

WODY SZCZELINOWE KREDY LUBELSKIEJ

UKD 556.322.43:556.12:552.54:551.763(438-12)

Utwory górnej kredy regionu lubelskiego stanowią jeden z największych zbiorników słodkich wód podziemnych w Polsce. Decyduje o tym jego odkryty charakter i szerokie rozprzestrzenienie, korzystne warunki alimentacji, wysokie przewodnictwo wodne. Na znacznych przestrzeniach utwory wodonośne występują wprost na powierzchni terenu bądź pod cienkim przykryciem utworów najczęściej przepuszczalnych. Pokrywające utwory nieprzepuszczalne mają podrzędne znaczenie, zajmując niewielkie, izolowane tereny. Stąd główna część występujących tu wód podziemnych pochodzi z bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych.

Pewna część tych wód pochodzi z przepływu podziemnego od strony Rostocza, które ze względu na: wyniesienie względem całego regionu kredy lubelskiej, stosunkowo wysokie opady atmosferyczne (ok. 700 mm/rok), odkryty charakter utworów wodonośnych o dużej szczelinowatości – spełniają wszelkie warunki bardzo dobrego obszaru alimentacyjnego. Znaczna część infiltrujących tu wód odpływa podziemnie – generalnie w kierunku północnym poprzez utwory górnej kredy. Jednak, jak wynika ze szczegółowych badań hydrogeologicznych (głównie w międzyrzeczu Bugu i Wieprza – 10) ilościowy stosunek tych wód do wód zasilających przez bezpośrednią infiltrację z powierzchni terenu jest nieznaczny – wynosi kilka procent.

Nieco odmienne warunki zasilania występują w NE części regionu – na N od maksymalnego zasięgu złodo-

wacenia środkowopolskiego, gdzie wzrasta miąższość utworów pokrywających, czwartorzędowych i częściowo trzeciorzędowych, w tym także nieprzepuszczalnych. Nie stanowią one zwartej pokrywy izolującej, ale warunki infiltracji są słabsze i w rezultacie zmienia się relacja między zasilaniem przez infiltrację opadów z powierzchni, a zasilaniem podziemnym tego obszaru na korzyść podziemnego. W sumie towarzyszy temu znacznie mniejsza odnawialność poziomu wodonośnego.

Środowisko występowania wód podziemnych górnokredowego poziomu wodonośnego wykształcone jest w postaci spękanych margli, opoki, gez, kredy piszącej i przejściowych typów litologicznych, tworzących szereg węglany-minerały ilaste-wolna krzemionka, stopniowo przechodzących jedne w drugie. Te stopniowe przejścia dotyczą przede wszystkim układu poziomego, natomiast zmienność pionowa wykształcenia jest bardziej wyraźna i zdecydowana. Stosunkowo jednolity charakter tych utworów urozmaicają rozcięcia erozyjne, wypełnione utworami czwartorzędowymi, niekiedy o znacznej miąższości, dochodzącej do blisko 100 m oraz strefy silnie spękane, towarzyszące uskokom, tnącym utwory górnokredowe.

Zdolności infiltracyjne powierzchniowych partii utworów kredowych są zróżnicowane, zależne od ich wykształcenia litologicznego. Na marglach i kredzie piszącej rozwija się zwykle glina zwiertzelinowa, na opokach, gezach i twardych odmianach margli – rumosz skalny w postaci kanciastych płytek. Wraz z głębokością płytki stają się

coraz większe, a na głębokości 4–5 m od powierzchni terenu rumosowy charakter zwietrzliny zanika, ustępując miejsca ławicom, nieznacznie tylko zwietrzałym (ryc. 1). W głębokich kamieniołomach i otworach wiertniczych można obserwować objawy zwietrzenia skał do głębokości kilkudziesięciu metrów od powierzchni terenu. Jednak charakter ich jest odmienny. Występują tu zaokrąglenia krawędzi bloków skalnych oraz szczeliny poszerzone w wyniku głównie mechanicznej działalności wody podziemnej w strefie wahań jej zwierciadła. Dotyczy to szczególnie niszczenia struktury skał i tworzenia dodatkowych spękań w rezultacie pęcznienia w środowisku wodnym i skurczu po wyschnięciu. Rola tych procesów w tworzeniu szczelin wykazał A. Drągowski (1) na podstawie badań laboratoryjnych.

Znaczenie strefy zwietrzałej w kształtowaniu się warunków infiltracji jest wielorakie. W zależności od charakteru zwietrzliny występującej na powierzchni terenu różny jest stopień jej przepuszczalności; od bardzo dobrej w rumoszu, sprzyjającej znacznej infiltracji, poprzez pośrednie wartości aż do prawie nieprzepuszczalnej, gliniastej zwietrzliny, bardzo ograniczającej infiltrację wód opadowych (7).

Poniżej strefy zwietrzałej masyw skalny pocięty jest gęstą i stosunkowo regularną siecią szczelin. Główny system szczelin nadkapilarnych (o rozwarości ponad 0,25 mm) stanowi cios ortogonalny o głównych kierunkach orientacji zgodnych z przebiegiem głównych struktur



Ryc. 1. Typowy profil strefy zwietrzałej w opokach górnej kredy.
Fot. autor

Fig. 1. Typical section of weathered zone in opokas of the Upper Cretaceous. Photo by the Author.

kredowych. Rolę drugorzędnych odgrywiają szczeliny o kierunkach prostopadłych do tych struktur. Są to szczeliny pionowe lub zbliżone do pionowych. Występują tu także poziome bądź prawie poziome fugi międzylawicowe. Jak wynika z przeprowadzonych pomiarów w kamieniołomach (6, 9, 10, 4) rozwarość szczelin wynosi od dziesiątych części mm do kilkunastu, a nawet 30 cm. Te duże rozwarcia dotyczą szczelin towarzyszących strefom dyslokacyjnym. Często wypełnione są one druzgotem i zwietrzeliną. W obserwowanych odsłonięciach widoczne są przesunięcia o amplitudzie kilku metrów. Udział szczelin związanych ze strefami uskokowymi w ogólnej gęstości szczelin wynosi kilka procent.

Rozwarość szczelin zmniejsza się wraz z głębokością. Można to stwierdzić bezpośrednio w kopalniach odkrywkowych oraz pośrednio w otworach hydrogeologicznych i badaniami karotażowymi (14). Zwieranie się szczelin wiąże się z odkształceniem skał i wskutek ciśnienia górotworu. Zasięg głębokościowy szczelin wodonośnych związany jest z własnościami mechanicznymi poszczególnych typów skał, decydującymi o ich zdolności do zachowania rozwarości szczelin, w szczególności z różną wytrzymałością na ściskanie skał – największą w opokach, niższą w marglach opokowych i najniższą w miękkich i ilastych odmianach margli oraz w kredzie piszącej. Czynnikiem różnicującym jest zawartość węgla wapnia i stopień zdiagenezowania skały. Wytrzymałość na ściskanie (w stanie powietrzno-suchym) wynosi: dla opoki 100–200 kg/cm², dla margli opokowych 30–130 kg/cm², dla kredy piszącej – poniżej 50 kg/cm² (12, 1).

W składzie mineralnym tych skał istotny wpływ na ich własności hydrogeologiczne wywiera montmorylonit, powodujący pęcznienie w środowisku wodnym. Najbardziej podatne na to zjawisko są margle opokowe, najmniej opoki wapienne i kreda pisząca.

Wszystkie typy skał węglanowych górnej kredy i paleocenu charakteryzują się znaczną porowatością całkowitą (32–49%) i efektywną (28–45%). Charakterystycznym elementem wewnętrznej ich budowy są liczne mikrospękania o rozciągłości kilku mm i rozwarciu do 0,01 mm. Ułatwiają one wraz z próżniami po rozpuszczeniu igłach gąbek i otwornicach komunikowanie się licznych porów międzyagregatowych i międzykrystalicznych o wymiarach bardzo zróżnicowanych od 0,01 do 0,5 mm (12, 1). Porowatość skał maleje wraz z głębokością. Porowatość efektywna kredy piszącej na głębokości 300 m jest o 30% niższa niż przy powierzchni.

Wszystkie te cechy stanowią o modelu hydrogeologicznym masywu kredowego jako całości. O gromadzeniu i przewodzeniu wody wolnej decydują parametry szczelinowatości. Porowatość skały odgrywa istotną rolę jedynie w przypadku kredy piszącej i opoki odwapnionej. Jednak i w tym przypadku o przewodnictwie wodnym masywu stanowi jego szczelinowatość, ponieważ przepuszczalność szczelinowa jest co najmniej 10-krotnie wyższa od porowej. Najwyższy współczynnik filtracji ustalony dla niespękaną kredy piszącej wynosi niespełna $2 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Przedstawione własności mechaniczne skał i ich zmienny rozkład w profilu pionowym powodują strefowość własności hydrogeologicznych (9, 13). Malejąca wraz ze wzrostem głębokości porowatość szczelinowa w różnym stopniu – zależnym od wykształcenia litologicznego – wpływa na zmianę własności hydrogeologicznych. Występują tu trzy strefy wodoprzepuszczalności:

Pierwsza – intensywnej wymiany wód podziemnych w obrębie występowania szczelin pochodzenia tektonicz-

nego i wietrzeniowego. Strefa ta charakteryzuje się bardzo dobrą wodoprzepuszczalnością, związaną głównie z systemem szczelin.

W miarę głębokości wodoprzepuszczalność maleje i na głębokości

- 100 m w kredzie piszącej oraz miękkich i ilastych odmianach margli,
- 130 m w marglach wapnistych twardych,
- 150 m w opokach,

wartość współczynnika filtracji spada poniżej $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, a więc utwory te stają się słabo przepuszczalne (9).

Rosnące wraz z głębokością ciśnienie geostaticzne powoduje takie zaciśnięcie szczelin, że przestają one przewodzić wodę wolną. Głębokość tę określa się na ok. 200 m od powierzchni terenu dla skał miękkich (margle ilaste, kreda pisząca), ok. 250 m dla skał średnio twardych i umiarkowanie pęczniejących (margle wapniste, twarde) oraz ok. 300 m dla skał twardych i niepęczniejących. Na tych głębokościach szczeliny wodonośne zanikają i niżej występuje kompleks praktycznie nieprzepuszczalny ($k = 1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-9}$ m/s) oddzielający poziom górnokredowy od albsko-jurajskiego. W pojedynczych przypadkach (w wierceniach badawczych) stwierdzono znikome dopływy do otworu jeszcze na głębokości ok. 500 m. Przyczyniły się one do dyskusji, w której wyrażane są opinie o kontaktach hydraulicznych tych poziomów. Brak wystarczających badań w tym zakresie nie pozwala na jednoznaczny ocenę. Można jednak przypuszczać, że występowanie wód podziemnych na tej głębokości ogranicza się do stref towarzyszących dużym dyslokacjom. Natomiast szczegółowa analiza własności mechanicznych tych skał prowadzi do wniosku, że kontakty te nie mogą mieć charakteru powszechnego.

Przedstawiony obraz stopniowych, pionowych zmian własności hydrogeologicznych komplikuje występowanie stref o zwiększonej szczelinowatości na głębokościach zawartych w przedziale od 30–50 m do 70–80 m. Z analizy statystycznej wyników próbnych pompowań w ponad 600 otworach badawczych wynika, że na tych głębokościach

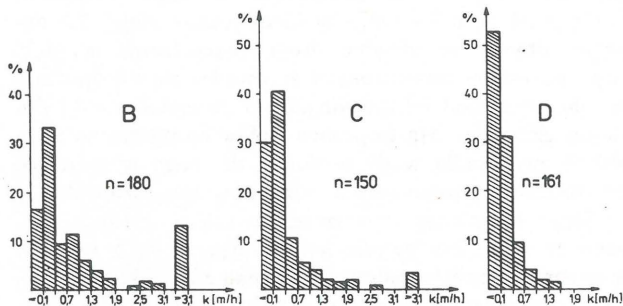
badane utwory charakteryzują się zwiększoną porowatością szczelinową i związanymi z tym najwyższymi wartościami współczynnika filtracji w profilu. Biorąc pod uwagę rolę pęcznienia skał w środowisku wodnym i skurczu po wyschnięciu w tworzeniu dodatkowych spękań można postawić tezę, że zjawisko to jest efektem niszczenia struktury skał wskutek wahań zwierciadła wody na zmieniających się głębokościach w czasie zmian klimatycznych w okresie trzeciorzędowym i plejstocenie.

Pionowa zmienność w wykształceniu litologicznym powoduje występowanie poziomych przesłon słabo przepuszczalnych, powstałych w wyniku zaciśnięcia szczelin w plastycznych – w sensie reologicznym – przewarstwieniach (w skrajnym przypadku mogą to być wkładki ilów montmorylonitowych). Istnienie takich lokalnych horyzontów słaboprzepuszczalnych powoduje zatrzymywanie wód infiltracyjnych i powstanie tzw. poziomów zawieszonych. Pod przewarstwieniem słabo przepuszczalnym istnieje strefa bezwodna lub o niepełnym nasyceniu, poniżej której znajduje się swobodne zwierciadło poziomu głównego (8, 15). Występowanie takich przewarstwień w strefie saturacji jest powodem różnego zachowania się zwierciadła wody w otworze podczas postępu prac wiertniczych, co stwarza pozory wielopoziomowości.

Mimo zmieniających się w profilu pionowym własności filtracyjnych utworów kredowych stanowią one jeden hydraulicznie związany system wodonośny. Jego własności filtracyjne charakteryzują wartości współczynnika filtracji określone na podstawie wyników próbnych pompowań w studniach wierconych, a więc wartości uśrednione dla całego przewierconego profilu. Są one następujące (po odrzuceniu skrajnych wartości w 66% frekwencji):

typ utworów dominujących w profilu (co najmniej 65%)	„k” w m/s
opoki, gezy, twarde margle wapniste	$3 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$
margle	$1,66 \cdot 10^{-5} - 2,2 \cdot 10^{-4}$
kreda pisząca, margle miękkie, ilaste	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$

Przy innych proporcjach typów urworów występujących w profilu „k” przyjmuje wartości pośrednie. Rozkład wartości „k” dla poszczególnych typów skał przedstawia ryc. 3.

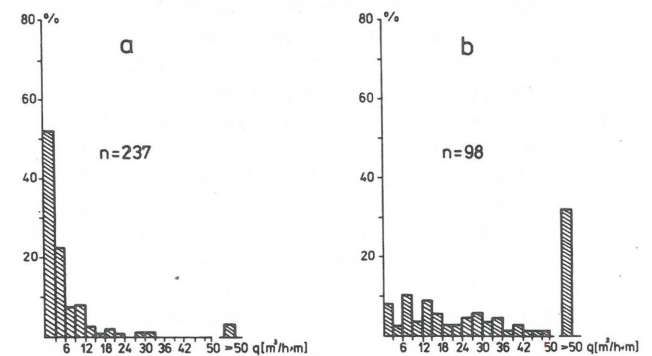


Ryc. 2. Histogramy rozkładu współczynnika filtracji dla utworów górnej kredy w strefie intensywnie zawodnionej.

B – w opokach do głęb. 150 m od powierzchni terenu, C – w marglach wapnistych do głęb. 130 m od powierzchni terenu, D – w kredzie piszącej oraz miękkich i ilastych odmianach margli do głęb. 100 m od powierzchni terenu.

Fig. 2. Histograms of distribution of percolation coefficient for Upper Cretaceous rocks in intensively saturated zone.

B – in opokas down to the depth 150 m below terrain surface, C – in calcareous marls down to the depth 130 m below terrain surface, D – in chalk and soft and clayey varieties of marls, down to the depth 100 m below terrain surface.



Ryc. 3. Histogramy rozkładu „q”.

a – na wysoczyznach, b – w strefach przykrawędziowych.

Fig. 3. Histograms of distribution of „q”.

a – in uplands, b – in margin-adjoning zones.

Przedstawiony obraz warunków hydrogeologicznych stanowi tło charakterystyczne dla całego masywu kredowego. Masyw ten rozcięty jest systemem dyslokacji nieciągłych, którym towarzyszą strefy dużej szczelinowatości w zasięgu oddziaływania zwiększonych naprężeń, wywołanych przemieszczeniem utworów kredowych. Strefy te charakteryzują się wodoprzepuszczalnością kilkadziesiąt razy wyższą od wodoprzepuszczalności skały otaczającej i wynikającym z tego natężeniem przepływu wód podziemnych (2).

Wskaźniki charakteryzujące własności hydrogeologiczne tych utworów – wydajności jednostkowe ujęć są następujące:

Typ utworów	Jednostkowe wydajności ujęć w $m^3/h \cdot m$	
	przeciętne	przedziały wartości po odrzuceniu skrajnych
kreda pizująca, margle miękkie, ilaste	4	0,4–5,0
margle opoki, gezy, twarde margle	12,5	1,1–16,4
	27	2,5–50,0

Przyjmując, że wartości przeciętne wraz z mniejszymi stanowią tło charakterystyczne dla ogólnie spękanego masywu, głównie z udziałem szczelin ciosowych – wartościom wyższym należy przypisać strefy o zwiększonej szczelinowatości związanej z dyslokacjami (9, 3).

Nie wszystkim jednak uskokom towarzyszy strefa rozluźnionego materiału skalnego. Wzdłuż niektórych z nich wytworzyła się strefa rozartej skały o całkowicie zniszczonej strukturze pierwotnej – często gliniastej. Spełnia wówczas rolę pionowego ekranu słabo przepuszczalnego.

Szczególnością rolę w kształtowaniu wysokiej wodoprzepuszczalności odgrywają strefy przykrawędziowe dolin rzecznych, współcześnie wypełnionych osadami czwartorzędowymi. Wiązą się one z przebiegiem dyslokacji wykorzystywanych przez rzeki przy formowaniu dolin, a także z odprężeniem masywu na zboczach dolin przed wypełnieniem ich osadami rzeczными. Porównanie wydajności jednostkowych otworów zlokalizowanych w takich strefach i poza nimi ilustruje ryc. 3.

Wody pochodzące z infiltracji opadów na wyniosłościach Roztocza i na całym obszarze płytkiego występowania utworów górnej kredy i paleocenu przemieszczają się w skali regionalnej w kierunku północnym tworząc lokalne, przejściowe i regionalny system krążenia (9, 4). W lokalnych systemach wody są drenowane przez najbliższe cieki (III rzędu), w przejściowych – rzeki sąsiednich zlewni lub zlewni wyższego rzędu (Wieprz, Bug), w regionalnym – wody odpływają w kierunku północnym i północno-zachodnim, a następnie, jak wykazał F. Knyszyński (5) są drenowane przez Wisłę oraz ujściowy odcinek doliny Wieprza (praktycznie drenowana jest cała miąższość aktywnej wymiany) i ujściowy odcinek doliny Tyśmienicy (przechwytywana jest znaczna część strefy aktywnej wymiany). Natomiast na odcinku wschodnim, między Radzyniem i Międzyrzeczem, część tych wód zasila utwory trzeciorzędowe występujące na wschodnich peryferiach niecki mazowieckiej. Istotną rolę w drenażu wód poziomym kredowego odgrywa ewapotranspiracja na rozległych obszarach podmokłych doliny Tyśmienicy i dolnego odcinka Wieprza.

Szczegółowe badania hydrogeologiczne w różnych rejonach na obszarze kredy lubelskiej, sprawdzone drogą analizy modelowej wykazały, że ponad 70% infiltracji efektywnej zasila wody podziemne lokalnych systemów krążenia. Strumienie tych systemów wykorzystują ok. 35–60% miąższości strefy intensywnie zawodnionej. Pozostała część infiltracji zasila przejściowy i regionalny system krążenia. Przeciętna infiltracja efektywna, biorąca udział we wszystkich systemach krążenia osiąga wartość 180 mm/rok.

Pośrednią rolę w drenażu spękanego masywu odgrywają silnie szczelinowe strefy dyslokacyjne, stwarzające dobre warunki intensywnego przepływu wód podziemnych. Drenując masyw formują rozproszony przepływ gęstą siecią szczelin ciosowych w strumieniu skupione. Objawia się to poziomą strefowością wodoprzepuszczalności, a także w dodatkich anomaliach przepływów cieków powierzchniowych. W miejscach przecięcia skupionych strumieni z dolinami rzek obserwuje się skokowy przyrost objętości przepływu wód powierzchniowych. Towarzyszy temu często silne zabagnienie doliny, ujawniające intensywne zasilanie wodami podziemnymi lub zgrupowanie źródeł (6).

Omawiając systemy krążenia wód podziemnych należy wspomnieć o coraz istotniejszym wpływie na ich miąższość intensywnej eksploatacji w głębokich studniach wierconych (4). Jest to jednak zagadnienie obszerne, wymagające odrębnego omówienia wszystkich elementów działalności gospodarczej, wpływających na zmiany reżimu wód podziemnych. Do takich należy zaliczyć między innymi zmianę charakteru podmokłych terenów, w których panuje reżim infiltracji – parowanie (wobec przewagi ewapotranspiracji nad infiltracją mających cechy stref drenażowych), a wskutek sztucznego zdepresjonowania zmieniają się w obszary infiltracyjne (11).

Szczególnością i zresztą podrzędną rolę w krążeniu wód podziemnych odgrywają poziomy zawieszony (dość powszechne w SE części regionu). Znaczna część tych poziomów pozbawiona jest stałych elementów drenażu w postaci źródeł i innych form wypływu na powierzchnię terenu lub zasilania cieków powierzchniowych. Zatrzymujące się wody infiltracyjne po szczególnie obfitym zasilaniu wiosennym lub jesiennym osiągają miąższość maksymalnie 6–7 m. W pozostałych okresach miąższość ta nie przekracza 2–3 m, a niekiedy jeszcze mniej. Ich odpływ odbywa się głównie drogą przesączania w głąb. Rola poziomów zawieszonych sprowadza się do opóźnienia dopływu wód infiltracyjnych do zwierciadła wód poziomu głównego. Ma to pewien wpływ na odmienny rytm wahań zwierciadła wody poziomu głównego w stosunku do obszarów pozbawionych poziomów zawieszonych.

Skład chemiczny wód szczelinowych w górnych partiach utworów kredowych, kontaktujących się z wodami w utworach czwartorzędowych, wynika z charakteru zbiornika: otwartego, z intensywną wymianą wód, zbudowanego ze skał, których głównymi składnikami są węglany – minerały ilaste i wolna krzemionka. Są to więc wody typu HCO_3-Ca , niekiedy $HCO_3-Ca-Mg$ o niskiej mineralizacji. Ponad 90% analiz wykazuje suchą pozostałość poniżej $500 mg/dm^3$. Rutynowe badania wykazują, że w warunkach naturalnych zawartość prawie wszystkich składników wód podziemnych mieści się w granicach normy dla wód pitnych. Podwyższoną zawartość w stosunku do norm dotyczy związków żelaza i w mniejszym stopniu manganu. Liczba oznaczeń wykazujących zawartość związków żelaza wyższą niż $0,3 mg/dm^3$ wynosi około 45%, a wyższą niż $0,7 mg/dm^3$ – niespełna 30%, natomiast zawartość manganu wyższą niż $0,1 mg/dm^3$ zaledwie kilka procent.

Przedstawione cechy zbiornika – bardzo korzystne z punktu widzenia jego odnawialności – stanowią jednocześnie poważne zagrożenie zanieczyszczenia, którego oznaki, zwłaszcza w odniesieniu do stref najpłytszych, są coraz bardziej widoczne.

LITERATURA

1. D r a g o w s k i A. – Inżyniersko-geologiczna charakterystyka niszczenia skał mastrychckich Wyżyny Lubelskiej w wyniku pęcznienia i skurczu. Biul. Geol. Wyd. Geol. UW 1981 t. 29.
2. H e r b i c h P. – Tektoniczne uwarunkowanie horyzontalnej anizotropii wodoprzepuszczalności utworów górnej kredy rejonu Chełma. Techn. Poszuk. Geol. 1980 z. 3.
3. H e r b i c h P., K r a j e w s k i S. – Określanie horyzontalnej anizotropii warunków filtracji w utworach szczelinowych na podstawie analizy nieustalonego dopływu do studzien. Prz. Geol. 1977 nr 8–9.
4. H e r b i c h P. – Zmiany reżimu odnawialności zasobów wód podziemnych w rejonach ich intensywnej eksploatacji ze szczelinowych utworów górnej kredy wschodniej Lubelszczyzny. Maszynopis, Bibl. UW 1983.
5. K n y s z y Ń s k i F. – Rola wód podziemnych kredy lubelskiej w kształtowaniu warunków hydrogeologicznych południowej strefy zasilania niecki mazowieckiej. Ibidem 1983.
6. K r a j e w s k i S. – Hydrogeologia zlewni Chodla. Ibidem 1964.
7. K r a j e w s k i S. – Hydrogeologiczna charakterystyka doliny Wisły i wyżyn przyległych na odcinku Ka-

lizany – Kazimierz Dln. Materiały symp. „Hydrogeol. i inż. geol. problemy zagospod. Wisły Środkowej”. Katowice 1965.

8. K r a j e w s k i S. – Charakter dróg krążenia wód podziemnych w utworach szczelinowych górnej kredy na Wyżynie Lubelskiej. Prz. Geol. 1970 nr 8–9.
9. K r a j e w s k i S. – Strefowość zawodnienia utworów górnej kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Pr. Hydrogeol. IG seria specjal. 1972 z. 3.
10. K r a j e w s k i S., H e r b i c h P. i in. – Zasoby wód podziemnych, prognozy ich zmian w rejonie Chełma oraz hydrogeologiczne podstawy zaopatrzenia miasta w wodę. Maszynopis, arch. Wyd. Geol. UW 1978.
11. K r a j e w s k i S., H e r b i c h P. i in. – Hydrogeologiczna ocena możliwości zaopatrzenia w wodę utworów czwartorzędowych i kredowych rejonów górniczych i aglomeracji miejskich CRW wraz z prognozą zmian reżimu hydrogeologicznego. Ibidem 1980.
12. Ł o z i Ń s k a - S t ę p i e Ń H. – Zmienność własności fizyczno-mechanicznych kredy piszącej Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Geol. Wyd. Geol. UW 1975 t. 18.
12. M a l i n o w s k i J. – Hydrogeologia Roztocza Zachodniego. Pr. Hydrogeol. IG seria specjal. 1974 z. 6.
14. R ó ż k o w s k i A., R u d z i Ń s k a T. – Model hydrogeologiczny Centralnego i Północnego Okręgu Węglowego w LZW. Kwart. Geol. 1978 nr 2.
15. S m o l e Ń Z. – Rola poziomów zawieszonych w krążeniu wód podziemnych regionu kredy lubelskiej. Sympozjum „Współcz. Probl. Hydrogeol. Regionalnej” Warszawa 1980.

SUMMARY

The paper presents a hydrogeological model for the Lublin Cretaceous. The massif built of carbonate rocks displays dense and relatively regular network of fissures. The most important fissures, i.e. those bearing decisive influence on circulation and accumulation of waters, are supracapillary ones (over 0.25 mm in width), related to orthogonal joint system. In turn, intensity of flow appears controlled by fissures which accompany dislocation zones cutting the massif. The latter form concentrated flows as they drain water flowing in dispersed way in a network of minor fissures. The width and depth range of water-bearing fissures depends on lithological development and mechanic properties of rocks, especially their strength to compression and susceptibility to swelling. The above mentioned features of the massif are responsible for vertical and lateral zonation in its hydrogeological properties.

Despite of the above mentioned zonal differentiation of properties, Upper Cretaceous rocks form a single aquifer with hydraulic connections. Waters present in this aquifer are mainly related to direct percolation of precipitation water or percolation through a thin cover of usually permeable Quaternary sediments. Groundwaters flowing northwards form local, transitional and regional systems of circulation. About 70% of waters take part in local circulation systems, using about 30 to 60% of thickness of the intensively saturated zone whereas the remaining part supplies transitional and regional circulation systems.

РЕЗЮМЕ

В статье представлена гидрогеологическая модель люблинского мела. Массив, сложен карбонатными отложениями, содержит густую и относительно регулярную сеть трещин; среди этих трещин основное значение, решающее о проводимости и аккумуляции воды, имеют надкапиллярные трещины (свыше 0,25 мм), составляющие ортогональную отдельность. Зато о расходе решают трещины связанные с дислокационными зонами, рассекающими массив. Эти трещины – дренируя воды текущие сетью мелких трещин рассеянным способом – формируют сосредоточенный поток. Раскрытие и глубина водоносных трещин зависят от литологического представления и механических свойств пород, а особенно от сопротивления сжатию и от набухаемости. Представленные свойства массива вызывают вертикальную и горизонтальную зональность гидрогеологических свойств.

Несмотря на зональную дифференциацию свойств, верхнемеловые отложения составляют один, гидравлически связан водоносный горизонт, которого воды происходят главным образом из непосредственной инфильтрации атмосферных осадков, или же через тонкий покров чаще всего проницаемых четвертичных отложений. Подземные воды, перемещаясь к северу, образуют местные, переходные и региональную системы циркуляции. Около 70% этих вод принимает участие в местных системах, используя около 30–60% мощности интенсивно заводненной зоны. Остальная часть питает переходные и региональную системы циркуляции.