

HYDROGEOLOGIA NIECKI WARSZAWSKIEJ

Pod pojęciem niecki w geologii przyjęto uważać formę synklininalną o łagodnym nachyleniu skrzydeł i nieregularnym zarysie.

Niecki w przypadku dogodnego układu stosunków hydrogeologicznych często zawierają zbiorniki wody podziemnej o wysokim ciśnieniu, tzw. baseny artezyjskie.

Przystępując do omówienia niecki warszawskiej, należy przede wszystkim oznaczyć jej granice i tu wylania się trudność, jaki obszar należy objąć mianem niecki, ponieważ oznaczona jest jedynie granica południowa i zachodnia, natomiast północna i wschodnia nie zostały dotychczas definitywnie ustalone.

Pierwotnie przyjmowano, że w kierunku wschodnim i północnym niecka sięga aż po Niemen i dno Bałtyku, określając ten olbrzymi obszar mianem niecki prusko-mazowieckiej. Obecnie na podstawie wyników badań grawimetrycznych stwierdzono istnienie wypiętrzenia podłoża krystalicznego na linii Suwałki, Elk, Pisz, Szczytno, Chorzele, Ciechanów, co stwarza podział niecki prusko-mazowieckiej na dwie odrębne jednostki: północną — nieckę gdańską i południową — warszawską z „zatką białostocką“ (zatoeki białostockiej nie włączam do omawianego obszaru). Pozostałe granice przedstawiają się następująco: południowa ma kształt łukowaty wyznaczony wychodniami kredy na linii Radzyń Podlaski, Puławy, Czarnolas, Radom, Tomaszów Mazowiecki. W tym miejscu granica skręca na północny zachód, biegnąc na zboczu wypiętrzenia mezozoicznego, jakie stanowi wał kujawsko-pomorski.

W zarysie generalnym obszar niecki nie jest zbyt urozmaicony, przedstawiając się jako teren falisty poprzecinany dobrze rozwiniętą siecią rzeczna. Elementami wyróżniającymi się w morfologii są: kotlina warszawska, zajmu-

jąca część środkową, i zewsząd otaczające ją wysoczyzny. Genetycznie kotlina wiąże się z pradolinami i systemem obecnych rzek, co tłumaczy fakt, że największe obniżenia obserwujemy wzdłuż dolin rzecznych.

Przeciętne wyniesienie w partii środkowej wynosi 60 m n.p.m., zaś na wysoczyznach dochodzi do 220 m n.p.m.

Rzeźba całego terenu jest następstwem lodowca, czego dowodem jest pokrycie obszaru przez utwory kolejnych zlodowaceń.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Przystępując do omówienia warunków geologicznych, zacznę od analizy utworów najmłodszych i przejdę kolejno do epok coraz starszych.

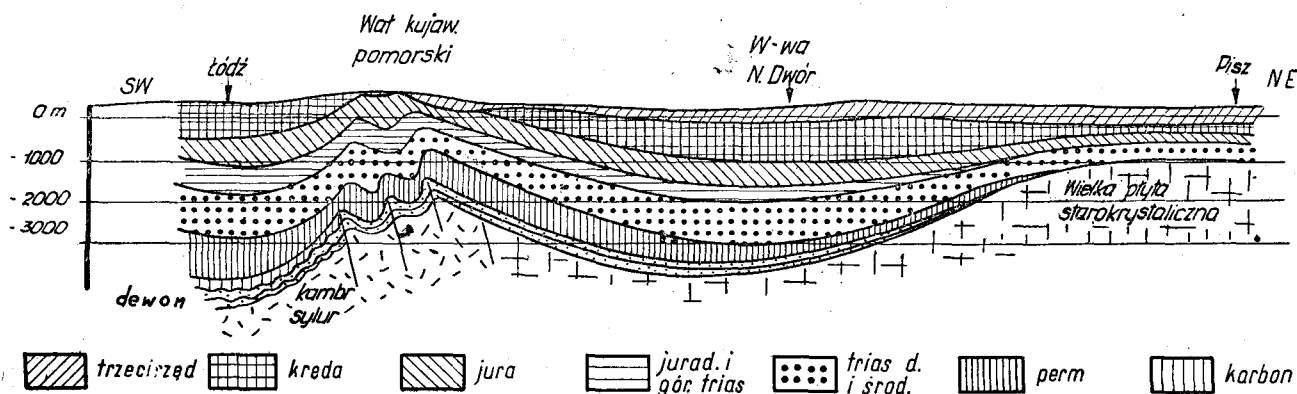
H o l o c e n występuje w serii osadów o bardzo małej miąższości w sporadycznych wypadkach dochodzącej do kilkudziesięciu metrów. Utwory holocenijskie to piaski i namuły rzeczne, piaski wydymowe i utwory stożków napływowych. W najniższych partiach terenu, w bezodpływowych zagłębieniach zgrupowane są torfy stanowiące dość często przedmiot eksploatacji.

P l e j s t o c e n. Geneza utworów plejstocenijskich wiąże się z kolejnymi zlodowaczeniami przedzielonymi okresami interglacjalnymi. W skład utworów preglacjalnych, glacialnych i interglacjalnych wchodzi piaski i żwiry, gliny morenowe i ily zastoiskowe przewarstwiane się wzajemnie.

W okresie czwartorzędu panuje bardzo różnorodny układ warunków, co powoduje dużą zmienność poziomego rozprzestrzenienia osadów, ich miąższości i cech litologicznych. W związku z tym próby oznaczenia stratygrafii tych utworów napotykać na bardzo duże

NIECKA WARSZAWSKA

Schematyczny przekrój geologiczny wzdłuż linii Łódź — Warszawa — Pisz wg. St. Zb. Różyckiego



trudności, a w większości wypadków są zupełnie niemożliwe.

Przeciętna miąższość serii czwartorzędowej na terenie niecki wynosi 40 — 50 m, odchylenia jednak od tej wartości są bardzo duże. I tak w rynkach, kotłach i innych zagłębieniach powierzchni trzeciorzędowej grubość czwartorzędu dochodzi do 100 m. Istnieją dwie przyczyny powodujące tak znaczne rozbieżności. Pierwszą z nich jest charakter akumulacji lodowcowej, a drugą deniwelacje w stropie trzeciorzędowego.

P l i o c e n. Typowe utwory pliocenijskie występują w formie plastycznych, bezwapniowych tłustych ilów nieprzepuszczalnych dla wody. Charakterystyczną ich cechą stanowi różnorodne zabarwienie będące wyrazem stopnia zwietrzenia. Wskutek bowiem procesu wietrzenia rozproszony w ilach piryt zmienia się w tlenki, dzięki czemu pierwotne barwy szare zmieniają się na jaskrawe, stąd nazwa pstre ilu.

Wśród kompleksu ilów spotyka się wkładki kwarcowych piasków pylastych barwy białej lub żółtawej. Jak obliczono, stanowią one 30% ogólnej miąższości osadów pliocenijskich. Przewarstwienia piaszczyste spotyka się najczęściej w dolnych partiach pliocenu.

Największa miąższość pliocenu notowana jest w okolicach Warszawy — 120 m, stąd maleje we wszystkich kierunkach w miarę odległości od środka niecki, z czego wynika, że warstwy pliocenu ułożeniem swym naśladują niekiedy kształt podścielających je starszych pokładów.

M i o c e n występuje w postaci tzw. „formacji lignitowej“. W skład jej wchodzi drobnoziarniste lub pylaste piaski kwarcowe z minką. Barwa ich jest niejednolita, przechodząca od białej i szarej do ciemnobrunatnej w zależności od stopnia zanieczyszczenia pyłem węgla brunatnego. Piaski nie stanowią jednolitego pokładu, lecz są nieregularnie przewarstwiane mulkami, ilami piaszczystymi i cienkimi pokładami węgla brunatnego w postaci ziemistej i lignitowej, odnosi się to szczególnie do partii dolnej.

Średnia miąższość miocenu wynosi około 20 m, przy czym najmniejsza jest ona na peryferiach niecki, największa zaś (63 m) w części centralnej, co wynika z ogólnej budowy rozpatrywanej jednostki.

O l i g o c e n. Profile głębokich wierzeń wykazują, że jest to seria typowych morskich piasków glaukonitowych o charakterystycznym zielonym zabarwieniu. Piaski te mają bardzo niejednolite uziarnienie, począwszy od piasków pylastych do gruboziarnistych. Wśród nich spotyka się piaszczyste konkretne o lepkości fosforytowym i nieregularne, szybko wyklinowujące się warstewki ilów i mulków. Osady oligocenijskie są przeważnie całkiem bez-

wapienne albo zawapnione w bardzo małym stopniu.

W części środkowej miąższość formacji glaukonitowej wynosi 70 m, przy czym strop oligocenu nawiercono w Warszawie na głębokości około 80 m p.p.m.

E o c e n. Pod utworami oligocenijskimi lokalnie występują ciemne mulki i ilu eocenijskie o niewielkiej i zmiennej miąższości wahającej się w granicach kilku metrów. Są to osady jeziorne. Ze względu na sporadyczne występowanie pozostają one bez wpływu na układ stosunków geologicznych i hydrogeologicznych.

K r e d a. Utworami stanowiącymi spąg niecki i nadającymi jej charakterystyczny, synkлинаlny kształt są utwory kredowe. Najmłodsze piętro — dan występuje w formie margli, wapieni i gezów. Są one zbite, barwy białej lub szarej, w stropowej części piaszczyste lub być może przechodzące nawet w piasek.

Kompleks osadów kredowych jest prawdopodobnie spękany, co tłumaczy się ruchami tektonicznymi, jakim był poddany.

Strop kredy leży najniżej w części środkowej, gdzie sięga 160 m p.p.m. Miąższość serii kredowej nie została określona, bowiem żadne wiercenie nie dotarło do jej spągu. Prof. Samsonowicz na podstawie analogii przyjmuje, że całkowita miąższość utworów kredowych na badanym terenie wynosi około 500 m. Pod osadami górnej kredy leżą najprawdopodobniej utwory dolnej kredy i jury. Obecny zasób wiadomości nie jest w stanie całkowicie wyjaśnić tego problemu.

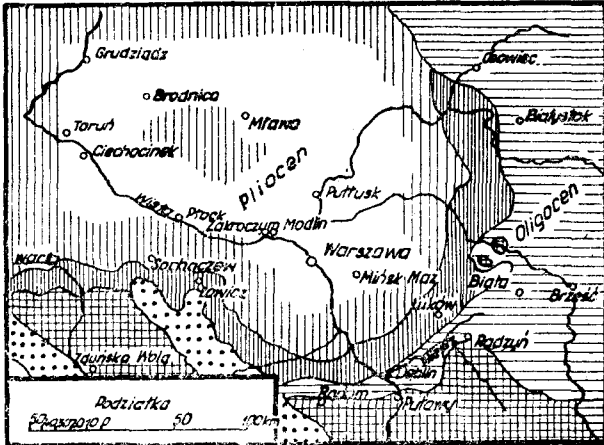
HYDROGEOLOGIA NIECKI WARSZAWSKIEJ

Omówienie warunków geologicznych dostarczyło materiału do rozpatrzenia drugiej części tematu, a mianowicie stosunków hydrogeologicznych panujących w niecce warszawskiej. Rozpoczne od scharakteryzowania obszaru infiltracyjnego, którego mianem określa się obszar wsiąkania wód zasilających wodonosiec. Obszar chłonny dla niecki warszawskiej stanowi jedynie jej strefa peryferyczna, gdzie znajdują się wychodnie miocenu, oligocenu i kredy, częściowo tylko osłonięte czwartorzędem. Część centralna natomiast pokryta jest ilami pliocenijskimi, stanowiącymi płaszcz izolujący osady starsze od bezpośredniego kontaktu z wodami powierzchniowymi. Dzięki dogodnej litologii i tektonice (nachylenie ku środkowi pokładów wodonosnych) odbywa się gromadzenie wód, co w połączeniu z powłoką pliocenijską jest przyczyną powstawania ciśnienia hydrostatycznego, charakterystycznego dla basenów artezyjskich.

Przystępując do szczegółowego omówienia stosunków hydrogeologicznych, zachowam poprzednią kolejność, tzn. przedstawię piętra wodonosne poczynając od horyzontów najmłodszych.

Piętro holocenijskie obejmuje naj-
płytsze wody gruntowe, wśród których na uwa-
gę zasługują wody tarasowe Wisły.

STRATYGRAFIA NIECKI MAZOWIECKIEJ
wg Samsonowicza



Horyzont ten charakteryzuje się niezwykle
dużą zmiennością zarówno pod względem wy-
dajności, jak i chemizmu, wzbudzając też po-
ważne zastrzeżenia z punktu widzenia sanitar-
nego. Z powyższych przyczyn piętro to nie na-
daje się do eksploatacji, co nie wyklucza faktu,
że w braku innych możliwości bywa ono ujmo-
wane.

Piętro plejstocenijskie wykazuje
już znacznie większe walory. Piętro to jest zbu-
dowane z warstw wodonośnych poprzedziela-
nych nieprzepuszczalnymi pokładami glin
morenowych i ilów zastoiskowych. Taki układ
stosunków hydrogeologicznych powoduje bo-
wiem powstanie ciśnienia hydrostatycznego w
poszczególnych poziomach wodonośnych i za-
pewnia odpowiednie warunki sanitarne.

Ujemną cechą stanowi fakt, że pokłady wo-
donośne wykazują dużą zmienność. Odnosi się to
zarówno do miąższości tych pokładów, jak i do
ich rozprzestrzenienia poziomego. Wpływa to
decydująco na wydajność i skład chemiczny
wód poszczególnych poziomów w obrębie plej-
stocenu. Nie tylko każdy horyzont wodonośny
w obrębie plejstocenu charakteryzuje się odręb-
nymi cechami hydrogeologicznymi, ale nawet
w obrębie tego samego wodonośca obserwuje-
my różnice dotyczące wydajności, składu che-
micznego i cech litologicznych.

Zmienną wydajność dobrze ilustruje poniż-
sza tabela. Należy zwrócić uwagę, że wszyst-
kie warstwy wodonośne są zbudowane z utwo-
rów prawie jednakowych. Głębokości studni
nie różnią się zbyt od siebie, mimo to wy-
dajność jednostkowa jest bardzo nierówno-
mienna, zawierająca się w granicach od 1,7 do
42,0 m³ na 1 m depresji.

Analizy chemiczne wód plejstocenijskich wy-
kazują duże wahania w składzie chemicznym.
Aby je lepiej zilustrować, orientacyjnie poda-
ję wartości graniczne:

twierdzość	od 2,0 do 47,0°n
utleniałość	od 0,7 do 14,0 O ₂ m/l
Fe ⁺⁺⁺	od 0,0 do 13,0 „
Cl ⁻⁻⁻	od 0,8 do 150,0 „
NH ₄	od 0,0 do 0,7 „
pH	od 4,7 do 7,7 „

Wszystkie wymienione fakty dowodzą, że
ujmowanie wód plejstocenijskich nie może być
robione na podstawie analogii, lecz ilość i jakość
ich musi być każdorazowo sprawdzana wier-
ceniami.

Wody plejstocenijskie niższych pięter są zu-
pełnie pewne pod względem bakteriologicznym
i tylko w przypadku wadliwego zafiltrowania
mogą budzić zastrzeżenia.

Piętro miocenijskie. Drugim z kolei
poziomem wodonośnym jest horyzont związany
z utworami lignitowymi. Jest on średnio wydaj-
ny i trudniejszy od ujęcia. Przyczyną tego jest
niekorzystne uziarnienie utworów miocenijskich,
które są niezbyt korzystne do eksploatacji. Du-
że znaczenie mają tu pokłady piasków pyła-
stych, zmieniające się pod wpływem wody w
kurzawkę, powodujące duże trudności przy za-
filtrowaniu. Drobnociarność piasków jest
również przyczyną istnienia dużej ilości wody
adhezyjnej przy jednoczesnej nieznacznej za-
wartości wody wolnej.

Według Lewińskiego „Formacja lignitowa za-
wiera 50% ilów, nie posiadających wody wol-
nej. Piaski formacji lignitowej stanowiącej po-
zostałe 50% przy objętości porów⁺⁺ 30% za-
wierają wody adhezyjnej — wobec domieszek
ilowych i drobnociarność — 20%, a tylko
10% wody wolnej. W takim razie ilość wody
wolnej w całości formacji lignitowej stanowi-
łaby 50% jej objętości“. („Roboty Publ.“
III, 1921).

Tabela I

WYDAJNOŚCI WÓD CZWARTORZĘDOWYCH

Miejscowość	głęb. studni w m	rzędna terenu w m n.p.m.	poziom wody		wydajność studni			rodzaj warstwy zafiltrowanej
			n.p.m. w m	względem terenu w m	wydatek w m ³ godz.	depr. w m	wydajność jedn. na 1 m depr. w m ³	
Potycz	22,86	113	97,76	— 15,24	12,0	4,87	2,4	żwiry i piaski gruboz. piasek żwiry piaski i żwiry
Milanówek	35,00	102	99,25	— 2,75	4,0	2,25	1,7	
Pruszków	21,94	95	94,24	— 0,76	24,0	3,96	6,1	
Brwinów	38 50	94	91 65	— 3,35	55,0	1,35	42,0	

Teoretyczne obliczenia znalazły całkowite potwierdzenie w praktyce, bowiem liczne wiercenia wykazały, że wydajność miocenu jest stosunkowo niska (wydajność jednostkowa rzadko przekracza 1 m³), co sprawia, że wody te są dość rzadko ujmowane.

Tabela II

WYDAJNOŚCI WÓD MIOCENU

Miejscowość	wydajność w m ³ /godz.	depresja w m	wydajn. jedn. na 1 m depr w m ³
Grodek	5,0	13,0	0,4
Góra Kalwaria	2,6	4,2	0,6
Błonie	24,0	5,9	4,0
Wiązowna	4,9	12,8	0,3

Tabela II ilustruje wydajność wodonośca miocenijskiego.

Pod względem chemicznym wody formacji lignitowej wykazują dość duże zmineralizowanie dochodzące do 500 mg/l suchej pozostałości. Twardość ogólna wynosi przeciętnie 9°n, co kwalifikuje te wody jako mało twarde. W wodach miocenijskich nie spotykamy prawie zupełnie wolnego dwutlenku węgla, inne składniki, jak: Mn, Na, K, [NH₄] tylko w niewielkich ilościach.

Jedną z najbardziej istotnych cech wód lignitowych jest duża zawartość części organicznych (rozproszony pył węglowy), co łatwo daje się wytłumaczyć charakterem tych osadów. Dowodem jest duża strata przy prażeniu i wysoka utleniałość jak również mętność i dość silne żółte, czasem żółto-brązowe zabarwienie. Pod względem bakteriologicznym wody lignitowe są całkiem pewne.

Piętro oligocenijskie. Po raz pierwszy natrafiono na wody oligocenijskie w roku 1897, wykonując otwór wiertniczy do głębokości 217 m a to celem zapotrzebowania w wodę Składow Monopolowych na Pradze. Po nawierceniu piętra wodonośnego woda wzniosła się do 14,64 m ponad teren, przy czym wydajność studni na wysokości 0,6 m nad terenem wynosiła 23 m³/godz. Od czasu tej pierwszej studni rozpoczął się okres licznych głębokich odwiertowań, co w rezultacie doprowadziło do poznania struktury geologicznej i stosunków hydrogeologicznych panujących w niecce. Umożliwiło to

korzystanie z jej zasobów, bowiem znajomość budowy geologicznej w dużej mierze ułatwia poszukiwania wody. W początkowej fazie badań wiercenia wykonywano na terenie Warszawy, następnie na terenach dalej położonych. I tak w 1905 r. otrzymano wodę artezyjską z piasków glaukonitowych w wierceniu w Szymanowie, w rok później w Jabłonninie i Chyliczkach.

Obecnie wody piętra oligocenijskiego stanowią piętro najczęściej eksploatowane, a co za tym idzie, najlepiej zbadane. Wody tego horyzontu wodonośnego występują w piaskach średnio ziarnistych i gruboziarnistych, łatwo przepuszczających wodę.

Według obliczeń Lewińskiego, piaski gruboziarniste tworzą 75% formacji. Woda wolna w obrębie tych piasków zajmuje 20% ich objętości, wobec tego woda niezwiązana wynosi 15% objętości całej formacji.

Co się tyczy cech fizycznych, to pod tym względem wody oligocenijskie spełniają wszystkie warunki stawiane wodom przeznaczonym do picia. W większości analiz spotykamy się z wodą bezbarwną. Zdarza się jednak, że wody oligocenijskie, szczególnie pochodzące z warstw leżących blisko formacji lignitowej, wykazują barwę żółtawą, lekko opalizującą. Wody te są zupełnie pozbawione zapachu, smak ich jest bardzo dobry, orzeźwiający, co jest spowodowane zawartością soli i dwutlenku węgla. Twardość wód oligocenijskich niewiele odbiega od optymalnej wartości. Główny składnik tych wód stanowi NaCl, którego zawartość rzadko jest mniejsza niż 50 mg/l, a niekiedy osiąga wartość 100—120 mg/l. Na równi pod względem ilościowym z NaCl występuje w wodach oligocenijskich CO₂. Jego obecność jest charakterystyczna dla rozpatrywanego tu piętra wodonośnego. Wody poziomu oligocenijskiego zawierają również w dużych ilościach Ca (HCO₃)₂ mający się najczęściej od 60 do 80 mg/l. Są one pozbawione zupełnie albo prawie zupełnie amoniaku, azotynów i azotanów. Ilość chloru jest bardzo niestala i nieraz w blisko siebie położonych studniach waha się w dość szerokich granicach. Wody pochodzące z piasków glaukonitowych stoją na pograniczu wód normalnych i zmineralizowanych, gdyż zawierają przeciętnie 0,5 g/l suchej pozostałości, co jest górną, dopuszczalną granicą dla wód pitnych.

Tabela III

WYDAJNOŚCI WÓD OLIGOCENU

Miejscowość	głęb. studni w m	rzędna terenu w m n.p.m	poziom wody		wydajność studni		
			n.p.m w m	względem terenu w m	wydatek w m ³ godz.	depr. w m	wydaj. jedn. na 1 m depr. w m ³
Konstancin	269	100	107	+ 7	90	13	6,9
Warka	160	115	104	- 11	60	17,5	3,4
Piastów	240	94	89,5	- 4,5	25	2,8	8,9
Grodzisk	210	98	97	- 1	8	8,0	1,0
Ostrów Mazowiecka	240			- 6	60	12,0	5,0
Łomianki				+ 7	20—50	13—35	1,5—1,4
Służewiec	239			- 6	17	3,5	4,9

Porównując analizy wód pobieranych z różnych głębokości, obserwuje się zmianę mineralizacji. Wzrasta ona w miarę zbliżania się do kredy, z czego należy wnosić, że mineralizacja tych wód jest funkcją głębokości i zmienia się proporcjonalnie do niej.

Piętro oligoceńskie stanowi wodonośiec o dość stałej i dużej wydajności i o stosunkowo wysokim zwierciadłe wody. Przeciętnie na 1 m depresji osiąga się wydajność 3—5 m³/godz.

Piętro oligoceńskie stanowi poziom najintensywniej eksploatowany. Większość istniejących ujęć oparta jest na tym właśnie poziomie. Szczególnie w okresie powojennym wykorzystywano go do zaopatrzenia w wodę wielkich, nowo powstałych zakładów przemysłowych i osiedli. Przyczynę tego prawie wyłącznego oparcia się na wodach glaukonitowych stanowiły pierwotne obliczenia zasobów wód oligoceńskich. Utrzymywały one mianowicie, że olbrzymie zasoby nagromadzone przez basen zapewniają jego niewyczerpalność.

Obecne jednak badania zaprzeczają temu twierdzeniu, wykazując znaczne obniżenie zwierciadła statycznego, co prowadzi do wniosku, że bilans wodny uległ zachwianiu. Na ten temat wypowiada się w swym artykule prof. Rosłoński. Przytaczam: „Obserwacje obecne dowodzą, że w ciągu ostatnich 20 lat poziom wód na Pradze obniżył się o 5 m. Ponadto stwierdzono, że w studni odwierconej w 1946 r. w Żyrardowie w dniu nastąpiło zasolenie, czego dawniej w studni wykonanej 50 lat temu nie znaleziono. Jest to dowodem, że w nieckę wdarły się z północnego zachodu solanki kujawskie wskutek obniżenia się poziomu hydrostatycznego“. („Gospodarka Wodna“ luty 1953).

Wynika z tego, że już obecnie bilans wodny piętra oligoceńskiego jest poważnie zachwiany. Dalsza jego eksploatacja doprowadzić może do całkowitego zachwiania bilansu wodnego.

Piętro kredowe. Margle i wapień, praktycznie nieprzepuszczalne dla wody, są w całej swej masie silnie spękane, co umożliwia krążenie wód w szczelinach. Ze względu na szczelinowaty charakter skały i znaczną głębokość występowania tych wód są one rzadko eksploatowane zarówno pod względem chemicznym, jak i pod względem wydajności.

Z niewielu istniejących analiz można wywnioskować, że są to wody silnie zmineralizowane, czego przyczynę stanowi podatność podłoża na wypłukujące działanie krążącej w szczelinach wody. Rozpuszczone składniki, znajdujące się w wodzie, są to przede wszystkim węglany w postaci Ca (HCO₃)₂, siarczany i związki żelaza. Inne składniki takie jak chlor i siarkowodór spotykamy w niewielkich ilościach.

Co się tyczy wydajności piętra kredowego, to jest ona niezbyt wysoka a przy tym nierównomierna, uzależniona od tego, czy wiercenie natrafiło na spłot szerszych lub gęstszych szcze-

lin wodonośnych, czego nie można z góry przewidzieć.

Wydajność jednostkowa wynosi od 1 do 4 m³/godz., co obrazuje tabela IV.

Tabela IV
WYDAJNOŚCI WÓD KREDOWYCH

Miejscowość	głęb. studni w metrach	poz. wody względ. ter. w metrach	wydatek w m ³ /godz.	depr. w metrach	wydaj. jedn. na 1 m depr. w m ³
Radom	83,7	— 4,5	18,0	4,5	4,0
Żyrardów	239,4	— 7,8	18,4	8,4	2,1
Radzyń	67,5	— 8,7	5,5	6,3	0,8
Piastów		— 6,2	40,0	9,0	4,4
Łowicz	116,4	— 5,1	4,6	3,6	1,2

Analiza oddzielnych pięter wodonośnych zapoznała ze szczegółami w obrębie każdej formacji wodonośnej. Było to konieczne ze względów metodycznych. Jednakże właściwy obraz stosunków hydrogeologicznych nie został w ten sposób nakreślony. Pamiętać trzeba o tym, że formacje wodonośne niecki nie są poprzedzielane warstwami izolującymi, w związku z czym wody gruntowe tych poziomów łatwo komunikują się ze sobą, uzupełniają się wzajemnie pod względem składu chemicznego. Tworzą w całości jeden system, którego funkcjonowanie można prawidłowo wyjaśnić jedynie tylko w syntetycznym ujęciu omawianego zagadnienia.

Za tego rodzaju sposobem ujęcia tematu przemawiają dwa stwierdzone doświadczalnie fakty, a mianowicie: stały wraz z głębokością wzrost ciśnienia i mineralizacji. Czynniki te są ściśle ze sobą powiązane i wzajemnie się warunkują.

Główną przyczyną powodującą mineralizację jest podłoże kredowe. Wysokie ciśnienie panujące w utworach kredowych sprawia, że wody te łatwo się przemieszczają ku górze, powodując zwiększenie mineralizacji poziomów nadległych. Cyrkulacja ta jest w dużym stopniu spowodowana eksploatacją wód z młodszych formacji, co przyczynia się do przyspieszenia wymiany wód.

Omówiony wyżej problem zachwiania bilansu wodnego w formacji glaukonitowej, mimo że jest najbardziej z nią związany, odnosi się również do innych poziomów. Eksploatacja jednego z horyzontów wodonośnych nie pozostaje bez wpływu na całość kompleksu, co wyraża się ogólnym spadkiem ciśnienia. Nadmierne czerpanie wody z poziomu oligoceńskiego spowodowało silny dopływ wody z partii najdalej położonych, z obrębu wału kujawskiego, co w konsekwencji było przyczyną zasolenia wód. Przykładem są tu studnie w Żyrardowie i Sochaczewie, których eksploatacji zaprzestano z powyższych powodów.

Spadek ciśnienia hydrostatycznego jest faktem stwierdzonym, daje się on zauważyć przy porównaniu ciśnienia istniejącego w pierwszym

z wywierconych otworów, z późniejszymi. Otwór najstarszy z 1896 r. wykazuje najwyższe ciśnienie, czego nie można stwierdzić w studniach wierconych później w tym samym miejscu i docierających do tej samej głębokości.

Fakt spadku ciśnienia omówiony wyżej w przypadku wód oligoceńskich, dotyczy również innych pokładów i jest w nich doświadczalnie stwierdzony.

WNIOSKI

Olbrzymi rozwój budownictwa przemysłowego i mieszkaniowego w rejonie warszawskim spowodował nieznaną dotychczas wzrost zapotrzebowania na wodę, wyrażającego się w przybliżeniu cyfrą kilkunastu tysięcy m³/godzinę.

Wodonoścem najbardziej dogodnym na terenie niecki jest — jak wspomniano wyżej — poziom oligoceński, którego wydajność na podstawie zbyt optymistycznych obliczeń ocenia-

no bardzo wysoko, opierając na nim gros istniejących ujęć. Doprowadziło to w rezultacie do — obserwowanego w ciągu ostatnich kilku lat — obniżenia poziomu wód i poważnego naruszenia bilansu wodnego.

Wobec istniejącego stanu rzeczy, naglącą koniecznością wydaje się zorganizowanie narady naukowej, której celem byłoby opracowanie programu badań hydrogeologicznych niecki i ustalenie planowej gospodarki wodami basenu warszawskiego.

Wnioski powinny pójść w kierunku:

- 1) ograniczenia eksploatacji wodonośca oligoceńskiego,
- 2) lepszego wykorzystania wód plejstoceniowych,
- 3) wykonanie badawczego wiercenia w głąb kredy,
- 4) obowiązku stacjonarnych pomiarów wydajności i zwierciadła wody na istniejących ujęciach.