie kompleksu leśnego. Będzie to park międzywojewódzki – obejmie fragmenty województw: białkopodlaskiego, chełmskiego i lubelskiego. Obszar ten wchłonie północną część Parku Krajobrazowego Pojezierze Łęczyńskie.

Obszary chronionego krajobrazu

Na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego obszary chronionego krajobrazu utworzono tylko w województwie chełmskim. Są to Poleski (19 000 ha) i Chełmski (24 500 ha). Ich zadaniem jest izolowanie cenniejszych obszarów Poje-

ziera przed niekorzystnymi wpływami zewnętrznymi. Stanowią otulinę dla Poleskiego Parku Krajobrazowego i Chełmskiego Parku Krajobrazowego oraz położonych w ich granicach rezerwatów.

Rezerваты przyrody

Na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego utworzono dotychczas 18 rezerwatów przyrody, a projektuje się powołanie ponad 40 kolejnych. Najwięcej rezerwatów znajduje się na obszarze woj. chełmskiego – 15, w woj. lubelskim i białoskopodlaskim po dwa (jeden z rezerwatów woj. lubelskiego jest wspólny z woj. chełmskim). Projektowanych rezerwatów jest najwięcej w woj. chełmskim. Zarówno wśród rezerwatów zatwierdzonych, jak i wśród projektowanych dominują obszary wodno-torfowiskowe. Zestawienie najciekawszych projektów wraz z krótkimi ich charakterystykami opublikował Fijałkowski (1996).

Inne formy ochrony przyrody

Na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego utworzono około 100 pomników przyrody. Tworzą je pojedyncze obiekty (drzewa, grupy drzew lub aleje, głazy narzutowe, płaty roślinności).

Ustawa o ochronie przyrody z 1991 r. stworzyła warunki do powoływania nowych form ochrony przyrody. Są to stanowiska dokumentacyjne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe i użytki ekologiczne. Powołują je gminy lub urzędy wojewódzkie. Zespołów przyrodniczo-krajobrazowych i stanowisk dokumentacyjnych, jak dotąd, nie utworzono.

Na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego utworzono dotychczas kilkadziesiąt użytków ekologicznych, głównie dla ochrony bagien, torfowisk i jezior. Użytki ekologiczne powoływane są dla ochrony pozostałości ekosystemów o dużym znaczeniu dla zachowania zasobów genowych i różnorodności środowisk (naturalne zbiorniki wodne, bagna, torfowiska, łąki, starorzecza, kępy zakrzewień i in.). Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe tworzone są dla zachowania wartości estetycznych wyjątkowych fragmentów krajobrazu naturalnego i kulturowego. Stanowiska dokumentacyjne obejmują ważne dla nauki i dydaktyki twory przyrody nieożywionej (profile geologiczne, nagromadzenia skamieniałości, ciekawe formy skalne).

PRZEKSZTAŁCENIA I ZAGROŻENIA HYDROSFERY

Najważniejszym komponentem środowiska geograficznego, decydującym o atrakcyjności przyrodniczej i wysokich walorach krajobrazowych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są stosunki wodne. Cechą tego obszaru jest powolna naturalna wymiana wody, niewielkie ich zasoby oraz wysoka jakość wód podziemnych i powierzchniowych. Zagrożenie jakości wód stanowią zrzuty nawet niewielkich ilości ścieków do małych odbiorników, gromadzenie odpadów, chemizacja rolnictwa, stacje paliw, nieszczelne szamba oraz składowanie skały płonej. Należy podkreślić, że stan atmosfery na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim jest dobry. Wskazuje na to niskie, w porównaniu z dopuszczalnymi normami, zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, które jest niewielkie w stosunku do innych regionów Polski. Wysokie walory środowiska zdecydowały o ochronie prawnej dużej części obszaru Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego.

Syntetycznym wskaźnikiem dla oceny zmian hydrograficznych jest zasięg podmokłości. Analizę charakteru i użytkowania gruntów wykonano dla trzech przekrojów czasowych w obszarze centralnej części Pojezierza. Powierzchnia podmokłych łąk i torfowisk z 26,8% w 1887 r. zmalała do 16% w 1976 r. i 15,2% w 1992 r. (Wilgat i in. 1997). Do tego samego wniosku prowadzi porównanie łącznej powierzchni wód, łąk, torfowisk i podmokłych lasów. Odsetek tych obszarów również systematycznie maleje od 31,9%, przez 26,3% do 23,3%.

Zebrane różnorodne materiały dokumentują zachodzące przekształcenia warunków występowania i krążenia wody tego obszaru. Przemiany środowiska podlegały od wielu lat różnorodnym modyfikacjom, wynikającym głównie z działalności gospodarczej, a stopień przekształceń hydrosfery Pojezierza jest trudny do realnej oceny. Kierunki oddziaływań na hydrosferę są liczne i skomplikowane (Wilgat 1979, 1983; Wilgat i in. 1997), a efekty nie zawsze dają się powiązać z przyczynami. Nakładanie się procesów naturalnych i antropogenicznych sprawia, że oddziaływanie na hydrosferę może być jednokierunkowe lub przeciwstawne. Intensywność przekształceń jest zmienna w czasie, wykazuje silne powiązanie z aktualnym stanem zasilania atmosferycznego i zasobami wodnymi.

Z badań prowadzonych w Zakładzie Hydrografii wynika, że stosunki wodne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są bardzo podatne na przekształcenia. Region ten przez długie wieki był bardzo słabo zaludniony, mimo to struktura użytkowa-

nia gruntów podlegała istotnym zmianom. Jednakże prymitywna gospodarka nie powodowała znacznych zmian w środowisku. Proste zabiegi hydrotechniczne zaczęto tu stosować od bardzo dawna, ale nie wpływały one znacząco na charakter stosunków wodnych w skali regionalnej. Jednakże od 1954 r., tzn. od rozpoczęcia budowy Kanału Wieprz-Krzna, presja na obszar Pojezierza systematycznie rosła. Zaczęły zachodzić zmiany wywołane intensyfikacją rolnictwa, wzmagającym się użytkowaniem rekreacyjnym jezior oraz wkroczeniem na ten obszar badań geologicznych i górnictwa węglowego. Rola górnictwa nie da się porównać z pozostałymi czynnikami zmian, ponieważ oddziaływanie na hydrosferę nie ogranicza się do strefy czynnej wymiany wody, a sięga do głębszych poziomów wodonośnych (Wilgat 1963; Wilgat i in. 1997). Względny bezpieczeństwa eksploatacji złóż węgla zdecydowały o intensywnym odpompowywaniu jurajskiego i karbońskiego piętrowo wodonośnego, co doprowadziło do wytworzenia się głębokich i rozległych lejów depresyjnych w karbońskim, jurajskim i albskim poziomie wodonośnym (Rózkowski, Wilk 1989).

Na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, w celu pozbycia się wiosennych nadmiarów wody, od bardzo dawna podejmowano kopanie rowów odwadniających. Nie ma materiałów dokumentujących wykonywanie tych prymitywnych robót hydrotechnicznych. Z zachowanych informacji można jednak sądzić, że polegały one na ułatwieniu odpływu przez pogłębianie i prostowanie naturalnych, słabo wykształconych cieków oraz na łączeniu rowami obniżień bezodpływowych. Naturalny charakter zachowały tylko dolne i środkowe biegi rzek: Włodawki z dopływami Tarasinką i Krzemianką w zlewni Bugu, a na zachodzie Tyśmienica z dopływami Piwonią i Bobrówką oraz Świnka na obrzeżu południowo-zachodnim Pojezierza (Wilgat i in. 1997).

Dawne materiały kartograficzne, mimo ich niedoskonałości, jednoznacznie wskazują na bezodpływowy charakter jezior i terenu Pojezierza. Na *Topograficznej Karcie Królestwa Polskiego*, wydanej w 1839 r., niewiele jest jezior włączonych do sieci odpływu. Naturalny odpływ miały pierwotnie tylko jeziora położone w górnych biegach Włodawki (Jezioro Wytyckie) i Piwonii Południowej (Jezioro Ściegienne), choć i one mogły oddawać wody poprzez podmokłości lub tylko w okresie wiosennych roztopów. Włączanie jezior do sieci odpływu przypada głównie na XIX wiek (Michalczyk 1994; Wilgat i in. 1997), gdyż na mapie przedstawiającej sytuację z końca tego wieku większość jezior jest już połączona z rzekami.

W pierwszej połowie wieku XX na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, mimo podejmowanych lokalnych robót melioracyjnych, nie nastąpiły radykalne zmiany sieci odpływu i stosunków wodnych. Kopane rowy nie były głębokie, a odcinki prostowanych biegów rzek nie były długie. Część z wykonanych rowów przestała funkcjonować, gdy nastąpiło obniżenie zwierciadła wody podziemnej i lustra wody w jeziorach. Najczęściej funkcjonowały one okresowo lub sporadycznie. Po pojawieniu się okresu wilgotnego stare rowy prawdopodobnie były ponownie pogłębiane w celu odprowadzenia wody, w okresach niskich zasobów rowy były suche i podlegały powolnemu wypłyceniu.

Istotne przekształcenia hydrosfery Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego i dużej części Polesia nastąpiły po wybudowaniu kanału łączącego Wieprz z Krzną o cał-

kowitej długości 140 km. Jego zadaniem miało być zmniejszenie deficytów wody w obszarze Polesia, co miało spowodować intensyfikację rolnictwa w tym regionie. Była to największa tego rodzaju inwestycja w Polsce, której realizację rozpoczęto w 1954 r., a zakończono oficjalnie w 1961 r. W następnych latach były budowane doprowadzalniki i wykonywano melioracje szczegółowe. Sześć jezior zamieniono na zbiorniki retencyjne, a ponadto do kilku innych okresowo doprowadzana była (lub tylko stworzono taką możliwość) woda z Wieprza, która składem chemicznym znacznie różni się od wód miejscowych. System melioracyjny – chociaż nie został w pełni zrealizowany – zmienił tempo i charakter obiegu wody na dużej części Pojezierza (Wilgat i in. 1997). W niektórych obszarach Polesia Lubelskiego nastąpiło wyraźne zwiększenie gęstości sieci odwodnieniowej, którą – oprócz rzek – tworzą liczne doprowadzalniki i sieć melioracyjna (Michalczyk 1994). Istnienie tej sieci doprowadziło do obniżenia zwierciadła wody w obszarach zmeliorowanych. Natomiast wzdłuż trasy kanału stwierdza się różnokierunkowe zmiany głębokości występowania wody. W strefach odcinków kanału poprowadzonych na powierzchni terenu stwierdzono płytsze występowanie wody, a w miejscach przekopów nastąpiło jej obniżenie. Zmiany położenia zwierciadła wody podziemnej nie przekraczają 1 m (Michalczyk 1994).

Kanał Wieprz–Krzna doprowadza na obszar Pojezierza żyzne wody węglanowe ze zlewni górnego Wieprza. Dotychczasowe oddziaływanie wód kanału spowodowało przeobrażenia jakości wód w jeziorach włączonych do tego systemu, w związku z tym nastąpiło przyspieszenie eutrofizacji np. w jeziorach: Krzcień, Krasne, Białe Sosnowickie i Bialskie, stwierdzono wyraźne cofnięcie zaawansowanej dystrofii Jeziora Czarnego Sosnowickiego oraz zainicjowanie dystrofizacji w jeziorach silnie zeutrofizowanych (jeziro Bikcze). Wprowadzenie wód z Kanału Wieprz–Krzna do niektórych jezior (m.in. Łukie, Zagłębcze i Jezioro Uścimowskie), doprowadziło do alkalizacji i zmian ekosystemów wodno-torfowiskowych. Skali tych przeobrażeń nie można określić z powodu braku badań w okresie poprzedzającym gwałtowną ingerencję człowieka. Szczególnie duże zmiany zaszły w jeziorach przekształconych na zbiorniki retencyjne, corocznie napełniane wodami allochtonicznymi i sukcesywnie opróżniane (Wilgat i in. 1997). Wody doprowadzane z Kanału Wieprz–Krzna powodują zmianę składu chemicznego wód jeziornych, w efekcie przyczyniają się do przyspieszenia procesu zaniku jezior.

Prace związane z budową Kanału Wieprz–Krzna wymagały rozbudowy dróg. Zatem już w pierwszym okresie realizacji tej inwestycji powstały nowe szlaki komunikacyjne ułatwiające penetrację zachodniej i centralnej części Pojezierza. Rekreacyjno-turystyczne wykorzystanie terenu stanowi obecnie istotne zagrożenie dla środowiska Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Region ten do połowy obecnego stulecia był obszarem zaniedbanym, ze słabo rozwiniętą siecią komunikacyjną, co nie ułatwiało penetracji tej krainy. W ostatnich dziesięcioleciach obserwuje się nasilenie presji na tereny znajdujące się w sąsiedztwie jezior, co prowadzi do wzrostu zagrożenia środowiska, wynikającego z intensywnego zagospodarowania brzegów jeziora i jego zlewni. Bardzo szybkie zintensyfikowanie się budownictwa letniskowego prywatnego nastąpiło po 1971 r. Natomiast w ostatnim dziesięciole-

ciu nastąpiło gwałtowne nasilenie rozwoju budownictwa prywatnych domków letniskowych. Był to proces zachodzący żywiłowo, szczególnie przy jeziorach atrakcyjnych, co doprowadziło do przeciążenia rekreacyjnego ich zlewni i w konsekwencji do znacznego obniżenia walorów przyrodniczych. W konsekwencji presji na tereny rekreacyjne nad jeziorami pojawiła się różnego rodzaju zabudowa rekreacyjna, zajmująca coraz większe powierzchnie. Najwcześniej zagospodarowanie i ruch turystyczny rozwinęły się nad Jeziorem Białym Włodawskim, położonym we wschodniej części Pojezierza. Od 1958 r. jezioro stało się miejscem odwiedzianym przez turystów, a w 1961 r. grunty wokół jeziora odsprzedane zostały instytucjom państwowym z przeznaczeniem na cele rekreacyjne. Największy udział terenów rekreacyjnych jest w zlewni jezior: Białe Włodawskie 23,2%, Łukcze i Łukietek 11,7%, Bialskie 8,9% i Piaseczno 4,2%.

Pojawianie się dużej liczby turystów i wczasowiczów prowadzi do nadmiernego obciążenia niektórych terenów, niedostatecznie przygotowanych do przyjęcia dużej liczby ludzi. Budowane są zarówno duże ośrodki wypoczynkowe, jak też liczne domki letniskowe, punkty gastronomiczne i kempingi. Istniejące obiekty rekreacyjne tylko w nielicznych przypadkach przygotowane są na przyjęcie i obsługę turystów. W większości ośrodków wypoczynkowych ścieki przetrzymywane w szambach, często nieszczelnych, „dzikie” wysypiska śmieci oraz sanitariaty i prymitywne ubikacje – stanowią zagrożenia dla jezior i wód podziemnych. Innymi ogniskami zanieczyszczenia wód są kempingi zlokalizowane najczęściej w terenach zalesionych, w bliskim sąsiedztwie jezior.

Zagrożenie dla stosunków wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego może stanowić wysoka eksploatacja wód podziemnych na potrzeby komunalne wsi i ośrodków wypoczynkowych, miast oraz wydobywanie wód kopalnianych. Obecnie na terenie Pojezierza niewiele pobiera się wód podziemnych i powierzchniowych na potrzeby gospodarcze. Najwięcej wody pobiera się na krańcach Pojezierza. Natomiast na jego obszarze zorganizowana eksploatacja zasobów wodnych jest zwykle w miejscowościach gminnych. Na potrzeby komunalne eksploatuje się rocznie na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego około 3,3 mln m³ wody podziemnej. Największe jej ilości są eksploatowane we Włodawie – około 1,5 mln m³, znajdującej się na peryferiach Pojezierza. Znacznie większe ilości wody są wydobywane przez górnictwo, zlokalizowane na południowo-zachodnim krańcu Pojezierza. W rejonie Bogdanki eksploatuje się rocznie 5,3 mln m³ wody, w tym około 4,7 mln m³ to wody kopalniane. Zatem łączne wydobywanie wody na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim (bez Łęcznej) w 1996 r. można szacować na 8,0 mln m³. Po przeliczeniu na cały badany obszar jednostkowy pobór wody wynosi 0,2 l/s · km². W odniesieniu do całego Pojezierza nie jest to wielkość duża, ale w skali lokalnej – w sąsiedztwie ujęć wody podziemnej – może nastąpić istotne obniżenie zwierciadła wody. Najbardziej zagrożone na przekształcenia stosunków wodnych są obszary zabudowane (zurbanizowane), zmeliorowane i tereny górnicze.

Istotnym zagrożeniem dla środowiska przyrodniczego Pojezierza jest eksploatacja węgla w Kopalni Bogdanka. Szyby pierwszej kopalni wybudowano w bezpośrednim sąsiedztwie południowo-zachodniej części Pojezierza, w Bogdance i w Nad-

rybiu Dworze. Zostały one zlokalizowane odpowiednio 3 i 2 km na południe od jeziora Nadrybie, mimo sprzeciwu przyrodników, którzy wskazywali na zagrożenia dla środowiska, wynikające z eksploatacji węgla w pobliżu jezior (Wilgat 1973, 1975; Wilgat i Fijałkowski 1974). W konsekwencji robót górniczych następuje osiadanie terenu, spowodowane obniżeniem ciśnienia wód naporowych piętra jurajskiego i karbońskiego oraz eksploatacją złóż węgla „na zawal”. Pojawiające się deformacje terenu prowadzą, w obszarach występowania płytkich wód podziemnych, do powstawania obniżzeń wypełnionych wodą lub utrzymywania się terenów nadmiernie uwilgotnionych. Z przyrodniczego punktu widzenia najkorzystniej byłoby zostawić takie obniżenia bez prób ich osuszania.

Obecnie stwierdza się osiadanie powierzchni przekraczające 0,2 m na obszarze około 20 km², na polu górniczym w sąsiedztwie szybów – głównie ponad eksploatowanymi od 1982 r. pokładami węgla (Wilgat i in. 1997). Z materiałów uzyskanych w KWK Bogdanka wynika, że lokalne deformacje powierzchni terenu w nieckach osiadań, wytworzonych w rejonie eksploatacji koło Bogdanki i Nadrybia, przekraczają już 1,5 m. Wraz z rozwojem wydobywania węgla niecki te będą się pogłębiały i poszerzały (Różkowski, Wilk 1989). Przewiduje się, że do 2010 r. po wyeksploatowaniu dwu pokładów węgla powstaną obniżenia o głębokości do 2,8 m. W dalszej perspektywie deformacje terenu będą jeszcze większe. Osiadanie terenu powoduje zmianę warunków występowania i krążenia wód, głównie pierwszego poziomu, jednakże niewykluczone są powolne zmiany wód wglębnych.

Istotnym zagrożeniem dla środowiska jest zrzut wód kopalnianych i ścieków do odbiorników powierzchniowych w ilościach przekraczających dopuszczalne normy. Inne zagrożenia hydrosfery wynikają z penetracji wód opadowych przesączających się przez hałdę usypaną ze skał karbońskich. Skałami tymi są zasypywane nierówności terenu, doły po eksploatacji piasku i torfu oraz inne zagłębienia bezodpływowe. Działania te powodują zmiany naturalnego składu chemicznego wód podziemnych, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia bioróżnorodności obszaru Pojezierza.

Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie zajmuje powierzchnię około 1160 km². Najcenniejsze obiekty przyrodnicze – jeziora stanowią tylko małą część jego powierzchni. Ich zachowanie wymaga działań ochronnych obejmujących cały obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, łącznie z bagnami i mokradłami oraz torfowiskami. Jednakże każdy zbiornik wody ma różną odporność na degradację, co wynika z cech indywidualnych jeziora oraz ze stopnia zagospodarowania jego zlewni. Zbiorniki wodne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są obiektami niewielkimi. Również wyznaczone na mapach zlewnie bezpośrednie jezior (ze zbiornikami retencyjnymi) zajmują małą powierzchnię, łącznie tylko 177 km², czyli 15,2% obszaru Pojezierza. Większość zlewni jeziornych ma niewielki obszar, gdyż tylko 11 ma powierzchnię większą od 5 km². Łączne powierzchnie zajęte przez różne formy użytkowania terenu w analizowanych 50 zlewniach zestawiono w tab. 54 (w drugiej kolumnie podano strukturę użytkowania gruntów w hipotetycznej – przeciętnej zlewni jeziornej Pojezierza).

Tab. 54. Sumaryczne powierzchnie poszczególnych form użytkowania ziemi w wydzielonych zlewniach jeziornych i struktura zagospodarowania przeciętnej zlewni

Forma użytkowania ziemi	Łączna powierzchnia użytków [ha]	Procent powierzchni przeciętnej zlewni
Jeziora	2706,26	15,37
Łąki i pastwiska	3254,08	18,4
Lasy	5931,28	33,68
Zakrzaczenia i zadrzewienia	935,05	5,31
Grunty orne	3947,55	22,42
Zabudowania	176,77	1,00
Tereny rekreacyjne	163,32	0,93
Drogi utwardzone	57,82	0,33
Koleje	0,11	0,00
Inne zbiorniki wodne	203,98	1,16
Sady	105,12	0,60
Bagna	115,88	0,66
Wyrobitiska	7,69	0,04
Inne	7,16	0,04
Razem	17610,96	100,00

W przeciętnej zlewni jeziornej Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego obszar wód jeziora zajmuje tylko 15,37% jej powierzchni. W największej części jest ona zajęta przez lasy – 33,7% i zakrzaczenia – 5,3%, łącznie 39% powierzchni zlewni (tab. 54). Zbliżony udział mają użytki rolne (grunty orne – 22,4%, łąki i pastwiska – 18,5%, sady – 0,6%) zajmujące łącznie ponad 41% powierzchni przeciętnej zlewni. Można zatem przyjąć, że hipotetyczna zlewnia Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego ma charakter leśno-rolniczy. W ujęciu generalnym obszary, które można uważać za naturalne lub do nich zbliżone, nieznacznie przeważają nad formami zagospodarowania terenu wprowadzonymi przez człowieka. O rosnącej presji rekreacji na obszary przylegające do jeziora świadczy podobny udział zabudowy wiejskiej i rekreacyjnej (po około 1%) powierzchni ziemi w zlewni.

Najsilniejsze oddziaływanie na wody jeziora mają obszary bezpośrednio przylegające do jego linii brzegowej. Zatem dla ochrony jeziora niezwykle istotny jest charakter użytkowania gruntów jego zlewni, a szczególnie stan zagospodarowania brzegów. Powierzchnie porośnięte lasami i krzewami są terenami zdecydowanie hamującymi dopływ substancji biogennych do jeziora. Na Pojezierzu najwyższą kategorię odporności na degradację (zapewniającą naturalne funkcjonowanie jeziora), mają jeziora Brudzieniec, Uściwierzek, Czarne Sosnowickie, Książowskie, Perespilno i Brudno, w których powierzchnie leśne i zakrzaczenia przekraczają 95%. Największy udział samych powierzchni leśnych jest w zlewniach jezior Brudzieniec – 83,53%, Książowskie – 80,0% oraz Perespilno – 77,54%.

Podwyższone ryzyko przedostania się nutrientów do wód jeziora jest w zlewniach, w których obok dużych powierzchni leśnych znaczne obszary zajmują grunty orne, np. Białskie, Białe Włodawskie, Bikcze i Brzeziczno. Największe zagrożenie wynikające z możliwości dużej dostawy materii cechuje zlewnie o przeważającym udziale gruntów ornych. Są to zlewnie o małej odporności, z których najła-

twiej mogą przenikać substancje biogenne do wód jeziornych, np. w zlewni jeziora Maczółki aż 95,7% powierzchni zajmują grunty orne, a w zlewni Jeziora Głębokie 73,5%.

W krajobrazie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego charakterystyczne typy użytkowania ziemi to łąka, bagno, las i zakrzaczenia. Powinny one być objęte ochroną obszarową, wraz z całym zlewniami jezior. Łącznie powierzchnie wód, bagien, łąk, lasów i zakrzaceń, czyli najbardziej naturalne krajobrazy, zajmują w zlewni Jeziora Księżowskiego 100%, Brudna 99,99%, Perespilna 99,87%, Uściwierzka 99,07%, Czarne Sosnowickiego 98,89%, Brudzieńca 98,91%, Białego Sosnowickiego 95,76%, Długiego 94,47 oraz Biczka 90,02%. Natomiast najsilniej przekształcone są zlewnie jezior: Syczyńskiego, Głębokiego i Maczółki, w których powierzchnie wód, łąk, lasów i zakrzaceń zajmują odpowiednio 27,01, 17,62 i 4,26%

Z porównania danych dotyczących powierzchni jezior określonych z map opracowanych w 1976 r. oraz pomiarów wykonanych około 1950 r. wynika zmniejszenie łącznej powierzchni jezior z 2033,6 ha do 1923,8 ha. W ciągu niespełna trzech dziesięcioleci powierzchnia jezior zmalała o 109,8 ha, co może wskazywać na zmniejszanie się powierzchni jezior nie przekształconych na zbiorniki retencyjne. Największe zmniejszenie powierzchni stwierdzono w jeziorach: Pniówno (42,2%) i Wereszczyńskie (37,7%). Procesowi zaniku jezior sprzyja obniżenie zwierciadła wody związane z melioracją terenu i ze zwiększeniem eksploatacji wód podziemnych na potrzeby komunalne i przemysłowe oraz eutrofizacja wód jeziornych spowodowana między innymi zwiększonym dopływem biogenów z wodami Kanału Wieprz-Krzna, dopływem ścieków z ośrodków rekreacyjnych, zmianą wykorzystania terenu oraz chemizacją rolnictwa.

Na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego istnieją jeziora o bardzo zróżnicowanych cechach fizycznych i chemicznych wód. Mineralizacja ogólna wód w części jezior nie osiąga 100 mg/l, a w kilku przekracza 500 mg/l. Są to więc w przeważającej części wody o bardzo słabym zmineralizowaniu, zaliczane do grupy wód ultrasłodkich (do 200 mg/l) i słodkich (do 500 mg/l). Wody jezior reprezentują różną trofię: od mezotroficznych, poprzez eutroficzne do dystroficznych. Jeziora cechują się powolnym obiegiem wody i niską mineralizacją, co sprawia, że wykazują małą odporność na antropopresję. Obserwuje się również na przestrzeni lat naturalny proces zanikania jezior, który wydatnie przyspiesza nasilająca się ingerencja człowieka.

Na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim komponentem decydującym o specyfice środowiska i o jego zdolności do samoregulacji jest woda, a obiektami wymagającymi określenia warunków prawidłowego funkcjonowania są jeziora. Całe zasoby wodne Pojezierza powinny być chronione przed zmianami ilościowymi i jakościowymi. Jest to bezcenne bogactwo, decydujące o wysokich walorach przyrodniczych, krajobrazowych i rekreacyjnych. Prowadzone badania wskazują na silne powiązania między poszczególnymi komponentami środowiska oraz zmiany zachodzące w hydrosferze, które pociągają za sobą liczne konsekwencje przyrodnicze. Degradacji ulegają jeziora, stawy, gleby torfowe, giną rzadkie gatunki roślin, zwła-

szcza na torfowiskach i w zbiornikach wodnych, zmniejsza się bioróżnorodność obszaru. W konsekwencji cenne walory przyrodnicze i krajobrazowe regionu systematycznie maleją. Istotnym zadaniem dla podtrzymania wysokich walorów środowiska jest utrzymanie stosunków wodnych w stanie zabezpieczającym całe środowisko przed niekorzystnymi zmianami. Możliwe to będzie wówczas gdy nadrzędnemu celowi, jakim jest zachowanie walorów przyrodniczo-krajobrazowych Pojezierza podporządkowane zostaną rolnictwo, górnictwo i rekreacja.

SPIS LITERATURY

- Atlas klimatyczny Polski, Część tabelaryczna, z. 1. Wiatr, 1971. PIHM, Wyd. Kom. i Łączn. Warszawa.
- Atlas klimatyczny Polski, Część tabelaryczna, z. 4. Wilgotność powietrza, 1978. IMGW, Wyd. Kom. i Łączn. Warszawa.
- Bajkiewicz - Grabowska E. 1985: Struktura fizycznogeograficzna zlewni jako podstawa oceny dostawy materii biogennej do jezior. Prace i Studia Geograficzne. T. 7. Wyd. Geogr. I Stud. Region. Wyd. UW., 65–89.
- Bałağa K. 1982: Vegetational history of the lake Łukcze environment (Lublin Polesie, E Poland) during the Lake-glacial on Holocene. Acta Paleobot. XXII (1), 1–22.
- Bałağa K. 1991: The development of lake Łukcze and changes in the plant cover the South-Western part of the Łęczna-Włodawa Lake district in the last 13 000 years. Acta Paleobot., 30 (1/2), 77–146.
- Bałağa K., Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1983: Budowa geologiczna i rozwój torfowiska Krowie Bagno – Polesie Lubelskie. Annales UMCS, s. B, t. XXXV/XXXVI. Lublin, 37–62.
- Bałağa K., Dobrowolski R., Harasimiuk M., Rodzik J. 1995: Geneza i ewolucja mis jeziorno-torfowiskowych – aktualny stan rozpoznania. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. TWWP Lublin.
- Bałağa K., Dobrowolski R., Rodzik J. 1993: Rozwój kompleksu jeziorno-torfowiskowego Moszne w Poleskim Parku Narodowym. [W:] Ekosystemy wodne i torfowiskowe w obszarach chronionych. S. Radwan, Z. Karbowski, M. Sołtys (red.). PTH, TWWP, AR, PPN, Lublin, 71–76.
- Bartoszewski S. 1994: Krowie Bagno. [W:] Przew. Wycieczkowy Ogólnop. Zjazdu PTG. Wyd. PTG O. Lubelski, UMCS Lublin, 160–161.
- Bartoszewski S., Michalczyk Z. 1996: Dynamika wód Poleskiego Parku Narodowego [W:] Funkcjonowanie ekosystemów wodno-błotnych w obszarach chronionych Polesia. Wyd. UMCS Lublin.
- Baryła R., Fijałkowski D. 1995: Roślinność naczyniowa jezior w rejonie Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie Radwan S. (red.). AR Lublin, TWWP Lublin, 79–83.
- Borchulski Z. 1996: Oddziaływanie wydobycia węgla z Kopalni Bogdanka na stosunki wodne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] Funkcjonowanie ekosystemów wodno-błotnych w obszarach chronionych Polesia. Wyd. UMCS Lublin.
- Borowiec J. 1990: Torfowiska regionu lubelskiego. PWN, Warszawa.
- Brześcińska B. 1977: Stosunki wodne w zlewni górnej Tyśmienicy. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS, Lublin.
- Buraczyński J. 1983: Rzeźba powierzchni podczwartorzędowej. [W:] Kenozoik Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Wyd. UMCS Lublin, 65–72.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1974: Geneza jezior uściwierskich (Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie) Mat. Krajowego Symp. Paleo-limnologicznego. Warszawa.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1981: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000 A. Orzechów Nowy. Wyd. Geol., Warszawa.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1982: Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski ark. Kolacze. Wyd. Geol. Warszawa.

- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1983: Wpływ zlodowacenia środkowopolskiego na rzeźbę południowej części Polesia Lubelskiego. *Annales UMCS, s. B., v. XXXV/XXXVI, Lublin, 63–79.*
- Burn C. R., Smith M. W. 1990: Development of thermokras lake during the holocene at sites near Mayo, Youkon Territory. *Permafrost and Priglacial Processes, 1, 2, 161–176.*
- Butrym J., Harasimiuk M., Jańczyk-Kopikowa Z., Maruszczak H. 1991: Intersalian organogenic deposits and forest soils in the Łęczna region. *Annales UMCS, s. B., v. XLVI, Lublin, 21–52.*
- Chałubińska A., Wilgat T. 1954: Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. *Przew. V Ogólnop. Zjazdu PTG, Lublin, 3–44.*
- Chmielewski T. J. 1986: W sprawie utworzenia parku narodowego na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Chrońmy przyrodę ojczystą, T. XLII, z. 4.*
- Chmielewski T. J. 1988: Chelmskie parki krajobrazowe. *WOIT Chełm.*
- Chmielewski T. J., Borchulski Z., Wójciak J. 1992: Park Krajobrazowy Pojezierze Łęczyńskie [W:] System obszarów chronionych województwa lubelskiego. Wilgat T. (red.), Lublin.
- Chmielewski T. J., Harasimiuk M., Łoś M. J., Michalczyk Z., Pawłowski L., Radwan S. 1992: Próba renaturalizacji stosunków ekologicznych w zespole jeziorno-torfowiskowym Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] Funkcjonowanie i waloryzacja krajobrazu. IALE, TWWP Lublin.
- Chmielewski T. J., Harasimiuk M., Radwan S. (red.) 1996: Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Wyd. UMCS Lublin.*
- Chmielewski T. J., Harasimiuk M., Radwan S. 1996: Efekty trzyletniej realizacji programu renaturalizacji ekosystemów wodno-torfowiskowych w południowo-zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Wyd. UMCS Lublin.*
- Chmielewski T. J., Harasimiuk M., Radwan S., Karaś A. 1996: Ogólne założenia programu renaturalizacji ekosystemów wodno-torfowiskowych w południowo-zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego [W:] Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Wyd. UMCS Lublin.*
- Chmielewski T. J., Harasimiuk M., Wilgat T. 1992: Kształtowanie systemu obszarów chronionych Polski środkowowschodniej. [W:] Problemy tworzenia i funkcjonowania parków krajobrazowych. Materiały z konferencji.
- Chmielewski T. J., Radwan S. 1993: Zmiany stosunków ekologicznych w rejonie Poleskiego Parku Narodowego w ostatnich 75 latach. [W:] Ekosystemy wodne i torfowiskowe w obszarach chronionych. S. Radwan, Z. Karbowski, M. Sołtys (red.), PTH, TWWP Lublin, AR Lublin, PPN, 13–25.
- Chmielewski T. J., Radwan S. 1996: Procesy ekologiczne zachodzące w płytkich jeziorach i otaczających je torfowiskach na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. [W:] Funkcjonowanie ekosystemów wodnych w obszarach chronionych Polesia. S. Radwan (red.), *Wyd. UMCS, Lublin, 31–38.*
- Chmielewski T. J., Radwan S., Sielewicz B. 1997: Changes in ecological relationships in a group of eight shallow lakes in the Polesie Lubelskie region (Eastern Poland) over forty years. *Hydrobiol. 342/343, 285–295.*
- Chmielewski T. J., Sielewicz B., Butrym I. 1995: Zmiany strukturalne i funkcjonalne ekosystemów jeziornych na tle zmian struktury ekologicznej rejonu Poleskiego Parku Narodowego w ciągu ostatnich 40 lat. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. TWWP Lublin.
- Cholewa L. 1994: Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. [W:] Diagnostyka środowiska przyrodniczego w województwie lubelskim. Lublin, 17–31.
- Cydzik D., Soszka H. 1988: Atlas stanu czystości jezior Polski badanych w latach 1979–1983. Instytut Ochrony Środowiska. *Wyd. Geol. Warszawa.*
- Czachorowski S., Kornijów R. 1993: Analysis of the distribution of the caddish larvae (Trichoptera) of two lakes of East Poland, based on the concept of habitatual islands. *Pol. Arch. Hydrobiol. 40, 165–179.*
- Czerniawski M., Kaszewski B., Mucha B. 1997: Klimat Roztocza. *Maszynopis Zakładu Meteorologii i Klimatologii UMCS, Lublin, 1–14.*
- Diehl S., Kornijów R. 1998: Influence of fish on trophic interactions between fish and macroinvertebrate. [W:] The structuring role of submerged macrophytes in lakes. New York, E. Jeppesen, M. Sondergaard, M. Sondergaard, K. Chrisoffersen (red.), Springer Verlag (w druku).

- Dobrowolski R. 1998: Strukturalne uwarunkowania rozwoju współczesnej rzeźby krasowej na międzyrzeczu środkowego Wieprza i Bugu. Wyd. UMCS Lublin.
- Dolecki L., Gardziel Z., Nowak J. 1987: Nowe stanowisko interglacjału ferdynandowskiego w Sosnowicy (Polesie Lubelskie). [W:] Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. Geografia 50, Wyd. UAM, Poznań, 409–417.
- Dysarz R. 1993: Charakter przekształceń środowiska geograficznego obszarów użytkowanych rekreacyjnie na wybranych przykładach w strefie pojezierza. WSP Bydgoszcz, 1–129.
- Eagleson P. S. 1978: Hydrologia dynamiczna. PWN Warszawa.
- Ekosystemy wodne i torfowiskowe w obszarach chronionych. Red. S. Radwan, Z. Karbowski, M. Sołtys. PTH, TWWP, AR, PPN, Lublin.
- Fijałkowski D. 1960: Szata roślinna jezior łączyńsko-włodawskich i przylegających do nich torfowisk. Annales UMCS, s. B, t. XIV. Lublin.
- Fijałkowski D. 1971: Charakterystyka geobotaniczna kompleksu wodno-torfowiskowego koło Wytuczna w województwie lubelskim. Folia LTN, s. B, 11.
- Fijałkowski D. 1973: Stanowiska *Isoetes lacustris* L. w województwie lubelskim. Fragmenta Floristica et Geobotanica, XIX, 5–7.
- Fijałkowski D. 1996: Ochrona przyrody i środowiska naturalnego w środkowowschodniej Polsce. UMCS, Lublin.
- Filipiuk E., Siwek K. 1994: Wpływ cyrkulacji na opady atmosferyczne na przykładzie obszaru Lubelszczyzny. [W:] Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny – Gleby i klimat. Mat. konf. nauk. 25.04.1994, Lubelskie Tow. Nauk., Lublin, 125–130.
- Funkcjonowanie ekosystemów wodno-błotnych w obszarach chronionych Polesia. S. Radwan (red.), 1996, Wyd. UMCS Lublin.
- Gacka-Grzesikiewicz E., Cieślak M., Lubelska T., Matuszkiewicz A. J., Ziemia J. 1979: Koncepcja ekologicznego Systemu Obszarów Chronionych dla województwa chełmskiego. Człowiek i Środowisko t. 3, z. 1–2.
- Gardziel Z. 1998: Poligeniza rzeźby podłoża czwartorzędu Polesia Lubelskiego (w druku).
- Gardziel Z., Nowak J. 1994: Współczesne i kopalne osady limniczne w okolicy Sosnowicy (Polesie Lubelskie). Annales UMCS s. B, t. XLIX, Lublin, 33–50.
- Gluz A. F. 1997: Usłonecznienie w Lublinie na tle wybranych charakterystyk klimatu. Praca doktorska, maszynopis w Zakł. Meteorologii i Klimatologii UMCS, Lublin, 4–116.
- Gluz A. F., Siwek K. 1994: Zarys klimatu Polesia Lubelskiego. [W:] Ogólnop. Zjazd P.T. Geogr. – Przewodnik wycieczkowy. PTG UMCS, Lublin, 139–140.
- Górnjak A., Misztal M. 1991: Dissolved organic matter in the waters of the catchment basin of Lake Piaseczno, Łęczyńsko-Włodawskie Lake District, Poland. Acta Hydrobiol., 33, Kraków, 17–29.
- Górnjak A., Misztal M. 1992: Differentiation of the composition of organic matter in the bottom sediments of the mesotrophic Lake Piaseczno (Łęczyńsko-Włodawskie Lake District, Poland). Acta Hydrobiol., 34, 1/2, Kraków, 29–42.
- Górnjak A., Misztal M., Magierski J. 1993: Differentiation of the chemical composition of near-bottom waters and bottom sediments of the mesotrophic Lake Piaseczno (Łęczyńsko-Włodawskie Lake District, Poland). Acta Hydrobiol., 35, 3, Kraków, 193–202.
- Górska K., Podogrocki J. 1994: Całkowite napromienienie słoneczne w Puławach. [W:] Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny – Gleby i klimat. Mat. konf. nauk. 25.04.1994, Lubelskie Tow. Nauk. Lublin, 198–202.
- Guz T., Kuszyk A. 1991: Ustalenie stanu i miejsc występowania oraz waloryzacja mokradeł zachowanych w stanie naturalnym na terenie Lubelszczyzny z określeniem ich roli w środowisku naturalnym. Maszynopis IMUZ O. Lublin.
- Harasimiuk M. 1975: Rozwój rzeźby Pagórów Chełmskich w trzeciorzędzie i czwartorzędzie. Prace Geogr. IG PAN, 115.
- Harasimiuk M. 1996: Geologiczne i geomorfologiczne uwarunkowania krążenia wód w rejonie prac renaturalizacyjnych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim (rejon jezior Rogóźno–Uściwierz). [W:] Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Wyd. UMCS Lublin, 7–13.
- Harasimiuk M., Łoś M. J., Michalczyk Z., Wojciechowski K., Chmielewski T. J. 1990: Uwarunkowania, koncepcja przestrzenna i wstępny program kształtowania stosunków wodnych

w ramach eksperymentu ekologicznego w zespole jezior Rogóżno, Piaseczno, Nadrybie. [W:] Drogi przemieszczania się zanieczyszczeń w krajobrazie. SGGW AR Warszawa, Politechnika Lubelska. Lublin.

Harasimiuk M., Rutkowski J. 1972: O strukturach deformacyjnych i sedymentacji piasków sarmatu rejonu Chelma. Rocznik PTG, t. XLII, z. 2–3, Kraków.

Harasimiuk M., Rzechowski J., Sz waj g i e r W. (w druku): Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000 arkusz Dubienka. Wyd. Geol. Warszawa

Henkiel A. 1983: Regionalne zróżnicowanie facyjne czwartorzędu. [W:] Kenozoik Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Sympozjum, Wyd. UMCS, Lublin, 92–107.

Herbich P. 1980: Tektoniczne uwarunkowania horyzontalnej anizotropii warunków wodoprzepuszczalności utworów kredy górnej okolic Chelma. Tech. Poszuk. Geol. 3, 27–32.

Hillbricht-Ilkowska A., Spodniewska I., Węgleńska T., Karabin A. 1972: The seasonal variation of some ecological efficiencies and productions rates in plankton community of several polish lakes of different trophy. Proceed. of the IBP – Unesco Symp. On Productiv. Problems of Freshwat. Warszawa–Kraków, 111–127.

Janiec B. 1984: Naturalna i antropogeniczna ewolucja właściwości wód jezior w zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Przew. Ogólnop. Zjazdu PTG, cz. I, Lublin, 191–194.

Janiec B. 1987: Wybrane problemy jakości wód powierzchniowych Centralnego Rejonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Prace Nauk. Politechniki Lubelskiej. Lublin.

Janiec B. 1989: Użytkowanie Jeziora Czarne Sosnowickiego na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim a problem ochrony przyległego torfowiska. XIV Zjazd Hydrobiologów Polskich. Olsztyn, 74–75.

Janiec B. 1992: Wpływ oddziaływań antropogenicznych na jakość wód ekosystemów jeziornych i torfowiskowych Poleskiego Parku Narodowego i jego strefy ochronnej. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. Maszynopis. Lublin.

Janiec B. 1993: Przyrodnicza ocena wpływu kanału Wieprz-Krzna na jakość hydrosfery Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Gosp. Wodna, z. 2, Warszawa.

Janiec B. 1994: Kanał Wieprz-Krzna. [W:] Przew. Wycieczkowy Ogólnop. Zjazdu PTG. Wyd. PTG O. Lubelski, UMCS Lublin, 134–135.

Janiec B. 1994: Zmiany jakości wód hipersłodkich w jeziorach Łęczyńsko-Włodawskich. [W:] Przew. Wycieczkowy Ogólnop. Zjazdu PTG. Wyd. PTG O. Lubelski, UMCS Lublin, 145–146.

Janiec B., Michalczyk Z., Wojciechowski K. 1988: Stan i zagrożenia stosunków wodnych centralnego rejonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Annales UMCS, s. B, v. XXXIX, Lublin.

Janiec B. 1988: Obliczone i stwierdzone wartości pH w przypowierzchniowych warstwach wody najgłębszych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Mat. kon. hydrograficznej PTG, Toruń.

Janiszewski M. 1952: Atlas geograficzny Polski. PZWSz., Warszawa.

Jaszczuk M. 1976: Wpływ Kanału Wieprz-Krzna na kształtowanie stosunków wodnych w zlewni Piwni wschodniej spod Uściwierza. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.

Kaszewski B. M. 1992: Typy cyrkulacji a typy pogody w Polsce. UMCS, Lublin, 3–92.

Kaszewski B. M. 1994: Zróżnicowanie opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym na Lubelszczyźnie. [W:] Środowisko Przyrodnicze Lubelszczyzny – Gleby i klimat. Mat. konf. nauk. 25.04.1994, Lubelskie Tow. Nauk., Lublin, 141–151.

Kaszewski B. M., Mrugała Sz., Warakowski W. 1995: Klimat, T. I, Temperatura powietrza i opady atmosferyczne na obszarze Lubelszczyzny (1951–1990). [W:] Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny. Lubelskie Tow. Nauk., Lublin, 7–69.

Kondraci J. 1988: Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.

Kornijów R. 1982a: Ochotkowate (*Chironomidae*) płytkiego litoralu jeziora Piaseczno. Annales UMCS, 37, 137–149.

Kornijów R. 1982b: Nowe i rzadkie dla Polski gatunki *Chironomidae* (Diptera). Annales UMCS, 37, 133–136.

Kornijów R. 1986: Fauna living on the plants and mining fauna associated with *Potamogeton lucens* L. in the eutrophic Lake Głębokie. Annales UMCS, 44, 25–34.

Kornijów R. 1988: Distribution of zoobenthos in littoral of two lakes differing in trophy. Pol. Arch. Hydrobiol. 35, 185–185.

Kornijów R. 1989a: Macrofauna of elodeids of two lakes of different trophy. I. Relationships between plants and structure of fauna colonizing them. Ekol. Pol. 37, 31–48.

Kornijów R. 1989b: Macrofauna of elodeids of two lakes of different trophy. II. Distribution of fauna living on plants in the littoral of lakes. Ekol. Pol. 37, 49–57.

- Kornijów R. 1989c: Seasonal changes in macrofauna living on submerged plants in two lakes of different trophy. Arch. Hydrobiol. 117, 49–60.
- Kornijów R. 1992: Seasonal migration by larvae of an epiphytic chironomid. Freshwater Biology 26, 85–89.
- Kornijów R. 1996a: Krajobrazowe i morfometryczne uwarunkowania dimiktycznych jezior Polesia na degradację oraz wskazania dotyczące ich racjonalnego użytkowania i ochrony. [W:] Funkcjonowanie ekosystemów wodno-błotnych w obszarach chronionych Polesia. Radwan S. (red.), Wyd. UMCS, Lublin, 73–77.
- Kornijów R. 1996b: Cumulative consumption of the lake macrophyte *Elodea* by abundant generalist invertebrate herbivores. Hydrobiologia 319, 185–190.
- Kornijów R. 1997a: Symptomy eutrofizacji w powierzchniowych i przydennej warstwach wody dimiktycznych jezior Łęczyńsko-włodawskich a typologiczne znaczenie zoobentosu zasiedlającego ich profundal. Annales UMCS (w druku).
- Kornijów R. 1997b: O „zarastaniu” jezior Łęczyńsko-włodawskich z punktu widzenia ich funkcjonowania i ochrony. Ekoinżynieria 4, 36–38.
- Kornijów R. 1998: Piaseczno – zagrożone jezioro osobliwości przyrodniczych. Chrońmy przyr. oczystą (w druku).
- Kornijów R., Radwan S., Kowalik W., Kowalczyk C., Wojciechowska W. 1995: Zmiany jakościowe i ilościowe w biocenozach jezior Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny w latach 1955–1994. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. Radwan S. (red.), AR Lublin, TWWP Lublin, 63–68.
- Korzeniowski F. J. 1967: Zagadnienia rekreacyjne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS. Lublin.
- Kotłowska D. 1976: Stosunki wodne Krowiego Bagna. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.
- Kowalczyk C. 1977: Fauna skorupiaków jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na tle warunków limnologicznych. Część I. Jeziora o I i II stopniu degradacji. Ann. UMCS, s. C, 32, 293–322.
- Kowalczyk C. 1978: Fauna skorupiaków jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na tle warunków limnologicznych. Część II. Jeziora o III stopniu degradacji. Ann. UMCS, s. C, 33, 469–498.
- Kowalczyk C. 1979: Fauna skorupiaków jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na tle warunków limnologicznych. Część III. Jeziora o IV stopniu degradacji. Ann. UMCS, s. C, 34, 261–278.
- Kowalik W. 1977: Występowanie i rozmieszczenie wodopójek (*Hydracarina*) w strefie przydennej jeziora Piaseczno, Ann. UMCS, s. C, 32, 323–344.
- Kowalik W. 1978: Występowanie wodopójek (*Hydracarina*) w jeziorach o różnej trofii na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Ann. UMCS, s. C, 33, 443–468.
- Kozak Z. 1991: Zmienność stężeń tlenków azotu w powietrzu atmosferycznym. Ochrona Powietrza, 3, 60–63.
- Kozak Z., Kozak D., Niećko J., Siwek K. 1994: Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu atmosferycznym na terenie Lublina. Ochrona Powietrza, 6, 149–150.
- Kozłowska-Szczęśna T. 1991: Antropoklimat Polski. Zesz. IG i PZ PAN, 1, 6–64.
- Krassowska A. 1981: Charakterystyka osadów kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. Geol., t. 25, nr 4.
- Krassowska A., Niemczycka T. 1984: Pokrywa mezozoiczna Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Przew. LVI Zjazdu PTGeol. Wyd. Geol. Warszawa.
- Krynicky T. 1995: Faults in the Cretaceous and its base as displayed on seismic sections through the Lublin area. Kwart. Geol., t. 39, z. 3, Warszawa, 373–388.
- Kuczeriawij W. A. 1988: Parki narodowe i rezerwaty przyrody Ukrainiejskiej Socjalistycznej Republiki Radzieckiej. [W:] Problemy tworzenia i zagospodarowania systemu obszarów, chronionych w Polsce środkowowschodniej i na Ukrainie. E. Wysocka (red.), Materiały z konferencji.
- Kudelska D., Cydzik D., Soszka H. 1994: Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. E. Roman (red.), Państw. Inst. Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Kudelska D., Soszka H., Cydzik D. 1997: Ekosystemowe podejście do oceny jezior w Polsce. Ochrona środowiska i zasobów naturalnych, 11, 85–92.
- Kwapiszewski J. 1955: Melioracje terenów wododziałowych Lubelszczyzny (Kanał Wieprz-Krzna). Gosp. Wodna, z. 9, 368–372.

- Lecewicz W. 1983/1984: Characteristics of the dystrophic Lake Brzeziczno on the basin of two-years investigation of phytoplankton. *Acta. Hydrobiol.* 25/26, 345–357.
- Lencewicz S. 1936: Kilka większych jezior północnego Polesia. *Przegl. Geogr.* XVI.
- Lencewicz S. 1931: Międzyrzecze Bugu i Prypeci. *Przegl. Geogr.*, XI, 1–72.
- Liro A. (red.) 1995: Koncepcje krajowej sieci ECONET – Polska. IUCN, Warszawa.
- Liszkowski J. 1979: Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000 arkusz Ostrów Lubelski. Wyd. Geol. Warszawa.
- Lityński A. 1919: Sprawozdanie tymczasowe z badań na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Przegl. Ryb.*
- Lityński A. 1918: Jeziora firlejowskie. *Pam. Fizjogr.*, XXV.
- Lityński A. 1919: Sprawozdanie tymczasowe z badań na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Przegl. Ryb.*
- Łoś M. J. 1993: Zagrożenie stosunków wodnych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. [W:] Zagrożenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na skutek eksploatacji węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. GIG Katowice.
- Łoś M. J. 1995: Wpływ systemu kanału Wieprz-Krzna na stosunki wodne w Poleskim Parku Narodowym. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. TWWP Lublin.
- Łozińska-Stępień H. 1975: Zmienność właściwości fizyczno-mechanicznych kredy piszącej LZW. *Biul. Gol. Uniw. Warsz.* 18.
- Majdanowski S. 1954: Jeziora Polski. *Przegl. Geogr.*, XXVI, z. 2, 17–50.
- Malinowski J. 1991: Makroregion środkowopolski. Region lubelsko-radomski. Budowa geologiczna Polski, t. 7: Hydrogeologia, Warszawa, 107–127.
- Maruszczak H. 1966a: Zjawiska krasowe w skałach górnokredowych międzyrzecza Wisły i Bugu. *Przegl. Geogr.*, XXXVIII, 3, 339–370.
- Maruszczak H. 1966b: Zagadnienie genezy i wieku jezior łączyńsko-włodawskich. *Biul. LTN*, s. D, 5/6, Lublin, 31–37.
- Maruszczak H. 1972: Wyżyny lubelsko-wołyńskie. [W:] Geomorfologia Polski, t. 1, Warszawa, 340–384.
- Maruszczak H. 1987: Zmiany środowiska przyrodniczego kraju w czasach historycznych. [W:] Przemiany środowiska geograficznego. Ossolineum, Wrocław.
- Miara K., Paszyński J., Grzybowski J. 1987: Zróżnicowanie przestrzenne bilansu promieniowania na obszarze Polski. *Prz. Geogr.*, T. LIX, z. 4, 487–509.
- Michalczyk Z. 1984: Zarys stosunków wodnych Lubelskiego Zagłębia Węglowego. [W:] *Przew. Ogólnop. Zjazdu PTG*, cz. II, Lublin.
- Michalczyk Z. 1985: Hydrologiczne konsekwencje antropopresji w obszarze LZW. [W:] *Problemy gospodarki wodnej makroregionu środkowowschodniego i ochrony Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego*. NOT, Lublin.
- Michalczyk Z. 1986: Warunki występowania i krążenia wód na obszarze Wyżyny Lubelskiej i Rostocza. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin.
- Michalczyk Z. 1992: Wody podziemne i ich wykorzystanie. [W:] Aktualny stan środowiska w rejonie Kanału Wieprz-Krzna i propozycje ekologicznego zagospodarowania tego terenu. Ekspertyza. Hydroprojekt, Warszawa.
- Michalczyk Z. 1993: Warunki obiegu i zagrożenia wód Polesia Lubelskiego. [W:] Edukacja ekologiczna i ochrona środowiska na pograniczach. Kraj. Centr. Eduk. Ekolog. NFOŚ, TWWP Lublin, 58–61
- Michalczyk Z. 1994: Dynamika zwierciadła wód wybranych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] *Przew. Wycieczkowy Ogólnop. Zjazdu PTG*. Wyd. PTG O. Lubelski, UMCS Lublin, 210–213.
- Michalczyk Z. 1994: Wody podziemne i ich wykorzystanie. [W:] Środowisko przyrodnicze w strefie oddziaływania kanału Wieprz-Krzna. Akademia Rolnicza, TWWP Lublin, 29–42.
- Michalczyk Z. 1994: Zmiany sieci hydrograficznej w rejonie oddziaływania kanału Wieprz-Krzna. [W:] Środowisko przyrodnicze w strefie oddziaływania kanału Wieprz-Krzna. Akademia Rolnicza, TWWP Lublin, 43–46.
- Michalczyk Z. 1996: Dangers of the Polesie Lubelskie waters. [W:] *The Regional Ecological Problems*. Wyd. UMCS Lublin, 83–88.

- Michalczyk Z., Bartoszewski S., Chmiel S., Głowacki S., Turczyński M. 1996: Stosunki wodne rejonu jezior Rogóźno-Piaszczno-Nadrybie, ich przekształcenia i problemy renaturalizacji. [W:] Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Wyd. UMCS Lublin.
- Michalczyk Z., Bartoszewski S., Głowacki S., Turczyński M. 1993: Wody Poleskiego Parku Narodowego. Ekobios 1, TWWP Lublin.
- Michalczyk Z., Dawidek J., Głowacki S., Sobolewski W., Turczyński M. 1993: Stosunki wodne Parku Krajobrazowego Pojezierze Łęczyńskie. Ekobios 10, TWWP, Lublin.
- Michalczyk Z., Paszczyk J. 1981: Charakterystyka występowania płytkich wód podziemnych na obszarze woj. chełmskiego. Biuletyn LTN, Geogr., 23, 1/2, Lublin.
- Michalczyk Z., Wilgat T. 1998: Stosunki wodne Lubelszczyzny. Wyd. UMCS. Lublin.
- Michalczyk Z., Zarębski K. 1995: Wymiana wód podziemnych w południowo-zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego – w rejonie KWK „Bogdanka”. [W:] Współczesne problemy hydrogeologii. t. VII, cz. 2. Kraków–Krynica. Wyd. AGH, 119–126.
- Michna E. 1972: O wilgotności względnej powietrza w Polsce. Prz. Geof., z. 1, 3–14.
- Michna E. 1974: Usłonecznienie województwa lubelskiego na tle usłonecznienia Polski. Folia Soc. Scient. Lublinensis, v. 16, Geogr. 1, 38–42.
- Michna E., Paczos S. 1978: Warunki śniegowe Polski południowo-wschodniej. Folia Soc. Scient. Lubl., v. 20, Geogr. 1. Lublin, 7–14.
- Michna E., Paczos S. 1981: Opad pyłu w południowo-zachodniej części Centralnego Rejonu Węglowego Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, v. 23, Geogr. 1/2, 89–95.
- Michna E., Paczos S., Kaszewski M. 1981: Klimat lokalny okolic Jeziora Białego i Glinki, cz. I. Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, v. 23, Geogr. 1/2, 37–44.
- Misztal M., Górniak A. 1993: Preliminary estimate of the organic substances of lake waters and bottom sediments. Verh. Internat. Verein. Limnol., Stuttgart, 25, 175–176.
- Misztal M., Smal H., Górniak A. 1989: Changes in the chemical composition of waters in the littoral zone of Lake Piaszczno (Łęczyńsko-Włodawskie Lake District, southeastern Poland) during multiannual studies. Acta Hydrobiol., 31, 13–23.
- Mojski J. E. 1972: Polesie Lubelskie. [W:] Geomorfologia Polski. T. II, PWN, Warszawa, 363–373.
- Mojski J. E., Rzechowski J. 1969: Plejstocen okolic Podgłębokiego na Polesiu Lubelskim. Biul. Inst. Geol., 220, Warszawa.
- Mojski J. E., Trembaczowski J. 1975: Osady kenozoiczne Polesia Lubelskiego. Biul. Inst. Geol., 290, Z badań czwartorzędu w Polsce, 17, 97–139.
- Mrugala S. 1987/1988: Przestrzenny rozkład odwilży atmosferycznych na obszarze Polski. Ann. UMCS, s. B, vol. XLII/XLIII, 9. Lublin, 155–171.
- Mrugala S. 1994: Występowanie odwilży atmosferycznych na obszarze Lubelszczyzny. [W:] Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny – Gleby i klimat. Mat. konf. nauk. 25.04.1994. Lubelskie Tow. Nauk., Lublin, 164–174.
- Niemczycka T. 1976: Jura górna na obszarze wschodniej Polski (między Wisłą a Bugiem). Prace Inst. Geol., t. 77. Warszawa.
- Nowacka M. 1966: Stosunki wodne w dorzeczu Tarasinki. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.
- Nowacka M. 1984: Gospodarcze funkcje jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Przew. Ogólnop. Zjazdu PTG, cz. II, Lublin.
- Nowak E. 1968: Stosunki wodne w dorzeczu górnej Tyśmienicy. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.
- Ocena stanu środowiska w województwie chełmskim w 1996 roku. PIOŚ, WIOŚ, Chełm 1997.
- Ochrona i stan środowiska w województwie chełmskim. Informator 1993, Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, WIOŚ, Chełm 1994.
- Ochrona i stan środowiska w województwie chełmskim. Informator 1994, Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, WIOŚ, Chełm 1995.
- Ozimek T. 1976: Charakterystyka i waloryzacja na podstawie roślinności wybranych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego pod kątem możliwości wykorzystania ich do potrzeb rekreacji (maszynopis).
- Paczos S. 1982: Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce. UMCS. Rozprawy Wyd. Biol. i Nauk o Ziemi, Lublin, 3–176.

- Paczos S. 1985: Pokrywa śnieżna w Polsce. *Ann. UMCS*, s. B, v. XL, 5, 77–104.
- Paczos S. 1988: Ogólne warunki meteorologiczne obszaru LZW. [W:] Stan badań obszaru LZW ze szczególnym uwzględnieniem CRW. Wyd. Politechnika Lubelska, Lublin.
- Pałk a M. 1976: Stosunki wodne w zlewni środkowej Włodawki. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.
- Parczewski W. 1962: Aeroklimatyczne pory roku w Polsce środkowej. *Prz. Geof.*, z. 2, 106–110.
- Paszczyk J., Turczyński M. 1994: Napromienowanie słoneczne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] *Ogólnop. Zjazd P.T. Geogr. – Referaty i postery, UMCS, Lublin*, 121–122.
- Paszczyk J., Turczyński M. 1996: Obszary hydrogeniczne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] *Funkcjonowanie ekosystemów wodno-błotnych w obszarach chronionych Polesia*. Wyd. UMCS Lublin.
- Pieńkowska I. 1976: Stosunki wodne w zlewni Pionii Południowej wraz z Bobrówką. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.
- Pięcioletnie działalności Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Lublinie. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, WIOŚ, Lublin 1997.
- Piwoński H. 1976: Rozkład mgieł w Polsce i ich długotrwałość. *Prz. Geof.*, z. 1, 41–49.
- Polesie Lubelskie, 1963: Materiały z sesji naukowej PTG pod red. T. Wilgata, Lublin.
- Polesie Lubelskie, 1963: T. Wilgat (red.), Wyd. Lubelskie, Lublin.
- Poleski Park Narodowy, 1989: (dokumentacja naukowa pod red. T. J. Chmielewskiego).
- Poleski Park Narodowy, 1989: T. J. Chmielewski (red.). IGPIK, TWWP O. Lublin.
- Potrzeby modernizacji Kanału Wieprz–Krzna w świetle jego 25-letniej eksploatacji. 1986. Wyd. NOT, SIITWM, Lublin.
- Porzycki J. 1984: Zarys geologii Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Przewodnik LVI Zjazdu PTGeol. Wyd. Geol. Warszawa.
- Porzycki J. 1988: Karbon Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Charakterystyka litologiczno-sedymentologiczna. *Prace Inst. Geol. Warszawa*. 40–76.
- Pożaryski W. 1974: Obszar świętokrzysko-lubelski. Budowa Geologiczna Polski, t. IV, Tektonika, cz. 1, Warszawa.
- Radwan S. 1971: O kilku nowych dla fauny Europy i rzadkich gatunków wrotków. *Ann. UMCS*, s. C, 14, 169–175.
- Radwan S. 1973: Wrotki pelagicznych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Studium faunistyczno-ekologiczne. *Rozpr. Nauk. AR w Lublinie*, 8, 1–57.
- Radwan S. 1975: Rzadkie gatunki wrotków pelagicznych jezior łączyńsko-włodawskich. *UMCS*, s. C, 30, 244–255.
- Radwan S. (red.) 1992: Aktualny stan środowiska w rejonie Kanału Wieprz-Krzna i propozycje ekologicznego zagospodarowania tego terenu. Maszynopis, Lublin.
- Radwan S., Chmielewski T. 1997: Ekologiczna degradacja ekosystemów wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] *Współczesne kierunki ekologii. Ekologia behawioralna*. T. Puszkarski, L. Puszkarski (red.), Wyd. UMCS Lublin, 363–370.
- Radwan S., Chmielewski T. J., Harasimiuk M., Kornijów R. 1995: Ochrona ekosystemów wodnych i torfowiskowych w obszarze funkcjonalnym Poleskiego Parku Narodowego. [W:] *Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie*. TWWP Lublin.
- Radwan S., Jarzynowa B., Girsztowt Z. 1992: Stan ichtifauny jezior Poleskiego Parku Narodowego oraz propozycja prowadzenia w nich działań hodowlanych (ewentualne informacje o możliwości działań restytucyjnych). [W:] *Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie*. PPN, AR Lublin (maszynopis).
- Radwan S., Jarzynowa B., Kowalczyk C., Kowalik W., Popiołek B., Wojciechowska W., Zwolski W. 1994: Stosunki biocenotyczne w jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] *Jeziora lobeliowe. Charakterystyka, funkcjonowanie i ochrona*. M. Kraska (red.), Cz. II, *Idea Ekol.* 7, 9–16.
- Radwan S., Kornijów R., Kowalik W., Jarzynowa B., Zwolski W., Kowalczyk C., Popiołek B. 1987a: Ecological and fishery characteristics of lakes situated in the future Western Polesie National Park. *Annales UMCS*, s. C, 42, Lublin, 163–183.
- Radwan S., Kornijów R., Kowalczyk C., Popiołek B. 1987b: The present ecological state of some lakes in the Łęczna-Włodawa Lakeland. *Folia Soc. Sci. Lublin. Biol.* 29, 64–70.

Radwan S., Kornijów R. 1994: Hydrobiologiczna i hydrochemiczna charakterystyka wód powierzchniowych. [W:] Środowisko przyrodnicze w strefie oddziaływania Kanału Wieprz-Krzna. Radwan S. (red.), AR Lublin, TWWP Lublin, 47–58.

Radwan S., Kowalczyk C. 1977: Chemizm trzech odmiennych troficznie jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. *Annales UMCS*, s. C, XXXIV, Lublin.

Radwan S., Kowalczyk Cz. 1979: Chemizm trzech odmiennych troficznie jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. *Ann. UMCS*, s. C, 34, 229–260.

Radwan S., Kowalczyk C., Zwolski W., Kornijów R., Kowalik W., Paleolog A., Stępień B. 1986: Wpływ kanału Wieprz-Krzna na eutrofizację wód Jeziora Krasnego na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Ann. UMCS*, s. C, 37, 101–113.

Radwan S., Kowalczyk C., Podgórski W., Fall J. 1973: Materiały do hydrochemii Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, cz. III, Właściwości fizyczne i chemiczne. *Annales UMCS*, s. C, XXXVIII, Lublin.

Radwan S., Kowalik W., Kornijów R. 1990: Accumulation of heavy metals in lake ecosystem. *SCI. Tot. Envir.*, 95, 121–129.

Radwan S., Kowalik W., Kowalczyk Cz., Wojciechowski K., Wojciechowski W., Zwolski W. 1987c: Limnologiczne właściwości Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] Struktura ekologiczna Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Siuta J. (red.), PWN Warszawa.

Radwan S., Kowalik W., Wojciechowska W., Jarzyna B., Kornijów R., Kowalczyk C., Popiołek B., Zwolski W. 1995: Stan aktualny biocenozy jezior Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. S. Radwan (red.), TWWP, AR Lublin, 46–61.

Radwan S., Podgórski W., Kowalczyk Cz. 1971: Materiały do hydrochemii Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Część I. Stosunki mineralne. *Ann. UMCS*, s. C, 26, 155–168.

Radwan S., Podgórski W., Kowalczyk Cz. 1974: Charakterystyka jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na podstawie abiotycznych czynników środowiskowych. *Ann. UMCS*, s. C, 29, 231–246.

Radwan S., Sender J. 1996: Kształtowanie się różnorodności biologicznej w obszarach wodno-błotnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. [W:] Funkcjonowanie ekosystemów wodno-błotnych w obszarach chronionych Polesia. S. Radwan (red.), Wyd UMCS, Lublin, 45–55.

Radwan S., Stępień B. 1995: Chemizm wód jeziornych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. [W:] Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. S. Radwan (red.), AR Lublin, TWWP Lublin, 31–37.

Radwan S., Zwolski W., Kowalik W., Kowalczyk C., Popiołek B., Kornijów R. 1993: Invertebrates fauna of lakes in Polesie National Park (eastern Poland) and its protection zone. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, Stuttgart, 25, 671–673.

Raport o stanie środowiska województwa lubelskiego za rok 1994. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, WIOŚ, Lublin 1995.

Raport o stanie środowiska województwa lubelskiego za rok 1995. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, WIOŚ, Lublin 1996.

Raport o stanie środowiska województwa lubelskiego za rok 1996. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, WIOŚ, Lublin 1997.

Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, 1996: J. Chmielewski, M. Harasimiuk, S. Radwan (red.), Wyd. UMCS.

Romer E. 1949: Regiony klimatyczne Polski. *Prace Wrocł. Tow. Nauk.*, Ser. B, nr 16, 5–26.

Roztworowski J. 1882: Jeziora łączyńsko-włodawskie. *Pam. Fizjogr. T. II*.

Roztworowski J. 1882: Jeziora łączyńsko-włodawskie. *Pam. Fizjogr.*, II, Warszawa, 76–78.

Różkowski A., Rudzińska T. 1978: Model hydrogeologiczny Centralnego i Północnego Okręgu Węglowego w LZW. *Kwart. Geol.*, 22, 2.

Różkowski A., Rudzińska T. 1982: Odnawialność zasobów wód podziemnych w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. *Kwart. Geol.* t. 26, z. 3/4, Warszawa.

Różkowski A., Wilk Z. (red.) 1989: Warunki hydrogeologiczne Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Prace IG CXXV*. Wyd. Geolog. Warszawa.

Różycka W., Jaroszewski T., Zemła J. 1983: Przyrodnicze uwarunkowania jako podstawa kształtowania środowiska w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. [W:] Zagrożenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na skutek eksploatacji węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. GIG, Katowice.

- Rühle E. 1935: Procesy dynamiczne w zbiornikach jeziornych i charakter ich osadów na przykładzie jeziora Świataż. Biul. Inst. Geol. Z badań czwart. w Polsce, 10, 255–302.
- Rühle E. 1935a: Jeziora krasowe zachodniej części Polesia Wołyńskiego. Roczn. Wołyński T. IV.
- Sakowicz S., Kaszewski L. 1928: Badania nad warunkami życia pogłowia leszcza w jeziorach z grupy Łęczyńsko-Włodawskiej na Podlasiu. Arch. Hydr. i Ryb., III, Warszawa, 53–98.
- Sawicki L. 1918: Lubartower Seen. Bull. Intern. de l'Ac. de Sci. de Cr., 1–3, 17–28.
- Siuta J. (red.) 1987: Struktura ekologiczna Lubelskiego Zagłębia Węglowego. PWN, Warszawa, 1–208.
- Skwirowska E. 1992: Zmiany stosunków wodnych w rejonie Krowiego Bagna. Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.
- Sołtys M. 1992: W krainie jezior, moczarów i bagien. TWWP, PPN. Lublin–Urszulin.
- Sołtys M. 1993: Potrzeba powiększenia Poleskiego Parku Narodowego – koncepcje jego ochrony i perspektywy rozwoju. Prace Muz. Szafera, 7–8, Prądnik.
- Sołtys M. 1994: Poleski Park Narodowy. Ogólnop. Zjazd P.T. Geogr. – Przewodnik wycieczkowy, UMCS, Lublin, 147–148.
- Stan czystości jezior województwa lubelskiego za rok 1993. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, WIOŚ, Lublin 1994.
- Stochlak J. 1979: Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Parczew. Warszawa.
- Stopa M. 1962: Burze w Polsce. Prace Geogr. nr 34, IG PAN, Wyd. Geolog., Warszawa, 109–185.
- Studium melioracji doliny Świnki i regulacji rzeki z uwzględnieniem skutków eksploatacji górniczej. Maszynopis BPWM, 1982.
- Suchodrowski W. L. 1979: Ekzogennye reliefobrazowanie w kriolitozonie. Moskwa.
- Szajda J. 1989: Ewapotranspiracja potencjalna jako wskaźnik ewapotranspiracji rzeczywistej łąki i pastwiska na glebie torfowo-murszowej. Zeszyty Probl. Post. Nauk. Roln. t. 390, 135–149.
- Środowisko przyrodnicze w strefie oddziaływania kanału Wieprz–Krzna, 1994: S. Radwan, T. Chmielewski (red.), Akademia Rolnicza, TWWP Lublin, t. XLVI, z. 4–5.
- Turczyński M. 1988: Wstępne rozpoznanie stosunków termicznych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Mat. konf. hydrogr. PTG, Toruń.
- Turczyński M. 1994: Termika jezior Łęczyńsko-włodawskich. [W:] Przew. Wycieczkowy Ogólnop. Zjazdu PTG. Wyd. PTG O. Lubelski, UMCS Lublin, 143–144.
- Tutkowski P. 1911: Karstowaja jawlenija i samobitnyje artieżjanskije kluczi w Wołyńskiej gubernii. Trudy Obszcs. Isledowatej Wołynii. T. III, cz. 1 i 2.
- Uberna J., Odrzywolska-Bieniek 1977: Nowe stanowiska osadów górnooceanicznych na obszarze północnej Lubelszczyzny. Kwart. Geol. t. 21, nr 1.
- Warakomski W. 1961: Częstotliwość występowania rodzajów chmur w Polsce w okresie 1950–1959. Ann. UMCS, s. B, vol. XVI, 8, Lublin, 207–256.
- Warakomski W. 1994: Zmienność średniej miesięcznej temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym na Lubelszczyźnie w latach 1951–1990. [W:] Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny – Gleby i klimat. Mat. konf. nauk. 25.04.1994, Lubelskie Tow. Nauk., Lublin, 99–106.
- Warakomski W. 1963: Zachmurzenie w Polsce. Prz. Geof., z. 1–2, 21–35.
- Więckowski K., Wojciechowski I. 1971: Zmiany charakteru limnologicznego jezior sosnowickich. Wiad. Ekolog. 17, 3, 239–247.
- Wilgat T. 1950: Kras okolic Cycowa. Annales UMCS, s. B, t. IV, 229–256.
- Wilgat T. 1951: Pomiary limnimetryczne części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Spraw. z Prac Służby Hydrol., z 11.
- Wilgat T. 1954: Jeziora Łęczyńsko-włodawskie. Annales UMCS, s. B, t. VIII, 37–122.
- Wilgat T. 1956: Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie jako teren wycieczek geograficznych. Czas. Geogr., XXVII, 1, 99–118.
- Wilgat T. 1957: Stosunki geomorfologiczne i hydrograficzne w strefie kanału Wieprz–Krzna. Przegl. Geogr. t. XXIX, z. 2, 259–285.
- Wilgat T. 1963: Budowa geologiczna, rzeźba i wody Polesia Lubelskiego. [W:] Polesie Lubelskie. Wyd. Lubelskie, Lublin, 9–30
- Wilgat T. 1965: Mapa geomorfologiczna zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Wyd. UMCS, Lublin.

- Wilgat T. 1968: Przeglądowa mapa hydrogeograficzna województwa lubelskiego. *Annales UMCS, s. B., v. XX, Lublin, 223–242.*
- Wilgat T. 1975: Zagadnienie ochrony środowiska w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. *Sylwan, 12, Puławy, 25–34.*
- Wilgat T. 1979: Zmiany struktury obiegu wody pod wpływem działalności gospodarczej. [W:] *Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych.* Wyd. UMCS Lublin.
- Wilgat T. 1980: Możliwości zmian stosunków wodnych pod wpływem robót górniczych w Centralnym Rejonie Węglowym Lubelskiego Zagłębia Węglowego. LXXXVIII Sesja Naukowa Inst. Geol. Wyd. Geol. Warszawa.
- Wilgat T. 1983: Influence of human activity on water circulation. *Geographia Polonica 45.*
- Wilgat T. 1990: System obszarów chronionych w województwie lubelskim. *Chrońmy przyrodę ojczystą.*
- Wilgat T. 1991: Zmiany stosunków wodnych pod wpływem gospodarki. [W:] *Geografia Polski – środowisko przyrodnicze.* Warszawa.
- Wilgat T. (red.) 1992: System obszarów chronionych województwa lubelskiego. Lublin.
- Wilgat T. 1994: Spory wokół jezior łączyńsko-włodawskich. [W:] *Przew. Wycieczkowy Ogólnop. Zjazdu PTG.* Wyd. PTG O. Lubelski, UMCS Lublin, 122–129.
- Wilgat T., Janiec B., Michalczyk Z., Turczyński J., Wojciechowski K., Reder E., Turczyński M., Wójcik M. 1986: Wybrane zagadnienia hydrograficzne projektowanego Zachodnio-Poleskiego Parku Narodowego. *Maszynopis TWWP Lublin.*
- Wilgat T., Fijałkowski D. 1975: Projekt ochrony krajobrazu w przyszłym Lubelskim Zagłębiu Węglowym. *Ochrona Przyrody, 40, Kraków, 11–44.*
- Wilgat T., Janiec B., Michalczyk Z., Turczyński M. 1997: Hydrological consequences of human action in the Łęczna–Włodawa Lake Region. *Geogr. Polonica, 68, Warszawa, 117–147.*
- Wilgat T., Janiec B., Michalczyk Z., Wojciechowski K. 1987: Próba prognozowania zmian stosunków wodnych w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. *Człowiek i Środowisko, t. 10, z. 2, 1986, Warszawa, 185–204.*
- Wilgat T., Janiec B., Michalczyk Z., Wojciechowski K. 1987: Wpływ górnictwa na stosunki wodne w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. [W:] *Ekologiczno-gospodarcze problemy rozwoju górnictwa Lubelskiego Zagłębia Węglowego.* NOT, Lublin.
- Wilgat T., Michalczyk Z., Paszczyk J. 1984: Płytkie wody podziemne w obszarze związanym z centralnym rejonem Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Wyd. UMCS, Lublin.
- Wilgat T., Michalczyk Z., Turczyński M., Wojciechowski K. 1991: Jeziora łączyńsko-włodawskie. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej, t. XIX, PAN, O. Kraków, 23–140.*
- Wojciechowska W., Krupa D. 1986: 2-letnie zmiany biomasy grup taksonomicznych glonów fitoplanktonu w a-mezotroficznym jeziorze. *Annales UMCS, Sec C, 41, 115–123.*
- Wojciechowski I. 1971: Die Plankton-Flora der Seen in der Umgebung von Sosnowica (Ostpolen). *Ann. UMCS, S. C, 26, 233–263.*
- Wojciechowski I. 1976: Influence of the drainage basin on the eutrophication of the a-mesotrophic Lake Piaseczno and diseutrophication on the Lake Bikcze. *Acta Hydrobiol., 18, 23–52.*
- Wojciechowski I., Czernaś K., Krupa D. 1995: Biotyczne walory jezior Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny. [W:] *Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie.* S. Radwan (red.), TWWP Lublin, AR Lublin, 38–45.
- Wojciechowski K. 1965: Niedobory i nadwyżki wodne w województwie lubelskim. *Annales UMCS, s. B, v. XVIII, Lublin.*
- Wojciechowski K. 1991: Warunki obiegu wody w zlewniach jezior Piaseczno i Głębokie. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej, t. XIX, Kraków, 175–192.*
- Wojciechowski K. H., Michalczyk Z. 1988: Wstępna charakterystyka wód powierzchniowych ze szczególnym uwzględnieniem Centralnego Rejonu Węglowego. [W:] *Określenie dróg przenoszenia abiotycznego i ekologicznego głównych polutantów w regionie LZW.* *Prace Naukowe Polit. Lubelskiej 171, Lublin, 190–211.*
- Wojtanowicz J. 1984: Jezioro Głębokie – budowa geologiczna, rzeźba i geneza. *Przew. Ogólnop. Zjazdu PTG, Lublin, Cz. 2, Wycieczki naukowe, 42–45.*
- Wojtanowicz J. 1993: O termokrasowej genezie jezior łączyńsko-włodawskich. *Streszczenie referatu na II Zjeździe Geomorfologów Polskich. Łądek Zdrój, 33–34.*

- Wojt a n o w i c z J. 1994: O termokrasowej genezie jezior łączyńsko-włodawskich. *Annales UMCS, sec. B, vol. XLIX, Lublin, 1–18.*
- W o ł s k i L. 1981: Materiały do geografii i statystyki Królestwa Polskiego na zasadzie aktów urzędowych. *Jeziora. Kalendarz Obser. Astron. Warszawa.*
- W o ł o s o w i c z S. 1922: Z morfologii Środkowego Nadbuża. Warszawa.
- W o ś A. 1996: Struktura sezonowa klimatu Polski. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, 7–146.
- W o ś A. 1977: Zarys struktury sezonowej klimatu Niziny Wielkopolskiej i Pojezierza Pomorskiego. *Uniw. im. A. Mickiewicza, Ser. Geografia nr 15, Poznań, 3–89.*
- Wpływ systemu kanału Wieprz–Krzna na rolnictwo i środowisko przyrodnicze. 1996. *Wiad. Melioracyjne i Łąkarskie., nr spec. (2), Warszawa.*
- Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. *PIOŚ, Warszawa 1992.*
- Z a b o r s k i B. 1927: Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich. *Przeł. Geogr., t. VII, 1–52.*
- Z a c h a r e w i c z M. 1968: Stosunki wodne w dorzeczu górnej Piiwonii śpod Załucza. *Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.*
- Z i n k i e w i c z A. 1962: Zmienność temperatury powietrza w województwie lubelskim. *Ann. UMCS, s. B, vol. XVII, 14, Lublin, 325–349.*
- Z i n k i e w i c z W. 1963: Klimat Polesia Lubelskiego. [W:] *Polesie Lubelskie. Mat. z sesji nauk PTG, Lublin, 31–60.*
- Z i n k i e w i c z W., Z i n k i e w i c z A. 1973: Stosunki klimatyczne województwa lubelskiego. *Ann. UMCS, s. B, vol. XXVIII, 8, Lublin, 139–202.*
- Z i n k i e w i c z W., Z i n k i e w i c z A. 1975: Atlas klimatyczny województwa lubelskiego. *Wyd. UMCS, Lublin.*
- Z w i e r z c h o w s k i A. 1988: Rola tektoniki przesuwczej w kształtowaniu się zjawisk hydrogeologicznych w górnej kredzie obszaru lubelskiego. *Annales UMCS, s. B, vol. XLII/ XLIII, Lublin, 67–88.*
- Z w o ł s k i W. 1983: Zoobentos jezior łączyńsko-włodawskich. [W:] *Środowisko przyrodnicze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. TWWP Lublin, 137–141.*
- Ż e l i c h o w s k i A. 1972: Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi a Bugiem. *Biul. Inst. Geol., 263.*
- Ż e l i c h o w s k i A. M. 1984: Tektonika Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Przew. LVI Zjazdu PT Geol. Wyd. Geol. Warszawa, 21–35.*
- Ż ó r a w s k a M. 1976: Kształtowanie się stosunków wodnych w rejonie jezior sosnowickich. *Maszynopis Zakładu Hydrografii UMCS Lublin.*
- Ż u r e k S. 1992: Wyjaśnienie sytuacji chronologicznej i geomorfologicznej w okolicy torfowiska Machnac. *Sprawozd. z Badań Nauk. KBCz PAN.*

Załącznik

**Atlas struktury użytkowania gruntów
w zlewniach jeziornych
Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego**

Lp.	Zlewnie jezior i podziałka
1	Białskie 1 : 25 000
2	Białe Sosnowickie 1 : 25 000
3	Białe Włodawskie 1 : 25 000 Bikcze 1 : 25 000
4	Brudzieniec 1 : 50 000 Brudno 1 : 50 000
5	Brzeziczno 1 : 25 000
6	Ciesacin 1 : 25 000 Cycowe 1 : 25 000
7	Czarne Gościńskie 1 : 25 000 Czarne Sosnowickie 1 : 25 000
8	Czarne Włodawskie 1 : 25 000
9	Długie 1 : 25 000 Glinki 1 : 25 000
10	Głębokie Cycowskie 1 : 25 000 Głębokie Uścimowskie 1 : 25 000 Gumienek 1 : 25 000
11	Gumienko 1 : 25 000 Karaśne 1 : 25 000 Karaśne k. Urszulina 1 : 25 000
12	Kleszczów 1:25 000 Krasne 1 : 25 000
13	Łukcze i Łukietek 1 : 25 000
14	Łukie 1 : 25 000
15	Maczółki 1 : 25 000 Nadrybie 1 : 25 000 Książowskie 1 : 25 000
16	Maśluchowskie 1 : 25 000 Miejskie 1 : 25 000
17	Moszne 1 : 25 000
18	Obradowskie 1 : 25 000
19	Perespilno 1 : 25 000
20	Piaseczno 1 : 25 000
21	Płotycze 1 : 25 000
22	Płotycze k. Urszulina 1 : 25 000
23	Pniówno 1 : 25 000 Rogóżno 1 : 50 000
24	Rogóżno Włodawskie 1 : 25 000 Rotcze 1 : 25 000
25	Słone 1 : 25 000
26	Sumin 1 : 25 000
27	Syczyńskie 1 : 25 000
28	Ściegienne 1 : 25 000 Święte 1 : 25 000
29	Uścimowskie 1 : 25 000 Uściwierz 1 : 25 000 Uściwierzek 1 : 25 000
30	Wereszczyńskie 1: 25 000 Spilno-Koseniec 1: 50 000
31	Zagłębocze 1: 25 000
32	Zienkowski 1: 25 000

OBJAŚNIENIA DO MAP UŻYTKOWANIA ZIEMI W ZLEWNIACH JEZIORNICH



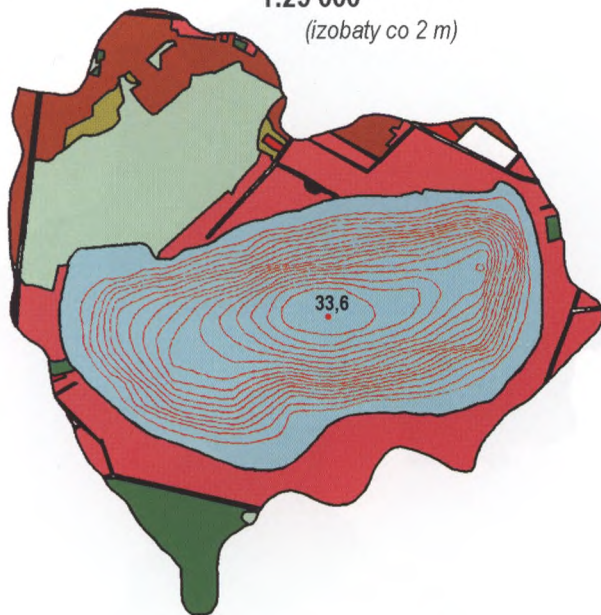
Numer w nawiasie na rycinie oznacza lokalizację jeziora na ryc. 2

ZLEWNIA JEZIORA BIALSKIEGO (7)**1:25 000**
(izobaty co 2 m)

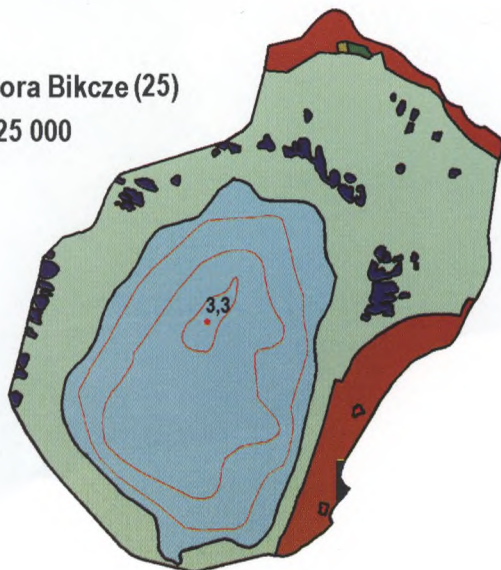
ZLEWNIA JEZIORA BIAŁEGO SOSNOWICKIEGO (8)**1:50 000**

ZLEWNIA JEZIORA BIAŁEGO WŁODAWSKIEGO (49)

1:25 000

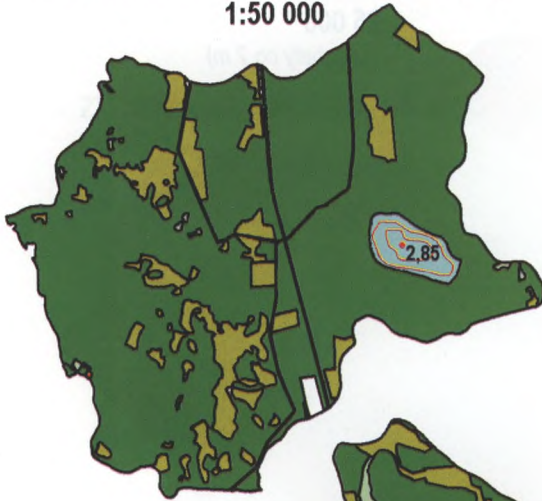
(izobaty co 2 m)**Zlewnia jeziora Bikcze (25)**

1:25 000

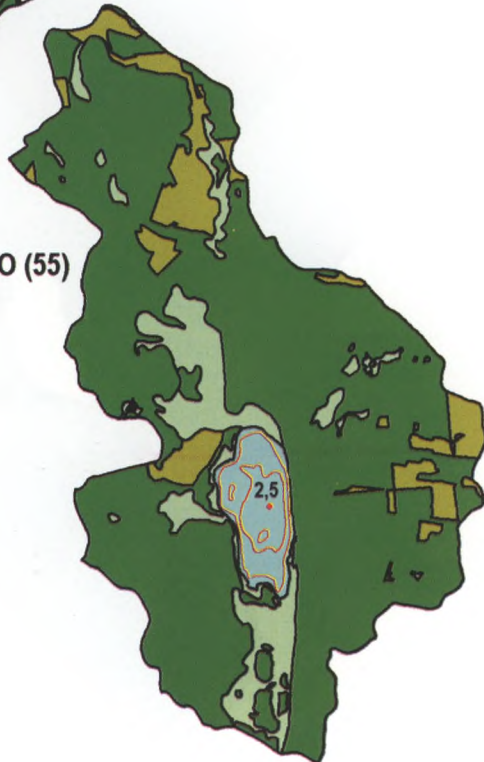


ZLEWNIA JEZIORA BRUDZIENIEC (54)

1:50 000

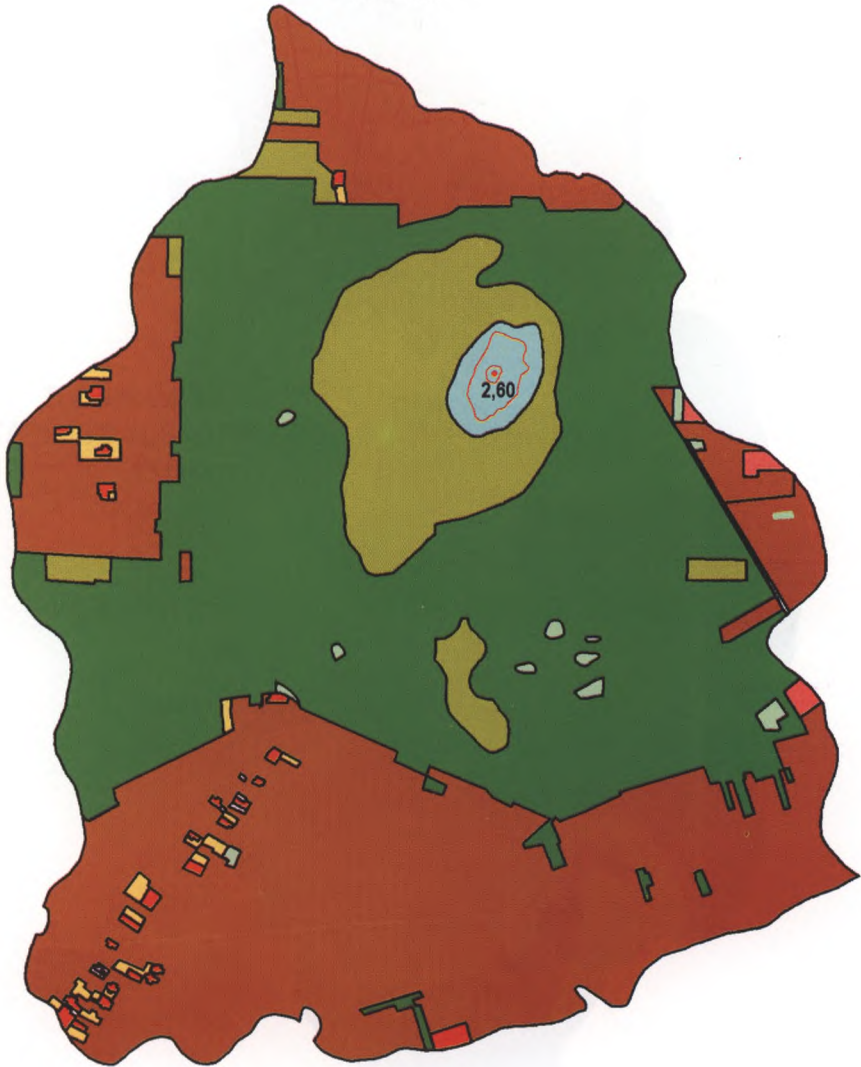
**ZLEWNIA JEZIORA BRUDNO (55)**

1:50 000



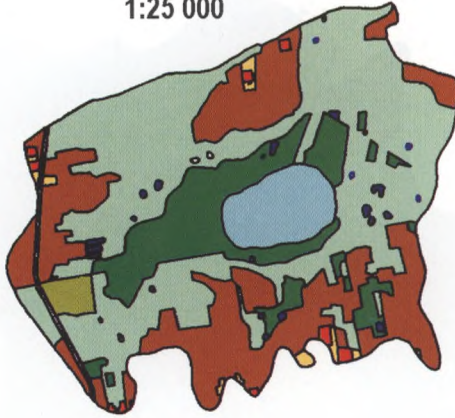
ZLEWNIA JEZIORA BRZECICZNO (21)

1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA CIESACIN (27)

1:25 000



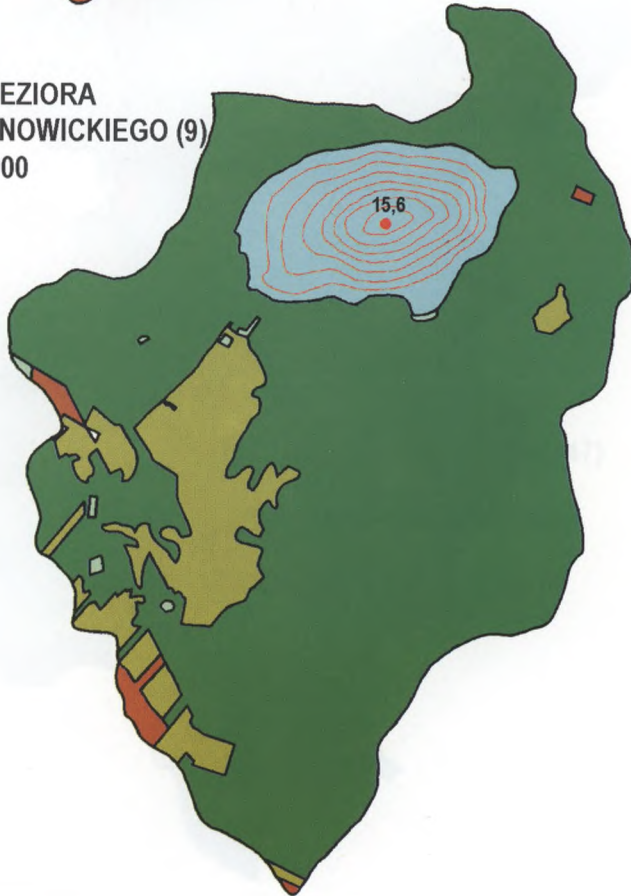
ZLEWNIA JEZIORA CYCOWE (30)

1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA
CZARNEGO GOŚCINIECKIEGO (2)
1:25 000

ZLEWNIA JEZIORA
CZARNEGO SOSNOWICKIEGO (9)
1:25 000

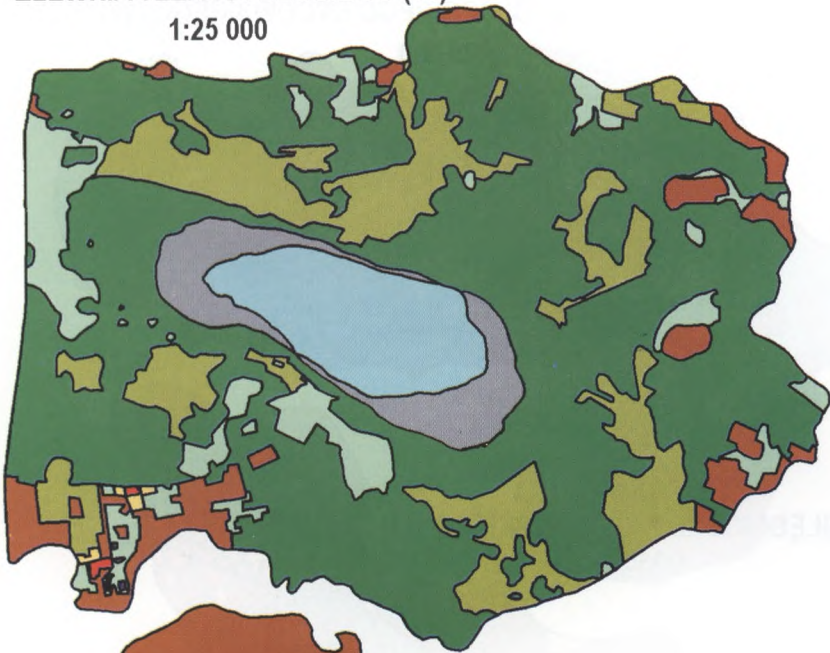


ZLEWNIA JEZIORA
CZARNEGO WŁODAWSKIEGO (48)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA DŁUGIEGO (36)

1:25 000

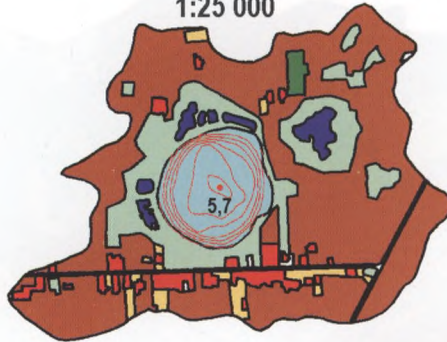
**ZLEWNIA JEZIORA GLINKI (47)**

1:25 000

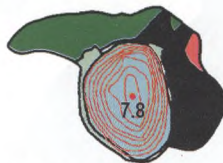


ZLEWNIA JEZIORA GŁĘBOKIEGO CYCOWSKIEGO (57)

1:25 000

**ZLEWNIA JEZIORA
GŁĘBOKIEGO UŚCIMOWSKIEGO (11)**

1:25 000

**ZLEWNIA JEZIORA GUMIENEK (11)**

1:25 000

ZLEWNIA JEZIORA GUMIENKO (32)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA KARAŚNE (34)
1:25 000

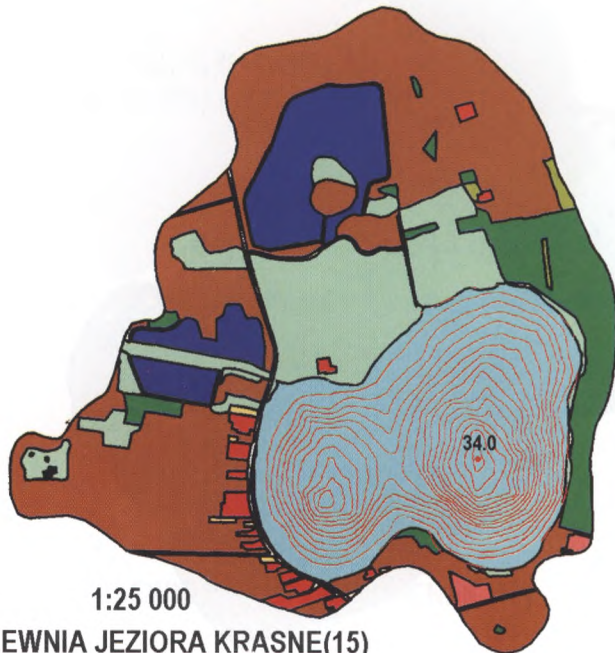


ZLEWNIA JEZIORA
KARAŚNE k.URSZULINA(38)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA KLESZCZÓW(3)

1:25 000



1:25 000

ZLEWNIA JEZIORA KRASNE(15)*(izobaty co 2 m)*

ZLEWNIA JEZIOR ŁUKCZE (16) I ŁUKIETEK (17)

1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA ŁUKIE (33)

1:25 000

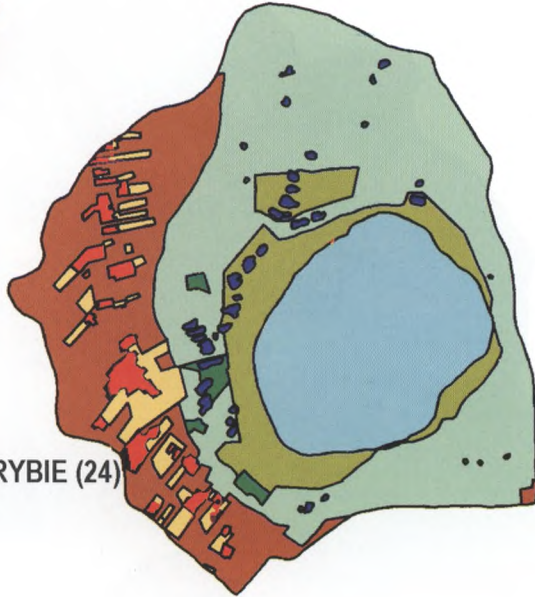


ZLEWNIA JEZIORA MACZÓŁKI (23)

1:25 000

**ZLEWNIA JEZIORA NADRYBIE (24)**

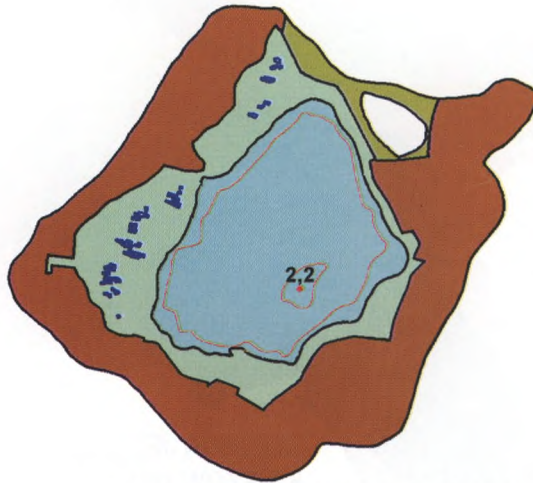
1:25 000

**ZLEWNIA JEZIORA
KSIĘŻOWSKIEGO (50)**

1:25 000

ZLEWNIA JEZIORA MAŚLUCHOWSKIEGO (13)

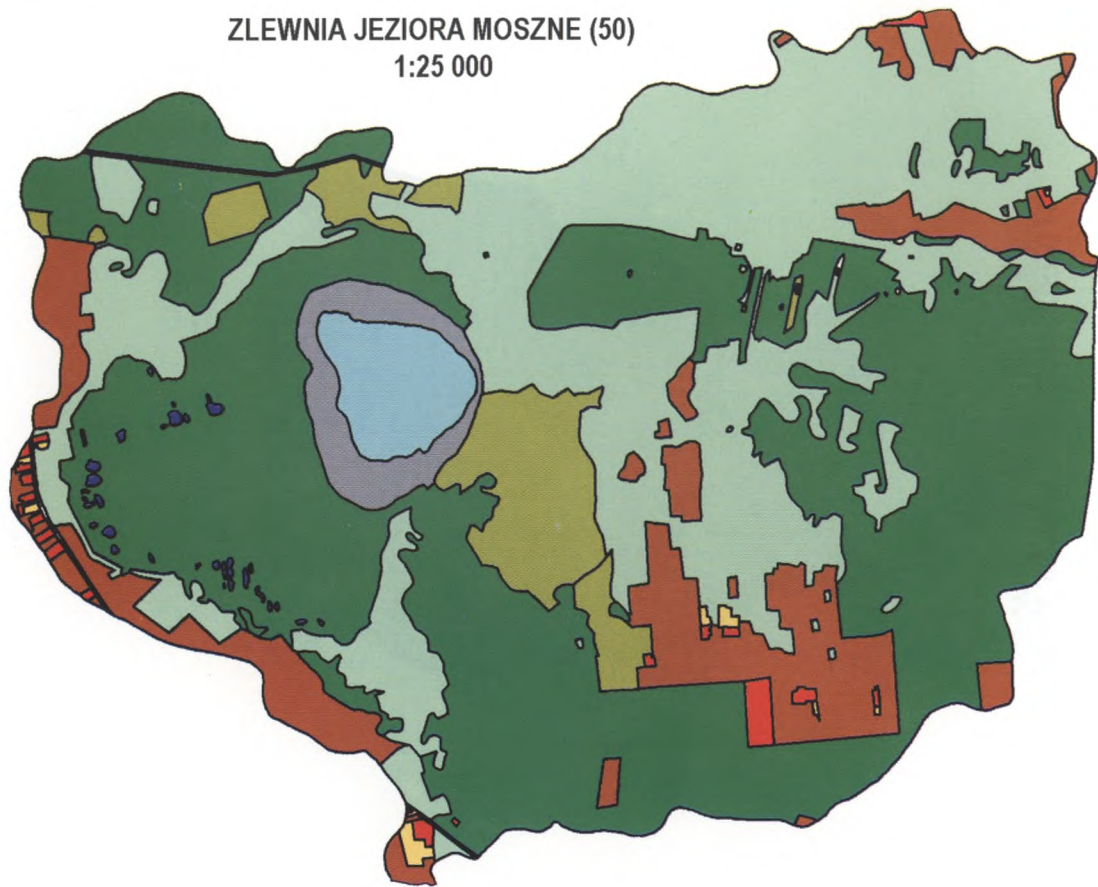
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA MIEJSKIEGO (4)

1:25 000

ZLEWNIA JEZIORA MOSZNE (50)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA OBRADOWSKIEGO (1)

1 : 25 000



ZLEWNIA JEZIORA PERESPILNO (53)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA PIASECZNO (22)**1:25 000***(izobaty co 2 m)*

ZLEWNIA JEZIORA PŁOTYCZE (56)

1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA
PŁOTYCZE k.URSZULINA (37)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA PNIÓWNO (61)

1:25 000

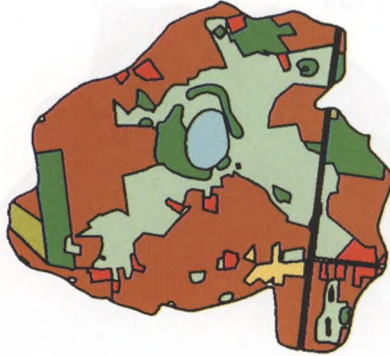


ZLEWNIA JEZIORA ROGÓŻNO (18)

1:50 000



ZLEWNIA JEZIORA ROGÓŻNO WŁODAWSKIE(44)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA ROTCZE (28)
1:25 000

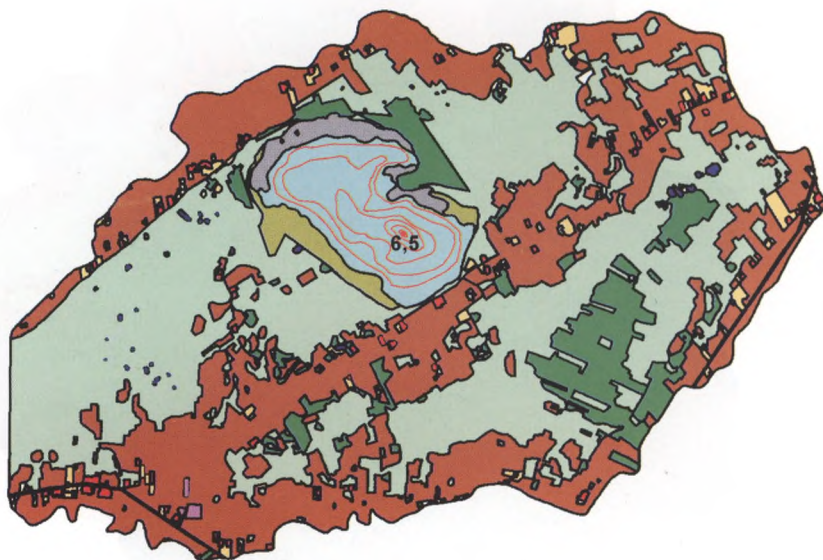
ZLEWNIA JEZIORA SŁONEGO (60)

1 : 25 000



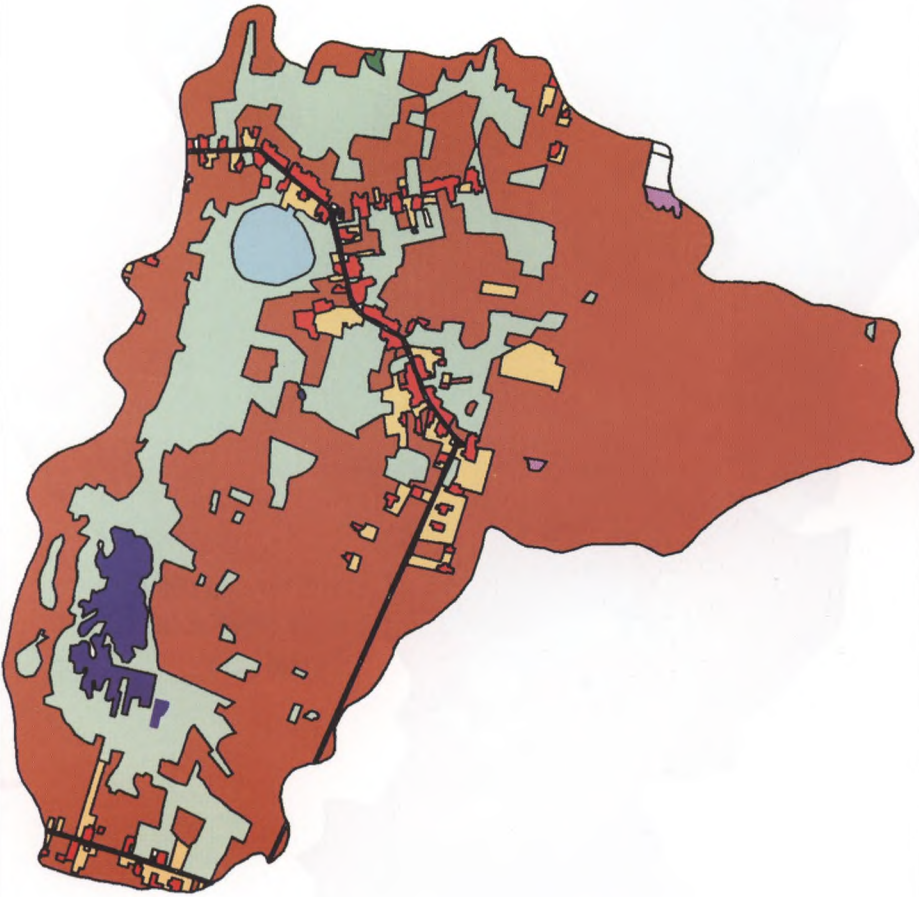
ZLEWNIA JEZIORA SUMIN (29)

1 : 50 000



ZLEWNIA JEZIORA SYCZYŃSKIEGO (58)

1:25 000



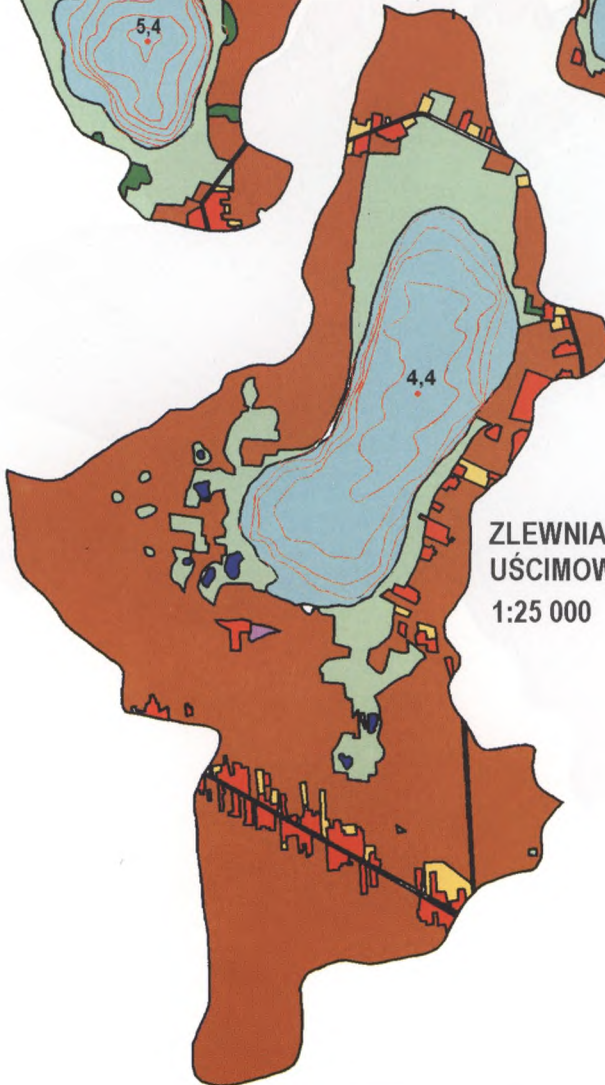
ZLEWNIA JEZIORA ŚCIEGIENNEGO (6)
1:25 000



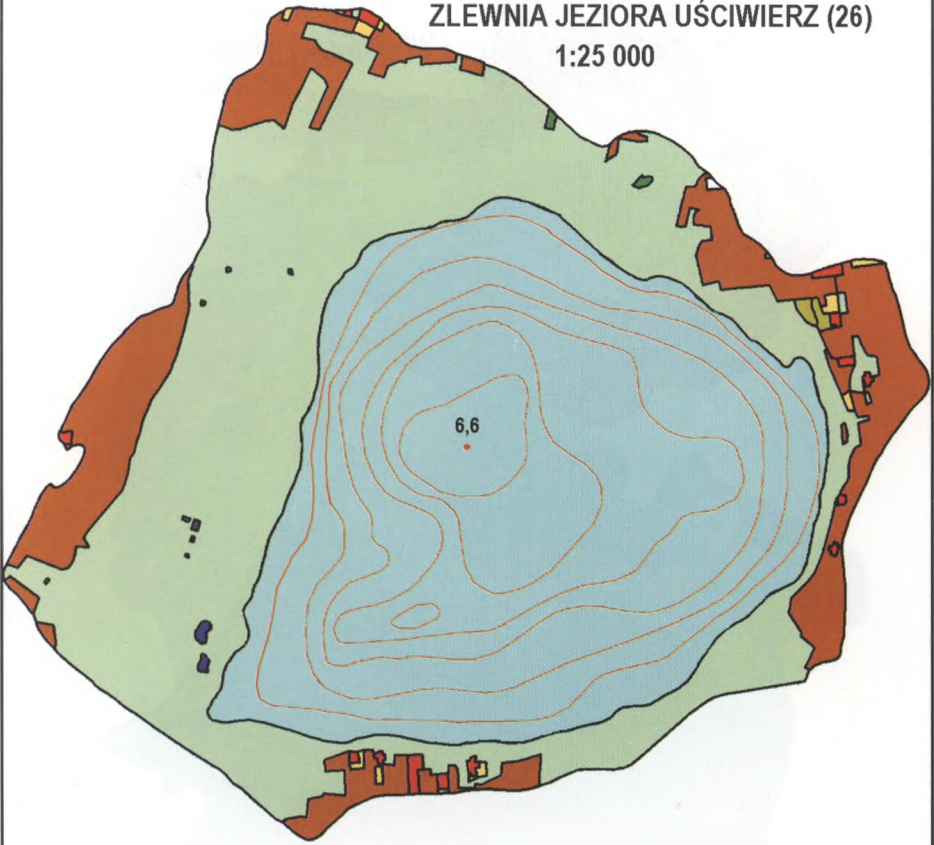
ZLEWNIA JEZIORA
ŚWIĘTEGO (46)
1:25 000



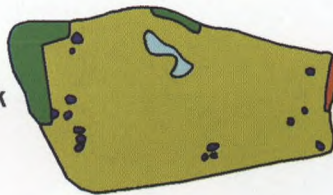
ZLEWNIA JEZIORA
UŚCIMOWSKIEGO (12)
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA UŚCIWIERZ (26)
1:25 000



Zlewnia jeziora Uściwierzek
1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA
WERESZCZYŃSKIEGO (39)

1:25 000



ZLEWNIA JEZIORA
SPILNO-KOSENIEC (51 i 52)
1:50 000

ZLEWNIA JEZIORA ZAGŁĘBOCZE**1:25 000***(izobaty co 2 m)*

ZLEWNIA JEZIORA ZIENKOWSKIEGO (31)

1:25 000



