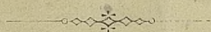


WODY GRUNTOWE BLIŻSZEJ OKOLICY KRAKOWA.



Sprawozdanie z wyniku badań
dokonanych przez Komisję wodociagową miejską
w latach 1893—96.

I.

CZEŚĆ GEOLOGICZNA

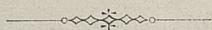
(Sprawozdawca Prof. Dr. St. Zaręczny).



Nakładem gminy miasta Krakowa.

W KRAKOWIE,
CZCIONKAMI DRUKARNI ZWIĄZKOWEJ
pod zarządem A. Szyjewskiego.
1897.

WODY GRUNTOWE BLIŻSZEJ OKOLICY KRAKOWA.



Sprawozdanie z wyniku badań
dokonanych przez Komisję wodociągową miejską
w latach 1893—96.

I.

CZEŚĆ GEOLOGICZNA

(Sprawozdawca Prof. Dr. St. Zaręczny).



Nakładem gminy miasta Krakowa.

W KRAKOWIE,
CZCIONKAMI Drukarni Związkowej
pod zarządem A. Szyjewskiego.

1897.

I. CZEŚĆ GEOLOGICZNA.

(Sprawozdawca Prof. Dr. St. Zaręczny).

W jesieni r. 1893 powołano mnie — jako delegata Krakowskiej Komisji fizyograficznej akademickiej — do wzięcia udziału w pracach wodociągowych. Miejska Komisya wodociągowa zajmowała się naonczas badaniem wód „gruntowych“, „spodnich“ czy „wglębnych“ bliższej okolicy Krakowa. Zamiarem jej było wyklarowanie istotnych warunków pojawiania się wód źródłanych i gruntowych w pobliżu Krakowa, tudzież rozpoznanie ich ilości i jakości. Nie chodziło tu o rzecz nową. Literatura krakowskiego wodociągu¹⁾ jest już niemal wszechstronną, a liczne projekty i propozycje wyczerpują przedmiot, nawet ze względu na wody gruntowe; ale wyczerpują go tylko — teoretycznie. Chodziło tedy o wykonanie i uzupełnienie prac dawniej już zamierzonych, ale niewykonanych, o oparcie teoretycznej spekulacyi na realnych podstawach. W tym celu wybrana była podkomisya, do której się dostałem tytułem geologicznego rzeczoznawcy, a złąd do grona tych jej członków, którym wykonanie badań polecono.

Odtąd miałem sposobność zwiedzania badanych miejsc i sporządzonych otworów wiertniczych i studni; oddawano mi do rozpoznania próbki przebitych pokładów; wzywano mnie od czasu do czasu na naradę, głównie dla wyboru miejsc, stosownych do rozpoznania geologicznego składu badanych terenów; otrzymałem także odpis wykazów wiertniczych, oraz wykaz kilkudziesięciu studzien i wierceń wojskowych — z pozwoleniem ich użycia, a względnie ich ogłoszenia. Rezultat, jaki potrafiłem otrzymać z tego materiału, jako też ze znanej mi — obszernej, ale geologicznie prawie beztreściwej — naszej literatury wodociągowej, a wreszcie z wiadomości ogólnych, zkądinąd zaczerpniętych, jest następujący²⁾:

¹⁾ Nie pisząc historii krakowskiego wodociągu, nie mam powodu wypisywania tu jego bibliografii i ograniczam się do wymienienia nazwisk tych Pp. Autorów i Pracowników, którzy o krakowskim wodociągu pisali — a których pisma i prace bądź w oryginale, bądź w tłómaczeniu lub streszczeniu były mi przystępne: Alberti, Aleksandrowicz, Alth, kilka Anonimów, Barański, Bartonec, Bortnik, Brochocki, Browicz, Bujwid, Czerwiński, Domański, Friederich, Gabrielli, Hermann, Ingarden, Junker, Kluger, Kołodziejski, Lutostański, Moraczewski, Olszewski, Opid, Raciborski, Rotter, Salbach, Schramm, Stopezański, Szajnocha, Świerzyński, Tietze, Tuszyński, Walter, Zaręczny, Zarzycki.

²⁾ Treściwy pogląd na hydrografię bliższych okolic Krakowa i na wynik robót dokonanych do końca 1895 r. ogłosiła przed rokiem Komisya wodociągowa

A) Studnie artezyjskie¹⁾ i wody źródłowe bliższej okolicy Krakowa.

Najdawniejszym osadem bliższej okolicy Krakowa, widocznym na powierzchni, jest morski wapień gąbkowy i koralowy — jurasowy górny, należący po części do górnego oxfordu, po części do dolnego kimmerydu. Wszystkie skały i skałki wapienne tej okolicy (Wawel, Skałka, Podgórze, Krzemionki, Kopiec Kościuszki, Bielany, Tyniec, Mników i t. d.) z tego wapienia są zbudowane. Nie tworzy on tu nigdzie zamkniętych zagłębi; nie zawiera też nigdzie większych zbiorników wodnych. Nieliczne źródła płynące tu z jurasowej skały, są drobne i niestałe; w studniach, w tym wapieniu umieszczonych, stoi woda — z bardzo małym wyjątkiem — na wysokości sąsiednich wód gruntowych, lub też na wysokości najbliższych wód płynących²⁾. Jest to poprostu woda szczelinowa, pochodząca z otoczenia.

Marglowy osad górnokredowy, leżący tu na jurajskiej skale (głównie t. zw. opoka), jest w pobliżu Krakowa szczupły, a w najbliższym jego otoczeniu nawet szczątkowy. Woda, która w nim się zbiera, nie może budzić żadnego zajęcia w sprawie wodociągowej. Nawet w północnem pasmie wzgórz, gdzie źródleczka

jako „Sprawozdanie rzeczoznawcy w sprawie t. zw. wód wglębnych okolic Krakowa“. Odtąd nie zaszło nic takiego, co by mogło dać powód do zmiany mojego zdania o ogólnej budowie terenu; tegoroczne spostrzeżenia uzupełniają i potwierdzają spostrzeżenia dawniejsze i wyprowadzone z nich wnioski, a tłómaczą i określają naturę i budowę „Cholerzyńskiego“ zbiornika. Zmienił się tylko pogląd mój na naturę i budowę doliny Rudawy poniżej Olszanicy; nie ma to jednak związku z projektem proponowanym obecnie przez Komisję wodociągową.

¹⁾ Za wierceniem u nas studzien artezyjskich przemawiał głównie p. inżynier Aleksander Brochocki („W sprawie zaopatrzenia miasta Krakowa w wodę do picia“. Kraków 1885. — „W sprawie zaopatrzenia miasta Krakowa w wodę do picia za pomocą studni artezyjskiej“. Kraków, w grudniu 1887. — „Memoryał w sprawie zaopatrzenia miasta Krakowa w wodę zdrojową do picia“. W Krakowie 1887. — „Z powodu artykułu umieszczonego w numerze 294 Nowej Reformy przez p. Henryka Waltera pod tytułem: „W sprawie zaopatrzenia miasta Krakowa w wodę“ Kraków. (Odbitka bez daty, prawdopodobnie 1888).

²⁾ Wawel 195'00 m, — „Thurm Krzemionka“ 197'56 m, — „Thurm Benedikt“ 198'85 m, i t. p.

z opoki płynące są dość liczne, wody tej jest tak mało, że może mieć wartość tylko dla najbliższego sąsiedztwa.

W bliższej okolicy Krakowa nie można tedy reflektować na studnie artezyjskie, o ile się niemi nie przebieje całego miąższu łów trzeciorzędnych, całej formacji kredowej — i wapieni skalistych kimmerydu i górnego oxfordu¹⁾; niepodobna też zaopatrzyć wodociągu wodą źródlaną, pochodzącą ze skalistego podłoża miasta i jego bliższej okolicy.

O zaopatrzeniu krakowskiego wodociągu we wodę pochodzącą ze źródeł bliższej okolicy Krakowa nie może być mowy najpierw dlatego, ponieważ nawet cała suma wszystkich w obrębie fortyfikacyjnym bijących źródeł nie wystarczałaby już do zaopatrzenia miasta w pożądaną ilość wody; a następnie także i dlatego, ponieważ wydajność tych źródeł jest niestała i całkiem niewątpliwie się zmniejsza. Tak np. źródła Chełmu i Olszanicy, dziś wcale drobne i ubogie, dawały jeszcze w roku 1820 przeszło 1150 metrów sześciennych na dobę; a podobnie zmalały w tym czasie źródła Szczyglickie i inne (zob. W. Kołodziejskiego „Sprawozdanie z robót przygotowawczych dla zaopatrzenia Krakowa w wodę“. Kraków 1872, str. 120 i nast.). Za powód tego ciągłego uszczuplania się źródeł podają zwykle nieogłędne wycinanie lasów, znajdujących się na ich terenie. Mojem zdaniem niema jednak żadnej wątpliwości, że obok tej — istotnie bardzo ważnej — przyczyny mamy u nas jeszcze drugą, o wiele ważniejszą, t. j. stopniowe obniżanie się źródeł skalnych skutkiem powstawania nowych odpływów szczylinowych pośród pofałdowanej, spiętrzonej, w najrozmaitszych kierunkach popękanej, a na swej powierzchni przez erozyę mocno obtarganej skały. Takie obniżanie się wód jest u nas i indziej pospolitem zjawiskiem; u nas widać je nawet u większych źródeł, n. p. w Czatkowicach, w Siedleu, w dolinie Młoszowskiej; a ewentualność ta także w Regulicach nie jest wykluczoną, chociaż przyznać trzeba, że tam z powodu szczególniejszej budowy zagłębienia to niebezpieczeństwo jest jeszcze stosunkowo najmniejsze.

¹⁾ Do określenia wieku i natury pokładów, leżących u nas pod jurajskim osadem, dotychczasowe badania geologiczne nie wystarczają. Wystarczyłoby jedno głębokie wiercenie, które wypadnie pierwiej czy później wykonać w celach czysto naukowych. Zanim to nastąpi, wszelkie odnoszenie się do „tej samej warstwy wodonośnej, która znajdować się ma i pod Krakowem“, nie da się niczem uzasadnić, a tem mniej obliczyć ciśnienie, pod którym się w tej warstwie woda znajduje. Pierwszą rzeczą byłaby tu pewność rzeczywistego istnienia tej warstwy pod Krakowem, — a następnie dowód, że się tam znajduje woda w naczyniu wszechstronnie zamkniętem — co wobec geol. budowy doliny Wisły i wobec konfiguracyi terenu poniżej Krakowa jest rzeczą w wysokim stopniu nieprawdopodobną. Nie wyklucza to oczywiście możności powodzenia artezyjskich wierceń — zwłaszcza sięgających „do 600 m“ i głębiej... — wyklucza to jednak możność wszelakiej dyskusyi i przewidywania, opartego na naukowej podstawie.

Z wód bliższej okolicy Krakowa¹⁾ mogą być użyte do wodociągu tylko wody gruntowe — i Wisła²⁾.

B) WODY GRUNTOWE.

Ponieważ w pojmowaniu naszych wód „gruntowych“, „spodnich“ czy „wglębnych“ zachodziły dotąd pewne różnice i nieporozumienia, nie zawadzi więc na tem miejscu ściślejsze ich określenie.

Określenie to wiąże się z geologiczną budową okolic Krakowa, a w pierwszym rzędzie zależy od natury i rozmieszczenia naszego utworu trzeciorzędnego (miocenicznego), który prawie wyłącznie utworzony jest z szarych albo rudawych ciężkich iłów morskich, zajmujących i wypełniających dolinę około Krakowa do znacznej, bo do 280 m n. p. m. dochodzącej wysokości.

W tym ile wód albo wcale nie ma, lub też są tylko szczupłe wody szczelinowe, lub zawarte w gniazdach trzeciorzędnych piasków, zresztą nader rzadkich: — wody jaknajgorsze, gipsowe, czasem słone, często siarkowodorem cuchnące.

Ponieważ zaś iłowa powłoka jest lita i nieprzemakalna, więc wszelakie wody, znajdujące się w pokładach głębszych, pod iłem, na wierzch wydostać się nie mogą; te zaś, które są ponad iłem, nie mogą się przedostać w głąb, lecz zbierają się po płytkich jego zagłębieniach, tworząc mokradła i rozległe bagniska, lub też zlewają się po pochyłym zboczach ku najgłębszej części iłowej powłoki, którą jakby korytem odpływają w dół — podobnie, jak odpływają wierzchem wody naszych rzek i potoków³⁾.

Powierzchnia miocenicznych iłów u nas już tylko czwartorzędnym napływem jest pokryta. Jeżeli więc jest mowa o wodach „gruntowych“ lub „wglębnych“ bliższej okolicy Krakowa, nie mogą to być wody inne niż te, które się zbierają ponad trzeciorzędnym iłem — w pokładach dyluwialnych i alluwialnych — o ile to nie są wody powierzchniowe lub zaskórne.

¹⁾ Z dalszych okolic proponowano dotąd, o ile mnie wiadomo: wody gruntowe Baczyna — Frywałdu, i wody źródłowe Rudawy — Nielepiec, Czatkowice, Regulice i — Olczy w Tatrach.

²⁾ Proponowano też „wody strumyka zwanego Olszanicą ze źródeł pochodzącego, ze wsi Brzezinki“ — i wodę filtrowaną Sułoszówki, t. j. Prądnika czyli Białuchy pod Giebułtowem. (Zob. wymienione powyżej „Sprawozdanie z robót przygotowawczych...“ str. 127 i nast.).

³⁾ Tam, gdzie trzeciorząd leży płytko, jak np. w Skotnikach, Podgórkach, na Chmielnicy, nad Tynieckiem Kołem, na Łągiwnickiej łące, miejscami w Kobierzynie itd., tam ustaje niemal różnica między wodą powierzchniową, zaskorną i gruntową, gdyż cały teren przedstawia jednolite bagno napełnione wodą od powierzchni po trzeciorząd, tak, że woda rozdzielona jest wprawdzie miejscami na piętra przez alluwialne iły, pozostaje jednak nieopodal w bezpośrednim związku w całej swej grubości.

Poszukiwania za wodą gruntową nie są tu czem innym jak badaniem grubości, składu i rozmieszczenia znaczniejszych pokładów czwartorzędnych, wodę przepuszczających, a więc dyluwialnych szutrów i grubszych alluwialnych żwirowisk i piasków, znajdujących się w dolinie ponad trzeciorzędem.

I. Dolina Prądnika czyli Białuchy.

Badania wód gruntowych rozpoczęto od wierceń w dolinie Białuchy, w której, zdaniem wielu, miała się znajdować obficie woda gruntowa, odpływająca tędy z całego obszernego i w dobre wody zasobnego zlewiska Prądnika (Sułoszówki). Wodę tę chciano uchwycić pod Giebułtowem dla grawitacyjnego wodociągu¹⁾.

Trzy wiercenia, zrobione w tej dolinie — w Pękowicach, w Zielonkach i we Witkowicach — dostarczyły dowodu, że nadzieje te były próżne. Woda gruntowa doliny Białuchy w obrębie Krakowskiego Księstwa ani ilością, ani jakością nie nadaje się do wodociągu; od wód zaskórnych nie jest należyście oddzielona; ponad sobą ma miejscami ziemie torfowe; zresztą cały wodonośny pokład ma na badanej przestrzeni zaledwie kilka (5—8) metrów miąższu²⁾.

To też zaprzestano dalszych badań w tej dolinie. Skoro bowiem pod szczupłym wodonośnym pokładem leży bezpośrednio bądź jurajska skała (jak w Pękowicach), bądź też nieprzegruntowany il trzeciorzędny (jak we Witkowicach, Zielonkach³⁾, więc tak

¹⁾ Sprawę Giebułtowskiego wodociągu zajmowali się najwięcej pp.: W. Kołodziejski („Kwestya wodociągów miasta Krakowa“. Kraków, 1887. — „Sprawozdanie z robót przygotowawczych dla zaopatrzenia Krakowa w wodę“. Kraków, 1872). T. Bortnik („Sprawa wodociągów dla miasta Krakowa“. Kraków, 1889). R. Ingarden („Wodociąg Regulicki“. Kraków, 1892). Dr. Czerwiński z Fürstenhofu („Słowo przestrogi dla Rady miasta Krakowa w sprawie wodociągów“. Kraków, 1893).

²⁾ Alluvia tej doliny tworzą gliniaste, wierzchem nieco torfowe i piaszczyste, spodem zwężłe iłowate namuliska, przekładane rzeczonym żwirem, który dołem przeważnie z jurajskiego, górą przeważnie z kredowego materiału jest utworzony. W Zielonkach leży prócz tego, pod gliniastą ziemią orną a na żwirowisku, jeszcze 0-90 m czarnej ale lichej ziemi torfowej.

³⁾ Il ten jest szary, drobno-łupkowy, nieprzemakalny. W głębszych całkiem suchych warstwach zawiera on liczne a drobne skamieliny morskie, głównie otwornice (foraminifery). W tych głębszych pokładach wszystkie skamieliny zamienione są na dwusiarczek żelaza (piryt i markazyt), a chociaż są drobniotkie, przedstawiają przecież dość znaczną, dla jakości zbierającej się ponad ilom wody

pogłębienie wierceń, jako też powiększenie ich ilości na nie by się nie przydały.

Ze strony wojskowej próbowano tu miejscami wierceń głębszych na trzeciorzędnym terenie. Czego się tu spodziewać można, to widzimy z rezultatu wierceń np. „na wzgórzu, położonem o kilometr na północ od Toń“, gdzie wiercono w jednym miejscu do 78 m, w drugim do 20-20 m głębokości. W pierwszej studni otrzymano wodę, która nawet po przesączeniu jest niedobra i czuć ją „amoniakiem“, podczas gdy wody z drugiej studni wcale użyć nie można. Obydwie razem dają tylko 5-25 m³ wody na dobę.

II. Dolina Dłubni.

Wszystkie głębsze doliny północnego pasma wzgórz mają budowę podobną do budowy doliny Białuchy. Taką też jest budowa doliny Dłubni, z tą tylko różnicą, że jest o wiele wyraźniejsza. Z powodu jej kształtu i rozległości opadowego terenu możnaby ją wprowadzić posadzić o większą ilość wód gruntowych; nie robiono w niej jednak żadnych wierceń, gdyż geologiczna jej budowa temu się przeciwi, a jest skądinąd dobrze znana i z brzegów rzeczki i ze zboczów doliny nawet wprost widoczna. Ił trzeciorzędny, który tu obficie gips zawiera, leży obszernie całkiem płytko pod ziemią orną, w kilku miejscach nawet wprost na powierzchni; alluwialne napływy są bardzo szczupłe i ograniczają się do dna doliny, — a dyluwialne szutrowiska leżą wysoko w zboczach, gdzie są całkowicie przecięte a nie dają większych ścieków, które musiałyby się pojawić, gdyby pokład ten, nachylony do doliny, zawierał nieco większą ilość wody.

Niemal to samo możnaby powiedzieć o dolinie Wolicy, gdyby z powodu swego oddalenia już i bez tego nie była wykluczona z liczby dolin wchodzących w zakres tego sprawozdania.

wcale niepożądaną zawartość. Z pomiędzy przepłókanych próbek odznacza się w tym względzie ił z Witkowie, a jeszcze bardziej ił pochodzący z prywatnej studni na Prądniku czerwonym (otrzymany za łaskawem pośrednictwem p. prof. Fr. Jeziorskiego), którego osad przedstawia się całkowicie w postaci niezliczonych, nagich lub jeszcze uskorupionych ośrodek otwornic z rodzajów *Cristellaria*, *Rotalina*, *Nodosaria*, a głównie *Globigerina*, — w świeżutki złoćisto-połyaskujący pyłt zamienionych. Nie jest to zresztą rzecz wyjątkowa, gdyż podobne własności ma także ił w Łagiewnikach, Skotnikach, Kaszowie, pod Zabierzowem, w Krzeszowicach i indziej.

III. Dolina Wilgi.

W dolinie Wilgi nie zarządzono również żadnych wierceń, a to z następujących powodów:

Kolej państwowa przecina między Podgórzem a Bonarką ił trzeciorzędny, w Bonarce takż ił bogaty w złoża gipsu włókni-
stego i zbitego; w Łagiewnikach odkryte są spore doły w ile mio-
ceniicznym zawierającym szczątki organiczne; w pobliżu stawku
znaleziono gips ziarnisty; poniżej Łagiewnickiej łąki płynie Wilga
wprost po trzeciorzędnyim ile, zawierającym obficie szczątki roślinne
zamienione na markazyt; w Kobierzynie, Zalesiu i Zaborzu leży
pod nawianym piaskiem spory płat torfów, najgrubszy z tych,
które koło Krakowa się znajdują; cała okolica Skotnik utworzona
jest z iłów zawierających gniazda i pokłady gipsu, znane od wie-
ków a ciągnące się ztąd ku Samborkowi i Skawinie; w Kobie-
rżynie otrzymano w studniach wojskowych, pogłębionych do 45·83
i 46·34 m, wodę zanieczyszczoną, gipsową, cuchnącą „amonia-
kiem“, do niczego nieprzydatną; w Sidzinie istniały niegdyś źródła
słone, później z urzędu zasypane; przy drodze do Skawiny istnieją
tuż za Podgórzem źródła siarczane, a w Podgórskich studniach
woda jest nędzna.

Z powyższych powodów i wielu innych, których się tu dla
krótkości nie wymienia, dolina Wilgi w pobliżu Krakowa dobrych
wód gruntowych mieć nie może; budowa jej geol. jest jasna
i bezsporna, a wiercenia celem odnalezienia w niej wody zdatnej
do wodociągu byłyby próżnem i niemądrem przedsięwzięciem.

IV. Dolina Skawinki.

Dolna część doliny Skawinki powierzchnie nie jest wpra-
wdzie tak wyraźna jak dolina Wilgi, ma jednakowoż podobne po-
łożenie na pozakarpackim, po części słonym a po części gipsono-
śnym trzeciorzędzie, podobne zabagnienie doliny, wyraźne ily
i gipsy od strony północno-wschodniej (Skawina—Podgórk), wy-
raźny trzeciorzędny ił, płytko w brzegach, między Skawiną a Tyń-
cem, a na terenie swych dopływów nawet słony trzeciorzęd (w Si-
dzinie). Wód gruntowych, nieprzemakalnym pokładem od powierz-
chni należycie oddzielonych, prawdopodobnie nigdzie nie posiada.

Wierceń w tej dolinie nie zarządzono, gdyż było rzeczą oczywistą, że na wody jej reflektować nie można, chociażby były i obfite i dobre. Z powodu niskiego położenia terenu nie mogłyby one dać grawitacyjnego wodociągu, zaś dla swego oddalenia i położenia poza obrębem fortyfikacyjnym byłyby pozbawione wszystkich tych zalet, które przemawiają za użyciem wód gruntowych do zasilenia krakowskiego wodociągu.

V. Dolina Wisły.

Wisła w różnych czasach różnemi płynęła drogami. Dolina jej nie jest więc jednolita, ani też jej koryto w całej swej długości współczesne. Różne kawałki dzisiejszego jej biegu wymagają osobnego omówienia.

a) Dolina Wisły w Krakowie i poniżej.

To, że woda Wisły w Krakowie i poniżej miasta, podobnie jak jej wody gruntowe na tej przestrzeni, nie nadają się do krakowskiego wodociągu, to nie wymaga podobno ani dowodu ani tłumaczenia¹⁾.

b) Dolina Wisły między Krakowem a Bodzowem.

Dolina Wisły między Krzemionkami a Przegorzałami²⁾ jest korytem Wisły z czasów geologicznie późnych, w niem napływ młody, płytki, a jego wody gruntowe niepewne i liche. Pod Zwierzynieckim klasztorem widać w brzegu — tuż nad wodą (dawniej tylko przy niskim stanie wody, obecnie niemal przez cały rok)

¹⁾ Nie znaczy to, że na całej tej przestrzeni wody gruntowe nie mogą być nigdzie lepsze niż bywają po krakowskich studniach. Wszakże nawet „przy rzeczalni na Grzegórkach“ — zatem nieopodal od Starej Wisły — znaleziono swego czasu wodę studzienną, którą ówczesny fizyk miejski uznał za wodę „bardzo dobrą“. (Zob. list p. Moraczewskiego do p. Józefa Tuszyńskiego, z d. 27 czerwca 1889, przedrukowywany tyłokrotnie, np. w Ingardena „Wodociągu Regulickim“ na str. 45; w Rottera „Obecnym stanie sprawy wodociągowej“ na str. 77 i t. d.). To też i dziwić się można, dlaczego nie próbowano pogłębić niektórych studni krakowskich aż po trzeciorzęd. Na ulicy Długiej, na Szlaku, na Lubiczu, na Wesołej... głębsze wody gruntowe mogłyby być wcale dobre.

²⁾ Uchwycenia wody gruntowej doliny Wisły sztolnią „wzdłuż brzegu na przeciw mogiły Kościuszki“ doradzał, podług Klugera, p. inżynier Junker z Wiednia w r. 1876. (Zob. prof. Browicz: Sprawozdanie Komisji wodociągowej Tow. lekarskiego z dnia 8 marca 1893 str. 20).

marglowe wapienie litawskie ostrygowe. Wapienie te leżą wprawdzie na dość stromo pochyłonych wapieniach jurajskich, ale same zapadają pod tak małym kątem do doliny Wisły, że już w środku koryta rzeki tworzą wyspę, którą przy regulacyi zniżono trochę, ale jej nie usunięto, skoro ją widać nawet przy średnim stanie wody. Na litawskich wapieniach i około nich leży u nas wszędzie bezpośrednio ił trzeciorzędny; a chociaż nie widać go pod klasztorem, niema przecież wątpliwości, że zalega on całą dolinę między Krzemionkami a Krakowem¹⁾, podobnie jak zalega dolinę Wisły między Krzemionkami a Przegorzalami. Na Przegorzalskiej Kępie i na Kępie Zwierzynieckiej dostano go płytko pod powierzchnią w tamtejszych cegielniach; w Zakrzówku kopią go u podnóża Krzemionek do użytku kaflarni p. Niedźwiedzkiego²⁾; nawet ił kopany przed kilku laty w samych Dębnikach zawierał foraminifery i był najprawdopodobniej trzeciorzędny.

Cała ta przestrzeń do czerpania wód gruntowych nie nadaje się; teren napływowy jest szczupły i zmienny, trzeciorzęd płytko pod powierzchnią; na grube i obszerne żwirowiska miejsca niema.

Wiercenia na Przegorzalskiej Kępie wykazały, zgodnie z teorią, tylko kilkumetrowe alluvia rzeczne z wodą złą i cuchnącą³⁾.

c) Dolina Wisły między Bielanami a Tyńcem.

W prawym brzegu nie robiono na tej przestrzeni żadnych wierceń z powodu rozległego zabagnienia całej niziny, podlegającej jeszcze wylewom Wisły, a niemniej z powodu powierzchniowych

¹⁾ Istnieją tu, jak powszechnie wiadomo, niedwuznaczne ślady dawniejszych koryt Wisły. Geologicznie nie są one jednak o wiele starsze od dzisiejszego jej łożyska i nie różnią się od niego w swej budowie, z wyjątkiem warstw powierzchniowych, utworzonych przez torfiaste alluvia i namulistą glinę zalewową.

²⁾ W tych iłach znaleziono, obok licznych otwornic, także duże zęby rekina z gat. *Carcharodon megalodon* Ag., które właściciel kaflarni ofiarował do akademickich zbiorów. Jurajska skała leży tu zresztą płytko pod iłem, podobnie jak pod Wawelem, gdzie pale rozebranego dziś mostu wojskowego dosięgły jurajskiej skały, w prawym brzegu rzeki, w głębokości kilku metrów.

³⁾ Budowa alluwiów tej części doliny Wisły jest w ogólności następująca: Spodem ił trzeciorzędny na jurajskiej skale; na ile (lub wprost na skale) miejscowe rumowisko jurajskie, na niem żwirowiska karpackie z nierównogrubym piaskiem rzecznyim; na tem piaski zalewowe namuliste, niekiedy jeszcze z drobnym żwirem; wierzchem zalewowa i nawiana piaszczysta glina. Cała grubość napływów ponad trzeciorzędem 9—10 m.

iłów trzeciorzędnych i gipsów w Skotnikach i Podgórkach, a samych iłów na Winnicy, w Piekarach i pod Tyńcem.

Pojawianie się iłów płytko pod powierzchnią nie jest oczywiście dowodem braku albo małej ilości wód gruntowych okolicy. Owszem przypuścić można ze znacznem prawdopodobieństwem, że wód tych jest tu dużo; nie są one jednak oddzielone od wód powierzchniowych i łączą się bezpośrednio z wodami stawisk Tyńskiego Koła i bagien Winnicy i Chmielnicy, a zasilają się zaskórnikami wodami płynącymi z mokrawin Podgórek i Skotnik, a więc z gipsowego trzeciorzędu.

Wody te nie mogą być dobre. Dobre są na tej przestrzeni tylko wody źródeł Zabiedzinia pod Tyńcem, zbyt szczupłe jednak, by w celach wodociągowych z niemi liczyć się można.

W lewym brzegu tej części doliny Wisły znaleziono już przy budowie gościńca między Przegorzałami a Bielanami, znacznie ponad dzisiejszem korytem Wisły — żwiry karpackie, o których swego czasu wspomniiał Zeuschner, o których też przypuścić było można, że się znajdują powyżej w całej dolinie Wisły.

Zarządzono więc dość liczne wiercenia między Piekarami a Śmierdzącą, tudzież w Bielanych i Przegorzałach. Rezultaty były skromne. Okazało się mianowicie, że alluvia są tu złożone podobnie jak na Przegorzalskiej Kępie: dołem z karpackiego żwirowiska i rzecznoego piasku, górą z drobniejszych piasków namulistych i piaszczystej gliny.

Pokazało się również, że w środku doliny, gdzie droga do Piekar przechodzi przez koryto Sanki, napływy leżące ponad trzeciorzędem są szczupłe, szczuplejsze nawet niż w brzegach, gdyż mają zaledwie 6-50 m miąższu, a wodę złą i cuchnącą. Jak się później pokazało, jest to poprostu woda gruntowa Sanki, która także wyżej ma podobne własności.

Wpływ tej wody na wodę gruntową doliny Wisły ustaje dopiero tam, gdzie garb jurajski Bielan wsuwa się w dolinę Wisły. Tu wykrył p. Ingarden teren wód gruntowych dobrych i czystych, najlepszych z pomiędzy tych, które poznano dotąd w bliższej okolicy Krakowa. Jest to woda gruntowa doliny zasilona przez dopływy szczelinowe i przez ukryte źródelka jurajskie skalistego grzbietu Bielan, naksztalt tych, które widać na powierzchni pod klasztorną górą i na wsi przy gościńcu.

Teren tych wód jest niestety niewielki, ograniczony do stoków Srebrnej góry¹⁾. Ilość wody, którąby ztąd otrzymać można, obliczył p. Ingarden z ilości wody, dostarczonej przez studnię murowaną w pobliżu Bielańskiej karczmy. Ilość ta jest o wiele większa, niż przypuściłoby można teoretycznie, bo wynosi około 12—17000 metrów sześciennych na dobę, tj. mniej więcej trzecią część wody pożądaną dla krakowskiego wodociągu.

Budowa terenu nie przedstawia tu zresztą nic osobliwego: spodem ńl trzeciorzędny, leżący na jurajskiej skale, w badanych wierzchnich pokładach dwusiarczku żelaza niezawierający, przez wodę przepłókany, nieco piaszczysty²⁾; na nim przeciętnie 10 m alluwiiów rzecznych, t. j. 6—8 m piaszczystego rzeczno-żwirowiska ze żwirem przeważnie karpackim, resztę piasków rzecznych aż po cienki pokład ziemi ornej, utworzony z piaszczystej zalewowej i nawianej gliny.

Od zachodu do północy wsuwa się cały ten pokład z wolna na jurajską skałę; od wschodu i południa łączy się z terenem napływowym Wisły, którego jest częścią. Nieprzemakalnej pokrywy nie ma. Odpływ skierowany ku południowi — do wód gruntowych doliny Wisły.

d) Dolina Wisły ponad Tyńcem.

Dla wód gruntowych lewego brzegu Wisły ponad Tyńcem geologiczny horoskop jest również w ogólności niepomysłny. Dla części bliższej Krakowa gipsowy trzeciorzęd Nowej Wsi, Zagacia, Rączny, którego wody spływają do wód gruntowych Wisły, jest stanowczo szkodliwy. Większe nadzieje budziłaby mogła okolica Czernichowa, gdzie erratyczne i w ogólności glacyalne utwory są grubsze i obszerniej rozmieszczone, a źródłiska obfitsze; jednak-

¹⁾ Srebrna skała Bielańska podobała się już p. inżynierowi Józefowi Tuszyńskiemu; skała do założenia w niej zbiornika, podnóże jej i koryto Wisły jako miejsce dla studzien i sztolni, w których miano pochwyć wody gruntowe razem Wisły i Sanki. (Zob. „O zaopatrzeniu miasta Krakowa w wodę“ *Czasopismo techn.* z d. 10 grudnia 1889 Dodat. nadzwycz. str. 3).

²⁾ Próbkę ńłw wziętą z powierzchni pokładu, a więc bezpośrednio z pod napływów, były tu często tak wątpliwe, że uznano za rzecz stosowną pogłębić wiercenia, w dolinie odpływu Sanki do 9·50 m, w Bielanach do 5 i do 8·10 m w samym ńle, — aż do otrzymania nienaruszonych, suchych, normalnych próbek o własnościach niewątpliwych.

woż i tam trzeciorzęd płytko leżący, a zawierający dowodnie gips, n. p. na Spalisku, w Rybnie i t. d. tudzież zabagnienie doliny Wisły aż po Russocice, niedobrze wróżą o jakości wód gruntowych.

Zresztą okolica ta, jakiegokolwiek są jej wody, już dla swego oddalenia od miasta, tu w rachubę wejść nie może.

VI. Dolina Sanki.

Wiele nadziei budziła w zwolennikach wód gruntowych oddawna dolina Sanki, zwłaszcza jej ujście między Bielanami, Piekarami a Mnikowem¹⁾. Spodziewano się tu ścieku wszystkich wód gruntowych górnej części doliny Sanki, zwłaszcza też wód „Baczyńskich“.

Wiercenia dokonane obecnie w tej dolinie wykazały, że wszystkie te nadzieje były złudne.

Pokazało się najpierw, że woda gruntowa ujścia doliny Sanki jest w ogólności niedobra, a w środku doliny i po prawym jej brzegu — jaknajgorsza.

Rezultat ten z góry można było przewidzieć: wszakże teren między Mnikowem, Tyńcem a Kajasiówką wysłany jest płytko trzeciorzędem, a gipsowe wody spływają tu obficie z Nowej Wsi i z Kaszowa; niedarmo też wieś „Śmierdząca“ nosi swoją nazwę. Wiercenia w tej dolinie wykazały jednak także trzy inne, teoretycznie nieprzewidziane rzeczy, mianowicie:

a) że między Cholerzynem i Śmierdzącą leży obszerne ujście jakichś wód gruntowych, ściekających do doliny Sanki w kierunku południowo-zachodnim, któryto kierunek zmienia się w samej dolinie — na kierunek południowy i południowo-wschodni²⁾;

¹⁾ Woda gruntowa różnych miejsc doliny Sanki już od czasów Dra Lutońskiego miała swoich zwolenników. Projekt najbardziej szczegółowy opracował p. inż. J. Tuszyński: „O zaopatrzeniu miasta Krakowa w wodę“. Warszawa, 1886, jako „projekt wodociągu o wodach głębszych z doliny Sanki“ przedłożony Radzie miejskiej w lipcu 1888 r. („O najświeższych pracach inżynierskich i budowlach w celu zaopatrzenia miasta Wiednia i jego okolicy w wodę“ — zarazem studjum refleksyjne sprawy zaopatrzenia miasta Krakowa w wodę“. Lwów, 1892 str. 14).

²⁾ Przypominam, że to jest referat, a przytoczone fakta nie moją, lecz wspólną zdobyczą wodociągowej podkomisyi, głównie p. nadinżyniera R. Ingardeń, który około niniejszego projektu największe położył zasługi. Na liczne źródła

b) że całe ujście doliny Sanki i przekrój odpływu wód wymienionych pod a) założony jest znacznym pokładem grubych piasków rzecznych, spoczywających na wcale okazałym żwirowisku karpackiem;

c) że w dolinie Sanki, po jej wyjściu ze skalistych parowów Mnikowa, leżą tylko szczupłe żwirowiska miejscowe, utworzone z jurasu, zmieszane z drobnym zalewowym piaskiem (pierwotnie prawdopodobnie lotnym), z czego utworzył się teren zbity, przepuszczający wodę gruntową nader powoli, tak, że szlaku tego niepodobna uważać za odpływ obfitych wód gruntowych górnej części doliny Sanki czyli t. zw. wód Baczynskich. Wody te zatem jakąś inną, dotąd niepoznaną drogą spływają ku dolinie.

VII. Cholerzyńskie zagłębienie.

Natury zbiornika wodnego, odpływającego w Budzynie do doliny Sanki, niepodobna było wyjaśnić ani na podstawie dotychczasowych map geologicznych, ani też odgadnąć z powierzchniowych własności obszaru leżącego między Cholerzynem, Morawicą, Balicami, Olszanicą, Zakamyczem i Śmierdzącą. Postanowiono tedy zbadać ten teren zapomocą wierceń na dwóch w środku zagłębienia krzyżujących się liniach Cholerzyn-Olszanica i Balice-Budzyn, prowadząc swoją drogą dalej badania około ilości samego odpływu w Budzynie, oraz stosunku wód tych do wody doliny Sanki, a to przez dalsze obserwacje rur założonych w lewym zbocz doliny Sanki — i nowych, założonych na linii Cholerzyn-Śmierdząca.

Ze względu na geologiczną budowę terenu uzyskano następujący rezultat:

Skaliska jurajskie wznoszące się naokoło cholerzyńskiego zagłębienia są wszędzie wyraźnie uławiczone, faliste, nader zmiennie i słabo, ale w ogólności ku zagłębieniu nachylone, w zachodnim brzegu geol. nieco młodsze niż we wschodnim.

Nie jest to jednakowoż tektoniczne (synklinalne) zagłębienie w ścisłym słowa tego znaczeniu, gdyż powierzchnia jurajskich ław jest wszędzie bardzo wyraźnie poszczerbiona, obdarta, niezupełna, brzeg zachodni i południowy schodkowato obtargany, a właściwy środek zagłębienia jest erozyjnym dziełem trzeciorzędnego morza.

dliska w Budzynie — jako objaw znaczniejszego odpływu dobrych wód gruntowych do doliny Sanki od strony północnej, zwrócił uwagę podkomisji pierwszy naczelnik krak. biura melioracyjnego p. Wł. Chrzęszczewski.

Osadu kredowego niema. Szczątki jego leżą w rozmaitych wysokościach: między Bielanami a Pancerną wieżą, na skałkach w Zakamyczu, w lewym zbocz doliny Rudawy pod Szczyglicami.

Spód zagłębia wypełnia — do wysokości 198—210 m n. p. m. ił trzeciorzędny szary, wierzchem plamisty albo rudawy, w głębszych pokładach lity i suchy, dość obficie dwusiareczek żelaza zawierający¹⁾. W sąsiedztwie ił ten wznosi się ze zboczami, a w Kaszowie i Nowej Wsi widać go miejscami jeszcze w 238 m bezwzględnej wysokości, przyczem leży czasem płytko na jurajskiej skale, zawierając wtedy obficie gips włóknisty, ziarnisty i zbity.

Próbki iłu otrzymane w samem zagłębiu, z otworów świdrowych, nie zawierają nigdzie gipsu; te, które pochodzą z głębszych pokładów iłu, zawierają otwornice i dwusiareczek żelaza; powierzchniowe próbki (t. j. wzięte bezpośrednio z pod żwirowiska), są do głębszych dość niepodobne, a dają po przepłókanii osad złożony z kwarcowego piasku, połamanych skorup większych otwornic i grudek limonitu (wodorotlenku żelaza²⁾).

Na badanej przestrzeni ił ten piasków trzeciorzędnych nie zawiera; a że sam wody nieprzepuszcza, może być więc uważany za absolutnie pewny nieprzemakalny podkład — a względnie za nieprzemakalne dno — Cholerzyńskiego zbiornika.

Takie są ściany i dno Cholerzyńskiego zagłębia. Wnętrze zaś jego wypełniają czwartorzędne napływy, złożone spodem z żwirowisk karpackich i mieszanych — i z piasków rzecznych; wierzchem

¹⁾ Miąższ tego iłu, t. j. grubość jego pokładu od powierzchni po jurajską skałę, jest tu zapewne bardzo nierówny w różnych miejscach. W dolinie Białuchy (w Prądniku) i pod Krzeszowicami należy ił trzeciorzędny do „nieprzegruntowanych“ pokładów. W Budzynie i w Cholerzyńskim zagłębiu brak gipsów przemawia również za znaczną grubością iłowego pokładu (kilkadziesiąt metrów lub więcej).

²⁾ Ponieważ doszła mnie wiadomość o podejrzeniu, jakoby zawartość żelaza wód cholerzyńskich pochodzić mogła od dyluwialnego laterytu, utworzonego z rozkładu warstw trzeciorzędnych, oświadczam więc wyraźnie, że tu (jak w ogólności w całym Krakowie. Księstwie) dyluwialnego ani staro-alluwialnego laterytu nigdzie niema, i że zawartość żelaza pochodzi w naszych wodach gruntowych od rozpuszczenia wodorotlenku żelaza, znajdującego się w naszych alluwialnych piaskach, a może także z limonitu, powstającego przez zwietrzenie dwusiarczku żelaza w powierzchniowych warstwach trzeciorzędu. Żelazo wchodzi w roztwór jako dwuwęglan, utworzony z wodorotlenku pod wpływem dwutlenku węgla zawartego we wodzie — nawet deszczowej — w podłoże wsiąkającej.

z piasków lotnych, przegrodzonych pokładem nieprzemakalnym iłów słodko-wodnych, pokrytych nierównomierną ławą nawianych piaszczystych glin.

Cały pokład czwartorzędny ma tu 18—34 m miąższu¹⁾. Szczegółowo rzecz biorąc, rozróżnić w nim można następujące pokłady:

a) Na ile trzeciorzędny leżą żwirowiska mieszane i karpackie, w nich żwir rzeczny: przeważnie piaskowce zielonawoszare i także łupki karpackie, ale także drobne i większe kawałki północnych granitów, gneissów, kwarcytów, jurajskie krzemienie, a najrzadziej: małe, bardzo wylizane otoczaki jurajskich wapieni²⁾.

Żwirowiska te przekłada i pokrywa pokład grubych piasków rzecznych, w różnych miejscach różnych, ale przeważnie szarych, czystych, kwarcowych.

Żwirowiska i piaski całkowicie nabite są wodą gruntową, pozostającą pod ciśnieniem słupa wodnego od kilku do kilkunastu metrów. Jest to właśnie ta woda, której wodociągowa podkomisya pragnie użyć do zasilenia krakowskiego wodociągu³⁾.

b) Przykryciem wodonośnego pokładu jest przedewszystkiem gruby pokład piasków lotnych kwarcowych, gdzieśniedzie przepłókanych i wtedy nieco zmienionych, gliniastych, jakby zalewowych, miejscami nawet namulistych.

Pośród tych piasków ciągnie się nierównogruby pokład rudych i niebieskawych zwięzłych iłów, miejscami bez przymieszki, miejscami z przekładem żółtego i szarego namulonego piasku.

¹⁾ Średnio 26 m (W otw. świdr. IX. 18-20, w X. 24-70, w XI. 17-85, w XII. 24-70, w XIII. 30-90, w XIV. 25-30, w XV. 27-30, w XVI. 20-40, w XVII. 28-90, w XVIII. 33-40 — zatem przeciętnie 26-16 m.).

²⁾ Żwir wyłącznie wapienny leży u wypływu Sanki pod Mnikowem i w Bałicach ponad źródłem. Jest on oczywistym dowodem, że te miejsca leżą już poza szlakiem karpackiej rzeki, przepływającej niegdyś przez cholerzyńskie zagłębienie.

³⁾ Pomysł zaopatrzenia krakowskiego wodociągu wodą gruntową tych okolic nie jest wcale nowy. O możebności otrzymania dostatecznej ilości wody gruntowej „w Cholerzynie i w Budzynie“ pisał już Dr. Lutostański w r. 1879 (zob. Jan Rotter „Obecny stan sprawy wodociągowej i wnioski zmierzające do jej posunięcia“, Kraków 1893, str. 11, jako cytāt z oryg. pracy Lutostańskiego str. 112); podobnie pisał Kluger w r. 1882 „o prawdopodobieństwie otrzymania dobrej, choć za miękkiej może wody gruntowej w okolicach Budzynie“ (zob. tamże str. 28, a w Klugera „Sprawozd. technicz. z obecnego stanu sprawy wodociągowej miasta Krakowa“, Kraków 1882, str. 75).

W jednym miejscu (otw. świdr. Nr. XVII.) nawiercono tuż pod łem warstewkę suchej ziemi torfowej, leżącej tu jeszcze znacznie ponad siedliskiem wód gruntowych, które napotkano dopiero we wys. 224-70 m.

Wiercenia nie są dość gęste, by mogły służyć za dowód ciągłości nieprzemakalnego pokładu na całej przestrzeni zbiornika bez przerw; ciągłość tego pokładu wynika jednak ztąd, że choć wodę gruntową otrzymano zawsze niżej od niego — i to w różnych głębokościach, woda ta ustawiła się w rurach wkrótce do znacznie większej wysokości (226—229 m. n. p. m.).

Z tego powodu nawet dość rozległe powierzchnne mokradła Cholerzyńskiego terenu nie są same przez się wadą tego terenu; dowodzą one bowiem raczej samoistności jego wód gruntowych, których ciągły i obfity odpływ nie obsusza wcale powierzchni; co by niechybnie nastąpiło, gdyby powierzchnne i zaskórne wody z gruntową bezpośrednio się łączyły.

c) Podobnie jak grubość piasków lotnych nie jest wszędzie jednakowa, podobnie nierówną jest także grubość pokładu nawianych glin, które ten piasek pokrywają. A także własności tych glin nie są jednakie na całej przestrzeni. W zachodniej części przeważają gliniaste piaski i piaszczyste gliny podobne do innych alluwialnych glinisk okolicy; we wschodniej zaś — zwłaszcza od strony Olszanicy — podobieństwo tych glin do Lössu jest czasem tak wielkie, że możnaby je uważać wprost za nawianą glinę interglacialną, gdyby się temu nie przeciwiała natura i budowa warstw, leżących pod niemi¹⁾.

Na tych glinach zbiera się woda deszczowa w powierzchnne mokradła, które na północ i północny wschód od Cholerzyna trwają przez cały rok, żywiąc na swym obszarze liczne torfowce (*Sphagnum*), rosiczki (*Drosera*), siedmpalczniki (*Comarum*) i t. p. Są to prawdopodobnie szczątki dawnego stawiska, które osuszono sztucznie, spuszczać jego wody do koryta Brzoskwinki w północnym końcu Cholerzyna (wiercenie Nr. I. z r. 1894). Tą drogą spływają także wody zaskórne z największej części badanego terenu (t. j. z czworoboku Cholerzyn-Morawica-Balice-Pancerna wieża).

Do powyższego opisu wypada zrobić uwagę, że żaden z wymienionych pokładów nie jest całkiem równo-gruby na całej przestrzeni, gdyż każde wiercenie wykazało drobne różnice i osobli-

¹⁾ Gлина leżąca w Olszanickiej dolinie robi takie na mnie wrażenie, jak gdyby tu rzetelny Löss z okolicznych wzgórz sztucznie do doliny był nawieziony.

wości miejscowe, które w rejestrach wiertniczych są uwydatnione, a których się tu nie przytacza, ponieważ dla całości są bez znaczenia.

Cały obszar żwirowisk karpackich tego terenu zajmuje około 12—15 kwadratowych kilometrów. Z tego przypada na zbiornik, zawierający wodę pod ciśnieniem, około 10 km². Na tej przestrzeni wynosi rzeczywista grubość wodonośnego pokładu przeciętnie 15 m¹⁾, w tem około 9 m żwirowiska²⁾ a 6 m piasków. Na 10 km² daje to 150 milionów metrów sześciennych wodonośnego pokładu (około 90 milionów m³ piaszczystych żwirowisk a 60 milionów m³ piasków), zatem około 70 milionów metrów sześciennych wody. Gdybyśmy obliczali cały żwirowiskowy teren, t. j. ± 14 km², a w rachubę wzięli całkowitą średnią grubość wodonośnego terenu, t. j. 17 m, otrzymalibyśmy oczywiście o wiele wyższe liczby, t. j. dla objętości mokrego terenu około 238, a dla objętości wody około 95 milionów metrów sześciennych.

Nieprzemakalny pokład trzeciorzędny leży w środku zbiornika na wysokości około 207 — 210 m, a pochyla się zwolna ku Budzyniowi, gdzie np. w XIII leży już przy 205 m³⁾. Dotąd towarzyszy mu u góry, pośród lotnych piasków i nawianych glin, nieprzemakalny pokład iłów słodkowodnych, a nawiercona woda podnosi się w rurach znacznie (do 228 — 229 m). Ale na linii Cholerzyn - Śmierdząca opada pokład trzeciorzędny — a z nim także żwirowiska i piaski rzeczne — dość nagle⁴⁾ do doliny Sanki, gdzie go się napotyka około 10 m niżej (np. w IV przy 194·92 m bez-

¹⁾ Przez rzeczywistą grubość wodonośnego pokładu nie rozumiano tu — teoretycznie obliczonej grubości pokładu, w którym pod znanem ciśnieniem woda znajdujący się powinna, ani też odstepu między nieprzemakalnym pokładem a iłem trzeciorzędnym, lecz tylko: przy wierceniu spostrzeganą rzeczywistą jego grubość, liczoną od trzeciorzędnego iłu do miejsc nawiercenia wody gruntowej, t. j. w Nr.: X. 16·10, XI. 12·45, XII. 15·00, XIII. 21·10, XIV. 18·40, XV. 16·30, XVI. 15·60, XVII. 15·40, XVIII. 23·10 m. Średnia otrzymana z tych liczb byłaby 17·05 m; gdy jednak północna część terenu jest mało zbadana, a w najbardziej na północ wysuniętej studni Nr. XVII. mamy tylko 15·40 m wodonośnego pokładu, więc dla uniknięcia możliwej przesady przyjęto powyżej 15 m jako przeciętną grubość tego pokładu w całym zagłębiu.

²⁾ IX. 7·20, X. 14·80, XI. 10·05, XII. 6·90, XIII. 9·70, XIV. 8·30, XV. 7·20, XVI. 9·10, XVII. 6·70, XVIII. 10·70 m.

³⁾ Nachylenie kątowe kilkanaście sekund.

⁴⁾ Nachylenie kątowe 20—40 minut.

względ. wys.). Wraz z jego opadnięciem znika u góry część piasków lotnych wraz z nieprzemakalnym pokładem; pozostają na ile tylko żwirowiska i piaski rzeczne (9—12 m), pokryte nierównogruba ławą piasków lotnych i nawianych glin (6—9 m). Nawiercona woda gruntowa nie podnosi się już do wspólnego poziomu; obszar ten leży zatem już poza naczyniem od góry zamkniętem, które wyobraża zbiornik Cholerzyński.

Na tej dopiero co opisanej pochyłości leży główny odpływ Cholerzyńskiego zagłębia¹⁾. Wymiary przekroju, przez który tu woda odpływa, oceniam w przybliżeniu na 17000 m² (t. j. długość przekroju na 1700 m, przeciętną grubość wodonośnego pokładu na 10 m). Ilość wody odpływającej tym przekrojem, obliczył p. Ingarden okrągło na 63000 m³ na dobę; z czego tylko około 9000 m³ ma być spożytkowanych do wodociągu (t. j. $\frac{2}{3}$ całej pożądanej ilości, gdyż $\frac{1}{3}$ część ma być wzięta z wody gruntowej Bielani).

Teren opadowy Cholerzyńskiego zbiornika wynosi mojem zdaniem: wraz ze zbiornikiem około 34, bez zbiornika około 24 kwadratowych kilometrów²⁾. Z tak szczupłych rozmiarów opadowego

¹⁾ Odpływ w Budzynie nie jest jedynym odpływem Cholerzyńskiego zbiornika. Podług kształtu terenu i jego wewnętrznej budowy mogą się jeszcze znajdować odpływy w trzech innych miejscach, to jest przed Balicami, w dolinie Olszaniekiej i w Cholerzynie. Przed Balicami cały odpływ ogranicza się do znanych źródeł obok gościńca. Wiercenie zarządzone w pobliżu, sięgające aż po jurajską skałę, nie dało wody wychodzącej ponad poziom sąsiedniego źródła; zaś w dolinie leżącej w przedłużeniu bitej drogi Zabierzowskiej, gdzie dla możliwości istnienia ukrytego odpływu, wybito studnię do 5 m głębokości, stanęła woda w studni na wysokości sąsiedniego mokradła, a więc na wysokości wód zaskórnych czy gruntowych doliny Rudawy (około 224 m). Z tym odpływem zatem niema potrzeby liczyć się. O ilości wody odpływającej w Olszanie nie pewnego nie wiadomo. To tylko jest rzeczą pewną, że tak ten odpływ, jakoteż odpływ jeszcze mniejszy w Cholerzynie, są nieznaczne, — a przynajmniej nieznaczne wobec przypływu zbiornika, skoro nawet wraz z głównym odpływem w Budzynie nie zdołają wyraźnie obniżyć stałego poziomu wód gruntowych w zbiorniku.

²⁾ Przyjmując całe 34 km², a więc 34 milionów metrów kwadratowych jako obszar opadowy, a 634 mm rocznego opadu, czyli 634 litrów na metr kwadratowy, otrzymalibyśmy 21.556 milionów litrów, czyli 21.556.000 metrów sześciennych rocznego opadu. Odliczywszy $\frac{2}{3}$ części na odpływ powierzchniowy i na parowanie, pozostałoby około 7.185.000 metrów sześciennych jako roczny dopływ wód gruntowych Cholerzyńskiego zbiornika, pochodzący z jego własnego opadowego terenu (około 19.685 m³ na dobę). Jeżeli jednak przyjmujemy za rzecz pewną, że woda padająca na sam zbiornik nie idzie na pożytek jego wód gruntowych, lecz odpływa całkowicie z wodą powierzchnią i zaskorną, otrzymamy: Obszar

obszaru wynika bezpośrednio, że woda Cholerzyńskiego zbiornika tylko w jakiejś swej części z niego pochodzić może; główny zasób jego wody pochodzi zapewne z wód gruntowych i szczelinowych sąsiednich terenów, których jednakowoż na podstawie dotychczasowych wierceń niepodobna bliżej określić¹⁾.

Z tego powodu ani wielkość zbiornika, ani też ilość zawartej w nim wody nie dają jeszcze zupełnej pewności, że jego wody odpowiadają ilością swą celom wodociągu. Gdyby woda miała być wzięta ze samego zbiornika, należałoby wprzód przekonać się zapomocą długotrwałego pompowania studzien murowanych na jego obszarze, czy stały ubytek wody, potrzebnej dla wodociągu, nie obniża coraz bardziej jego wód²⁾.

Byłby to proceder kosztowny i długi. We warunkach proponowanych przez wodociągową podkomisję jest on jednakowoż zbyteczny. Woda do wodociągu nie ma być wzięta ze zbiornika, lecz z jego odpływu pod Budzyniem, z odpływu, który nie obniża stanu wody w zbiorniku, a jest trwały i podług obliczeń p. Ingardena tak obfity, że stosunkowo niewielka część jego wody wystarcza do zaopatrzenia wodociągu.

VIII. Dolina Rudawy.

Rozpoznanie żwirowisk karpackich w Cholerzyńskim zagłębiu, tudzież wykazanie ich łączności ze żwirami ujścia Sanki do doliny Wisły, nasuwały same przez się przypuszczenie istnienia dalszego szlaku żwirowisk karpackich poza Olszanicą, w dolinie Rudawy. Na moją prośbę zarządziła wodociągowa podkomisya wiercenie

opadowy 24 km²; cała ilość rocznego opadu 15.216 milionów litrów czyli 15.216.000 m³; z czego trzecia część, t. j. 5.072.000 m³ pozostanie jako roczny zasilek wód gruntowych zbiornika, pochodzący z opadowego terenu (13.896 m³ na dobę).

¹⁾ Ze zapatrywaniem, jakoby przez szczeliny skał jurajskich, ograniczających zbiornik Cholerzyński od północy, wpływały do jego zbiornika wody gruntowe Rudawy powyżej Zabierzowa, — nie solidaryzuję się, chociaż wcale nie przeczę, że cały szereg drobnych jurajskich źródełek może wpływać do tego zbiornika ze stoków pasma wzgórz Balickickich.

²⁾ Nie chodziłoby tu może tyle o wielkość, ile raczej o łatwość dopływu wód gruntowych, zależną także od przesiąkliwości wodonośnego pokładu sąsiednich terenów.

Nr. XXI między Mydlnikami a Chełmem, które wykazało nader ciekawą budowę napływów tego miejsca: w głębokości 18·10 m pod powierzchnią — jurasową skałę; na niej 15 m szarego piasku rzecznoego z bardzo grubym żwirem mieszanym, w części karpackim; nad tem zaś już tylko 1·20 m szarego piasku bez żwiru, 0·70 m ziemi torfowej i 1·20 m gliniastego namuliska.

Szlak żwirowisk karpackich ciągnie się zatem rzeczywiście dalej przez dolinę Rudawy — prawdopodobnie przez Łobzów na północną część miasta Krakowa¹⁾.

Jak widać z przytoczonych dat wiertniczych, dalszych badań w tej dolinie kosztem wodociągowej sprawy prowadzić nie można. Chociaż bowiem woda jest dobra, a jej ilość niewątpliwie wielka i pewna, nie można jej przecież użyć do zaopatrzenia wodociągu, skoro jej brak należytego odgraniczenia od wód powierzchniowych i zaskórnych. Jest to okoliczność tem bardziej pożałowania godna, ponieważ, w obec wapiennego żwiru Rudawy, leżącego obszernie ponad karpackiem żwirowiskiem, przypuszczać można słusznie, że woda gruntowa powinna tu być wprawdzie twardsza, ale mniej zanieczyszczona żelazem, a w ogólności lepsza, niż inne wody gruntowe okolicy Krakowa²⁾.

Wody gruntowe doliny Rudawy powyżej Mydlnik, nie płynące już przez karpackie żwirowiska, np. w Szczyglicach i wyżej, nie mają już tych zalet; warunki ich znajdowania się są podobne do warunków znajdowania się wód gruntowych w dolinie Białuchy i Wilgi; niema też żadnej nadziei, by gdziekolwiek nadawać się mogły do zaopatrzenia wodociągu.

— . . . —

Zdanie swe o rezultacie badań wód gruntowych bliższej okolicy Krakowa streszczam w następujących słowach:

¹⁾ Jak zwykle na równinie, tak i tu szlak rzeczny dzieli się prawdopodobnie na kilka ramion, lub też rozszerza się może na znaczniejszej przestrzeni, czego bez wierzeń wykazać niepodobna.

²⁾ Zarząd szkoły kadetów w Łobzowie otrzymał w dwóch studniach, kopanych na wysokości 213 m. n. p. m., w głębokości 8, a względnie 9 m pod powierzchnią, obfitą wodę „dobrą, twardą, bezbarwną, bezwoną, w głębszej studni cokolwiek mętnawą“. Studni tych dalej nie pogłębiono, gdyż było w nich i tak już 1·80, a względnie 2·20 m wody.

Wody gruntowe bliższej okolicy Krakowa znajdują się tylko w dyluwialnych i alluwialnych napływach ponad trzeciorzędem. W dolinach mniejszych potoków napływy te są bardzo szczupłe, a woda, która się w nich znajduje, ani ilością swą ani jakością nie nadaje się do wodociągu. Nie nadają się do tego celu także wody gruntowe Rudawy i Wisły, gdyż od wód powierzchniowych i zaskórnych nie są należycie oddzielone.

Jedynie miejsce, które posiada nieco grubszy i bardziej rozległy pokład żwirowisk i grubych piasków rzecznych, pokryty z wierzchu nieprzemakalnym pokładem, leży między Cholerzynem, Balicami, Olszanicą i Śmierdzącą. Jest to oraz jedyne miejsce w bliższej okolicy Krakowa, posiadające taką ilość wody gruntowej, od wód zaskórnych należycie oddzielonej, jaka wystarcza do zaopatrzenia krakowskiego wodociągu. Zaopatrzenie to z odpływu Cholerzyńskiego zbiornika nad Budzyniem, jest możliwe.

Zalety Cholerzyńskiego zbiornika są: 1) Wody jest w nim tyle, że stosunkowo mała część jego odpływu wystarczy do zaopatrzenia wodociągu; 2) Woda ta od wód powierzchniowych i zaskórnych oddzielona jest nieprzemakalnym pokładem ilów i grubą warstwą piasków lotnych; 3) Woda ta wypływa na takiej wysokości, że własnym ciężarem spłynie ku Bielanom, gdzie ma być urządzony główny zbiornik i pompy; 4) Cały zbiornik i jego odpływ leżą w obrębie fortyfikacyjnym miasta a pod osłoną wieży Pancernej; odpowiada to wymaganiom wojskowości, przysporzyłoby ewentualnie jednego z największych i najlepiej płacących konsumentów, usunęłoby też trudności wynikające z potrzeby utrzymania studzien w mieście, w razie zaopatrzenia wodociągu wodą innego pochodzenia, prócz Wisły¹⁾.

Wady Cholerzyńskiego zbiornika — a raczej niedostatki w jego rozpoznaniu, są: 1) Pochodzenie obfitego przypływu wód gruntowych tego zbiornika nie jest dotąd ściśle określone. 2) Nieznany jest stosunek ilości przypływu i odpływu do pojemności zbiornika. 3) Czas badania stałości jego wód jest może zakrótki, żeby z całą pewnością określić można wielkość wahań, którym ulega ich powierzchnia, a względnie oznaczyć możliwą zmianę ciśnienia, pod

¹⁾ O powodach, sprzeciwiających się dostarczeniu Krakowowi wody filtrowanej z Wisły, zob. Dr. St. Domańskiego „W obronie wodociągu Regulickiego” Kraków 1893, str. 20 i 21.

którem woda opuszcza zbiornik w jego odpływach. 4) Wody odpływu w Budzynie są nieco żelaziste, wymagają więc przed użyciem niejakiego zachodu celem ich oczyszczenia.

W razie odrzucenia niniejszego projektu należy się wyrzec chęci zaopatrzenia krakowskiego wodociągu w dobrą wodę gruntową, czerpaną w obrębie fortyfikacyjnym miasta; gdyż poza Cholerzyńskim zbiornikiem Kraków w bliższej swej okolicy dobrych wód gruntowych, od zaskórnych należycie oddzielonych, w większej ilości nigdzie nie posiada.

W Krakowie, w grudniu 1896 r.

Dr. Stanisław Zaręczny.

