

C

Nr 3524

Politechnika Warszawska

TECHNICZNE ODBUDOWY KRAJU

2

DR. KAROL POMIANOWSKI
PROFESOR POLITECHNIKI WE LWOWIE

WODOCIĄGI

INŻ. JÓZEF KONOPKA
DYREKTOR GAZOWNI I TOW. BUD. HANDL. „S A N”
W JAROSŁAWIU.

KOR. 1⁵⁰

247

szelucha

C

№ 3524

Politechnika Warszawska

WYDAWNICTWO KSIĘGARNI POLSKIEJ

BERNARDA POŁONIECKIEGO WE LWOWIE.

ZAGADNIENIA TECHNICZNE ODBUDOWY KRAJU

popularne wydawnictwo o technicznej stronie odbudowy kraju.

1. Górski Kazimierz. Przedsiębiorstwa miejskie. Zakres działania gmin; obowiązki i środki gospodarcze. Zarząd majątkiem nieruchomym: gospodarstwo leśne, rolne, place budowlane, ogrody i plantacje. Służba sanitarna: wodociągi, kanalizacja, aprowizacja, oczyszczanie, łaźienki ludowe, rzeźnie. Budowa i utrzymanie budynków gminnych. Bezpieczeństwo publiczne: straż ogniowa, oświetlenie naftowe, gazowe i elektryczne. Dochody miejskie.
2. Dr. Pomianowski K., prof.: Wodociągi. Wstęp. Właściwości wody wodociągowej. Rodzaje wód. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych. Oczyszczanie wód powierzchniowych i gruntowych. Wybór rodzaju wody wodociągowej. Wody powierzchniowe. Elementy wodociągu centralnego. Wodociągi grupowe. Koszta i rentowność.
3. Krzyczkowski D. prof.: Materiały budowlane. I. Materiały konstrukcyjne: a) kamienie naturalne, b) kamienie sztuczne, c) drzewo budulcowe, d) metale; II. Materiały wiążące: a) zaprawy, b) asfalt, c) kity; Materiały uzupełniające: 1. szkło, 2. pokosty, farby etc., 3. papa dachowa, cement drzewny, linoleum, trzcina, słoma.
4. Rybczyński M. Kierownik kraj. biura hydrograficznego. Studnie. Obecny stan studzien gminnych w Galicji. Warunki dobrej studni. Studnie wiercone. Studnie kopane. Czerpanie wody-pompy. Konserwacja studzień.
5. Szaynok Wł., inż.: Rzeźnie. Wybór miejsca pod budowę. Projekt budowy rzeźni. Kanalizacja. Hala bicia grubego bydła. Hala dla bicia cieląt. Hala mycia jelit i wnętrzości. Chłodzarnia. Rentowność rzeźni.

6221
1113
65
ZAGADNIENIA TECHNICZNE ODBUDOWY KRAJU.

2

DR. KAROL POMIANOWSKI
PROFESOR POLITECHNIKI WE LWOWIE

WODOCIĄGI



L W Ó W 1916

221
NARZĄD I WŁASNOŚĆ KSIĘGARNI POLSKIEJ BERNARDA POŁONIECKIEGO
WARSZAWA: GEBETHNER I WOLFF.





~~C. 3524~~



nrp. 396

WYKONANO W ZAKŁADZIE DRUKARSKIM „GRAFIA”, LWÓW,
ULICA CHORĄCZYŃSKA LICZBA 27. — NUMER TELEFONU 1998.

BG03P/218-14

1. Wstęp.

§ 1. Woda jest elementem dla utrzymania życia niezbędnym. Z drugiej jednak strony, ponieważ podlega łatwo zakażeniu zwłaszcza bakteriami tyfusu i cholery, oraz rozpuszcza liczne sole szkodliwe dla zdrowia, zła woda spowodować może wybuch epidemii lub masowe zatrucia. Należy zatem dostarczać ludności wody zdrowej, nie zawierającej żadnych szkodliwych zanieczyszczeń. Wodę bezwzględnie dobrą dać może jednak tylko wodociąg centralny, gdyż przy nim jest możliwe zastosowanie bardzo udoskonalonych metod ochrony przed zakażeniem. Ochrona taka jest przy studniach prywatnych wobec ich wielkiej liczby z reguły zupełnie wykluczona.

O wodę zdrową jest znacznie trudniej, niż pozornie zdawaćby się mogło. Przy wzrastającej gęstości zaludnienia, zanieczyszczenie wód bakteriami i różnego rodzaju solami postępuje coraz silniej, dotykając w równej mierze wody płynące po powierzchni ziemi, jak i wody znajdujące się w głębi gruntu. Doraźnym skutkiem tego zanieczyszczenia jest fakt, iż studnie domowe dają z biegiem lat wodę coraz gorszą, wobec czego potrzeba wodociągów centralnych staje się coraz pilniejszą.

2. Właściwości wody wodociągowej.

§ 2. Jakość wody wodociągowej. Z codziennego doświadczenia wiemy, iż pewne wody uchodzą

za smaczne i orzeźwiające, inne za niezdatne do użytku mimo że woda sama, chemicznie czysta, nie posiada żadnego smaku. Własności orzeźwiające zawdzięcza woda temperaturze oraz pewnym chemicznym składnikom w niej rozpuszczonym. Temperatura dobrej wody powinna leżeć w granicach 8—10°C; woda zbyt zimna powoduje katary żołądka, zbyt ciepła posiada nieprzyjemny, mdły smak. Woda smaczna powinna zawierać pewną ilość soli wapniennych i magnezyi, które nadają jej pewien stopień twardości. Ogółem zawartość soli rozpuszczonych nie powinna przenosić 200 mg. w litrze wody. Niezbędną jest także mała zawartość bezwodnika kwasu węglowego; nadmierna ilość tego bezwodnika jest szkodliwą, gdyż powoduje nagryzanie rur żelaznych, a zwłaszcza rur ołowianych. Potrzebną jest również pewna ilość tlenu, wynosząca około 6 cm³ w litrze. Związki żelaza, a zwłaszcza związki manganu nie mogą przenosić 0.1mg w litrze, gdyż żelazo i mangan nadają wodzie smak wstrętny, tworzą osady brunatne i żółte w naczyniach oraz rurach wodociągowych, plamy rdzawe na bieliźnie i t. d., wreszcie sprzyjają rozwojowi pewnych wodorostów, alg, które wydzielając żelazo lub mangan zatykają rury. Same algi gnijąc psują smak wody.

Związki organiczne, a zwłaszcza azotowe jak amoniak, są we wodzie wodociągowej niedopuszczalne. Ilość tych związków jest zbyt mała, aby woda zawierająca je mogła być wskutek tego dla zdrowia szkodliwa. Natomiast obecność związków organicznych dowodzi zanieczyszczenia wody dopływami powierzchniowymi, względnie dowodzi wprost powierzchniowego pochodzenia samej wody. Związki te pochodzą z rozkładu materii organicznej, która nie zdążyła się jeszcze zupełnie rozłożyć i zmine-

ralizować. Istnienie w pewnej wodzie związków azotowych i organicznych dowodzi także pośrednio możliwości jej zakażenia bakteriami chorobotwórczymi.

W naturze istnieje mało wód takich, które przytoczonym warunkom w pełni odpowiadać mogą, a równocześnie znajdują się w dostatecznej ilości i, w stosunku do miejscowości, w odpowiednio wysokiem położeniu. Technika wodociągowa osiągnęła jednak w ostatnich latach poziom tak wysoki, iż pozwala przerabiać nawet wody silnie zanieczyszczone na zupełnie dobrą wodę do picia, tworzyć jej nieograniczone niemal ilości i tłoczyć na dowolną odległość, oraz wysokość.

§ 3. Ilość potrzebnej wody. Woda jest potrzebna do:

1. gospodarstwa domowego;
2. na cele publiczne;
3. na cele przemysłowe.

W gospodarstwie domowym używa się wody do: gotowania, picia, pojenia, mycia naczyń, prania, kąpeli, wreszcie do splukiwania klozetów. Na wszystkie te cele potrzeba na dobę i głowę mieszkańca około 35 do 50 litrów.

Na cele publiczne używa się wody: w rzeźniach, do skrapiania ulic, trawników, do wodotrysków, płukania kanałów, gaszenia ognia, w ilościach 5—28 litrów na głowę mieszkańca i dobę.

Przemysł używa wody do dwu celów: 1) w przemyśle spożywczym, jakim są piekarnie, browary, gorzelnie, do produkcji środków żywności; woda w tym przemyśle użyta, tworząc część produktu, musi odpowiadać warunkom zdrowej wody do picia; 2) w przemyśle fabrycznym, do zasiłku kotłów parowych, zarabia-

nia pewnych materiałów surowych, płukania i t. d. Woda taka powinna odpowiadać pewnym specjalnym warunkom, odpowiednim danemu przemysłowi. I tak woda do zasilków kotłów parowych powinna być miękka, większe ilości związków organicznych są w niej niedopuszczalne. W garbarniach nie może być użyta woda żelazista, gdyż żelazo wiąże garbnik, a w pralniach woda twarda, gdyż wiąże zbyt wiele mydła i t. d.

W miejscowościach, nie posiadających wybitnego przemysłu, któryby zużywał dużo wody wodociągowej, i przy ogólnem oszczędnem obchodzeniu się z nią, na głowę mieszkańca i dobę wypada w rocznem przecięciu około 100 litrów wody. Ilość ta zmniejsza się w zimie, zwiększa w lecie, i dochodzi do 130, a nawet 150 litrów w upalne dni letnie. Według tej normy miasto, liczące 10.000 mieszkańców, zużywałoby w rocznem przecięciu 1.000 metrów sześciennych wody na dobę, podczas gdy w lecie ilość ta podniosłaby się do 1.300 a nawet 1.500m³.

Gdyby przemysł znajdujący się w mieście zaopatrywał się wodą z własnych studzien, oraz gdyby potrzeby na cele publiczne pokrywać wodą gorszej jakości np. rzeczną, można zniżyć zużycie wody przez miasto do poprzednio podanych 35 litrów na głowę i dobę, a nawet i to użycie można jeszcze bardziej ograniczyć, przez utrudnienie poboru wody, znosząc połączenia domowe i zakładając jedynie studnie publiczne.

Ilość zużytej wody zależy w wysokim stopniu od sposobu poboru opłat wodociągowych. Miasta, które mają zaprowadzoną opłatę od ilości pobranej faktycznie wody, zużywają jej znacznie mniej, niż miasta, w których wprowadzono opłatę ryczałtową. W Europie najwięcej wody zużywa Rzym, bo około 1.000 litrów na głowę i dobę, Marsylia

431, Lozanna 560, natomiast Warszawa w roku 1910 średnio 83 litrów, Lwów w roku 1912, 77·8 litrów, Kraków w r. 1914, 50 litrów i t. d. W miastach amerykańskich jest normą zużycie ogromnych ilości wody, które wacha się w granicach 400—800 litrów na dobę.

§ 4. Wysokość ciśnienia. Wybitną zaletą wodociągu centralnego, a zarazem wyższością jego nad zaopatrzeniem ze studzien prywatnych jest możliwość doprowadzenia wody na samo miejsce zużycia, w ciągu zamkniętym i szczelnym. Odpada zatem potrzeba czerpania wody ze studzien naczyniami nie zawsze czystymi, i odpada wskutek tego niebezpieczeństwo jej zakażenia. Celem wyprowadzenia wody na piętra, a nawet na poddasza domów, trzeba w sieci wywołać odpowiednio wysokie ciśnienie. Wielkość ciśnienia w ciągu ulicznym zależy od wysokości domów, oporu ruchu na ciągu domowym, wkońcu od wysokości ciśnienia, jakie jest potrzebne dla najwyżej położonego kurka, z którego powinna woda wypływać z pewną dość wielką prędkością. Po uwzględnieniu powyższych czynników przyjąć można, iż wysokość ciśnienia w ciągu ulicznym wynosić powinna: w małych miastach około 15 metrów, większych 25, dużych 35, a nawet więcej metrów. Kilkunastopiętrowe drapacze chmur w Ameryce, dla których nie wystarcza ciśnienie w ciągach ulicznych, mają własne zakłady, tłoczące wodę na piętra wyższe.

Dawniej normowano ciśnienie uliczne także wysokością tak zwanego ciśnienia pożarniczego, pod którym rozumiano ciśnienie tak znaczne, aby wystarczyło do rzućenia strumienia wody wprost z hydrantu ulicznego ponad dach płonącego budynku. Obecnie warunek ten nie znajduje uwzględnienia. Okazuje się, iż na wypadek po-

zaru muszą być użyte sikawki, gdyż z powodu nadmiernego poboru wody ciśnienie w ciągu ulicznym spada i nie wystarcza do gaszenia pożaru, trwale zaś utrzymanie w sieci miejskiej wyjątkowo wysokiego ciśnienia źle wpływa na szczelność sieci i jest połączone z dużą stratą w kosztach tłoczenia.

§ 5. Strefy ciśnienia. Ponieważ sieć wodociągowa tworzy system naczyń ze sobą połączonych, ciśnienie, wywołane w pewnym punkcie celem doprowadzenia wody na najwyższe piętra domu, udziela się jednostajnie całej sieci. Gdyby woda w sieci była w spokoju, powierzchnia ciśnień byłaby dokładnie poziomą. Ponieważ jednak woda jest w ruchu, powstają wskutek oporów tarcia spady ciśnienia, które wywołują zmiany w kształcie powierzchni ciśnień, zależnie od ilości poboru wody oraz sposobu rozdziału tego poboru po mieście.

Ciśnienie, wywołane w sieci celem doprowadzenia wody do najwyższych położonych punktów, w niższych częściach miasta wzrasta o całą różnicę poziomów terenu. Jeśli w pewnym punkcie miasta istnieje w ciągu ulicznym ciśnienie np. 20 metrów, to w punkcie, o 60 metrów niżej położonym, ciśnienie statyczne wyniesie 80 metrów. W miastach, leżących w terenie nierównym, gdzie są znaczne różnice poziomów, zajdzie z tego powodu potrzeba podziału miasta na kilka odrębnych stref ciśnienia. We Lwowie najniższe części miasta leżą na wysokości nadmorskiej 240 m., najwyższe 370 m. W razie założenia jednej strefy ciśnienia, w najniższych punktach miasta statyczne ciśnienie w ciągach ulicznych przenosiłoby znacznie 100 metrów. Założono więc dwie strefy ciśnienia, rozgraniczone rzędną 300 metrów n. p. m., a w przyszłości jest przewidziane założenie dalszej, trze-

kiej strefy. Uzyskano w ten sposób zmniejszenie niebezpiecznego ciśnienia w dolnej części miasta, a równocześnie oszczędność w kosztach tłoczenia, gdyż przeważną ilość wody tłoczą pompy na poziom niższy, a tylko ilość potrzebną do zasilku górnej strefy tłoczą pompy pomocnicze do wyższego poziomu.

3. Rodzaje wód.

§ 6. Woda, znajdująca się na ziemi, ulega przemianom, tworzącym okres zamknięty tego rodzaju, iż para wodna unosząca się w atmosferze tworzy chmury, te skraplając się, opadają w formie deszczu lub śniegu na powierzchnię ziemi, a tak powstała woda opadowa po przebyciu pewnej, dłuższej lub krótszej przestrzeni i po upływie pewnego czasu paruje z powrotem w atmosferę, tworząc znów chmury i rozpoczynając nowy okres przemian. Część opadów paruje natychmiast z powierzchni ziemi i ta część jest dla zasilku wodociągów straconą, druga spływa po powierzchni, tworząc potoki, rzeki i jeziora, i uchodzi wkońcu do morza, trzecia wreszcie wsiąka w grunt i płynie podziemnie aż do miejsc odpowiednich, gdzie występuje na jaw w formie źródeł, lub też uchodzi podziemnie wprost do rzek, a ostatecznie do morza. Do użytku wodociągowego służyć mogą wody płynące podziemnie, zwane wodą gruntową, jak również i wody powierzchniowe potoków, rzek i jezior.

§ 7. Woda gruntowa. Wsiąkająca w grunt woda wypełnia przestrzeń pomiędzy cząstkami gruntu i, ulegając sile ciężenia, opada coraz niżej tak długo, póki się nie natknie na warstwę zwięzłą, nieprzepuszczalną, która kładzie kres dalszemu przeciekaniu. Na warstwie nieprze-

puszczalnej gromadzi się zatem woda, tworząc zbiornik podziemny, z którego nadmiar, znów ulegając sile ciężenia, będzie przesiąkał w kierunku ogólnego spadu warstwy nieprzepuszczalnej. W ten sposób powstaje postępowy ruch wody gruntowej w kierunku poziomym. W ruchu tym bierze udział tylko ta część wody, która wypełnia w gruncie przestrzeń nie włoskowaną, a zatem przepływa stosunkowo obszerne pory i przewody. W przestrzeniach włoskowatych siła przyczepności wody do ziarna gruntu jest tak wielką, iż przeważa ponad siłą ciężenia i stawia ruchowi wody opór nie do przezwyciężenia.

Ruch wody w gruncie jest tem skorszy, im większy spad zwierciadła wody, oraz im są obszerniejsze przestrzenie, zawarte pomiędzy ziarnami gruntu, a zatem im równiejsze i większe jest jego ziarno. Te dwa ostatnie czynniki stanowią miarę przepuszczalności gruntu. Badania wykazały, iż prędkość ruchu wody w gruncie jest wprost proporcjonalną do spadu zwierciadła wody, oraz, że wzrasta w kwadratowym stosunku wraz z rozmiarem średnicy ziarna.¹⁾ Prędkość ruchu jest bardzo małą i wynosi niewiele decymetrów lub najwyżej metrów w ciągu doby. Prędkość ta jest zatem parę tysięcy razy mniejszą od prędkości ruchu wody w ściekach otwartych.

Wskutek tak wolnego ruchu woda pozostaje w gruncie czas bardzo długi. Tej okoliczności, jakoteż ściśtemu zetknięciu się jej z drobinami gruntu, zawdzięcza woda gruntowa swą jałowość w związki organiczne, oraz inne

¹⁾ P. Slichter Charles: The motion of underground waters. Jako grubość ziarna przyjmują Anglicy i Amerykanie grubość „miarodajną“ (effective size), za którą uważają grubość tego ziarna, które razem z ziarnem drobniejszym stanowi 10% całej objętości. Przy ruchu wody wchodzi też w rachubę współczynnik jednostajności (uniformity coefficient).

charakterystyczne właściwości, które ją czynią wybitnie zdatną do zasilku wodociągów.

§ 8. Źródła. Woda gruntowa, dążąc pod wpływem siły ciężenia w położenia coraz niższe²⁾, wyjść może w odpowiednim miejscu na powierzchnię ziemi, tworząc źródło. Przyczyny powstania źródła mogą być bardzo różne. Jeśli warstwa przepuszczalna się kończy, u dolnego jej końca powstać musi źródło. Takimi są źródła, występujące u dolnego końca potoków zastygłych i spękanych law w górach Eifel, lub źródła występujące u dolnego końca moren, to jest nasypów kamienia, zniesionego z gór przez lodowce. W innym wypadku warstwa przepuszczalna wskutek zapadnięcia się skorupy ziemskiej, t. z. uskoku, zostaje przerwana i zamknięta warstwą nieprzepuszczalną. W miejscu takim woda, zawarta w warstwie przepuszczalnej, wskutek zatamowania ruchu wydobywa się na powierzchnię ziemi, tworząc źródło t. zwane uskokowe. Niekiedy warstwa przepuszczalna, a zarazem wodonośna, zwęża się, lub jej przepuszczalność stopniowo maleje. W tych wypadkach nadmiar wody, której warstwa przepuszczalna nie jest w stanie pomieścić, okazuje się na powierzchni ziemi w postaci źródła. W nieckowatych zagłębieniach warstwy nieprzepuszczalnej tworzą wody gruntowe niekiedy obszerne zbiorniki, ciągle zasilane z góry wodą przeciekającą z opadów. Nadmiar wody przelewa się przez najniższe punkta krawędzi tegoż zagłębienia, tworząc

²⁾ Przesiäkaniu wody w głąb ziemi kładzie tamę z jednej strony poziom morza, z drugiej wzrastająca wraz z głębokością zwięzłość skały. Według Van Hise i King. w głębokości 6 mil ang. pod powierzchnią terenu ciśnienia są już tak znaczne, iż wolne przestrzenie międzycząstkowe przestają istnieć, gdyż zostają zgniecione. W głębokości zatem około 10 km. leży granica istnienia wód gruntowych.

niekiedy bardzo obfite źródła przelewowe. (Vaucluse w Alpach Franc.).

§ 9. Piętra i woda artezyjska. Woda gruntowa w ruchu swym w warstwie przepuszczalnej natrafić może na wtrącone poziomo warstwy nieprzepuszczalne. Wówczas dzieli się na części i w dalszym przebiegu znaleźć się może w kilku tak zwanych piętach, oddzielonych od siebie warstwami nieprzepuszczalnymi (Poznań). Miejscami warstwa wodonośna zapada się wraz z warstwami nieprzepuszczalnymi w głąb kotlin, aby wyjść na powierzchnię ziemi w niższym jakimś poziomie. Jeśli warstwa ta jest z góry przykryta dość silnym płaszczem gruntu nieprzepuszczalnego, płynie pod ziemią pod znacznym ciśnieniem, podobnie jak woda zamknięta w syfonie wodociągowym. Po przewierceniu płaszcza ochronnego, w niskich punktach terenu, woda pojawi się w postaci źródła artezyjskiego. (Zagłębie Paryża, Sahara, stan Dacota w półn. Ameryce i t. d.).

Znając geologiczny układ warstw, można zawsze oznaczyć pochodzenie wody źródlanej, jej kierunek ruchu, jak również przewidzieć w znacznej większości wypadków, czy w danym terenie można otrzymać wodę artezyjską oraz w jakiej przypuszczalnej głębokości.

§ 10. Odmienne przyczyny powstawania wód gruntowych. Woda, płynąca w gruncie, powstać może nie tylko wyłącznie z opadów atmosferycznych, lecz także wprost z wód powierzchniowych w odpowiednich ku temu warunkach. I tak przeważna liczba rzek płynie w żwirach swych własnych aluwiiów, lub w żwirach dawno minionej epoki geologicznej, tak zwanego dylluwium. W okresie owym rzeki były znacznie potężniejsze, a często miały i inny zupełnie kierunek, niż

rzeki obecne. W dolinach rzek, równolegle do koryta, a często przecinając obecne jej zakola, płynie z reguły strumień wody gruntowej. Miejscami wpływa on do koryta rzeki, w innych punktach odwrotnie jest zasilany wodą rzeki. Do niego przesiakają opady deszczowe spadłe na przestrzeni doliny, gubią się w nim często dopływy z dolin bocznych. Ten strumień wód gruntowych wpada często w żwiry starego, dyluwialnego łóżyska rzeki i dąży za jego kierunkiem i biegiem, często zupełnie różnym od obecnego położenia. Tak na przykład pod Szafuzą i Laufenburgiem dyluwialne koryto Renu, znacznie od obecnego potężniejsze, leży zasypane żwirem zupełnie na uboczu, w stoku dzisiejszej doliny. Z wód gruntowych, znajdujących się w tem korycie, korzystają oba wymienione miasta. W Ameryce północnej, w stanie Montana i Wyoming, u podnóża gór Black Hills i gór Skalistych, rzeka Missouri i Plate Riv. na długich przestrzeniach tracą znaczną część swych wód, które wsiakają wraz z opadami deszczowymi w przepuszczalne piaski i piaskowce Dacoty. Powstały w ten sposób potężny strumień wód gruntowych przepływa na setkach kilometrów pod stanami Dacota, Kansas i Jowa, zasilając tam ogromnie liczne studnie artezyjskie, a wreszcie w stanie Nebraska i Jowa występuje na powierzchnię ziemi w postaci ogromnie silnych źródeł rzeki Big Sioux River. Różnica poziomów terenu pomiędzy rzeką Missouri, a Sioux Riv. wynosi 1800 stóp, t. j. 550 m. Obliczono, iż woda przebywa tam podziemnie w ciągu jednego roku 1—2 mile angielskie (1 mila 1693 mb.), a na przebycie całej przestrzeni od gór skalistych do źródeł Sioux. R. spotrzebowuje 250—500 lat czasu.

§ 11. Sztuczna woda gruntowa. Woda gruntowa może powstać także wskutek pewnych robót inżynierskich,

a zatem w sposób sztuczny. I tak, jeśli na rzece płynącej w obszernem, żwirowem łóżysku postawimy jaz piętrzący wodę, część wody rzecznej, pod wpływem piętrzenia, będzie wciekać w żwiry, obejdzie przyczółki jazu i utworzy poza jazem strumień wody gruntowej. Na takim strumieniu wody gruntowej, powstałym wskutek postawienia jazu kanalizacyjnego na Menie, stanął zakład wodociągowy miasta Schweinfurt.

Jeśli wzdłuż brzegu rzeki, w pewnym od niej odstępie, w żwirach i piaskach doliny rzecznej założymy szereg studzien lub kanał o ścianach przepuszczalnych leżący poniżej zwierciadła wody w rzece, jeśli z tych studzien lub kanału będziemy stale odprowadzać wodę, powstanie strumień wody przeciekającej podziemnie z koryta rzeki do tak założonego ujęcia. Jeśli piaski i żwiry przez które woda przecieka, mają odpowiednią grubość ziarna, a oddalenie ujęcia od koryta rzeki będzie dość znaczne, aby woda na drodze swej miała czas się dostatecznie oczyścić, jakość tej wody nie przedstawi nic do życzenia. Tego rodzaju ujęcie ma Drezno z Łaby, Kraków z Wisły, Peszt z Dunaju i t. d.

Wreszcie stworzyć można wodę gruntową zupełnie sztucznie, zakładając w terenie piaszczystym, przepuszczalnym zbiorniki, stawy, napełniane wodą surową. Woda ta stopniowo przesiąka w głąb gruntu i w odpowiednim niższej położonem miejscu dopływa do ujęcia, skąd bywa czerpaną już w postaci wody gruntowej. Ujęć takich jest wiele w Szwecyi (n. p. Gotenburg. Malmö), w Niemczech między innymi Frankfurt n/M i w. i.

§ 12. Ilość wód gruntowych nie da się ściśle cyfrą ustalić tem bardziej, iż woda znajduje się w po stacji dla oka zgoła niedostrzegalnej. Ilość wody zależy p rzede-

wszystkiem od obszaru zlewni, t. j. powierzchni, na której następuje wsiąkanie wód opadowych lub płynących, a następnie od przepuszczalności gruntu na całym obszarze zlewni. Jeśli w danym terenie widzimy mało ścieków z wodą płynącą, wnosić stąd można, że większa ilość wody wgląb przesiąka i porusza się podziemnie w postaci wody gruntowej. Odwrotnie, silna rzeźba powierzchni terenu i liczne ścieki na jego powierzchni świadczą o małej przepuszczalności terenu, a zatem i o braku wód gruntowych.

Ilość wód gruntowych jest pozatem zależną od pory roku, względnie od ilości opadów deszczowych. Na ogół liczyć można, iż z jednego kilometra kwadratowego uzyskuje się najmniej 1—3 litrów na sekundę wody gruntowej lub źródlanej.

§ 13. Wody powierzchniowe. Wody te powstają przedewszystkiem wprost z tej części opadów atmosferycznych, która spływa po powierzchni, a następnie z dopływu wód gruntowych i źródłanych. W czasie długiej posuchy wody bieżące, t. j. potoki, rzeki, są zasilane wyłącznie wodą źródeł, wówczas ilość wód jest mała i wynosi poprzednio podaną ilość około 1—3 litrów na sekundę z kilometra kwadratowego (100 ha.) zlewni. Niekiedy w korycie rzeki nawet tej ilości skonstatować nie można, gdyż część wody gubi się w żwirach, zasilając wody gruntowe i tracąc się w nich wskutek wegetacyi i parowania. Odwrotnie, w czasie deszczu rzeki prowadzą zreguły bardzo znaczne ilości wód, wynoszące w naszych warunkach 200 do 1000 litrów z każdego km² dorzecza, w dorzeczach zaś małych potoków nawet jeszcze więcej. Wogóle ilość wód powierzchniowych jest bez porównania większą od ilości wód płynących podziemnie.

Wody powierzchniowe posiadają zaletę, iż obecność ich da się zawsze naocznie skonstatować, a ilość dokładnie pomiarem ustalić. Nie dziw więc, iż od czasów najdawniejszych rzeki stanowiły główne źródło zasiłku we wodę ludności osiadłej, i że z tego między innymi powodu przeważna część siedzib ludzkich powstała nad brzegami wód. Znacznie mniej ludności korzysta ze źródeł, raz z powodu rzadkiego ich pojawiania się, następnie z powodu trudności doprowadzenia jej na miejsce zużycia. Co do wód gruntowych zostały one lepiej poznane i zbadane dopiero w połowie XIX wieku, gdy z powodu rosnącego zanieczyszczenia wody w rzekach, a braku źródeł, trzeba było się zwrócić do innych sposobów zasiłku wodociągów. Okazało się jednak wkrótce, iż wód gruntowych są wogóle ilości małe i niewystarczające do pokrycia zapotrzebowania wszystkich siedzib ludzkich, a nadzieje co do ich obfitości nie sprawdziły się, przynosząc wiele rozczarowań. Obecnie objawił się zwrot w kierunku użycia wód powierzchniowych zwłaszcza, gdy powstały udoskonalone metody techniczne, które pozwalają taką wodę dokładnie pozbawiać wszystkich zanieczyszczeń.

4. Zanieczyszczenia wód powierzchniowych.

§ 14. Rodzaj i ilość zanieczyszczeń zależy od pochodzenia wody. Składają się na nie: sole mineralne, wylugowane wodą źródlaną z wnętrza ziemi, lub zawarte w odpływach fabrycznych, następnie zawieszony w wodzie cząstki gliny i piasku, zmytego deszczem z powierzchni ziemi, w końcu związki organiczne, pochodzące z nawożenia roli, odchodów ludzkich i zwierzęcych. Jako dalsze zanieczyszczenie uważać można rośliny, we wodzie żyjące wyższe twory organiczne, czyli tak zwany plankton, i bakterye. Jeśli pominiemy twory żyjące, można

zanieczyszczenia wody podzielić pod względem właściwości fizycznych na trzy grupy : 1) roztworów właściwych t. j. soli w wodzie rozpuszczonych, 2) roztworów koloidalnych, 3) zawiesin.

Z nauki fizyki jest wiadomem, czem jest roztwór soli rozpuszczonej. Pewne ciała stałe mają właściwość, iż drobiny ich rozchodzą się w wodzie (lub innej cieczy) zupełnie równomiernie i tworzą z wodą jedną nierozdzielalną całość. Drobiny rozpuszczonej soli nie można dojrzeć pod mikroskopem, roztwór soli nabiera właściwości cieczy i dyfunduje wraz z cieczą przez błony organiczne. Rozpuszczoną sól można wydzielić tylko, albo przez odparowanie, albo też przez chemiczną przemianę rozpuszczalnej soli w związek odmienny, soli nierozpuszczalnej.

Drugą wielką grupę zanieczyszczeń tworzą roztwory koloidalne. Są to ciała we wodzie nierozpuszczalne, lecz doprowadzone do rozmiarów tak drobnych, iż utrzymują się trwale w zawieszeniu, gdyż opór cieczy przeciw opadaniu pod wpływem ciężenia jest większy, niż ciężar cząstki koloidu. Rozmiar cząstek materii koloidalnej jest tak drobny, iż cząstki samej pod mikroskopem dostrzedz niepodobna. Natomiast przez wywołanie pewnych zjawisk odbicia się światła, przechodzącego przez roztwór koloidalny, można pod ultramikroskopem obecność ich wykryć, a nawet na podstawie pewnych zjawisk wielkość cząstek ocenić.

Przeważna część zanieczyszczeń wody znajduje się w stanie koloidalnym. Zjawisko to jest łatwo zrozumiałe, jeśli się zważy, iż sama woda płynąca pracuje ciągle nad rozdrabnianiem zawartych w niej cząstek, a następnie, iż ogromna ilość gotowych koloidów dostaje się do wód



bieżących, spłukanych z gruntu, roli i lasów, z odpływów fabrycznych, kanałów miejskich i t. d.

Koloidy posiadają pewne szczególne własności fizyczne, które dadzą się zużytkować celem wydzielenia ich z wody. I tak 1) błony organiczne o strukturze koloidalnej przepuszczają wodę oraz sole rozpuszczone, natomiast zatrzymują koloidy; 2) przez dodanie do roztworu koloidalnego pewnych elektrolitów lub podobnie działających innych koloidów można zmienić ich stan skupienia i doprowadzić do tak zwanej koagulacji, to jest ścięcia się w galaretową masę (żel) której ciężar jest znacznie większy, niż pojedynczej cząstki koloidu i które w kształcie kłaczków opadają w dół. Wreszcie 3) koloidy dadzą się wstrzymać i uwięzić na bardzo silnie rozwiniętych powierzchniach pewnych ciał, na których, wskutek działania siły przyciągania powierzchniowego, powstaje zjawisko tak zwanej a d s o r b c y i.

Trzecią grupę zanieczyszczeń stanowią cząstki dla oka nie uzbrojonego nawet widoczne, makroskopowe, mechanicznie prądem wody unoszone. Cząstki te, jako znacznie od wody cięższe, opadają na dno, jeśli woda pozostanie przez czas pewien w spoczynku.

Niezależnie od tych trzech grup zanieczyszczeń istnieją we wodzie bakterye, których rozmiar jest mniejszy od ciał grupy trzeciej, a znacznie większy od koloidów. Nie ulega jednak wątpliwości, że środki techniczne, służące do wydzielenia dwu ostatnich grup zanieczyszczeń, usuną równocześnie całą lub przeważną część zawartych we wodzie bakteryi. Pomocnymi w usunięciu bakteryi stają się jeszcze pewne procesa biologiczne, które powstają w czasie oczyszczania wody. Przeciw bakteryom posiadamy w końcu środek najbardziej radykalny w sterylizacji wody.

5. Oczyszczanie wód powierzchniowych i gruntowych.

W procesie oczyszczania zająć się trzeba przede wszystkim usunięciem części zawieszonych, makroskopowych, a następnie dopiero strąceniem koloidów, soli rozpuszczonych, i bakteryi.

§ 15. Osadniki. Do strącenia zawiesin makroskopowych służą osadniki. Są to zbiorniki odpowiednio obszerne, w których woda przebywa w spoczynku przez czas od dwu godzin do jednej doby. Czas ten z reguły wystarcza zupełnie do opadnięcia na dno zawiesin. W miastach zasilanych wodą rzek bardzo brudnych, jak w Londynie rzek Tamizy i Lee, doświadczenia wykazały, iż powiększając rozmiar osadników do pojemności kilkutygodniowego lub kilkumiesięcznego zużycia wody, dzięki różnym procesom chemicznym i biologicznym, które wówczas powstają, można usunąć nie tylko najgrubsze zanieczyszczenia mechaniczne t. j. zawiesiny, lecz także dużą ilość koloidów, a nawet bakteryi. Niezmiernie ważnym jest fakt redukcji liczby bakteryi tyfusu, które z reguły giną zupełnie w ciągu 2—3 tygodni spoczynku wody. Takie np. gromadzenie wody na bardzo długi okres czasu jest możliwe tylko wyjątkowo, jak np. w Londynie, gdzie chodziło przede wszystkim o uzyskanie rezerwy na czas posuchy i braku wody rzecznej, lub też w razie ujęcia wody ze sztucznych jezior, zbiorników, powstałych wskutek zamknięcia dolin, gdzie gromadzą się przez czas bardzo długi wody potoku lub rzeki, tak źródlane, jak i deszczowe. Woda zbiornikowa, przebywając w spoczynku czas długi, przechodzi automatycznie przez ów powyżej podany proces powolnego samooczyszczania się. Zbiorniki takie posiada w Ameryce N. York, Anglii Liverpool, Niemczech Remscheid, Chemnitz i w. i. Zwy-

kle używane osadniki mają jednak pojemność znacznie mniejszą, jak to na początku podałem.

§ 16. Filtry. Do usunięcia ciał znajdujących się we wodzie w postaci koloidalnej, a składających się ze związków tak organicznych jak i nieorganicznych, służą urządzenia zwane filtrami.

Są to zbiorniki wypełnione czystym, ostrym piaskiem w warstwie 0·6—1·0 m grubej, podpartej warstwami stopniowo coraz grubszego żwirku, dobrze zdrenowanej. Piasek jest zatopiony³⁾ wodą surową, która pokrywa górną powierzchnię jego warstwą około 0·6 m grubą. Woda surowa, przeciekając przez piasek, pozostawia w nim niemal całość swych zanieczyszczeń koloidalnych i bakteryi. Działanie filtru polega na dość skomplikowanych procesach mechanicznych i biologicznych.

W pierwszej chwili, wskutek adsorbcyjnego działania ziarn piasku, tworzy się na nich powłoka koloidalna, która powstaje z zanieczyszczeń koloidalnych i bakteryi wody surowej. Powłoka ta, o strukturze gąbczastej, o niezmiernie silnie rozwiniętej powierzchni działa w silniejszym jeszcze stopniu adsorbcyjnie na dalsze kolloidy wody, zyskuje na grubości i w końcu na powierzchni filtru zwiera się w prawie jednolitą błonę filtrującą. Błona ta stawia opór przejściu tak koloidów, jak i bakteryi. Drobną część zanieczyszczeń, które przez błonę przejdą, zostaje zadsorbowana przez kolloidy, otaczające ziarna piasku niższych warstw filtru. Uwwięzione bakterye rozwijają niezmiernie energiczną czynność biologiczną i, żyjąc tlenem zawartym we wodzie, rozkładają i mineralizują

³⁾ We Francyi są w użyciu także filtry nie zatopione (non submergedes) zraszane wodą surową na wzór biologicznych ztoży dla oczyszczenia wód kanałowych. Podobnie w Ameryce. Por. Eng. Rec. Nr. 67.

związki organiczne tak rozpuszczone w cieczy, jak również i część ciał koloidalnych.

Błona kolloidalna na powierzchni filtru, jakoteż część około 30 cm. gruba piasku, leżącego pod błoną, spełniają właściwą czynność oczyszczania wody. Oczywiście do utworzenia się błony potrzeba pewnego czasu, filtr musi się „wrobić“, lecz z biegiem czasu błona ta osiąga tak znaczną grubość, iż poczyną stawiać zbyt wielki opór przejściu wody: filtr się „zatyka“. Wszelkie uszkodzenie błony powoduje w następstwie natychmiastowe zakażenie wody filtrowanej wodą surową. Po zdjęciu błony czyli „oczyszczeniu“ filtra trzeba zatem przeczekać pewien czas, zanim się nowa błona filtrująca utworzy.

Dobrze prowadzone filtry dają znakomity stopień oczyszczenia wody. Nie rzadko spotkać się możemy z cyfrą kilku lub kilkunastu bakteryi na cm^3 we wodzie filtrowanej, to jest z cyfrą bakteryi właściwą dobrym wodom źródlanym, jakkolwiek woda surowa zawierała ich wiele tysięcy. Jako graniczną cyfrę bakteryi, dopuszczalną we wodzie filtrowanej, uważa się 100 bakteryi w cm^3 . Doświadczenie okazało, iż przy tej liczbie bakteryi woda jest jeszcze zupełnie zdatną do użytku wodociągowego.

Skutek oczyszczania na filtrach można znacznie podnieść, stosując filtrowanie kilkustopniowe, to jest przeprowadzając wodę, oczyszczoną na wyżej położonym filtrze z grubszych zanieczyszczeń, na filtry niższe, które stopień oczyszczenia podnoszą. Są to filtry systemu francuskiego Puech- Chabal (Préfiltres et filtres dégrossisseurs). Stosując pomiędzy poszczególnymi stopniami filtrów przewietrzenie wody za pomocą kaskad, można jakość wody jeszcze znacznie polepszyć. W końcu, przez dodanie pewnych koloidów, takich jak wodorotlenku glinowego,

lub pewnych związków żelaza, można przyspieszyć koagulację koloidów, a zarazem tworzenie się błony filtrującej, a skutek tego i szybkość filtrowania znacznie podwyższyć. Na tej zasadzie są budowane amerykańskie filtry pospieszne.

Woda, ulepszonymi metodami filtrowana, jest zupełnie przejrzysta, bez barwy i smaku. Ilość zawartych w niej bakterii nie przenosi liczby bakterii dobrych wód źródłanych lub gruntownych.

§ 17. *Dezynfekcyja względnie sterelizacya wody.* Jeśli chodzi o zupełne usunięcie bakterii z wody filtrowanej, czy też zanieczyszczonej jakiegokolwiek innej, uciekamy się do tak zwanej dezynfekcyi. Środkami dezynfekcyjnymi są:

1) ozon, 2) chlor, 3) promienie pozafioletowe.

Ozon jest nietrwałym związkiem tlenu, którego trzy atomy tworzą drobinę ozonu. Związek ten rozpada się z łatwością na drobinę zwykłego tlenu, oraz atom tlenu wolnego — tak zwanego in statu nascendi — który działa zabójczo na tkanki organiczne, a zatem i na bakterye, niszcząc je i spalając. W praktyce używa się ilości ozonu wynoszącej 2—3 mg. na litr wody. Ozon wytwarza się na drodze elektrycznej przez wyładowanie między dwoma biegunami prądu elektrycznego o wysokiem napięciu. Ozon, ulegając ostatecznemu rozkładowi na zwykły tlen nie zmienia w niczem własności wody poddanej sterelizacyi.

Dodatek chloru jest również znikomy, jak dodatek ozonu. Waha on w granicach 1—3 mg. czystego chloru, lub też potrójną ilość wapna chlorowego na 1 litr wody. I w tym wypadku powstaje jako końcowy produkt rozkładu tlen in statu nascendi, który niszczy drobnoustroje. Chlor sam po upływie pewnego czasu wchodzi z solami w wo-

dzie zawartymi w związku zupełnie obojętne. Metoda chlorowania wody powstała w Ameryce i tam jest do dziś dnia powszechnie używaną. W ostatnich latach metoda ta znalazła także obszerne zastosowanie w Europie. W Ameryce chloruje wodę niefiltrowaną około 400 miast, osiągnąwszy od chwili wprowadzenia tej dezynfekcyi zupełny zanik dawniej grasującego tyfusu.

Ostatnią i najnowszą metodą sterylizacyjną jest naświetlanie wody surowej zapomocą promieni pozafioletowych. Promienie te, niewidzialne dla oka, wydziela każde źródło światła. Są one jednak zupełnie pochłaniane przez pewne ciała, między innymi przez zwykłe szkło, a w znacznej mierze przez atmosferę. Najobfitszem szlucznem źródłem tych promieni są elektryczne lampki rtęciowe zamknięte w szkłe kwarcowem, które ma własność nie pochłaniania promieni pozafioletowych. Sposób działania tych promieni na protoplazmę drobnoustrojów nie jest dotychczas wyjaśniony, znamy tylko fakt, iż promienie zabijają bakterye w ciągu ułamków sekundy. W praktyce istnieją na tej zasadzie oparte sterylizatory, które dają wyniki zupełnie dobre. Warunkiem należytego działania tych aparatów jest jednak zupełna przejrzystość wody.

§ 18. Źródła fałszywe. Dezynfekcyę stosuje się nie tylko do wód powierzchniowych, lecz i do wszelkich innych wód, o ile są one bakteryami zakażone. Taką wodę dają często źródła, występujące ze skał silnie spekanych, zwane niekiedy źródłami krasowemi lub fałszywemi.

Każde źródło jest tylko widomem przejawem krążącej we wnętrzu ziemi wody gruntowej. Woda ta powstaje albo z wsiąkania wód opadowych, albo też z przenikania bieżących wód powierzchniowych, a zatem zawsze

z wody brudnej. Jeśli przeciekanie w głąb gruntu odbywa się bardzo wolno, przez ogromnie wąskie pory i kanaliki między ziarnami gruntu, powstają wówczas zjawiska zupełnie identyczne z temi, jakie są wywołane sztucznie na filtrach piaskowych. Woda oczyszcza się wtedy dokładnie z wszelkich ciał obcych. Jeśli jednak grunt tworzą skały spękane, posiadające obszerne szczeliny, przez które woda przepływa z wielką chyżością, wówczas wprowadzie duża część zawieszin, a nawet koloidów pozostanie w szczelinach skały, lecz bakterye w znacznej liczbie nie ulegną temu losowi i pojawią się w wodzie źródła.

Źródła tego rodzaju dadzą się łatwo rozpoznać przede wszystkim analizą bakteryologiczną, a następnie na podstawie tej charakterystycznej właściwości, iż ich obfitość jest w ścisłej zależności od ilości opadów deszczowych: bezpośrednio po deszczu wydajność ich natychmiast wzrasta, po ustaniu deszczu maleje. Źródła, zasilane wprost wodą rzeczną, wykazują również znaczne wahania w swej wydajności, zależnie od zmian w stanach wody rzeki, a równocześnie ulegają zmianom w swym składzie chemicznym podobnie jak wody rzeki. W czasie wysokich stanów rzek, prowadzą one wielkie ilości wody bardzo miękkiej, w czasie niskich stanów ilość ich wód się zmniejsza, natomiast woda staje się twardą. Związek pomiędzy rzeką a źródłem da się z łatwością bezpośrednio wykazać za pomocą barwiku anilinowego, fuksyny, która daje widoczne dla oka zabarwienie w rozcieńczeniu, dochodzącem do jednej stumilionowej części. Barwik ten, rzucony w odpowiednim miejscu do rzeki, po upływie pewnego czasu pojawi się w wodzie źródła.

Źródła tego rodzaju zasilają wodą swą miasta: Nicea, Tryest, Padeborn i w. i. Po przeprowadzeniu dokładnej

dezynfekcyi, woda taka może być bez uszczerbku dla zdrowia do użytku oddana.

§ 19. Zanieczyszczenie wody gruntowej. W wodzie źródlanej, a zwłaszcza w wodzie gruntowej, znajduje się często żelazo i mangan w większej niż dopuszczalna ilości. Związki te występują w postaci albo soli rozpuszczalnych, siarkanów i węglanów, albo koloidalnej, wodorotlenków. Ilość tych związków dochodzi niekiedy do kilkunastu mg. w litrze, podczas gdy dopuszczalną i nieszkodliwą jest ilość około 0.1 mg. w litrze wody.

Wydzielenie związków żelaza i manganu nie przedstawia dziś poważniejszych trudności technicznych. Przez wywołanie ściśłego zetknięcia się takiej wody z tlenem powietrza n. p. przez rozpylenie jej z wysokości około 2.0 m., sprowadza się utlenienie rozpuszczalnych związków na tlenki względnie wodorotlenki w wodzie nierozpuszczalne, które jednak pozostają w niej przez czas jakiś w postaci koloidalnej. Dla koagulacyi, t. j. ścięcia się koloidów, przeprowadza się tak przewietrzoną wodę przez ciała o silnie rozwiniętej powierzchni, jak złoża koksu, żużlu lub nawet cegieł, gdzie wskutek adsorbeyi powierzchniowej następuje na złożu (kontaktbed) koagulacya koloidów. Koagulacya ta następuje znacznie intensywniej wówczas, jeśli złożo jest już otoczone powłoką koloidalną odpowiedniego związku żelaza względnie manganu, jeśli się zatem złożo „wrobi“. Przyspieszyć wrobienie się złoża można sztucznie, używając do jego budowy materiału, zawierającego już odpowiedni związek, jak dla żelaza wodorotlenek żelazowy, lub dla strącenia manganu, braunstein albo permutyt manganowy.

Część ściętego koloidu pozostaje na powierzchni złoża, część druga zostaje wodą sptukana i musi być od-

niej oddzielona za pomocą zwykłego filtra piaskowego. Wszystkie systemy odżeleziania, których ogromnie wiele powstało w ostatnich latach, pracują na poprzednio wyluszczonej zasadzie: 1) przewietrzenia, 2) koagulacyi na odpowiednich złożach i 3) odfiltrowaniu czystej wody. Istnieją przyrządy, które pracują pod pełnem ciśnieniem wody w wodociągu i mogą być wstawione w ciąg główny, inne, które pracują w ciągu ssącym, pomiędzy studnią a pompami; zwyczajnie jednak stosuje się odżelaziacze otwarte, pracujące przy zwykłym ciśnieniu atmosferycznym.

Zasowe nagłe pojawienie się związków manganowych zwłaszcza we wodzie gruntowej ma następujące przyczyny. Aluwia rzeczne posiadają niekiedy wielkie ilości żelaza i manganu w postaci soli nierozpuszczalnych. Wskutek obniżenia zwierciadła wody gruntowej, wywołanego ujęciem wodociągowem, związki te wraz z gruntem osychają i pod wpływem powietrza ulegają rozkładowi, zmieniając swój skład na związki rozpuszczalne. Przy czasowym podniesieniu się zwierciadła wody gruntowej z jakichkolwiek bądź przyczyn, lub po zalaniu terenu wodą powodziową rzeki, związki te zostają z gruntu wylugowane i przechodzą w wodę gruntową. W ten sposób powstała n. p. katastrofa wodociągowa w roku 1909 w Wrocławiu.

6. Wybór rodzaju wody wodociągowej.

W pierwszym rzędzie należy szukać wód takich, które są z natury czyste, lub których oczyszczenie najmniej trudu i kosztów wymaga. Ponadto szukać trzeba wody możliwie wysoko położonej oraz w ilości, do zasilku

wodociągu dostatecznej. W pierwszym rzędzie wchodzi w rachubę wody źródlane, w braku nich gruntowe, w braku tamtych obu powierzchniowe.

§ 20. Źródła. Źródła leżą często w tak znacznej wysokości ponad miejscowością, iż można wodę do miasta doprowadzić spadem naturalnym. Zwykle wypadnie taniej ująć źródło nawet odległe, o ile leży dostatecznie wysoko, niż pompować z bliska wodę gruntową. Rozstrzyga tu oczywiście dopiero rachunek rentowności, wykonany dla obu wypadków. W razie ujęcia wody źródła należy poprzednio przeprowadzić dokładne zbadanie jego wydajności, a zwłaszcza wydajności w czasie najniższych stanów, to jest w ciągu lata, oraz pod koniec zimy, po długotrwałych silnych mrozach. Doświadczenie uczy, iż wydajność źródła często spada poniżej granicy w projekcie przewidzianej, ostrożność w przeprowadzeniu pomiarów jest zatem jak najbardziej wskazana. Pierwszy wodociąg wiedeński zasilany źródłami alpejskimi dał w zimie 1909 roku ilość 59.000 m³ w ciągu doby zamiast spodziewanych 200.000 m³.

Wydajność źródła mierzy się za pomocą przelewu o ostrej krawędzi. W celu przeprowadzenia pomiaru należy źródło prowizorycznie obudować, a zwłaszcza starannie odciąć dopływ wody obcej i deszczowej. Próbki wody zbiera się do flaszek, gorącą wodą dokładnie odkażonych, zatkaanych korkiem szklanym lub gumowym, z wierzchu zalakowanym. Ujęcie definitywne źródła polega na wbudowaniu komory, do której jest umożliwiony dostęp dla służby wodociągowej lecz w sposób taki, aby zanieczyszczenie wody źródła było wykluczone. Komora ta jest zaopatrzona w wentylację, osadnik piasku, spust dla czyszczenia, oraz przelew dla odprowadzenia nadmiaru wody. Poziom

ujęcia powinien leżeć w poziomie naturalnym źródła, gdyż przez obniżenie poziomu wody, zwiększa się wprawdzie chwilowo jego wydajność, lecz równocześnie powoduje wypróżnianie części podziemnego zbiornika wody gruntowej. Wskutek naruszenia równowagi pomiędzy pojemnością tegoż podziemnego zbiornika, a ilościami wody odpływającymi z źródła, powstaje w następstwie stałe zmniejszenie się jego wydajności.

§ 21. Poszukiwanie wody gruntowej nie jest tak proste i łatwe, jak wyszukanie źródła, którego istnienie jest ludności znane, a pomiar wydajności stosunkowo prosty i pewny. O istnieniu wody gruntowej przekonać się można dopiero na podstawie długich badań, a pomiar wydajności strumienia wody gruntowej daje zawsze wyniki niepewne. Bardzo często woda gruntowa znajduje się w terenach, w których na oko trudno jej istnienie przypuścić, a mianowicie w terenach piaszczystych, bezwodnych. Takie jednak terena, jako wysoce przepuszczalne, sprzyjają najbardziej powstaniu wód gruntowych. Pewne zewnętrzne oznaki pozwalają niekiedy istnienie wód gruntowych rozpoznać.

I tak, ponieważ każde źródło jest wypływem wody gruntowej na powierzchnię ziemi, postępując od źródła w górę, wstecz, musimy napotkać na wodę gruntową, która źródło owo zasila. Nie zawsze źródła występują w sposób dla oka od razu widoczny, niekiedy spostrzegamy tylko, iż potok lub rzeczka w dół biegu swego staje się coraz we wodę obfitsza, jakkolwiek brak jej wyraźnych, powierzchniowych dopływów. Jest zrozumiałe, iż potok taki jest podziemnie zasilany wodą gruntową. Niska temperatura wody w lecie, a wysoka w zimie, niezamierzające oparzeliska u brzegów, świadczą również o pod-

ziemnym dopływie, względnie ciepłych w zimie, wód gruntowych. Te typowe zjawiska zdarzają się jednak tylko tam, gdzie woda gruntowa wypływa na powierzchnię ziemi; jeśli strumień jej płynie głęboko pod ziemią, żadne widoczne oznaki nie wskazują jej istnienia. W tym wypadku dać mogą orientację mapy geologiczne, studnie domowe wreszcie wiercenia dla tego celu wyłącznie wykonane.

§ 22. Woda gruntowa pojawiać się może jedynie we warstwach przepuszczalnych; warunkiem istnienia wody gruntowej jest zatem istnienie warstwy przepuszczalnej. Takimi warstwami są: żwiry, nie zbyt miękkie piaski, pochodzące z obecnej lub minionej epoki geologicznej, następnie spękane skały lite, jak wapienie, rzadziej piaskowce, niekiedy skały wybuchowe (lawy w Eifel). Piaski i żwiry pojawiają się przedewszystkiem w dolinach rzek obecnych, zaścielają jednak również duże przestrzenie koryt rzek dyluwialnych, tworzą moreny dawnych lub istniejących lodowców i t. d.

W okresie lodowym, u południowego brzegu lodowca, który pokrywał całą północną Europę i sięgał po Karpaty i Sudety, oraz i ukośną linią po obecne ujście Łaby, u jego brzegu istniał potężny strumień, zbierający wody z topnienia tegoż lodowca jakoteż z mniejszych lodowców spuszcających się z gór południowych. Strumień ten, który co do rozmiarów zaledwie porównać można z Mississippi lub Amazonką, żłobił koryto kilkadziesiąt metrów głębokie, a kilka i kilkanaście kilometrów szerokie. Ponieważ lodowiec miał w różnych epokach zasięg rozmaity, powstawały coraz to nowe koryta, na ukos przecinające Mazowsze, Wielkopolskę i niż niemiecki. W chwili zmiany położenia lodowca opuszczone koryto napełniało się żwirami i piaskami, często przedzielonymi

warstwą mułu lub iłu. Po ostatecznym zaniku lodowca rzeki, wytryskujące z Karpat i gór okalających Czechy, wyłobiły sobie zupełnie nowe, obecne koryta, miejscami tylko idąc śladem strumieni lodowcowych. Koryta tych starych rzek pozostały jednak w głębi ziemi, jakkolwiek żwirem i piaskiem doszczętnie zasypane, i stały się ogromnym zbiornikiem wód gruntowych, krążących podziemnie, na ogół w kierunku dawno zaginionych rzek dyluwialnych. Z tego zapasu wody pokrywa obecnie swe potrzeby wiele miast niemieckich.

Podobnie, jak zasypane koryta, zachowują się również zasypane jeziora pozostałe z minionej epoki geologicznej. Wielka zapadłość tektoniczna leżąca pomiędzy górami Czarny Las a Eiffel, była początkowo jeziorem. Z biegiem czasu jezioro to zostało zasypane żwirami Renu. W żwirach tych, rozciągających się od Bazylei po Bingen, istnieje potężny strumień wód gruntowych, zasilany częściowo wodą Renu i jego dopływów, częścią wprost z opadów atmosferycznych. Koło Bingen, gdzie Ren przedziera się przez nieprzepuszczalne skały, cała woda gruntowa została zmuszona do wejścia podziemnie w koryto Renu, zwiększając objętość jego wody, podczas niskich stanów o 19%. Ten strumień wody gruntowej zasila również liczne wodociągi miast nadreńskich.

Rzeki Karpackie w epoce dyluwialnej były stosunkowo nie duże, nie wyrobiły więc zbyt obszernych koryt, ani też nie wytworzyły wyjątkowo znacznych żwirowisk. Ilość wód gruntowych, krążących w żwirach karpackich, jest też stosunkowo nieduża. Mimo braku badań w tym kierunku, pewne cyfry dowodzą, iż dla pokrycia stosunkowo małych potrzeb miejscowości podkarpackich znaleźć można w żwirach rzecznych wystarczającą ilość

wody. I tak, przy sposobności zestawienia sił wodnych na Sole, przekonałem się, iż w żwirach tej rzeki poniżej Ujsoly gubią się znaczne ilości wody, które występują z powrotem w korycie dopiero w przełomie skalistym koło Czernichowa. Zjawisko to objawia się nagłą zmianą współczynnika spływu z kwadratowego kilometra dorzezcza. Na podstawie pomiaru tego współczynnika w różnych punktach rzeki przekonać się można, iż n. p. w Milówce płynie podziemnie około 670 litrów wody, w Cięcynie ilość tu wzrasta nawet do 750 litrów i t. d. Podobne zjawiska dadzą się zaobserwować i na innych rzekach karpackich, i na tej podstawie cała ilość wody gruntowej płynącej w zwirowiskach da się w przybliżeniu oznaczyć. (Por. także: Dr. Romer: O napływie wód gruntowych w dolinie Wisły w Galicyi. Czasop. techn. T. XXV.).

Ilość wody gruntowej nie da się jednak dokładnie oznaczyć tam, gdzie woda uchodzi podziemnie do nieznanego bliżej recypienta, gdzie zatem bezpośredni pomiar wody nie jest możliwy. Z tego to powodu wielokrotnie przeceniono ilość wody gruntowej, jak np. w Berlinie, Wrocławiu i wielu innych dużych miastach. U nas zdarzyło się tak z wodociągiem krakowskim, gdzie projekt liczył na niczem bliżej nieokreślony dopływ wody gruntowej z wapieni jurajskich z pod skał Bielańskich, zaś po puszczeniu wodociągu w ruch okazało się natychmiast, iż z tej strony nie było żadnego dopływu wody gruntowej, a studnie są zasilane wyłącznie wodą Wisły, na szczęście przez piaski koryta doskonale przefiltrowaną.

Przyczyna wielu doznanych niepowodzeń leży przeważnie w tem, iż zbiornik wody gruntowej mylnie brano za strumień tejże wody; zbiornik daje z początku wielką ilość wody, wyczerpuje się jednak szybko, zwierciadło

wody w gruncie opada, a zakład wodociągowy z biegiem lat dostarcza coraz mniejszych ilości wody, natomiast osusza niekiedy znaczne przestrzenie gruntu naokół siebie.

Z uwag powyższych wynika, iż ocena ilości wód gruntowych musi być dokonana niezmiernie ostrożnie, na podstawie dokładnych studyów i badań, przez fachowego znawcę. Nie podobna nigdy ograniczyć się na skonstatowaniu pewnej ilości wody, nie zbadawszy jej pochodzenia, obszaru zlewni i t. d., a zatem czynników, które na ilość i stałość dopływu wody gruntowej mają wpływ przeważający.

§ 23. Poszukiwanie wody gruntowej odbywa się w sposób następujący. Z kart geologicznych, obejścia terenu, naturalnych odkrywek i studzien domowych, oraz ewentualnie sondowań i rozkopów, dojść można do przeświadczenia, czy w danej okolicy znajdują się warstwy przepuszczalne takie, jak spękane skały, piaski i żwiry, umożliwiające powstanie wód gruntowych. Te wstępne badania dadzą równocześnie obraz rozciągłości warstwy przepuszczalnej, o ile ona istnieje, ocenę grubości tejże warstwy, oraz tej jej części, która jest wodą przepojona. Zestawiając uzyskane daty z położeniem i poziomem ścieków naturalnych, dociec można z łatwością, jaki związek zachodzi pomiędzy tymi dwoma czynnikami, czy warstwa przepuszczalna czerpie wodę z opadów, czy równocześnie i ze ścieków, czy też, odwrotnie, woda gruntowa ścieki zasila. Powstałe w tym względzie wątpliwości rozstrzygnie pomiar niwelacyjny poziomów wody w potokach, istniejących studniach, oraz ewentualnych dla tego celu założonych otworach. Na tej podstawie wyrysować można plan powierzchni wody gruntowej, znaleźć wielkość spadów i kierunki ruchu wody, którymi są kierunki największego spadu zwierciadła wody.

Te wstępne studia odrazu rozwiążą kwestyę, czy zbadany całkowity obszar warstwy przepuszczalnej jest dość znaczny, aby w nim samym powstać mogła dostateczna ilość wód gruntowych, a następnie, czy, w razie infiltracyi ścieków, woda tychże ścieków przebywa w podziemiu czas dostatecznie długi, aby się mogła należycie oczyścić i być do użytku wprost zdatną. Jeśli pytania te zostały korzystnie rozstrzygnięte, przystąpić można do badań szczegółowych, polegających na przewierceniu terenu wodonośnego siecią otworów tak gęstą, aby obserwacya poziomu wody w nich dać mogła dokładny obraz całej powierzchni wody gruntowej, oraz wahań jej w zależności od pory roku. Wiercenia muszą być przeprowadzone do warstwy nieprzepuszczalnej, celem zbadania miąższości tejże warstwy oraz grubości warstwy wodą przepojonej. Metodami rachunkowymi można już na takiej podstawie określić w przybliżeniu ilość wód podziemnie płynących; dokładniejsze daty uzyskać można jednak jedynie na podstawie prób pompowania z jednej lub kilku studni próbnych, a im dłuższy przyjmiemy okres pompowania, tem dokładniejsze będą uzyskane daty co do ilości wody gruntowej płynącej warstwą wodonośną czyli wydatności terenu. Na podstawie wyniku pompowań wyznacza się ostatecznie rozmiar oraz odstęp studzien ujęcia.⁴⁾

Jeśli nie możemy dociec pochodzenia wody gruntowej, w obec czego zachodzi poważna wątpliwość, czy nie mamy do czynienia z ograniczonym zbiornikiem wody,

⁴⁾ W Ameryce w pewnym wypadku wykonano ujęcie zupełnie odmiennie, gdyż zamknięto szczelnym murem koryto rzeki wypełnione żwirem, w którem płynął strumień wody gruntowej. Wodę tę zmuszono w ten sposób do spiętrzenia się poza murem i wpłynięcia do studzien, a w końcu kanału odprowadzającego wodę do miasta. U. S. Geolog. survey. Wat. suppl. pap. Nr. 67.

a nie z jej strumieniem, jeśli nie możemy zatem uzyskać pewności absolutnej, iż ilość wody gruntowej będzie dostateczna, należy szukać odrazu innych, wydajniejszych źródeł zaopatrzenia w wodę.

§ 24. Sztuczna woda gruntowa. Pod względem jakości wody najbliższej wód gruntowych naturalnych stoją sztuczne wody gruntowe. Warunkiem tworzenia tego rodzaju wód jest istnienie dobrze przepuszczalnych, ostrych piasków i żwirów, oraz obecność możliwie czystych wód powierzchniowych. Tego rodzaju warunki naturalne istnieją z reguły nad brzegiem rzek, płynących we własnych alluwiach żwirowych. Zakładając ujęcie studniami lub kanałem równoległe do brzegu rzeki, w odległości od brzegu tak wielkiej, aby przeciekająca z koryta woda przebywała w gruncie czas 30—40 dni (Frankfurt n/M), uzyskać można wodę pod względem temperatury, barwy i zawartości bakterii z reguły zupełnie odpowiednią. Odległość ujęcia od brzegu (rzeki lub jeziora) zależy zatem jedynie od przepuszczalności warstwy filtrującej. Ponieważ zmiany w poziomie wody w rzece niekorzystnie wpływają na jakość sztucznej wody gruntowej, wskazaniem będzie niekiedy wodę rzeczną sztucznie podnieść do basenów lub kanałów, położonych ponad zalewem wielkiej wody rzeki (Gotenburg, Frankfurt) i stworzyć zupełną „fabrykę“ wody gruntowej. W takim wypadku należy jednak zawsze zbadać, czy nie jest prościej urządzić kompletny zakład filtrowania wody, dający bez porównania lepszą i dokładniejszą kontrolę nad jakością oczyszczanej wody.⁵⁾

⁵⁾ Przy ujęciu sztucznej wody gruntowej, uzyskiwanej naturalną infiltracją wprost z koryta rzeki, liczyć się trzeba zawsze z dwoma faktami. Przedewszystkiem naturalny filtr zamula się tak samo jak sztuczny, ujęcie zatem stale traci na swej wydajności i po pewnym przeciągu czasu

7. Wody powierzchniowe.

§ 25. Gdzie nie ma źródeł ani warunków powstania wody gruntowej czy sztucznej, a zwłaszcza tam, gdzie nie można się spodziewać dostatecznej ilości wody, więc przede wszystkim w miastach dużych, uciec się trzeba do zasłku wodą powierzchniową.

Wody tego rodzaju mają ogromną wyższość nad wodami gruntowymi, mianowicie że jest ich ilość nieograniczona i że obecność ich da się naocznie stwierdzić, a ilość dokładnie pomiarem ustalić. Woda powierzchniowa, o ile jest dobrze przefiltrowana i przewietrzona, a ewentualnie następnie zdesyntezyonowana, jest bez zarzutu i od najlepszych wód gruntowych różni się jedynie temperaturą i zmienną twardością. Ujęcie tej wody jest łatwe, da się dowolnie rozszerzać i zapewnia miastu zawsze dostateczną ilość wody. Z tej przyczyny duże a nawet średnie miasta amerykańskie i angielskie, a także duża liczba innych miast europejskich przeszła stopniowo na zasitek wodą powierzchniową.

Rozróżniamy trzy rodzaje wód powierzchniowych nadających się do zasłku wodociągów: 1) woda płynąca

trzeba ujęcie przenieść w inne miejsce, lub je znacznie przedłużyć, a powtóre, w czasie wielkich wód, ruch rumowiska powstały w korycie rzeki niszczy błonę filtrującą, jaka się na dnie tworzy, w czasie tych stanów zmniejszają się wskutek tego raptownie opory ruchu, a równocześnie wzrasta ciśnienie słupa wody, działającego na filtr naturalny. Wynikiem tego jest to, że do ujęcia dopływa woda, filtrowana znacznie gorzej, niż w czasie niskich stanów. Studnie spółki wodnej na rzece Ruhr dały w czasie niskich stanów wody w rzece dnia 8. II. 1912, 87 bakterii wobec 23.700 zawartych we wodzie rzeki, a w dniu 9. II. 1912 w czasie wysokich stanów dały 1074 bakterie w 1 cm³, podczas gdy w rzece ilość bakterii wzrosła do 64.600. Liczba bakterii w studni wzrosła zatem w stosunku znacznie silniejszym w studniach (1:12.3) niż w rzece (1:2.7).

potoków i rzek, 2) woda stojąca jezior naturalnych, 3) woda jezior sztucznych czyli zbiorników. Wodę rzeczną ujmuje się przy brzegu wklęsłym, w miejscu, gdzie jest zapewniony stały silny prąd wody, niedopuszczający do tworzenia się osadów, gdzie głębokość jest możliwie znaczna, oraz zawsze powyżej miasta, gdzie woda rzeki jest stosunkowo najbardziej czysta. Doskonale założone ujęcie wody Wisły ma Warszawa. Wodę jezior ujmuje się zdala od brzegu, w odległościach kilku setek metrów do kilku kilometrów. Naprzykład ujęcia wody z jeziora Bodeńskiego, zaopatrujące miejscowości położone nad tem jeziorem leżą w oddaleniu 400 do 500 metrów od brzegu; odległość ujęcia wody jeziora dla miasta Chicago wynosi 4 mile angielskie t. j. $6\frac{1}{2}$ km. Ujęcie zakłada się zdala od ujścia ścieków, w miejscu, gdzie jezioro posiada możliwie dużą głębokość (Annecy 40 m.) W jeziorach ujmuje się najczystszej warstwę wody, która leży w głębokości pomiędzy 3 m ponad dnem, a kilka metrów poniżej zwierciadła wody. Najsilniej zanieczyszczoną jest woda na powierzchni, gdzie gromadzą się zanieczyszczenia lżejsze od wody i gdzie rozwija się w promieniach słońca silne życie organiczne, zaś drugą strefą silnego zanieczyszczenia jest kilkumetrowa warstwa pokrywająca dno, gdzie gromadzą się obumarłe i gnijące resztki roślinne i zwierzęce. Ujęcie powinno leżeć w głębokościach poniżej 14 m, gdzie temperatura wody jest niska, około 8°C , i w ciągu roku ulega słabym wahaniom. Ujęcie założone w znaczniejszej głębokości daje zatem wodę o stałe niskiej temperaturze, właściwej dobrym wodom gruntowym.

Sztuczne jeziora, czyli zbiorniki dają wodę o charakterze zupełnie tym samym, co woda z jezior naturalnych, z tą może tylko różnicą, iż zbiorniki, jako budowane ręką ludzką mogą być założone w dolinach odosobnio-

nych i niezamieszkałych, gdzie zanieczyszczenie dopływającej wody będzie ograniczone do rozmiarów możliwie najmniejszych, mogą zatem dać wodę czystsza, niż małe jeziora naturalne. Ujęć wody zbiornikowej istnieje bardzo wiele w Ameryce, a w ostatnim dziesiątku lat powstało ich dużo w Niemczech. Na wielką skalę są budowane także ujęcia w Anglii (Liverpool). W Ameryce największe ujęcia mają miasta N. York i Los Angeles. Ujęcie wody dla Nowego Yorku obejmuje szereg zbiorników o pojemności kilku miliardów m³, które dostarczają średnio 37m³ na sekundę wody wodociągowej. (Wiedeń 2.3m³). Woda ta będzie przed oddaniem do użytku filtrowana.

W poprzednich ustępach podałem ogólne zasady, którymi się trzeba kierować przy zakładaniu wodociągu. Poniżej podaję po krótko elementa, z których się nowożytny wodociąg składa, Nie podobna tu jednak wchodzić w szczegóły konstrukcyi i obliczeń, zbyt ściśle fachowe, aby ich popularne przedstawienie dało się dobrze wykonać i mogło przynieść realne korzyści. Poprzestaję zatem na ich krótkim przedstawieniu.

8. Elementy wodociągu centralnego.

§ 26. Studnia jest tą częścią wodociągu, w której następuje wydobycie wody gruntowej z podziemia na powierzchnię terenu. Woda, krążąca dotychczas pod ochroną przykryciem gruntu, zostaje w studni odsłoniętą i narażona być może na zanieczyszczenie i zakażenie. Studnia jest w skutek tego najwrażliwszą częścią całego wodociągu, powinna też być najstaranniej wykonana.

Studnie buduje się z materiału trwałego, nie podlegającego rozkładowi, a zatem z cegły na cemencie, be-

tonu, żelaza. Płaszcz studni musi być w górnej przynajmniej części szczelny i zapuszczony w grunt tak, aby pomiędzy nim, a otaczającym gruntem nie powstała szczelina, przez którą mogłaby się dostać woda obca i zanieczyszczona. W tym celu należy dookoła płaszcz wykopać rów i wypełnić go dobrze ubitym iłem, zaś górną powierzchnię tego nasypu założyć w spadzie, skierowanym od studni na zewnątrz, i wyłożyć go brukiem szczelnym, na zaprawie cementowej. Płaszcz studni musi wystawać ponad teren i u góry musi być zamknięty szczelnie przykrywą tak, aby pobór wody odbywał się za pomocą przyrządu mechanicznego, pompy, a nie za pomocą spuszczonego na łańcuchu naczynia, zwłaszcza nie naczynia obcego. Ogromnie liczne wypadki zakażenia wody w studni, a następnie wybuchu epidemii tyfusu powstały w skutek wprowadzenia do studni dzbanka zakażonego, pochodzącego z domu chorego na tyfus.⁶⁾

Z bliskiego sąsiedztwa studni należy wykluczyć istnienie dołów, w których może się zbierać woda i podziemnie przeciekać do studni. Zwłaszcza wykluczone jest użycie tych dołów dla gromadzenia śmiecia, nawozu, lub odchodów kloaczych. Studnie wodociągu centralnego powinny być jeszcze bardziej skrupulatnie chronione przed możliwością zanieczyszczenia. Wstęp do studzien tych musi być bezwarunkowo wzbroniony, a nawet dostęp w pobliże studzien możliwie ograniczony. W tym celu muszą być studnie dokoła otoczone silną siatką żelazną.

W najbliższym pasie otaczającym studnie wodociągowe, na szerokość kilkudziesięciu do kilkuset metrów,

⁶⁾ Por. Die Hygiene des Wassers, Dr A. Gärtner, Braunschweig 1915.

musi być wzbronione zakładanie studzien prywatnych, kopanie dołów, pobór gliny lub szutru, zakładanie śmietników i gnojówek, zwłaszcza w dołach nieszczelnych. W takim pasie ochronnym musi być ograniczony sposób użytkowania gruntu nawet pod względem jego zakulturowania. I tak nie powinno się dozwalać gnojenia pól, gdyż doświadczenia wykazały, iż zakażenie wody gruntowej następowało w licznych wypadkach bakteriami tyfusu, wymytymi z nawozu wodą deszczową i splukanymi następnie w strumień wody gruntowej. W końcu jest wykluczone prowadzenie ścieków kanałowych rurami nawet szczelnymi przez teren wodociągowy. W pewnym wypadku epidemia tyfusu wybuchła wskutek zakażenia wody gruntowej z niedostrzeżonego na razie pęknięcia kanału, który odprowadzał wody kloaczne z pewnego sanatorium. Szerokość pasu ochronnego jest zależna wprost od przepuszczalności gruntu, a następnie od głębokości w jakiej pod ziemią woda krąży. Im jest większa przepuszczalność gruntu, a woda leży płycej, tem szerszy musi być pas ochronny.

§ 27. Zakład tłoczenia (stacja pomp).
Przy ujęciu wód gruntowych i rzecznych okazuje się z reguły potrzeba sztucznego podniesienia, tłoczenia wody. Tłoczenie odbywa się za pomocą pomp poruszanych motorem. Jako motoru używa się najczęściej maszyny parowej, która porusza pompę łożyskową. Jeśli miasto posiada zakład elektryczny, jest bardzo wskazane użyć napędu elektrycznego, przy którym stosować można pompy odśrodkowe. Motor elektryczny i pompa odśrodkowa są złączone na jednym wspólnym wale, wskutek czego się unika strat przeniesienia siły. Agregat tak utworzony jest znacznie lżejszy od agregatu parowo-pompowego, wymaga

słabszych fundamentów, małego budynku i znacznie mniejszej obsługi, a nawet da się urządzić na ruch automatyczny. Jakkolwiek cena jednostki siły przy popędzie elektrycznym zwykle jest wyższa od siły parowej, z powodów powyżej przytoczonych ogólny koszt tłoczenia jest przy popędzie elektrycznym, zwłaszcza małych zakładów niemal zawsze mniejszy od popędu parowego. Prócz tego istnieje dalsza korzyść w tem, że normując ruch pomp wodociągowych na czas najmniejszego obciążenia zakładu elektrycznego, tj. na godziny nocne i ranne, można ujednostajnić obciążenie tego zakładu, co na ekonomię jego ruchu ogromnie korzystnie oddziaływa (Nowy Sącz).

§ 28. Zbiornik wodociągowy. Rozbiór wody wodociągowej w mieście osiąga swoją najwyższą wartość około południa, a następnie około godziny 6-tej wieczorem. W nocy, a zwłaszcza około godziny 2-giej nad ranem, rozbiór wody osiąga wartość najniższą. Ponieważ dopływ wody wodociągowej jest przy zasilku wodą źródlaną *stały w ciągu całej doby, a przy wodociągu pompowym stały przez czas pompowania, wynika stąd w pewnych porach brak wody, a nadmiar jej w innych. Okazuje się zatem potrzeba założenia pewnego regulatora dopływu w postaci zbiornika. Zbiornik służy pozatem jako zapas wody na wypadek zepsucia się ciągu głównego lub pomp. Zbiornikowi daje się zwykle pojemność całodobowego zużycia wody. Teoretycznie, dla wyrównania dopływu wystarczy pojemność znacznie mniejsza, bo około $\frac{1}{3}$ powyższej, przy stałym dopływie wody w ciągu doby. Jest też możliwe zaniechać zupełnie budowy zbiornika, jeśli zakład tłoczenia będzie wyposażony w tak silne pompy, któreby zdołały pokryć

każdochwilowe całe zapotrzebowanie miasta. Zbiornikowi przypada do spełnienia także drugie zadanie, regulowania ciśnień w sieci. W razie zaniechania budowy zbiornika okazuje się zatem potrzeba zastąpienia go wieżą ciśnień (Warszawa).

Zbiorniki wkopane w teren buduje się z cegły lub betonu, przykrywając je sklepieniem lub płytą żelazno-betonową. Przeciw zmianom temperatury chroni się wodę, przykrywając zbiornik nasypem ziemnym, około 1.0 m. wysokim. Zbiornik zakłada się w położeniu dominującym ponad miejscowością, a w razie braku odpowiedniego wzniesienia, ustawia się go na wieży, dziś budowanej zwykle z żelazobetonu. Pojemność zbiornika na wieży jest możliwie małą, gdyż tego rodzaju zbiorniki są kosztowne. W tym wypadku odpowiednio do zmniejszonego rozmiaru zbiornika powiększyć trzeba wielkość zakładu pomp.

§ 29. Sieć rur wodociągowych. W sieci rur rozróżniamy: ciąg główny, prowadzący wodę od ujęcia do zbiornika, oraz ciągi rozdzielcze, odgałęziające się od ciągu głównego. W większych miastach jest wskazane założenie w obrębie miasta dwu ciągów głównych większych rozmiarów, ze względu na potrzebę rezerwy w razie zepsucia się jednego z nich. Celem uzyskania najwyższej ekonomii ruchu należy średnicę ciągu głównego ustalić na tej podstawie, aby prędkość przepływu tłocznej wody przez ciąg główny leżała w granicach 50 do 60 cm. na sek. Ciągi rozdzielcze powinny tworzyć sieć ze sobą w możliwie wielu punktach złączoną, dla uzyskania ciągłego krążenia, odnawiania się wody na wszystkich punktach ciągów. Ciągi kończące się ślepo powinny otrzymać na końcach studnie publiczne, które zapobiegają stagna-

cyi wody. Do wykonania sieci służą rury żelazne, lane lub kute. Oba rodzaje rur są asfaltowane na powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej, rury kute są ponadto na zewnątrz owinięte jutą. Koszt obu rodzaju rur jest niemal jednakowy, lecz rury kute są mniej odporne przeciw rdzewieniu, natomiast nie są tak kruche jak rury lane. Wskutek tego rury kute nadają się do użycia w terenach niezbyt pewnych, nasypach, przy przekroczeniu ścieków i t. d. poza tem używa się rur lanych. Połączenia rur ze sobą wykonuje się albo za pomocą kołnierzy, ściąganych śrubami, częściej jednak za pomocą rękawów, uszczelnianych sznurem konopnym i ołowiem. Głębokość układania rur pod terenem wynosi w naszym klimacie 1.6—1.8 m. ze względu na ochronę wody wodociągowej przed zamarzaniem.

§ 30. Połączenia domowe. Połączenia domowe wykonuje się z kutych rur żelaznych, na powierzchni cynowanych lub cynkowanych, niekiedy z rur ołowianych. Te ostatnie podlegają nagryzaniu przez wodę, zawierającą duże ilości bezwodnika kwasu węglowego. Tworzący się węglan ołowiu, rozpuszczalny we wodzie jest trujący, wskutek czego w razie użycia rur ołowianych należy z rana wypuścić z kurków wodę, która przez noc znajdowała się w rurach w spoczynku i węglanem się nasyciła. Połączenia domowe powinny być szczelne i nie powinny nigdzie otrzymać bezpośredniego połączenia z misami klozetów i zlewów. Zdarzają się z różnych powodów w ciągu domowym spadki ciśnienia tak znaczne, iż powstają ciśnienia ujemne, wskutek czego instalacja może wessać zawartość misy. Tą drogą wywołane zanieczyszczenie wody udzielić się może ciągowi ulicznemu, a następnie rozprzestrzenić się dalej w sieci.

9. Wodociągi grupowe.

§ 31. Założenie wodociągu centralnego daje niezapreczone korzyści, połączone jest jednak z kosztami tak znacznymi, iż nie każda, mała zwłaszcza, miejscowość jest w stanie pokryć duże koszty założenia wodociągu oraz jego ruchu. Ponieważ przeważna część tych kosztów przypada na ujęcie i zbiornik, ekonomia ruchu wodociągu polepszy się znacznie, jeśli założymy ujęcie, zaopatrujące we wodę nie jedną, lecz szereg, grupę miejscowości, a razem, jeśli im damy jeden wspólny zbiornik. Tak powstały wodociągi grupowe. Wybudowano ich wiele w Bawarii, W. Ks. Badeńskim, Württembergii. Największym obecnie w Europie wodociągiem grupowym jest południowo-włoski wodociąg Apulijski, zaopatrujący z jednego ujęcia, źródeł rzeki Sele, 260 miejscowości, liczących razem 2 miliony ludności.

Nie ma zasadniczej różnicy pomiędzy wodociągiem grupowym, a zwykłym; każda miejscowość otrzymuje swój bardzo mały zbiorniczek miejscowy, a ponadto szereg miejscowości, leżących w jednej strefie ciśnienia, wspólny większy zbiornik strefowy. Pewne trudności w kolejnym, automatycznym napełnianiu poszczególnych zbiorników strefowych z jednego ciągu głównego i jednego ujęcia oraz stacji pomp pokonano w sposób zupełnie zadowalający. Przy wielkiej liczbie wodociągów centralnych i grupowych w prowincjach Nadreńskich w Niemczech, wprowadzić tam można było połączenie poszczególnych grup ze sobą, tak, iż w razie wypadku, grupy te wzajemnie się wspierają. Urządzenie to przypomina tworzenie wspólnej sieci wysokiego napięcia, zasilanej prądem szeregu odrębnych zakładów elektrycznych.

10. Koszta i rentowność.

§ 32. Koszt budowy wodociągów centralnych da się przerachować na głowę mieszkańca. Koszt ten wynosi w dużych miastach mniej, w małych miejscowościach i dla wodociągów grupowych odpowiednio więcej. Duże miasta budują swe wodociągi kosztem 25—50 kor. na głowę mieszkańca, podczas gdy w małych miejscowościach koszt ten, dochodzi do 100 kor. a nawet i wyżej. Wodociąg Warszawy kosztował na głowę mieszkańca 36 kor., Lwowa 43 kor., Sącza 57.7 kor., Tarnowa 58.2 kor., grupowy wodociąg Apulijski 67.5 lirów, grupowe wodociągi niemieckie od 57 do 250 marek. Koszt produkcji wody waha w odpowiednio dużych granicach od 18 halerzy do 65 halerzy za 1 m³.

Pokrycie kosztów budowy wodociągu i jego ruchu odbywa się w dwa sposoby, albo przez nałożenie opłaty jednostkowej za każdy pobrany metr sześcienny wody (z odpowiednimi opustami dla większych odbiorców), albo też przez nałożenie podatku wodociągowego w pewnej stałej wysokości, zależnej od czynszu najmu nieruchomości. Pierwsza podstawa jest oczywiście bardziej racjonalna, niż druga, i chroni gminę przed marnowaniem wody. Drugi sposób jest pod względem administracyjnym do przeprowadzenia łatwiejszy, pozwala z góry ustalić wysokość dochodu i dochód ten rzeczywiście pobrać, lecz nieuniknienie sprowadza z czasem bezpotrzebne marnowanie wody. Istnieją także taryfy kombinowane, polegające na przykład na ustaleniu pewnej opłaty zależnej od wysokości czynszu, która uprawnia do poboru pewnej minimalnej ilości wody na głowę i dobę, podczas gdy nadmiar pobieranej wody ponad to minimum jest opłacony podług ceny jednostkowej, za metr sześcienny wody. Takie kompromisowe ta-

ryfy łączą przede wszystkim wady obu systemów, nie dając wybitnych korzyści. Wzorowe urządzenie ma Warszawa, która nie wprowadziła przymusu łączenia się z wodociągiem, uzyskała jednak dobrowolne połączenie blisko 90% nieruchomości miejskich, pobiera opłatę we wysokości 8.95 kop. za 1 m³. dostarczonej wody wodociągowej, a nadto 40% tej kwoty na koszt utrzymania sieci kanalizacyjnej. Ogólne obciążenie tymi wydatkami wypadało na głowę mieszkańca w roku 1910, 2 rb, 95 kop. rocznie. W tej kwocie mieści się czysty dochód roczny z obu zakładów, wodociągowego i kanałowego, we wysokości pół miliona rubli.



T R E Ś Ć :

	Strona:
1. Wstęp	3.
2. Właściwości wody wodociągowej	
§ 2. Jakość wody wodociągowej	3— 5
§ 3. Ilość potrzebnej wody	5— 7
§ 4. Wysokość ciśnienia	7— 8
§ 5. Strefy ciśnienia	8— 9
3. Rodzaje wód	
§ 6. Przemiana wody na powierzchni ziemi	9
§ 7. Woda gruntowa	9—11
§ 8. Źródła	11—12
§ 9. Piętra i woda artezyjska	12
§ 10. Odmienne przyczyny powstawania wód grunto- wych	12—13
§ 11. Sztuczna woda gruntowa	13—14
§ 12. Ilość wód gruntowych	14—15
§ 13. Wody powierzchniowe	15—16
4. Zanieczyszczenia wód powierzchniowych	
§ 14. Rodzaj i ilość zanieczyszczeń	16—18
5. Oczyszczanie wód powierzchniowych i gruntowych	
§ 15. Osadniki	19—20
§ 16. Filtry	20—22
§ 17. Dezynfekcja względnie sterylizacja wody	22—23
§ 18. Źródła fałszywe, ich powstanie i jakość wody	23—25
§ 19. Zanieczyszczenie wody gruntowej	25—26
6. Wybór rodzaju wody wodociągowej	
§ 20. Źródła, ich wydajność, ujęcie, pomiar	27—28
§ 21. Wstępne prace przy poszukiwaniu wody gruntowej	28—29

§ 22. Woda gruntowa w alluwiach rzek i jezior . . .	29—32
§ 23. Poszukiwanie wody gruntowej	32—34
§ 24. Sztuczna woda gruntowa	34
7. Wody powierzchniowe	
§ 25. Rodzaje zdalnych do użytku wód powierzchniowych	35—37
8. Elementy wodociągu centralnego	
§ 26 Studnie	37—39
§ 27. Zakład tłoczenia (stacya pomp)	39—40
§ 28. Zbiornik wodociągowy	40—41
§ 29. Sieć rur	41—42
§ 30. Połączenia domowe	42—43
9. Wodociągi grupowe	
§ 31. Korzyści wodociągu grupowego, sposób założenia	43—44
10. Koszta i rentowność	
§ 32. Sposób pokrycia kosztów, rentowność wodociągu Warszawy	44—45



nrp. 396

WYDAWNICTWO KSIĘGARNI POLSKIEJ

BERNARDA POŁONIECKIEGO WE LWOWIE.

ZADANIA I POTRZEBY GOSPODARCZE.

Pod redakcją prof. Fr. Bujaka zaczyna wychodzić zbiór prac, odnoszących się do spraw krajowych, gospodarczych i społecznych. Przeznaczone dla publiczności wykształconej mają one zwracać uwagę na najważniejsze zagadnienia, szerzyć ich zrozumienie i torować drogi dla rozumnej i energicznej polityki krajowej oraz budzić zainteresowanie dla działań zbiorowych.

Będą one przedstawiały ukształtowania stosunków naszych pod wpływem wojny oraz będą się starały wskazywać sposoby działania i kierunki rozwoju i dlatego powinny się znaleźć w ręku każdego, komu losy kraju i przyszłość narodu leżą na sercu.

1. Bujak Fr.: Myśli o odbudowie. Kor. 1. Jest to niejako wstęp do całego wydawnictwa, podający jego przewodnią ideę; autor omawia potrzebę przebudowy społeczeństwa, zwłaszcza jego psychicznego stosunku do życia gospodarczego.
2. Wygoda Benedykt: Ustrój gospodarstw włościańskich w Galicyi. Kor. 1'20. Autor z zapałem i gruntowną znajomością wykazuje konieczność komasacyi gospodarstw włościańskich jako podstawy dla wszelkiej działalności nad podniesieniem rolnictwa oraz wskazuje sposoby zmiany ustawy komasacyjnej.
3. Wygoda Benedykt: Hodowla zwierząt domowych. Kor. 1'20.
4. Wygoda Benedykt: Uprawa roli. Kor. 1'20. — Razem z zeszytem poprzednim prace te zawierają zarys ekonomiki rolniczej małej własności; zasługuje tem więcej na uwagę, że wyszedł z pod pióra wieloletniego powiatowego instruktora rolnictwa w Galicyi wschodniej, któremu nie obce są i stosunki w zachodniej części kraju.
5. Dziedzic Jan Tomasz: Jak zakładać i prowadzić składnice i sklepy „Kótek rolniczych“? Kor. 1'20. Gorący zwolennik działalności handlowej Zarządu głównego Tow. „Kótek rolniczych“, były kierownik składnicy „Kótek rolniczych“ w Białej a od szeregu lat dyrektor składnicy w Nowym Targu, przedstawia w sposób prosty, ale ze ścisłością i znanstwem, ten popularny, ale jeszcze słabo rozwinięty dział pracy gospodarczej, który w czasach obecnej drożyzny powszechnie musi budzić zainteresowanie.

NP.0396

6. Dr. A. Szczepański: Rozwój przemysłu w Galicyi. Znany i ceniony kierownik krajowego przemysłu słowej daje tu głęboką syntezę swoich poglądów na rozwój przemysłu w Galicyi i kresli wytyczne linie jego rozwoju w przyszłości.
7. Dr. Edward Taylor: O istocie współdzielczości. Kor. 1-20. Wobec coraz bardziej rosnącego znaczenia współdzielczości dla naszego społeczeństwa pożądane jest gruntowne wniknięcie w istotę tego pojęcia i w genezę tego ruchu, co właśnie jest przedmiotem niniejszej pracy wybitnego pracownika na polu kooperacji w Galicyi.
8. Zofia Wygodzina: Kobieta wiejska jako czynnik gospodarczy i kulturalny. Kor. 1-20. Niniejsza praca ma na celu ugruntować przekonanie, że kobieta jest na wsi równorzędnym z mężczyzną czynnikiem gospodarczym i kulturalnym i skłonić społeczeństwo do wyciągnięcia nasuwających się z tego wniosków i wprowadzenie ich w pełnej mierze w życie.
9. Józef Bek: Kooperatywy spożywcze. Kor. 1.
10. Dr. Paweł Łoziński. Czem się zajmuje i czego uczy towarzystwo? Kor. 1.
11. Dr. A. Szczepański: Przemysł żelazny Galicyi i warunki jego rozwoju. Kor. 1.
12. Józef Bek: Opieka nad sierotami. Kor. 1.

Dalsze prace w



400000000016781