

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE ŚLĄSKA

DZIEKI licznym badaniom hydrogeologicznym przeprowadzanym w różnych częściach Śląska, połączonym z wierceniami badawczymi i eksploatacyjnymi nagromadziły się już dość obszerne materiały dotyczące warunków hydrogeologicznych Śląska. Na ich podstawie można podjąć pierwsze próby syntetycznego opracowania tego problemu, połączone z podziałem Śląska na pewne jednostki regionalne o podobnych warunkach występowania wód podziemnych. Podział ten w ogólnym zarysie przedstawia się następująco:

1) strefa skał krystalicznych Sudetów i ich przedpola północnego z wodami szczelinowymi i rumoszowymi;

2) strefa starszych skał osadowych obszaru sudeckiego z wodami warstwowymi, przeważnie głębszymi;

3) strefa wapieni i dolomitów triasowych Górnego Śląska z wodami krasowo-szczelinowymi, głębokimi i artezyjskimi;

4) obszar osadów trzeciorzędowych w strefie pozasudeckiej z wodami warstwowymi płytkimi i głębszymi, artezyjskimi;

5) pas spiętrzonych moren czołowych niżu śląskiego z prądami wody gruntowej;

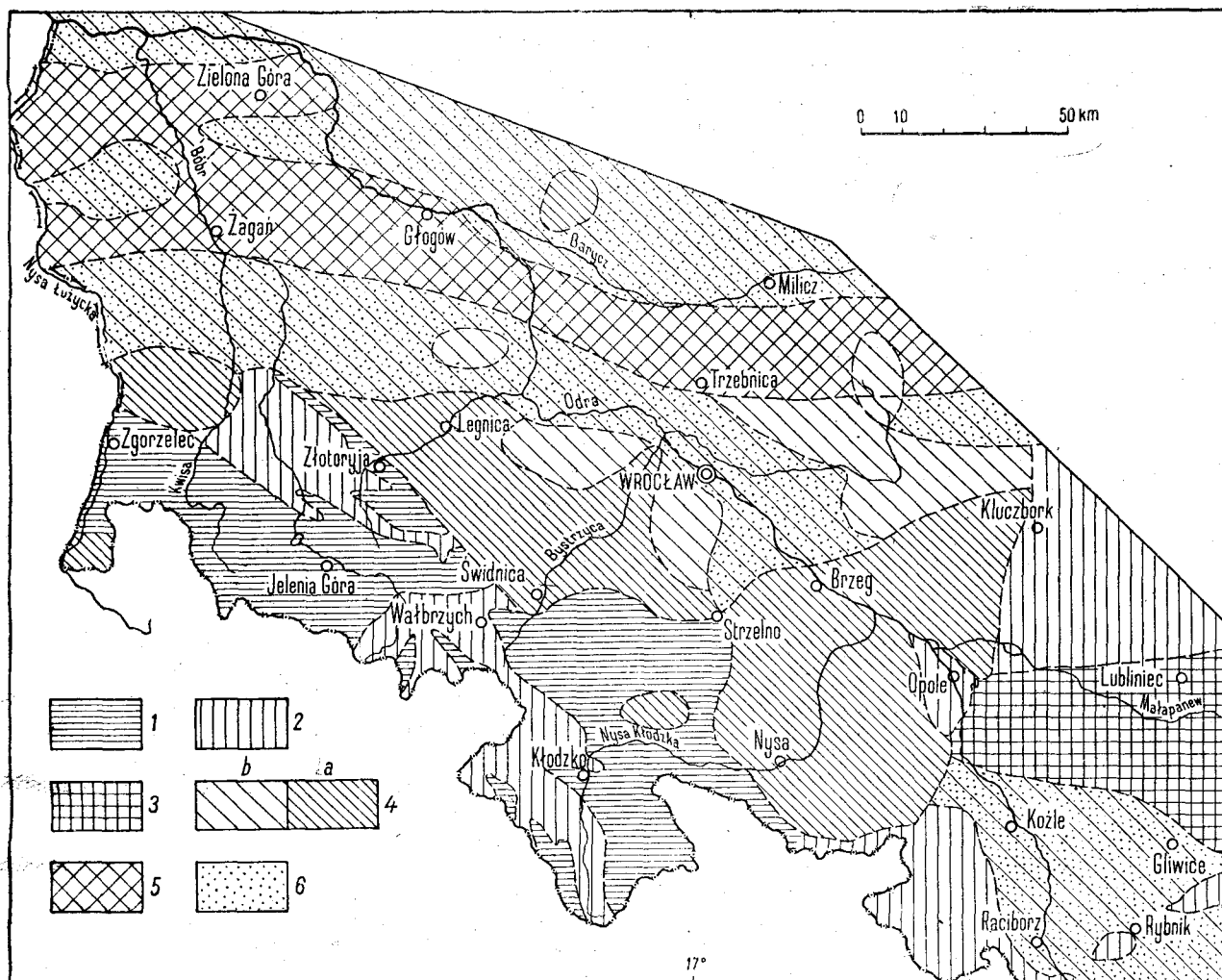
6) piaszczyste równiny plejstocieńskie niżu śląskiego z płytkimi wodami gruntowymi;

7) doliny wgłębne, plejstocieńskie i przedplejstocieńskie z prądami wody gruntowej.

Niżej zostaną omówione w skrócie warunki hydrogeologiczne na wymienionych obszarach.

1. STREFA SKAŁ KRYSZALICZNYCH SUDETÓW I ICH PRZEDPOLA PÓŁNOCNEGO (WODY SZCZELINOWE I RUMOSZOWE)

W strefie tzw. krystaliniku sudeckiego, zbudowanego z różnych skał magmowych i metamorficznych, obejmującego większą część jego przedpola (masywy Sobótki, Strzegomia, Strzelina) warunki hydrogeologiczne są na ogół mniej złożone niż w innych częściach Śląska. Zachodzi tu w pewnej mierze przeciwieństwo



SZKIC HYDROGEOLOGICZNY ŚLASKA

- 1) Wody szczelinowe i rumoszowe w skałach krystalicznych (magnowych i metamorficznych) obszaru sudeckiego, 2) wody warstwowe, przeważnie głębsze, w starszych skałach osadowych (paleozoik, mezozoik), 3) wody krasowo-szczelinowe w wapieniach i dolomitach triasowych Górnego Śląska, 4) wody warstwowe płytkie i części głębsze (do 200 m) artezyjskie w osadach trzeciorzędowych: a) odstoniętych lub pod cienką pokrywą, b) pod grubszą pokrywą czwartorzędową, 5) prądy wody gruntowej w strefie zaburzeń glacytektonicznych, 6) płytkie wody gruntowe w piaskach czwartorzędowych (tarasy rzeczne, sandry, stożki napływowe, wydmy, osady morenowe).

między niezwykle skomplikowaną budową geologiczną tego obszaru, a stosunkowo skąpym występowaniem wód gruntowych.

Pewną osobliwością w tej strefie są wody mineralne, których źródła pozostają w związku z liniami dyslokacji głównie uskøkami przecinającymi strefę tę przeważnie w kierunku północno-wschodnim. Problem wód mineralnych stanowi przedmiot specjalnych badań należących do hydrogeologii wód mineralnych, przeto nie będziemy go tu bliżej rozpatrywali (10).

Podłoże w strefie skał krystalicznych Śląska mimo swej niezwyklej mozaiki petrograficznej składa się wyłącznie ze skał nieporowatych lub bardzo słabo porowatych, przeto nieprzepuszczalnych. Skały krystaliczne w stanie świeżym są pozbawione nawet najmniejszych kapilarnych i subkapilarnych pró-

żni. Pod mikroskopem próżnie można obserwować bardzo rzadko. Gdy w skład danej skały wchodzi skalenie, wówczas skała jest jeszcze mniej przepuszczalna, gdyż liczne skalenie znajdują się w stadium kaolinizacji. Najdrobniejsze nawet w niej rysy są wówczas uszczelnione cząstkami kaolinu lub ilu, tym bardziej że wilgoć zawarta w skale powiększa objętość ilu.

Nieznaczne ilości wody gromadzą się w skałach krystalicznych, w ich spękaniach, rysach lub szczelinach, które w skałach, szczególnie magnowych tworzą regularne systemy, powstałe w związku z zastyganiem magmy oraz kilkakrotnym silnym zaangażowaniem tektonicznym tych obszarów.

Najregularniejsze wykształcenie siatki spękań śledzić można w znanych masywach granitowych Strzelina, Strzegomia i Łużyc Górnych.

Pojemność tych przeważnie bardzo delikatnych spękań, dochodzących nieraz tylko do wielkości kapilarnej, jest niewielka, waha się z nielicznymi wyjątkami od 1 do 2% objętości skały. Rzadko tylko spotyka się w podłożu krystalicznym szczeliny bardziej wodonośne. Na przykład w serpentynie masywu Sobótki zaobserwowano szczelinę wodonośną na głębokości 50 m z dość dużym przepływem wody, dochodzącym do 1 m³ na minutę. Odkrycie takich „żył” wodnych jest rzeczą trudną i raczej zależy od przypadku. W tym samym terenie wykonano na małej przestrzeni 13 otworów badawczych i w żadnym z nich nie natrafiono na szczelinę wodonośną. Wyjątkowo wydajną szczelinę wodonośną odkryto w gnejsach Gór Sowich. Na głębokości ok. 90 m ilość wody przepływającej w szczelinie dochodziła do 12 l/s.

Przeciętne wydajności szczelin wodonośnych w skałach krystalicznych wynikają z następującej tabelki, zestawionej przez Grahmanna na podstawie wierceń w skałach w Saksonii:

Tabela I

skała	ilość wierceń	specyficzna wydajność w l/s			
		do 0,01	od 0,01 do 0,7	pow. 0,07	maks.
łupki	31	1/4	1/2	1/4	0,5
zlepienie	6	1/6	2/3	1/6	0,35
granity	29	1/3	1/2	1/7	0,9
gnejsy	4	1/4	3/4	—	0,01
granulity	6	—	1/6	5/6	0,25
porfiry	4	1/4	1/2	1/4	0,2
bazalty	2	1/2	—	1/2	0,25

Najlepszą wydajność specyficzną, tj. ilość wody dostarczonej przez studnię na jeden metr depresji, mają granity, najgorszą gnejsy.

W strefie skał krystalicznych podłoże nie sprzyja gromadzeniu się wód gruntowych. Mimo największych na Śląsku opadów atmosferycznych (do 1000 mm rocznie) brak jest wśród skał Sudetów warstw wodonośnych. Mała tylko część opadów atmosferycznych przenika do cienkiej warstwy rumoszu przykrywającego litą skałę. Najbardziej porowaty, a tym samym wodonośny jest rumosz gruboziarnistego granitu, który składa się głównie z ziarn kwarcu, gdyż inne składniki uległy wietrzeniu i rozkładowi. Ujęcia wód gruntowych, rumoszowych, są podobnie jak i wody szczelinowe mało wydajne. Wyróżniają się one znaczną zależnością od stanu warunków atmosferycznych. W okresie letniej suszy obserwowany jest w nich nieraz ogromny spadek wydajności. Stwierdzono to m. in. w starszych ujęciach Kudowy Zdroju.

Przez warstwy rumoszu i szczeliny w skałach wody gruntowe przenikają częściowo dalej do warstw żwirów i piasków wysięfających doliny rzeczne. Piaski i żwiry rzeczne plejstoceny i przedplejstoceny są w tym regionie głównymi warstwami przewodzącymi

wody gruntowe. Nie wszystkie jednak współczesne (aluwialne) doliny rzeczne lub rzeki na całej swej długości mają podłoże z warstwami wodonośnymi (por. pkt 7).

Nieprzepuszczalność podłoża w strefie krystalicznej Sudetów pośrednio wyraża, m. in. gęsta sieć rzeczna oraz duże wahania wodostanów w rzekach, w ciągu bardzo krótkiego okresu czasu. Na tym nieprzepuszczalnym podłożu zatrzymuje się sztucznie wody opadowe w licznych zbiornikach, które na Śląsku rozmieszczone są, za wyjątkiem kilku większych, w granicach strefy krystalicznej Sudetów. Z punktu widzenia morfologicznego i geologicznego jest ona najodpowiedniejsza dla budowy tego rodzaju urządzeń hydrotechnicznych. Poza strefą krystaliczną warunki morfologiczno-geologiczne do budowy wielkich zbiorników i zapór wodnych są już mniej sprzyjające i dlatego trzeba ograniczać spiętrzanie wód rzecznych do samego koryta za pomocą jazów.

2. STREFA STARSZYCH SKAŁ OSADOWYCH OBSZARU SUDECKIEGO (WODY WARSTWOWE)

Poza Sudetami i masywami ich przedpola skały krystaliczne przykryte są przeważnie młodszymi skałami osadowymi. Te ostatnie osiągają szczególnie dużą miąższość w obu nieckach: śródsudeckiej i północno-sudeckiej oraz na północ od wału sudeckiego na niżu śląskim. W skałach osadowych panują już pomyślniejsze warunki dla retencji wód podziemnych. Warstwami przewodzącymi są tu przede wszystkim piaskowce i konglomeraty młodszego paleozoiku (karbon, perm) i mezozoiku (trias dolny i górna kreda). W utworach tych występuje głównie warstwowa woda gruntowa, to jest woda wypełniająca próżnie (pory) w skale między cząsteczkami skalnymi. Porowatość wymienionych skał jest jednak różna. W licznych warstwach pory między ziarnami minerałów skałotwórczych wypełnione są substancją ilastą. Zmniejsza się przez to znacznie użyteczna pojemność por (effective yield), czyli przestrzeń wolna dla swobodnego przepływu wody gruntowej pod działaniem siły ciężkości. Kilka przykładów porowatości i pojemności wody w skałach osadowych Śląska zawiera tabela II.

Użyteczna pojemność por w piaskowcach i konglomeratach w porównaniu z piaskiem gruboziarnistym lub żwirem jest kilkakrotnie mniejsza. Dlatego też utwory te odznaczają się na ogół mniejszą wydajnością od osadów luźnych, piaszczysto-żwirowych. Na Śląsku nie ma większych ujęć wody gruntowej w piaskowcach lub konglomeratach karbońskich, mimo że ogromne ilości wody wypompowywuje się z kopalń węgla. W Wałbrzychu dotkliwie odczuwającym trudności w zaopatrzeniu w wodę do picia, wypompowuje się z kopalń dzien-

Tabela II

s k a ł a	porowatość (objętość por. w %)	pojemność wody (w % wag. skały suchej)
czerwony spagowiec (Nowa Ruda)	12,6	3,5 — 4,3
górny piaskowiec ciosowy (kreda okolic Lwówka)	23—26,3	7,01— 8,44
górny piaskowiec cio- sowy Gór Stołowych (kreda)	12,5	2,0 — 2,6
środkowy piaskowiec ciosowy (kreda okolic Radkowa)	15,9	4,8 — 5,3

nie ok. 50 000 m³ wody, co kilkakrotnie przewyższa potrzeby tego ośrodka przemysłowego. Jeszcze większe ilości wody, znacznie przewyższające nawet ilość wydobywanego węgla, trzeba usuwać z kopalń górno-śląskich. Te utrudniające eksploatację węgla wody kopalniane pochodzą jednak w głównej swej części spoza warstw karbonu produktywnego, do którego docierają przeważnie szczelinami z innych systemów skał, nieraz ze znacznych odległości, np. na Górnym Śląsku z wapieni i dolomitów triasowych.

Wielkie rozprzestrzenienie w nieckach: śródsudeckiej i północno-sudeckiej mają piaskowce i konglomeraty należące do czerwonego spagowca. Wsiąkaniu i przepływowi wód gruntowych przeszkadza jednak lepsze i liczne wkładki ilaste.

Nad warstwami permskimi leży piętro skalne pstrego piaskowca. Bliżej został on zbadany w wierceniach w niecce północno-sudeckiej i w okolicy Wrocławia. W niecce północno-sudeckiej pstry piaskowiec, szczególnie jego środkowe najbardziej gruboziarniste warstwy, jest silnie przepuszczalny, do czego przyczyniają się liczne spękania tej skały. Te ostatnie zauważono na skrzydle północnym niecki (okolice Bolesławca, Grodzca), silnie spękanym tektonicznie. W jednym z otworów wypłynęła tutaj obficie woda artezyjska z głębokości 625 m.

Wody wsiąkające w warstwy pstrego piaskowca przenikają przeważnie głębiej, gdyż mało jest w ich spągu warstw izolujących, nieprzepuszczalnych. Zatrzymują się one dopiero w warstwach cechsztyńskich. W związku z tym w otworach wiertniczych przy przejściu przez warstwy pstrego piaskowca obserwowano często ucieczkę płuczki. Wodami gruntowymi pochodzącymi z warstw pstrego piaskowca często zalewane były szyby cechsztyńskich łupków miedzionośnych w nieckach: grodzkiej i leszczyńskiej. W ten sposób komunikują się dolnotriasowe warstwy wodonośne z cechsztyńskimi. Wody gruntowe przepływające tak obficie przez różne systemy

i serie skalne niecki północno-sudeckiej pozostają zapewne w związku z Sudetami jako główną strefą ich infiltracji. Keil (12) widzi analogię między niecką północno-sudecką a basenami artezyjskich wód w pampasach Argentyny na wschodnim przedpolu Andów, w których podobnie jak w Sudetach znajduje się strefa infiltracji wód artezyjskich.

Szczegółowe zbadanie systemu wód podziemnych, krążących w niecce północno-sudeckiej, od strefy ich wsiąkania przez strefę przepływu aż do miejsca ich wpływu jest rzeczą trudną w związku ze skomplikowaną budową geologiczną niecki, a szczególnie z silnym spękaniem tektonicznym podłoża wodonośnego (liczne uskoki).

W okolicy Wrocławia pstry piaskowiec występuje na głębokości ok. 200—350 m i ma dość zmienne uziarnienie (przeważa facja drobnoziarnista). W kilku otworach stwierdzono, że gromadzą się w nich wody artezyjskie bardzo twarde (od 65 do 100 stopni niem. twardości ogólnej) zawierające poza tym dużo chlorków i żelaza. Jest to wypadek wyjątkowy, gdyż wody gruntowe pstrego piaskowca, jak również z innych piaskowców są zazwyczaj chemicznie prawie czyste. Pochodzenie wymienionych składników mineralnych, szczególnie soli w otworach we Wrocławiu, nie jest wyjaśnione. Przypuszczalnie wody tak silnie zmineralizowane dopływają szczelinami do pstrego piaskowca z głębiej leżących warstw cechsztyńskich zawierających wkładki wapieni, złoża gipsu i soli.

Najmłodsze z piaskowców wodonośnych są wieku kredowego. Występują one na Śląsku w trzech nie łączących się ze sobą obszarach. Pierwszy obszar stanowi tzw. kreda opolska, ciągnąca się wzdłuż doliny Odry od Brzegu aż do Krapkowic. Na drugim obszarze kredowym w niecce śródsudeckiej z osadów kredowych zbudowane są Góry Stołowe i rów górnej Nysy Kłodzkiej. Trzeci obszar kredowy stanowi niecka północno-sudecka (kreda Lwówka).

W kredzie opolskiej wodonośne są warstwy dolne, złożone z piasków i piaskowców (cenoman), w których możliwe są tylko mniejsze ilości wody, gdyż warstwy te są na ogół słabo przepuszczalne. Wyższe poziomy kredy opolskiej są margliste i pozbawione warstw wodonośnych.

Kreda niecek: śródsudeckiej i północno-sudeckiej ma inne wykształcenie litologiczne niż kreda opolska. Typowe są w nich poziomy przepuszczalnych piaskowców ciosowych. Między nimi osadziły się warstwy bardziej ilaste, margliste lub wapniste (zwane plenerami), które są nieprzepuszczalne. W górnym piaskowcu ciosowym Gór Stołowych założone zostały nowsze ujęcia Kudowy Zdroju. Wody gruntowe piaskowców ciosowych są chemicznie prawie czyste, bardzo miękkie, ale wydaj-

ność ich jest na ogół niewielka. Częste są w nich również wody i źródła szczelinowe lub wody mieszane warstwowo-szczelinowe (wydajniejsze).

3. STREFA WAPIENI I DOLOMITÓW TRIASU GÓRNEGO ŚLĄSKA (WODY KRASOWO-SZCZELINOWE)

Zaopatrzenie w wodę znacznej części Śląska Opolskiego oraz zagłębia górno-śląskiego, szczególnie na obszarze między Kłodnicą i Brynicą a Małą Panwią, umożliwiają wody gruntowe (artezyjskie) płyty triasowej rozciągającej się na północ od zagłębia. Wody triasowe eksploatowane są na obszarze triasowym w ok. 100 studniach artezyjskich i kilku szybach. Siedzibą wody podziemnej w warstwach triasowych są na tym obszarze wapienie i dolomity należące do wapienia muszlowego a osadzone na pstrym piaskowcu, w którego spągu leżą utwory karbonu produktywnego lub kulmu. Strop wapienia muszlowego tworzą utwory kajprowe, przeważnie ilaste i margliste, mniej wodonośne.

Warstwy triasowe poznane zostały najlepiej pod względem hydrogeologicznym w niecce bytomskiej i jej okolicy. Zaobserwowano w nich (Michael, Rosłowski) bardzo skomplikowane krążenie wód podziemnych odbywające się wyłącznie w szczelinach pochodzenia tektonicznego i krasowego. [Seria triasowa została najpierw pocięta licznymi dyslokacjami nieciągłymi przeważnie uskokami o kierunku równoleżnikowym i południkowym z mniejszymi i większymi odchyleniami od nich, a następnie szczeliny te ulegały poszerzeniu dzięki ługującemu działaniu wód przez nie przepływających (ryc. 1). W związku z dyslokacjami cała seria triasowa została podzielona na mniejsze części, horsty, niecki i rowy tektoniczne, z których ostatnie mają duże znaczenie hydrogeologiczne, np. wspomniana niecka bytomska lub łącząca się z nią niecka Tarnowskich Gór.

Na ogół wyróżnia się w triasie dwa główne piętra wodonośne.

a) górne, w górnej części dolnego wapienia muszlowego, w którym wodonośne są w części wschodniej Górnego Śląska dolomity kruszonośne, a w zachodniej części stratygraficznie odpowiadające im wapienie;

b) dolne, w dolnej części dolnego wapienia muszlowego i w dolomitycznych wapieniach retu.

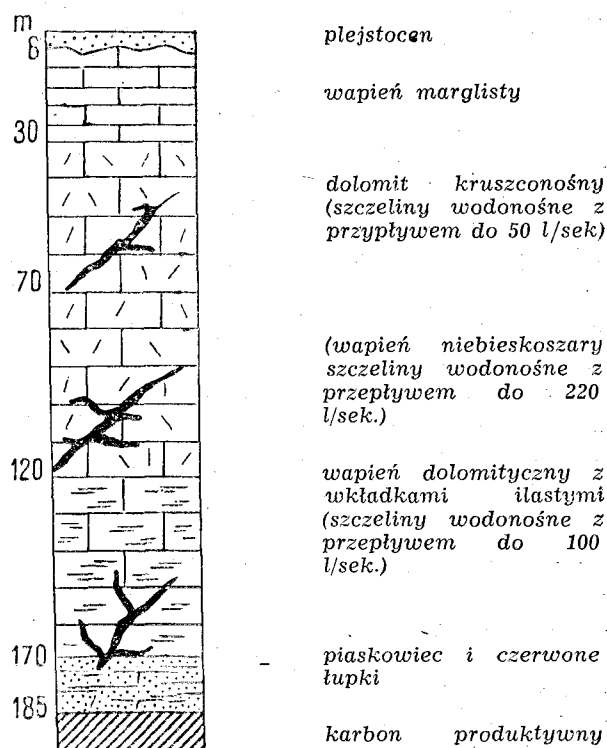
Jednak i w pozostałych stropowych poziomach wapienia muszlowego, a nawet w kajprze dolnym napotkano na wodonośne skały węglowe.

Ławice wapieni i dolomitów wodonośnych różnych poziomów łączą się nieraz ze sobą lub też przedzielone są warstwami nieprzepuszczalnymi. W ten sposób jest odizolowane

dolne piętro wodonośne od górnego. Same szczeliny wodonośne tworzą różne systemy w zależności od rodzaju skał. W niecce bytomskiej zaobserwowano szczeliny szerokości od kilkudziesięciu cm do kilku metrów. Ilości wody przez nie przepływające dochodzą do kilku a nawet kilkunastu m³ na minutę. W niebieskim spągowcu i w wapieniach piankowych spotyka się szerokie kanały podziemne, w których płyną potoki wody gruntowej.

Wyjątkową przepięknością wyróżnia się dolomitowy poziom wodonośny, obejmujący zespół dolomitów kruszonośnych i dipolorowych, ogólnej miąższości do 70 m. Są one pocięte bardzo gęstą siecią szczelin i pozabawione marglistych wkładek izolujących. W poziomie tym mogą zbierać się wielkie ilości wody szybko krążącej i nie zatrzymywanej wskutek mniejszych przesunięć warstw w kierunku pionowym (uskoków), gdyż grubość serii wodonośnych jest znaczna. W obrębie niecki bytomskiej wody piętra dolomitowego komunikowały się z wodami Brynicy. Według badań Rosłowskiego (8) na 1 km koryta rzeki (przed jego uszczelnieniem) przy niskim stanie wody przesiąkało 35 l/s, a przy wysokim stanie wody do 74 l/s. Wody te zalewały kopalnie rud cynku w okolicy Bytomia.

Wody zawarte w wapieniach triasowych pochodzą nieraz z dalekich terenów, gdyż sys-



Ryc. 1

Profil z kopalni w podłożu triasowym (Mikulczyce k. Zabrze — wg Michaela)

tem rozgałęzionych szczelin obejmuje cały obszar triasowy. Ilość wody przepływającej nie zależy bezpośrednio od opadów atmosferycznych. W niecce bytomskiej zmierzono nawet 3—5 razy większy przepływ wody grunтовой od przewidywanego, na podstawie obliczeń ilości wsiąkających opadów atmosferycznych. Nasuwa się wniosek, że powierzchnia zlewna niecki jest kilkakrotnie większa od niej samej.

Na wychodniach warstw dolnego wapienia muszlowego w regionie górno-śląskim wypływają silne źródła. Woda w warstwach wapieni triasowych prawie stale znajduje się pod silnym ciśnieniem hydrostatycznym — przeważnie jest to woda artezyjska, szczególnie z dolnego piętra wodonośnego. Wydajność otworów studziennych jest różna, zależnie od wyżej opisanych warunków geologicznych. W niektórych otworach mierzono nawet wypływ kilkuset litrów na sekundę. Stwierdzono jednak, że im dalej w kierunku północno-wschodnim i północnym, tym wydajność staje się mniejsza, o czym świadczą wiercenia w Opolu i w innych miejscowościach nad Małą Panwią. Można to różnie tłumaczyć. Niewątpliwie systemy szczelin wodonośnych są tu słabiej wykształcone w związku z bardziej marglistym i ilastym wykształceniem osadów triasowych i wzrastającym ciśnieniem coraz grubszej pokryw górnotriasowej w części północnej obszaru.

Cechą wód triasowych jest często notowany spadek ich wydajności podczas eksploatacji, być może wywołowany niezależnie od przyczyn technicznych (zarośnięcie filtrów, itp.), zmianami w strukturze podłoża wodonośnego. Przez wymycie osadów w szczelinach lub zamulenie szczelin zachodzą przeciągnięcia szczelin z jednego systemu do drugiego, a tym samym zmiany w drogach przepływu wód szczelinowych.

Wody triasowe w regionie górno-śląskim wyróżniają się znaczną twardością węglanową oraz na ogół niską temperaturą (ok. 10°). Głębsze piętra mają wodę podgrzaną nawet do 20° (w studniach głębokich do 500 m).

Warunki hydrogeologiczne zbliżone do istniejących w warstwach wapienia muszlowego mamy również na Dolnym Śląsku w jamistych i porowatych wapieniach, dolomitach górnego i środkowego cechsztynu, nawierconych w okolicy Wrocławia i w niecce północno-sudeckiej (por. pkt 2). Pod Wrocławiem natrafiono na głębokości od 395 do 413 m na wodę artezyjską o wydajności 40 m³ na godzinę, pod ciśnieniem jednej atmosfery (na powierzchni terenu), o temperaturze 18°C.

4. OBSZAR OSADÓW TRZECIORZĘDOWYCH W STREFIE POZASUDECKIEJ (WODY WARSTWOWE ARTEZYJSKIE)

W różnych częściach Śląska, a głównie na przedpolu sudeckim i prawie na całym niżu, starsze podłoże geologiczne przykryte jest płaszczem osadów trzeciorzędowych. Za wyjątkiem krańca południowo-wschodniego i północno-zachodniego, gdzie występują osady trzeciorzędu morskiego (na Górnym Śląsku o dużej miąższości ze złożami soli kamiennej), spotykamy przede wszystkim trzeciorzęd lądowy, którego miąższość waha się w granicach od 100 do 200 m. Osady trzeciorzędu lądowego wypełniają bądź izolowane niecki (Zebrzydowa, Świdnica, Żarów, Ząbkowice), bądź też stanowią brzeg południowy rozległej niecki wielkopolskiej, wypełnionej osadami formacji węgla brunatnego i młodszymi od nich ilami poznańskimi. Osady te w głównej części zaliczane są do młodszego trzeciorzędu (neogen). Dokładniejsze ich określenie stratygraficzne nasuwa duże trudności. Jako całość trzeciorzęd lądowy tworzy zupełnie wyraźną jednostkę, wyodrębniającą się od utworów spągowych i stropowych przede wszystkim charakterem litologicznym. Regionalnie trzeciorzęd lądowy jest silnie zróżnicowany. Berg (1) wyróżnia w zachodniej części Śląska cztery facjalnie i stratygraficznie różne wykształcenia. Są nimi:

a) trzeciorzęd bazaltowy, złożony głównie z pokryw bazaltowych i towarzyszących im tufów (okolice Lubania),

b) trzeciorzęd kwarcytowy, w którego skład wchodzi piaski i żwiry kwarcowe z ilami (pas wzdłuż Kwisy w jej środkowym biegu),

c) trzeciorzęd lignitowy złożony z ilów, gruboziarnistych piasków ze skałeniami, piasków łyszczykowych z lignitowym węglem brunatnym,

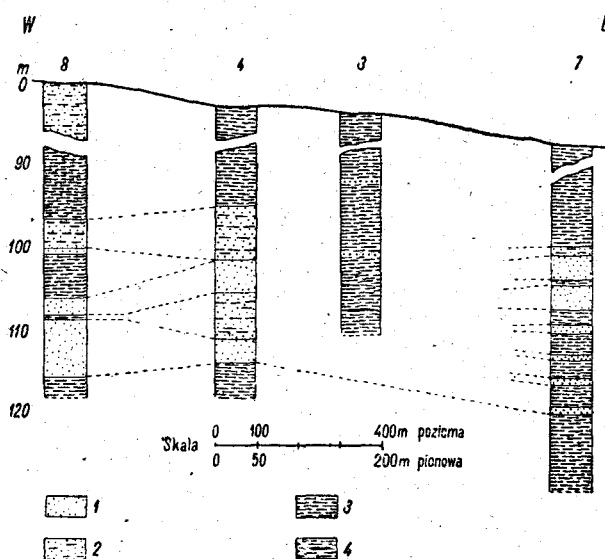
d) grubokanciaste, zbite żwiry kwarcowe, które stratygraficznie mają odpowiadać ilom poznańskim, występującym dalej w kierunku północno-wschodnim.

W pozostałych częściach Śląska głównie występuje trzeciorzęd lignitowy. W okolicach Legnicy, Wrocławia, Nysy, Oleśnicy przeważają w nim zdecydowanie utwory ilaste, co można było stwierdzić w licznych wierceniach. Natomiast warstwy węgla brunatnego w kierunku wschodnim wyraźnie zanikają.

Cechą charakterystyczną osadów trzeciorzędowych na całym obszarze Śląska i na terenach przyległych (Ziemia Lubuska, Wielkopolska) jest niespokojny rytm sedymentacyjny, ich duża zmienność litologiczna w kierunku pionowym i poziomym. Nieraz nawet na małej przestrzeni w odległości kilkuset lub kilkudziesięciu metrów nie można znaleźć korelacji, ustalić ciągłości warstw między otworami wiertniczymi, co niezwykle utrud-

nia wszelkie prace poszukiwawcze. Do tego na niektórych obszarach dochodzą jeszcze silne zaburzenia w ułożeniu warstw (pkt 6). Zrozumiałe więc jest, że osady trzeciorzędowe stanowią skomplikowane środowisko wód podziemnych. Mają one szczególne znaczenie zarówno ze względu na doniosły problem odwadniania złóż surowców mineralnych (węgiel brunatny, kwarcyty, glinki ogniotrwałe), jak i w związku z zaopatrzeniem w wodę licznych miast i miasteczek oraz zakładów przemysłowych. Na wielkim obszarze rozciągającym się na północ od Sudetów, z ich przedpola, aż po Ziemię Lubuską i Wielkopolskę dla tego celu przede wszystkim bierze się pod uwagę utwory trzeciorzędowe, szczególnie gdy chodzi o ujęcie wody gruntowej w ilości kilkuset do kilku tysięcy metrów sześciennych na dobę. Przykrywające trzeciorzęd osady plejstoceńskie odgrywają na Śląsku znacznie mniejszą rolę, gdyż są szczątkowe, a jeżeli występują, wówczas są przeważnie nieprzepuszczalne.

Warunki hydrogeologiczne panujące w podłożu trzeciorzędu lądowego, niezaburzonego glaukitektonicznie, ilustrują przykłady wzięte z okolicy Wrocławia, z Leśnicy i Czechnicy.



Ryc. 2

Profil otworów wiertniczych w warstwach trzeciorzędowych w dolinie Bystrzycy w Leśnicy koło Wrocławia.

1) piasek drobnoziarnisty, 2) piasek ilasty, 3) ił, 4) ił z wkładkami węgla brunatnego

W Leśnicy w licznych wierceniach stwierdzono pod cienką (do 2 m) warstwą plejstocenu występowanie osadów trzeciorzędowych, które w cegielniach tej miejscowości są zupełnie odsłonięte. Do głębokości ok. 40—50 m leżą iły poznańskie podścielone warstwą drobnych piasków o miąższości od 2 do 20 m,

rozmieszczoną dość regularnie. Wodonośność tej warstwy jest minimalna, w jednym otworze wynosiła ok. 24 m³ na dobę, przy czym woda była bardzo twarda, niezdatna do użytku.

W głębszych warstwach trzeciorzędu (miocen) natrafiono pod Wrocławiem na warstwę wodonośnych piasków na głębokości od 100 do 120 m. Rozmieszczenie piasków nie jest równomierne. Na tym samym terenie wodonośnym o powierzchni paru hektarów, w kilku otworach w ogóle nie napotkano piasków wodonośnych na jednakowej głębokości. Przypuszczalnie mamy tu wypadek soczewkowatego wykształcenia warstw wodonośnych albo może to być jakaś dolina rzeczna zasypiana młodszymi osadami trzeciorzędowymi. Piaski i żwiry tej doliny złożonej zapewne z licznych zakoli (meandrów) i starorzeczy stanowią dzisiaj drogi przepływu silnych prądów wody gruntowej. Stwierdzenie kierunku i zasięgu tych prądów jest rzeczą trudną, wymagającą licznych wierceń lub specjalnych metod poszukiwawczych. Na terenie tymże woda gruntowa przypuszczalnie przepływa w kierunku wschodnim lub północno-wschodnim. Woda znajduje się w warstwach pod silnym ciśnieniem. W niektórych otworach wypływa woda artezyjska, w innych zwierciadło wody gruntowej w stanie statycznym znajduje się na głębokości od 1 do 5 m poniżej powierzchni terenu (woda subartezyjska). Wydajność otworów jest różna od kilku do kilkudziesięciu metrów sześciennych na godzinę przy depresji do 10 m. Woda gruntowa wyróżnia się znaczną twardością (do 20 st. niem.) i żelazistością (0,5 mg Fe na 1).

W inny sposób wykształcone jest złożo wody gruntowej w miejscowości położonej na wschód od Wrocławia. Pod znacznie grubsza w tym rejonie pokrywa plejstoceńską o miąższości około 40 m, składającą się w górnej części z piasków i żwirów rzecznych, głębiej z gliny zwałowej, występują warstwy trzeciorzędowe w postaci pstrych iłów z cienkimi wkładkami węgla brunatnego i cienkimi warstwami lub soczewkami piasków wodonośnych, zawierających wodę artezyjską. W otworze przewiercono 8 takich warstw wodonośnych, występujących na głębokości:

od 67,0 — 68,0 m piasek drobny, poziom hydrostat. + 0,75 m
do 71,0 — 71,5 m piasek drobny, poziom hydrostat. + 0,75 m
od 95,0 — 99,5 m piasek drobny, poziom hydrostat. + 3,00 m
od 142,6 — 142,8 m piasek drobny, poziom hydrostat. + 10,00 m
od 158,0 — 160,1 m piasek drobny, poziom hydrostat. + 10,00 m
od 161,5 — 165 m piasek drobny, poziom hydrostat. + 11,00 m

od 167,1 — 173,3 m piasek drobny, poziom hydrostat. + 11,00 m
od 180,0 — 181,15 m żwir drobny, poziom hydrostat. + 15,00 m

Jak widać z profilu, mamy tu inny typ złoża niż poprzednio, mniej wydajny, w którym nieraz po pewnym okresie intensywnej eksploatacji woda zanika.

5. PAS MAREN CZOŁOWYCH NIŻU ŚLĄSKIEGO (PRĄDY WODY GRUNTOWEJ)

Z problemem wód trzeciorzędowych wiąże się problem wód gruntowych w strefie zaburzeń glacytektonicznych. Strefa ta pokrywa się na ogół z przebiegiem moren czołowych na niżu śląskim, tworzących tzw. Kocie Góry. Silne zaburzenia w ułożeniu warstw zaobserwowano na terenach dokładniej zbadanych w związku z eksploatacją węgla brunatnego w północno-zachodniej części Śląska (Żary) i na Ziemi Lubuskiej (Zielona Góra) oraz w kopalniach glin ceramicznych (Kozuchów, Trzebnica). W pasie wzniesień morenowych, zbudowanych z moren czołowych zwanych spiętrzonymi, osady trzeciorzędowe i starsze plejstoceny, zgodnie leżące na sobie, są silnie pofałdowane i przykryte niezgodnie cienką warstwą młodszego plejstocenu.

W okolicy Zielonej Góry starszy plejstocen składa się z dwóch moren dennych wyraźnie wyodrębniających się petrograficznie. Utwory plejstoceny osadzone zostały na osadach pliocenich, w których spągu występuje miocen w postaci utworów górnego pokładu węgla brunatnego. Dolny pokład węgla brunatnego stwierdzono w wierceniach na głębokości ok. 100 m poniżej poziomu morza. Zaburzenia w ułożeniu warstw polegające na sfałdowaniu osadów trzeciorzędowych i czwartorzędowych, wywołane były naciskiem przesuwającego się w kierunku południowym lodowca. Powierzchnia, na której oderwały się warstwy sfałdowane (powierzchnia odkłucia) od głębszych niezaburzonych znajduje się między górnym i dolnym pokładem węgla brunatnego. Tektonikę glacialną podłoża poznano dość dokładnie z zachowania się górnego pokładu węgla brunatnego, eksploatowanego dawniej w licznych kopalniach w okolicy na zachód od Zielonej Góry. Pokład ten sfałdowany jest w szereg antyklin, często obalonych i wtórnie sfałdowanych.

Osie poszczególnych antyklin biegną równolegle do siebie w odstępach około 200—400 m. Nie zachowują one jednak ani stałego kierunku, ani też położenia poziomego, podnosząc się i obniżając. W innych miejscach strefy zaburzeń glacytektonicznych kierunek główny osi antyklin jest często południowy (np. koło Nowogrodu Bobrzeńskiego) lub nawet północno-zachodni, np. koło Trzebnicy.

W opisanych warunkach stratygraficznych i tektonicznych stosunki hydrogeologiczne są bardzo zawile. Wody gruntowe najczęściej

przepływają synklinami, których dna zbudowane są z nieprzepuszczalnych ilów trzeciorzędowych i wypełnione osadami plejstoceny, przeważnie piaskami i żwirami. Zasięg tych synklin jest różny. Stwierdzono szereg równoległych do siebie synklin wodonośnych o kierunku równoleżnikowym, niezgodnym z obecną powierzchnią morfologiczną terenu. W jednej z synklin założono w poprzek niej kilka studni, jedną na samym brzegu niecki wodonośnej, głębokości 72 m, dwie bliżej środka, głębokości 54 i 70 m. Odległość między studniami zewnętrznymi wynosi ok. 200 m. Profile otworów studziennych umożliwiły odtworzenie przypuszczalnego kształtu przekroju synkliny wodonośnej, mającej charakterystyczne strome skrzydło północne. Na osi tej samej synkliny w odległości około 1000 m w kierunku wschodnim wywiercono czwartą studnię, pierwotnie, gdy czynne były tylko trzy pierwsze studnie, zwierciadło wody gruntowej utrzymywało się dość wysoko, około 15—25 m poniżej powierzchni terenu. Gdy zwiększono eksploatację wody w ostatniej studni, zwierciadło wody gruntowej w najpłytszej studni obniżyło się poniżej filtrów i studnia została pozbawiona wody. Po zbudowaniu nowej studni, położonej najkorzystniej, bo w samym środku synkliny, również z drugiej studni filtry znalazły się powyżej zwierciadła wody gruntowej. Stwierdzono oddziaływanie jednej studni na drugą na odległość 1000 m w bardzo krótkim czasie, gdyż warstwy przewodzące wodę gruntową zbudowane są z grubych żwirów i otoczków, w których przepływ wody jest dość szybki. Zaobserwowano też znaczny spadek zwierciadła wody gruntowej.

Wody w synklinach wodonośnych znajdują się zwykle pod silnym ciśnieniem hydrostatycznym. Wydajność prądów wody gruntowej jest różna, co zależy od wielkości ich powierzchni zlewnej i innych czynników (spadek, przepuszczalność). Wydajność ta waha się w granicach od kilkuset do kilku tysięcy m³ na dobę.

6. PIASZCZYSTE RÓWNINY PLEJSTOCENSKIE NIŻU ŚLĄSKIEGO (PŁYTKIE WODY GRUNTOWE)

Stosunkowo małe znaczenie hydrogeologiczne mają na Śląsku osady czwartorzędowe, głównie plejstoceny, na równinach i wysoczyznach. W przeciwieństwie do plejstoceny osadów pochodzenia rzeczno- (por. pkt 7) wyróżniają się one nawet dużym rozprzestrzenieniem na niżu śląskim. Są to bądź nieprzepuszczalne lub słabo przepuszczalne utwory gliniaste, szczególnie gliny morenowe i lessy, bądź też utwory piaszczyste, łatwo przepuszczalne, jednak jeszcze mało zbadane.

Utwory gliniaste pokrywają znaczne przestrzenie w okolicy Wrocławia (równiny: wro-

clawska i oleśnicka), osiągając miąższość kilkudziesięciu metrów. Są to przede wszystkim osady moreny dennej, na ogół pozbawione wód gruntowych. Chcąc uzyskać nawet mniejsze ilości wody gruntowej, trzeba przebijać pokrywę morenową i poszukiwania rozpocząć od osadów trzeciorzędowych. Podobnie jest na wielu mniejszych terenach, w północnej części Śląska, w pasie moren czołowych i w obrębie wkraczającej już tu wyższyny plejstocenijskiej południowej Wielkopolski.

Osady piaszczyste, plejstocenijskie typowe są dla obszaru Borów Dolno-śląskich. Na rozległej przestrzeni między Odrą a Nysą Łużycką oraz między pasem moren czołowych a przedgórzem sudeckim rozciągają się równiny zbudowane z piasków napływowych (stożków napływowych), piasków sandrowych i wydymowych. Jest to odrębny region hydrogeologiczny wyróżniający się w przeciwieństwie do gliniastych równin morenowych wielką przepuszczalnością podłoża. Wskazuje na to także bardzo rzadka sieć rzeczna, np. w dorzeczu środkowego Bobru, co świadczy o wielkim w tej okolicy odpływie podziemnym. Wody wsiąkające w podłoże odpływają podziemnie do większych rzek trzeciorzędowego podłoża wodonośnego.

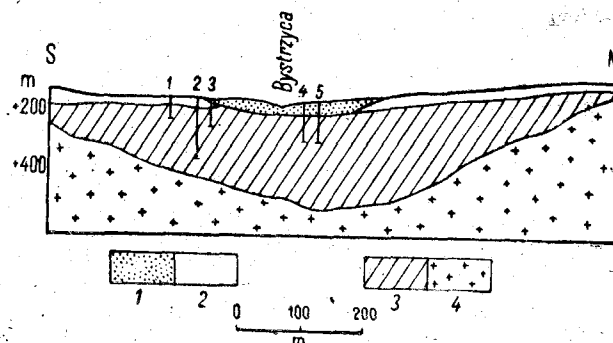
Mniejsze, przeważnie sandrowe obszary piaszczyste rozciągają się także na południe od Wzgórz Trzebnickich oraz w dorzeczu Małej Panwi na Śląsku Opolskim.

7. DOLINY WGŁĘBNE PLEJSTOCENIJSKIE I PRZEDPLEJSTOCENIJSKIE (PRĄDY WODY GRUNTOWEJ)

Ogromne ilości wody przepływają w prądach wody gruntowej wśród osadów rzecznych dolin glacialnych i przedglacialnych, tworzących jakby odrębny podziemny system rzeczny.

Prinz (7) twierdzi, że gdyby ziemia była przezroczysta, to można by zobaczyć pod jej powierzchnią te wszystkie zjawiska hydrograficzne, które znane są z powierzchni ziemi. Także podziemnie łączą się poszczególne ciekły wody w prądy, potoki i rzeki nieraz o ogromnej szerokości i głębokości, istnieją jakby jeziora, bystrzycy i wodospady. Różnica w stosunku do wód powierzchniowych polega jedynie na tym, że w podłożu wskutek wysokiego oporu w środowisku skalnym prędkość przepływu wody gruntowej jest bardzo mała, a jej spadek znacznie większy. Natomiast pod względem szerokości i głębokości prądy podziemne przewyższają wielokrotnie systemy wód powierzchniowych. Nierzadko spotyka się prądy wody podziemnej o szerokości 10—15 km i o przepływie do 100 000 m³ wody na dobę, np. w dolinie plejstocenijskiej w okolicy Lipska.

Fragmenty takiej podziemnej sieci rzecznej znane są nam również na Śląsku, jednak odtworzenie całego systemu za pomocą obecnie stosowanych metod badawczych jest bardzo trudne. Prądy wody gruntowej przepływają podobnie jak sieć rzeczna na powierzchni ziemi, przez obszar prawie całego Śląska. Mają one szczególnie wielkie znaczenie dla regionów o nieprzepuszczalnym podłożu skalnym (Sudety), w których retencja wody gruntowej jest możliwa przede wszystkim wśród osadów współczesnych dolin rzecznych lub w często zakrytych dolinach plejstocenijskich. Prądy wody gruntowej eksploatowane są w takich dolinach w licznych miejscach. Ujęcia dla Wałbrzycha znajdują się w dolinie górnego Bobru. Prądy wody o wielkiej wydajności, przepływające przez osady przedglacialne o miąższości od 50 do 80 m w dolinach Bystrzycy i Małej Panwi zaopatrują w doskonałą wodę Świdnicę i Opole. Z warstw wodonośnych piasków i żwirów w dolinie Nysy Kłodzkiej czerpie wodę Kłodzko, w dolinie Nysy Łużyckiej — Zgorzelec, w dolinie Odry liczne miejscowości, jak np. Głogów, Koźle, Raciborz.



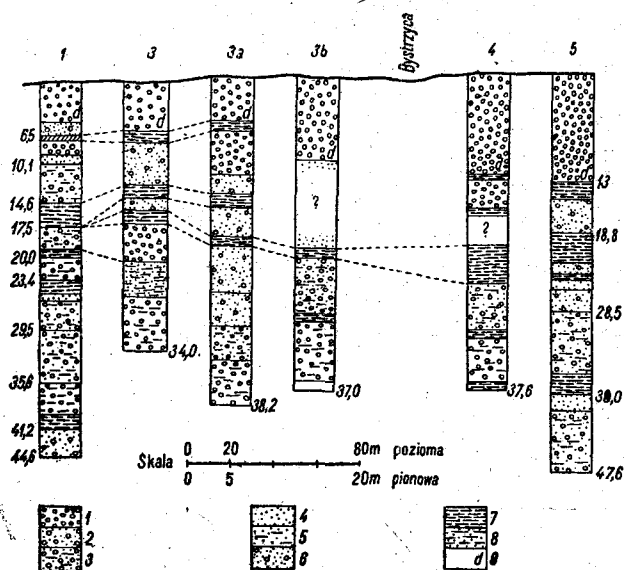
Ryc. 3

Schematyczny profil geologiczny doliny Bystrzycy w Świdnicy

1) piasek, żwir, 2) morena, 3) osady rzeczne przedglacialne, 4) podłoże krystaliczne (granit) — 1, 2, 3, 4, 5 otwory wiertnicze

W Świdnicy w dolinie Bystrzycy odkryto silny prąd wody gruntowej w pasie szerokości około 0,5 km. W stropie warstw wodonośnych leżą tu na głębokości 6—15 m plejstocenijskie żwiry rzeczne Bystrzycy z wodą częściowo pochodzenia rzecznego, infiltrującą z koryta rzecznego. Głębiej do 44,8 m leżą na przemian osady przedglacialne: nieprzepuszczalne pstry ły, ilasty drobny piasek oraz żwiry od drobnych do grubych z małą domieszką substancji ilastej. Profil każdego otworu nawet w odległości kilkudziesięciu metrów jest inny. Głębsze studnie (100 m i więcej) dochodzą już do warstw miocenijskich.

W dolinie tej zaznacza się silny przepływ wody gruntowej z kierunku dokładnie nieo-



Ryc. 4

Profile otworów wiertniczych w dolinie Bystrzycy w Swidnicy (do ryc. 3)

- 1) żwir, 2) żwir piaszczysty, 3) żwir ilasty, 4) piasek, 5) piasek ilasty, 6) piasek żwirowy, 7) ił, 8) ił piaszczysty, 9) plejstocen

kreślonego, przypuszczalnie z południa lub zachodu. Kierunek prądu wody gruntowej nie pokrywa się z biegiem Bystrzycy. Wiercenia wykonane w jej dolinie, wykazały brak tych warstw wodonośnych, które są eksploatowane i weszły na nieznacznej głębokości w granit.

Prąd wody gruntowej ma tam stałą dużą wydajność wynoszącą kilkanaście tysięcy m^3 wody na dobę. Studnie mimo ich skupienia w odległości kilkudziesięciu metrów jedna od drugiej dają przy niewielkiej depresji od 60 do 90 m^3 wody na godzinę.

Budowa geologiczna wodonośnych dolin wglębnych jest na każdym terenie inna. Wspólną ich cechą jest istnienie w nich warstw tzw. dolnych żwirów lub piasków wodonośnych odizolowanych grubą warstwą iłu lub gliny od górnych żwirów, które najczęściej mają już bezpośredni kontakt z wodą rzeczną.

W dolinie górnego Bobru w Marciszowie występują dolne żwiry na głębokości od 20 do 40 m w warstwie o zmiennej miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Warstwa dolnych żwirów często nie pokrywa się z zasięgiem obecnej doliny Bobru, w wielu miejscach przecina się z nią, oddala od niej i biegnie w innym kierunku. Dowodzi to, że w okresie plejstocenic i przedplejstocenic istniała sieć rzeczna, przez którą zostały naniesione żwiry dolne. Sieć ta różniła się nieraz znacznie od współczesnego systemu hydrograficznego. Wynika stąd duża trudność przy poszukiwaniu tych ukrytych warstw

wodonośnych w dolinach plejstocenic. W samej dolinie górnego Bobru w Marciszowie dolne żwiry oddzielone są warstwą iłów zastoiskowych od górnych żwirów, leżących tuż pod powierzchnią terenu pod cienką warstwą utworów pylastopiaszczystych.

W dolinie górnej Odry, istnieją nawet trzy poziomy piasków i żwirów wodonośnych, przekładanych warstwami gliny zwałowej. Z głębszych poziomów (ok. 70 m) otrzymano wodę artezyjską, wypływającą do wysokości 7 m nad powierzchnię terenu.

Prądy wody gruntowej w dolinach glacialnych i przedglacialnych wyróżniają się na ogół dużą i stałą wydajnością, niezależnie od zmian warunków atmosferycznych, dobrą jakością wody i wypływem pod silnym ciśnieniem. W wielu wypadkach są to wody artezyjskie.

Z licznych przytoczonych wyżej przykładów występowania wód gruntowych na Śląsku wynika, że warunki hydrogeologiczne na tym obszarze są niezwykle zróżnicowane.

Podłoże wielkiej części Śląska jest mało przepuszczalne, szczególnie w rejonie skał krystalicznych w Sudetach oraz na obszarach plejstocenic pokrytych gliną zwałową, co utrudnia, a nawet uniemożliwia tutaj retencję wód gruntowych.

Wśród skał przepuszczalnych warstwy przewodzące wody gruntowe nie we wszystkich formacjach geologicznych są rozwinięte regularnie, płaszczynowo. Wyjątek stanowią pod tym względem wapienie i dolomity triasowe na Górnym Śląsku z charakterystycznymi dla nich wodami krasowo-szczelinowymi i konglomeraty wieku paleozoicznego i mezozoicznego.

Poza tym przepływ wód gruntowych odbywa się analogicznie do wód powierzchniowych, wzdłuż pewnych linii lub pasów w synklinach lub dolinach (prądy wody gruntowej) przewodzących nieraz nawet bardzo wielkie ilości wody gruntowej. Położenie i kierunek przepływu tych arterii wodonośnych nie są na Śląsku jeszcze dostatecznie zbadane.

LITERATURA

1. Berg G. — Geologie der Gegend von Buntzlau und Liegnitz. „Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A.“ 1935, nr 56.
2. Bogomołow G. W. — Osnovy gidrogeologii. Moskwa 1951.
3. Grahmann R. — Die Aufnahme der Grundwasser im Lande Sachsen. „Jahrbuch d. Reichsanst. f. Bodenforschung“ 1942. Berlin 1943.
4. Keilhack K. — Lehrbuch der Grundwasser und Quellenkunde. Berlin 1935.
5. Koehne W. — Grundwasserkunde. Stuttgart 1948.
6. Michael R. — Die geologische Position der Wasserwerke im oberschlesischen Industriebezirke. „Jahrb. d. K. Pr. Geol. A. A.“ 1912.

7. Prinz E. — Handbuch der Hydrogeologie. Berlin 1923.
8. Rosłoński R. — Die Wasserversorgung des oberschlesischen Industriebezirks. „Zeitschrift d. Berg und Hütten Verein“, Katowice 1924.
9. Teisseyre H. — Przeglądowa mapa geologiczna Śląska w skali 1:250 000. Wrocław 1953.
10. Teisseyre J. — Geologia sudeckich wód mi-

- neralnych. „Materiały pojazdowe Stow. Nauk.-techn. Inżynierów i Techników Górnictwa“.
11. Zwierzycki J. — Geologia złóż węgla brunatnego na Dolnym Śląsku. Instytut Naukowo-badawczy Przemysłu Węglowego, Biblioteka Wydawnictw t. XII, r. 1949.
 12. Keil K. — Ingenieurgeologie und Geotechnik. Halle 1951.