

miejscach, w czasie posuwania się lodowca na południe i cofania z powrotem ku północy.

Tam gdzie niema wód gruntowych w alluwjach i dyluwjach, z powodu małej miąższości pokładów, małej ich przepuszczalności, lub dużych spadów terenu i wodonośca, gdzie zatem niema warunków na utworzenie się stosunkowo płytkiego, a dostatecznie rozciągniętego i dobrze zasilanego zbiornika wody gruntowej w tych pokładach, z konieczności szukać trzeba wody w większych głębokościach, o ile skały i pokłady niżej leżące, a zatem geologicznie starsze, są dostatecznie przepuszczalne i są stale zasilane przesiąkającą wodą opadową z zewnątrz. Do pokładów, leżących bezpośrednio pod dyluwjum, na dużej przestrzeni Państwa, należą utwory trzeciorzędowe.

3. Trzeciorzęd.

Utwory trzeciorzędowe są przepuszczalne i wodonośne w następujących piętrach, wyliczając je z góry w dół:

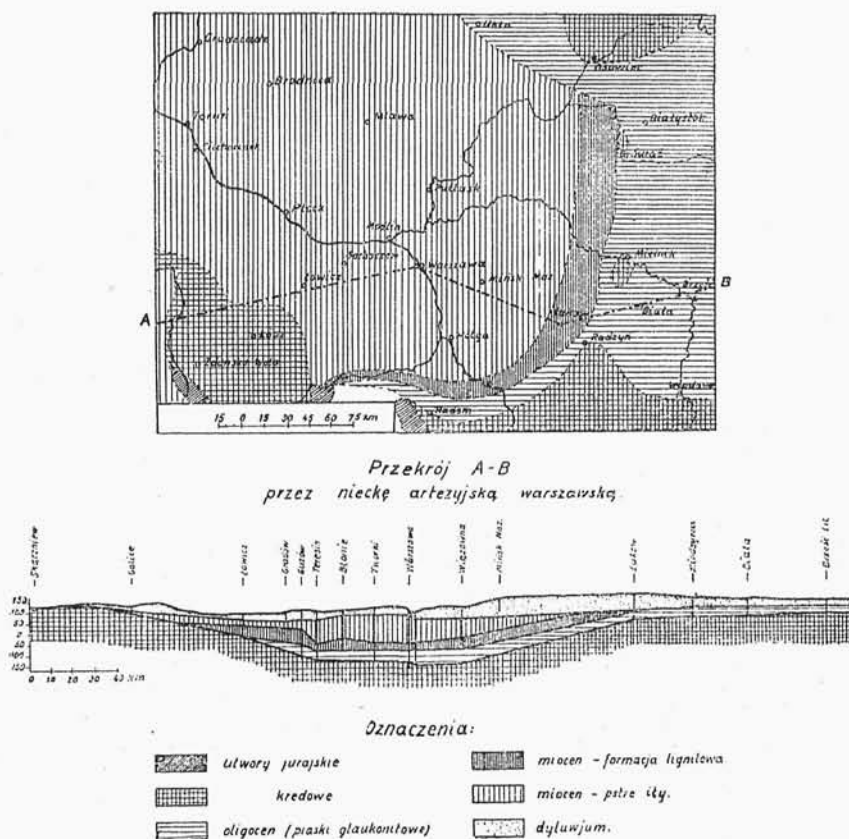
1. miążkie, stosunkowo mało przepuszczalne, piaski pliocenu (płytkowodne, jeziorowe),
2. miążkie i słabo przepuszczalne, ilaste piaski miocenu, formacji lignitowej,
3. bardzo przepuszczalne żwirowate pokłady jajczaków i wapieni litotamniowych, należące do formacji miocenińskiej, leżące na wschód od uskoku gródecko-żurawieńskiego, na dużych obszarach, bezpośrednio na kredzie senońskiej, t. zw. we Lwowie opoce,
4. gruboziarniste, o równym ziarnie, bardzo przepuszczalne, glaukonitowe piaski oligocenu.

Z wód trzeciorzędowych artezyjskich korzysta ogromny obszar Mazowsza, Wielkopolski, Prus, Pomorza, północno-wschodnia część Małopolski. Poniżej podane wiadomości są zaczerpnięte z publikacji J. Lewińskiego¹⁸⁾: „Badania hydrogeologiczne okolic Warszawy”, a następnie z prac R. Rosłóńskiego, dotyczących się zaopatrzenia w wodę m. Lwowa, oraz publikacji: „Hydrologja w zakresie nauki o wodach podziemnych dla potrzeb osiedli”¹⁹⁾.

Niecka Prusko-Mazowiecka.

Na ogromnym obszarze Mazowsza, Wielkopolski, Prus i Pomorza, podścielająca trzeciorzęd kreda tworzy olbrzymią nieckę, t. zw.

Prusko-Mazowiecką, (rys. 40), której wschodnia granica zaznacza się wychodniami kredy na t. zw. cokół Litewski, od Żmudzi i Suwalszczyzny przechodzącym z północy na południe przez Grodno i Ossowiec i łączącym się organicznie z wyniosłościami kredowymi nad Bugiem i wyżyną Lubelską. Na południu krawędź niecki bieży przez Radzyń, Puławy, Radom, północne występy gór Świętokrzyskich, Brzustów i Tomaszów nad Pilicą. Od za-



Rys. 40.

Plan geologiczny i przekrój.

chodu krawędź ta przebiega w kierunku od południowego wschodu ku północnemu zachodowi przez garb kredowy łódzki (Dobroń, Przeczniew, Uniejów) następnie Koło, Konin na Kujawach, Ciecchocinek, Inowrocław, Szubin, Keynia i na Pomorzu Kamień koło Chojnic. Podczas gdy krawędź niecki leży na wysokości około 180 m na południu i obniża się do 100 m ku północy, a dalej

aż do zera nad morzem. Dno niecki opada ku północy bardzo stromo, osiągając pod Warszawą najniższy poziom — 156, podnosi się następnie do — 138 w Lidzbarku, — 95 w Gdańsku. Dno i zbocza niecki tworzą prawie nieprzepuszczalne górnokredowe margle zwane opoką, na nich leży warstwa piasków trzeciorzędowych oligoceńskich glaukonitowych, 30 do 80 *m* grubości. Na tych leżą utwory miocene, złożone z dwu serji: u dołu formacji lignitowej (piaski i ily z pokładami węgla brunatnego), u góry pstre ily nieprzepuszczalne. Formacja lignitowa na terenie b. Królestwa ma do 63 *m* grubości, przeciętnie 25 *m*, jest średnio przepuszczalna i tworzy organiczną całość z niżej pod nią leżącymi, piaskami glaukonitowymi. Daje ona wodę dość silnie żelazistą, pochodzącą z opadów deszczowych na krawędzi niecki. Z wody tej, występującej pod artezyjskiem ciśnieniem, korzysta przemysł w Warszawie, Włocławku, oraz miasta: Nieiszawa, Łowicz, Sochaczew, Pułtusk, Łuków, Radom, Piotrków i wiele innych. W obrębie Wielkopolski brak jest formacji piasków oligoceńskich glaukonitowych tak, iż piaski formacji lignitowej spoczywają bezpośrednio na kredzie. Pod względem wydajności samo ogniwo lignitowe Wielkopolski nie ustępuje wydajności połączonych ogniw lignitowego i oligoceńskiego w b. Królestwie, przewyższa je natomiast w pewnym stopniu pod względem jakości. Woda pochodząca z formacji lignitowej Wielkopolski ma słabszy stopień zmineralizowania niż w Królestwie (3° niem. w Poznaniu, wobec 7—12° w Warszawie), natomiast posiada z reguły dużą domieszkę związków humusowych, nadających jej barwę brunatną. Wody te w b. Królestwie i Wielkopolsce posiadają dość znaczną zawartość wolnego bezwodnika kwasu węglowego CO_2 , a w Wielkopolsce także i siarkowodoru.

Na północy grubość trzeciorzędu maleje. W Tczewie wynosi ona w studni parkowej 76 *m* (od 20 *m* do 96 *m* pod terenem). Piaski oligoceńskie o miąższości 8,5 *m* (od 85,5 *m* do 94 *m*), dają wodę słoną, a zatem niezdatną do użytku. Z wyższego horyzontu, prawdopodobnie miocenu, wodociąg czerpie z pięciu studzien po 90 $m^3/godz$ przy depresji 20 *m*; otrzymując wodę o twardości 16,8°.

W Gdańsku, na terenie elektrowni, przewiercono trzeciorzęd od głębokości 57 *m* do 100 *m*, w tem na głębokości 82 *m* do 100 *m* przewiercono piaski.

Na Helu, piaski oligoceńskie 1,12 *m* grubości, napotkano: w jednej studni, dawnego więzienia, piaski przemulone i prawie niewodonośne, w dwu innych studniach helskich oligocenu nie

znaleziono. W Jastarni strop trzeciorzędu leży na 88 m pod terenem. Od 88 m do 169 m leżą oligoceńskie szare droбноziarniste i ilaste piaski, niżej twarde brunatne iły, pod nimi od 169 do 187 m zielony ilasty piasek glaukonitowy, dający wodę siarkowodorową.

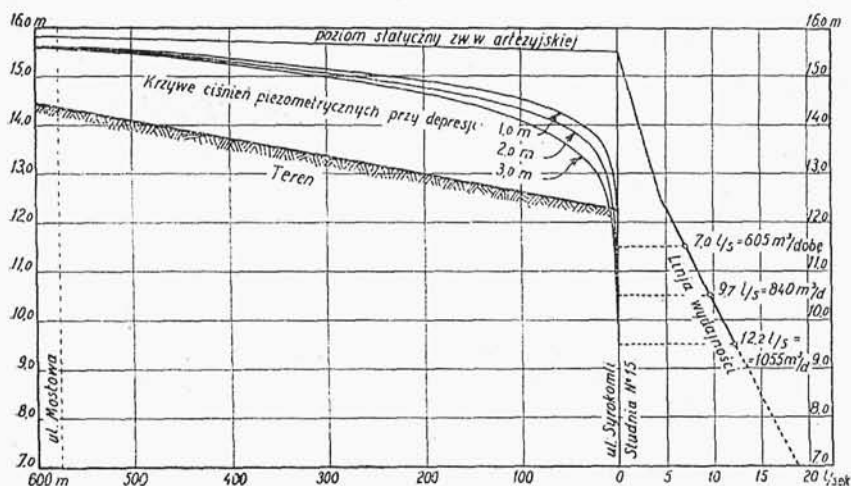
W Kłajpedzie wiercenia napotkały na głębokości 50 m do 52,7 m pod terenem strzęp trzeciorzędu, 2,7 m grubości, w postaci piasków oligoceńskich.

Wilno.

W Wilnie studnia Nr. 13 natrafiła na trzeciorzęd na głębokości 40,7 m. W stropie leży warstwa zlepieńców fosforytowych, 1,55 m grubości, następnie idą przemulone piaski glaukonitowe do głębokości 56 m, w końcu czyste piaski do 67,3 m. Piaski te są podścielone paleogenem. Pod paleogenem leży bezpośrednio perm (cechsztyń), nie przewiercony jeszcze na głębokości 120 m.

Horyzontów wodonośnych jest trzy: w dyluwjum, między głębokościami 35 a 40 m, w paleogenie, między 69 a 77 m, w końcu w permie, między 100 a 120 m. Woda dyluwjalna ma 12,6° twardości i 1,3 do 3,0 mg żelaza w litrze. Woda w trzeciorzędzie żelaza nie ma, lecz jej twardość jest wyższa i wynosi 26,8°.

Przeważna liczba studzien ujęcia wodociągowego jest bita tylko do trzeciorzędu i daje wodę dyluwjalną żelazistą. Część studzien czerpie wodę także z trzeciorzędu. Do permu dochodzą prawdopodobnie tylko dwie studnie. Woda znajduje się pod



Rys. 41.

Stożek depresyjny studni w Wilnie.

ciśnieniem. Wobec połączenia horyzontów, niepodobna stwierdzić, czy ciśnienie jest we wszystkich horyzontach jednakowe. Dyluwjum jest silnie przepuszczalne, z lejów depresyjnych między studnią 15 (Aleja Syrokomli) a Placem Katedralnym i ul. Mostową, dla 8 m warstwy wodonośnej, obliczyć można współczynnik przepuszczalności k na 0,00 327 (rys. 41).

Dziedzice.

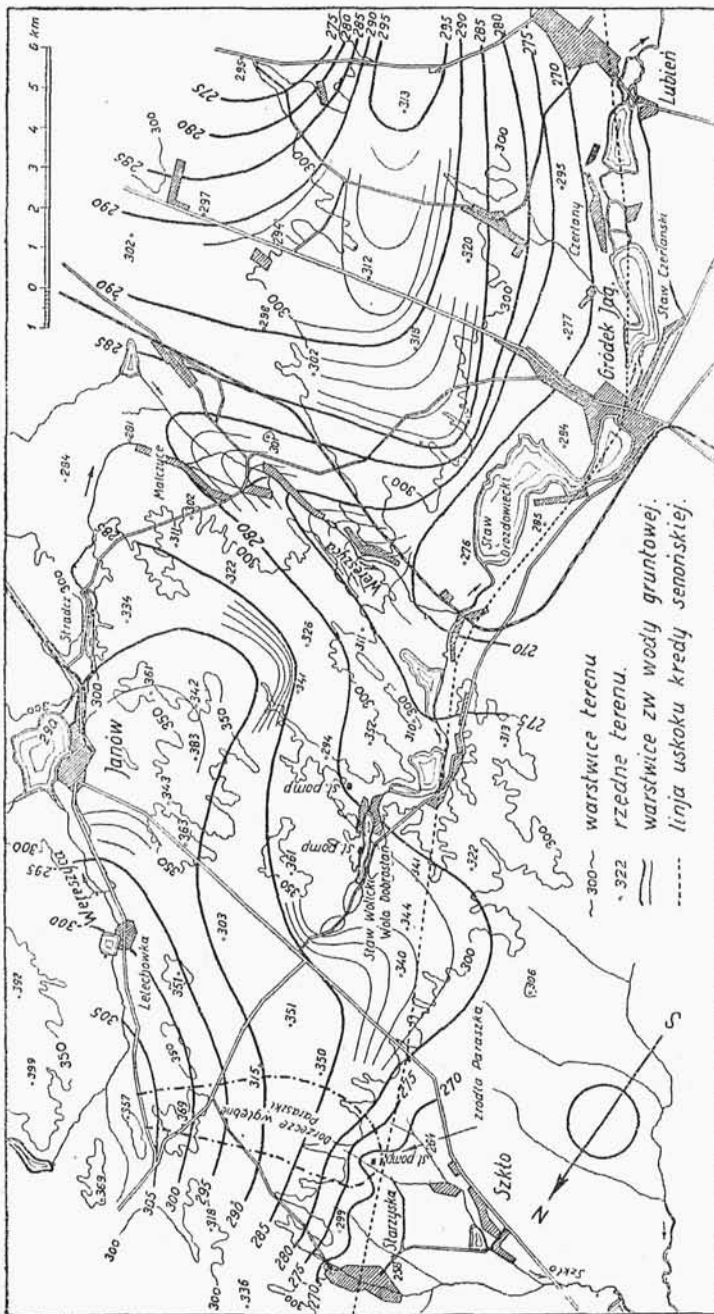
Na południu, blisko Podkarpacia, z piaskowców przeławicznych ilami (miocen środkowy), bierze wodę walcownia metali w Dziedzicach, otrzymując z dwu otworów, 100 i 120 m głębokich, razem 20 m³/godz wody silnie zmineralizowanej, bo zawierającej: 8 mg żelaza, 0,6 mg manganu, 35,5 mg chlorków, pewną ilość siarczanów, 13,47° ogólnej twardości. Filtr głębszej studni, wykonany ze żwiru usypanego poza dziurowaną rurą, ma niezwykłą długość, bo 77,7 m, między 40,3 m a 118 m głębokości studni.

Lwów.

Do pokładów niezwykle przepuszczalnych należy facja litotamniowa (nulliporowa) trzeciorzędu, występująca na południowschodzie Polski (Sandomierskie, Kieleckie, Podole), szczególnie dobrze rozwinięta w obszarze Roztocza, gdzie leży na kredzie, budującej trzon tego pasma wyniosłości. Tam gdzie facja ta jest przykryta warstwą przepuszczalną (piaskami lub lessem), tworzy niezwykle obfity i stały horyzont wodny. Z horyzontu tego czerpie wodę wodociągową Lwów — w Szkle, Woli Dobrostańskiej, Wielopolu i w okolicy Kamieniobrodu (pod Gródkiem Jagiellońskim), gdzie ostatnio przeprowadzono badania wydajności terenu na dużą skalę.

Na zachód od Lwowa, na linii Gródek-Żurawno, kreda senońska, zerwana uskokiem, jest zrzucona do nieznanej głębokości w Zapadlisko Nadsania. W okresie trzeciorzędu zapadlisko wypełniło się osadami iłów t. zw. Krakowieckich, z soczewkami gipsu, soli kamiennej i siarki, na wschód zaś od zapadliska tworzyła się formacja brzegowa morza trzeciorzędowego w facji: 1) jajczaków litotamniowych, 2) wapieni litotamniowych, oraz 3) naprzemianległych piasków i piaskowców *) (rys. 42).

*) Badania przeprowadzone przez Aleksandrowicza: „Orzeczenie ekspertów w sprawie wyników badań terenów wodonośnych..... Zakładów Wodociągowych miasta Lwowa. Ocena terenów..... ze stanowiska geologicznego”.



Rys. 42.

Plan warstwowy Iwowskiego terenu wodociągowego i zwierciadła wody gruntowej.

W okresie zlodowacenia cały teren został przerobiony i zasypany żwirami i piaskami dyluwjalnymi, poczem, po cofnięciu

się lodowca, wody opadowe wyrobiły sobie nowe doliny rzeczne. Jest rzeczą charakterystyczną, że dolina potoku Dobrostańskiego i Wereszycy od stawu Wolickiego przez Gródek, Czerlany, Lubień, leży wzdłuż uskoku, i jest niewątpliwie predysponowana uskokiem. Natomiast Wereszyca Janowska w dolnym biegu i potok, który bierze początek od stawu w Malczycach, biegną do połączenia z potokiem Dobrostańskim normalnie do biegu uskoku.

Niezwykła obfitość wody gruntowej w dorzeczu Wereszycy tłumaczy się: a) przepuszczalnym naogół pokryciem terenu, b) bardzo dobrym przewodnictwem wody w luźnych jajczakach i spękanych wapieniach litotamniowych — przy znacznej stosunkowo wysokości opadu rocznego.

Warstwy piasków alluwjalno-dyluwjalnych, przykrywających litotamnia, przyjmują wodę opadową i duży jej procent, wynoszący na zbadanym terenie od 15,5 do 22% opadu (z sumy rocznej około 690 mm), oddają dolnym warstwom przewodzącym wodę. Spękane piaskowce i wapienie litotamniowe są tym drenażem, który gromadzi wody ze zwiększonego terenu opadowego. Do powiększenia ilości wód gruntowych przyczynia się jeszcze ta okoliczność, że bardzo znaczny obszar koło Janowa jest pokryty lasami. Główny zasilek wód gruntowych pochodzi z opadów zimowych, które w formie śniegu, tając w lesie bardzo wolno, nie odpływają po terenie, lecz w przeważnej części wsiąkają w grunt, i z odpowiednio dużym opóźnieniem pojawiają się w studniach ujęcia, jako woda gruntowa.

Pomiary wydajności ujęcia w Wielopolu, przy dokładnie znanym zasięgu tego ujęcia, określonym planem zwierciadła wody gruntowej, pozwoliły R. Rosłońskiemu określić wydajność terenu na $416,67 \text{ m}^3/24 \text{ godz}$, względnie $150\,000 \text{ m}^3$ rocznie z 1 km^2 . Odpowiada to warstwie 150 mm opadu rocznego, która przesiąkła do gruntu i zebrała się tam w postaci wody gruntowej. Pomiary wykonane później koło Kamieniobrodu wniosły ten w pełni potwierdziły. W tych warunkach topograficznych i geologicznych otrzymywano ogromne wydajności studzien. I tak pompowano przez okres jednego roku ze studni Nr. IV, o średnicy 600 mm, u zbiegu potoku Dobrostańskiego i Wereszycy Janowskiej, $8\,550 \text{ m}^3/24 \text{ godz}$, przy depresji 2,9 — 3,4 m; ze studni Nr. VI, na południe od Kamieniobrodu, $8\,350 \text{ m}^3/24 \text{ godz}$, przy depresji 2,6 — 3,4 m. Pierwsza studnia zbudowana w Woli Dobrostańskiej wraz z t. zw. studnią lewarową, leżącą obok, dostarczały przeszło 120 l/sek.

Te ostatnie dwie studnie leżą blisko stawu Dobrostańskiego tak, iż przy depresjach większych niż sięgających do poziomu stawu,

może się dostać spękaniem do studni surowa woda ze stawu. W danym wypadku depresja dopuszczalna w studniach jest zatem ograniczona poziomem wody w stawie, tem samem jest także ograniczony zbiornik podziemny, z którego studnie mogą korzystać.

W wypadkach takich połączenie wody gruntowej z wodą powierzchniową winno być przerwane, w najprostszy sposób przez zasypianie piaskiem zbiornika wody powierzchniowej. W Dobrostanach obniżono w dopuszczalnych granicach poziom wody w stawie, a następnie niedużą już pozostałą objętość wody ($14\,000\ m^3$) zaczęto zastępować spławianym piaskiem. Po ukończeniu tych robót woda potoku Dobrostańskiego w nowem swem korycie straci bezpośrednie połączenie szczelinami ze studnią ujęcia, będzie zmuszona na długiej przestrzeni filtrować się przez piasek, dopuszczalna będzie większa depresja, przez co ujęcie będzie dysponować większym niż obecnie zbiornikiem wody gruntowej, a tem samem większymi użytecznymi ilościami wody w ciągu roku — oczywiście kosztem zmniejszenia dopływu wód gruntowych do potoku.

Kreda, budująca podłoże utworów litotamniowych, ma ogólny upad w kierunku południowym. W północnym krańcu stawu Wolickiego strop kredy leży na rzędnej 264,7, u spływu obu Wereszyc na rzędnej 259,3 (studnia IV). Koło Gródka wiercenie nie osiągnęło już kredy nawet na rzędnej 240,0, a pod Lubieniem na 231,0. Podobnie ku południowi zapada warstwa litotamniów, z poziomem na północ od stawu Wolickiego 278,6, na południe od stawu 279,95, koło studni IV—267,3, podnosi się pod Lubieniem do 273,1.

Z planu warstwowego wód gruntowych wynika, iż w górnym biegu Wereszycy, powyżej stawu Janowskiego, wody te mogą być zasilane i niewątpliwie są zasilane z koryta rzeki i stawu w Lelechówce. W średnim biegu koło Janowa, tworzy się podziemny dział wód gruntowych, niezgodny co do położenia z działem powierzchniowym terenowym, przyczem część wody płynie ku stawowi Janowskiemu, przeważna część w kierunku przeciwnym na zachód. Tam gdzie Wereszyca skręca ze wschodu na zachód, dolina jej, głęboko wcięta, wywołuje silną depresję wód gruntowych, które przez piaski koryta bezpośrednio wpływają do rzeki. To samo zjawisko następuje pod Gródkiem i Lubieniem. W miejscach, gdzie litotamnia lub wapienie litotamniowe wychodzą na powierzchnię, biją silne źródła, jak w Szkle, Woli Dobrostańskiej, Starzykach, Lubieniu itd. Gdzie warstwa wodonośna jest przykryta piaskiem, woda sączy się podziemnie i zasila bezpośrednio rzekę, co pomiarami przepływu zostało stwierdzone. Tuż poza linią uskoku kredy, na zachód od niej, biją źródła wody o zupełnie innym

charakterze silnie zmineralizowanej, siarczanej (Lubień Wielki), związane z facją ilów Krakowieckich, z których wody gruntowe siarkę wylugowują.

Wydajność dotychczasowych ujęć wody gruntowej (1933 r.) jest następująca:

I. Źródła Szkła	10 000 $m^3/24$ godz.
II. Źródła Woli Dobrostańskiej . .	18 000 „
III. Studnie w Wielopolu	6 000 „
Razem . .	34 000 $m^3/24$ godz.

Wydajność ujęć nie wyczerpuje jednak wydajności samego przyległego terenu wodonośnego, gdyż nieujęta część wody gruntowej zasila górny bieg rzeczki Szkła, staw Dobrostański i Wolicki. Projektowane ujęcie wody gruntowej na dalszym, niewyzyskanym jeszcze południowym terenie, podług wyników pompowań próbnych i podług badań geologicznej ekspertyzy wynosi:

IV. Ujęcie koło Kamieniobrodu . .	10 400 $m^3/24$ godz.
V. „ „ Budzynia	14 160 „
VI. „ na linii Gródek-Czerlany	10 830 „
Razem . .	35 390 $m^3/24$ godz.

Ogółem na terenie wyżej podanym miasto dysponować może ilością wody dochodzącą conajmniej do 70 000 $m^3/24$ godz. Jako dalsza rezerwa pozostają jeszcze tereny, leżące na południe od równoleżnika, przechodzącego przez Czerlany, oraz niewyzyskane wydatki źródeł w Szkle, w Dobrostanach itd., przeznaczone dotychczas na zasilanie bieżących potoków, stawów, uruchomienie młynów wodnych, oraz na potrzeby gospodarcze osiadłej tam ludności. Ilość wody, przeznaczonej na wyżej podane cele, może być jednak jeszcze znacznie ograniczona, bez gospodarczego uszczerbku dla obecnie korzystających z tej wody. I tak wydatek źródeł w Dobrostanach dochodzi przy wysokich stanach wody gruntowej do 19 000 $m^3/24$ godz, wydatek źródła Paraszki w Szkle wynosi około 14 000 $m^3/24$ godz, ponadto znaczne wydatki mają nieujęte zupełnie źródła potoku Tereszka, źródła w Starzyskach, oraz, dalej na północ położone, źródła w Kurnikach i Trościańcu.

Pokłady alluwjum i dyluwjum, podobnie jak podane powyżej pokłady trzeciorzędowe, występują jako przewodniki wody przeważnie w facji piasków, żwirów, a w miocenie także w facji piasków i żwirowatych litotamniowych jajczaków, naogół zatem w formie skał sypkich. Wodonoścem mogą być jednak także

skały zwięzłe, zwłaszcza starszych formacji, o ile z jakichś powodów popękały, lub zostały skruszone. W spękania i szczeliny dostaje się woda powierzchniowa, czy to pochodząca z opadów, czy nawet przenikająca z bieżących potoków i rzek, tworząc podziemne strugi i zbiorniki wód gruntowych.

Skały lite wszelkich formacji, od archaicznej do trzeciorzędu włącznie są same przez się złym przewodnikiem wody. Niema jednak wypadku, aby skała była rzeczywiście litą i nie miała większych lub mniejszych spękań, zaś skała spękana staje się przepuszczalna w stosunku zależnym tylko od rozmiaru spękań. Spękania skały są wynikiem przedewszystkiem ruchów tektonicznych, strzaskania materiału skały, wydźwigniętego ze znacznej głębokości, zwłaszcza przy skałach wylewnych, ale także i innych skałach nawet osadowych, skutkiem oziębienia materiału wgłębnego, dostającego się na powierzchnię lub blisko powierzchni ziemi, do temperatury znacznie niższej. Stąd pochodzi, że skały na pierwszy rzut oka lite i odkopane z głębokości, na której wpływy atmosferyczne już nie działają, okazują się w rzeczywistości w pewnym stopniu spękane *).

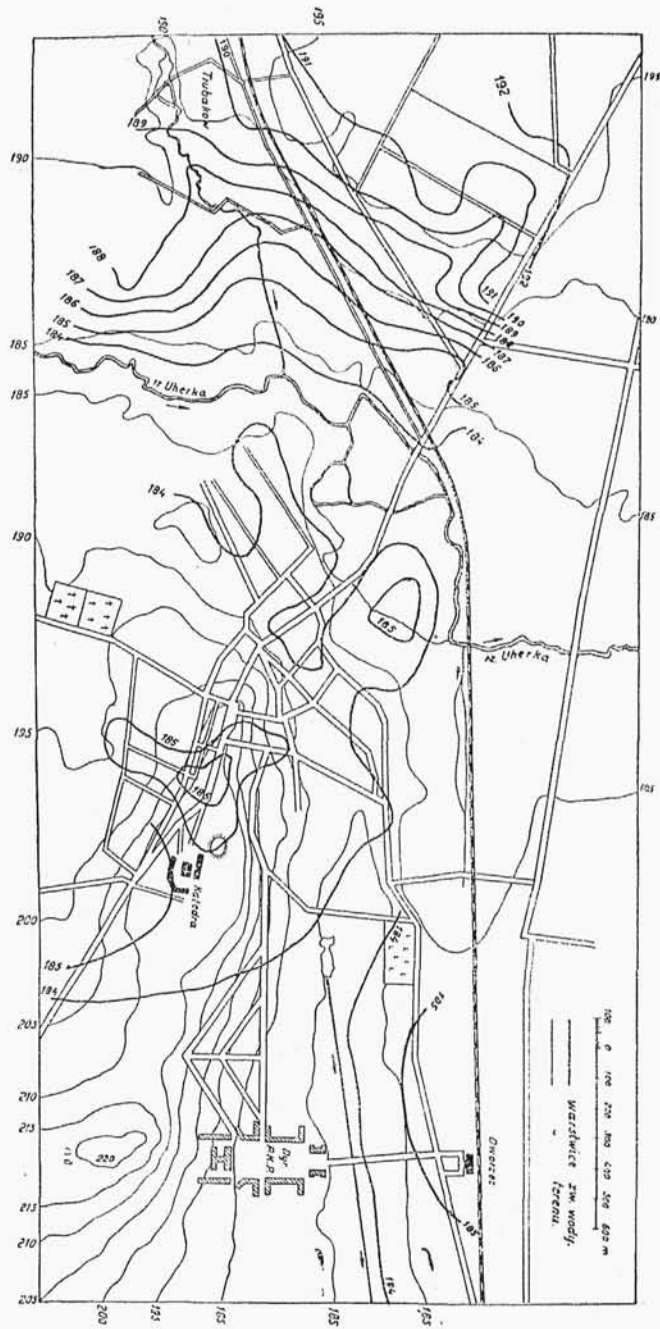
Skały warstwowe, w płaszczyznach zetknięcia się dwu sąsiednich warstw, z reguły wykazują pewną przepuszczalność. Przepuszczalność ta staje się tem większa, gdy wskutek ruchów tektonicznych, powodujących sfałdowania, powstały przesunięcia jednych warstw względem drugich i temsamem została zniszczona istniejąca poprzednio pewna łączność między warstwami. W tych warunkach nawet łupki łowe, w zasadzie nieprzepuszczalne, stają się w pewnym stopniu przepuszczalnemi. W tunelu Sanu w Myczkowcach, gdzie warstwy przeważnie czystych łupków zostały bardzo silnie i nieregularnie sfałdowane, spływa do sztolni z pokładów łupków kilka litrów na sek. wody na długości sztolni zaledwie 220 mb. W pewnym miejscu, w próżni jaka się przy fałdowaniu utworzyła, nagromadziła się nawet znaczniejsza ilość wody, która przy nacięciu tego zbiornika robotami górniczymi odrazu spłynęła do sztolni.

I tak: W jednym z otworów na zaporze Grimsel, na górnej Aarze zwarte i na oko zupełnie nieprzepuszczalne granity przyjmowały

*) W. R. Baldwin-Wiseman ¹⁰⁾ przeprowadził próby przesiąkliwości różnych skał (dolomitów i piaskowców), poddając je pod różne ciśnienia wody, wyznaczył porowatość i chłonność wody tych skał, spadły ciśnienia dla różnych ilości przeciekającej wody, granicę odległości w której spada do zera ciśnienie wody wywołane w pewnym punkcie. Doświadczeniem ustalił wzór na wydatek studni bitej w skale litej, o znanych współczynnikach przesiąkliwości.

Plan warstwiczny terenu i zwierciadła wody gruntowej w Chelmie.

Rys. 43.



pod ciśnieniem następujące ilości wody; w głębokości pod terenem od 0 do 8,07 m, pod ciśnieniem 1 kg/cm², ilość 50 l/min; między 8,07 a 12,49 m, pod ciśnieniem 12 kg/cm², ilość wody 17 l/min; między 12,49 a 22,33 m, pod ciśnieniem 10 kg/cm², wody 9 l/min; między 22,33 m a 31,18 m, pod ciśnieniem 10 kg/cm², wody 30 l/min itd. W przecięciu za zaporach górnej Aary, (Grimsel i Gelmer) granity przyjmowały od 122 do 252 kg cementu na metr bieżący otworu. Na innych zaporach alpejskich, w zwartych gnejsach Barberiny, włączano tylko 37,5 kg/mb, w wapieniach Sautet 520 kg/mb, w spękanych łupkach krystalicznych Colombera 2 000 kg/mb itd. Ponieważ cement wypełniał szczeliny i spękania skały, cyfry powyższe dowodzą, iż niema w naturze skały niespękanej, nie posiadającej pewnego przewodnictwa wody.

Poza trzeciorzędowymi piaskowcami, wapieniami i łupkami iłowymi, które stanowią główny trzon Karpat i jak wyżej było podane, nie tworzą z natury rzeczy właściwie żadnego wodonośca, najbardziej rozpowszechnionymi skałami litemi, na terenie Polski, są skały, należące do formacji mezozoicznej, występujące w piętrach: kredowym, jurajskim i triasowym. W każdym z tych pięter istnieją lokalne lub bardziej obszerne warstwy wodonośne.

4. Kreda.

Kreda występuje na powierzchni terenu w piętrze: senońskim w lubelskim i na Wołyniu, turońskim w Wieliczce, cenomańskim na Podolu. Kreda senońska jest naogół marglista i mało przepuszczalna (opoka). Trafiają się jednak na pewnych obszarach spękania kredy, a tam gdzie jest ona spękana, staje się przewodnikiem z reguły obfitym w wodę.

Na nisko położonych przedmieściach Lwowa istnieje szereg studzien domowych i przemysłowych, pobierających wodę z kredy tam, gdzie studnia natrafiła przypadkowo na szczeliny.

Chełm.

W Chełmie woda krąży spękaniem kredy w znacznych ilościach, przyczem poziomy wody układają się w zależności od kierunku ruchu tej wody i oporów, a zupełnie niezależnie od konfiguracji terenu. W ten sposób, w pewnych punktach miasta, woda leży w kredzie tuż pod powierzchnią terenu, w innych na parę dziesiątków metrów pod jego powierzchnią (rys. 43). Oczywiście, że w tych warunkach woda krążąca w obrębie miasta, musi być bardzo silnie zanieczyszczona, natomiast poza obrębem miasta woda jest czysta.

Studnie wykonane w kredzie chełmskiej są czasem bardzo wydajne jak np. pierwsza i druga studnia kolejowa. W czasie

opuszczania studzien Imhoff'a dla kanalizacji kolonji kolejowej, gdy musiano obniżyć w miejscu budowy, poziom wody o 6 m, pompowano 700 m³/godz, tj. 194 l/sek, powodując obniżenie poziomu wody gruntowej w całym mieście tak znaczne, że wiele studzien domowych straciło zupełnie wodę. W trzy tygodnie po zaprzestaniu pompowania dawała się jeszcze odczuć depresja na studniach w mieście.

W pewnych punktach, pod przykryciem nieprzepuszczalnych ilów preglacyjnych, lub trzeciorzędowych, występuje nawet woda artezyjska, jak w Trubakowie powyżej Chełmu, gdzie przy długotrwałem pompowaniu otrzymywano wydatek 11,3 l/sek, przy depresji 6,40 m pod zw. wody, a 5,40 pod terenem.

Spękana kreda dostarcza wody wodociągowej w Lublinie (Wrotków, studnia w elektrowni itd.), natomiast w niezbyt od Lublina i Chełmu odległym Brześciu, wiercenia dały wody bardzo mało i twardą. Kreda nie jest tu dostatecznie spękana, aby mogła prowadzić większe ilości wody.

Równe.

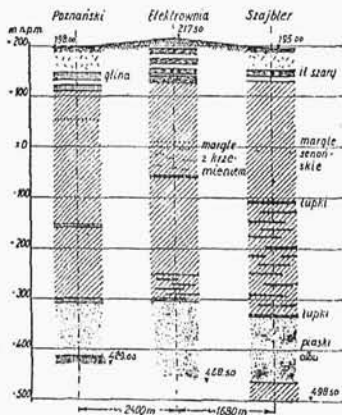
Podług oznaczenia J. Lewińskiego górna kreda piętra senońskiego i turońskiego jest warstwą wodonośną na obszarze miasta Równego i zapewne Zdobunowa. Znaczne ilości wody, krążące w spękaniach tej kredy, opierają się na spągu nieprzepuszczalnych ilastych utworów piętra cenomańskiego. Na wychodnych warstwach pojawiają się silne źródła doskonałej wody. Z wody kredowej korzysta wodociąg Równego (źródła w samym mieście i w Basowym Kącie).

Łódź.

Piętra senońskie i albu górnej kredy są utworami wodonośnymi niecki łódzkiej. Podług wyników badań, przeprowadzonych przez Samsonowicza, istnieje niecka jurajska, której wschodnia granica bieży przez Brzezie-Tomaszów, południowa przez Wyganów, zachodnia przez Sieradz (rys. 44). Oś niecki jest skierowana z połudn. wschodu ku półn. zachodowi. Sama niecka ma upad tak znaczny, że warstwy, których wychodne leżą koło Tomaszowa, na rzędnej 160—170 m, w Łodzi leżą na głębokości 500 m niżej terenu tj. na rzędnej—320 m. Niecka jest wypełniona utworami górnej i dolnej kredy, aż po alb i neokon włącznie, który w Łodzi nie został przebitý otworami świdrowemi do spągu jurajskiego. Alb w facji piasków i piaskowców wychodzi na połudn. wschód koło Tomaszowa i Smardzewic, gdzie tworzy niewątpli-

stępnie przez stropowe przepuszczalne warstwy kredy senońskiej i opierając się na spągowych, bardziej ilastych, a wskutek tego, mało przepuszczalnych marglach górnej kredy, tworzy drugi poziom wodonośny, znacznie obfitszy i stalszy, zasilany także bezpośrednio wodami opadowymi w obrębie niecki, pozatem na wychodnych tych warstw poza niecką. W końcu wody, które się mogły miejscami przebić przez margle górnej kredy wraz z wodami, które na obwodzie niecki przesiakają bezpośrednio w piaszki i piaskowce albu, jak to powyżej było podane, tworzą trzeci poziom wodonośny. Zbiornik co do rozciągłości olbrzymi, lecz o wydatku ogólnym trudno dającym się ustalić.

Łódź korzysta z wszystkich trzech poziomów, a mianowicie studniami płytko zapuszczonemi, pobiera wodę z dyluwjum, następnie, studniami około 180 m głębokimi, czerpie wodę z margli senońskich, wkońcu z trzech studzien 564 do 683 m głębokich, z piasków i piaskowców albu (rys. 45). Przeważna część studzien



Rys. 45.

Przekrój geologiczny przez Łódź.

jest zapuszczona w górną kredę, na skutek czego zauważono, postępujące z czasem, obniżenie poziomu artestyjskiego wody w tym horyzoncie. Z braku pomiarów trudno jednak osądzić, czy wynikało ono skutkiem zwiększonej depresji, spowodowanej zamuleniem otworów, oraz siatek filtrowych, czy też jako skutek wyczerpywania się nawet tak obszernego zbiornika.

Projekt Lindley'a, zaopatrzenia w wodę miasta Łodzi, przewidywał albo ujęcie t.zw. niebieskich źródeł pod Tomaszowem, będących przelewem wód, krążących w jurze do rzeki,

albo ujęcie wody kredowej głębokimi studniami, w obrębie Łodzi.

Ponieważ wydatek niebieskich źródeł jest za mały, aby starczył na zaopatrzenie Łodzi w dostateczną ilość wody, przewidziane było uzupełnienie wody źródłanej filtrowaną wodą Pilicy i tłoczenie tychże wód na odległość 48 km, oraz na wysokość (wraz z oporami tarcia) 154 m do Łodzi. Wysokie koszty tego projektu spowodowały, że obecnie projektuje się zaopatrzenie miasta ze studzien głębokich, położonych w mieście, których eksploatacja, pompami odśrodkowymi o wale pionowym, nie przedstawia już dzisiaj trudności technicznych.

Z badań wykonanych w r. 1932 przez R. Rosłóńskiego

wynika, że jest możliwość uzyskania dobrej wody do picia dla miasta Łodzi w wystarczających ilościach i na dłuższy okres czasu, z głębokich studzien, położonych na południe od miasta. Ostatnie głębokie wiercenie w Łodzi (z r. 1930) dla elektrowni, zapoczątkowane średnicą 20 cali u góry i skończone 12 calami u dołu, 693,80 m głębokości, dało następujące rezultaty: pierwszy kredowy horyzont wodny przebito w marglistych wapieniach, na głębokości 225—240 m pod terenem, z poziomem wody wznoszącym się do 62 m pod terenem; drugi horyzont, w piaskowcach albu, przebito między 528,3 m a 690 m, z poziomem wody wyższym, bo dochodzącym do 41 m pod terenem. Możliwość istnienia różnicy ciśnień hydrostatycznych, między różnymi horyzontami wody, R. Rosłoński tłumaczy, na podstawie profilu wiertniczego, istnieniem warstwy łupków marglistych, nieprzepuszczalnych, 60 m grubości, między poziomami 466,4 i 527 m.

Próby pompowania wykonano w różnych czasach, przy trzech depresjach: 5,0 m, 10,4 m i 30,0 m, uzyskując wydatki godzinowe, kolejno: 45 m³, 75 m³, 240 m³. Wydatki te są w prostej zależności od depresyj tak, że wydatek studni określa się wzorem: $q \text{ m}^3/\text{godz} = 8 H$, gdzie H jest depresją w metrach. W litrach na sek. wydatek przedstawia się zależnością: $q \text{ l}/\text{sek} = 2,22 H$.

Lindley, w swym projekcie zaopatrzenia Łodzi w wodę, przewidywał wydatek jednej studni w objętości 150 l/sek, przy depresji 65 m. Próby pompowania ze studni w elektrowni wykazują, iż przypuszczenia Lindley'a były zupełnie słuszne, gdyż przy depresji 65 m, można przewidywać wydatek równy 144 l/sek. R. Rosłoński projektuje ujęcie wody z dolnego horyzontu za pomocą pięciu studzien o wydajności każda po 100 l/sek przy depresji 45,5 m. Całodobowa ilość wody dostarczonej z tych studzien wyniesie 43 200 m³ co pozwoli zaopatrzyć w wodę śródmieście, dzielnice przyległe oraz południowe. Zaopatrzenie dalszych dzielnic oraz przemysłu nastąpi później z ujęcia źródeł oraz wody Pilicy pod Tomaszowem. Pięć takich studzien najzupełniej wystarczy do pokrycia zapotrzebowania Łodzi w wodę wodociągową, przy liczbie mieszkańców 1 250 000. Rozwiązanie ma zaletę, iż dopuszcza stopniowo rozbudowę.

Z piaskowca cenomańskiego zaopatrują się w wodę Zaleszczyki, ująwszy źródło nad Pieczarcią.

Tczew.

W Tczewie kreda senońska, nawiercona w studni parkowej na głębokości 96 m pod terenem, sięga do 218 m. Na głębokości

161 i 170 m otrzymano wodę, która wzniosła się do 3,30 m pod teren. Przy próbie pompowania otrzymano z wyższego poziomu, 20 m³/godz, przy depresji 3,20 m (6,25 m³/godz/mb depresji), w niższym poziomie 24 m³/godz, przy depresji 3,20 m. Obecnie przy depresji 30 m, studnia daje około 180 m³/godz (6 m³/godz/mb depresji). Twardość wody wynosi 7° niem. Pod kredą napotkano na piaskowce dolno-senońskie silnie wodonośne, z wodą podnoszącą się do 0,6 m nad teren i samowypływem 5 m³/godz, lecz z zawartością soli kuchennej 1,57 gr w litrze, co uczyniło wodę zupełnie niezdatną do picia.

Gdańsk.

W Gdańsku przewiercono kredę na głębokościach od 100 m do 160 m. Woda bije z kredy, wznosząc się na 14 m ponad teren, samowypływ wynosi około 250 m³/godz, pobór wody 120 m³/godz. W innej studni gdańskiej, przy poziomie terenu + 2 m, woda wznosi się do 10 m nad poziom, samowypływ wynosi 30 m³/godz. Twardość wody ogólna 7,7°, przemijająca 4,34°, zawartość Cl w litrze 6 mg, oraz H₂SO₄ — 28,4 mg. We Wrzeszczu, studnia głębokości 231,5 m daje wodę z piasków glaukonitowych (dolnoseńskich).

Do kredy dowiercono studnię w Oliwie, uzyskując stosunkowo małe wydajności, nie wystarczające dla uruchomienia projektowanej tu papierni.

Hel.

Na Helu kredę dowiercono na głębokości 104 m w domu zdrojowym, uzyskując podniesienie się zw. wody do poziomu 3,2 m nad teren. Do tej samej kredy dowiercono studnię koło „Lwiej jamy“ na Helu, w głębokości 106 m niżej terenu, z podniesieniem się wody artezyjskiej do 0,15 m nad teren. Ponad kredą, na głębokości 102—103 m, przewiercono warstwę glaukonitowych piasków oligoceńskich. Warstwa ta, około jednometrowej miąższości i mało przepuszczalna, nie pojawia się w otworze domu zdrojowego, natomiast znaleziono ją w studni, wierzonej koło więzienia, gdzie kredę dowiercono na głębokości 102,75 m pod terenem. Wody w kredzie jest tu mało, pozatem woda jest twarda. Na zachód kreda zapada do nieznanej głębokości.

W Jastarni przewiercono 88 m dyluwjum i na głębokości 87 m pod terenem nie napotkano jeszcze kredy. Ostatnie 8 m wiercono w piaskach glaukonitowych, dających wodę silnie zanieczyszczoną siarkowodorem.

Malborg.

W Malborgu przewiercono kredę na głębokościach od 120 m do 165 m pod terenem (poziom terenu $+11$ m). Woda pochodzi z kredy i podnosi się do 2,75 m pod terenem. Wydatek studni wynosi 50 m³/godz, przy depresji 6,5 m.

Kłajpeda.

W Kłajpedzie kreda została zupełnie rozmyta, trzeciorzęd w facji piasków oligoceńskich, o miąższości 2,7 m, spoczywa bezpośrednio na jurze. (Jura 54,4 m grub. w tym 8 m miążkiego piasku, pod jurą trias, w nim 2 m i 6 m bardzo miążkich piasków. Pod triasem leży, przewiercony na głębokość 29,8 m dewon, zupełnie nieprzepuszczalny).

W Wilnie kredy niema, spąg trzeciorzędu (paleocen), wykształcony w facji iłów i ilastych piaskowców, o miąższości 6,2 m, spoczywa bezpośrednio na nieprzepuszczalnych paleozoicznych utworach permu (cechsztyń).

5. Jura.

Szczelinowaty wapień górnio-jurajski, t. zw. skalisty, jest bardzo dobrym przewodnikiem wody. Odsłonięty w przełomie Warty na wschód od Częstochowy, daje liczne i obfite wypływy wody źródlanej (w Mirowie, Mstowie, Wancerzowie i Rajsku). Także na północ od Częstochowy biją z tego samego pokładu liczne źródła, z których jedno w Wierchowiskach ujęto dla potrzeb Częstochowy. Górno-jurajski wapień, piętra niższego od wapienia skalistego, odwiercono także w Kaliszu, a woda z tego poziomu ma być zużytkowana do zasilku wodociągu miejskiego.

Częstochowa.

Częstochowa ma wodociągi zasilane źródłami, występującymi w Woli Kiedrzyńskiej (pod Wierchowiskami) 8 km na północ od zbiornika i klasztoru Jasnogórskiego. Źródła występują w szerokim pasie spękanego wapienia jurajskiego, wypiętrzonego na linii Potok Złoty—Mstów—Wierchowiska (SW—NO) (rys. 46 a, b) i biją szczególnie intensywnie w przełomie Warty, przez tenże wapień skalisty, na wschód od Częstochowy. Woda, płynąca szczelinami wapienia skalistego, spływa w poziomie zwierciadła rzeki w Mirowie (także w Wancerzowie) wprost do koryta Warty, które jest dobrze widocznie uszczelnione alluwjami. Wody gruntowe wystę-