

Wykłady prof. inż. I. Radziszewskiego  
„O WODOCIĄGACH”.

WSTĘP.

Urządzenia wodociągowe, mające na celu dostarczanie ludności przede wszystkim zdrowej i obfitej wody do użytku wewnętrznego i zewnętrznego, nie są bynajmniej wynikiem pomysłów i wysiłków wieków ostatnich. Zapotrzebowanie wody oddawna domagało się rozwiązywania trudności, jakie spotykano w miarę wzrostu ludności w większych skupieniach ludzkich. Już przed tysiącami lat potrzeba zdrowej i obfitej wody zmusiła do wykonania wielu imponujących budowli wodociągowych w Chinach, Egipcie, Assyrii, Babilonie, Palestynie, a później w różnych zakątkach państwa Rzymskiego i w samym starożytnym Rzymie.

Wiedza i stan techniki starożytnej ograniczały w znacznym stopniu budowę wodociągów, gdyż nie znano sposobów pokonania napotykaných trudności; w każdym razie wówczas doprowadzano wodę do kranów, ustawionych na placach, skąd ludność mogła czerpać wodę.

Niektórzy z magnatów mogli pozwolić sobie na doprowadzenie wody do wnętrza swych pałaców.

Nowsze dopiero czasy, dzięki postępowi różnych gałęzi techniki, dały możliwość zdemokratyzowania wody: każdy najbiedniejszy nawet mieszkaniec nie tylko w suterynach, lecz i na wysokich poddaszach może mieć wodę bez wysiłku, w dowolnej niemal ilości i w każdym czasie.

Znany jest ogólnie wpływ dobrej wody na poprawę zdrowotności mieszkańców. Po zaprowadzeniu kontroli nad studniami i po wybudowaniu dostatecznej liczby studni, czyniących zadość wymaganiom higieny, epidemie, stale nawiedzające pewne gminy, słabną z początku, a z czasem giną zupełnie.

Jako przykład przytoczę powiat Łańcucki, stale nawiedzany przez epidemię tyfusu brzuszno: do czasu przedsięwzięcia energiczniejszych kroków ku zwalczaniu epidemii — do roku 1892 f — konstatowano wypadków śmierci na tyfus brzuszny 165 do 298. Z rokiem rozpoczęcia budowy racjonalnych studni tyfus zaczął słabnąć: zaraz w roku następnym z 288 spadła liczba śmierci do 56 i t. d. tak, że w roku 1903 — było 6 wypadków, w roku 1904 — 0, w 1905 — tylko 2; charakter epidemiczny zupełnie ustał. Przypomnę tu jeszcze obawy, jakie przeżywaliśmy w roku wojennym 1914 i 1915 kiedy z powodu nagromadzonych wojsk i niezliczonych mogił poległych obawiano się poważnych epidemii; poza zwykłymi środkami czystościowymi — energicznie zajęto się uporządkowaniem starych i budową nowych studni. W rezultacie ani Warszawa, ani bliższe okolice od epidemii nie ucierpiały.

Jeśli budowa studni sama przez się tak wpływa na polepszenie warunków zdrowotnych, pomimo że z powodu rozrzucenia studni na dużym obszarze dozór i opieka nad ich czystością dużo może pozostawiać do życzenia, to daleko większy wpływ wywrzeć mogą i wywierają wodociągi z centralnymi urządzeniami, przeznaczonymi do czerpania wody, oczyszczania jej (o ile nie czyni zadość wymaganiom zdrowotnym), oraz do przechowywania wody.

Poza względami zdrowotnymi, wynikającymi z użycia zdrowej i czystej wody do picia i gotowania, dużą rolę odgrywa ułatwienie utrzymania w czystości zarówno ciała jak i części ubrania, następnie utrzymanie w czystości domostw, ulic i placów, łatwość utrzymania zieleni w mieście. Poważną rolę odgrywa obfitość wody — przy gaszeniu ognia: brak wody czyni walkę z ogniem bez mała fikcyjną. Jak dalece ceniona jest

możność korzystania z wody przy gaszeniu pożarów, widać z tego, że wiele towarzystw, ubezpieczających od ognia, zniżają stawki premiowe w miejscowościach z chwilą zaprowadzenia w nich wodociągów.

Znaczenie wody czystej i obfitej jest zrozumiałe, przede wszystkim, dla większych i mniejszych miast, gdzie otrzymywanie wody na miejscu jest trudne, a dowożenie jej ze źródeł lub dalszych studni związane jest z wielkimi uciążliwościami.

Wspomnę tu o dowożeniu z sąsiednich rzek lub rzeczek wody, najczęściej zanieczyszczonej, bo czerpanej w granicach miejscowości zaludnionej, przez brudnych i cuchnących wozowodów do beczek, czystością nie grzeszących.

Nietylko miasta są nieraz w ciężkich warunkach otrzymywania wody. Trafia się to nieraz i wioskom, szczególnie więcej zaludnionym. Zaopatrzenie takich wiosek w wodę nieraz staje się koniecznym. Posiadanie w bliskości wody po wsiach, z domami przeważnie drewnianymi, mogłoby zaoszczędzić wiele dobytku i bogactwa narodowego, którego rocznie ginie w ogniu za 6 blisko milionów rubli, liczonych w samych tylko budynkach, bez ruchomości i inwentarza. Są to tak poważne straty, że gdyby udało się corocznie choćby małą część tej pokaźnej sumy obracać na zaopatrzenie wiosek i osad w wodę oraz w środki ratownicze, wierzę, iż w ciągu lat kilkudziesięciu straty, z dymem idące, zmalałyby w znacznym stopniu, pomijając to, że i stan sanitarny kraju zyskałby na tym niepomiarnie. Ponieważ miasteczek i miast mamy sporą ilość, nie widziałbym trudności, aby przy pomocy Skarbu Krajowego, który powstać musi, wsie, osady i miasta, tworząc spółki sąsiedzkie, jak najszybciej zakrzętnęły się około zaopatrzenia się w wodę. Szczególniej to nadawałoby się w miejscowościach, w których, dzięki rozwojowi przemysłu, gęstość miejsc zamieszkałych i gęstość ludności są znaczniejsze.

Zaopatrzenie miejscowości w wodę — wszystko jedno, czy to będzie wieś, miasteczko, lub miasto większe — wymaga przede wszystkim pewnych studyów, dotyczących warunków i potrzeb miejscowych, aby najodpowiedniej zadość wymaganiom uczynić. Warunki, które wpływają na takie czy inne rozwiązanie budowy urządzenia wodociągowego, mogą być nieraz zawiłe i wymagają w każdym wypadku kompetencji i doświadczenia od tego, kto takie urządzenie projektuje. Poniżej nie mam też zamiaru pouczać, jak należy budować urządzenia wodociągowe, gdyż jest to temat, jak dziś, bardzo obszerny, i nie dałby się ująć w kilku rozporządzalnych godzinach, lecz pragnąłbym dać Szanownym słuchaczom pobieżny, oczywiście, opis zasadniczych części urządzeń wodociągowych, aby Panowie mogli w przyszłości świadomie sprawy wodociągowe rozstrząsać i, w razie potrzeby, w tych kwestjach decydować.

Cały materiał, dotyczący urządzeń wodociągowych, rozdzielić można na kilka tematów, jak:

- 1) zapotrzebowanie wody,
- 2) własności wody,
- 3) źródło wody, jej ujęcie i przysposobienie do użycia,
- 4) zbieranie zapasów wody i dostarczanie jej mieszkańcom — z doprowadzeniem do domów,
- 5) koszty urządzeń wodociągowych, wreszcie
- 6) sprzedaż wody.

## 1. ZAPOTRZEBOWANIE WODY.

Jakkolwiek zużycie wody przez poszczególnego mieszkańca miasta czy wsi ściśle nie da się określić, to, jednak, możemy wyznaczyć pewien przybliżony średni wydatek wody na człowieka, obserwowany w mieście lub na wsi; stąd będzie można bliżej wskazać potrzebną ilość wody dla danej miejscowości.

Z wielu obserwacji obliczono odpowiednią średnią ilość zapotrzebowywanej przez mieszkańca wody, wahającą się w pewnych granicach w zależności od przyzwyczajzeń i zamożności mieszkańców; od sposobu utrzymania ulic: czy są polewane czy też nie; od sposobu urządzenia miejsc ustępowych: czy są splukiwane wodą, czy bez splukiwania. W dużym stopniu ilość zużywanej przez mieszkańca wody zależy od wysokości opłaty za wodę i od sposobu obliczania opłaty. Następnie, zużycie wody zależy od pory roku: mniejsze zimą, większe latem, a wreszcie zmienia się również w ciągu doby: mniejsze w nocy, większe w godzinach przed i poobiadowych.

Zazwyczaj przyjmujemy, jako normę, średni — za cały rok — wydatek wody w ciągu 1 doby na 1 mieszkańca:

w większych miastach około	100 — 120	litrów,
w miastach średniej wielkości	70 — 80	„
w miasteczkach i wsiach	50 — 60	„

Jest to wydatek, uwzględniający potrzeby domowe i potrzeby o charakterze publicznym.

Potrzeby przemysłowe nie są temi normami objęte i w miejscowościach, gdzie zakłady przemysłowe mają być zaopatrywane w wodę z sieci wodociągowej ogólnej, wydatki na ten cel powinny być niezależnie od norm powyższych brane w rachubę.

Poza powyższem zapotrzebowaniem wody należy przewidzieć możliwość dostarczania o każdej godzinie dnia i nocy odpowiedniej ilości wody potrzebnej do gaszenia pożarów, który może powstać w najdalszych krańcach miasta lub wsi.

Do obliczenia całkowitego zapotrzebowania wody przez ludność miasta lub wsi należy wziąć pod uwagę liczbę mieszkańców, którzy mają korzystać z wodociągu.

Opierać się na obecnej liczbie mieszkańców nie byłoby właściwe, gdyż, w razie rozwoju miasta czy wsi, — mogłaby się wkrótce okazać ilość wody niedostateczną. Dla tego też należy obliczyć, choćby w przybliżeniu, ile miejscowość mieć będzie ludności po pewnym okresie czasu, opierając się na dotychczasowym wzroście ludności i na możliwych przewidywanych zmianach warunków ekonomicznych, w których miasto lub wieś może znaleźć się w bliższej przyszłości.

Jeżeli mamy wyszukać i ocenić *źródła wody*, to powinniśmy liczyć się z tem, żeby stopniowo rozwijane źródła mogły dostarczać wodę dla ludności, która się znajdzie w danej miejscowości w okresie około 50 lat. Oczywiście, cała budowa wodociągu nie może i nie powinna być odrazu w tym zakresie wykonana, gdyż byłby w ten sposób wyłożony duży kapitał bez żadnej do tego potrzeby. Tu mówimy tylko o przewidywaniu, aby miejsce — jedno lub kilka — skąd woda będzie czerpana, mogły dostarczać wodę dla mieszkańców we wspomnianym okresie czasu.

Mając średnią ilość wody potrzebnej dla każdego mieszkańca w ciągu jednej doby i przyjmując, według powyższych wskazówek, liczbę mieszkańców, dajmy na to, po latach 50, znajdziemy, ile wody w przyszłości wodociąg powinien dziennie dostarczać.

Kiedy jesteśmy świadomi tej ilości wody, należy przeszukać w najbliższej okolicy, czy niema odpowiednio wydajnych źródeł z wodą dobrą; do źródeł takich zaliczyć należy rzeki, rzeczki, jeziora, większe zbiorniki wody, wodę gruntową. O ile w bliższej okolicy niema obfitej wody, badamy dalszą okolicę. Jednocześnie z ilością wody badamy jej jakość, pamiętając o tem, że woda, przeznaczona do użytku mieszkańców, powinna czynić zadość pewnym warunkom.

## 2. WŁASNOŚCI WODY.

Wymagania co do jakości wody zawsze były stawiane w związku ze stanem pojęć o higienie. Najpierwotniejsze wymagania były, aby woda, którą ma ludność spożywać, odpowiadała pewnym fizycznym warunkom: aby była czystą, bezbarwną, bez wyczuwalnego smaku i zapachu, o dość niskiej (8-12°C) temperaturze, aby była orzeźwiająca i przyjemną w użyciu. Wymagania te były wystarczającymi jeszcze w pierwszej połowie XIX wieku, t. j. 60 — 70 lat temu.

W miarę rozwoju chemii wymagania, stawiane wodzie, zaczęły wzrastać i ocena wody oddana była od połowy XIX wieku w ręce chemików. Był to okres II oceny wody. Następnie, odkrycie Pasteura było powodem, że od roku 1880 zaczęto stosować badania bakteryologiczne, które miały wykazywać, czy w wodzie, proponowanej do czerpania, niema bakterii chorobotwórczych. Był to okres III—badań bakteryologicznych.

Wreszcie, od Kongresu higienicznego w Peszcie (1894 r.) nastąpił IV okres oceny jakości wody, w którym stawiane jest żądanie, aby przedewszystkiem zbadać teren na miejscu czerpania wody, czy woda nie może być zanieczyszczona ściekami lub odchodami ludzkimi, gdyż ani rozbiór chemiczny ani też badania bakteryologiczne same nie są w stanie odpowiedzieć co do jakości i pewności wody. Ta ostatnia metoda—ba-

danie terenu wodnego na miejscu — pozwala przez odpowiednie zarządzenia uprzedzić w bliższej lub dalszej przyszłości zanieczyszczanie źródeł wodnych. Obecnie badanie wody odbywa się najczęściej w ten sposób: na miejscu czerpania wody oceniane są jej fizyczne własności; następnie, o ile warunki pozwalają, dokonywane są badania bakteryologiczne; dalej, rozbiór chemiczny, wreszcie szczegółowe zbadanie bliższej i dalszej okolicy. W przypadku, kiedy mamy wodę czerpać ze źródeł górskich, lub w razie czerpania wody z głębszych studni, opinia geologa, dobrze obeznanego z miejscowością, jest bardzo cenna.

Rozbiór chemiczny wskazuje nam różne składniki wody badanej, które, ogólnie mówiąc, za małymi wyjątkami, same przez się nie są szkodliwe dla zdrowia; natomiast niektóre ze składników wskazują na możliwość pewnych zanieczyszczeń drogami, na razie niewidocznymi, i z tego, właśnie, względu wynik rozbioru chemicznego może zmusić do baczniejszego zbadania warunków miejscowych i zaopiniowania o wartości i bezpieczeństwie wody na przyszłość. Rozbiór bakteryologiczny, wykrywający obfitość bakterii w jednym cm<sup>3</sup>, również, wskazuje na możliwość zanieczyszczenia wody; rzadziej dają się w wodzie rozpoznawać bakterie szkodliwe dla zdrowia. Stąd wynika, że rozbiór chemiczny i bakteryologiczny mogą, wspólnie ze zbadaniem miejscowości, dać poważny materiał do oceny jakości wody nie tylko w momencie badania, lecz i na przyszłość.

Rozbiór chemiczny wskazuje nam też t. zw. twardość wody, uwarunkowaną rozpuszczonymi solami wapnia i magnezu. Zbyt twarda woda (powyżej 12-15° niem.) jest niepożądana w gospodarstwach domowych zarówno do gotowania, jak do mycia i prania.

W północnych okolicach naszego kraju spotykamy wodę z głębszych pokładów, posiadającą rozpuszczone żelazo. Jakkolwiek żelazo szkodliwe dla zdrowia nie jest, to jednak woda, zawierająca je jest niesmaczna, brudzi bieliznę przy praniu, zanieczyszcza rury i pompy i t. p. Mimo to wodę, zawierającą żelazo, w braku lepszej, bierzemy do użytku, po uprzednim usunięciu z niej tego składnika.

Jednocześnie z badaniem wody co do jej jakości, o czym wyżej było podane, badamy też, jaką ilość wody z danego źródła możemy otrzymać. Badania jakościowe i ilościowe powinny być prowadzone przez dłuższy okres czasu, przy zwróceniu uwagi na zmiany w wydajności źródła.

### 3. ŹRÓDŁA, UJĘCIE WODY I PRZYSPOSOBIENIE JEJ DO UŻYCIA.

Wodę, którą posiłkować się możemy do zasilania wodociągów, czerpiąc ją z rozmaitych źródeł, należy, oczywiście, uważać, jako część wody, która na kuli ziemskiej bierze udział w obiegu kołowym: z mórz i innych zbiorowisk wodnych — woda paruje, tworzy obłoki, które wiatr roznosi ponad powierzchnią ziemi; przy odpowiednich warunkach woda spada na ziemię w postaci opadów atmosferycznych: deszczu, śniegu, gradu. Część opadów tych może wyparować i wyparowywa od razu, część zdoła ukryć się w ziemi, wsiąknięszy w nią, a reszta spływa po powierzchni ziemi w postaci strumyków, które łącząc się, tworzą potoki, rzeczki, rzeki. Tymi kanałami naturalnymi woda dochodzi do mórz i jezior, aby stąd znów rozpocząć podobną nową wędrówkę. Woda, która zdążyła wsiąknąć w grunt, przenika pory gruntu, utworzonego z piasku, okruszków skalnych, płynąc do coraz niższych (głębszych) miejsc, aż wreszcie oprze się o taką czy inną warstwę nieprzepuszczalną dla wody. Tu zacznie się zbierać, sprzyjając tworzeniu się obszarów z pokładami gruntu, nasyconego wodą „gruntową“.

W zależności od tego, czy wspomniana warstwa nieprzenikliwa posiada mniejszą lub większą pochyłość, woda gruntowa, zawarta w pokładach przepuszczalnych, odbywa swój ruch, zwykle bardzo powolny, w stronę spadku. Woda gruntowa tą drogą również dąży do mórz i jezior, aby wspólnie z górną wodą rozpocząć nowy obieg.

Z powyższego pobieżnego obrazu widzimy, że do celów wodociagowych korzystać możemy z wody, która po spadnięciu na powierzchnię ziemi w postaci opadów atmosferycznych a) spływa po tej powierzchni — mamy tu wodę t. zw. „wierzchnią“, lub b) zdążyła schować się do łona ziemi i tam odbywa swoją drogę dalej; wodę tę nazywamy „gruntową“.

Często woda gruntowa, poruszając się powoli w gruncie — obok rzeki —, przedostaje się do niej, powiększając obfitość wody rzecznej; spotykamy też zjawiska odwrotne, kiedy rzeki gubią wodę, oddając ją do gruntu, złożonego z materiału przepuszczalnego.