

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL. XLIV/XLV, 10

SECTIO B

1989/1990

Zakład Hydrografii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS

Zdzisław MICHALCZYK, Marek TURCZYŃSKI

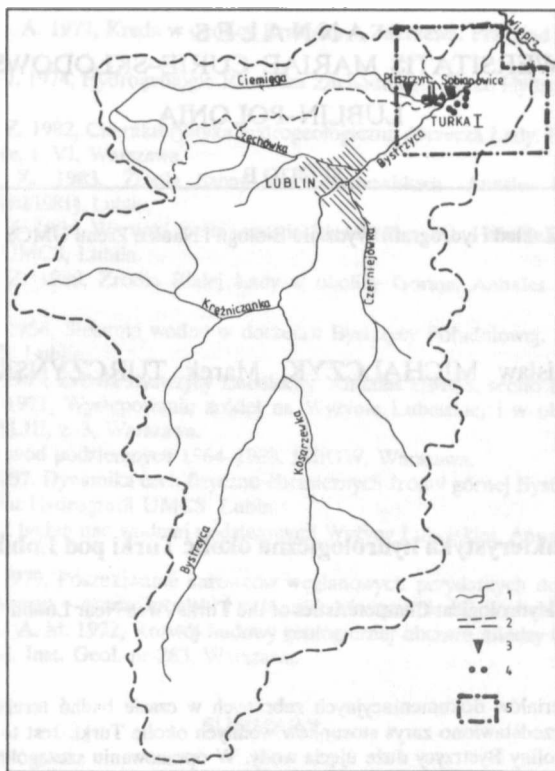
Charakterystyka hydrologiczna okolic Turki pod Lublinem

Hydrological Characteristics of the Turka Area Near Lublin

Na podstawie materiałów dokumentacyjnych zebranych w czasie badań terenowych prowadzonych w latach 1981–1989 przedstawiono zarys stosunków wodnych okolic Turki. Jest to teren, w którym zlokalizowano w strefie doliny Bystrzycy duże ujęcia wody. W opracowaniu szczególnie nacisk położono na warunki występowania wód, dynamikę zwierciadła wód podziemnych, roczne i sezonowe zróżnicowanie odpływu, zmienność zasilania rzek wodami podziemnymi, zasoby wodne, cechy fizykochemiczne wód oraz zmiany stosunków wodnych.

WSTĘP

W latach 1981–1989 prowadzone były w Zakładzie Hydrografii UMCS badania hydrologiczne i hydrogeologiczne w okolicy Turki, znajdującej się 10 km na wschód od Lublina. Badania terenowe obejmowały szczegółowe kartowanie hydrograficzne, coroczne pomiary kilkuset punktów badawczych, powtarzane pomiary głębokości występowania zwierciadła wody w kilkudziesięciu punktach (studnie kopane, wiercone i piezometry) wykonywane w odstępach miesięcznych lub tygodniowych. W styczniu 1981 r. założono w dolnym biegu Ciemiegi wodowskaz, z którego obserwacje wykorzystano do obliczenia zasobów wodnych badanego terenu i całej zlewni. Prace te związane były z dokumentowaniem stosunków wodnych i ich przemian zachodzących w sąsiedztwie ujęcia wody, pierwotnie Odlewni Żeliwa Fabryki Samochodów Ciężarowych, a następnie Zakładów Metalurgicznych w Lublinie. Studnie przemysłowego ujęcia wody, zlokalizowane w 1976 r. w dolinie Bystrzycy, zostały wybudowane w latach 1976–1980 po obu stronach rzeki: na prawym brzegu ujęcie Turka I, na brzegu lewym Turka II. W 1983 r. zakończono budowę magistrali przesyłowej wody do Zakładów Metalurgicznych oraz rozpoczęto eksploatację dwu z sześciu studni ujęcia Turka I. W drugiej części ujęcia wybudowane są tylko studnie wiercone.



Ryc. 1. Położenie obszaru badań w dorzeczu Bystrzycy: 1 – rzeki; 2 – działy wodne; 3 – wodowskazy; 4 – studnie ujęcia Turka I i II; 5 – obszar badań

Situation of the examined area in the Bystrzyca river basin: 1 – rivers; 2 – watersheds; 3 – water-gauges; 4 – water intake wells at Turka I and II; 5 – examined area

Teren badań, w kształcie prostokąta o powierzchni 110 km² (ryc. 1), jest położony na pograniczu wschodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego i Równiny Łuszcowskiej – subregionów Wyżyny Lubelskiej (A. Chałubińska i T. Wilgajt 1954), które rozdziela głęboko wcięta dolina Bystrzycy, rozwinięta w strefie nieciągłości tektonicznej paleozoicznego podłoża (M. Harasimuk, A. Henkiel 1982). Obszar ten cechuje dość duże zróżnicowanie wysokości względnych i bezwzględnych. Dno doliny znajduje się na wysokości od 155 do 164 m n.p.m., a leżące na północ i południe obszary wierzchowinowe wznoszą się do 205 m n.p.m.

Celem opracowania jest przedstawienie warunków występowania wód oraz analiza przekształceń stosunków wodnych zachodzących w sąsiedztwie dużych ujęć wody, budowanych w obszarze występowania szczelinowo-warstwowych wód Wyżyny Lubelskiej. W regionie tym potrzeby wodne ludności i gospodarki pokrywane są głównie z zasobów podziemnych. Dotyczy to także Lublina, liczącego 350 tys. mieszkańców, w którym pobór wody podziemnej w okresie powojennym wzrósł dziesięciokrotnie. Skutki wynikające ze złej lokalizacji studni lub z niewłaściwie określonych zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych prowadzą do nieodwracalnych przekształceń środowiska przyrodniczego zachodzących w sąsiedztwie ujęć wody.

Ograniczenie szkodliwych przekształceń środowiska możliwe jest tylko po dokładnym poznaniu stosunków wodnych.

BUDOWA GEOLOGICZNA

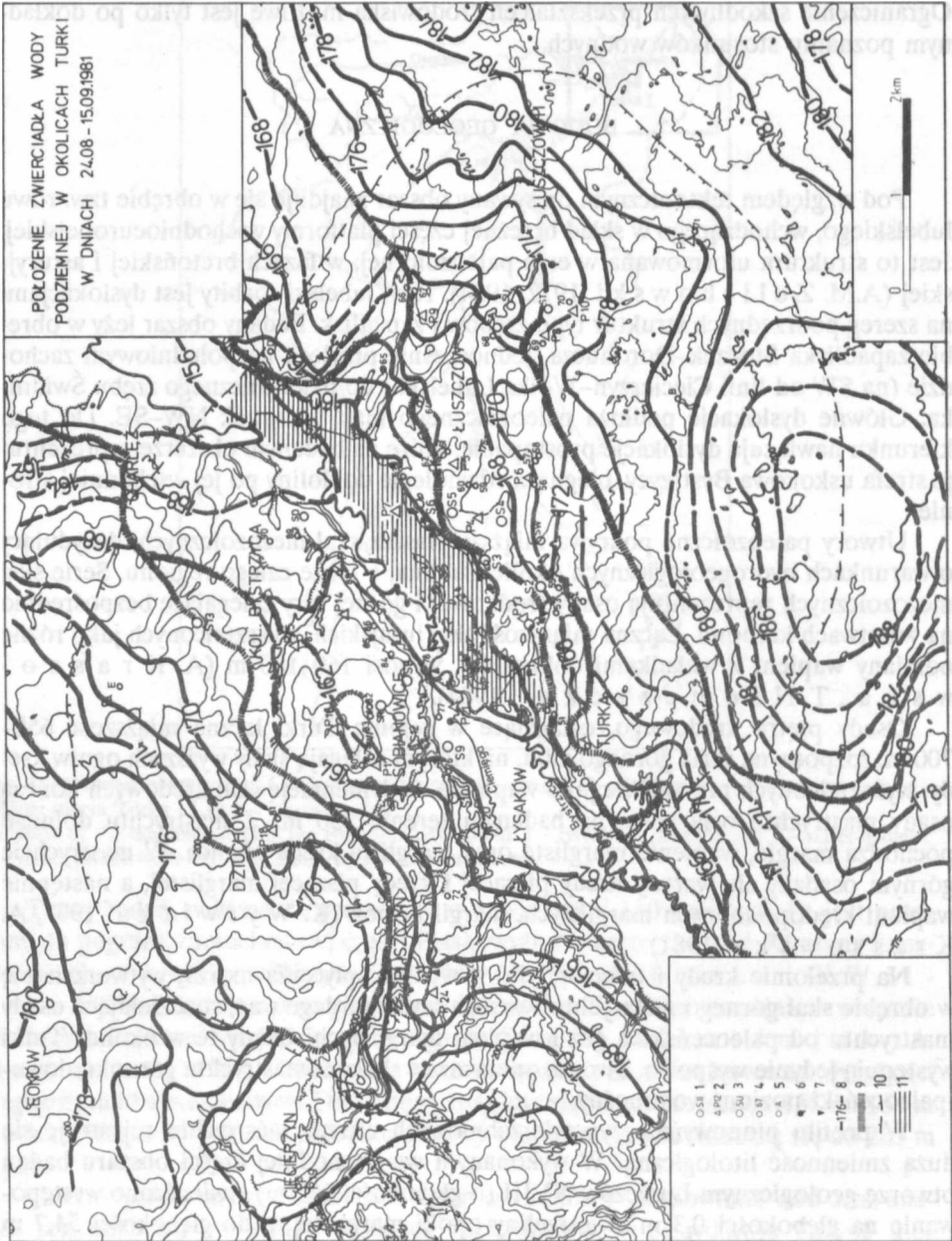
Pod względem tektonicznym opisywany obszar znajduje się w obrębie tzw. rowu lubelskiego, wchodzącego w skład brzeżnej części platformy wschodnioeuropejskiej. Jest to struktura uformowana w erze paleozoicznej, w fazach bretońskiej i asturyjskiej (A.M. Żelichowski 1972, 1984). Rów lubelski rozbity jest dyslokacjami na szereg podrzędnych struktur typu zrębów i zapadlisk. Badany obszar leży w obrębie zapadliska Stoczek–Dorohucza, jednocześnie przylega na południowym zachodzie (na SW od linii Ciecierzyn–Wólka Lubelska) do paleozoicznego zrębu Świdnika. Główne dyslokacje podłoża paleozoicznego mają kierunek NW–SE. Do tego kierunku nawiązują dyslokacje prostopadłe, które na badanym obszarze reprezentuje strefa uskokowa Bystrzycy, biegnąca równolegle do doliny po jej wschodniej stronie.

Utwory paleozoiczne pokrywa miąższy płaszcz skał mezozoicznych, decydujący o warunkach hydrogeologicznych okolic Lublina, a także całego regionu. Serię skał mezozoicznych reprezentują osady środkowej i górnej jury zalegające bezpośrednio na warstwach karbonu. Łączna miąższość skał jurajskich, wykształconych jako różne odmiany wapieni z wkładkami dolomitów, wynosi 160–180 m (A. Krawcowska, T. Niemczyk 1984).

Osady piętra kredowego, osiagające w rejonie Turki łączną miąższość 650–700 m, rozpoczyna seria górnego albu, na którym zalegają skały wyższych ogniw kredy, wykształconych przeważnie jako wapienie. Sedymentację skał kredowych kończą osady mastrychtu osiagające na badanym terenie 350 m. Z mastrychtu dolnego pochodzą margle, wapienie margliste oraz marglista kreda pizająca. W mastrychcie górnym osadziły się wartwy kredy pizającej i kredy pizającej marglistej, a następnie wapieni kredopodobnych marglistych, margli i opok (K. Wyrycka 1977, A. Krawcowska 1981).

Na przełomie kredy i trzeciorzędu, w wyniku spłylenia morza, wytworzyła się w obrębie skał górnego mastrychtu warstwa tzw. twardego dna, rozdzielająca osady mastrychtu od paleoceńskich gez i wapieni marglistych. Osady te w okolicy Turki występują jedynie wypow. Tworzą one wraz ze skałami mastrychtu górnokredowo-paleoceński poziom wodonośny.

W profilu pionowym przypowierzchniowych warstw mastrychtu rejestruje się dużą zmienność litologiczną. W wykonanym we wschodniej części obszaru badań otworze geologicznym Łuszczów XVIII (o głębokości 150 m) stwierdzono występowanie na głębokości 0,3 m zwietrzeli opoki marglistej, a do głębokości 54,7 m wyróżniono 62 warstwy. W górnej części profilu istnieją kilkudecymentrowe warstwy opoki marglistej i wapienia szarego. Poniżej głębokości 13 m zanikają przewarstwienia wapieni, a pojawiają się wśród opok cienkie warstwy (0,2–0,5) margli o różnej odporności. W przedziale głębokości 54,7–150 m występuje seria kredy pizającej, w której również zauważalne są warstwy różnej grubości. Zróżnicowanie litologiczne warstw przypowierzchniowych kredy potwierdzają badania geofizyczne wykonane w kilku studniach ujęcia Turki, w których wykazywano w obrębie serii margli obe-



ność 2–3 m przewarstwień ilastych. Występowanie warstw o różnej odporności sygnalizują również właściciele studni kopanych istniejących w tym rejonie (Z. M i c h a ł c z y k, S. P r z e m y s k i 1988).

Deniwelacje stropu węglanowych osadów kredy i paleocenu osiągają 100 m, zatem są to wartości wyższe od współczesnego zróżnicowania rzeźby powierzchni terenu. W erozyjnej rynn timer Łuszczowa osady te stwierdzono na wysokości bezwzględnej poniżej 100 m, a w tektonicznym rowie Sobianowic i w dolinie Bystrzycy poniżej 120 m. Natomiast w obszarach wierzchowinowych skały węglanowe stwierdza się na wysokości 200 m n.p.m. Należy podkreślić silne zwietrzenie stropowej serii skał węglanowych. W zależności od rodzaju warstw tworzy się zwietrzelina gruzowa, gruzowo-ilasta lub gliniasta. Według badań M. W i t k o w s k i e g o (1978) miąższość warstwy wietrzeniowej opok marglistych okolic Zadębia wynosi 0,8 m.

Szczegółowe prace prowadzone przez M. H a r a s i m i u k a i A. H e n k l a (1982) udowodniły istnienie w skałach kredowych licznych dyslokacji nieciągłych. Do najważniejszych należą na badanym obszarze dyslokacje o kierunku SW–NE, warunkujące przebieg doliny Bystrzycy, do której nawiązują dyslokacje o kierunku prostopadłym, tzn. NW–SE. Trzeci zespół dyslokacji jest zbliżony do kierunku równoleżnikowego. Zaznacza się on przede wszystkim w dobrze udokumentowanych uskokach ograniczających od południa i północy rów Sobianowic.

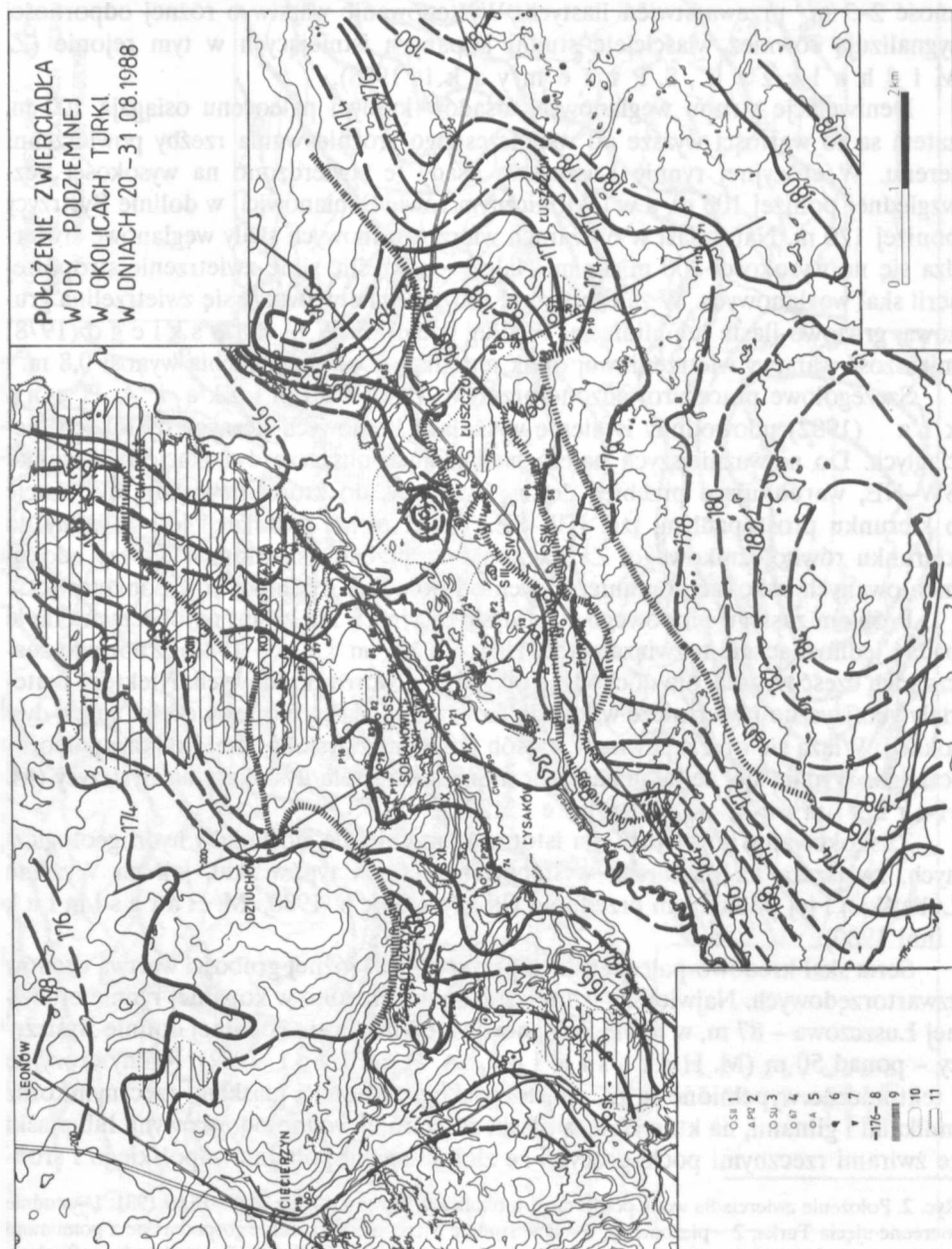
Problem zasięgu pionowego stref dyslokacyjnych nie został na obecnym etapie badań jednoznacznie rozwiązany (M. H a r a s i m i u k 1980). Zapewne znaczna ich część wygasa, nie dochodząc od spągu utworów kredowych. Niektóre materiały geofizyczne i wiertnicze wskazują na znaczny zasięg pionowy części z tych dyslokacji. Wiążą się one zapewne w sposób pośredni z dyslokacjami podłoża paleozoicznego. Wydaje się, że taki charakter może mieć strefa dyslokacyjna Bystrzycy (M. H a r a s i m i u k, A. H e n k i e l 1982).

Zuskokowanie górotworu ma istotne znaczenie dla stosunków hydrogeologicznych, zwłaszcza na obszarach występowania takich typów skał, jak na Wyżynie Lubelskiej i jej północnym przedpolu (P. H e r b i c h 1980, M. H a r a s i m i u k i inni 1980).

Seria skał kredowo-paleoceńskich przykryta jest różnej grubości warstwą osadów czwartorzędowych. Największą ich miąższość stwierdzono w kopalnej rynn timer Łuszczowa – 87 m, w rowie Sobianowic – 60 m oraz w kopalnej dolinie Bystrzycy – ponad 50 m (M. H a r a s i m i u k, A. H e n k i e l 1982). Rynny erozyjne i tektoniczne wypełnione są preplejstocześnymi żwirami i piaskami rzecznyymi oraz mulkami i glinami, na których leżą piaski ze żwirami wodnolodowcowymi lub piaski ze żwirami rzecznyymi pochodzącymi ze zlodowacenia południowopolskiego i śród-

Ryc. 2. Położenie zwierciadła wody podziemnej w okolicach Turki w dniach 24.08–15.09.1981: 1 – studnie wiercone ujęcia Turki; 2 – piezometry; 3 – inne studnie wiercone; 4 – studnie gospodarskie z pomiarami miesięcznymi; 5 – studnie gospodarskie z pomiarami tygodniowymi; 6 – źródła; 7 – wodowskazy; 8 – hydroizohipsy; 9 – strefy nieciągłości I zwierciadła wody podziemnej; 10 – hipotetyczny zasięg oddziaływania ujęcia w czasie pracy wszystkich studni; 11 – obszar nawadniany ściekami

Level of underground water surface in the Turka area from 24.08 to 15.09.1981: 1 – bored wells of water intake at Turka; 2 – piezometers; 3 – other bored wells; 4 – farm wells with monthly measurements; 5 – farm wells with weekly measurements; 6 – springs; 7 – water-gauges; 8 – hydroisohypses; 9 – zones of discontinuity of first underground water surface; 10 – hypothetical extent of influence of water intake during the work of all wells; 11 – area irrigated by wastes



kwopolskiego. Na nich zalegają osady plejstoceny stwierdzone w dolinie Bystrzycy, wykształcone jako piaski i piaszki ze żwirami rzecznyymi z interglacjalum eemskiego. Najmłodszymi utworami plejstocenymi są lessy osadzone na wierzchołkach i zboczach opadających od północy ku dolinie Bystrzycy (J. B u t r y m i inni 1982). W dnach dolin rzecznych oraz w dnach suchych dolin i u podnóża ich zboczy znajdują się utwory holoceny wykształcone jako torfy przejściowe i namuły torfiaste, mady i namuły dolin rzecznych oraz deluwia piaszczyste i pylaste.

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

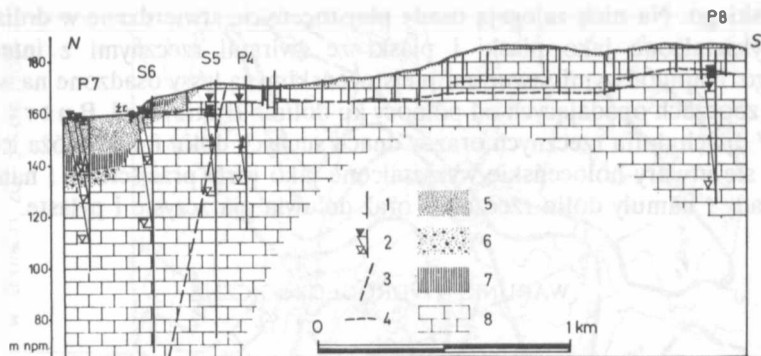
W okolicy Turki płytkie wody podziemne występują w osadach czwartorzędu, trzeciorzęd i kredy. Tworzą one jeden zbiornik, w którym istnieje ciągła strefa zawodnienia skał mających bardzo różne możliwości przewodzenia wody.

Najważniejszą rolę hydrogeologiczną odgrywa strefa dyslokacyjna Bystrzycy mająca założenia w tektonice paleozoicznego podłoża. Z nią wiąże się istnienie uskoku, stref o zwiększonych lub zmniejszonych możliwościach przepływu wody oraz stref nieciągłości pierwszego zwierciadła wody. Również wyraźnie zaznaczają się w położeniu zwierciadła wody strefy tektoniczne prostopadłe do doliny Bystrzycy: Ciecierzyn–Pliszczyn (dolna Ciemięga), wschodnie krańce wsi Turka i Sobianowice–Dziuchów, Łuszczów–Kol. Nowiny. Problem pionowego zasięgu pęknięć nie został rozwiązany. Według dotychczasowych badań geologicznych ustalono przesunięcia bloków skalnych rzędu kilkudziesięciu metrów (M. H a r a s i m i u k, A. H e n k i e l 1982) oraz wykazano wpływ głównych dyslokacji na wodoprzepuszczalność górotworu (M. H a r a s i m i u k i inni 1980, Z. M i c h a l c z y k, S. P r z e m y s k i 1988). Dużą rolę hydrologiczną odgrywają one jedynie w strefie przypowierzchniowej, w której występują wapienie, opoki i margle. Głębiej, w strefach występowania kredy piszącej i miękkich margli oraz przy wzrastającym ciśnieniu górotworu, rola dyslokacji w przepływie wody nie może mieć dużego znaczenia.

W dolinie Bystrzycy i Ciemięgi oraz w strefach głębokich rowów tektonicznych czy tektoniczno-erozyjnych pierwszy poziom wody występuje w piaszczystych osadach czwartorzędu. Zwierciadło wody w dolinie Bystrzycy i Ciemięgi występuje bardzo płytko, lokalnie utrzymują się mokradła stałe lub okresowe. W strefach oddalonych od rzek miąższość bezwodnego czwartorzędu dochodzi do kilkunastu metrów, sporadycznie może przekraczać 20 m. Z utworów czwartorzędowych, wykształconych jako piaski drobnoziarniste, ujmują wodę niemal wszystkie studnie istniejące we wsi Łuszczów. W wielu studniach stwierdzono występowanie tzw. kurzawki,

Ryc. 3. Położenie zwierciadła wody podziemnej w okolicach Turki w dniach 20–31.08.1988: 1 – studnie ujęcia Turka; 2 – piezometry; 3 – inne studnie wiercone; 4 – studnie z pomiarami miesięcznymi; 5 – studnie gospodarskie z pomiarami tygodniowymi; 6 – źródła; 7 – wodowskazy; 8 – hydroizohipsy; 9 – strefy nieciągłości pierwszego zwierciadła wody podziemnej; 10 – zasięg oddziaływania studni; 11 – obszar z wyschniętymi lub pogłębionymi studniami gospodarskimi

Level of underground water surface in the Turka area in 20–31.08.1988: 1 – wells of water intake at Turka; 2 – piezometers; 3 – other bored wells; 4 – wells with monthly measurements; 5 – farm wells with weekly measurements; 6 – springs; 7 – water-gauges; 8 – hydroisohypses; 9 – zones of discontinuity of first underground water surface; 10 – extent of influence of wells; 11 – area with dry or deepened farm wells



Ryc. 4. Przekrój hydrogeologiczny (Michalczyk, Przemyski 1988): 1 – studnie wiercone z zaznaczonym zwierciadłem wody w lutym 1984 r.; 2 – studnie wiercone z zaznaczonym pierwotnym i ustabilizowanym zwierciadłem wody; 3 – uskoki; 4 – zwierciadło wody; 5 – piaski różnoziarniste; 6 – piaski ze żwirami; 7 – mulki; 8 – margle; P – piezometr i jego numer; S – studnia i jej numer

Hydrogeological cross-section (Michalczyk, Przemyski 1988): 1 – bored wells with marked water surface in Feb. 1984; 2 – bored wells with marked initial and stabilized water surface; 3 – fault; 4 – water surface; 5 – variegated sands; 6 – sands with gravels; 7 – muds; 8 – marls; P – piezometer and its number; S – well and its number

utrudniającej wykorzystywanie i budowę studni. Podobnie, z utworów czwartorzędowych czerpią wodę mieszkańcy części wsi Kol. Bystrzyca, Kol. Pliszczyn i Rudnik. Zasobność wodna tych utworów jest zróżnicowana, co wynika z miąższości i składu mechanicznego warstw wodonośnych. Zasilanie piasków odbywa się przez infiltrację opadów atmosferycznych i przez podziemny dopływ wód z piętra kredowego, z którym wody czwartorzędowe pozostają w ścisłej łączności hydraulicznej.

Wody w utworach węglanowych górnej kredy i paleocenu występują na głębokości od kilku do 35 m. Środowisko skalne wód krążących w skałach mastrychtu tworzą twarde i średnio twarde opoki i margle, wśród których stwierdza się przewarstwienia margli ilastych o miąższości 0,5 do 2,0 m. Między warstwami słabo przepuszczalnymi znajdują się dobrze przepuszczalne margle i opoki osiągające grubość do 5 m. Występowanie warstw o słabej przepuszczalności stwarza warunki do utrzymywania się lokalnych poziomów wody.

Piętro kredowo-paleoceńskie, poza kopalnymi rynnami, z reguły wykazuje swobodne lub rzadziej lekko naporowe zwierciadło wody pierwszej od powierzchni zawodnionej warstwy. W strefach kopalnych rynien oraz głębiej występujące zawodnione warstwy górotworu kredowego mają naporowe zwierciadło wody. W czasie wiercenia studni i piezometrów w Turce oraz przy wykonywaniu innych wierceń stwierdzono istnienie kilku stref zwiększonego dopływu wody. Jest to powodowane zmienną wodoprzewodnością warstw kredowych, uwarunkowaną litologicznie i tektonicznie. Między poszczególnymi warstwami istnieje, uzależniona od gęstości i drożności spękań, łatwa lub utrudniona łączność hydrauliczna. Naporowe zwierciadła wody wykazują w zależności od głębokości zróżnicowaną wielkość ciśnienia piezometrycznego; stabilizują się też na nieco innych wysokościach.

Przepływ wód podziemnych odbywa się generalnie w kierunku doliny Bystrzycy. Szybkość przepływu wody obliczona na podstawie próbnych pompowań wskazuje na zmienne warunki filtracji w różnych częściach badanego terenu. Współczynnik filt-

racji obliczony z danych dla studni wierconych ujęcia Turka I i II wynosił dla dopływu quasi ustalonego od $3,8 \cdot 10^{-5}$ do $1,1 \cdot 10^{-3}$ m/s, a dla dopływu nieustalonego od $3,5 \cdot 10^{-5}$ do $8,8 \cdot 10^{-4}$ m/s (S. P r z e m y s k i 1980). Natomiast jego wielkość określana na podstawie pomiarów tylko w otworach obserwacyjnych była znacznie wyższa i wykazywała mniejsze zróznicowanie od $1,3 \cdot 10^{-4}$ do $8,7 \cdot 10^{-4}$ m/s. Obliczenia te wskazują na dużą rolę drożnych szczelin tektonicznych determinujących przepływ wody w warstwie wodonośnej. Według badań geofizycznych zawartość wody wolnej w marglach wynosi 25–35%. Część jej znajduje się w porach, a część w szczelinach skalnych (S. P r z e m y s k i 1980). Ponadto w skale pozostaje 10–15% wody związanej. Szczeliny w marglach ilastych mają małą drożność, gdyż są zaciskane. Natomiast w osadach twardszych występują duże szczeliny drenujące wodę z drobnych spękań masywu skalnego. Wyniesione skrzydła uskoków, słabiej spękane lub poddane procesowi mylotynizacji skał, stanowią utrudnienia dla przepływu wody.

Z analizy warunków hydrogeologicznych wynika, że największe możliwości ujmowania wody są do głębokości 70 m. Zawodnienie utworów mastrychtu zmniejsza się z głębokością, szczególnie szybko w serii osadów wykształconych jako kreda pisząca lub miękkie margle. W otworze geologicznym Łuszczów XVIII stwierdzono występowanie serii kredy piszącej od głębokości 56,7 m, a w Krępcu (na SW od terenu badań) od głębokości 78 m. W Leonowie, w północno-zachodniej części poniżej 50 m występują margle ilaste plastyczne. Słabe dopływy wody z większych głębokości potwierdzają badania wykonane w rejonie ujęcia. Pompowania dwóch otworów na głębokości 80 m, a następnie 100 m nie wykazały przyrostu wydajności. W piezometrze P-10 badano dopływ wody z margli występujących na głębokości 90–110 m. Uzyskano słaby dopływ wody, a współczynnik filtracji kształtował się na poziomie $2 \cdot 10^{-7}$ m/s (S. P r z e m y s k i 1980). Przedstawione dane potwierdzają informacje podane przez S. K r a j e w s k i e g o (1972), który określał wodoprzewodność kredy piszącej i margli ilastych do głębokości 100 m poniżej $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Według tego autora w górotworze strefy istnieją zwiększone szczelinowatości na głębokościach 30–50 m i 70–80 m. W tych przedziałach uzyskuje się najwyższe współczynniki filtracji, a więc są to najkorzystniejsze głębokości do ujmowania wody.

Ośią hydrograficzną obszaru jest dolina Bystrzycy, która drenuje wody podziemne przylegających obszarów. W dnie doliny zwierciadło wody występowało w okresie badań na wysokości od 155 do 163 m n.p.m., a wahania stanów wody wynosiły około 1 m. Wysokość występowania wody pierwszego poziomu uzależniona była od wielkości ciśnienia piezometrycznego wód piętra kredowego. W czasie wysokich stanów naporowe wody piętra kredowego stabilizowały się nawet powyżej dna doliny. Wówczas stwierdzano największe powierzchnie mokradeł okresowych.

Od południa i północy zwierciadło wody obniża się ku dolinie Bystrzycy. Hydroizohipsy układają się wzdłuż Bystrzycy, z niewielkim odchyleniem w dolinie Ciemięgi i okresowego potoku w Łuszczowie płynącego w tzw. rynnie Łuszczowa. W układzie zwierciadła wody podziemnej zaznaczają się bardzo wyraźnie strefy nieciągłości, które – podobnie jak i hydroizohipsy – układają się równolegle do doliny Bystrzycy. Przedstawiają one strefy dużych gradientów hydraulicznych, a nawet skokowe zmiany wysokości położenia wody w punktach badawczych, które najczęściej wynoszą 4–6 m (ryc. 2 i 3). Istnienie tych stref należy wiązać z tektoniką i litologią warstw kre-

dowo-paleoceńskich. Sugerują one występowanie kilku odrębnych poziomów wody. W rzeczywistości jest to efekt naprzemianległego ułożenia warstw o słabej i lepszej przewodności wodnej oraz silnego drenażu przez głęboko wciętą dolinę Bystrzycy i sieć drożnych szczelin tektonicznych wytworzonych w czasie blokowej dyslokacji podłoża. Zebrane informacje wskazują na słabą naturalną więź hydrauliczną zachodzącą między poszczególnymi zawodnionymi, dobrze przewodzącymi warstwami, które są rozdzielone cienkimi wkładkami słabiej przepuszczalnych margli. Pogłębianie studni kopanych, a szczególnie budowa studni wierconych, prowadzi do zmiany warunków hydraulicznych górotworu, gdyż następuje punktowe łączenie poszczególnych warstw przez otwory studienne. W efekcie „dziurawienia” słabo przepuszczalnych przewarstwień górne warstwy są dodatkowo drenowane, co prowadzi do szybkiego ich ubożenia. Rozwarstwienie jednolitego zwierciadła wody następuje wówczas, gdy odpływ z warstwy przekracza dopływ do niej, a na miejsce wypływającej wody wchodzi powietrze (Z. M i c h a ł c z y k , S. P r z e m y s k i 1988).

Na istnienie słabej łączności hydraulicznej między warstwami górnokredowego kompleksu wodonośnego wskazują odmienne ciśnienia piezometryczne wody w poszczególnych warstwach. Różnice wysokości ustalonego zwierciadła wody wynoszą w Kol. Łuszczów 4–5 m (ryc. 4). W strefie wierzchwinowej lustro wody głębszych warstw kredy stabilizuje się niżej, zatem wody górnych warstw przesączają się do głównego zwierciadła wody.

Poza strefami nieciągłości położenie zwierciadła wody systematycznie wzrasta ku podziemnym działom wodnym. Na skraju północnej części obszaru badań przebiega dział wodny między dorzeczem Bystrzycy i zlewnią Wieprza. Wody podziemne występowały tu na wysokości 178–180 m n.p.m. W południowej części terenu zwierciadło wody utrzymywało się w strefie działu wodnego Bystrzycy i Stawka na wysokości 182–189 m n.p.m. (ryc. 2 i 3).

Mimo różnic w położeniu zwierciadła wody gradienty hydrauliczne w poszczególnych częściach obszaru nie uległy istotnym zmianom (ryc. 2, 3). W dolinie Bystrzycy spadki zwierciadła wody wynosiły około 1‰, w strefie przydolinnej i w obrębie zboczy 2–10‰. W dolnym odcinku Ciemięgi gradienty hydrauliczne były prawie trzykrotnie wyższe niż w dolinie Bystrzycy.

Ryc. 5. Skład chemiczny wody podziemnej w okolicy Turki: S – studnie wiercone; P – piezometry; C,51 – studnie gospodarskie; źr – źródła; I. Obszar występowania wód na głębokości od kilku do 35 m, krążących w utworach kredowo-paleoceńskich lub czwartorzędowych, przykrytych grubą warstwą osadów pylistych lub pylasto-piaszczystych; II. Obszar bardzo płytkiego występowania wód, lokalnie silnie zanieczyszczonych, krążących w utworach aluwialnych; III. Obszar występowania wód na głębokości kilku lub kilkunastu metrów, głównie w marglach mastrychtu, przykrytych cienką warstwą dobrze przepuszczalnych utworów czwartorzędowych

Chemical composition of underground water in the Turka area: S – bored wells; P – piezometers; C,51 – farm wells; źr – springs; I. Area of occurrence of waters at a depth of several to 35 m, which circulate in Cretaceous–Palaeocene or Quaternary deposits covered by thick layer of silty or silty-sandy deposits; II. Area of very shallow occurrence of waters, locally highly polluted, which circulate in alluvial deposits; III. Area of occurrence of waters at a depth of several or a dozen metres, mainly in the Maestrichtian marls covered by thin layer of well permeable Quaternary deposits

WŁASNOŚCI FIZYCZNE I CHEMICZNE WÓD PODZIEMNYCH

W składzie chemicznym wód występujących w utworach węglanowych kredy i paleocenu decydującą rolę odkrywają jony HCO_3^- i Ca^{2+} . W wodach krążących w osadach paleocenu większy jest udział jonu magnezowego niż w wodach piętra kredowego, np. wody źródeł w Baszkach i w Pliszczynie (północno-zachodnia część obszaru badań). Mineralizacja ogólna wód utrzymuje się w granicach 250–500 mg/l. Odczyn wody jest lekko alkaliczny, a temperatura oscyluje około 9°C. Przestrzenne zróżnicowanie składu chemicznego wód przedstawiono na diagramach kołowych (ryc. 5). Powierzchnia poszczególnych kół odpowiada wielkości mineralizacji wody obliczonej przez zsumowanie wagowego udziału poszczególnych jonów. Procentowy udział jonów w wybranych źródłach i w studni wierconej ujmującej wody piętra kredowego jest następujący:

$$\text{źródło w Baszkach } M^{0,37} \frac{\text{HCO}_3^{82} \text{Cl}^{11} \text{SO}_4^5 \text{NO}_3^2}{\text{Ca}^{67} \text{Mg}^{16} \text{Na}^{16} \text{K}^1}$$

$$\text{źródło w Turcie } M^{0,42} \frac{\text{HCO}_3^{84} \text{SO}_4^9 \text{Cl}^5 \text{NO}_3^2}{\text{Ca}^{88} \text{Mg}^6 \text{Na}^5 \text{K}^1}$$

$$\text{studnia w Turcie } M^{0,43} \frac{\text{HCO}_3^{90} \text{Cl}^5 \text{SO}_4^5}{\text{Ca}^{86} \text{Mg}^8 \text{Na}^4 \text{K}^2}$$

Zdecydowanie większą mineralizację mają wody pobrane ze studni ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne, występujące w dolinie Bystrzycy i Ciemięgi. Zawierają one znacznie więcej chlorków, siarczanów, azotanów, jonów sodu i potasu, co wskazuje na antropogeniczne zanieczyszczenie wody. Mineralizacja ogólna wód czwartorzędowych wynosi 500–1200 mg/l, a w skrajnych przypadkach przekracza nawet 2000 mg/l.

Mimo zróżnicowanego składu chemicznego, jakość wód podziemnych jest na badanym obszarze na ogół dobra. Potwierdzają to wyniki analiz chemicznych wód źródłanych, w których udział chlorków, siarczanów i fosforanów jest mały. Niepokojącym zjawiskiem jest niemal powszechna podwyższona ilość związków azotowych i fosforowych w płytkich wodach podziemnych pobranych ze studni kopanych. Związków tych nie stwierdza się w wodach ze studni wierconych.

W niektórych studniach kopanych stwierdza się duże ilości związków wskazujących na antropogeniczne zanieczyszczenie wody, np. w Sobianowicach studnia 77:

$$M^{2,5} \frac{\text{HCO}_3^{52} \text{SO}_4^{25} \text{Cl}^{10} \text{NO}_3^7}{\text{Ca}^{38} \text{Na}^{27} \text{K}^{22} \text{Mg}^{13}}$$

Zmiany własności fizyczno-chemicznych wody wynikają z bliskiego położenia studni w stosunku do obór i składowisk nieczystości. Zebrane materiały wskazują również na niekorzystne zmiany jakości wody zachodzące w sąsiedztwie koryta Bystrzycy. Na przykład woda w studni 78 dopływająca z opoki zawiera okresowo powyżej 300 mg/l chlorków, 70 mg/l azotanów, 1,9 mg/l fosforanów, 110 mg/l sodu.

Podobnie niekorzystnie na jakość wody z ujęcia Turki I będzie wpływało zasypane składowisko śmieci istniejące w pobliżu P-2 oraz nawadnianie ściekami łąk w dolinie Bystrzycy.

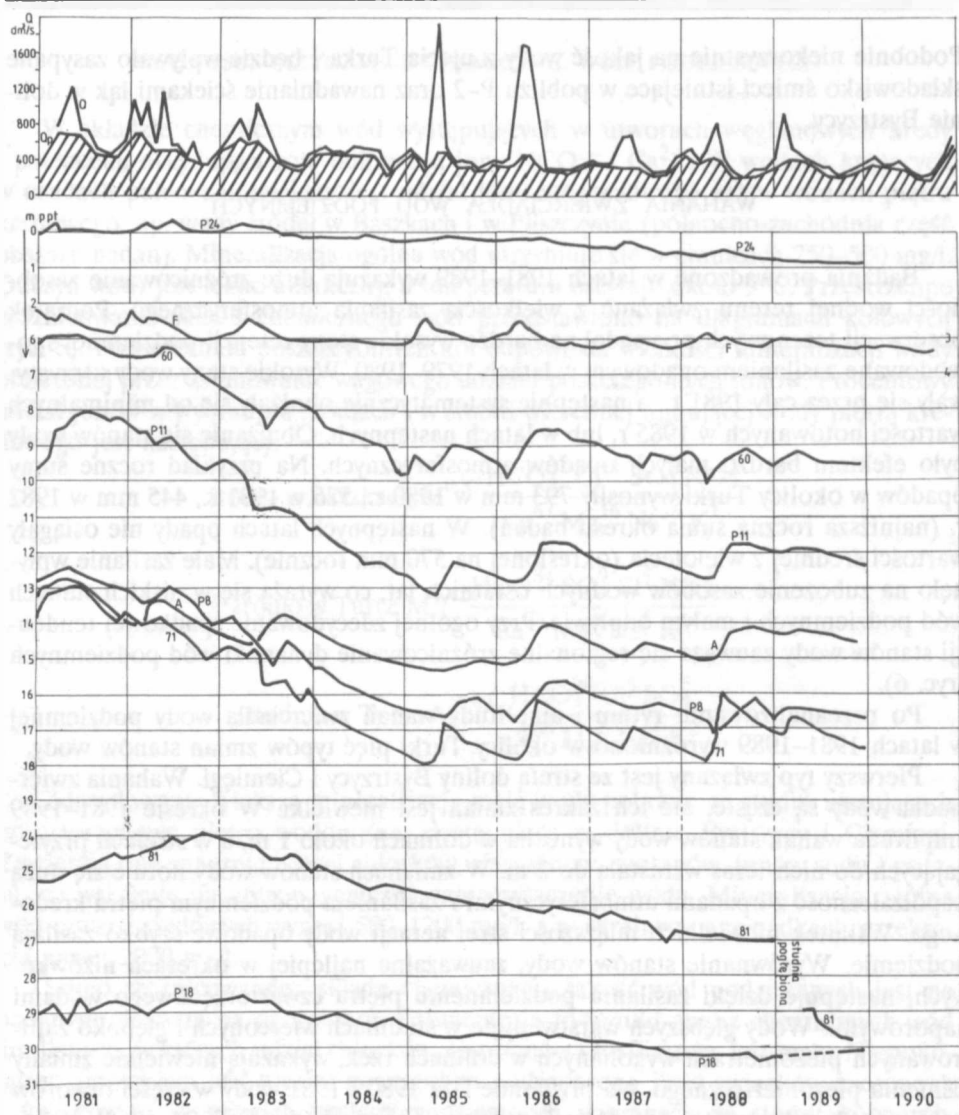
WAHANIA ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH

Badania prowadzone w latach 1981–1989 wykazują duże zróżnicowanie zasobności wodnej terenu związane z wielkością zasilania atmosferycznego. Początek obserwacji terenowych przypadł na bardzo wysokie stany retencji podziemnej spowodowane zasilaniem opadowym w latach 1979–1980. Wysokie stany wody utrzymywały się przez cały 1981 r., a następnie systematycznie obniżały się od minimalnych wartości notowanych w 1985 r. lub w latach następnych. Obniżanie się stanów wody było efektem bardzo małych opadów atmosferycznych. Na przykład roczne sumy opadów w okolicy Turki wynosiły 793 mm w 1980 r., 576 w 1981 r., 445 mm w 1982 r. (najniższa roczna suma okresu badań). W następnych latach opady nie osiągały wartości średniej z wielolecia (określonej na 570 mm rocznie). Małe zasilanie wpłynęło na zubożenie zasobów wodnych ostatnich lat, co wyraża się w niskich stanach wód podziemnych i małym odpływie. Przy ogólnej zdecydowanej spadkowej tendencji stanów wody zauważa się regionalne zróżnicowanie dynamiki wód podziemnych (ryc. 6).

Po przeanalizowaniu rytmu i amplitudy wahań zwierciadła wody podziemnej w latach 1981–1989 wyróżniono w okolicy Turki pięć typów zmian stanów wody.

Pierwszy typ związany jest ze strefą doliny Bystrzycy i Ciemięgi. Wahania zwierciadła wody są częste, ale ich zakres zmian jest niewielki. W okresie 1981–1989 amplituda wahań stanów wody wynosiła w dolinach około 1 m, a w strefach przylegających do nich teras wzrastała do 2 m. W zmianach stanów wody notuje się dużą współzależność z opadami atmosferycznymi i zasilaniem podziemnym piętra kredowego. Wskutek niewielkich miąższości stref aeracji wody opadowe szybko zasilają podziemie. Wyrównanie stanów wody, zauważalne najlepiej w okresach niżówkowych, następuje dzięki zasilaniu podziemnemu piętra czwartorzędowego wodami naporowymi. Wody głębszych warstw, ujęte w studniach wierconych i głęboko zafiltrowanych piezometrach wykonanych w dolinach rzek, wykazują niewielkie zmiany ciśnienia piezometrycznego. Na przełomie lata 1980 i 1981 wody w części otworów stabilizowały się powyżej den dolin Bystrzycy i Ciemięgi (ryc. 6, P-24, F). W kolejnych latach wielkość ciśnienia malała, a w 1988 r. zwierciadło wód naporowych występowało na głębokości 0,7–1,0 m. Zasilanie wodami naporowymi jest czynnikiem stabilizującym zwierciadło wody w dolinach oraz w przylegających obszarach. Drugim, równie ważnym czynnikiem jest wysokość napelnienia wodą koryt rzecznych, głównie Bystrzycy, stanowiących lokalne bazy erozyjne. W ujęciu sezonowym maksimum stanów wody notowane jest zwykle w okresie wiosennym, a minimum w jesieni.

Drugi typ, odznaczający się zmiennością roczną i wieloletnią (J. P a s z c z y k 1973) stwierdzany jest w południowej części terenu badań. Od doliny Bystrzycy obszar ten oddziela strefa tektoniczna, której południowe skrzydło utrudnia przepływ wody ku północy, a więc kontakty hydrauliczne z doliną Bystrzycy są nieco ograniczone. Zwierciadło wody podziemnej występuje kilka lub kilkanaście metrów



Ryc. 6. Dynamika przepływu i stanów wód podziemnych: I. Przepływ Ciemęgi w Pliszczynie: Q – całkowity, Qp – podziemny (pole zakreskowane); II. Zmiany położenia zwierciadła wód podziemnych w piezometrach (P) i w studniach gospodarskich (F, 81)

Dynamics of flow and stages of underground waters: I. Flow of the Ciemęga river at Pliszczyn: Q – total, Qp – underground (hatched area); II. Changes of the level of underground water surface in piezometers (P) and in farm wells (F, 81)

powyżej dna doliny Bystrzycy. Generalnie jest to obszar bardzo płytkiego występowania spękanych skał górnej kredy i paleocenu przykrytych ciekim płaszczem dobrze przepuszczalnych osadów czwartorzędowych. Zasilanie wód podziemnych, mimo kilkunastometrowych miąższości strefy aeracji, jest łatwe. W rytmie wahań widoczne są coroczne (z wyjątkiem 1984 r.) szybkie przyrosty stanów wody notowane w okre-

się zimowo-wiosennym. Maksymalne roczne stany występowały w poszczególnych latach od lutego do marca (ryc. 6, P-8, stud. A). Wielkość wiosennych przyrostów stanów uzależniona była od wysokości zasilania śnieżno-deszczowego. Po wystąpieniu rocznych maksymalnych stanów notowano kilkumiesięczne okresy równomiernego spadku stanów wody, aż do minimalnych wartości notowanych od grudnia do marca. Wyjątkowo długi okres regresji stanów wystąpił w okresie od końca czerwca 1983 r. do końca kwietnia 1985 r. Mimo dobrych warunków do infiltracji opadów zasilanie letnie okresu 1981–1989 nie powodowało wzrostów stanów wody, nawet nigdy nie była zatrzymana spadkowa ich tendencja. Opady letnie zatrzymywane były w glebie i w strefie aeracji, a następnie w całości zużywane w procesie ewapotranspiracji (spływ powierzchniowy w tej części terenu praktycznie nie występuje). Obserwacja ta potwierdza tezę o zasilaniu wód podziemnych Wyżyny Lubelskiej głównie w półroczu zimowym (T. W i l g a t 1980, Z. M i c h a l c z y k i inni 1983, Z. M i c h a l c z y k 1986). Wieloletnia amplituda wahań stanów wody wynosi 2–4 m, zmiany roczne są o połowę mniejsze.

Trzeci typ cechuje się wzrostem stanów wody na początku okresu obserwacji – z maksimum stanów w zimie 1981 r. W następnych miesiącach obserwowano obniżanie się stanów wody występujące aż do zimy 1985 r. W czasie roztopów wiosennych w latach 1985, 1986 i 1988 wystąpił niewielki wzrost stanów wody, a następnie powolny ponowny ich spadek. Zwierciadło wody w ostatnich latach utrzymuje się na bardzo niskim poziomie, a wiele studni kopanych nie ma wody. Roczne amplitudy wahań są małe, a w okresie wielolecia wynoszą 2,5–5,0 m. Takie zachowanie się zwierciadła wody stwierdzono w południowo-wschodniej części badanego obszaru, w sąsiedztwie tzw. rynny Łuszczowa, wypełnionej utworami czwartorzędowymi (ryc. 6, P-11, stud. 71). Prawdopodobnie wody piętra kredowego są drenowane przez wspomnianą kopalną rynnę rozcinającą teren do głębokości 90 m. Drenaż wód podziemnych w strefie rynny Łuszczowa został zwiększony przez wykonanie wielu studni wierconych w pobliżu dyslokacji tektonicznej, ciągnącej się równolegle do doliny Bystrzycy. Zwiększony drenaż płytkich wód ujawnia się w obniżeniu zwierciadła wody pierwszego poziomu. W Łuszczowie, w strefie rynny wyszło duże źródło zasilające strumyk i stawy oraz stwierdzono braki wody w studniach kopanych. Zwierciadło wody charakteryzuje się wieloletnim rytmem wahań, na który nakładają się od 1985 r. roczne zmiany stanów.

Czwarty typ, wykazujący wyraźny wieloletni rytm wahań wód podziemnych, stwierdzono na lewym brzegu Bystrzycy, na obszarze pokrytym grubą warstwą lasów. Stany wody powoli wzrastały od początku obserwacji do letnich miesięcy 1982 r. W następnych latach notuje się stały spadek zwierciadła wody, jedynie z minimalnymi wzrostami w okresach wiosennych, do minimum występującego w zimie 1988 r. W czasie wiosny 1988 r. zaznaczył się niewielki wzrost stanów, a następnie ponowny ich spadek. W rytmie wahań bardzo słabo zaznaczają się zmiany sezonowe, a położenie zwierciadła wody między kolejnymi pomiarami niewiele się różniło (ryc. 6, P-18, stud. 81). Wieloletnia amplituda wahań wynosi 1,5–2,0 m. O przebiegu stanów wody w tym obszarze decyduje powolne przesączanie wód opadowych i roztopowych przez miąższą warstwę drobnoziarnistego czwartorzędu, występowanie kopalnych rowów tektonicznych wypełnionych grubymi osadami czwarto-

rzędu zasobnymi w wodę oraz drenaż przez Bystrzycę i związany z nią system dyslokacji.

W rejonie eksploatowanych studni ujęcia Turka I wyróżnia się obszar, w którym nastąpiło zakłócenie naturalnego reżimu wód podziemnych. Położenie zwierciadła wody uzależnione jest od wielkości pobieranej wody z poszczególnych studni. Amplituda wahań stanów wody wzrasta w kierunku eksploatowanych studni, w których depresje wynoszą najczęściej po kilkanaście metrów.

ZASOBY WÓD PODZIEMNYCH

Zasilanie wód podziemnych okolic Turki następuje przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych do podłoża oraz przez dopływ wody z wyżej położonych części zlewni Ciemięgi i Bystrzycy. Na podstawie wieloletnich badań terenowych i wykreślonych dla różnych przekrojów czasowych map hydroizohips wyznaczono hipotetyczny obszar przyszłego oddziaływania ujęcia wody w Turce. Może być on utożsamiany z obszarem lokalnego zasilania, gdyż jego granice starano się prowadzić podziemnymi działami wodnymi. Wyznaczone granice są możliwe do przyjęcia przy założeniu, że lej depresyjny nie przekroczy lokalnych działów wodnych.

W obrębie obszaru perspektywicznego oddziaływania ujęcia obejmującego 63 km² analizowano wykształcenie litologiczne utworów powierzchniowych i ich możliwości infiltracyjne. Poszczególnym wydzieleniom litologicznym przypisano współczynniki infiltracji opadów atmosferycznych: piaski ze żwirami 35%, piaski rzeczne i opoki 30%, piaski drobne, gezy i margle 25%, lessy 20%, pyły piaszczyste oraz pylaste i piaszczyste gliny 15%, deluwia piaszczyste i gliny piaszczyste 10%, torfy, mady i namuły 5%. Przy średnim opadzie 570 mm, lokalne zasoby odnawialne południowej części ujęcia w Turce wynoszą 396 m³/h oraz części północnej 249 m³/h, czyli razem 645 m³/h.

Zasoby lokalne są uzupełniane przez dopływ wody z wyżej leżących części zlewni Bystrzycy i Ciemięgi. Kopalna dolina Bystrzycy wypełniona jest osadami bardzo dobrze przewodzącymi wodę. Na jej dnie leży kilkumetrowa seria żwirów rzecznych przykrytych mulkami i grubą serią osadów piaszczysto-żwirowych. Orientacyjną ilość dopływającej wody w osadach czwartorzędowych obliczono z wzoru: $Q = k \cdot i \cdot F$, zatem wielkość dopływu wody (Q) potraktowano jako funkcję współczynnika filtracji (k), spadku hydraulicznego (i) oraz powierzchni przekroju poprzecznego (F). Powierzchnię przekroju i wydzielenia litologiczne przyjęto z profilu geologicznego poprowadzonego przez dolinę Bystrzycy (M. H a r a s i m i u k, A. H e n k i e l 1982). Po przemnożeniu powierzchni poszczególnych wydzieleni przez odpowiadające im współczynniki filtracji i spadek hydrauliczny otrzymano wielkość dopływu wody w czwartorzędowych osadach doliny Bystrzycy wynoszącą 1335 m³/d (czyli 60,2 m³/h). Zatem zasilanie rejonu ujęcia wody w warunkach prawie naturalnych wynosi 645 + 60 = 705 m³/h. Obliczone zasoby wody mogą być nieco wyższe, gdyż część wody zapewne dopływa do badanego terenu rozwartymi szczelinami istniejącymi w strefach dyslokacji tektonicznej. Obecnie nie ma żadnych podstaw do szacowania wielkości tego dopływu. Prognozowanie dopływu wody spoza obszaru bilansowania jest utrudnione, gdyż zasoby wodne zlewni Bystrzycy i częściowo Ciemięgi są wykorzystane przez ujęcia wody istniejące w Lublinie.

Po wytworzeniu się leja depresyjnego wokół ujęcia Turka I i II zmieniają się gradienty hydrauliczne i warunki dopływu wody. Po zdrenowaniu części zasobów wody zgromadzonych w osadach czwartorzędowych wypełniających doliny rozpocznie się infiltracja wody z koryt rzecznych. Koryto Bystrzycy wyłożone jest namulami, na których znajduje się warstwa szlamu pościekowego. Prawdopodobnie osady te nie będą stanowiły szczelnej izolacji dla zanieczyszczonych wód powierzchniowych. Przenikanie wody z koryta Bystrzycy i ze stawów osadowych zlokalizowanych w jej dolinie, ścieki wykorzystywane do nawadniania łąk oraz odcieki wody ze szlamu, stanowią istotne zagrożenia dla jakości wód podziemnych ujęcia w Turce.

WODY POWIERZCHNIOWE

Wody powierzchniowe występują niemal wyłącznie w dolinach Bystrzycy i Ciemięgi. Tworzą je obszary podmokłe wraz z rowami odprowadzającymi nadmiary wody, starorzecza i doły po eksploatacji torfu oraz pojedyncze sadzawki i dawne powierzchnie stawów rybnych w Sobianowicach, źródła oraz Bystrzycza z Ciemięgą i dwoma innymi strużkami wodnymi płynącymi okresowo przez Turkę i Łuszczów.

Obszary podmokłe występują w dolinie Bystrzycy, głównie pod prawym jej zboczem. Ich zasięg ulega zmianie, co jest uzależnione od okresowych wahań zwierciadła wód podziemnych piętra kredowego, zasilającego czwartorzędowy poziom wodonośny. Największy zasięg podmokłości stwierdzano w 1981 r. W tym okresie zwierciadło wody piętra kredowego stabilizowało się w trzech piezometrach oraz w jednej studni od 10 do 34 cm powyżej powierzchni terenu. W następnych latach zwierciadło wody piętra kredowego obniżyło się, nawet do głębokości 80 cm stwierdzonej w 1988 r., zmniejszył się również zasięg podmokłości. W ostatnich 5 latach obszary podmokłe istniały jedynie na małych powierzchniach w okolicy Turki, Łuszczowa i Łysakowa. Pewien wpływ na zmniejszenie obszarów podmokłych w rejonie ujęcia wody ma eksploatacja studni III i VI. Poza doliną Bystrzycy i Ciemięgi małe obszary podmokłe istniały w pierwszych latach badań terenowych wzdłuż strużek wodnych płynących przez Turkę i Łuszczów. Obecnie nie ma tych podmokłości, a strużka płynąca przez Łuszczów wyszła w 1983 r., w Turce stwierdzono okresowy zanik jej w górnym odcinku.

W celu zmniejszenia zasięgu podmokłości zmeliorowano dno doliny Bystrzycy. Wzdłuż i w poprzek doliny wykopano rowy odwadniające o głębokości 0,6–1 m. Najdłuższy z nich biegnie pod prawym zboczem doliny. Zbiera wody opadowe i podziemne, doprowadzane krótkimi bocznymi rowami, wydobywające się w źródłach i wysiękach istniejących pod prawym zboczem doliny Bystrzycy. Ilość płynącej wody w rowach najwyższa jest w okresach wiosennych, a najniższa jesienią. Zauważa się również wieloletnie wahania ilości odpływającej wody.

W dolinie Bystrzycy istnieją pojedyncze starorzecza wypełnione wodą. Niektóre z nich w okresach małej zasobności wodnej przypominają obszary stałych podmokłości. Również w dolinie Bystrzycy stwierdza się istnienie dołów po eksploatacji torfu, które występują w pobliżu miejscowości Łysaków, Turka, Łuszczów. W części torfianek utrzymuje się woda, nawet w okresach posusznych. W początkowych latach badań terenowych wodą pobieraną z Ciemięgi wypełnione były stawy rybne znajdujące się w Sobianowicach. W latach 1980–1982 woda była również w małych

stawach w Łuszczowie i Turce. W następnych latach, w związku z wyschnięciem źródeł lub dużym zmniejszeniem ich wydajności, zbiorniki wody zanikły.

W celu zwiększenia produktywności łąk w dolinie Bystrzycy oraz oczyszczania części ścieków zrzuconych z Lublina doprowadza się rozcieńczone ścieki na użytki zielone. Na teren badań są one odprowadzane krytym lub lokalnie otwartym kanałem betonowym biegnącym pod lewym zboczem, a następnie – po dostarczeniu wody pobranej z Ciemięgi w rejonie Łysakowa w celu rozcieńczenia nieczystości – są one przerzucane przez dolinę Bystrzycy kanałem betonowym pod prawe zbocze doliny. Z kanału głównego ścieki są grawitacyjnie rozprowadzane na łąki poniżej wsi Turka i w rejonie Łuszczowa.

Na badanym obszarze znajdowało się w początkowym okresie badań terenowych ponad 20 źródeł. Większość z nich to były małe wypływy wody usytuowane pod prawym zboczem doliny – miejscowości Turka i Łuszczów. Największe z nich o wydajności 9 l/s w 1980 r. znajdowało się w Kol. Spiczyn. Pojedyncze małe źródła istniały w Sobianowicach i w Pliszczynie. Największe źródła znajdują się w dolinie Ciemięgi. Ich wydajność zmieniała się w okresie 1980–1989 od 34 do 62 l/s w źródłach powyżej Pliszczyna i od około 20 do 45 l/s w źródle w Baszkach.

W latach 1981–1982 istniało kilka źródeł powyżej dna doliny Bystrzycy. Źródło w Łuszczowie (o wydajności w 1980 r. około 7 l/s) przestało funkcjonować w 1983 r., a tym samym znikł strumień i stawy zasilane wodami podziemnymi. Źródła w Turce zmniejszyły w tym czasie swą wydajność, a niektóre zanikły. Również bardzo zmniejszyły swą wydajność źródła usytuowane pod prawym zboczem doliny Bystrzycy. Część z nich zamieniła się na wysięki lub źródła okresowe.

Tab. 1. Miesięczne przepływy i odpływy jednostkowe Bystrzycy w Sobianowicach i Ciemięgi w Pliszczynie
Monthly flows and specific discharges of the Bystrzyca river at Sobianowice and the Ciemięga river at

Pliszczyn

Miesiąc	Bystrzyca A=1265				Ciemięga A=152	
	1951–1990		1981–1990		1981–1990	
	Q	q	Q	q	Q	q
XI	4,82	3,82	5,12	4,05	0,60	3,94
XII	4,97	3,93	5,19	4,10	0,65	4,27
I	4,67	3,69	5,26	4,16	0,62	4,07
II	5,48	3,43	5,44	4,30	0,70	4,60
III	7,34	5,80	6,48	5,12	0,98	6,44
IV	6,49	5,13	4,89	3,87	0,59	3,88
V	4,97	3,93	4,41	3,49	0,43	2,83
VI	4,69	3,71	4,23	3,34	0,40	2,63
VII	4,23	3,34	3,53	2,79	0,35	2,30
VIII	4,09	3,23	3,50	2,77	0,30	1,97
IX	4,01	3,17	3,76	2,97	0,36	2,37
X	4,44	3,51	3,62	2,86	0,46	3,02
Rok	5,02	3,97	4,61	3,64	0,54	3,55

A – powierzchnia w km^2 , Q – przepływ w m^3/s , q – odpływ jednostkowy w l/s km^2 .

A – area in km^2 , Q – flow in m^3/s , q – specific discharge in l/s km^2 .

Główną rzeką płynącą przez środek badanego obszaru jest Bystrzyca. Bierze ona początek kilkadziesiąt kilometrów powyżej Lublina. Jej reżim odpływu jest silnie modyfikowany w Lublinie przez gromadzenie i wypuszczanie wody z Zalewu Zemborzyckiego oraz przez zrzuty dużych ilości ścieków (Z. M i c h a l c z y k i inni 1983). Ilość płynącej wody w Bystrzycy jest kontrolowana w profilu wodowskazowym IMiGW w Sobianowicach, założonym poniżej ujścia Ciemięgi. Zlewnia zamknięta wodowskazem obejmuje 1265 km². Przedstawiono miesięczne wartości przepływu Bystrzycy w latach 1951–1990 oraz w latach 1981–1990 (tab. 1), a także zamieszczono przepływy Ciemięgi z okresu 1981–1990.

Średni przepływ Bystrzycy w Sobianowicach z okresu 1951–1990 wynosił 5,02 m³/s, co odpowiada odpływowi jednostkowemu 3,97 l/s km² i wskaźnikowi odpływu 125,1 mm. W ostatnim okresie wysokie przepływy roczne wystąpiły tylko w latach 1980–1981. W następnych latach średnie roczne przepływy nie przekraczały 3,3 m³/s, były więc znacznie niższe od wartości przeciętnych. Sezonowy rytm odpływu jest typowy dla rzek o zasilaniu śnieżno-deszczowym. Najwyższe średnie miesięczne przepływy przypadają na marzec i kwiecień (7,34 i 6,49 m³/s). Ilość przepływającej wody systematycznie zmniejsza się od wiosennego maksimum aż do minimum jesiennego, przypadającego na wrzesień (4,01 m³/s). Podwyższenie przepływów spowodowanych wysokimi opadami letnimi nie zaznacza się w wartościach średnich. Natomiast w okresie późnej jesieni notuje się wzrost przepływu, którego drugorzędne maksimum przypada na grudzień (4,97 m³/s). Zimowe minimum przepływu przypada na styczeń. Bystrzyca i Ciemięga wykazują wyraźny sezonowy i wieloletni rytm odpływu związany z okresami niskich i wysokich stanów retencji, wynikających z wielkości zasilania atmosferycznego i parowania.

Materiały hydrometryczne wskazują na znaczne wyrównanie średnich miesięcznych przepływów. Wynika to z dużej retencyjności podłoża – zasilania podziemnego (T. W i l g a t 1980, Z. M i c h a l c z y k 1986), wyrównania przepływów przez Zalew Zemborzycki i stałego zrzucania dużej ilości ścieków, przewyższających minimalny przepływ zarejestrowany w Sobianowicach.

Duży ładunek odprowadzanych w Lublinie zanieczyszczeń powoduje niekorzystne zmiany jakości wody w dolnym biegu Bystrzycy i Wieprza. Prawie wszystkie parametry określające stan czystości wody w Bystrzycy poniżej Lublina nie odpowiadają podstawowym normom. Ponadto rzeka niesie duże ilości różnorodnej zawiesiny, która odkładając się na dnie i brzegach powoduje powstanie warstwy szlamu wypływającego koryto rzeki. Odłożony osad będzie przez wiele lat niekorzystnie oddziaływał na jakość wody powierzchniowej, a także podziemnej – w obszarach lejów depresyjnych.

Ciemięga płynąca w dolnym odcinku przez badany obszar drenuje zasoby podziemne Płaskowyżu Nałęczowskiego. W badaniach terenowych zdecydowano się na szczegółowe określenie ilości wody odpływającej z tego dorzecza, gdyż otrzymane wyniki mogą być pomocne przy liczeniu zasobów wodnych rejonu ujęcia wody w Turce. W tym celu analizowano archiwalne materiały hydrometryczne dotyczące przepływów w profilu Baszki (R. Ś w i á t e k 1977) oraz założono w 1981 r. wodowskaz w Pliszczynie.

W latach 1971–1972 notowano stany wody na wodowskazie w Baszkach oraz wykonywano systematyczne pomiary przepływu (R. Ś w i á t e k 1977). Wodowskaz

ten umieszczony był nieco powyżej Pliszczyna, zamykał on zlewnię o powierzchni 147 km². Mimo niewielkiej różnicy powierzchni zlewni (zlewnia do Pliszczyna obejmuje 152,1 km²) zasilanie podziemne między tymi wodowskazami jest duże – głównie dzięki 3 dużym źródłom o wydajności 10–50 l/s (Z. M i c h a l c z y k , M. T u r c z y ń s k i 1988).

Średni roczny przepływ Ciemięgi w Pliszczynie w okresie 1971–1972 i 1981–1990 wynosił 0,532 m³/s, a odpływ jednostkowy 3,50 l/s·km². Średnie roczne wartości przepływu zmieniały się w poszczególnych latach od 0,34 m³/s w 1990 r. i 0,40 m³/s w 1989 r. do 0,85 m³/s w 1985 r. Odpływy jednostkowe zmieniały się od 2,28 do 5,58 l/s·km².

W ujęciu sezonowym najwyższe przepływy wystąpiły w marcu (0,93 m³/s). Od listopada do lutego średnie miesięczne przepływy nieco przekraczały 0,6 m³/s. Natomiast od czerwca do września nie osiągały 0,4 m³/s. Najniższe średnie miesięczne przepływy (0,305 m³/s) przypadają na sierpień (tab. 1). Na podstawie podanych wielkości należy stwierdzić, że istnieje duża przewaga odpływu półroczna zimowego nad letnim. Jest to cecha charakterystyczna dla rzek odwadniających nizinne obszary woj. lubelskiego. Termin występowania minimalnych przepływów w zlewni Ciemięgi przypada nieco wcześniej niż w innych rzekach Wyżyny Lubelskiej.

Maksymalny przepływ w przekroju wodowskazowym Pliszczyn zanotowano 3 lutego 1985 r. jako 7,93 m³/s. Minimalną ilość wody w rzece stwierdzono w sierpniu 1990 r. – 0,124 m³/s. Współczynnik nieregularności przepływów wynosi 64.

Na podstawie analizy hydrogramów dobowych przepływów obliczono metodą ścięcia fali wielkość zasilania podziemnego. Jego wartość średnia z okresu 1971–1972 i 1981–1990 wynosi 0,402 m³/s, co odpowiada odpływowi jednostkowemu 2,64 l/s·km². Wartość ta stanowi 76% odpływu całkowitego Ciemięgi. W poszczególnych latach wielkość zasilania podziemnego wynosiła od 0,293 m³/s w 1989 r. do 0,616 m³/s w 1981 r. (tab. 1). Minimalna wartość odpływu podziemnego nie spadała poniżej 0,12 m³/s, a maksymalne nie przekraczały 0,8 m³/s (ryc. 6). Zasoby odnawialne wód podziemnych w dorzeczu Ciemięgi wynoszą w roku średnim 1450 m³/h, a w roku suchym 1050 m³/h.

Z badań wykonanych przez R. Ś w i ą t k a (1977) wynika, że w formowaniu odpływu zaznacza się wyraźna dwudzielnność dorzecza. Górna jego część, w której wody podziemne pierwszego poziomu występują w osadach czwartorzędowych, charakteryzuje się małym udziałem wód podziemnych w odpływie całkowitym. Dolna część dorzecza, posiadająca wody poziomu kredowo-paleoceńskiego cechuje się dużym zasilaniem podziemnym.

Pod względem chemicznym i bakteriologicznym wody Ciemięgi odpowiadają I klasie czystości. Uchodzą one w Sobianowicach do silnie zanieczyszczonej Bystrzycy. Mała ilość czystych wód Ciemięgi nie wpływa znacząco na poprawę jakości wód Bystrzycy. Najkorzystniej byłoby ująć wody Ciemięgi w jej ujściowym odcinku dla potrzeb przemysłu Lublina. Wodę można byłoby gromadzić w zbiorniku zlokalizowanym w miejscu obecnie suchych stawów w Sobianowicach.

PODSUMOWANIE

Zmiany stosunków wodnych zachodzących w okolicy Turki spowodowane są zarówno eksploatacją wód podziemnych przez wszystkie studnie wiercone, jak również zwiększonym poborem wody ze studni kopanych. Wzrastająca eksploatacja wód podziemnych następowała przy małym zasilaniu atmosferycznym, które zadecydowało o niewielkiej odnawialności zasobów retencyjnych podłoża skalnego w okresie 1982–1989, a także o niskich wydajnościach źródeł i przepływach rzek. Największy wpływ na wysokość położenia zwierciadła wody w badanym terenie ma sytuacja istniejąca w dolinie Bystrzycy. Do dna doliny, jako do lokalnej bazy drenażu, nawiązuje zwierciadło wody w obszarach przyległych. Istniejące różnicowanie litologiczne i tektoniczne obszaru, utrudniające swobodny przepływ wody ku dolinie, sprzyja występowaniu w strefach wierzchowinowych górnych poziomów wodonośnych. Zebrane informacje potwierdzają szczelinowo-warstwowy charakter wód podziemnych przedstawiony przez T. W i l g a t a (1959 i 1970) i Z. M i c h a l c z y k a (1986).

Węglanowe osady podłoża skalnego pocięte są licznymi uskokami i strefami spękań. Wszystkie strefy tektoniczne w istotny sposób wpływają na obieg wody, a zasięg oddziaływania ujęć uzależniony jest od łączności hydraulicznej poszczególnych warstw. Przy dobrej izolacji poziomy górne nie reagują na eksploatację studni wierconych ujmujących wody głównego poziomu wodonośnego. Natomiast na obszarach o słabej izolacji lub o średnich i dobrych warunkach przepływu wody poziomy górne szybko przekazują wodę od eksploatowanych warstw.

Wahania zwierciadła wody są bardzo zróżnicowane, a reakcja na zasilanie atmosferyczne nie jest jednakowa. W dolinach rzecznych stany wody wykazują małe i częste wahania, a położenie zwierciadła wody uzależnione jest od zasilania atmosferycznego i dopływu z piętra kredowego. W obszarach wyżej położonych w zależności od warunków występowania wody stwierdza się istnienie rocznej, rocznej i wieloletniej lub wieloletniej zmienności stanów wody. W pobliżu eksploatowanych studni reżim wód podziemnych jest uwarunkowany wielkością poboru wody.

Zasoby odnawialne wód podziemnych są zdecydowanie mniejsze od przyjętych wartości w dokumentacjach hydrogeologicznych. Średni odpływ jednostkowy z dorzecza Ciemięgi, utożsamiany z warunkami rejonu ujęcia, wynosi $3,50 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Udział zasilania podziemnego w odpływie całkowitym stanowi 76%. W roku o średniej wilgotności zasoby całego dorzecza wynoszą $1450 \text{ m}^3/\text{h}$, a w roku suchym $1050 \text{ m}^3/\text{h}$. Wartość stałych zasobów dynamicznych nieznacznie przekracza $500 \text{ m}^3/\text{h}$.

Jakość wód podziemnych, mimo stwierdzanych punktowych zanieczyszczeń, jest na ogół dobra. Jednakże niepokojącym zjawiskiem jest obecność w wodach podziemnych, ujmowanych ze studni kopanych, podwyższonych ilości związków azotowych, fosforowych, chlorków, siarczanów oraz potasu i sodu. Zagrożenie dla jakości wód podziemnych stanowi zanieczyszczona Bystrzyca, nawadnianie łąk ściekami komunalnymi oraz poletka osadowe oczyszczalni w Hajdowie.

Na podstawie zebranych obserwacji można przewidywać, że lej depresyjny ujęcia w Turce połączy się z regionalnym obniżeniem zwierciadła wody istniejącym w okolicy Lublina. W czasie długotrwałej eksploatacji ujęcia zwiększy się dopływ wody

z utworów czwartorzędowych wypełniających kopalną dolinę Bystrzycy oraz prawdopodobnie z koryta obecnie zanieczyszczonej Bystrzycy.

LITERATURA

- Butrym J., Harasimiuk M., Henkiel A. 1982, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50000, A. Lublin, Wyd. Geol. Warszawa.
- Chałubińska A., Wilgat T. 1954, Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. Przewodnik V Ogólnop. Zjazdu PTG, Lublin.
- Harasimiuk M. 1980, Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Rostocza, Rozprawa habil. UMCS Lublin.
- Harasimiuk M., Henkiel A. 1982, Objaśnienia do szczegółowej Mapy Geologicznej Polski. A. Lublin, Wyd. Geol. Warszawa.
- Harasimiuk M., Henkiel A., Przemyski S. 1980, Neotektonika i jej wpływ na warunki wodne Centralnego Rejonu Węglowego. Materiały z sesji „Metody i wyniki hydrogeologicznych złóż węgla kamiennych w rejonie CRW LZW”. Wyd. Geol. Warszawa.
- Herbich P. 1980, Tektoniczne uwarunkowanie horyzontalnej anizotropii wodoprzepuszczalności utworów górnej kredy rejonu Chelma. Techn. Poszukiwań Geologicznych, z. 3, Warszawa.
- Krajewski S. 1972, Strefowość zawodnienia utworów górnej kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Prace Hydrogeol. Inst. Geol., s. spec., z. 3, Warszawa.
- Krassowska A., 1981, Charakterystyka osadów kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. Geol., t. 25, Wyd. Geol. Warszawa.
- Krassowska A., Niemczycka T. 1984, Pokrywa mezozoiczna Lubelskiego Zagłębia Węglowego., Przewodnik LVI Zjazdu PTGeol. Wyd. Geol. Warszawa.
- Michalczyk Z. 1986, Warunki występowania i krążenia wód na obszarze Wyżyny Lubelskiej i Rostocza. Wyd. UMCS, Lublin.
- Michalczyk Z., Łoś M., Sawicka-Ner Z. 1983, Zasięg oddziaływania ujęć wód podziemnych miasta Lublina. Prace Hydrogeol. Inst. Geol., s. spec., z. 16, Wyd. Geol. Warszawa.
- Michalczyk Z., Przemyski S. 1988, Anizotropia kredowego piętra wodnego w rejonie Turki k. Lublina. [W:] Geologia stosowana Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Wyd. UMCS, Lublin.
- Michalczyk Z., Turczyński M. 1988, Charakterystyka hydrologiczna dorzecza Ciemiegi. [W:] Badania hydrograficzne w poznawaniu środowiska. Wyd. UMCS, Lublin.
- Paszczyk J. 1973, Analiza wahań zwierciadła wód podziemnych w obszarze wschodnim Polski. Przegl. Geogr. t. XLV, z. 3, Warszawa.
- Przemyski 1980, Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów kredowych w kat. B dla Odlewni Żeliwa FSC Lublin w miejscowości Turka, Sobianowice, Łuszczów. Maszyn. Przedsięb. Geol., O. Lublin.
- Świątek R. 1977, Odpyływ w dorzeczu Ciemiegi w latach hydrologicznych 1971–1972. Biuletyn LTN, geogr., v. 12, z. 1, Warszawa.
- Wilgat T. 1959, Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej. Annales UMCS, s. B, v. XII, Lublin.
- Wilgat T. 1970, Kontrowersja na temat sposobu występowania wód w kredzie lubelskiej. Przegl. Geogr., t. XLII, z. 1, Warszawa.
- Wilgat T. 1980, Stosunki wodne Lublina. Biuletyn LTN, v. 22, Geogr. 1, Warszawa.
- Witkowski M. 1978, Geotechniczne cechy zwierzeliny skał kredowych Wyżyny Lubelskiej. Maszynopis Wydz. Inż. Ładowej Politechniki Lubelskiej. Lublin.
- Wyrwicka K. 1977, Wykształcenie litologiczne i węglanowe surowce skalne masyfytu lubelskiego. Biul. Inst. Geol. 229, „Z badań złóż surowców skalnych w Polsce” t. IX, Warszawa.
- Żelichowski A.M. 1972, Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świątoborskimi i Bugiem. Biul. Inst. Geol., 263, Warszawa.
- Żelichowski A.M. 1984, Tektonika Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Przewodnik LVI Zjazdu PTGeol., Wyd. Geol. Warszawa.

SUMMARY

In the years 1981–1989 hydrogeological and hydrological studies were carried out in the area of a large water intake under construction located at Turka near Lublin. Water intake wells were located on both banks of the lower course of the Bystrzyca river. The bedrock in the area of Turka consists of cracked Maestrichtian opokas and marls locally covered by gaizes and Palaeocene marls. Carbonate rocks are cut with numerous faults and zones of fractures running parallel and perpendicularly to the Bystrzyca river valley and evenly with a parallel of latitude. All tectonic zones vitally affect underground water circulation of the area examined.

The hydrographic axis of the Turka area is the Bystrzyca river valley, strongly attracting water from the adjacent areas. Its draining role is indicated by hydroizohypses that are placed alongside the river and by numerous springs. The course of hydroizohypses is disturbed by zones of discontinuity of the first water surface, the existence of which ought to be connected with the tectonics and lithology of Cretaceous–Palaeocene layers, mainly with alternation of beds that poorly and well conduct water.

Fluctuations of underground water surface are considerably differentiated and the reaction to precipitation is not identical. In the southern part of the area an annual and long-term rhythm of underground water fluctuations has been observed. In the valleys of the Bystrzyca and Ciemięga rivers the first water levels show slight and frequent fluctuations and the level of water surface depends on precipitation and water supply from the Cretaceous stage. There is a long-term rhythm of fluctuations in the underground water surface.

The average outflow from the Ciemięga river basin, which is representative for the area investigated, is $0.53 \text{ m}^3/\text{s}$ which corresponds to the specific outflow – 3.50 l/s/km^2 . The share of the underground water supply in the total outflow is 76%. The underground outflow varied from 0.12 to $0.80 \text{ m}^3/\text{s}$, that is from 0.81 to 5.21 l/s/km^2 .

The quality of the underground and surface waters, despite some adventitious impurities is good in general. It is, however, alarming to think of the presence, in the underground water, of increased amounts of nitric, phosphoric compounds, chlorides, sulphates, sodium and potassium. The polluted Bystrzyca river is hazardous to quality of the underground waters, as is the agricultural use of wastes and the sludge drying bed at the Hajdów sewage treatment plant. The cone of depression at the Turka water intake will join the regional water surface lowering in Lublin. In the course of long-lasting exploitation of the water intake at Turka there will be an increased supply of water from the Quaternary deposits filling the buried Bystrzyca river valley and of most probably highly polluted water from the river-bed.

