

Zakład Hydrografii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie

Bronisław JANIEC, Zdzisław MICHALCZYK,
Krzysztof WOJCIECHOWSKI

**Stan i zagrożenia stosunków wodnych centralnego rejonu
Lubelskiego Zagłębia Węglowego**

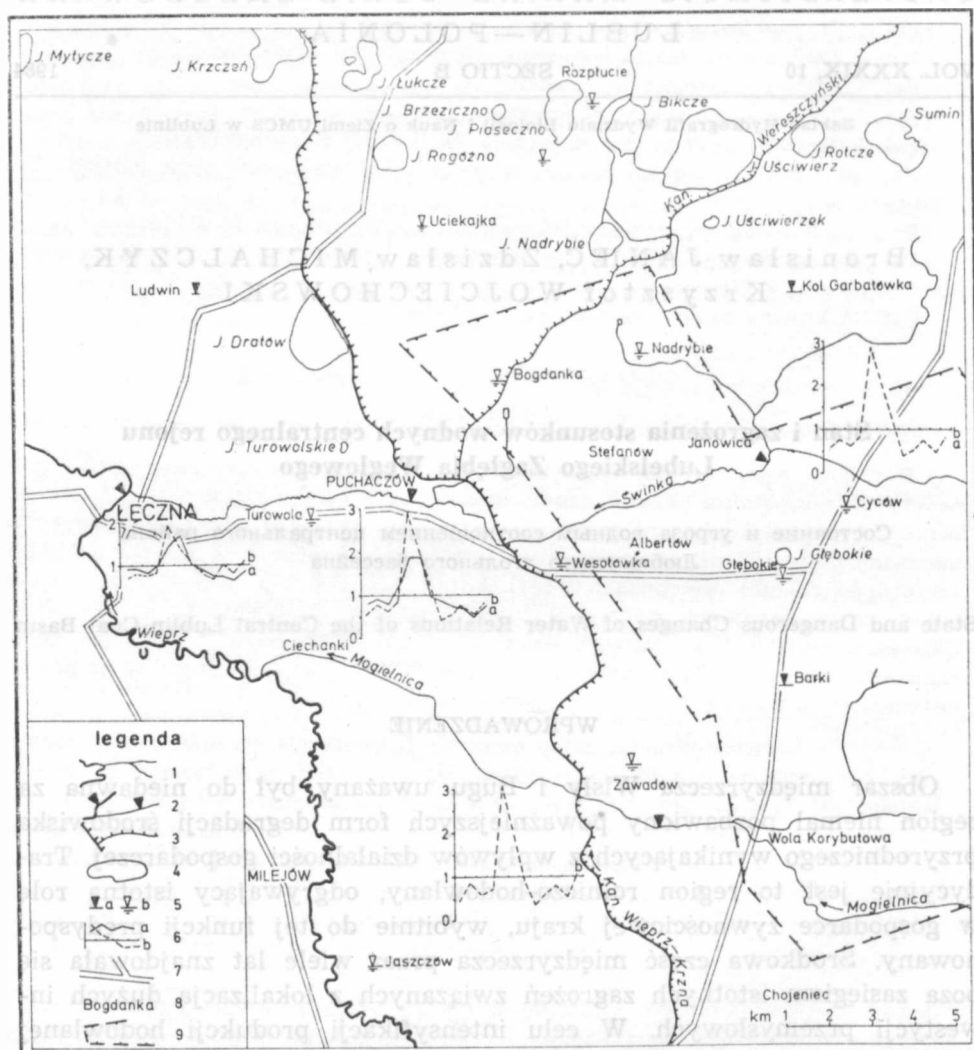
Состояние и угроза водным соотношением центрального района
Люблинского угольного бассейна

State and Dangerous Changes of Water Relations of the Central Lublin Coal Basin

WPROWADZENIE

Obszar międzyrzecza Wisły i Bugu uważany był do niedawna za region niemal pozbawiony poważniejszych form degradacji środowiska przyrodniczego wynikających z wpływów działalności gospodarczej. Tradycyjnie jest to region rolniczo-hodowlany, odgrywający istotną rolę w gospodarce żywnościowej kraju, wybitnie do tej funkcji predysponowany. Środkowa część międzyrzecza przez wiele lat znajdowała się poza zasięgiem istotnych zagrożeń związanych z lokalizacją dużych inwestycji przemysłowych. W celu intensyfikacji produkcji hodowlanej i rolnej wybudowano tu w latach 1954—1961 wielki system melioracyjny, którego główną arterią wodną jest Kanał Wieprz-Krzna.

Konieczność ochrony i właściwego wykorzystywania walorów środowiska, wielokrotnie podnoszona przez przyrodników badających ten teren (Wilgat 1963, 1973 Wilgat i Fijałkowski 1975), zdawały się dostatecznie dobitnie dokumentować konsekwencje oddziaływania kilku nowych, pozornie nowoczesnych zakładów przemysłowych zlokalizowanych na tym obszarze, niekiedy wbrew opiniom uwzględniającym zasady racjonalnego wykorzystania i ochrony środowiska. Dotkliwe konsekwencje antropopresji odczuwa się w sąsiedztwie zakładów azotowych, cementowni, garbarni i innych, niekiedy niewielkich zakładów.



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny obszaru badań; 1 — rzeki, 2 — wodowskazy, 3 — kanały, 4 — jeziora, 5 — stacje wód podziemnych: a) IMiGW, b) Zakładu Hydrografii UMCS, 6 — miesięczne współczynniki przepływu z okresu: a) 1951—1980, b) 1976—1980, 7 — drogi, 8 — miejscowości, 9 — zasięg pól górniczych 1—7

Location sketch of the studied area; 1 — rivers, 2 — water-gauges, 3 — canals, 4 — lakes, 5 — ground water stations: a) of the Institute of Meteorology and Water Management, b) of the Institute of Hydrography, M. Curie-Skłodowska University; 6 — monthly discharge coefficients of: a) 1951—1980, b) 1976—1980, 7 — roads, 8 — villages, 9 — mining sites 1—7

Rozpoczęcie eksploatacji złóż węgla w LZW i przygotowania do coraz intensywniejszego zagospodarowania górniczo-przemysłowego zmienia radykalnie dotychczasowe koncepcje wykorzystania omawianego obsza-

ru. Przewiduje się w szczególności istotne ingerencje w naturalny układ stosunków wodnych, czyli w element środowiska determinujący istnienie wysokich walorów naturalnych i krajobrazowych Polesia Lubelskiego (Wilgat 1963, 1975, 1980, Wilgat, Nowacka, Bartoszewski 1977). Zagospodarowanie obszaru o mało odpornych na przekształcenia stosunkach wodnych wymaga bardzo wnikliwego podejścia do opracowania konsekwencji oddziaływania człowieka na środowisko.

Stan środowiska hydrograficznego oraz przewidywanie zasięgu i charakteru zmian stosunków wodnych oparte zostało na materiałach zgromadzonych w Zakładzie Hydrografii UMCS, które dokumentują niemal naturalny układ wód i ich powolne zmiany w ostatnim trzydziestoleciu. Jako obszar badań wybrano w niniejszym opracowaniu teren w kształcie prostokąta o powierzchni około 500 km², w którego centrum znajduje się pierwsza kopalnia LZW. W zasięgu opracowania znalazła się część południowej strefy Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, Obniżenie Dorohuczy (regiony Polesia Lubelskiego) oraz fragment Równiny Łuszcowskiej (Wyżyna Lubelska). Charakterystyka geograficzna i hydrograficzna poszczególnych regionów zawarta jest w opracowaniach Wilgata (1950, 1954, 1957, 1959, 1963, 1968, 1980); Chałubińskiej i Wilgata (1954) oraz Wilgata, Michalczyka i Paszczyka (1984).

W niniejszym opracowaniu przedstawiono stan środowiska hydrograficznego oraz przewidywane zagrożenia w centralnym rejonie LZW (ryc. 1), czyli w obszarze narażonym na największe przekształcenia środowiska. Jako ważne zagrożenia stosunków wodnych przyjmuje się osiadanie terenu związane z eksploatacją węgla i odwadnianie powstałych zagłębień przez pogłębienie rzek i rowów; zrzut różnorodnych ścieków, wód dołowych i innych zanieczyszczeń związanych z intensyfikacją rolnictwa; osuszanie terenu poprzez meliorację, odwodnienia pod zabudowę i intensywną eksploatację wód podziemnych; systematycznie rosnącą presję turystyczno-rekreacyjną w obszarze Pojezierza; wzrost emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych powodujących zjawisko tzw. „kwaśnych opadów”.

WODY PODZIEMNE

WYSTĘPOWANIE WÓD PODZIEMNYCH

Wody podziemne badanego obszaru występują w utworach kredowych i czwartorzędowych. Osady kredy górnej o miąższości przekraczającej 600 m wykształcone są jako kreda piszcząca, margle i wapienie margliste oraz opoki (Wysocka 1977), trzon osadów kredy górnej stanowi jed-

nak seria margli i kredy piaszczącej. Są to skały cechujące się w strefie przypowierzchniowej porowatością całkowitą 43—47% i porowatością efektywną 41—44%. Wraz z głębokością obie te wielkości ulegają zmniejszeniu (Ł o z i ń s k a - S t ę p i e ń 1975), do 170 m porowatość całkowita i efektywna niewiele przekraczają 40%. W strefie 170—350 m porowatość całkowita wynosi 25—33%, a efektywna 20—36%. Wśród składników skałotwórczych dominującą rolę odgrywa CaCO_3 (83,5—93,0%) oraz SiO_2 (4,3—9,3%). W stropowej części mastrychtu pojawiają się opoki i opoki margliste, zawierające w stosunku do margli zwiększoną ilość krzemionki. Są to zatem skały odporniejsze na działanie czynników mechanicznych i chemicznych. Stanowią one zwykle górne partie wzgórz ostańcowych i guzów kredowych powszechnie spotykanych w południowo-wschodniej części terenu. Zwarta pokrywa opok przykrytych lessami i lessopodobnymi utworami występuje na zachód od doliny Wieprza. W wyniku wietrzenia mechanicznego i chemicznego stropowa seria skał węglanowych jest silnie spękana i pękarszona. Miąższość zwietrzelin gruzowych i gruzowo-ilastych osiąga kilkumetrowe wartości. Poniżej strefy spękań wietrzeniowych masyw kredowy pocięty jest regularnymi spękaniem ciosowymi o różnym stopniu rozwarcia szczelin. Zróznicowanie gęstości i rozwarości szczelin podkreślają anizotropowe warunki filtracji (H e r b i c h 1980) oraz zasięg strefy intensywnej wymiany wód oceniany na 150—250 m (K r a j e w s k i 1972, R ó ż k o w s k i, R u d z i ń s k a 1978). Głębiej współczynniki filtracji mają bardzo małe wartości, a skały kredowe są praktycznie nieprzepuszczalne. Plastyczna kreda stanowi doskonałe zabezpieczenie górnego poziomu słodkich wód przed ujemnym wpływem odwadniania skał albu, jury i karbonu.

Przemieszczanie się wód podziemnych w miękkich utworach górnej kredy jest utrudnione z braku drożnych szczelin. Warunki do ujmowania większych ilości wód nie są zbyt korzystne. Z poszczególnych studni uzyskuje się wydajności do 60 m³/h (wyjątkowo w południowo-zachodniej części 100 m³/h) przy dużych depresjach. Wydajności jednostkowe ujęć czerpiących wodę ze skał kredowych nie przekraczają 5 m³/h/1 mS, a w wielu przypadkach nie osiągają 1 m³/h/1 mS. Szybkość poruszania się wód maksymalnie dochodzi do 7 m/d. Są to wartości o wiele mniejsze od uzyskiwanych w strefie Wyżyny Lubelskiej. Górnokredowe piętro wodonośne stanowi podstawowe źródło zorganizowanego zaopatrzenia ludności i przemysłu w wodę. Intensywny pobór wód podziemnych stwarza istotne zagrożenie dla płytkich wód całego regionu. Zwiększanie wydobywania wody spowoduje wytworzenie się lejów depresyjnych uwidaczniających się powolnym osuszaniem przyległych terenów. Lokalnie na skałach górnej kredy zalegają trzeciorzędowe utwory piaszczysto-mułko-

wate i piaszczyste. Ich rola hydrogeologiczna jest mała, z uwagi na małą miąższość i niewielkie rozprzestrzenienie.

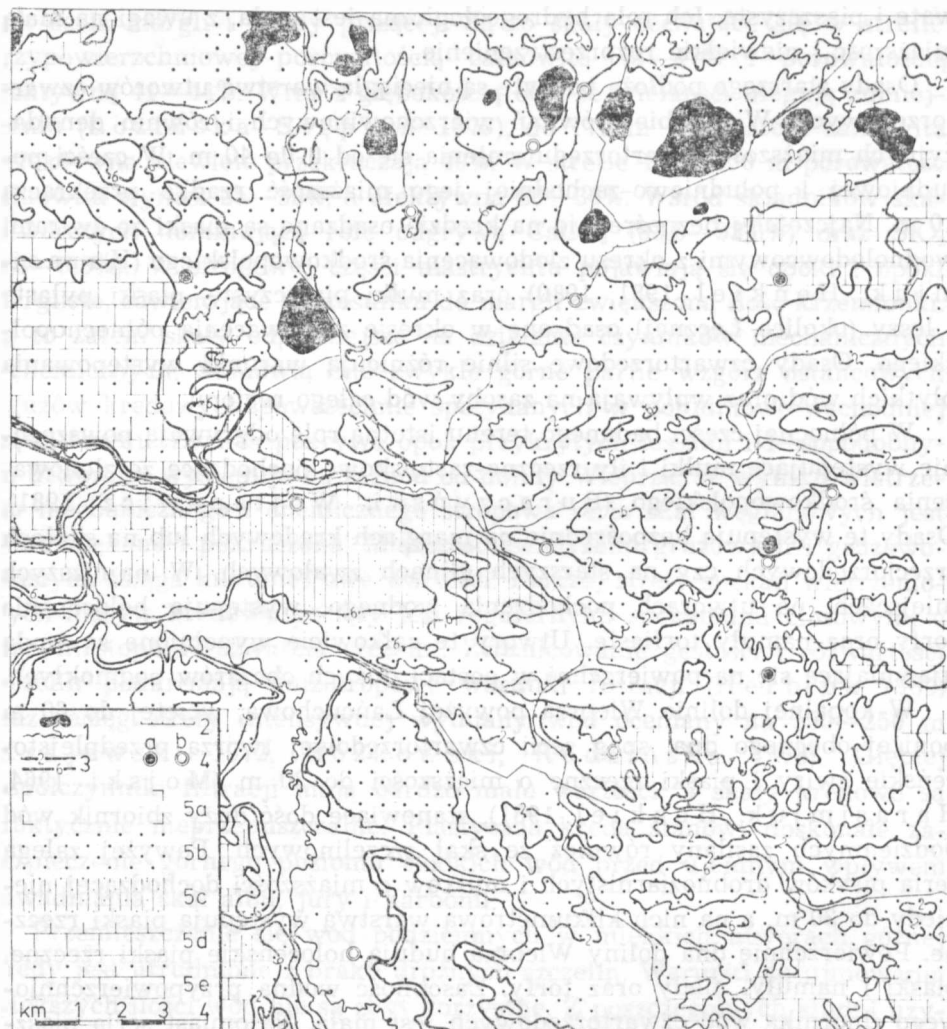
Osady starszego podłoża pokryte są nieciągłą warstwą utworów czwartorzędowych. W obrębie zrównań wierzchowinowych i równin denudacyjnych miąższość czwartorzędu zmienia się od 0 do 40 m. W części południowej i południowo-zachodniej jego miąższość rzadko przekracza 10 m. Najczęściej bezpośrednio na kredzie osadzone są piaski ze żwirami wodnolodowcowymi z okresu zlodowacenia środkowopolskiego (Harasimiuk, Henkiel 1981, 1980) oraz mułki piaszczyste, piaski pylaste i lessy (okolice Łęcznej) osadzone w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Osady czwartorzędowe silnie różnicują warunki występowania płytkich wód oraz wpływają na zasoby wód całego regionu.

W północnej części badanego terenu istotną rolę odgrywają powszechnie występujące mułki i ily rzeczno-zastoiskowe pochodzące ze zlodowacenia środkowopolskiego (Buraczyński, Wojtanowicz 1981). Osady te występują bezpośrednio na marglach kredowych lub na skałach trzeciorzędowych czy na starszych glinach zwałowych. W najniższych miejscach, na utworach pochodzenia wodnego, występują holocenyjskie torfy oraz namuły torfiaste. Utwory te całkowicie wypełnione są wodą ujawniającą się na powierzchni w postaci dużych obszarów podmokłych.

W kopalnej dolinie Wieprza powyżej Łańcuchowa, wciętej do 60 m poniżej obecnego dna, spąg serii czwartorzędowej tworzą przedplejstoceńskie żwiry i piaski rzeczne o miąższości do 30 m (Mojski 1964, Harasimiuk, Henkiel 1981), stanowiące dość duży zbiornik wód podziemnych zasilany również ze skał szczelinowych. Powyżej zalega seria piasków drobnoziarnistych i mułków o miąższości dochodzącej niekiedy do 30 m, a na nich kilkumetrową warstwą występują piaski rzeczne. Powierzchnię dna doliny Wieprza budują holocenyjskie piaski rzeczne, piaski i namuły, mady oraz torfy. Zasobność wodna przypowierzchniowego zbiornika wód czwartorzędowych jest mała. Natomiast seria piaszczysto-żwirowa może być wykorzystana do lokalnego zaopatrzenia w wodę. Warunki dopływu wody w tych osadach są niekiedy korzystniejsze niż w szczelinowych skałach kredowych występujących w tym obszarze.

W okolicy Ciechanek Wieprz wkracza w przełomową dolinę wciętą w skały kredowe jedynie na kilkanaście metrów poniżej obecnego dna. Na kredzie leży kilkumetrowa warstwa utworów żwirowo-piaszczystych i gliniasto-piaszczystych pochodzących ze zlodowacenia północnopolskiego. Na tych osadach leży kilkumetrowa warstwa holocenyjskich mad zbudowanych z różnoziarnistych utworów (Maruszczak 1974).

Kopalna dolina Wieprza, którą w górnym odcinku wykorzystano do przeprowadzenia trasy Kanału Wieprz—Krzna, przechodzi na wschód



Ryc. 2. Występowanie wód podziemnych; 1 — rzeki i jeziora, 2 — kanały, 3 — hydroizobaty, 4 — stacje wód podziemnych: a) IMiGW, b) Zakładu Hydrografii UMCS, 5 — wody podziemne pierwszego poziomu: a) płytko występujące wody w torfach, namulach torfiastych i najmlodszych utworach aluwialnych, b) wody występujące w piaskach różnoziarnistych z przewarstwieniami mulków lub żłół oraz w piaskach ze żwirami wodnolodowcowymi, c) wody występujące w utworach piaszczystych pod lessami, d) wody występujące w skałach kredowych pod cienką pokrywą przepuszczalnych utworów czwartorzędowych, e) głębsze wody występujące w utworach kredowych przykrytych warstwą lessów lub utworów lessopodobnych

Occurrence of ground waters; 1 — lakes and rivers, 2 — canals, 3 — hydroisobaths, 4 — ground water stations: a) of the Institute of Meteorology and Water Management, b) of the Institute of Hydrography, M. Curie-Skłodowska University, 5 — ground waters of the first water-bearing bed: a) shallow waters within peats, peaty muds and recent alluvia, b) waters within vari-grained

od obecnej linii odpływu (J a h n 1956). W morfologii zaznacza się wyraźnym obniżeniem terenu. W strefie Jezior Uściwierskich kopalna dolina wcięta jest do głębokości 80 m (B u r a c z y Ń s k i, W o j t a n o w i c z 1974). Wypełniają ją plejstoceny osady żwirowo-piaszczyste, piaski różnoziarniste z przewarstwieniami utworów ilastych. Stropową serię stanowią utwory wodno-lodowcowe, na których występują holoceny torfy oraz namuły torfiaste. Cała seria czwartorzędu wypełniona jest wodą. Między poszczególnymi warstwami istnieje łatwa lub utrudniona łączność hydrauliczna. Zwierciadło wód podziemnych pozostaje w łączności z lustrem wody w poszczególnych jeziorach (W i l g a t 1963).

Przedstawione warunki hydrogeologiczne uwidaczniają różnorodność sytuacji występowania płytkich wód podziemnych. Mimo to, w całym badanym obszarze wody pierwszego poziomu tworzą ciągłą powierzchnię, a poszczególne warstwy wodonośne są hydraulicznie powiązane. Grupując zbliżone warunki występowania wód podziemnych można wydzielić kilka odmiennych sytuacji hydrogeologicznych dostatecznie wyróżniających się na badanym terenie (ryc. 2). Charakterystyka występowania płytkich wód podziemnych badanego terenu i obszarów sąsiednich przedstawiona została w opracowaniu W i l g a t a, M i c h a l c z y k a i P a s z c z y k a (1984).

1. Płytko występujące wody w torfach i namulach torfiastych zajmują tereny najniżej położone, związane z niższym poziomem akumulacyjnym Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Obszary te przez cały rok są obficie nasycone wodą. Zarówno utwory budujące strefę przypowierzchniową, jak też roślinność są bardzo czułe na zmiany położenia zwierciadła wody. W warunkach naturalnych wody podziemne tworzą rozległe obszary stałych lub okresowych podmokłości, a wahania zwierciadła wód wynoszą około 0,5 m. W wyspowo występujących wzniesieniach oraz w dolnych partiach zboczy okalających zagłębienia zwierciadło wody występuje na głębokości 1—2 m. Wody podziemne pozostają w łączności hydraulicznej ze zwierciadłem wód jeziornych. Wysokość położenia lustra wody jest jednocześnie lokalną bazą drenażu dla sąsiednich terenów. Trwałe obniżenie poziomu wody, nawet o kilkadziesiąt centymetrów, spowoduje nieodwracalne zmiany w strukturze osadów oraz w gatunkowym składzie roślinności. Wody występujące w torfach i w najmłodszych utworach aluwialnych stwierdzane są także w obszarach den dolin rzecznych, przede wszystkim Wieprza, Świnki i Mogielnicy. Zwier-

sands with silt or clay interbeddings, and within glaciuvial sands with gravels, c) waters within sands under a loess, d) waters within the Cretaceous rocks under a thin cover of the permeable Quaternary deposits, c) deeper waters within the Cretaceous rocks covered by thin loesses or loess-like deposits

ciadło wody podziemnej występuje nieco głębiej (od 0,2 do 2,5 m). Amplituda wahań lustra wody w skali roku przekracza niekiedy 2 m, a głębokość jego występowania nawiązuje do zmian poziomu wód powierzchniowych. Płytkie wody narażone są na silne oddziaływanie systemów melioracyjnych, polegających głównie na odprowadzaniu wiosennych nadmiarów wody. Obniżenie zwierciadła wody następuje nie tylko na terenach zmeliorowanych, ale również uwidacznia się w sąsiednich obszarach nieco wyżej położonych. W ostatnich dziesiątkach lat zauważono obniżenie zwierciadła wody w wybranych obszarach Pojezierza (Wilgat 1963, 1980, Brześcińska 1976, Wach 1980).

2. Wody występujące w piaskach różnoziarnistych, w piaskach z cienkimi przewarstwieniami mułków lub ilów oraz w piaskach ze żwirami wodno-lodowcowymi są powszechnie wykorzystywane przez ludność. Jest to poziom związany z utworami wyższej równiny akumulacyjnej, wykazujący cechy wód kurzawkowych. Wiele gospodarstw ma więcej niż jedną studnię, bowiem następuje stosunkowo szybkie zanieczyszczanie lub zamulanie gospodarskich ujęć wody. Dopływ wody, zasobność i warunki eksploatacji studni są bardzo zróżnicowane. Najkorzystniejsze cechy hydrogeologiczne dla budowy studni wykazują obszary, w których warstwę wodonośną budują gruboziarniste piaski ze żwirami. Wówczas warunki dopływu wody są korzystniejsze niż notowane w skałach kredowych środkowej i wschodniej części tego obszaru. Lokalnie poziom ten wykazuje łączność hydrauliczną z leżącymi głębiej warstwami wód naporowych. Głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody pozostaje w granicach 2—5 m. Od powierzchni poziom wody gruntowej nie jest izolowany utworami nieprzepuszczalnymi, zatem wahania zwierciadła wody wykazują silny związek z zasilaniem atmosferycznym. Amplituda wahań lustra wody utrzymuje się w przedziale 1,5—2,5 m. Wysokie stany stwierdzone są zwykle w okresie wiosny, a niskie w jesieni. Zwierciadło wody jest lekko nachylone ku strefom drenażu powierzchniowego, które stanowią doliny rzeczne i obniżenia terenu. Wody podziemne, z uwagi na brak warstwy izolującej, narażone są na silne wpływy wynikające z istnienia lokalnych skażeń powierzchniowych. Ponadto, zwierciadło wody w sąsiedztwie nowych rowów ulega obniżeniu, a efekty odwadniania, wskutek powolnego odsączania wody, uwidaczniają się po pewnym okresie.

3. Wody występujące w osadach piaszczystych pod utworami lessopodobnymi i lessami zajmują stosunkowo małą powierzchnię. Zwierciadło wody występuje na nieco większej głębokości (4—7 m), a więc wody są mniej narażone na zanieczyszczenie. Lustro wody cechuje się większą stabilnością, gdyż zasilanie wód poprzez lessopodobne utwory jest utrudnione. Zasobność wodna jest mała, a wahania stanów wody nie przekra-

czają 1 m. Wody te odznaczają się nieco innymi właściwościami fizyczno-chemicznymi.

4. Wody występujące w skałach kredowych przykrytych warstwą przepuszczalnych utworów czwartorzędowych stwierdzone są w obszarach wyniesień zbudowanych z osadów głębszego podłoża. Miąższość pokrywy piasków i piasków gliniastych zmienia się od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Obszar płytkiego występowania osadów węglanowych zaznacza się istnieniem licznych zagłębień krasowych suchych oraz stale lub okresowo wypełnionych wodą (Wilga 1950). Zasadnicze zwierciadło wody występuje na głębokości 5—10 m. Niekiedy ponad głównym horyzontem utrzymuje się na zwierzelinie kredy lub na płatach glin zwałowych wierzchówkowy poziom wody. Obszar występowania wód w skałach węglanowych pokrytych różnej miąższości płaszczem osadów piaszczystych cechuje się 3—4-metrowymi wahaniami lustra wody, co uwarunkowane jest łatwym pochłanianiem wody opadowej w strefie przepuszczalnego czwartorzędu. W okresie szybkich roztopów następuje gwałtowny wzrost stanów wody, które znacznie wolniej opadają niż wznoszą się. Guzy kredowe stanowią miejsca najwyższego występowania wód podziemnych, które pozostają w łączności hydraulicznej z wodami gruntowymi i przypowierzchniowymi.

5. Głębsze wody krążące w węglanowych osadach górnej kredy występują w okolicy Łącznej — po obu stronach doliny Wieprza. Opoki i margle kredowe przykryte są kilkumetrową warstwą lessów i utworów lessopodobnych. Wody skalne występują na głębokościach przekraczających 10 m. Jest to strefa cechująca się występowaniem zasobnych wód. Największe wydajności uzyskuje się w strefach spękań i dyslokacji. W obszarach wierchowinowych zwierciadło wody ma charakter swobodny, a jego amplituda wahań wynosi 1,0—1,5 m, natomiast w dolinie Wieprza oraz w dnach dużych kopalnych rynien erozyjnych stwierdza się istnienie wód naporowych. Piezometryczne zwierciadło wody pozostaje w łączności hydraulicznej z wodami skalnymi strefy wierchowin i z wodami gruntowymi dolin. Wody skalne odznaczają się dobrymi cechami jakościowymi (fizyczno-chemicznymi i bakteriologicznymi) oraz względnie stałą temperaturą oscylującą około 9°C.

Zwierciadło wód podziemnych w dużej części całego obszaru badań występuje płycej niż 2 m (ryc. 2). Sprawia to wrażenie pozornego bogactwa wód podziemnych. Płytkie występowanie wody nie jest wynikiem dużego zasilania, ale wiąże się z występowaniem na małej głębokości warstw trudno przepuszczalnych oraz wynika ze słabego wykształcenia sieci rzecznej. Rzeki biorące początek w strefie działu wodnego Wieprza i Bugu odznaczają się małymi spadkami i niewielką siłą drenażu. Pogłębienie koryt rzecznych spowoduje obniżenie zwierciadła wód podziem-

nych, gdyż na tym obszarze występuje jedno, hydraulicznie powiązane zwierciadło wód.

Wahania stanów wód uzależnione są od zasilania, położenia morfologicznego studni i wykształcenia litologicznego warstw wodonośnych. W sąsiedztwie jezior amplituda wahań utrzymuje się około 0,5 m, w strefach dolin i w obszarach wyższego poziomu akumulacyjnego dochodzi do 2,5 m. Natomiast w studniach ujmujących wody występujące na zwierzelinie kredowej może przekraczać 4 m. Odnowialność wód poziomu kredowego i czwartorzędowego można łącznie oceniać na $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$. W okresach suchych wartość ta zmniejsza się do $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$. Zatem zasoby dyspozycyjne tego obszaru są przynajmniej o połowę mniejsze.

CECHY FIZYCZNE I CHEMICZNE WÓD PODZIEMNYCH

Cechy fizyczne i chemiczne wód podziemnych opracowano na podstawie wyników analiz z ponad 90 studni wykonanych w okresie ostatnich 8 lat, przy czym zdecydowana większość oznaczeń pochodzi z lat 1976—1979, tzn. z okresu, kiedy pierwsza budująca się kopalnia węgla w Bogdanie nie miała praktycznie żadnego wpływu na cechy jakościowe wody strefy hipodermicznej. Niemal we wszystkich przypadkach badania wykonano dwukrotnie, tj. w miesiącach wiosennych przy najwyższych stanach zwierciadła wody w studniach oraz w okresach niszówek późnego lata i jesieni.

Temperatury wód w półroczu zimowym wahały się od 2 do 9°, zaś w miesiącach letnich od 8 do 12°, a lokalnie do 15°C. Kilkunastostopniowe amplitudy temperatury wód pierwszego eksploatowanego poziomu wodonośnego są w głównej mierze wynikiem małej miąższości warstwy aeracji. Ponadto, lokalne zróżnicowanie tej cechy w wodach występujących w utworach piaszczystych czwartorzędu i węglanowych kredy uwarunkowane jest różnym przewodnictwem cieplnym i pojemnością cieplną skał, jak również tym, że studnie sięgające do piętra wód kredowych są z reguły głębsze. Bardzo zróżnicowane wyniki zaobserwowano w badaniu mętności wód studziennych, spowodowanej występowaniem zawiesiny koloidalnej pochodzenia mineralnego lub organicznego. Zmienność mętności wynosiła od 0 do 160 mg/dm^3 .

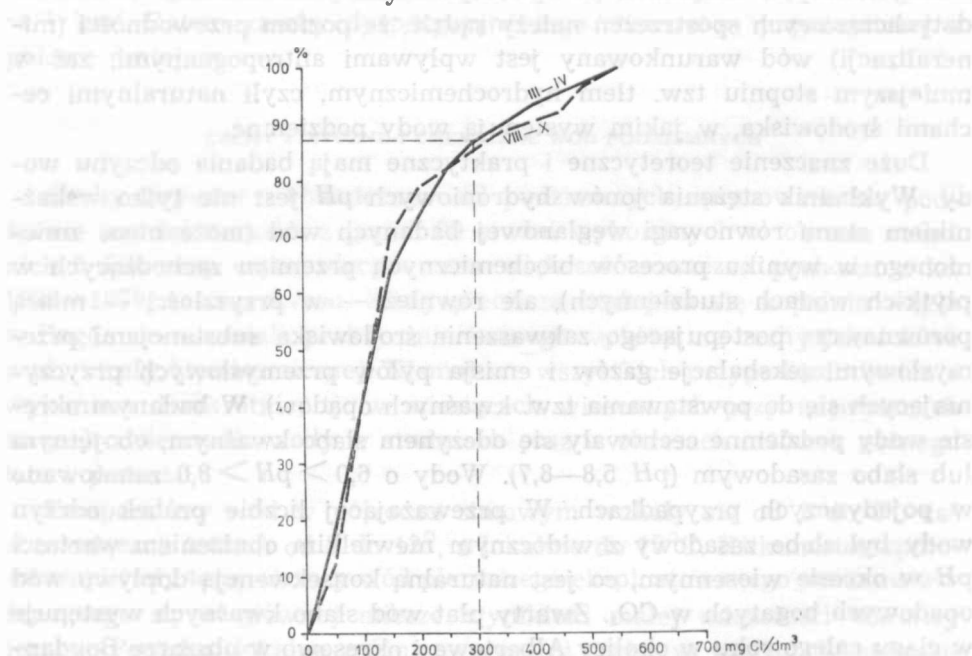
Według klasyfikacji Paźdzry (1977) wody podziemne badanego obszaru w zdecydowanej większości należą do akratepogów (0,5—1,0 g/dm^3), a ponad 20% z ogólnej ilości badanych próbek to wody o mineralizacji przekraczającej 1 g/dm^3 . Najniższy poziom mineralizacji ogólnej stwierdzono w wodzie pochodzącej ze studni kopanej ujmującej wodę z utworów piaszczystych w Albertowie (144 mg/dm^3), zaś maksymalną ilość su-

chej pozostałości zarejestrowano w Janowicy (2950 mg/dm^3). Podane wartości dokumentują duże zróżnicowanie mineralizacji ogólnej wód w studniach położonych w zbliżonych warunkach hydrogeologicznych.

Cechą fizyczną odzwierciedlającą poziom zmineralizowania wód jest ich przewodnictwo elektryczne. Na badanym obszarze zaobserwowano kilkunastokrotne zróżnicowanie przewodności właściwej wód (od około 200 do $2800 \text{ }\mu\text{S/cm}$), jednakże nie stwierdzono wyraźnej zależności badanej cechy od typów wód, jakie wydzielono na tym terenie. Nie można jednak wykluczyć, że związki takie zostałyby stwierdzone przy znacznie szczegółowszych badaniach (z wykorzystaniem piezometrów). W świetle dotychczasowych spostrzeżeń należy sądzić, że poziom przewodności (mineralizacji) wód warunkowany jest wpływami antropogennymi, zaś w mniejszym stopniu tzw. tłem hydrochemicznym, czyli naturalnymi cechami środowiska, w jakim występują wody podziemne.

Duże znaczenie teoretyczne i praktyczne mają badania odczynu wody. Wykładnik stężenia jonów hydroniowych pH jest nie tylko wskaźnikiem stanu równowagi węglanowej badanych wód (może nieco zmienionego w wyniku procesów biochemicznych przemian zachodzących w płytkich wodach studziennych), ale również — w przyszłości — miarą porównawczą postępującego zakwaszenia środowiska substancjami przemysłowymi (ekshalacje gazów i emisja pyłów przemysłowych przyczyniających się do powstawania tzw. kwaśnych opadów). W badanym okresie wody podziemne cechowały się odczynem słabo kwaśnym, obojętnym lub słabo zasadowym ($\text{pH } 5,8\text{--}8,7$). Wody o $6,0 > \text{pH} > 8,0$ zanotowano w pojedynczych przypadkach. W przeważającej liczbie próbek odczyn wody był słabo zasadowy z widocznym niewielkim obniżeniem wartości pH w okresie wiosennym, co jest naturalną konsekwencją dopływu wód opadowych bogatych w CO_2 . Zwarty płat wód słabo kwaśnych występuje w ciągu całego roku w okolicy Albertowa i okresowo w obszarze Bogdanki i Stefanowa (ryc. 1). Są to wody cechujące się niewielką agresywnością węglanową. Infiltrują one przez kwaśne środowisko strefy aeracji do wodonośnych piasków i piasków kurzawkowych o równie niskich wartościach pH . W warunkach naturalnych zasadowy odczyn pH jest wskaźnikiem znacznego nasycenia wód węglanami wapnia i magnezu. Jony Ca^{2+} i Mg^{2+} występują w wodach podziemnych badanego obszaru dość powszechnie, a ich podwyższone zawartości w wielu studniach wiążą się nie tylko z obszarami występowania wód w utworach węglanowych. Przykładowo wysoką twardość węglanową stwierdzono na guzie kredowym Garbatówki (w niektórych przypadkach $> 8,5 \text{ mval/dm}^3$) i kurzawkowych horyzontach okolic Woli Korybutowej (do $8,9 \text{ mval/dm}^3$). Szczegółowsze badania w okolicach Woli Korybutowej wskazują ponadto, że zawartość jonów Ca^{2+} (60 do 135 mg/dm^3) w wodach studziennych czwar-

torzędowego piętra wodonośnego jest zbliżona w niektórych przypadkach do wartości notowanych (M i s z t a l 1980) w płytkich studniach kredowych Pagórów Chełmskich (do 125 mg/dm^3), zaś poziom magnezu jest tu kilkakrotnie wyższy. W obydwu wspomnianych obszarach są to ilości przewyższające zawartość wapnia, jaka notowana jest w studniach wierconych czerpiących wody z głębszych poziomów kredy. Powszechne występowanie łatwo rozpuszczalnych związków wapnia i magnezu w obrębie zabudowań wiejskich ma swój wyraz w cechach jakościowych wód. Wpływ lokalny podwórek akcentują również zawartości chlorków i siarczanów w wodach studziennych.

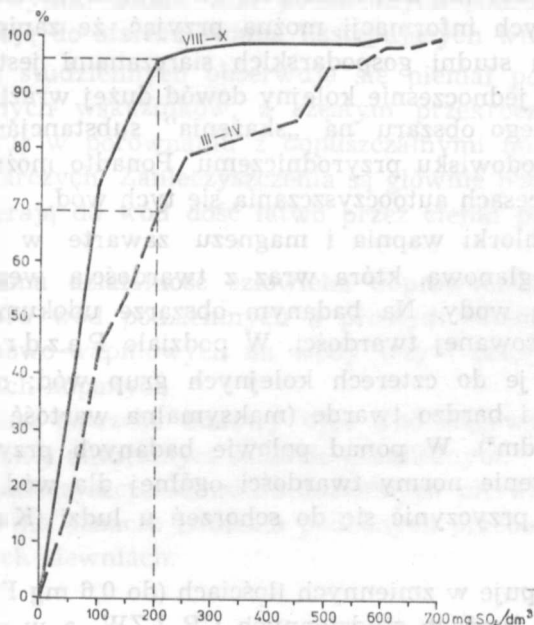


Ryc. 3. Zawartość chlorków w wodach pochodzących z płytkich studni kopanych w okresie wiosny (III—IV) oraz późnego lata i jesieni (VIII—X). Zaznaczono procent wód z nieprzekrozoną normą dla potrzeb pitno-gospodarczych (300 mg Cl/dm^3)

Chloride content of waters from shallow dug wells, during spring (March—April) and late summer and autumn (August—October). A percentage content of waters with a smaller than the permissible quota for drinkable-economic purposes (300 mg Cl/dm^3) is marked

Poziom jonów chlorkowych w płytkich wodach LZW jest szczególnie zróżnicowany. Obok studni, w których wody zawierają kilka do kilkunastu mg Cl/dm^3 , notowano przypadki przekroczenia wartości $0,5 \text{ g/dm}^3$. Przyjmując wartości uśrednione jako bardziej poglądowe należy stwierdzić, że ilość jonów Cl^- zarówno w wodach okresu wiosennego, jak i letnio-jesiennego wynosiła w badanym okresie po około 140 mg Cl/dm^3 .

Zilustrowano zawartość chlorków w wodach pochodzących z płytkich studni kopanych (ryc.3). Zaznaczono linią wartość 300 mg/Cl/dm^3 jako graniczną dla wód pitno-gospodarczych (Dz. Ust. PRL nr 18, 1977). Przecięcie się linii granicznej z krzywymi zawartości tego anionu w wodach wydzieli 87% badanych przypadków z nieprzekroczoną normą chlorków. Należy podkreślić (ryc. 3) ponadto dwa istotne zagadnienia: 1) w ponad 90% badanych wód zawartość chlorków przekracza $15\text{--}25 \text{ mg Cl/dm}^3$, która to wartość zostanie zinterpretowana przy wodach płynących; 2) na



Ryc. 4. Zawartość siarczanów w wodach pochodzących z płytkich studni kopanych w okresie III—IV i VIII—X (zaznaczono procent studni, w których wody nie przekraczają dopuszczalnych norm dla wód pitno-gospodarczych)

Sulphate content of waters from shallow dug wells, during the periods of March—April and August—October. The percentage content of the wells in which the waters do not overpass the permissible quota for drinkable-economic purposes is marked

badanym terenie istnieje stałe i znaczne zanieczyszczenie wód chlorkami. Znaczne ilości jonów Cl^- w wodach są efektem dużej przepuszczalności skał podłoża oraz faktu, że jony te nie wchodzi w kompleks sorpcyjny gleby, a więc nie są, choćby okresowo, wiązane w strefie aeracji.

Drugim anionem o bardzo zróżnicowanej zawartości w wodach podziemnych są siarczany. W przypadkach skrajnych są to różnice 100-krotne. W przeciwieństwie jednak do chlorków siarczany wykazują również zmienność w czasie. Dokumentują to między innymi średnie wartości

okresowe: 130 mg SO_4/dm^3 w miesiącach wiosennych i około 80 mg SO_4/dm^3 pod koniec lata i w jesieni. Przedstawiono zróżnicowanie czasowe zawartości badanych substancji i częstotliwość występowania wód w poszczególnych przedziałach stężenia siarczanów (ryc. 4). Dopuszczalną normą dla wód pitno-gospodarczych jest wartość 200 mg SO_4/dm^3 . Po naniesieniu tej wartości na wykres (ryc. 4) uzyskano informację, że w marcu i kwietniu 69% badanych wód nie przekracza tej umownej granicy, natomiast w późniejszych miesiącach roku (sierpień—październik) w przedziale do 200 mg SO_4 mieści się 96% badanych wód studziennych. Na podstawie tych informacji można przyjąć, że zanieczyszczenie bliskiego otoczenia studni gospodarskich siarczanami jest w ciągu roku znaczne. Jest to jednocześnie kolejny dowód dużej wrażliwości wód podziemnych badanego obszaru na „skażenia” substancjami mineralnymi obcymi temu środowisku przyrodniczemu. Ponadto można wnosić o postępujących procesach autooczyszczania się tych wód.

Siarczany, chlorki wapnia i magnezu zawarte w wodach tworzą twardość niewęglanową, która wraz z twardością węglanową określa twardość ogólną wody. Na badanym obszarze udokumentowano wody o bardzo zróżnicowanej twardości. W podziale Paźdzry (1977) należy zakwalifikować je do czterech kolejnych grup wód: miękkie, średnio twarde, twarde i bardzo twarde (maksymalna wartość z oznaczeń wynosi 24,6 mval/dm³). W ponad połowie badanych przypadków stwierdzono przekroczenie normy twardości ogólnej dla wód pitno-gospodarczych, co może przyczynić się do schorzeń u ludzi (Kandror i inni 1963).

Żelazo występuje w zmiennych ilościach (do 0,6 mg Fe/dm³) we wszystkich badanych wodach studziennych CR LZW, a w niektórych przypadkach przekracza dopuszczalne normy. Przypuszczać należy, że metal ten ma dwa źródła pochodzenia: mineralne (z reguły wyższe w wodach utworów czwartorzędowych) i organiczne, zwłaszcza gdy poziom wodonośny tworzą najmłodsze utwory (holocen).

Mangan w większości przypadków nie został w tych wodach wykryty lub występuje w bardzo małych ilościach. Przyczyn tego faktu należy upatrywać w stosunkowo łatwym ługowaniu tego pierwiastka z wietrzejących pierwotnych krzemianów (materiał północny w utworach plejstoceńskich) oraz w stosowaniu w minimalnych ilościach nawozów mineralnych wieloskładnikowych, zawierających mikroelementy (ekstensywność rolnictwa).

W przeważającej liczbie przypadków badanych wód występuje równocześnie jon amonowy NH_4^+ wskazujący pośrednio na obecność w wodzie amoniaku ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$), azotynowy NO_2^- ($\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons$

$\rightleftharpoons 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2$) i azotanowy NO_3^- ($2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3$), co wskazuje na trwałe zanieczyszczenia organiczne studni i ich wód.

Małe głębokości do wody i zły w wielu przypadkach stan techniczny studni gospodarskich powoduje w konsekwencji również znaczne zanieczyszczanie bakteriologiczne wody. Jednym ze wskaźników sanitarnych jest NPL bakterii Coli. Wiele spośród badanych wód zostało sklasyfikowanych przy pomocy tego wskaźnika jako niepewne lub wręcz nie nadające się do spożycia i do celów sanitarnych.

Opracowane wyniki badań wód podziemnych pobranych ze studni kopanych skłaniają do sformułowania następujących wniosków:

1. W wodach studziennych obserwuje się niemal powszechnie podwyższenie badanych wskaźników, z częstym przekroczeniem któregoś z nich (lub kilku) w porównaniu z dopuszczalnymi normami dla wód pitnych i gospodarczych. Zanieczyszczenia są głównie pochodzenia antropogenicznego; docierają do wód dość łatwo przez cienki płaszcz przepuszczalnego podłoża.

2. Niezamierzona działalność człowieka doprowadziła w efekcie do zmiany charakteru wód podziemnych o prostym składzie chemicznym wodorowęglanowo-wapniowych na wody trzy i czterojonowe występujące w studniach kopanych.

3. Istnieje pilna potrzeba budowy ujęć wodociągowych, sięgających do wód kredowych o naturalnym składzie chemicznym.

4. Znaczne zanieczyszczenie wód studziennych pierwszego eksploatowanego poziomu nie oznacza istnienia podobnych przeobrażeń wód podziemnych w całych zlewniach.

WODY POWIERZCHNIOWE

CHARAKTERYSTYKA WÓD PŁYNĄCYCH

Badany teren leży w środkowo-wschodniej części dorzecza Wieprza i obejmuje zasięgiem obszary położone na wschód od rzeki głównej (ryc. 1), aż do działu wodnego II rzędu. Obszar ten odwadniany jest przez środkowe i dolne biegi Świnki i Mogielnicy oraz górne odcinki Tyśmienicy i Piwonii. Ponadto istnieje szereg małych strug wodnych, uchodzących bezpośrednio do Wieprza lub stanowiących dopływy wspomnianych rzek. Koryta naturalnych strug były sztucznie modelowane, a ich biegi wielokrotnie prostowano i pogłębiano. Na wielu odcinkach rzeki mające nawet szerokość 2—5 m przypominają większe rowy melioracyjne. Woda w rzekach płynie powoli, gdyż spadek den dolin wynosi 0,3—0,8‰, jedynie ujściowe odcinki Mogielnicy i Świnki mają spadek powyżej 1‰.

Rzeką allochtoniczną względem badanego terenu, a jednocześnie zbierającą wszystkie wody powierzchniowe, jest Wieprz wypływający z obszaru Roztocza Środkowego. Powierzchnia jego zlewni powyżej obszaru badań wynosi około 5000 km². Reżim i wielkość odpływu Wieprza kształtowane są w obszarze Wyżyny Lubelskiej wraz z Roztoczem. Wieprz, najzasobniejsza rzeka badanego obszaru, przepływa przez południowo-zachodnią część tego terenu. Jest to rzeka o dobrze wykształconej dolinie, której charakter i rozmiary zmieniają się wraz z jej biegiem. Podobnie zmienia się kształt koryta, które szczególnie powyżej strefy przełomowej urozmaicone jest licznymi meandrami i starorzeczami. Średni z wieloletniego przepływ Wieprza w Łęcznej wynosi 16,6 m³ · s⁻¹. Wielkość i reżim odpływu Wieprza scharakteryzowano w pracy Wilgata (1968) oraz w *Mono grafii hydrologicznej* (1957). Zamieszczono wykresy miesięcznego współczynnika przepływu za okres 1951—1980 oraz 1976—1980 (ryc. 1).

Rytm i wielkość przepływu Wieprza w strefie badanego obszaru są przekształcone w wyniku poboru wody do Kanału Wieprz—Krzna. Na podstawie analizy materiałów hydrologicznych można stwierdzić, że przepływ Wieprza w latach 1966—1980 zmniejszył się średnio o 1,6 m³ · s⁻¹. W ostatnim pięcioleciu 1976—1980 w wyniku poboru wody do Kanału przepływ w Łęcznej był niższy około 3,5 m³ · s⁻¹, czyli o 1/4 wody płynącej w Krasnymstawie. Natomiast w okresie trzech względnie suchych lat 1976—1978 w Łęcznej przepływało o 3,8 m³ · s⁻¹ mniej, a więc około 27% średniego rocznego przepływu. Szczególnie duże zmniejszenie ilości płynącej wody notuje się w półroczu letnim, czyli w okresie naturalnie niskiego przepływu i dużych potrzeb wodnych Kanału Wieprz—Krzna.

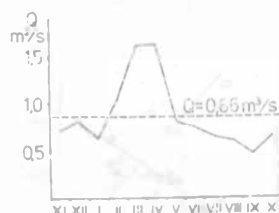
Do naturalnych strumieni uchodzi gęsta sieć rowów otwartych odwadniających obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego oraz Obniżenia Dorohuczy. System rowów rozbudowywany był od dawna. Część z nich wykonana została w miejscach okresowego odpływu, inne wykopano w celu odwodnienia zagłębień bezodpływowych. Sieć rowów odwadniających wykonanych przed 1939 r. uległa w następnych latach znacznemu zniszczeniu, do czego przyczyniły się zmiany ludnościowe oraz zmiany granic poszczególnych posiadłości. Natężenie prac melioracyjnych związane było z budową Kanału Wieprz—Krzna. W tym okresie rozbudowano według nowych założeń system rowów melioracyjnych, wykonano także drenowanie dużych powierzchni gruntów ornych i użytków zielonych oraz pogłębiono i umocniono niektóre ze starych rowów.

Uregulowanie rzek polegające na wyprostowaniu i pogłębieniu koryt oraz wybudowanie sieci rowów melioracyjnych przyczyniło się do zwiększenia drenażu płytkich wód podziemnych. Zabiegi hydrotechniczne i melioracyjne zwiększyły odpływ w czasie nadmiarów wilgoci, natomiast

w okresie posuszonym ilość wody docierającej do koryt rzecznych prawdopodobnie zmniejszyła się.

Eadany teren cechuje się dużą roczną i sezonową zmiennością odpływu, nawiązującą do wielkości opadów atmosferycznych oraz zużycia wody na parowanie i transpirację. Średni roczny odpływ jednostkowy z północnej strefy Wyżyny Lubelskiej wynosi około $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$, a ze zlewni górnej Tyśmienicy około $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$. Najwyższe średnie roczne odpływy wynoszą $7\text{--}8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$, a najniższe $0,9\text{--}1,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$. Zatem roczna zmienność odpływu wynosi około 8.

Ryc. 5. Średnie miesięczne przepływy
Świnki w Puchaczowie
Mean monthly discharge of the Świnka
river at Puchaczów

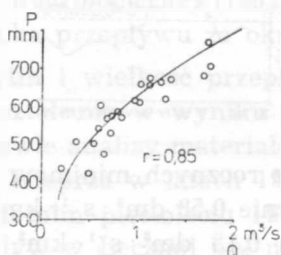


Średni niski odpływ jednostkowy liczony z rocznych minimów przepływu wynosi dla Świnki w Puchaczowie jedynie $0,58 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$, natomiast skrajnie niskie odpływy spadają do $0,15 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$. Przy ostatniej wartości przez profil hydrometryczny w Puchaczowie przepływa $30\text{--}40 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Jest to więc wielkość o połowę mniejsza od obecnego zrzutu ścieków i wód dołowych. Najwyższe przepływy przekraczają w Puchaczowie $12,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, czyli około $60 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$. Obliczony z podanych wielkości współczynnik nieregularności przepływu przekracza 400. Tak duże wahania przepływów podkreślają znaczną zmienność zasobów wynikających z nieregularności zasilania i małych możliwości retencyjnych terenu. Względnie małą rolę podłoża w regulowaniu odpływu podkreśla także udział zasilania podziemnego w odpływie całkowitym oscylujący średnio w granicach $50\text{--}55\%$. Najwyższy odpływ podziemny przypada na okresy o wysokim odpływie całkowitym.

Średni odpływ jednostkowy powyżej $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$ występuje dzięki wysokim spływom rejestrowanym zwykle w okresie roztopów wiosennych (ryc. 5). W lutym, marcu i kwietniu odpływa średnio $41\text{--}48\%$ całkowitej rocznej masy wody. W okresie listopada i stycznia oraz maja i lipca objętość odpływu stanowi po około 20% rocznego odpływu. W pozostałych miesiącach (sierpień—październik) w zależności od obfitości zasilania odpływa $15\text{--}20\%$ wody. W ujęciu wieloletnim maksimum odpływu przypada na kwiecień i marzec (odpływy jednostkowe powyżej $7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$). Najniższe przepływy w strefie przylegającej do Wyżyny Lubelskiej stwierdza się we wrześniu. Na Pojezierzu minimalne średnie miesięczne przepływy występują w lipcu. Różnica w terminach

występowania średnich minimalnych przepływów wynika z innego ułożenia warstw, wykształcenia litologicznego oraz z odmiennej miąższości strefy aeracji i saturacji (Wilga 1968).

Ilość odpływającej wody jest bardzo uzależniona od wielkości opadów. Potwierdza tę hipotezę duża zgodność między wielkością opadu liczonego jako średnia z notowań w Łęcznej, Garbatówce i Sawinie a rocznym przepływem Świnki w Puchaczowie (ryc. 6). Większa zgodność korelacyjna występuje wówczas, gdy opad roczny przesunięty jest o jeden miesiąc względem okresu przepływów (tzn. przepływy liczono w roku hydro-



Ryc. 6. Związek między opadem atmosferycznym i przepływem Świnki w Puchaczowie; P — roczny opad z okresu X—IX, Q — średni roczny przepływ z okresu XI—X, r — współczynnik korelacji

Relations of precipitation and discharge of the Swinka river at Puchaczów; P — annual precipitation of the period October—November, Q — mean annual discharge of the period November—October, r — correlation coefficient

logicznym XI—X, a opad X—IX). Prawdopodobnie we wrześniu i w październiku przy mniejszym parowaniu następuje uzupełnienie zapasów wód podziemnych uszczuplonych w okresie dużych letnich ubytków wody. Przyrosty przepływów (ryc. 6) przy niskich i wysokich rocznych opadach są różne. Przy małej sumie opadu rozrzut punktów jest nieco większy. Wskazuje to na znaczną rolę podłoża w przechwytywaniu wilgoci i w regulowaniu odpływu w okresach posusznych. Zamieszczone punkty obrazujące wielkości rocznego opadu i odpływu układają się parabolicznie, z nachyleniem ku osi przepływów. Powolne załamywanie krzywej następuje przy opadach powyżej średniej (570 mm), co świadczy o małej retencyjności podłoża. Roczny przepływ Świnki w Puchaczowie (Q_P) można obliczyć z równania regresji:

$$Q_P = 2271 + 0,0111 P^2 - 9,04 P$$

P — średni opad liczony z trzech stacji wyprzedzający okres przepływów o jeden miesiąc (X—IX), Q_P — przepływ w $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Roczna wielkość odpływu z dorzecza Świnki wykazuje także istotne związki korelacyjne ze stanami wód podziemnych. Na wykresie (ryc. 7) zamieszczono roczne stany wód podziemnych liczone jako wartość średnia ($\bar{H}$) z pomiarów w Barkach i w Hańsku oraz średni roczny przepływ w Puchaczowie (Q_P):

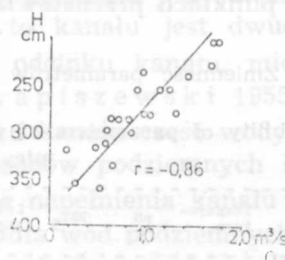
$$Q_p = 3380 - 8,90 H$$

Q_p — przepływ w $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; H — średni stan wód podziemnych w cm.

Uzyskane wyniki jednoznacznie dowodzą istnienia silnego związku między stanami wód podziemnych i wielkością rocznego odpływu. Przy wysokich stanach wód również obserwuje się tendencję do pochylenia się krzywej regresji ku osi przepływów, czyli przy dużym napełnieniu podłoża wodą zwiększa się odpływ, głównie powierzchniowy.

Ryc. 7. Związek między stanem wód podziemnych i przepływem Świnki w Puchaczowie; H — średni stan wód podziemnych obliczony ze stacji Barki i Hańsk, Q — przepływ, r — współczynnik korelacji

Relations of the underground water stage and the Świnka river discharge at Puchaczów; H — mean stage of underground waters calculated for Barki and Hańsk stations, Q — discharge, r — correlation coefficient



Równania pozwalające obliczyć roczną wielkość przepływu z rocznych stanów wód podziemnych i z rocznych wielkości opadu można byłoby ustalić również dla innych rzek. Jednakże z uwagi na krótki okres obserwacji istnieje niebezpieczeństwo popełnienia znacznych błędów, tym bardziej że ilość stacji hydrometrycznych jest również mała. Natomiast można obliczenia wykonane dla Świnki w Puchaczowie przenieść na sąsiednie tereny poprzez korelowanie rocznych opadów i stanów wód podziemnych z odpływem jednostkowym.

Stosunki wodne badanego terenu cechuje mała możliwość wymiany wód. Wiosenne nadmiary bezużytecznie odpływają do Wieprza. Nie ma możliwości zatrzymywania ich w podłożu, gdyż strefa aeracji jest bardzo mała. W okresie letnim stwierdza się duże niedobory wód, które mogą być uzupełniane z Kanału Wieprz—Krzna. Melioracje poprzez obniżenie bazy drenażu przyczyniają się do zmniejszenia lokalnych zasobów wodnych.

Przepływające przez rejon LZW Świnka i Mogielnica zasilane są z obszaru fizjograficznie zaliczanego do Polesia Lubelskiego. Bliskie sąsiedztwo Wyżyny Lubelskiej i płytkie występowanie podatnych na ługowanie węglanowych skał górnej kredy, co znajduje wyraz w zjawiskach krasu podpowierzchniowego (Wilgat 1950, Harasimiuk 1974), sprawia, że wody obydwu cieków wykazują cechy fizyczne i chemiczne właściwe rzekom wyżynnym. Badania zmienności tych cech w wo-

dach Świnki prowadzono w profilach Cycowa, Janowicy, Puchaczowa i sporadycznie Łącznej, zaś Mogielnicy w Woli Korybutowej, Szpicy i w Ciechankach Łańcuchowskich. Wody naturalne obydwu strug cechują się zbliżonymi wartościami niemal w przypadku wszystkich badanych cech (tab. 1). Nie stwierdzono znaczącego zróżnicowania z biegiem obydwu cieków.

Zgodnie z aktualnymi perspektywami rozbudowy LZW górne odcinki Mogielnicy i Świnki, zamknięte profilami w Woli Korybutowej i w Cycowie, mogą być punktami odniesienia do oceny zmian jakościowych wód w dolnych odcinkach obydwu rzek. Aktualną charakterystykę wód w tych punktach przedstawia tab. 1.

Tab. 1. Zmienność parametrów wód Świnki (w latach 1966—1983) i Mogielnicy (1979—1983)

Changeability of parameters of waters of the Świnka (in 1966—1983) and Mogielnica rivers (in 1979—1983)

Profil	Tempera- tura	pH	ZT ₅	Zawiesinność ogólna	Twardość ogólna	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Przewodowość właściwa	Sucha pozosta- łość
	/°C/		mg C ₂ /dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	μS/cm 18°C	mg/dm ³
Cyców	0,0-23	7,2-8,3	1,2-6,8	3,4-5,5	4,9-7,3	85-110	15-63	14-26	330-530	340-450
Wola Korybutowa	0,0-23	7,5-8,3	2,2-8,8	3,7-5,5	5,0-6,8	90-105	17-50	15-24	380-450	400-470

Z analizy zamieszczonych wartości, jak i na podstawie innych dostępnych materiałów wynika, że Świnka w górnym biegu, a Mogielnica na całej swej długości prowadzą wody, które najczęściej mieszczą się w II klasie czystości. Uwzględniając fakt niepunktowego zasilania (niemal zupełny brak źródeł) i płytkie występowanie wód podziemnych drenowanych przez te ciekі należy stwierdzić, że aktualny stan hydrosfery jest jeszcze dobry. Wymownym tego przykładem jest utrzymujący się w ciągu całego roku dość niski poziom chlorków i siarczanów (tab. 1) w stosunku do notowanych wartości w wodach studziennych. Wypływa z tego wniosek, że analizy chemiczne wód z płytkich studni nie mogą być przydatne do charakterystyki cech jakościowych wód podziemnych w sensie przestrzennym. Natomiast powszechnie uważa się, że w małych zlewniach rolniczych o niezbyt intensywnym nawożeniu charakter wód rzecznych jest funkcją jakości wód podziemnych i stanu doliny (koryta rzeki).

Uzupełnieniem informacji o wodach Świnki i Mogielnicy są ich wskaźniki saprobowości charakteryzujące intensywność rozkładu obumarłej substancji organicznej. Wynoszą one dla wód Świnki i Mogielnicy 2,0—3,6 strefy beta-mezosaprobowej (II klasa czystości). Wody tych rzek

nadają się do hodowli ryb (z wyjątkiem ryb łososiowatych), hodowli zwierząt gospodarskich, urządzania zorganizowanych kąpielisk, do celów rekreacyjnych i uprawiania sportów wodnych.

Elementem sztucznym i nie związanym z lokalnym obiegiem wody, a jednocześnie silnie ingerującym w stosunki wodne dużej części Pojezierza, jest Kanał Wieprz—Krzna, nawadniająco-odwadniający, o ogólnej długości 140 km (do 124 km kanał ma charakter nawadniający, a w dalszym biegu odwadniający). Kanał, zasilany z Wieprza, bierze początek w miejscowości Borowica. W górnym odcinku wykorzystuje dawną (kopalną) dolinę Wieprza, następnie wchodzi na teren działu wodnego II rzędu. Woda w kanale płynie grawitacyjnie, podobnie jest również rozprowadzana na obszary nawadniane. Koryto kanału jest dwudzielne. W pierwszym przekroju, w początkowym odcinku kanału, mieści się $9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a w drugim około $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kwapiszewski 1955, Wilgat 1957). W górnym i środkowym odcinku kanału część wody z jego koryta infiltruje poprzez dno i boki do zasobów podziemnych lub dostaje się do rowów opaskowych. W okresie napełnienia kanału poziom wody znajduje się 1—3 m powyżej zwierciadła wód podziemnych.

W celu prawidłowej eksploatacji kanału wybudowano doprowadzalnik Puchaczów—Bogdanka—Wola Wereszczyńska oraz obwałowano szereg jezior zamieniając je na zbiorniki retencyjne. Ponadto dla poprowadzenia wody na obszary nawadniane wykonano cały system rowów, które niezależnie od przeznaczenia drenują zasoby płytkich wód podziemnych. Obecna eksploatacja urządzeń melioracyjnych nie wszędzie jest staranna i umiejętna. Wiele rowów niższego rzędu silnie zarasta, w innych rowach urządzenia do piętrzenia wody zostały zdewastowane. Rowy zanieczyszczone nie spełniają już roli nawadniającej, jedynie odprowadzają okresowe nadmiary wody, co przyczyniło się do lokalnego obniżenia poziomu wód podziemnych (Wilgat 1980, Wach 1980). Podobnie nie jest doskonały system kontroli ilości pobieranej i rozprowadzanej wody opierający się obecnie na szacunkach i wyczuciu ludzi zajmujących się jej rozrządem. Obserwacje wodowskazowe i inne parametry notowane są niesystematycznie, a obliczone krzywe konsumpcyjne mają charakter teoretyczny.

Wieprz w profilu Łączna i Kanał w Puchaczowie prowadzą wody o odczynie słabo zasadowym w ciągu całego roku (pH 7,7—8,1) z niewielkim obniżeniem wartości pH w okresie wezbrań. Stwierdzone w latach 1981—1983 twardości węglanowe tych wód wynosiły 4,8—5,9 mval/dm³. Z równań dysocjacji kwasu węglowego wynika, że — poza okresami większych wezbrań wiosennych — wody Wieprza są przesycone węglanami, podobnie jak pozostałe rzeki Wyżyny Lubelskiej. Zawartość chlorków (również w kanale) jest niska (wynosi od 12 do 20 mg Cl/dm³).

Stwierdzona ilość siarczanów rzadko osiągała 40 mg SO_4/dm^3 . Dominacja jonów HCO_3^- i Ca^{2+} w składzie chemicznym Wieprza i Kanału Wieprz—Krzna decyduje o ich przynależności w podziale Szczukariewa-Prikłonskiego do (9 klasy) wód wodorowęglanowo-wapniowych.

Pod wpływem działalności gospodarczej większość naturalnych wód wodorowęglanowo-wapniowych ujmowanych w studniach zupełnie zmieniła skład chemiczny. W efekcie procesu industrializacji uwidocznią się dalsze ujemne zmiany składu chemicznego wód podziemnych, nie tylko w obszarach zabudowanych, ale również w całej strefie wód freatycznych. Refleksem pogarszania jakości wód podziemnych będą przeobrażenia składu chemicznego wód rzecznych. Emisja gazów (w tym głównie SO_2) doprowadzi do zakwaszenia wód i wzbogacenia ich w aniony siarczanowe, siarczynowe i kwaśne siarczyny. Bowiem dwutlenek siarki tworzy z wodą dwa jony nieznanego w stanie wolnym kwasu siarkawego (H_2SO_3):



Sole obu wspomnianych jonów są stosunkowo trwale i w kwaśnym środowisku mają właściwości redukujące, co dodatkowo wpływa na obniżenie cech jakościowych wody.

CHARAKTERYSTYKA WÓD POWIERZCHNIOWYCH STOJĄCYCH

W obrębie opracowanego obszaru znajduje się 12 jezior, położonych na południowym skraju centralnej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, reprezentujących różne typy zbiorników wodnych (tab. 2). Poza wymienionymi (tab. 2) na opisywanym obszarze istnieje wiele zbiorników o niewielkich wymiarach, wśród nich są też takie, które znaczą ślady dawnych zasięgów jezior: np. Maczułki, Uściwierzek, Łukietek, Ciesacín, a obecnie znajdują się w zaawansowanych stadiach zanikania.

Największym powierzchniowo jest Jezioro Uściwierz (tab. 2) o średniej głębokości 3,1 m i pojemności 9167 tys. m^3 (Wilgat 1954). Mała głębokość wspomnianego jeziora, jak i większości pozostałych sprawia, że całe masy wód są pod ciągłym wpływem czynnika solarne go, a różnice temperatur w pionie są nieznaczne. Roczne wahania temperatury dochodzą, a niekiedy przekraczają 20°C . Cała zgromadzona woda znajduje się więc w strefie epilimnionu. Dwa zbiorniki — Piaseczno i Rogóźno — mają głębokość przekraczającą 20 m. Pierwsze z nich jest najgłębszym zbiornikiem na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim.

Powiązania poszczególnych jezior z systemami wodnymi, podobnie jak i ich rozmiary, są bardzo zróżnicowane. Są tu jeziora pozbawione zarówno dopływu, jak i odpływu powierzchniowego, jeziora z naturalnym

Tab. 2. Zestawienie jezior
List of lakes

Nazwa jeziora	Poprzednie wymiary /ha/	Współrzędne /km/	Stany	Uwagi
Arżenka*	174 /19,4/	17,4	Ep	R
Lukaz	56,5	1,3	Ep	IWR
Ropółno	54,1	1,6	Ep	IWR
Brzeziczno	7,7	1,12	Ep	rez.
Bięcino	54,7	1,8	Ep	IWR
Elkno	122 /25/	1,1	Ep	/E/
Uścierzna	284,1	1,5	Ep	
Polone	41,7	1,4	Ep	
Andryle	25,0	1,95	Ep	
Sumin	91,5	1,5	Ep	
Łęsków	108 /107/	1,3	Ep	R
Uścibskie	12,0	1,7	Ep	

Znaczenie symboli: O — jezioro o wodach z przewagą cech oligotroficznych, E — jezioro o wodach z przewagą cech eutroficznych, Ep — jeziora eutroficzne z masowymi zakwitami fitoplanktonu, R — zbiornik retencyjny, (R) — zbiornik retencyjny niewykorzystywany, IWR — jezioro intensywnie wykorzystywane rekreacyjnie, rez. — rezerwat.

W nawiasach podano dawne wymiary jezior przekształconych w zbiorniki retencyjne.

Meaning of symbols: O — lake with waters of predominant oligotrophic features, E — lake with waters of predominant eutrophic features, Ep — eutrophic lakes with abundant phytoplankton blooms, R — storage reservoir, (R) — non-exploited storage reservoir, IWR — lake, intensively used for recreation, rez. — reserve.

In brackets previous dimensions of lakes transformed into storage reservoirs.

odpływem powierzchniowym, jeziora pierwotnie bezodpływowe, a następnie połączone rowami z okolicznymi obszarami oraz jeziora włączone w systemy melioracyjne. Niektóre z jezior ostatniej grupy, przy aktualnym stanie organizacji i obecnych urządzeniach technicznych, praktycznie nie są wykorzystywane w systemie gospodarowania wodą, inne zostały przekształcone w zbiorniki retencyjne i są intensywnie wykorzystywane.

Efekty intensyfikacji działań gospodarczych przejawiające się w modyfikacjach systemu odwodnienia, zmianach reżimu, obniżeniu średniego położenia zwierciadła wód podziemnych oraz przekształceniu jakości wód będą w odmienny sposób oddziaływały na poszczególne zbiorniki. Istnieją jednak pewne cechy wspólne dla wszystkich jezior mogące stanowić podstawę do przewidywania niektórych typów reakcji zbiorników wodnych na zmiany środowiska geograficznego wynikające z antropopresji.

Duże zagrożenia dla wszystkich jezior niosą działania powodujące trwałe, znaczniejsze obniżenia poziomu zwierciadła wód podziemnych, jak

np. projektowane pogłębienie koryta rzeki Świnki. Ta względnie niewielka zmiana doprowadzić może do odwrócenia kierunku odwodnienia całego zespołu jezior grupy Uściwierza, aż do przesunięcia podziemnego działu wodnego pomiędzy Świnką i Piwonią na północ od jezior.

Jednocześnie jakiegokolwiek odkształcenie od stanu naturalnego układu zwierciadła wód podziemnych spowodować musi zmiany w reżimie wymiany wód jeziernych. Spodziewana modyfikacja układu odwodnienia zmieni kierunki i intensywność ruchu wód. Przy nieuniknionej zmianie średniego położenia zwierciadła z niemal horyzontalnego na nachylone ku południowi zwiększona zostanie intensywność wymiany wód (jeśli do jezior doprowadzone będą dodatkowe ilości wody w celu wyrównania ubytków powstałych wskutek zwiększonego ich drenowania). Należy sobie zdać sprawę z tego, że w warunkach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego obniżenie średniego poziomu wód w jeziorach zaledwie o 1 m może doprowadzić do zaniku niektórych zbiorników; linia brzegowa przesunie się o kilkadziesiąt metrów, a roślinność wyrastająca z dna może pokryć niemal całą taflę wodną.

Charakterystyczną cechą jezior jest ich słaba naturalna wymiana wód, która w ostatnich latach została w wielu zbiornikach przyspieszona poprzez doprowadzenie wód z Kanału. Wody te ze względu na bogactwo substancji mineralnych wzmagają procesy eutrofizacji. Wyraźnie zwiększona pierwotna produkcja jezior przejawia się w niektórych zbiornikach masowymi zakwitami fitoplanktonu (tab. 2). Wprowadzenie obcych wód uwidacznia się również w zmianach składu chemicznego oraz niektórych cech fizycznych wody.

W składzie chemicznym najważniejszą zmianą jest wzrost zawartości węglanów. Na przykład twardość węglanowa wód jeziora Krzcień wahała się w latach 1981—1983 w granicach 2,04—3,08 mval/dm³, jeziora Bikcze 1,6—2,74 mval/dm³. W tym samym czasie w epilimnionie jeziora Piaseczno zawartość węglanów wynosiła od 0,56 do 0,58 mval/dm³, a w Rotczu 1,4—1,6 mval/dm³. Na szczególną uwagę zasługuje niski poziom zawartości chlorków (7,4—12 mg Cl/dm³) i ich wyjątkowa (obok jonów wodorowęglanowych) stabilność w wodach jezior nie zasilanych z Kanału Wieprz—Krzna. Podobnie niskie zawartości, ale bardziej zmienne w skali roku stwierdzono w przypadku siarczanów. Jest to ważny argument świadczący o niewielkich zmianach hydrosfery centralnego rejonu LZW wywołanych dotychczasową działalnością człowieka.

Wyniki kilkuletnich badań jezior przylegających do CR LZW wskazują, że najniższym poziomem zmineralizowania cechują się zbiorniki nie mające łączności z wodami Kanału Wieprz—Krzna. Na badanym obszarze należą do nich jeziora Piaseczno i Rotcze. Jeziora te są szczególnie wrażliwe na zmiany względnych zawartości poszczególnych substancji

mineralnych. Nawet niewielkie podwyższenie wartości głównych jonów prowadzić może do dalszych zmian jakości i typu wody. Najczystsze na całym Pojezierzu jezioro Piaseczno już dziś ma wody pięciojonowe: dwuwęglanowo-siarczanowo-chlorkowo-wapniowo-sodowe. Warto nadmienić, że w warunkach naturalnych wody tego typu prawie nigdzie na kuli ziemskiej nie występują (P a z d r o 1977). Należy podkreślić dużą podatność wód tego jeziora i wód pozostałych zbiorników na dalsze zmiany jakości zgromadzonej wody.

Zwiększenie intensywności dopływu wód wyżynnych na obszar Pojezierza będzie miało rozliczne konsekwencje możliwe do wykrycia w przyszłości. Spodziewać się należy zmian charakteru jezior poprzez zwiększony dopływ substancji biogennych. Istnieje również niebezpieczeństwo wnoszenia do jezior i kumulacji w nich substancji nie będących naturalnymi składnikami wód. Substancje te dostaną się do wód płynących poprzez zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych, wód dołowych i chemikaliów z obszarów intensywnie użytkowanych rolniczo.

Każdy z możliwych do przewidzenia wariantów modyfikacji sytuacji hydrologicznej jezior oznacza w rezultacie drastyczne zmiany ich charakteru ekologicznego, wynikające z przyspieszonego procesu eutrofizacji, zarastania i wypłykania. Duże przemiany ekosystemów jezierskich i przyjeziernych wydają się prawdopodobne także ze względu na to, że ekosystemy te straciły w pewnym stopniu naturalną odporność właściwą ekosystemom pierwotnym, będąc układami w różnych stadiach adaptacji do modyfikowanych przez zabiegi melioracyjne stosunków wodnych. W celu przeciwdziałania degradacji jezior należałoby dla każdego zbiornika opracować odrębny program ochrony uwzględniający wyżej analizowane konsekwencje eksploatacji górniczej złóż węgla, jak również przemiany innych elementów zagospodarowania będące następstwem pośrednim górnictwa. Koniecznie muszą być to dokładnie przewidziane zmiany systemu melioracyjnego, który oddziałuje i będzie oddziałował na ekosystemy jeziernie i przyjeziernie, oraz zmiany w zagospodarowaniu zlewni jeziernych ze szczególnym uwzględnieniem ich reakcyjnej eksploatacji.

Południowo-wschodnią część badanego obszaru cechuje obfitość niewielkich zagłębień bezdopływowych pochodzenia krasowego, występujących tam, gdzie węglanowe skały kredowe pojawiają się na powierzchni lub na niewielkiej głębokości. Niektóre z tych zagłębień są stale wypełnione wodą, jednakże większość gromadzi wodę tylko okresowo, podczas roztopów wiosennych lub po wyjątkowo obfitych opadach. Wiele z tych zagłębień ma dna zajęte przez torfowiska, zazwyczaj częściowo wyeksploatowane, z licznymi wypełnionymi wodą wyrobiskami. Te osobliwe obiekty hydrograficzne opisane zostały jeszcze w początkach lat pięć-

dziesiątych przez Wilgata (1950), lecz do chwili obecnej nie zostały pod względem hydrologicznym zbadane, mimo że w powszechnym odczuciu ich rola jest niezwykle istotna w kształtowaniu obiegu wody znacznych obszarów wschodniej części międzyrzecza Wisły i Bugu.

Zagłębienia te były obiektami o różnym, przeważnie negatywnym znaczeniu dla zagospodarowania rolniczego. Okresowe występowanie w nich wody lub znaczne wahania jej poziomu powodowały wyłączenie z normalnego rolniczego zagospodarowania ich den i strefy przyległej do nich. Zagłębienia stale wypełnione wodą lub z dnami wypełnionymi torfem odznaczały się nieco mniejszymi wahaniami poziomu wody — nieco przewyższającymi wahania wód podziemnych pierwszego poziomu występującego w zwietrzałych utworach kredy. Dążenia gospodarujących rolników do uregulowania stosunków wodnych przejawiały się głównie w próbach włączenia do systemu odwodnienia powierzchniowego ciągów niewielkich zamkniętych zlewni zagłębień bezodpływowych poprzez kopanie otwartych rowów dochodzących czasem do kilkumetrowej głębokości. Nie wszystkie te systemy obecnie funkcjonują, niektóre (nie konserwowane) prowadzą wodę jedynie w okresach wyjątkowo wilgotnych.

Wydaje się, że przewidywanie perspektywicznych zmian układu stosunków wodnych obszarów z zagłębieniami bezodpływowymi poprzedzić winno rozpoznanie najistotniejszych cech ich funkcjonowania w stanie naturalnym. Należy zdać sobie sprawę, że obszary opisywanych zagłębień odznaczają się istotną cechą — brak tu zupełnie naturalnych dróg odwodnienia powierzchniowego. Spływ powierzchniowy pojawiający się epizodycznie kieruje wody ku zagłębieniom, a dopiero poprzez ich dna i kontakt hydrauliczny z wodami podziemnymi odbywa się dalszy etap procesu odwodnienia. Wody przenikające do zbiornika podziemnego migrują powoli (małe spadki hydrauliczne) ku peryferiom obszaru nieodwadnianego powierzchniowo, gdzie zasilają cieki powierzchniowe.

Ta cecha obiegu wody wydaje się wskazywać na najistotniejszy aspekt zagrożenia środowiska — wszystkie bowiem zanieczyszczenia (z powierzchni gruntu, zbiorników wód powierzchniowych i atmosfery) muszą być najpierw gromadzone w zagłębieniach bezodpływowych i następnie mogą przenikać do wód podziemnych. Jest to więc obszar odznaczający się wyjątkowymi warunkami sprzyjającymi kumulacji w niektórych punktach substancji degradujących. Chwilowe skażenie może mieć tu skutki długotrwałe.

Wprowadzone przez człowieka modyfikacje odwodnienia nieco te zagrożenia ograniczając dodają nowy, słabo poznany element — możliwość przyspieszenia i ewolucji z natury mało stabilnych procesów krasowych. Przewidywanie możliwych kierunków rozwoju opisywanego krajobrazu

w warunkach zmienionej przez człowieka dynamiki obiegu wody i jej odmiennego chemizmu jest zadaniem bardzo trudnym, czekającym na rozwiązanie.

PODSTAWOWE ZAGROŻENIA WÓD PODZIEMNYCH I POWIERZCHNIOWYCH

Przewidywanie zasięgu i charakteru zmian zachodzących w wyniku antropopresji jest zawsze zadaniem trudnym, szczególnie wówczas, gdy nie są dokładnie znane wielkości i charakterystyki oddziałujących obiektów. Dokonany przegląd stosunków hydrograficznych badanego obszaru w zestawieniu z aktualnymi zamierzeniami gospodarczymi pozwala na podkreślenie jego cech mogących mieć istotne znaczenie dla przedsięwzięć związanych z ochroną i racjonalnym wykorzystaniem zasobów wodnych. Poniższe wnioski można traktować jako kolejne uszczególnienie i rozwinięcie ogólnych zasad ochrony formułowanych dla tego obszaru już kilkakrotnie (Wilgat 1963, 1975, 1980; Wilgat i Fijałkowski 1975). Wydaje się, że można już wskazać konkretne i istotne zagrożenia, które nie wyeliminowane w porę mogą prowadzić do nieodwracalnych zmian w obiegu wody, a w perspektywie spowodować szereg poważnych form degradacji środowiska.

Efektem działalności górniczej i odwadniania dolnej kredy, jury i karbonu będzie osiadanie terenu. Zgodnie z przewidywaniami efekty te różnej wielkości obejmą obszar, przez które przepływają Świnka i Mogielnica oraz doprowadzalnik Puchaczów—Bogdanka—Wola Wereszczyńska. Następstwem osiadania terenu będą zmiany w morfologii prowadzące do modyfikacji naturalnej sieci rzecznej, powstania sztucznych zbiorników wody oraz do zwiększenia powierzchni obszarów podmokłych. Aktualne zamierzenia związane z osuszaniem osiadanego terenu idą w kierunku pogłębiania koryta Świnki i wykonania głębokich rowów odwadniających. Realizacja tych planów spowodowałaby wzrost drenażu wód podziemnych, dalsze niezamierzone obniżanie poziomu wód podziemnych i jezior, aż do przesunięcia podziemnych działów wodnych, czyli nastąpiłoby włączenie niektórych jezior do dorzecza Świnki (obecnie odwadnianych przez Piwonię). Obniżenie zwierciadła wody, nawet o 1 m, spowoduje przesunięcie linii brzegowej jezior, zwiększy intensywność ich zarastania oraz przyczyni się do osuszenia wartościowych przyrodniczo obszarów podmokłych.

Obniżenie zwierciadła wody podziemnej będzie również postępowało w związku z intensywnym poborem wód podziemnych dla potrzeb przemysłowych i komunalnych. Realizacja wielu budowli będzie wymagała długotrwałego obniżenia zwierciadła wody. Wytworzenie lejów depresyj-

nych może prowadzić do okresowego lub trwałego przesuszenia terenu, a więc do zaniku hydrofilnej roślinności. Dotychczasowa działalność gospodarcza związana z melioracjami spowodowała trwałe obniżenie zwierciadła wody w niektórych rejonach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (Wilga 1963, 1980; Wach 1980).

Intensyfikacja rolnictwa w strefie Kanału Wieprz—Krzna wymaga zwiększenia ilości doprowadzanej wody oraz wzrostu nawożenia. Pobór wody z Wieprza powoduje duże zmniejszenie przepływu tej rzeki w strefie budowanego zagłębia węglowego. Ilość płynącej wody przez profil w Łęcznej niekiedy nie osiąga $4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Niski przepływ stanowi zagrożenie dla życia biologicznego i jakości wód Wieprza przepływających przez stale rozbudowujące się miasto Łęczna.

Doprowadzenie żyznych wód Wieprza do jezior spowodowało istotne zmiany składu chemicznego naturalnych wód tych zbiorników oraz przyczynia się do wzrostu ich eutrofizacji. Zmiany ilościowe substancji mineralnych w wodach jezior będących jednocześnie zbiornikami retencyjnymi uwidaczniają się głównie w znacznym wzroście ilości wodorowęglanów i wapnia. Dopływy substancji odżywczych dla roślin wodnych tych jezior (spływy nawozów mineralnych i substancji biogenych) unaocznia się masowymi zakwitami fitoplanktonu. Utrudniona naturalna wymiana wód w zbiornikach jeziornych i ograniczona ich zdolność do samoczyszczania prowadzi do kumulacji doprowadzanych zanieczyszczeń.

Zrzut różnorodnych ścieków i wód dołowych powoduje przekształcenie składu chemicznego wód Świnki. Obecny zrzut wód zanieczyszczonych do tej rzeki wynosi około $80 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a więc dwukrotnie więcej niż zarejestrowany minimalny przepływ w Puchaczowie. Ilość zrzuconych wód, wraz z rozszerzaniem frontu robót górniczych, będzie systematycznie wzrastała (Rózkowski 1980), będzie również rosła koncentracja chlorków i siarczanów. Doprowadzi to do całkowitego przekształcenia reżimu odpływu i cech fizyczno-chemicznych wód powierzchniowych.

Niezamierzona działalność człowieka doprowadziła do zmiany jakości wód podziemnych w obrębie obszarów zabudowanych. Zanieczyszczenia docierają do wód poprzez cienki płaszcz utworów dobrze i średnio przepuszczalnych. Zmiany jakości wód stwierdzone w studniach nie oznaczają przeobrażeń wód podziemnych w całych zlewniach. Dalsza intensyfikacja rolnictwa będzie również uwidaczniała się wzrostem zanieczyszczeń wód podziemnych i powierzchniowych. Zagrożenie dla jakości wód stanowi także wzrost emisji zanieczyszczeń, szczególnie silny w przypadku zlokalizowania w rejonie LZW elektrowni ciepłej.

Właściwe rozwiązanie problemu racjonalnego użytkowania zasobów wodnych i ich ochrony warunkuje utrzymanie walorów przyrodniczych i gospodarczych tego terenu oraz wyraźnie determinuje szanse powodze-

nia nowych przedsięwzięć inwestycyjnych. W tym celu należy postulować rozwiązania mające na celu wyeliminowanie:

1) możliwości docierania skażeń przemysłowych do atmosfery i powierzchni terenu w obszarach występowania płytkich wód podziemnych przykrytych cienką przepuszczalną warstwą utworów piaszczystych,

2) zwiększania poboru wód z Wieprza w okresie niskich przepływów oraz ograniczenie ładunku zrzucanych ścieków, aby wody tej rzeki pozostały w II klasie czystości,

3) obniżania zwierciadła wód podziemnych w sąsiedztwie jezior i w obszarach występowania zagłębień krasowych,

4) penetracji wód allochtonicznych lub innych wód zanieczyszczonych do jezior i obszarów zasilających zbiorniki wodne.

LITERATURA

- Brześciańska B. 1977: Stosunki wodne w zlewni górnej Tyśmienicy. Maszynopis Zakł. Hydrografii UMCS, Lublin.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1974: Charakterystyka morfologiczno-hydrologiczna grupy jezior Uściwierz. Przewodnik XII Zjazdu PTG, Lublin.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1981: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Orzechów Nowy. Wyd. Geol. Warszawa.
- Chałubińska A., Wilgat T. 1954: Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. Przewodnik V Zjazdu PTG, Lublin.
- Fijałkowski D. 1959: Szata roślinna jezior Łęczyńsko-Włodawskich i przylegających do nich torfowisk. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, s. B, v. XIV. Lublin.
- Harasimiuk M. 1974: Warunki rozwoju zjawisk krasowych na pograniczu Polesia i Pagórów Chełmskich. Przewodnik XII Zjazdu PTG, cz. II, Lublin.
- Harasimiuk M., Henkiel A. 1980: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Łęczna. Wyd. Geol., Warszawa.
- Harasimiuk M., Henkiel A. 1981: Kopalne formy dolinne w okolicy Łęcznej i ich znaczenie dla paleografii dorzecza Wieprza. Kwart. Geol. T. 25, z. 1, Warszawa.
- Herbich P. 1980: Tektoniczne uwarunkowanie horyzontalnej anizotropii wodoprzepuszczalności utworów górnej kredy rejonu Chełma. Techn. Poszuk. Geol. z. 3, Warszawa.
- Jahn A. 1956: Wyżyna Lubelska. PWN. Warszawa.
- Kandror J. S., Bokina A. J. 1963: Giginiczeskoje normirowanije solewogo sostawa pitniewoj wody. Moskwa.
- Krajewska S. 1972: Strefowość zawodnienia utworów górnej kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Prace Hydrogeol. Inst. Geol. S. spec. z. 3, Warszawa.
- Kwapiszewski J. 1955: Melioracje terenów wododziałowych Lubelszczyzny (Kanał Wieprz—Krzna). Gosp. Wod. z. 9. Warszawa.
- Liszkowski J. 1977: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Ostrów Lubelski. Wyd. Geol. Warszawa.

- Łoś M. 1975: Oddziaływanie Lubelskiego Zagłębia Węglowego na system Kanału Wieprz—Krzna. Wiad. Melior. z. 12, Warszawa.
- Łozińska-Stępień H. 1975: Zmienność własności fizyczno-mechanicznych kredy piszącej Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Geol. Univ. Warszawskiego, T. 18, Warszawa.
- Maruszczak H. 1966: Zjawiska krasowe w skałach górnokredowych międzyrzecza Wisły i Bugu. Przegl. Geogr. T. XXXVIII, z. 3, Warszawa.
- Misztal M. 1980: Porównanie składu chemicznego wód glebowych i podziemnych obszaru kredowego. Folia Soc. Scient. Lublinensis, v. 22, Geogr. 1, Warszawa.
- Monografia hydrologiczna dorzecza Wieprza. 1957: Prace PIHM, z. 43, Warszawa.
- Paczyński B., Jarząbek-Gałązka H., Michalska M. 1965: Wody podziemne regionu kredy lubelskiej. Inst. Geol. Warszawa.
- Pazdro Z. 1977: Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol. Warszawa.
- Porzycki J. 1976: Budowa geologiczna COW w LZW. Przegl. Geolog. T. XXIV, z. 7, Warszawa.
- Radwan S., Kowalczyk S., Podgórski W., Fall J., 1973: Materiały do hydrochemii Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego cz. III. Właściwości fizyczne i chemiczne. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, s. C, v. XXVIII, Lublin.
- Rózkowski A. 1980: Ocena obliczeń dopływów wód do wyrobisk górniczych projektowanych kopalni w Centralnym Rejonie Węglowym. Mat. z sesji nauk. IG. Metody i wyniki badań hydrogeolog. złóż węgla kamiennych CR LZW. Wyd. Geol. Warszawa.
- Rózkowski A., Rudzińska T. 1978: Model hydrogeologiczny Centralnego i Północnego okręgu węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. Geolog. T. 22, nr 2, Warszawa.
- Wach J. 1980: Wpływ melioracji na zmiany w środowisku przyrodniczym (na przykładzie okolic Ludwina — Polesie Lubelskie). Geographia Studia et dissertationes. Uniw. Śl. t. 3.
- Wilgat T. 1950: Kras okolic Cycowa. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska s. B, v. IV, Lublin.
- Wilgat T. 1954: Jeziora łęczyńsko-włodawskie. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska s. B, v. VIII, Lublin.
- Wilgat T. 1957: Stosunki geomorfologiczno-hydrograficzne w strefie Kanału Wieprz—Krzna. Przegl. Geol. T. 29, z. 2, Warszawa.
- Wilgat T. 1959: Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska s. B, v. XII, Lublin.
- Wilgat T. 1963: Budowa geologiczna, rzeźba, wody Polesia Lubelskiego. Polesie Lubelskie, Lublin.
- Wilgat T. 1965: Mapa geomorfologiczna zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Lublin.
- Wilgat T. 1968: Przeglądowa mapa hydrogeograficzna województwa lubelskiego. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, s. B, v. XX, Lublin.
- Wilgat T. 1973: Perspektywy ochrony środowiska w Lubelskim Zagłębiu Węglowym, Aura z. 11, Kraków.
- Wilgat T. 1974: Zmiany środowiska geograficznego i jego ochrona w województwie lubelskim. Przewodnik XII Zjazdu PTG, Lublin.
- Wilgat T. 1975: Zagadnienie ochrony środowiska w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Sylwan, nr 12, Puławy.
- Wilgat T. 1980: Możliwości zmian stosunków wodnych pod wpływem robót górniczych w Centralnym Rejonie LZW. Mat. z sesji nauk. Inst. Geol. Metody

- i wyniki badań hydrogeologicznych złóż węgla kamiennych CRW LZW. Wyd. Geol. Warszawa.
- Wilgat T., Fijałkowski D. 1975: Projekt ochrony krajobrazu w przyszłym Lubelskim Zagłębiu Węglowym, Ochr. Przyrody. R. 40, Warszawa.
- Wilgat T., Michalczyk Z., Paszczyk J. 1984: Płytkie wody podziemne w obszarze związanym z centralnym rejonem Lubelskiego Zagłębia Węglowego. UMCS Lublin.
- Wilgat T., Nowacka M., Bartoszewski S. 1977: Ochrona środowiska w rejonie wpływu Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Mat. Ogólnopolskiej Konf. Kartogr. T. V, Gdańsk.
- Wyrwicka K. 1977: Wykształcenie litologiczne i węglanowe surowce skalne mastrychtu lubelskiego. Biul. Inst. Geol. 299, Z badań złóż surowców skalnych w Polsce. T. IX, Warszawa.

РЕЗЮМЕ

Исследованиями обнята площадь поверхностью около 500 км² расположена вокруг строящихся шахт Люблинского угольного бассейна (ЛУБ). Этот район до сегодняшнего времени не подвергался значительным процессам деградации географической среды связанным с хозяйственной деятельностью человека. Концепции хозяйственного использования, этого района, традиционно сельскохозяйственно-скотоводственного, предрасположенного для таких функций природными условиями и мелиоративными предприятиями, радикально изменились в направлении развития горного дела и промышленности. Следствием перемены будут значительные изменения в системе водных соотношений, т.е. в элементе решающим о природных ценных свойствах природной среды, а также обуславливающие большую продуктивность всех видов хозяйства. Освоение этого района очень чувствительного на антропопрессию в водные соотношения требует тщательного подхода к разработке последствий воздействия человека на среду.

Исследованный район находится в средне-восточной части бассейна р. Вепш, обнимает нижние и средние части его приток: Свишки и Могельницы а также верхние Тысьменицы и Пивонии. Через исследованный район проходит также канал Вепш—Кшна со всей системой канав, водохранилищ итд.

Меловые отложения более древнего основания покрыты несплошным четвертичным покровом мощностью до нескольких десятков метров. Изменчивость литологии этих отложений, их условий фильтрации в вертикальном профиле и в пространстве проявляется в характере залегания близко дневной поверхности подземных вод, повсеместно существующих в районе Люблинского Полесья. Несколько глубже — до 30 м подземные воды залегают в дифференцированных литологически меловых отложениях. Сильно выветрившиеся кровлевые слои карбонатных отложений мела затрудняют снабжение среднеобильного в подземные воды мелового яруса. Разнородность гидрологических условий позволяет выделить на исследованном районе пять площадей с отличающимися чертами залегания вод (рис. 2). Эти положения связаны между прочим с разными режимами колебаний зеркала подземных вод, различными чертами химизма и термичности воды. Особого внимания заслуживает факт неглубокого залегания вод — в небольшой части района на глубине менее 2 метров. Это обусловлено неглубоким залеганием труднопроницаемых слоев, а прежде всего слабым развитием рельефа и речной сети.

Неглубокое залегание зеркала подземной воды не ограничивает проникновения загрязнений в места добычи воды — колодца. Мерой неправильных перемен качественных черт вод являются показатели содержания соли хлора (рис. 3), сульфата (рис. 4), а также бактерии *Coli*. Эти загрязнения приписывают однако локальным притокам разных субстанций до подземных вод в пределах сельскохозяйственных дворов. Это не имеет пока большого влияния на пространственное загрязнение подземных вод исследованного района.

Русла почти всех природных потоков были в рассматриваемом районе искусственно моделированы, многократно выпрямлялись и углублялись. Дренажное районное поступает также через густую сеть канав. Исследованный район характеризует большая годовая и сезонная изменчивость стока. Принимается, что мелиорационные действия добавочно увеличили сток во время избытка воды. Сток из бассейна р. Свинки указывает сильную связь с атмосферным увлажнением (рис. 6), а также с уровнями подземных вод (рис. 7). Воды Свинки и Могельницы, благодаря снабжению из районов мелового яруса залегающих близко дневной поверхности, обнаруживают физические и химические черты свойственные рекам возвышенностей. В верхних течениях воды обеих рек называют еще относительно хорошее качество.

Ритм и величина течения Вепша в зоне исследованного района преобразованы в итоге отбора воды для канала Вепш-Кшна. Течение Вепша в годы 1966—1980 в результате отбора воды уменьшилось в среднем на $1,6 \text{ м}^3/\text{сек.}$, а в течение „сухих“ лет 1976—1978 уменьшение достигало даже величины $3,8 \text{ м}^3/\text{сек.}$, что составляло 27% годового течения. Отбор воды происходит главным образом во время естественного низкого течения Вепша.

Естественные водоемы представлены озерами (в числе свыше десятка) очень разного характера (табл. 2) характеризуются исключительными качествами природными и ландшафтными. Это объекты особенно чувствительные к всяким изменениям условий циркуляции воды. Податливость озер на изменения качества обусловлена малой емкостью и медленным обменом вод. Чувствительность озер на всякие воздействия человека вытекает также из низкого уровня полной минерализации их естественных вод. Воды одного из наиболее чистых озер исследованного района — озера Пясечно — характеризуются минерализацией порядка 70 мг/дм^3 . По этому небольшие даже абсолютные притоки загрязнений могут изменять гидрохимический тип вод, чаще всего из простых HCO_3 — Ca на четыре и пятиионные.

Рассматривая возможные последствия горно-промышленного благоустройства рассматриваемого района можно заключить, что в планах развития следует избегать мероприятий, которые определенным образом, модифицируя условия циркуляции воды, имели бы наиболее грозные последствия для географической среды. Наибольшей угрозой для природы ЛУБ считается понижение зеркала воды. Следует также исключить возможность притока атмосферных загрязнений из поверхности почвы близи поверхности залегающие подземные воды прикрытые лишь тонким слоем хорошо проницаемых отложений и в места развития карстовых явлений. Недопустимо увеличение отбора воды из Вепша во время низких течений. Следует ограничивать количество сточных вод до поверхностных вод. В хозяйственной деятельности нельзя допустить до постоянного и временного понижения вод в соседстве озер, а также следует ограничить проникание вод из возвышенностей на Полесье.

SUMMARY

The study comprised the area of about 500 km², located close to the mines under construction in the Lublin Coal Basin. This region had been, until recent times, devoid of more serious degradations of the environment, resulting from the Man's economic activity. The previous ideas of the economic use of this area, usually for farming (for which it was predisposed by its natural environment and irrigation investments), have been radically changed towards the development of mining and industry. Such changes must result in considerable transformations of the water relations, that is of the element that plays a predominant role in a creation of the high natural quality of the area and enables a large productivity of all economic works. The use of this area with highly susceptible water relations to any antropologic stress, speaks for a keen approach to present the effects of the Man's activity in the natural environment.

The studied area is located in the mid-eastern part of the Wieprz drainage basin and comprises the lower and middle reaches of its tributaries (Swinka and Mogielnica), and the upper ones of Tyśmienica and Piwonja. This area is also cut by the Wieprz—Krzna Canal, together with the whole system of conveyers, reservoirs and irrigation ditches.

The Cretaceous rocks of the older bedrock are covered by a discontinuous mantle of the Quaternary deposits, with a thickness to several dozen metres. A lithologic changeability of these deposits, of their filtration parameters in a vertical section and spatially, is reflected by the occurrence of the shallow ground waters, common in the Polesie Lubelskie region. Slightly deeper ground waters (to 30 m) occur inside lithologically differentiated Cretaceous deposits. The intensively weathered top series of the carbonaceous Cretaceous rocks make a feeding of the medium-rich ground water bed of the Cretaceous reservoir difficult. A differentiation of hydrogeological conditions enables to distinguish in this area five zones with distinct features of water occurrence (Fig. 2). It is possible, among others, due to different regimes of the ground water table fluctuations, different chemical and thermic properties of a water. A particular attention should be paid to a shallow occurrence of waters, in most of the area even less than 2 m. It results from a shallow occurrence of aquitards but first of all, with a small hypsometric differentiation of the area and poor development of the fluvial pattern.

A shallow occurrence of the underground water table does not restrict a penetration of pollution into water intakes, commonly the dug wells. Improper changes of qualitative properties of waters is proved by content indices of chlorides (Fig. 3), sulphates (Fig. 4) and NPL of Coli bacteria. But such pollution is ascribed to local unfluence of various substances into the ground waters at farms. Until now, the latter has no significant influence on a spatial pollution of ground waters in the studied area.

The channels of almost all the natural streams in this area have been artificially modelled, many a time straightened and deepened. The draining of the area is also caused by a dense network of irrigation ditches. The great yearly and seasonal changeability of the runoff is typical for this region. The irrigation works are expected to increase additionally the runoff during the water excess. The runoff from the Swinka drainage basin proves a strong connection with a precipitation (Fig. 6) and with ground water stages (Fig. 7). Due to feeding from the zones with a shallow occurrence of the Cretaceous deposits, the waters of the Swinka and Mogielnica rivers have physical and chemical properties typical for

the upland rivers. The waters of these both rivers are still of a relatively good quality upstream.

The rhythm and the volume of the Wieprz discharge in the analyzed area are disturbed due to water consumption by the Wieprz—Krzna Canal. In result, the Wieprz discharge was decreased in 1966—1980 about 1.6 m³s on the average but during the dry years of 1976—1978 even about 3.8 m³s that is 27% of the whole annual volume. This water intake occurs mainly during the natural low stages of the Wieprz River.

The natural water reservoirs are represented by several lakes of highly varying characteristics (Table 2), being of exceptional landscape and natural value. These lakes are the objects that are particularly susceptible to all the changes in the water circulation. A susceptibility of lakes to qualitative changes results from their small volume and slow water exchange in each reservoir. Their reaction to any anthropogenic factors is also a result of the low total mineralization of the natural waters. The waters of the purest lake in the analyzed area, of the Piaseczno Lake, have the mineralization of about 70 mg/dm³. For this reason, small absolute influx of pollution can change the hydrochemical type of the waters, usually from simple HCO₃—Ca into four and five ionic ones.

Considering the possible consequences of the mining-industrial use of this area, it was found that the plans of their development should avoid the works which modify in a definite way the water circulation thus, being most dangerous for the environment. The lowering of the water table is considered to be most dangerous for the nature in the Lublin Coal Basin. A possible movement of atmospheric pollution from the soil surface to shallow ground waters under a thin bed of permeable rocks and to karst areas should be eliminated. An increased intake of the Wieprz waters during the low water stages should be avoided. On the other hand, the volume of the sewage to the surface waters should be decreased. The economic activity cannot result in a constant and periodical lowering of the ground water table close to the lakes and the infiltration of the upland waters in the Polesie should be limited.