

## ROZPOZIOMOWANIE STREFY NASYCONEJ POD WPLYWEM GŁĘBOKIEGO DRENAŻU

UKD 556.32:551. 763.33:551.436(438—13)

Od szeregu lat toczy się dyskusja nad warunkami występowania wód podziemnych w senonie Wyżyny Lubelskiej. Miejscowi badacze na czele z prof. dr T. Wilgatem utrzymują, przytaczając na to dużą liczbę faktów stwierdzonych podczas kartowania hydrograficznego, że w górnej kredzie występuje wiele poziomów wodonośnych.

Odmienny pogląd reprezentują hydrogeolodzy z ośrodka warszawskiego, którzy, jak dr S. Krajewski (3), bronią poglądu, iż w górnej kredzie lubelskiej utrzymuje się jeden poziom wodonośny.

Tworzenie się wielu poziomów wodonośnych, zdaniem T. Wilgata (10, 11), może być wywołane występowaniem kilku odmian skał górnokredowych, które, choć o małym zróżnicowaniu litologicznym, różnią się znacznie twardością, a więc i ilością spękań. W rezultacie skały silnie spękane (wodonośne) oddzielone są warstwami o małym stopniu spękania. W takich warunkach występują wody szczelinowo-warstwowe w wielu poziomach oddzielonych od siebie warstwami mało spękanych lub niespękanych skał.

Zagadnienie wielopoziomowości wodonośnego piętra senońskiego nabrało szerszego aspektu po przeprowadzeniu badań na Wyżynie Miechowskiej, gdzie wykształcenie litologiczne senonu jest zbliżone do senonu lubelskiego. I. Dynowska (1) stwierdziła występowanie dwóch do trzech poziomów wodonośnych na Wyżynie Miechowskiej, co spowodowane jest, zdaniem autorki, „naprzemianległością warstw uszczelnionych — wodonośnych i zbitych — wodoszczelnych”.

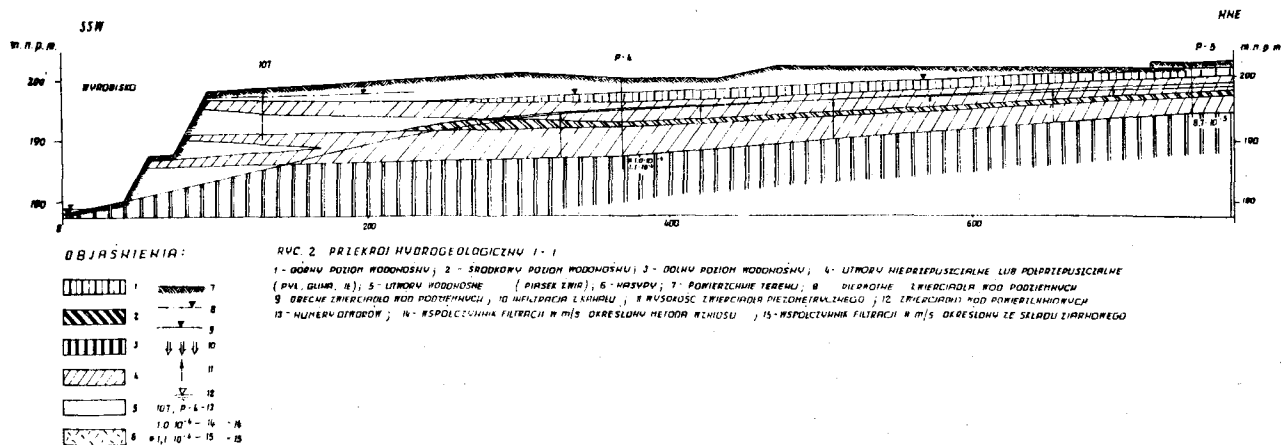
H. Niedzielski (4) w wyniku przeprowadzonych na Wyżynie Miechowskiej badań hydrogeologicznych udokumentował występowanie w senońskim piętrze wodonośnym wielu poziomów, których istnienie ujawnia się w strefie intensywnego drenażu, tzn. w dolinach cieków. Ze zjawiskiem tym związane są zespoły źródeł o strefowo zróżnicowanym położeniu hipsometrycznym.

Zdaniem autora, nie tyle wykształcenie litologiczne, co procesy sedimentologiczne uwarunkowały możliwość tworzenia się w senonie wielu poziomów wodonośnych. Mianowicie w profilach utworów senońskich między ławicami margli, opok bądź gez występują różnej grubości, dochodzące niekiedy do kilkudziesięciu centymetrów, przeławicenia słabo

zdiagenezowanych miękkich margli ilastych, w których brak jest spękań tak charakterystycznych dla ławic zasadniczych. Według badań petrograficznych, przeprowadzonych przez J. Rutkowskiego (7), wkładki miękkich margli niczym nie różnią się, poza twardością, od skał tworzących zasadnicze ławice. W odsłonięciach obserwuje się, że różnego rodzaju spękania, towarzyszące zresztą wszystkim dobrze zdiagenezowanym ławicom bez względu na ich charakter petrograficzny, zanikają w obrębie owych słabo zdiagenezowanych wkładek. Przy odpowiedniej miąższości i rozprzestrzenieniu przeławicenia te stają się warstwą półprzepuszczalną lub nieprzepuszczalną. Dodatkową i pozytywną w tym przypadku rolę odgrywa infiltrująca woda opadowa, która transportuje szczelinami materiał ilasty, a następnie osadza go w zwięzieniach i zamknięciach szczelin, zwiększając grubość i szczelność wkładki. Zjawiska takie często obserwuje się w czasie badań terenowych; opisuje je również E. Prinz i R. Kampe (6). W rezultacie senon charakteryzujący się ogólnie wodoprzepuszczalnością szczelinową, zawiera również, choć o tych samych cechach petrograficznych, warstwy nieprzepuszczalne. Nie można także wykluczyć, że rolę warstwy nieprzepuszczalnej spełnia w pewnych warunkach twarde dno, gdy następny cykl sedymentacyjny rozpoczyna, co zdarza się często (7), wkładka glaukonitowa.

Mechanizm powstawania wielu poziomów wodonośnych na Wyżynie Miechowskiej autor (4) tłumaczy następująco.

Rozcięcia górotworu senońskiego wąskimi i głębokimi dolinami wywołują intensywny drenaż, w którego zasięgu następuje zróżnicowanie pozorne jednolitej strefy nasyconej prowadzące do utworzenia się szeregu poziomów wodonośnych. Liczba poziomów wodonośnych zależy przede wszystkim od liczby półprzepuszczalnych lub nieprzepuszczalnych przeławiczeń. Każdy z poziomów charakteryzuje się własnym reżimem, uzależnionym od rozprzestrzenienia poziomu, jego miąższości i wodoprzepuszczalności. W miarę jednak oddalania się od doliny, a tym samym zasięgu depresji, ciśnienie w poszczególnych poziomach wzrasta i zarazem wyrównuje się dzięki nieciągłości warstw nieprzepuszczalnych w skali regionalnej i strefa nasycona staje się pozornie jednolita. W małym zróżnicowaniu ciśnień znaczną rolę

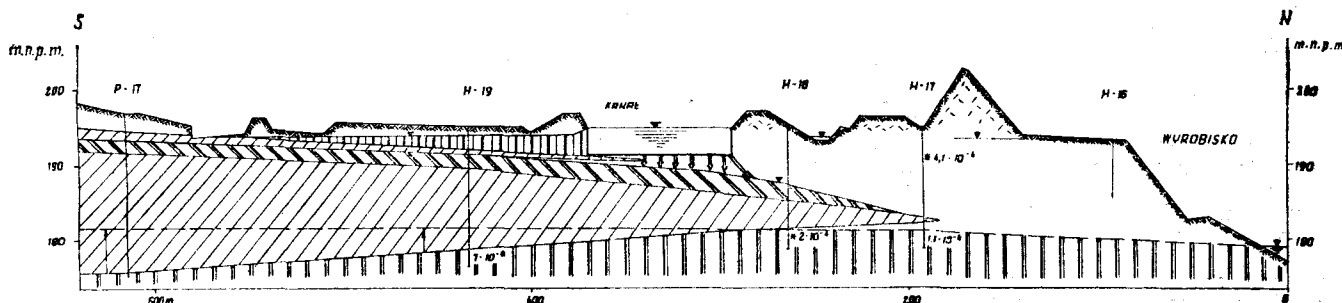


Ryc. 1. Przekrój hydrogeologiczny I-I.

1 — górny poziom wodonośny, 2 — środkowy poziom wodonośny, 3 — dolny poziom wodonośny, 4 — utwory nieprzepuszczalne lub półprzepuszczalne (pył, glina), 5 — utwory wodonośne (piasek, żwir), 6 — nasypy, 7 — powierzchnie terenu, 8 — pierwotne zwierciadła wód podziemnych, 9 — obecne zwierciadło wód podziemnych, 10 — infiltracja z kanału, 11 — wysokość zwierciadła piezometrycznego, 12 — zwierciadło wód powierzchniowych, 13 — numery otworów, 14 — współczynnik filtracji w m/s określony metodą wzniosu, 15 — współczynnik filtracji w m/s określony ze składu ziarnowego.

Fig. 1. Hydrogeological cross-section I-I.

1 — upper water-bearing horizon, 2 — middle water-bearing horizon, 3 — lower water-bearing horizon, 4 — impervious or semipervious deposits (silt, loam), 5 — water-bearing deposits (sand, gravel), 6 — banks, 7 — terrain surface, 8 — primary groundwater table, 9 — present groundwater table, 10 — infiltration from channel, 11 — altitude of piezometer table, 12 — surface water table, 13 — borehole numbers, 14 — filtration coefficient, in m/sec, determined by ascension method, 15 — filtration coefficient, in m/sec, determined on the basis of grain-size distribution.



Ryc. 2. Przekrój hydrogeologiczny II-II. Objasnienia jak na ryc. 1.

Fig. 2. Hydrogeological cross-section II-II. Explanations as on Fig. 1.

odgrywa prawie poziome ułożenie warstw. W niektórych poziomach zdarza się, że ilość wody drenowanej źródłami i przesączającej się przez warstwę przepuszczalną jest większa od zasilania i wówczas po pewnym czasie dany poziom wodonośny zanika, znacząc dawną obecność niszami istniejących w przeszłości źródeł. Procesy takie występują również współcześnie. Jeszcze dziś można obserwować wyschłą niszę źródła, z którego przed kilkudziesięciu laty czerpano wodę, a obecnie pierwszy poziom zwierciadła wody znajduje się 17 m poniżej miejsca, z którego dawniej biło źródło. Bywa i tak, choć bardzo rzadko, że powyżej strefy nasyconej w dużej odległości pionowej — do 50 m — występują lokalne poziomy zawieszony, utrzymujące się w trwałej równowadze hydrodynamicznej. Najczęściej jednak odległości pionowe między poszczególnymi poziomami są niewielkie, zaledwie kilkumetrowe.

Na sympozjum w Kazimierzu Dolnym prof. Z. Pazdro (5) w podsumowaniu dyskusji nad zagadnieniem wielopoziomowości wodonośnego piętra górnokredowego w regionie lubelskim słusznie stwierdził, że problem ten wymaga szerokiej dyskusji ewentualnie dalszych badań.

Trzeba jednak od razu dodać, że bezpośrednie udokumentowanie obecności wielu poziomów w strefie nasyconej metodą wiertniczą, najbardziej wiarygodną, jest w senonie bardzo trudne. Znikoma jest bowiem możliwość zarówno zamknięcia wody w tak cienkiej warstwie nieprzepuszczalnej, jak również

odpowiednio wcześniejsze jej stwierdzenie. Związane to jest z małym zróżnicowaniem litologicznym skał wodoprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych oraz małą grubością tych ostatnich.

Praktycznie o przewierceniu podłoża nieprzepuszczalnego dowiadujemy się tylko pośrednio, obserwując raptowne zmiany położenia zwierciadła wody w otworze. I tutaj najpewniejszą informację uzyskujemy wówczas, gdy woda całkowicie zniknie, co następuje tylko w szczególnych przypadkach. W takiej sytuacji konieczne jest posługiwanie się obserwacjami pośrednimi, z tym że można je poszerzyć przez porównywanie analogicznych przypadków udowodnionych jednak w wyniku bezpośrednich badań.

Za poglądem o rozpoziomowaniu strefy nasyconej pod wpływem głębokiego drenażu przemawiają również badania przeprowadzone w otoczeniu odsonięcia piasków czwartorzędowych. W rejonie tym po wyeksploatowaniu w latach 1962—1968 piasku podsadzkowego powstało wyrobisko o powierzchni 2,8 km<sup>2</sup> i głębokości około 20 m od powierzchni.

Eksploatacja piasku odbywała się metodą odkrywkową przy stałym obniżaniu zwierciadła wody. Po zakończeniu eksploatacji piasku nie dopuszczano do zatopienia wyrobiska, pompując wodę nieprzerwanie dla potrzeb przemysłowych.

Samo złożo udokumentowane zostało na podstawie wielu wierceń, których głębokość nie przekraczała 20 m. Pod koniec 1970 r. Przedsiębiorstwo Ge-

ologiczne Budownictwa Wodnego „Hydrogeo” w Krakowie wykonało na obrzeżeniu wyrobiska 54 otwory o głębokości 8—25 m, nie przewiercając całej miąższości osadów czwartorzędowych.

#### BUDOWA GEOLOGICZNA

Na ilastym w większości miocenie leży seria czwartorzędu o kilkudziesięciometrowej miąższości. W obrębie wyrobiska do głębokości 20 m występował kompleks piasków i żwirów, przeławicony nieregularnymi warstewkami pyłów, ilów i glin. Miąższości przeławiceń wynosiły od kilkunastu centymetrów do 3 m, odległości pionowe między nimi — 1—4 m.

Wykształcenie litologiczne kompleksu piaszczystego ściśle odpowiada szczegółowym opisom piasków podsadzkowych w dolinie Kłodnicy podanym przez A. Jahna (2), który uważa je za typowy utwór rzeczny związany z okresem zlodowacenia bałtyckiego.

Na południe od wyrobiska w profilu czwartorzędu zwiększa się udział utworów spoiстых (różnego typu glin, ilów i pyłów), które tworzą dużej miąższości soczewkę, podścieloną i przykrytą piaskami średnio- i drobnoziarnistymi z wkładkami żwiru. W górnej części wśród drobnoziarnistego piasku pojawia się ponownie wkładka ilastych pyłów z domieszką części organicznych. Ta najwyższa część profilu jest wieku holocenijskiego.

Podobny typ wykształcenia litologicznego obserwujemy od strony północno-wschodniej wyrobiska. W części północnej przewarstwienia utworów spoiстых mają mniejszą grubość, w części wschodniej zaś do głębokości 13 m w kompleksie piaszczysto-żwirowym nie stwierdzono przewarstwień utworów spoiстых.

Nawiązując do wstępnych wypowiedzi autor pragnie podkreślić pewne podobieństwo cech strukturalnych serii senońskiej na Wyżynie Miechowskiej i serii czwartorzędowej w wyrobisku. Choć pod względem litologicznym obie serie są całkowicie różne, w obydwóch znaczący kompleks utworów wodoprzepuszczalnych przeławicony jest wkładkami nieprzepuszczalnymi lub przepuszczalnymi z tą tylko różnicą, że wkładki te w czwartorzędzie mają większą miąższość i pod względem litologicznym są bardziej zróżnicowane niż skały wodonośne.

#### WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

W złożu piasku podsadzkowego\* stwierdzono jeden poziom wodonośny o swobodnym zwierciadle. Głębokość do zwierciadła wody wynosiła 0,5—3 m. Spływ podziemny odbywał się w kierunku kanału z lokalnym odchyleniem w kierunku potoku, którego koryto, obecnie przesunięte, przed eksploatacją piasku przebiegało niemal przez środek pola górniczego.

Eksploatacja piasku przy stałym obniżaniu zwierciadła wody trwała przez 6 lat — do 1968 r. Po zakończeniu eksploatacji w dalszym ciągu odpompowywano wodę z wyrobiska, utrzymując depresję wielkości około 18 m. Średni współczynnik filtracji piasków, obliczony metodą wielkiej studni na podstawie średniego rocznego wydobywania wody, wynosi  $6 \cdot 10^{-5}$  m/s. Natomiast według obliczeń przeprowadzonych w czasie ostatnich wierceń na podstawie wzniosu naturalnego metodą A. Wieczystego (9) współczynnik ten wyniósł  $4,4 \cdot 10^{-5}$  m/s (z 29 oznaczeń), co dobrze koresponduje z poprzednim obliczeniem. Rozbieżne natomiast wyniki otrzymano w obliczeniach współczynnika filtracji na podstawie składu ziarnowego. Średnia wartość współczynnika filtracji z 23 oznaczeń wyniosła  $2,8 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Badania metodą wzniosu dają dobry pogląd na zmienność wodoprzepuszczalności piasków w otoczeniu wyrobiska, która zmienia się w przedziale od  $5 \cdot 10^{-6}$  do  $1,3 \cdot 10^{-4}$  m/s.

\* Wykonawca dokumentacji geologicznej: Przedsiębiorstwo Materiałów Podsadzkowych P.W. Katowice, 1956 r.

Średnie wartości  $k$  dla poszczególnych rodzajów piasku są następujące:

dla piasku drobnoziarnistego:	$1,8 \cdot 10^{-5}$ m/s,
dla piasku średnioziarnistego:	$4,6 \cdot 10^{-5}$ m/s,
dla piasku gruboziarnistego:	$1,0 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Rozwój leja depresyjnego doprowadził do zmiany warunków hydrodynamicznych wokół wyrobiska, co spowodowało zróżnicowanie pierwotnie zapewne porównanie jednolitego poziomu wodonośnego.

Na wkładkach nieprzepuszczalnych utworzyły się różne poziomy wodonośne. Ilustrują to dobrze dwa wybrane przekroje hydrogeologiczne. Na przekroju I-I (ryc. 1) widoczne są trzy poziomy wodonośne. Górny poziom o swobodnym zwierciadle wody występuje w piaskach różnoziarnistych i zaglinionych. Podłożem nieprzepuszczalnym są gliny pylaste. Miąższość strefy nasyconej osiąga 1,5—2 m. Poziom ten zasilany jest bezpośrednio opadami atmosferycznymi.

Niżej znajdują się dwa poziomy o ciśnieniu subartezyjskim: Pierwszy z tych poziomów (od góry) tworzy wkładka piasków drobno- i średnioziarnistych, ograniczona od dołu i od góry gliną pylastą oraz gliną z domieszką otoczków. Miąższość piasku zmienia się od kilku metrów w części nienasyconej wodą (otwór 107) do 0,8 i 0,3 m w części nasyconej wodą, przypuszczalnie wyklinowując się w kierunku NNE. Drugi (dolny) poziom wodonośny o nierozpoznanej miąższości ograniczony jest od góry blisko 5-metrową warstwą gliny z domieszką otoczków. Ciśnienie piezometryczne tego poziomu różni się około 0,5 m od ciśnienia w poziomie nadległym i jest pod bezpośrednim wpływem eksploatacji wody. Złoże wodonośne składa się z piasków średnioziarnistych ze znacznym udziałem żwiru.

Na przekroju hydrogeologicznym II-II zaznaczono również trzy poziomy wodonośne (ryc. 2). Górny poziom występuje w piaskach drobnoziarnistych leżących na warstwie ilu, wyklinowującej się w kierunku wyrobiska. Zwierciadło wody jest swobodne, strefa nasycona przy lewym brzegu kanału osiąga miąższość około 3 m, lecz dalej na południe od kanału zanika. Poza infiltracją opadów górny poziom zasilany jest wodą infiltrującą się z kanału. Dowodzi tego duże podobieństwo chemizmu wody powierzchniowej i podziemnej, np. zawartość chlorków w wodzie pobranej z kanału wynosi 337 mg/l, z otworu zaś — 252 mg/l. W dalszej odległości od kanału wody podziemne zawierają zaledwie kilka do kilkadziesiąt mg/l chlorków. Siarczany i inne składniki występują w podobnych ilościach.

Środkowy poziom wodonośny ograniczony jest od góry wspomnianą wkładką ilu, od dołu zaś podłoże nieprzepuszczalne tworzy dużej miąższości soczewka ilu osiagająca w otworze P-17 grubość około 16 m, lecz szybko wyklinowująca się w kierunku wyrobiska, gdzie wraz z nią zanika poziom wodonośny. Złoże wodonośne stanowią różnoziarniste piaski. Zasilanie odbywa się podobnie jak w górnym poziomie, nie można także wykluczyć istnienia połączeń hydraulicznych z poziomem górnym. Zwierciadło wody swobodne — w miarę oddalania się ku południowi przyjmuje charakter ciśnieniowy.

Ostatni, dolny, poziom utrzymuje się w piaskach drobno- i średnioziarnistych z wkładkami żwiru. Znajduje się on pod bezpośrednim wpływem eksploatacji wody. W miarę oddalania się od wyrobiska zwierciadło wody przybiera tu charakter ciśnieniowy. Zasilanie odbywa się na drodze infiltracji opadów i niewątpliwie przesączania się wody z nadległych poziomów.

Z przedstawionych przekrojów wynika, że tylko dolne poziomy wodonośne pozostają pod wpływem eksploatacji wody, natomiast poziomy środkowe i górne nie podlegają obecnie tym wpływom i ewentualny wzrost leja depresyjnego nie spowoduje zmiany istniejących warunków hydrogeologicznych.

Stosując wzór Kozeny'ego obliczono, iż promień leja depresyjnego powinien sięgać na odległość 2,5 km od granic wyrobiska. W wyniku kartowania hydrogeologicznego ustalono, że wpływ ten jest bardzo różny. W studniach gospodarskich, położonych blisko wyrobiska, nie zaobserwowano wpływu odwodnienia, w innych natomiast już w odległości 2 km, zwierciadło wody uległo trwałemu obniżeniu. Taka deformacja zasięgu leja depresyjnego wywołana została rozwarstwieniem pozornie jednolitej strefy nasyconej na kilka poziomów o zróżnicowanych ciśnieniach hydrostatycznych.

Warunkiem potrzebnym do rozpoziomowania strefy nasyconej na podrzędne poziomy wodonośne jest obecność w kompleksie wodonośnym nieprzepuszczalnych wkładek o odpowiednim zasięgu przestrzennym i takie warunki hydrodynamiczne, które doprowadzą do równowagi między zasilaniem a drenażem, gdy depresja sięga poniżej spągu danej wkładki.

Warto dodać, że zjawisko to jest często bardzo korzystne, gdyż zapobiega szkodliwym, zwłaszcza dla gospodarki rolno-leśnej, skutkom osuszenia terenu i z tego powodu powinno być uwzględnione w opracowaniach prognostycznych. Poziomy wodonośne powstałe w strefie leja depresyjnego nie są natomiast perspektywiczne dla większych ujęć wody i pod tym względem pełnią rolę podrzędną.

Zdaniem autora, pomijając różnice w charakterze wkładek nieprzepuszczalnych, istnieje duże podobieństwo zjawisk zaobserwowanych w obrębie leja depresyjnego i w wodonośnym piętrze senońskim w rejonie dolin na Wyżynie Miechowskiej. Na większych obszarach, nie rozciętych dolinami, wielopoziomowość należy do rzadkości lub nie występuje. Również na Wyżynie Lubelskiej obecność wielu poziomów stwierdzono przede wszystkim w pobliżu dolin rzecznych (8, 11), co potwierdza wysuniętą tezę.

Autor, analizując ostatnio rozwój leja depresyjnego wywołanego wieloletnią eksploatacją ujęcia wody z piętra senońskiego miał możliwość stwierdzić podobne zjawisko do zaobserwowanego. W odległości około 250 km od jednej ze 100-metrowych studni dużego ujęcia pracującego przy 15—20-metrowej depresji wpływ pompowania ograniczył się zaledwie do półmetrowego zwierciadła wody w studni płytkiej.

Wynika stąd, że pozornie jednolita strefa nasycona, obejmująca kredę piszącą, pod wpływem wywołanej depresji uległa rozdzielaniu na dwa poziomy o słabych związkach hydraulicznych ograniczających

rozwój leja depresyjnego w górnym poziomie. Warstwę izolującą stanowi prawdopodobnie wkładka glaukonitowa, którą zaobserwowano we wszystkich wierceniach studziennych, lecz nie przywiązywano do tego większej wagi, jak również do faktu, że po jej przewierceniu poziom wody w otworze obniżył się o około 1,5 m.

## LITERATURA

1. Dynowska I. — Obieg wody w obszarze czynnym zbudowanym z marglu kredowego na przykładzie dorzecza górnej Szreniawy. Zesz. nauk. UJ, Pr. geogr., 1964, z. 8.
2. Jahn A. — Dolina Kłodnicy i stratygrafia utworów plejstocentrycznych pod Gliwicami (Górny Śląsk). Biul. Inst. Geol. 1955, nr 97, t. I.
3. Krajewski S. — Charakter dróg krążenia wód podziemnych w utworach szczelinowych górnej kredy na Wyżynie Lubelskiej. Prz. geol. 1970, nr 8—9.
4. Niedzielski H. — Warunki występowania wody w górnej kredzie Wyżyny Miechowskiej. Prz. geogr. 1971, t. 43, z. 4.
5. Pazdro Z. — W materiałach z Sympozjum w Kazimierzu Dolnym pt. Geologiczne problemy zagospodarowania Wisły Środkowej od Sandomierza do Puław. Stow. Inż. Techn. Górn. 1965, t. I, II, Katowice.
6. Prinz E., Kampe R. — Hanabuch des Hydrologie (Quellen). Berlin, 1934.
7. Rutkowski J. — Senon okolic Miechowa. Roczn. PTG 1965, t. 35, z. 1.
8. Szalkiewiczówna B. — Zmiany równowagi hydrodynamicznej zwierciadła wód podziemnych w strefie krawędzi morfologicznej (przykład z Wyżyny Lubelskiej). Ann. UMCS Sect. B, 1963, vol. 18, 13.
9. Wiczysty A. — Wyznaczenie współczynników przepuszczalności na podstawie wzniosu wody w studniach o dowolnej konstrukcji. Techn. Poszuk. 1965, z. 13.
10. Wilgat T. — Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej. Ann. UMCS Sect. B, 1959, vol. 12.
11. Wilgat T. — Kontrowersja na temat sposobu występowania wód w kredzie lubelskiej. Prz. geogr. 1970, t. 43, z. 1.

## SUMMARY

Hydrogeological studies conducted along the margins of an open cast of Quaternary sands have shown, after a few years of water exploitation and a depression up to ca. 18 m, that the extent of depressional cone is much smaller than it was assumed. This results from differentiation of the saturated zone into three water-bearing horizons differing in hydrogeological regime (Figs 1 and 2). This zonation of the saturated zone appears to be related to the impermeable loamy layers intercalating the sandy-gravel complex.

In connection with the discussion of the zonation of Senonian water-bearing stage on Lublin and Miechów highlands, the present author assumes that the Under the effect of drainage by deeply incised layers of soft marls acting as impermeable screen. Under the effect of drainage by deeply incised valleys, these marly intercalations contribute to the origin of a number of water-bearing horizons and the resulting differentiation of the saturated zone, particularly close to valley sides.

## РЕЗЮМЕ

Гидрогеологические наблюдения, проведенные по периферии карьера, разрабатывающего четвертичные пески доказали, что вследствие многолетней эксплуатации воды при понижении около 18 м величина депрессионной воронки намного меньше, чем предполагалось. Это обусловлено расчленением зоны насыщения на три водоносных горизонта с разными режимами (рис. 1, 2). Причиной разделения зоны насыщения являются водонепроницаемые глинистые прослои, залегающие среди песчано-гравелистых отложений.

Присоединяясь к дискуссии по вопросу многоразностности сенонского водоносного горизонта Люблинской и Меховской возвышенностей, автор предполагает, что в этом горизонте верхнемеловой комплекс включает маломощные прослои мягких мергелей, играющих роль водонепроницаемых слоев. При воздействии дренажа, производимого сильно углубленными долинами, на водонепроницаемых слоях возникают многочисленные водоносные горизонты, которые расчленяют всю зону насыщения, особенно вблизи долин.