

**CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI
OBNIŻENIA PODLASKIEGO NA TLE ELEMENTÓW
PALEOHYDROGEOLOGII PLEJSTOCENU**

UKD 556.314:551.793(438-18)

Wyniki przeprowadzonych w ostatnich latach rozważań nad plejstoceńską historią wód podziemnych w północno-wschodniej Polsce (9) i skutkami ruchów neotektonicznych na obszarze Białorusi (12) pozwalają na rozszerzenie wniosków wypływających z pracy Z. Duchnowskiego (3) dotyczącej historii wód podziemnych północnej części obniżenia podlaskiego.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Fundament krystaliczny występuje tu na głębokości od około 400 do 1000 m. Jego powierzchnia obniża się w kierunku południowo-zachodnim, ku osi obniżenia podlaskiego. Pokrywają go najstarsze utwory osadowe zali-

czane do eokambru. Na nich leży seria kambru dolnego i środkowego, przykryta osadami dolnego ordowiku. Osady paleozoiczne kończy seria skał syluru (14, 15). Schemat budowy tego obszaru jest przedstawiony na ryc. 1, 3, 4. Jedynie w zachodniej części obszaru spotykane są wyspowe ostańce, które według A. Szyperko-Śliwczyńskiej (13) są prawdopodobnie wieku dolnopermjskiego.

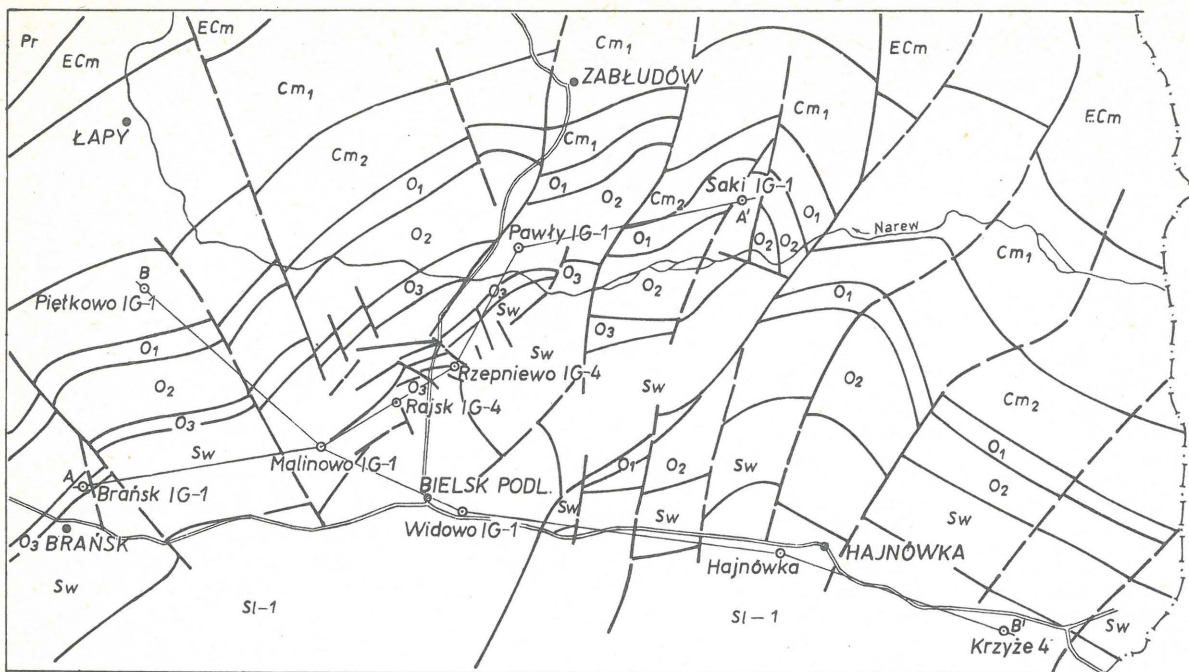
Przekraczając, i z dużą luką stratygraficzną, leżą na tym osady dolnego triasu, jury i kredy. Kenozoik jest tu reprezentowany przez fragmentarycznie występujący trzeciorzęd oraz ciągłą pokrywę osadów czwartorzędowych. Charakterystykę osadów przedstawiono w tabeli I.

Skały prekambriu i paleozoiku są silnie zdyslokowane (ryc. 1). O zaburzeniach w osadach wieku mezozoicznego

Tabela I

PODZIAŁ STRATYGRAFICZNY OBNIŻENIA PODLASKIEGO (13)

Era	Okres	Epoka	Piętro	Litologia
kenozoik	czwartorzęd	plejstocen		piaski, żwiry, gliny, mułki, ility
	trzeciorzęd	oligocen		piaski, mułki, ility
mezozoik	kreda	górna	mastrycht kampan santon turon cenoman	kreda pizująca kreda pizująca marglista kreda pizująca kreda pizująca margle ilasto-piaszczyste
		dolna	alb	piaski glaukonitowe, mułowce
	jura	górna	oksford	wapienie organodetrytyczne, gąbkowe, z czer- tami i krzemieniami, wapienie koralowcowe
		środkowa	kelowej baton	wapienie organodetrytyczne piaszczyste piaskowce ilaste
	trias	pstry piaskowiec	dolny	iłowce, mułowce
paleozoik	perm	dolny		piaskowce, zlepienie
	sylur	środkowy	ludlow wenlok	margle, wapienie, mułowce, iłowce iłowce, margle
	ordowik	dolny	landower	iłowce, mułowce
		górnym środkowym	aszgil kardok landeil lanwirn	wapienie margliste, margle wapienie detrytyczne, margliste wapienie organodetrytyczne wapienie organodetrytyczne
		dolny	arenig tremadok	glaukonityty, wapienie i dolomity glaukonito- we łupki, piaskowcowe
	kambr	środkowy	—	łupki z przewarstwieniami piaskowców, pias- kowce, piaskowce z przewarstwieniami iłow- ców i mułowców
		dolny	—	piaskowce z przewarstwieniami iłowców, mu- łowców
	proterozoik	eokambr	—	—
archaik	prekambr	—	—	skały krystaliczne i metamorficzne



0 5 10 15 km

Pr - 1 ECm - 2 Cm₁ - 3 Cm₂ - 4 O₁ - 5 O₂ - 6 O₃ - 7 SI-1, Sw - 8 A — A' - 9

Ryc. 1. Mapa strukturalno-tektoniczna paleozoiku północnej części obniżenia podlaskiego (wg H. Tomczyka - 15)

Fig. 1. Structural-tectonic map of the Paleozoic in northern part of the Podlasie Depression (after H. Tomczyk - 15)

1 - prekambryj, 2 - eokambryj, 3 - kambryj dolny, 4 - kambryj górny, 5 - ordowik dolny, 6 - ordowik środkowy, 7 - ordowik górny, 8 - sylur dolny i środkowy, 9 - linie przekrojów hydrogeologicznych

1 - Precambrian, 2 - Eocambrian, 3 - Lower Cambrian, 4 - Upper Cambrian, 5 - Lower Ordovician, 6 - Middle Ordovician, 7 - Upper Ordovician, 8 - Lower and Middle Silurian, 9 - lines of hydrogeological cross-sections

jest niewiele informacji, zaznaczają jedynie na powierzchni stropowej triasu uskok.

WODY PODZIEMNE

Wody podziemne występują w osadach prawie wszystkich epok geologicznych napotykanym na omawianym obszarze. Ze względu na warunki ich ruchu wyodrębniono trzy kompleksy wodonośne: paleozoiczny, mezozoiczny i kenozoiczny. Charakterystykę tych kompleksów przedstawiono w tabelach II, III, IV.

A. RUCHY WÓD PODZIEMNYCH

Paleozoiczny kompleks wodonośny, do którego umownie zaliczono również eokambryj, tworzą cztery piętra wodonośne. Izolację między eokambryj i kambryj spełnia seria mułowcowo-ilasta eokambryj i dolnego kambryj. Wody kambryjskie oddziela od wód dolnego ordowiku seria łupków dzielących środkowego kambryj, natomiast wody ordowiku od wód permu oddziela seria marglisto-ilasta górnego ordowiku i syluru. Wody permu od mezozoicznego kompleksu wodonośnego izoluje seria mułowcowa dolnego triasu.

Kształt powierzchni ciśnień w osadach wieku paleozoicznego (ryc. 2) wskazuje na ogólny kierunek przepływu z południowego wschodu ku północnemu zachodowi. Porównanie przebiegu hydroizohips ze schematem budowy geologicznej (ryc. 1) pozwala sądzić, że zasilanie odbywa się na północno-wschodnich i wschodnich podjurajskich wychodniach kambryj i ordowiku obniżenia podlaskiego oraz w rejonie jego osi. Jak z tego wynika przepływ nie pokrywa

się ani z osią tej struktury, ani z kierunkiem wzrostu miąższości osadów wieku paleozoicznego, ani z kierunkiem obniżenia się stropu prekambryj.

Mezozoiczny kompleks wodonośny w partii spągowej, w zachodniej części obszaru, izolowany jest mułowcami dolnego triasu, w części południowej mułowcami i ilowcami syluru, a w części północno-wschodniej leży bezpośrednio na częściowo wodonośnych seriach starszego paleozoiku. W partiach stropowych mezozoiczny kompleks wodonośny izolowany jest od kompleksu kenozoicznego serią kredy piaszczą górną kredy. Jest on zasilany przez kenozoik na wychodniach utworów dolnokredowych i górnokredowych, poza rozpatrywanym obszarem. Jednocześnie spełnia on rolę przekąźnika, zasilając w wodę kompleks paleozoiczny. Regionalny kierunek ruchu wód w kompleksie mezozoicznym (ryc. 2) jest ogólnie zgodny z przepływem wód w paleozoiku. Układ hydroizohips wskazuje na zasilanie na wschodzie i południowym wschodzie.

Mozaikowa budowa geologiczna kenozoiku powoduje, że obraz powierzchni ciśnień wód tego piętra, szczególnie w osadach wieku czwartorzędowego jest nieregularny. Regionalny kierunek przepływu wód odbywa się ku północnemu zachodowi, przepływy lokalne natomiast tworzą wiele różnokierunkowych strumieni (ryc. 2), ściśle uzależnionych od miejscowego wykształcenia warstw wodonośnych oraz sieci rzecznej. Na omawianym terenie decydujący wpływ w przepływie regionalnym ma dolina Narwi.

B. CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH

Na całym obszarze, w kompleksach kenozoicznym i mezozoicznym, dominują wody słodkie wodorowęglano-

Tabela II
CHARAKTERYSTYKA PALEOZOICZNEGO
KOMPLEKSU WODONOŚNEGO

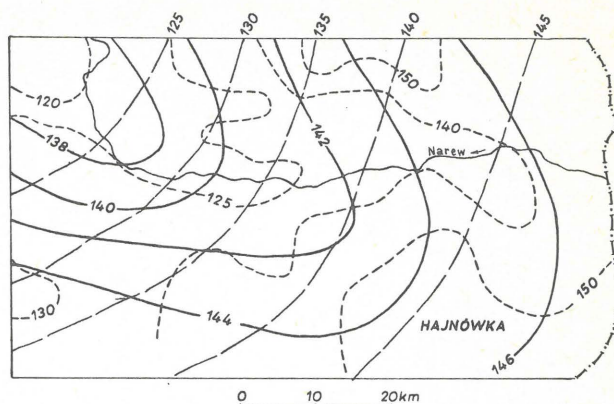
Paleozoiczny kompleks wodonośny			
piętro	charakterystyka hydrogeologiczna	litologia	miąższość serii w m
perm	wodonośne	piaskowce, zlepieńce	30–40
sylur	niewodonośne	mułowce, iłowce margle ilaste	20–50
ordowik	niewodonośne	margle ilaste	30–40
	slabo wodonośne	wapienie, dolomity	30–40
	niewodonośne wodonośne	glaukonit, łupki piaskowce, piaski	3–5 5–20
kambr	niewodonośne wodonośne	łupki dzielące piaskowce środkowego i dolnego kambru	10–20 40
eokambr	wodonośne	piaskowce stropowe	50
	niewodonośne	mułowce, tufy, bazalty	50
	wodonośne niewodonośne	piaskowce spągowe skały wylewne	20 50

Tabela III
CHARAKTERYSTYKA MEZOZOICZNEGO
KOMPLEKSU WODONOŚNEGO

Mezozoiczny kompleks wodonośny			
piętro	charakterystyka hydrogeologiczna	litologia	miąższość serii w m
jura	wodonośna	wapienie piaszczyste muszlowce i piaskowce wapniste jury środkowej	do 30
		wapienie organodetrytyczne, rafowe i krystaliczne jury górnej	100
kreda	wodonośne bardzo slabo lub niewodonośne	piaski glaukonitowe kredy dolnej kreda pizająca, margle i wapienie margliste kredy górnej	do 50

Tabela IV
ZESTAWIENIE POZIOMÓW WODONOŚNYCH
KOMPLEKSU KENOZOICZNEGO

Kenozoiczny kompleks wodonośny			
piętro	charakterystyka hydrogeologiczna	litologia	miąższość serii w m
czwartorzęd	wodonośne	piaski i żwiry nad glinami	20
	niewodonośne	gliny i ily	50
	wodonośne	piaski i żwiry międzyglinowe	30
	niewodonośne wodonośne	gliny zwałowe piaski i żwiry podglinowe	50 30
trzeciorzęd	wodonośne	piaski różnoziarniste z przewarstwieniami mułków i iłóv	30



Ryc. 2. Szkic hydroizohips (wg Z. Duchnowskiego – 3)

1 – hydroizohipsy w osadach wieku paleozoicznego, 2 – hydroizohipsy w osadach wieku mezozoicznego, 3 – hydroizohipsy w osadach wieku czwartorzędowego

Fig. 2. Sketch of hydroisohyps (after Z. Duchnowski – 3)

1 – hydroisohyps in Paleozoic strata, 2 – hydroisohyps in Mesozoic strata, 3 – hydroisohyps in Quaternary strata

wo-wapniowe. Jedynie w otworze Rzepniewo (ryc. 3) występują w trzeciorzędzie oraz w albie i cenomanie wody wodorowęglanowo-sodowe (o mineralizacji 0,26 i 0,2 g/dm³), podestane zresztą wodorowęglanowo-wapniowymi, występującymi w osadach jury górnej.

Wody w osadach ordowiku i kambru, przy niskiej mineralizacji, (0,2–0,4 g/dm³) mają głównie charakter wodorowęglanowo-sodowy (ryc. 2). Jedynie w otworze Brańsk na głębokości około 800 m w kambrze stwierdzono wody chlorkowo-sodowe o mineralizacji 1,7 g/dm³ oraz w otworze Krzyże (również w kambrze) napotkano wody wodorowęglanowo-wapniowe o mineralizacji 0,1 g/dm³ (ryc. 4).

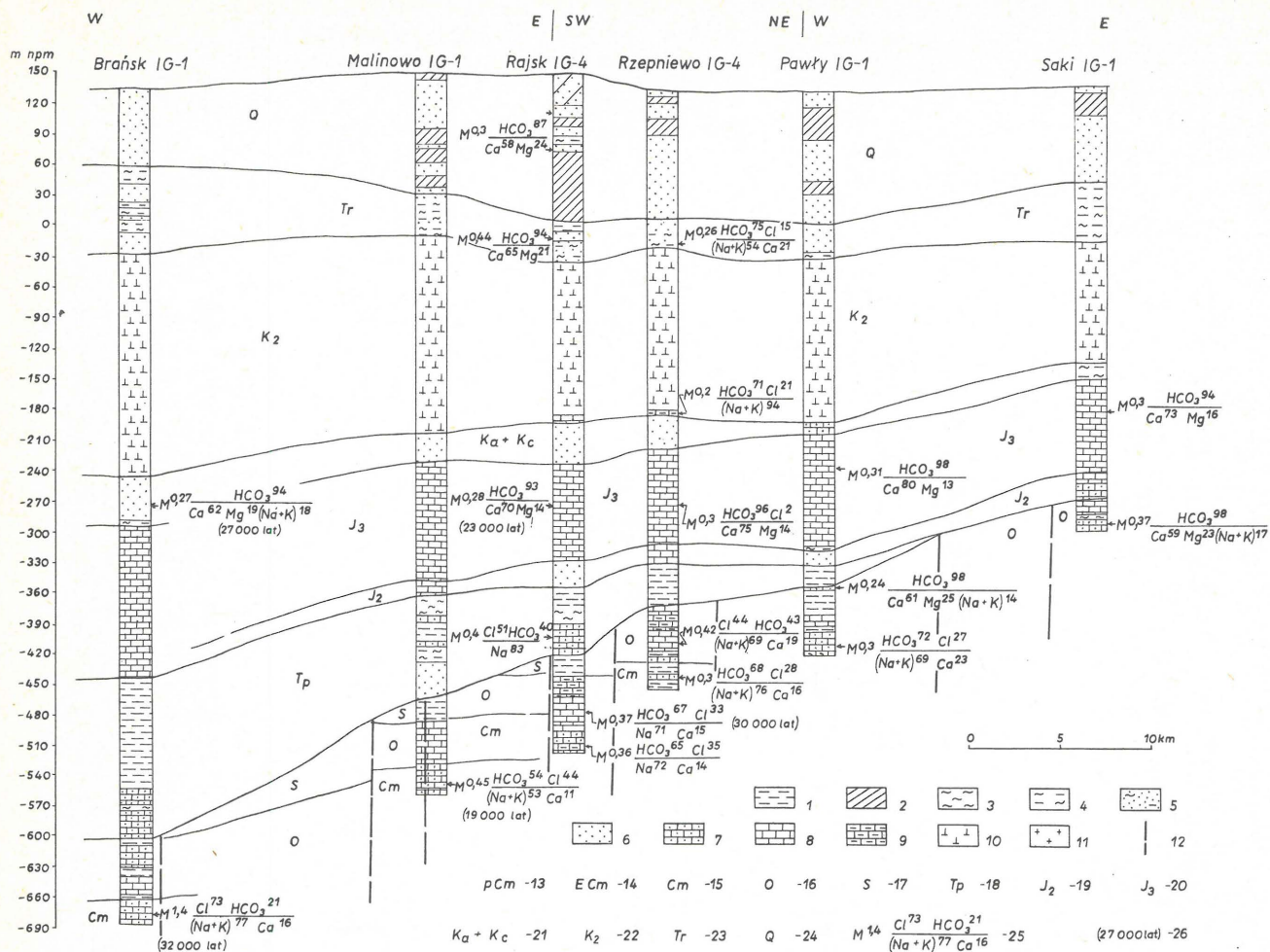
W eokambrze (otwór Krzyże) wody do głębokości około 750 m wodorowęglanowo-sodowe mają mineralizację 0,24–0,37 g/dm³. Dopiero w krystaliniku na głębokości 821 m występują wody chlorkowo-sodowe o podwyższonej mineralizacji (1,7 g/dm³).

Podobny skład chemiczny mają wody na antyklinie białoruskiej (2) i zbiorniku brzeskim (1, 5), stanowiącym wschodnią część obniżenia podlaskiego. W eokambrze występują wody chlorkowo-sodowe o mineralizacji zależnej od głębokości (od 0,86 do 11,8 g/dm³), a w kambrze chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowe o mineralizacji od 0,2 do 1,93 g/dm³. W młodszych ogniwach paleozoiku stwierdza się wody wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowe o mineralizacji poniżej 0,5 g/dm³ (1).

C. UWAGI O GENEZIE CHEMIZMU WÓD

Ogólnie przyjmuje się, że wody słodkie występujące na omawianym obszarze są młodymi wodami infiltracyjnymi (4). Potwierdziły to badania wieku wód na podstawie izotopu ¹⁴C (3). Najstarsze z nich w kambrze i ordowiku w rejonie Brańska mają 32 i 30 000 lat (ryc. 3). Najmłodsze wody w kambrze stwierdzono w rejonie Malinowa (19 000 lat). Wiek wód w jurze określono na 27 i 23 000 lat.

Okres 32–19 000 lat obejmuje górną część zlodowacenia bałtyckiego, które rozpoczęło się około 110 000 lat p.n.e. Okres od około 50 000 lat do 20 000 lat p.n.e. nosi nazwę



Ryc. 3. Przekrój hydrochemiczny A-A'

Fig. 3. Hydrochemical cross-section A-A'

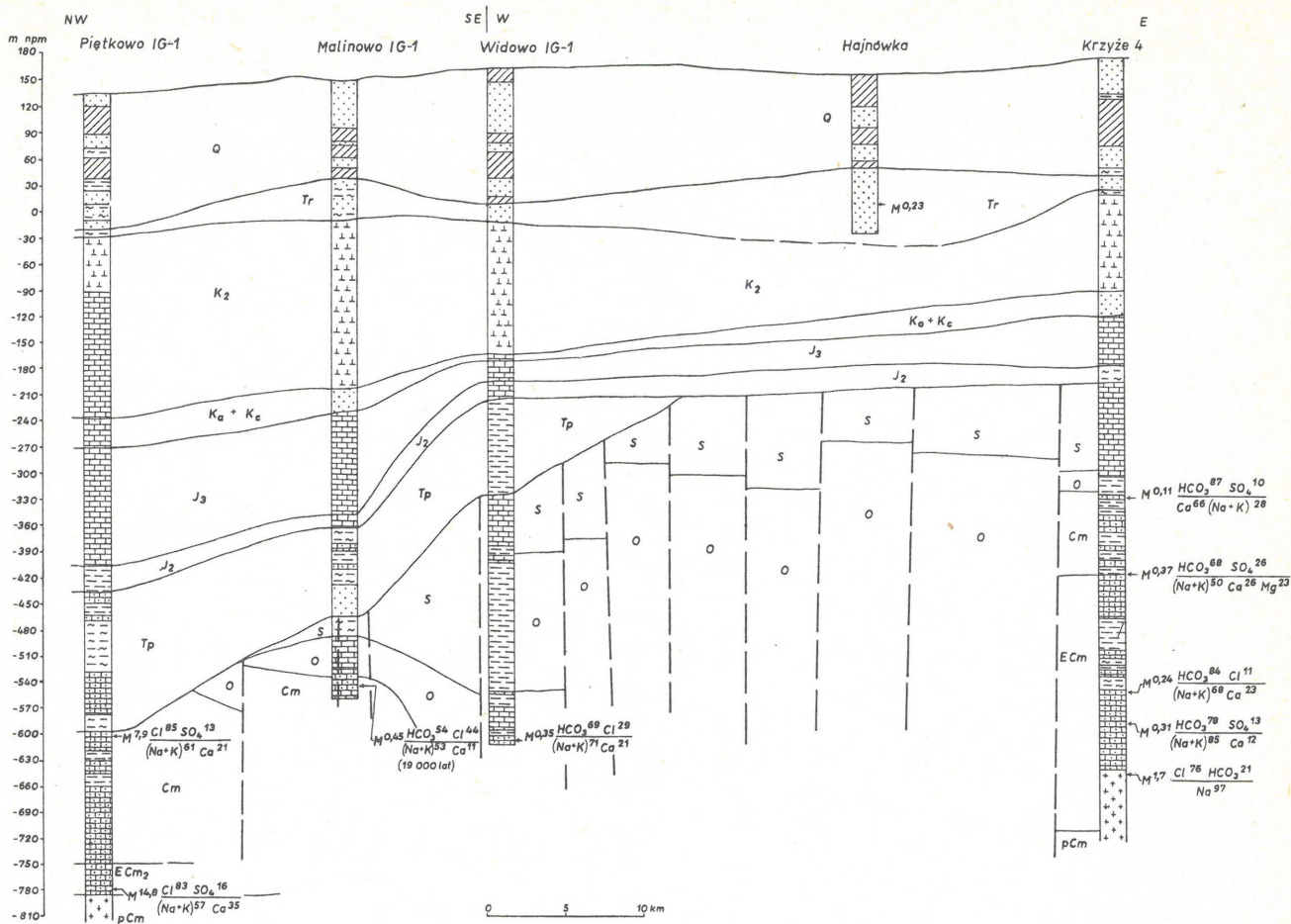
1 – iły, ilowce, 2 – gliny zwałowe, 3 – pyły, pyłowce, 4 – mułki, mułowce, 5 – mułki piaszczyste, 6 – piaski, 7 – piaskowce, 8 – wapienie, 9 – margle, 10 – kreda pizżąca, 11 – skały krystaliczne, 12 – uskoki, 13 – prekamb, 14 – eokamb, 15 – kamb, 16 – ordowik, 17 – sylur, 18 – pstry piaskowiec, 19 – jura środkowa, 20 – jura górna, 21 – alb i cenoman, 22 – kreda górna, 23 – trzeciorząd, 24 – czwartorzęd, 25 – skład chemiczny wód w zapisie Kurlowa wraz z miejscem pobrania próbek, 26 – wiek wód

1 – claystones, clays, 2 – tills, 3 – silts, siltstones, 4 – muds, mudstones, 5 – sandy muds, 6 – sands, 7 – sandstones, 8 – limestones, 9 – marls, 10 – chalk, 11 – crystalline rocks, 12 – faults, 13 – Precambrian, 14 – Eocambrian, 15 – Cambrian, 16 – Ordovician, 17 – Silurian, 18 – Buntsandstein, 19 – Middle Jurassic, 20 – Upper Jurassic, 21 – Albain and Cenomanian, 22 – Upper Cretaceous, 23 – Tertiary, 24 – Quaternary, 25 – chemical composition of waters in the Kurlow record and the samples point, 26 – age of waters

interstadiału grudziądzkiego. W okresie początkowym do około 40 000–45 000 lat temu było prawdopodobnie optimum tego interstadiału. Później rozpoczęło się ochłodzenie. Wyniki badań paleobotanicznych torfu datowanego na około 32 000 lat wskazują, że w tym czasie występowała tundra krzewiasta z udziałem brzozy. Należy zaznaczyć, że w czasie tego interstadiału występowało kilka okresów cieplejszych. Maksymalny zasięg lodu osiągnął w czasie stadiału głównego zlodowacenia północnopolskiego około 20 000 lat p.n.e. (11).

Jak wynika z porównania wieku wód z chronologią zlodowacenia północnopolskiego, wody te mogły infiltrować u schyłku interstadiału grudziądzkiego. W przypadku, gdyby na przedpolu lądolodu, w strefie peryglacialnej, rozwijała się wieloletnia zmarzlina o znacznej miąższości, jak sugerował T. Michalski (9, 11), wody podziemne w niej związane powinny podlegać kriometamorfozie. W jej wyniku ogólna mineralizacja wód powinna była ulec zmniejszeniu, gdy wytrącił się z niej kalcyt. Wraz z tym powinien zmienić się i typ wody: z wodorowęglanowo-wapniowej powinna zmienić się na wodorowęglanowo-sodową.

Obecny skład chemiczny wód wskazuje na możliwość przeobrażenia mrozowego wód w osadach eokamb, kamb, i ordowiku w strefie głębokości od około 500 do około 800 m. Wskazuje na to również mała mineralizacja wody (0,111 mg/dm³), występującej w piaskowcach wśród łupków ilastych kamb na głębokości około 500 m (ryc. 4 – otwór Krzyże), stanowiąca inwersję hydrochemiczną. Tak mała mineralizacja nie jest notowana zarówno w płytkich studniach ujmujących wody z osadów wieku czwartorzędowego zarówno w sąsiedztwie otworu Krzyże, jak i w strefie wschodni podjurajskich eokamb. Podane wartości suchej pozostałości są natomiast spotykane w wyciągach wodnych piaskowców wieku kambryjskiego i ordowickiego zbiornika brzeskiego, na głębokościach 800–1200 m (1). Można więc przypuszczać, że wody w kambrze (w otworze Krzyże) przeszły etap wysłodzenia, a wobec unieruchomienia w cienkich (o miąższości około 1 m) przewarstwieniach piaszczystych, wśród łupków ilastych, nie podlegały większym przemieszczeniom i ich chemizm jest reliktem plejstocenu, prawdopodobnie ostatniego zlodowacenia. Ich wodorowęglanowy typ można tłumaczyć holoceni, części-



Ryc. 4. Przekrój hydrochemiczny B-B'

Objaśnienia jak do ryc. 3

Fig. 4. Hydrochemical cross-section B-B'

Explanations as given in Fig. 3

wym rozpuszczeniem wapnia, wytrąconego w trakcie zamarzania.

Także wodorowęglanowo-wapniowy typ wód w mezozoiku nie wyklucza ich kriometamorfozy. Po rozmrożeniu wody w skałach węglanowych mogły z powrotem wzbogacić się w węglan wapnia. Na taką interpretację pozwalają wyniki badań Ł.G. Babija (1), który stwierdził agresywność wód względem CaCO₃ zarówno na obrębie antyklizy mazursko-białoruskiej, jak i zbiornika brzeskiego. Wyniki badań tegoż autora, składem chemicznym wyciągów wodnych ze skał kambry i ordowiku w zbiorniku brzeskim, wskazują na bardzo mały udział w nich CaCO₃. W tym można doszukiwać się przyczyn nie wzbogacania się wód w osadach tego wieku.

Nie można oczywiście wykluczyć, że skład chemiczny wód został uformowany lub po rozmrożeniu zmieniony, w procesie wymiany jonowej. Jest nieprawdopodobne by wody współcześnie badane przebywały w tym samym miejscu, od momentu ewentualnego roztopienia się w holocenie. Niewątpliwie podlegały one ruchom wywołanym przynajmniej przez 3 czynniki:

- związane ze zmianami objętości lodu i wody przy zamarzaniu,
- spowodowane siłą ciężenia,
- wymuszone pionowymi ruchami skorupy ziemskiej.

Pierwszy z czynników prowadził głównie do wymieszania wód w wyniku ich dopływu z warstw niżej leżących, nie podlegających zamarzaniu (efektem jest „postarzenie” wód) oraz dopływu talikami i na wychodniach wód młodych, z powierzchni terenu (efektem jest „odmłodzenie”

wód). W zależności od miejsca poboru próbki można więc z tej samej warstwy wodonośnej pobrać wody różnego wieku.

Drugi czynnik odgrywał prawdopodobnie rolę decydującą ze względu na położenie obszaru w strefie zasilania. Przy zasilaniu na północy i wschodzie wody z zanikającej marzliny przepływały prawdopodobnie ku południowemu zachodowi, ustępując miejsca wodom młodszym.

O roli trzeciego czynnika w holocenie na omawianym terenie wiemy bardzo mało. Jedyne hydroizohipsy (ryc. 2) wskazują na współczesne ruchy obniżające obszar położonego na południe od omawianego. Interpretacja ta nie znajduje pełnego potwierdzenia na istniejących mapach współczesnych, pionowych ruchów skorupy ziemskiej. T. Wyrzykowski (16) oraz W.C. Kowalski i J. Laszkowski (6) nie widzą tu ruchów o tym znaku. Jedyne J. Liszkowski (7) dostrzega, w osi obniżenia podlaskiego, ruchy obniżające o szybkości 0,3 mm/rok.

WNIOSKI

- Chemizm i wiek wód w osadach wieku dolnopaleozoicznego wskazuje, że mogły one podlegać kriometamorfozie. Mała mineralizacja wód w kambry (0,111 mg/dm³) na głębokości około 500 m, stanowiąca anomalie hydrochemiczną świadczy, że miąższość zmarzliny w czasie ostatniego zlodowacenia wynosiła tu przynajmniej 500 m. Wartość ta jest zbliżona do miąższości zmarzliny wyznaczonej w rejonie Suwałk. Głębiej występujące

wody, w osadach lepiej przepuszczalnych, prawdopodobnie podlegały ruchowi po zamrożeniu i nie jest znane ich występowanie pod koniec plejstocenu.

2. Skład chemiczny wód można tu wytłumaczyć również wymianą jonową.
3. Obecny kształt powierzchni ciśnień w paleozoiku (a w mniejszym stopniu i w mezozoiku) wskazuje na występowanie współczesnych, ujemnych pionowych ruchów skorupy ziemskiej w osi obniżenia podlaskiego. Ruchy te wymuszają kierunek przepływu wód niezgodny z budową geologiczną zbiornika. Ze względu na brak informacji o czasie trwania tych ruchów, obliczenia wymiany wód mogą nie być w pełni miarodajne.

LITERATURA

1. Babij Ł.G. — Podziemne wody otłóżeń wierzchowego protierozoja i paleozoja Białorusi. Miński 1975.
2. Bogomółow B.W., Szpakow O.N. — Hidrogeologia Białoruskiego krystalicznego masywa. Nauka i Technika. Mińsk 1974.
3. Duchnowski Z. — Hydrogeologia północnej części obniżenia podlaskiego. Pr. doktorska. Archiwum IG. 1980.
4. Jarząbek-Gałązkowa H., Wrotnowska B. — Strefowość hydrochemiczna wschodniej części Niżu Polskiego. Prz. Geol. 1967, nr 10.
5. Kleczkowski A.S. — Hydrogeologia ziem wokół Polski. Wyd. Geol. 1979.
6. Kowalski W.C., Liszkowski J. — Współczesne pionowe ruchy skorupy ziemskiej w Polsce na tle jej budowy geologicznej. Biul. Wyd. Geol. UW. 1972 t. 14.
7. Liszkowski J. — Geneza pola współczesnych pionowych ruchów skorupy na obszarze Polski. Rozprawy UW Wyd. Uniw. Warsz. 1982.
8. Mapa geologiczna bez utworów kenozoicznych, kredowych i jurajskich — Pr. zbiorowa pod kierunkiem E. Rühlego. Wyd. Geol. 1980.
9. Michalski T. — Miąższość strefy wód o małej mineralizacji w Polsce niżowej efektu wpływu zlodowaceń plejstocenijskich. Materiały Sympozjum „Metody

badania wód podziemnych ich użytkowania i ochrony”. Tuczno. Wyd. Geol. 1984.

10. Michalski T. — O genezie anomalii chemicznych w wodach podziemnych NE Polski. Materiały III Ogólnopolskiego Sympozjum „Aktualne Problemy Hydrogeologii” Kraków—Karniowice. Wyd. AGH 1985.
11. Mójski J.E. — Zlodowacenie północnopolskie [W:] Budowa geologiczna Polski t. 1. Stratygrafia cz. 3b Czwartorzęd. Wyd. Geol. 1984.
12. Neotektonika i poleznye iskopajemyje biełoruskiego Polesja. Nauka i Technika. Mińsk 1984.
13. Sałdan M., Bareja E., Strzelecki R. — Materiały archiwalne IG. 1977.
14. Tomczyk H. — Ibidem 1971.
15. Tomczyk H. — Ibidem 1976.
16. Wyrzykowski T. — Mapa współczesnych pionowych ruchów powierzchni skorupy ziemskiej na obszarze Polski. Instytut Geodezji i Kartografii. Warszawa 1971.

SUMMARY

The paper presents an attempt to explain origin of chemical composition of groundwaters with the reference to process of cryometamorphosis. The thickness of permafrost layer is shown to be at least over 500 m in times of the Last Glaciation. With reference to the shape of the pressure surface in Paleozoic strata there is put forward a hypothesis that axial part of the Podlasie Depression is nowadays affected by subsiding movements.

РЕЗЮМЕ

Представлена попытка выяснения генезиса химического состава подземных вод с использованием процесса криометаморфоза. Оценено, что мощность мерзлоты последнего оледенения равнялась не менее 500 м. На основании формы поверхности давлений в палеозое был сформулирован гипотез о выступлении в оси подлaskого понижения современных понижающих движений земной коры.