

WODOCIĄG I KANALIZACYA W WARSZAWIE.

II. Projekt Lindley'a.

Kwestya assenizacyi Warszawy, jak widzieliśmy poruszana już tylokrotnie przez władze miejskie i osoby prywatne, nie zeszła w ostatnich czasach z porządku dziennego. Jeszcze za poprzedniego Prezydenta, *generała Witkowskiego*, wysyłany był inżynier miasta *Grotowski* za granicę, dla zwiedzenia miast, w których ulepszenia sanitarne zaprowadzone już zostały z pomyślnym skutkiem, gruntownego poznania tych urządzeń i ocenienia, które z nich byłyby najodpowiedniejszem dla Warszawy. Teraźniejszy Prezydent, *generał Starynkiewicz*, natychmiast po objęciu swych obowiązków zajął się tym przedmiotem z całą usilnością. Powziąwszy po zbadaniu kwestyi przekonanie, że ze wszystkich istniejących systemów najodpowiedniejszem byłoby urządzenie w Warszawie kanalizacyi i wodociągów na wzór zaprowadzonych przed kilkunastu laty w Hamburgu i w ostatnich czasach w Frankfurcie nad Menem, podług projektu inżyniera angielskiego *Lindley'a*, p. Prezydent wyjednał zezwolenie Władzy na zaproszenie tego doświadczonego inżyniera do Warszawy, dla zbadania potrzeb i warunków miejscowych i zaprojektowania sposobów zabezpieczenia zdrowia publicznego. W następstwie zawartą została z inż. *Lindley'em* umowa o sporządzenie projektu kanalizacyi. Inżynier ten, zwiedziwszy Warszawę w ciągu paru tygodni i gruntując się na własnych spostrzeżeniach i dostarczonych mu przez służbę techniczną miejską danych, zebranie których wymagało dość długiego czasu, po upływie lat dwóch wypracował żądane projekty i przedstawił takowe Magistratowi, zredagowane w języku niemieckim. Przekład polski pracy *Lindley'a* ogłoszony został drukiem staraniem Magistratu, dla obznajmienia mieszkańców miasta ze szczegółami projektu i wywołania poglądów krytycznych.

Zajmiemy się tu projektami *Lindley'a* w naturalnym poprzednio przyjętym porządku i mówić będziemy, łącząc opis z rozbiorem, najprzód o wodociągu a następnie o kanalizacyi.

a. Wodociąg.

Lindley wychodzi z założenia, że woda dostarczana miastu winna być zdrowa, czysta, w ilości dostatecznej do zaspokojenia wszystkich potrzeb, tania a nadto przeprowadzona wszędzie, na najwyższe nawet piętra. Ścisłe urzeczywistnienie tego programu jest istotnie w wysokim stopniu pożądanem dla Warszawy a zarazem nie cierpiącym zwłoki.

Co do ilości wody, jaką należy dostarczać miastu dla zaspokojenia wszelkich jego potrzeb, tak publicznych, jakoteż gospodarczych i przemysłowych, *Lindley* oznacza takową, średnio na dobę i na mieszkańca — 6 st. sz. (169,9 litr.) a maksymalnie w porze gorącej — $8\frac{1}{2}$ st. sz. (240,77 l.), przyjmując nadto, że części składowe urządzenia wodociągowego, mające dostarczać wody w miarę jej zużywania w każdej chwili, obliczone być winny w stosunku zużycia na dobę i mieszkańca — 12 st. sz. (339 l.) Liczbę mieszkańców Warszawy, obecnie równą 315 000, z uwagi na przyszłe powiększenie przyjmuje 500 000.

Szybki wzrost ludności Warszawy w ostatnich latach, przyjętą do redakcyi projektowaną liczbę 500 000 poniekąd usprawiedliwia, jakkolwiek na pewno wnosić nie można, że wzrost ludności utrzyma się i nadal w dotychczasowym stosunku. Co do średniej ilości wody, mającej być dostarczaną na dobę i mieszkańca, *Lindley* oznacza ją dość wysoką w porównaniu z dostarczaniem w wielu miastach, bez wątpienia od Warszawy bogatszych.

Dla porównania, podajemy tu średnie ilości wody dostarczane na dobę i mieszkańca, w miastach najobficiej zaopatrzonych, wraz z niektórymi objaśnieniami.

	Litrów:	
Rzym	1060	Woda ze źródeł, doprowadzana dawnymi akwedukami.
Carcassonne	400	Koszt całkowitego urządzenia wodociągowego wynosił 49 fr. 40 cent. na mieszkańca.
Nowy York	327	Akweduk Krotoski, doprowadza wodę z rzeki, zagrodzonej w odległości 65 kilom. od miasta.
Besançon	246	Woda ze źródła. Wodociąg kosztował 1 600 000 fr.
Dijon	240	Źródło Rosoir dostarcza do 400 l. na dobę i mieszkańca. Wodociąg jest dziełem znakomitego hydraulika Henryka Darcy'ego.
Hull	173	Woda z rzeki pompowana maszynami.
Bordeaux	170	Woda ze źródeł, doprowadzona akwedukiem a pompowana maszynami do wozobiorów. Koszt urządzenia wodociągu wynosił około 32 fr. na mieszkańca.
Londyn	160	Woda z Tamizy, czerpana powyżej zastawy Teddington, pompowana maszynami przez osiem towarzystw prywatnych, z kapitałem 281 milionów franków, zarabiających średnio 6,5%.

	Litrów	
Paryż	142	Z Sekwany i innych rzek, źródeł i studni arteryjskich.
Hamburg	127	Woda z Elby, kanałem murowanym (dno $6\frac{1}{2}$ ' niżej zera) dochodzi do trzech zbiorników 7 200 000 st. sz. objętości, w których się ustawa w przeciągu 8 dni. Stąd maszyny o sile 380 koni pompują wodę do miasta na wysokość 212' (wys. ciśn.) i 110' (nisk. ciśn.) Na wyższych punktach, 4 zbiorniki wzniesione na 95' nad zero, mieszczą w sobie 90 000 st. sz. Maszyny mogą dostarczać do 170 l.
Genua	120	Woda ze źródeł.
Berlin	113	Woda ze Szprei, siła maszyn 1900 koni; maszyny mogą dostarczać 170 l., — przedsiębiorstwo prywatne.
Lipsk	113	Woda ze źródeł przy rzece Pleisse, uchwycona w studnię i pompowana rurą, 12000' długą, 18'' średn., do wodozbioru wzniesionego na 114', mieszczącego 200 000 st. sz.
Gdańsk	113	Ze źródeł pod Prangenau, wzniesionych na 350' nad średni poziom Bałtyku, sprowadzono wodę do wysoko położonego zbiornika, rurą 16'' średn., 47 000' długości. Od zbiornika do miasta woda przechodzi rurą 21'' średn. 9800' długości. Wodociąg kosztował 540 686 talarów.
Altona	113	Woda z Elby, pompowana maszynami na filtry wzniesione na 280' i stąd schodząca siłą spadku do miasta, wśród którego zbudowany jest wodozbiór zapasowy, żelazny, na podmurowniu, mieszczący 15 000 st. sz.
Glasgow	100	Woda z jeziora Katrin.
Lyon	85	Maszyny podnoszą wodę z Rodanu na wysokość 110 m. (wys. ciśn.) i 48 m. (nisk. ciśn.) Wodociąg kosztował 27 fr. na mieszkańca.
Stuttgart	85	Pompy, poruszane turbiną 60-konną, czerpią wodę rzeczną w odległości około 1 mili od miasta i wypychają takową 12to-calow. rurami na filtry w pobliżu miasta.
Bruxella	80	Woda ze źródeł, sprowadzona kanałem i wodociągiem, w części dochodzi do sieci własnym spadkiem a w części (300 000 sz. st.) podnoszoną jest maszynami na wysokość $26\frac{1}{2}$ '.
Tuluza	80	Maszyny hydrauliczne pompują wodę z rzeki.
Nottingham	80	Woda z rzeki.
Preston	73	„ „
Nantes	60	Woda ze źródeł.

W ogóle, im wodociąg dostarcza więcej wody, tem lepiej dla miasta; ale gdy woda pompowana ma być na znaczną wysokość i gdy środki materyalne są ograniczone, wtedy poprzestać wypada na niezbędnej ilości. Tę ostatnią inżynierowie angielscy i francuscy, przy projektowaniu nowych wodociągów w ostatnich czasach oznaczali powszechnie średnio 100 l. na dobę i mieszkańca a maksymalnie w porze letniej 150 l. W obec tych liczb i w obec, przyjętej już w przewidywaniu przyszłego powiększenia—ludności 500 000, wzmiankane $8\frac{1}{2}$ st. sz. *Lindley'a*, t. j. 240,77 l. wydaje się za wiele, przy znacznem wzniesieniu Warszawy i ograniczonych środkach materyalnych, jakimi rozporządza miasto.

Postawiwszy sobie warunek dostarczania miastu dziennie od 4 do 4½ milionów st. sz. i nieznalazszy w okolicy Warszawy źródeł wody czystej, mogących dawać tę ilość, proponuje *Lindley* czerpać ją w całości z Wisły. Przypuszcza wszakże, że uważał za niewłaściwe „tracenie wiele czasu“ na szukanie innej wody, oczywiście lepszej od wiślanej, w obec tego że kwestya urządzenia obfitszego wodociągu stała się tak naglącą. Dla braku więc czasu tylko, rezygnuje się *Lindley* na wodę wiślaną, — ale jednocześnie projektuje wodociąg w zakresie mogącym starczyć przez całe wieki. Odpowiedniej by było może, w braku czasu na trudniejsze poszukiwania, projektować wodociąg starczyć mogący np. przez lat trzydzieści, w ciągu których miasto miałoby czas zbadać stanowczo kwestyę: czy już nigdy oprócz wiślanej, żadnej innej wody mieć nie może? Wtedy dopiero, poprzestając z musu na wodzie wiślanej, możnaby projektować drugi zakład wodociągowy, jeżeliby do tego czasu zwiększyły się istotnie potrzeby miasta. Wodociąg bowiem nie stanowi tak jak kanalizacja systemu, który wtedy tylko rozwijanym być może racjonalnie w obec zwiększających się potrzeb, jeżeli jest od razu zaprojektowanym w całości. W miarę rozgałęziania się sieci rur, przybywać mogą i z nią się łączyć coraz to nowe zakłady wodociągowe, dostarczające wody różnego nieraz pochodzenia (jak w Paryżu), albo też stanowiące każdy odrębne przedsiębiorstwo (jak w Londynie).

Wybrawszy stanowczo dla wodociągów wodę wiślaną i skazując na nią, w skutku rozległego zakresu projektu, na wieki prawie mieszkańców Warszawy, dowodzi *Lindley* że woda ta odpowiada warunkom „jakich się wymaga od wody mającej służyć do zaopatrywania wielkich miast“ a więc że jest zdrową i czystą. Co do kwestyi higienicznej przytoczymy tu zdanie *Dra Markiewicza*, który przed czterema laty rozbiegając w *Gazecie Warszawskiej* projekty assenizacji miast a w szczególności Warszawy, wyraził się jak następuje:

„Po pracach *Frankland'a* w Anglii i *Reichardt'a* w Niemczech, kwestyę higienicznej wartości wody do picia można uważać za rozstrzygniętą. Ani woda ze studzien podwórkowych czy ulicznych, ani woda z wodociągów zaopatrywanych z koryta podmiejskiej rzeki, do picia i gotowania używana być nie powinna i w takich miastach jak Londyn, Paryż i Wiedeń, prawie już używana nie bywa. Woda do picia w miastach może tylko wtedy zasługiwać na nazwę dobrej, zdrowej i czystej, jeżeli sprowadzana jest do miasta rurami, ze źródeł leżących poza miastem, wypływających z miejscowości niezamieszkałych, *respective* nie zanieczyszczonych ściekami gospodarskimi itd. Kto Warszawian zapewnia, że będą mieli dobrą do picia wodę, jeżeli zarząd miejski w zakładzie wodociągowym nowe filtry sprawi, ten siebie i drugich ludzi“¹⁾.

¹⁾ *Gazeta Warszawska* z r. 1875, Nr. 21.

Lindley utrzymuje, że woda czerpana z nurtu Wisły nie zawiera żadnych organicznych domieszek. W podanym zaś przezeń rozbiórce tej wody czytamy, że takowa na milion jednostek zawiera 273,2 osadu stałego wysuszonego na 130° C a w tem:

węgla w związkach organicznych	17,2
azotu	1,8

Nie sądźmy więc, ażeby woda wiślana była w zupełności zdrową i czystą i — jak powiedzieliśmy, zaspokoiliśmy ją najpilniejsze tylko potrzeby, miasto winno szukać usilnie innej wody.

Całą ilość wody, jaka ma być dostarczana miastu w przyszłości, projektuje *Lindley* czerpać z Wisły na wprost ulicy *Huzańskiej*, w tem samem prawie miejscu jak w projekcie inż. *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego*. Tu też projektuje zakład pomp ssących do czerpania wody i przesyłania jej na filtry położone na *Koszykach*. Twierdzi, że ponieważ rzeka nie jest jeszcze uregulowaną i niema nawet wskazanych granic jej koryta, przeto miejscowość wyżej wspomniana niemogłaby być wybraną na pomieszczenie filtrów, „potrzebujących wielkiej powierzchni gruntu, dostatecznie ponad linią wylewów wzniesionej“.

Oczywiście, dla zakładu z filtrami, mającymi oczyszczać 4 do 4½ milionów st. sz. dziennie, nie ma miejsca na brzegu Wisły w tej okolicy. Pomieściłby tam można wszakże zakład z filtrami, oczyszczającymi dziennie 1 100 000 st. sz. wody, to jest prawie 100 litrów na dobę i mieszkańca, przy obecnej ludności *Warszawy* 315 000. Niezbędnym potrzebom uczynionoby zadość tym sposobem, — gdyby się zaś takowe znacznie powiększyły, wtedy dopiero mógłby być zbudowany drugi podobny zakład, więcej w górę rzeki wysunięty.

W miejscu obranem przez *Lindley'a* na zakład pomp ssących, wzniesienie powierzchni nadbrzeżnej ulicy dochodzi do 22' nad zero a plac sąsiedni położony jest nawet nieco wyżej. Wzniesienie to wydaje się nam dostatecznem dla filtrów i zbiorników, — bo te, zbudowane ze ścianami murowanymi, tak samo dobrze pomieszczonymi być mogą w wykopie jak i wzniesionymi nad powierzchnią i odpowiednio obsypanymi ziemią.

Możnaby więc pomieścić filtry na brzegu Wisły — a tym sposobem uniknąć niedogodności, jakie przedstawia projekt *Lindley'a*, mieszczący filtry na *Koszykach*, wzniesione na 135' nad zero Wisły i połączone z zakładem pomp ssących rurą 30" średnicy a 12 000' długości. Woda bowiem wiślana, jak wiadomo, bardzo jest mętną. Sto stóp sześciennych tej wody, przepuszczone przez stopę kwadratową filtru, osadzają na niej warstwę mułu półcalowej grubości. Pompując 4 do 4½ milionów st. sz. wody wiślanej, wypadnie podnosić razem z nią na *Koszyki* dziennie 1667 do 1875 st. sz. mułu, tracąc następnie na przemycie filtrów i odprowadzeniu tego mułu odpowiednią ilość wody, podniesionej już do wysokości 135' nad zero. Nadto, umieszczenie filtrów na brzegu Wisły usunęłoby potrzebę układania 12 000' rury, 30" średnicy, która nie należą

zupełnie do sieci wodociągowej a zatem nieoddając żadnych usług rurom sieci właściwych, ma kosztować około 200 000 rubli metal. ¹⁾.

W obec powyższych niedogodności, słabnie doniosłość innych względów, jakie skłoniły *Lindley'a* do oddzielenia zakładu z filtrami od zakładu pomp ssących. Przytaczana przezeń okoliczność, że „na Koszykach znajduje się plac należący do miasta, dostatecznie obszerny do pomieszczenia *początkowo* mającego się wzniesić zakładu“ niedowodzi wcale konieczności umieszczenia tam filtrów. Część ta miasta zabudowuje się obecnie, — pokup na place jest tam znaczny i miasto zyskałoby mogło tylko na sprzedaży placów położonych na Koszykach. Przeciwnie, miejscowości na brzegu Wisły pod rogatkami Czerniakowskimi niemają wcale podobnych widoków rozwoju. Kierując się zaś drugim względem, przytoczonym przez *Lindley'a* na korzyść umieszczenia filtrów na Koszykach, a mianowicie: „że tym sposobem woda rzeczna doprowadzoną będzie do najwyższego punktu, z którego rozpoczyna się cała sieć kanalizacyi miasta, skąd wszystkie kanały mogą być silnie przepływane pędem wody“, — umieszciliby raczej wypadało zakład z filtrami na polu Mokotowskim, między rogatką tegoż nazwiska a kątem ulicy Przedokopowej i wzdłuż tej ostatniej, z czego wynikałaby jeszcze korzyść skrócenia prawie o połowę odległości między filtrami a zakładem pomp ssących ²⁾.

Przystępując do szczegółowego opisu części składowych projektowanego wodociągu, zaznacza *Lindley* że na początek dość będzie wykonać czwartą część całkowitego urządzenia, któraby mogła dostarczać: średnio 900 000 st. sz. a w lecie 1 200 000 st. sz. na dobę. Wyniesie to średnio 80 a w lecie 108 litrów na dobę i mieszkańca (przy ludności 315 000), co jak twierdzi *Lindley* nie tylko wystarczy na obecne potrzeby, ale jeszcze w ciągu wielu lat następnych zaspokajając będzie wymagania mieszkańców. Godzimy się w zupełności na to twierdzenie, powtarzając że w takim razie pomieszczenie zakładu z filtrami na brzegu Wisły i zbudowanie po zwiększeniu się potrzeb drugiego podobnego w górze rzeki byłoby odpowiedniejszym.

Zakład pomp rzecznych projektuje *Lindley* rozdzielony na cztery działy, obejmujące każdy odpowiednie budynki dla maszyn i inne części składowe. Obecnie proponuje przystąpić do zbudowania jednego takiego działu, w którego budynku pomieszczone

¹⁾ Według kosztorysu — 180 000 rubli i około 16%, na nieprzewidziane wydatki, kosztu utrzymania biura itp.

²⁾ Na korzyść połączenia filtrów z zakładem pomp rzecznych dodaćby można jeszcze, że rozwijająca się część miasta na Koszykach przez to połączenie uniknęłaby szpecącego okolicę zakładu wodociągowego, przedstawiającego wzdłuż ulic gołe tylko parkany, jeżeliby budynki traktowane były z właściwą celowi oszczędnością. Przeciwnie zakład taki, zbudowany na brzegu Wisły w pobliżu rogatek, w okolicy zasłoniętej Łazienkami, nieczyniłby uszczerbku warunkom estetycznym miasta.

być mają dwie maszyny parowe, każda o sile 160 koni, będąca w stanie dostawić całą ilość wody potrzebnej miastu na dzienne zużycie. Każda maszyna ma być obsługiwana przez cztery kotły parowe po 30' długie a 6' w średnicy, z których trzy wciąż czynne a czwarty zapasowy. Zaznaczyć tu wypada, że woda wiślana, brana wprost z rzeki do kotłów, wytwarzać będzie znaczne osady. Komin projektuje *Lindley* wspólny dla dwóch działów zakładu. Rura ssąca, 36" średnicy, ułożona w rzece wraz ze smokiem i skrzynką ochronną na 2' niżej zera, górnym swym końcem złączoną ma być z dzwonem próżniowym dla dwóch maszyn wspólnym. Po nad tym dzwonem umieszczony będzie drugi z powietrzem zgęszczonem (właściwiej dzwon powietrzny), oddzielony od pierwszego silną ścianą z żelaza lanego. Ten drugi dzwon połączony będzie z rurą ssącą, za pomocą rury komunikacyjnej (20" śred.) zwykle zamkniętej szluzą. Połączenie to da możność w razie potrzeby silnie przepłukiwać rurę ssącą, wodą wychodzącą pod ciśnieniem, które odpowiada tej wysokości, na jakiej położone są filtry. Sposób ten oczyszczania rury ssącej i smoka, zastosowany przez *Lindley'a* w Altonie i Peszcie, ogólnie jest znanym.

Rura ta, oprócz swej długości i nieprodukcyjności na całym swym przebiegu, przedstawia jeszcze ten niedostatek, że jest pojedynczą. Całe zatem działanie wodociągu zawisłem jest od jej całości. Dla zmniejszenia ryzyka, kierując się zwykłą przezornością, inżynierowie w podobnych przypadkach, projektują rurę podwójną.

„Z arteryi tej, mówi *Lindley*, woda na boki rozprowadzana nie będzie, w skutek czego ciśnienie w niej będzie stałe. Względnie do maszyn dolnego zakładu grać ona będzie rolę stałej kolumny ciśnienia i zapewni maszynom bieg regularny i spokojny". Nie to oczywiście mogło skłonić *Lindley'a* do zaprojektowania rury 12 000' długiej, która w całym swym przebiegu nie oddaje żadnej usługi — a bardzo drogo kosztuje.

Ten brak względu na oszczędność, niezbędnego przy opracowywaniu wszelkich projektów dla Warszawy, staje się więc jeszcze uderzającym w zaprojektowaniu zakładu górnego, obejmującego filtry i wodozbiór — a jednocześnie zaznaczyć nam tu wypada niedostateczne uwzględnienie natury wody wiślanej. *Lindley* projektuje filtry przykryte sklepieniami, co jest wyborem bez wątplenia ale niekoniecznym — a zatem i nie ekonomicznym. Wodę zaś przybywającą z zakładu dolnego wpuszcza bezpośrednio prawie na filtry, bez przeprowadzania jej przez osadniki, które znów przy użyciu wody wiślanej są bezwarunkowo koniecznymi.

Projektując przykrycie filtrów sklepieniami, *Lindley* miał na celu zabezpieczenie wody w zimie od zamarzania a w lecie usunięcie jej z pod wpływu światła, gorąca i mogących się pod ich wpływem wytworzyć: życia roślinnego, zwierzęcego i zgnilizny. Miał nadto na względzie, aby woda od chwili zaczerpnięcia była wciąż przykrytą a przez to nie tylko zabezpieczoną od wpływu temperatury

zewewnętrznej ale nadto bez przerwy poddaną wpływowi temperatury podziemnych warstw gruntu i miała przez to możność „nabywania tak latem jako i zimą umiarkowanej temperatury, właściwej przy użyciu wody jako napój“.

Nie ulega wątpliwości, że powyższe warunki przez przykrycie filtrów sklepieniami mogą być urzeczywistnionymi jak najzupełniej. Ale podobne ich urzeczywistnienie, pociągające za sobą bardzo wielkie koszta, z którymi miasto nasze liczyć się musi, nie wydaje się nam koniecznem. Weźmy bowiem pod uwagę filtry istniejącego zakładu wodociągowego, których niefortunne działanie nieraz tak dotkliwie daje się w znaki mieszkańcom Warszawy. Filtry te są złe — ale nie dla tego że odkryte; składa się bowiem na to wiele innych okoliczności. Najprzód istniejące filtry umieszczone są nie w zdrowym gruncie, ale w gnojowisku nadwiślańskim. Powtórnie nie mają one ścian murowanych pionowych, ale nachylone brukowane skarpy, przez które woda zaskórna przechodzi do wnętrza filtrów i wodę filtrowaną zatrzuwa. Po trzecie, woda wchodzi na nie wprost z rzeki, nie będąc przeprowadzaną przez osadniki i filtry zbyt szybko zanieczyszczona. Wreszcie powierzchnia filtrów w stosunku do ilości wody dostarczanej jest za małą. Oswobodzone od tych czterech wad, to jest umieszczone tak np. jak projektuje *Lindley* na Koszykach, zbudowane starannie, ze ścianami murowanymi pionowymi i dnem nieprzemakalnym, poprzedzone umiejętnie urządzonymi osadnikami i przedstawiające dostateczną powierzchnią, filtry te działałyby zupełnie dobrze, nie będąc przykryte sklepieniami.

Zamarzanie w zimie nie przeszkadza filtracji, bo przy ścianach murowanych pionowych łatwo jest lód odrąbać — a pływająca skorupa zasłania tylko przechodzącą przez filtry wodę. Jeżeli nawet na odpowiedniej wysokości na nowo przymarznie, filtracja odbywa się pod nią regularnie. Gdy zachodzi potrzeba oczyszczenia filtru, można lód wyrąbać i wywieść, co znów nie przedstawia wiele zacho- du i kosztu, tem więcej że w zimie woda wiślana bywa znacznie klarowniejszą niż w lecie a zatem i czyszczenia filtrów nie potrzeba jest uskuteczniać tak często.

Pod wpływem światła i gorąca w lecie, woda na filtrach pozostaje przez czas krótki. Z chwilą jej przejścia do dolnych warstw filtru światło i gorąco przestają na nią działać i woda już zaczyna chłodzić. Pozostając zaś przez czas dłuższy w sklepionym wodozbiorniku i w sieci rur, woda wraca do temperatury warstw podziemnych gruntu. Toż samo ma miejsce i w zimie. Doświadczenia robione w r. 1863 przez inżynierów *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego* wykazały, że w zimie, woda schodząca z filtrów starego wodociągu, po przejściu przez rury podziemne wraca do temperatury gruntu, przez który rury przechodzą.

Przy starannem utrzymaniu filtrów odkrytych, racjonalnie zbudowanych, a zwłaszcza jeżeli przed przyjściem na nie woda sklarowana będzie dobrze w osadnikach, unikać można w zu-

pełności rozwijania się na filtrach życia roślinnego, zwierzęcego a stąd i zgnilizny. Nadto zaznaczyć wypada, że bezwarunkowo cała czynność czyszczenia filtrów, łatwiejszą jest przy filtrach odkrytych. Pomimo bowiem licznych otworów w sklepieniach, zawsze komunikacja przez nie, oraz wynoszenie mułu i zanieczyszczonego materiału filtracyjnego, przedstawia pewne niedogodności przy filtrach sklepionych. W najbogatszych zresztą miastach zagranicznych widzimy filtry odkryte, na których miasta te poprzestają. Koszt przykrycia sklepieniami zbyt jest wielki, żeby mógł równoważyć stosunkowo mało znaczące niedogodności filtrów odkrytych.

Inne zresztą względy przytaczane przez *Lindley'a* na korzyść przykrycia filtrów, przemawiają raczej za poprzedzeniem filtrów osadnikami niż za ich przykryciem. I tak, twierdzi *Lindley*, że koszt czyszczenia filtrów przykrytych sklepieniami będzie znacznie mniejszy niż przy filtrach odkrytych, a to „z uwagi iż silna wegetacja, przyczyniająca się do prędkiego zamulenia otworów w słoju filtracyjnym piasku, nie będzie mieć miejsca w filtrach przykrytych i jeden i ten sam słoć piasku może przeto znacznie dłużej funkcjonować, aniżeli by to miało miejsce w filtrach odkrytych“. Sklepienia przykrywające filtry nic tu nie pomogą, jeżeli woda wprost z Wisły doprowadzana będzie na filtry, bez pośrednictwa osadników. Tylko bowiem stopień czystości wody doprowadzanej wpływać może na zmniejszenie liczby a tem samem i kosztu oczyszczania filtrów. Dalej znów utrzymuje *Lindley*, że przy filtrach zakrytych, powierzchnia filtrów rezerwowych może być nie wielka, gdy tymczasem przy filtrach odkrytych musiałaby być bardzo obszerną a to z powodu że „oczyszczanie filtrów otwartych w zimie jest niewykonalne“. Mówiliśmy już, że postępowanie z lodem na filtrach nie pociąga za sobą zbyt wiele zachodu i kosztu, a zresztą nie będzie częstym z powodu większej klarowności w zimie wody wiślanej. Zresztą bogate miasta zagraniczne jak np. Berlin, Hamburg, Altona i inne, w których mróz równie czuć się daje, obywają się bez sklepień nad filtrami. Co się zaś tyczy dostateczności filtrów, takowa pozostaje w związku wyłącznie ze stopniem czystości wody na filtry doprowadzanej. Na zmniejszenie przeto powierzchni filtrów rezerwowych wpływać mogą osadniki a nie sklepienia nad filtrami. Nad brakiem też osadników w projekcie *Lindley'a* wypada nam się obecnie zastanowić.

Woda, przybywająca do zakładu górnego, wchodzić ma najprzód do zbiornika umieszczonego w pośrodku zakładu, przykrytego sklepieniem i obsypanego ziemią. *Lindley* nie podaje wcale wymiarów tego zbiornika „rozdzielacza“, — z kosztorysu tylko dowiadujemy się, że takowy „z przyrządami sitowymi i stawidłowymi, z urządzeniami przelewowymi, rurami dla spuszczenia wody, z murowanemi studzienkami dla wejścia itp., złożony z dwóch oddziałów“, (to jest jak się trzeba domyslać mogący przepuszczać w ciągu doby 2 300 000 st. sz. wody) ma kosztować w całości

6 400 rubli met. Za tę sumę zbudować można tylko niewielki zbiornik. Wprost zaś z tego zbiornika *Lindley* przeprowadza wodę na filtry.

Woda więc wiśłana, unosząca jak już wspominaliśmy, nawet po przejściu przez osadniki znaczną jeszcze ilość mułu, a mianowicie w 4 milionach — 1667 st. sz. czyli 0,000 417, wchodzić ma bezpośrednio prawie na filtry. Przy takim urządzeniu nie może być mowy o dostarczaniu mieszkańcom — wody, choćby w przybliżeniu tylko klarownej, a nadto czyszczenie filtrów będzie musiało być skutecznianem bardzo często. *Lindley* bowiem przyjmuje, że każda stopa kwadratowa filtru, w czasie nawet najgwałtowniejszego zapotrzebowania wody w mieście, przepuszczać winna nie więcej jak 12 st. sz. na dobę. Że zaś z doświadczeń wykonanych przez inż. *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego* w r. 1863, wynika iż jedna stopa kwadratowa filtru może oczyścić 100 st. sz. wody wiślanej, pozbawionej pewnej części mułu przez wystanie się w osadniku, przyczem tworzy się na wierzchu dna filtracyjnego półcalowa warstwa mułu, niedopuszczająca dalszego filtrowania, — przeto przy zaprowadzeniu osadników, każdy filtr potrzebaby oczyszczać co $8\frac{1}{3}$ dnia, przy braku zaś osadników prawie trzy razy częściej. Już *Hawskley* zwrócił uwagę na tę okoliczność, sporządzając zarys projektu wodociągu dla Warszawy, a co dopiero wzmiankowani nasi inżynierowie poważniej jeszcze uwzględnili w tej kwestyi naturę wody wiślanej. Projektowane przez nich urządzenia, do starannego klarowania wody przed puszczaniem jej na filtry, opisałmiś poprzednio ¹⁾. Nieuwzględnienie zaś natury wody wiślanej i pominięcie umiejętnie urządzonego systemu osadników, stanowi ważny brak projektu *Lindley'a*. Brak ten tem mniej daje się usprawiedliwić, że *Lindley* założył sobie dostarczać mieszkańcom wodę czystą i że zwracał uwagę na koszt czyszczenia filtrów, spodziewając się nawet, iż przez przykrycia ich sklepieniami, koszt ten „wypadnie znacznie mniejszy, co z czasem choć w części pokryje wydatki poniesione na ich budowę.“

Wspominaliśmy już o umieszczeniu zakładu górnego na Koszykach. *Lindley* sądzi, że plac tam położony i własnością miejską będący, należałoby zaraz z samego początku zarezerwować dla całkowitego urządzenia wodociągowego, to jest dla urządzenia mogącego dostarczać 4 600 000 st. sz. dziennie. Ze względu na bezprocentowe trzymanie placu przez długie lata i na znaczną już obecnie a w krótkim czasie więcej jeszcze podnieść się mogącą jego cenę w tamtej stronie miasta, propozycja ta nie wydaje się nam ekonomiczną. Zabudowania i inne części zakładu górnego mają być rozstawione grupami i symetrycznie względem linii prostopadłej do ulicy Koszyki, rozdzielającej obrany plac i cały zakład na dwie połowy — wschodnią i zachodnią. Każda z tych połów stanowić ma oddzielną całość i znów z kolei dzielić się na dwie

¹⁾ Str. 41.

części, działać mogące niezależnie. Takie z góry obmyślane rozmieszczenie filtrów, zabudowań itd. pozwoli zakład w miarę wznoszących potrzeb, stopniowo w czterech epokach powiększać. Na początek proponuje *Lindley* wprowadzić w wykonanie czwartą część całkowitego urządzenia, która ma się składać z jednej grupy filtrów, z jednego wodozbioru dla czystej wody i z połowy wszystkich zabudowań i maszyn, oznaczonych w projekcie całkowitym dla wschodniej połowy zakładu górnego. Co do kominów i wieży ciśnień, sądzi *Lindley*, że należałoby zbudować je zaraz z samego początku „dla całego zakładu i na wszystkie czasy.“

Mieliśmy już sposobność wspominać o „rozdzielaczu“. *Lindley* projektuje w nim cztery stawidła, przez które przelewająca się woda przeprowadzana ma być czterema oddzielnymi liniami rur 38" średnicy na odpowiednie grupy filtrów. Na początek zbiornik ten połączony będzie z jedną tylko grupą.

Filtry mają mieć dna i boki murowane na cement, nie przepuszczające wody. Na dnie usypaną będzie warstwa kamieniami wielkości pięści, wyższe zaś warstwy składać się będą z materiałów stopniowo drobniejszych. Wierzchnią warstwę stanowić ma słój piasku drobno ziarnistego półtory stopy gruby. Grubość wszystkich warstw razem wyniesie cztery stopy. Woda odpływać będzie z filtrów kanałami drenowymi.

Lindley wzmiankuje, że przy czyszczeniu zbierać wypada „wierzchnią zanieczyszczoną warstwę piasku, mniej więcej $\frac{1}{4}$ cala grubą“. Przy wodzie wisłanej pompowanej wprost z rzeki na filtry, trudno jest spodziewać się aby to było wystarczającym, a w każdym razie sądzimy, że potrzeba oczyszczania będzie częstszą niż *Lindley* przypuszcza i że 20% powierzchni rezerwowej filtrów może nie wystarczyć. Przyjmując bowiem, jak już wspominaliśmy, że stopa kwadratowa filtru przepuszcza 12 st. sz. wody w ciągu doby, *Lindley* projektuje sześć filtrów każdy o powierzchni 21 250 st. kw. Pięć więc takich filtrów dawać będzie dziennie 1 275 000 st. sz. wody, szósty zaś zostaje jako rezerwa dla oczyszczania. Otóż gdy przy braku osadników, zajdzie nieraz potrzeba, zwłaszcza podczas wezbrań Wisły, oczyszczania każdego filtru co trzy dni, to licząc drugie trzy na czyszczenie, mieć będzie można wtedy z sześciu filtrów tylko trzy w działaniu, które zamiast 1 275 000 st. sz. dostarczą 765 000 st. sz. wody filtrowanej na dobę.

Woda z kanałów zbiorowych urządzonych na dnie filtrów przelewać się będzie do studzienek ze stawidłami urządzonemi w ten sposób, iż można będzie w miarę potrzeby podnosić je lub opuszczać, regulując przez to wysokość wody na filtrach i zmniejszając jej zależność od zmiennej wysokości wody w wodozborze.

Wodozbiór, sklepiony, mieścić ma w sobie na początek przy głębokości 15' — 760 000 st. sz. wody; dla całkowitego zaś wodoociągu, dostarczającego 4,6 milionów st. sz., projektuje *Lindley* wodozbiór mieszczący 2,8 milionów st. sz. Posiadanie znacznego zapasu wody na nieprzewidziane potrzeby jest w każdym razie

pożądaniem dla miasta. Zaznaczyć wszakże wypada, że przez urządzenie obszernych zbiorników osadowych przed filtrami, zmniejszyćby było można wymiary wodozbiornu, mając zapas wody nie tylko w tym ostatnim ale i w osadnikach. W projekcie inżynierów *Majewskiego, Spornego i Surzyckiego*, przy dostarczanej dziennie ilości wody 600 000 st. sz. wodozbiór podziemny mieścić miał tylko 100 000 st. sz. ale za to w cednikach i osadnikach miało jej być 640 000 st. sz. Zapas więc przewyższał nawet dzienną potrzebę, co zresztą stanowi ogólnie przyjętą zasadę przy projektowaniu nowych wodociągów.

Dno wodozbiornu projektuje *Lindley* na wysokości 102' nad zerem Wisły, krawędź przelewu na — 118'. Zwierciadło wody przy napełnieniu 760 000 stopami sz. leżeć będzie na wysokości 117'. Wodozbiór podzielony ma być na 156 pól, z których 12 projektuje *Lindley* od reszty wodozbiornu oddzielić ścianą murowaną z krawędzią górną na wysokości 110'. Woda czysta spływać ma z filtrów do tej galeryi i stąd wchodzić w sieć rur dolnej części miasta, nadmiar zaś tej wody napełniać będzie galerya, a po przejściu wysokości 110', przelewać się przez krawędź ściany i wypełniać pozostałą część wodozbiornu. Urządzenie to ma na celu zasilanie dolnej części miasta wodą spływającą bezpośrednio z wodozbiornu pod stałym ciśnieniem 110', bez względu na zmiany poziomu w części większej wodozbiornu, komunikującej z siecią rur górnej części miasta. Wysokość 110', odpowiadająca wzniesieniu powierzchni filtrów, pozwala nadto takowe opróżniać, przez połączenie ich z częścią większą wodozbiornu, gdy w tej ostatniej zwierciadło wody zeszedłszy pod krawędź ściany przedzielającej dalej się będzie obniżać. Napełnianie filtrów proponuje *Lindley* uskutecznić w podobny sposób, w odwrotnym porządku. Najprzód wypadnie kanały zbiorowe danego filtru połączyć z wodozbiorem i woda tego ostatniego przechodząc do filtru wypełni z wolna wszystkie warstwy materiału filtracyjnego, gdy się jej poziom w części większej wodozbiornu podnosi. Skoro woda wyjdzie na $\frac{1}{2}$ ' nad powierzchnią piasku, wypadnie otworzyć komunikacją doprowadzającą wierzchem wodę rzeczną na filtr, a zamknąć bezpośrednie jego połączenie z wodozbiorem. Też same sposoby projektowali inżynierowie *Majewski, Sporny i Surzycki*, z tą różnicą, że woda z filtrów, w razie oczyszczania tychże, sprowadzana być miała wprost pod maszyny.

Z wodozbiornu prowadzi wodę do studzien pod pompami kanał murowany 6' średnicy. Dolny otwór rury ssącej ma być umieszczony na wysokości 100'.

Ilość wody, jaka przy całkowitem urządzeniu wodociągu ma być przez pompy dostarczana na godzinę, przyjmuje *Lindley* równą 205 000' st. sz., to jest jak już wspominaliśmy 12. st. sz. (339 l.) na dobę i mieszkańca, licząc że kiedy ludność całego miasta wzrośnie do 500 000 mieszkańców, to górna część Warszawy zamieszkaną będzie przez 410 000. Objaśnia dalej, że „choć tak

wielka ilość wody dopiero po upływie dosyć długiego czasu, licząc od chwili pobudowania nowych wodociągów, może być przez mieszkańców spotrzebowana, wszakże dziś już przyjęto ją do obliczenia siły mających się na początek pobudować maszyn parowych, a to w tym celu, aby one i w przyszłości stanowiły organiczną część, odpowiednią potrzebie całości". Założenie to niepodlegałoby zarzutowi, gdyby nie pociągało za sobą oddzielnych wydatków. Ale jeżeli potrzeba będzie trzymać bezprocentowo, przez długie może lata znaczną powierzchnią placu, i jeżeli budynki projektowane bez przewidywania tak znacznego rozszerzenia kosztowałyby taniej, — to może odpowiedniejby było nie liczyć tak stanowczo na to powiększenie, tem bardziej, że jak mieliśmy już sposobność wspominać, miasto mając czas po temu i szukając uisilnie innej wody, zdoła może z czasem obyc się, jeżeli nie zupełnie to częściowo przynajmniej, bez wody wiślanej.

Wysokość, do jakiej należałoby podnosić wodę, oznacza *Lindley* na 220' nad zero Wisły, licząc wzniesienie powierzchni ulic 120', wysokość domów 60' a 40' na stragę ciśnienia w rurach. Wysokość ta jest mniejsza o 30' od wysokości przyjętej w projekcie inż. *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego*, którzy liczyli wysokość domów 70', na stragę ciśnienia 35' i na zapas 25'.

Odpowiednio do powyższych danych projektuje *Lindley* dla kompletnego urządzenia wodociągowego, ustawić w górnym zakładzie 8 maszyn, każdą o sile 140 koni parowych, z których 6 do ciągłego działania a dwie na zapas. Na początek proponuje ustawienie dwóch takich maszyn, jednej do ciągłego działania a drugiej pomocniczej. Za najodpowiedniejsze uważa maszyny systemu Woolfa z dwoma cylindrami. z rozprężalnością i skroplaniem. Nader słusznie robi uwagę, że maszyny winny być użyte najlepszego systemu i najlepiej wykończone, aby zużycie paliwa było jak najmniejszym. Para dla wzmiankowanych dwóch maszyn ma być dostarczana przez 7 kotłów Cornwalskich, 28' długich, 6-cio stopowej średnicy. Należałoby przy ustawianiu tych kotłów zastosować specjalne urządzenia, mające na celu zaoszczędzenie paliwa, o czem *Lindley* nie wspomina.

Woda ze studzien, znajdujących się w północnym końcu budynku maszyn, czerpaną będzie pompami za pośrednictwem 24" rur ssących. Następnie pompy wtłaczać ją będą do dzwonu powietrznego, a potem rurami 30" średnicy do wieży ciśnień. System tej ostatniej, projektowany przez *Lindley'a*, należy do najlepszych. Sądzi on, że wieżę ciśnień jakoteż komin oraz mury otaczające wypadaloby zaraz z samego początku zbudować w takich rozmiarach, jak tego zachodzić będzie potrzeba dla całkowitego zakładu wodociągowego. Projektuje więc wieżę ciśnień złożoną z czterech pionowych linii rur, 36-calowej średnicy, z których dwie połączone zostaną w dolnych końcach z maszynami i służyć będą dla wody przez maszyny podnoszonej, drugie zaś dwie posłużą do przeprowadzania wody do sieci rur wodociągowych.

Górne końce wszystkich rur będą otwarte, — a na wysokości 210' nad zerem Wisły, rury dla wody wznoszącej się połączone będą z rurami dla wody schodzącej do sieci. Komin 150' wysokości (7' średn.) i cztery pionowe linie rur mają być otoczone murem o przecięciu kołowym 40' średnicy. Komin i otoczenie, bez rur, kosztować mają 55 000 rubli — wydatek jak widzimy poważny.

W szczegóły sieci rur wodociągowych, projektowanej przez *Lindley'a*, nie będziemy tu wchodzić. Zaprojektowane starannie, przez doświadczonego inżyniera, szczegóły te mogą jeszcze podlegać wielu zmianom podczas wykonywania projektu, stosownie do potrzeb i wymagań miejscowych. Całą sieć, pod względem sposobu zaopatrywania miasta w wodę, dzieli *Lindley* na dwie części. Pierwsza, dla dolnego miasta z Pragę, otrzymywać będzie wodę bezpośrednio z wodozbioru, — druga zaś, dla górnego miasta, z wieży ciśnień.

Dla przeprowadzenia wody z galeryi wodozbioru, o której była mowa, do dolnego miasta, ułożone mają być dwie główne linie rur, pod ulicami Wspólną i aleją Jerozolimską. Na początek ułożoną będzie tylko jedna 16to-calowa, przechodząca dalej ulicami Książęcą, Ludną, Solec, Topiel, Furmańską Sowią i Garbarską i na skrzyżowaniu się ulicy Bugaj z kierunkiem Nowego Zjazdu dzieląca się na dwie gałęzie. Jedna z tych gałęzi, 10-cio calowa, zasilać będzie dolną część miasta, po północnej stronie mostu Aleksandrowskiego; drugą zaś 12-tocalową projektuje *Lindley* dla zasilania Pragi „przeprowadzić przez most, zawiesiwszy ją przy belkach podłużnych mostu i zabezpieczywszy rozumie się od mrozów przez odpowiednie oskrzynkowanie.“ Konstrukcyja ta wydaje się nam nieco skomplikowaną i niezupełnie bezpieczną. Sieć wodociągowa na Pradze, razem z rurą zawieszoną pod mostem, kosztować ma według projektu *Lindley'a* około 180 000 rubli. Za tę sumę można by urządzić na Pradze oddzielny wodociąg, tem więcej że miejscowość po temu się nada i można tam mieć czystą wodę z Wisły, bez potrzeby przepuszczenia jej przez sztuczne filtry ¹⁾.

¹⁾ W studni murowanej, zbudowanej przed kilkoma laty na stacyi D. Ż. Warsz. Petersb., 32' głębokiej i mającej 10 $\frac{1}{2}$ ' średn. wewn., woda wznosi się zwykle na 8' nad dno a wysokość ta zmienia się razem ze wzniesieniem poziomu Wisły, co dowodzi że do studni przez pokłady piaszczyste dostaje się woda z rzeki. Okoliczność ta sprawdzoną została na wielu innych studniach zbudowanych na Pradze.

Studnia, o której mowa przechodzi przez 8' nasypowego gruntu, 9' gliny mulkowatej, następnie przez piasek z początku drobny dalej coraz grubszy a na dnie prawie już zupełnie żwirowaty i zmieszany z kamieniami.

Maszyna sześciokonna, z tłokiem wodnym 8" średn., działająca podwójnie, przy 24—30 poruszeniach na minutę daje 1200 st. sz. wody na godz. Po sześciogodzinnem pompowaniu bez przerwy, woda w studni obniżywszy się na 3', głębiej już przez maszynę tej siły spompowaną być nie może. Że zaś oprócz wzmiankowanej maszyny z pompami, ustawiono jeszcze dwie inne dwucylindrowe pompy ręczne dające od 500—600 st. sz. wody na godz., — przeto wszystkie te trzy przyrządy

W czasie największego rozbioru wody w dolnej części miasta, woda w rurach na Pradze utrzymywaną ma być pod ciśnieniem 75' nad zero Wisły a po lewej stronie rzeki ciśnienie dochodzić będzie do 90'. Nadmieniamy wszakże *Lindley* że „w razie nadzwyczajnych wypadków można będzie w całej dolnej sieci rur znacznie powiększyć ciśnienie, komunikując ją z siecią górną, za pomocą utworzenia jednej szluzy na placu Zamkowym“. A jednak poprzednio, mówiąc o krawędzi muru oddzielającego galerię w wodozbiorze, wzniesionej na 110' nad zero Wisły, wzmiankował, że wysokość ta „najlepiej odpowiada pod względem ciśnienia potrzebom dolnej części miasta.“ Wynikiem zaś projektowanego łączenia sieci dolnej z górną jest konieczność, aby rury sieci dolnej wytrzymywać mogły ciśnienie kolumny wody 200' do 210' wysokości a ciśnienie to jest zbyt wielkie. Dodać trzeba jeszcze, że gwałtowne uderzenie (*coup de belier*), za każdym otwarciem szluzy na placu Zamkowym, powodować będzie częste pękanie rur w dolnej części miasta. Wydawałoby się nam przeto praktyczniejszem zasilanie sieci dolnej wodą z wodozbioru zapasowego, wzniesionego na 30' nad najwyższym punktem górnej części miasta, jak to proponowali w swym projekcie inż. *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki*.

Projekt sieci dla górnej części miasta, sporządzony przez *Lindley'a* w ten sposób „aby nie narażając się obecnie na niepotrzebne koszty i unikając na przyszłość drogich przeróbek, można było za pomocą głównych linii rur, dostarczać w przyszłości, skoro się rozwinie miasto, dwa razy większą od obecnie niezbędnej ilość wody,“ starannem obmyśleniem zasługuje na uwagę. *Lindley* projektuje cztery główne arterye: wzdłuż ulicy Przedokopowej, — Żelaznej i Smoczej, — Marszałkowskiej i Dzikiej, — Nowy Świat, Krakowskie Przedmieście i Miodowej, — dzielące miasto w kierunku podłużnym na wąskie pasy, połączone trzema liniami poprzecznymi. Uwzględniając rozszerzanie się miasta ku zachodowi, projektuje *Lindley* urządzenie na Wolskiem Przedmieściu wodozbioru zapasowego, na 100 000 st. sz., żelaznego, walcowego, na takiemże podmurowaniu, zabezpieczonego w ziemie przykryciem i ogrzaniem, z dnem wzniesionem na 170' nad zero Wisły. Szczegóły działania tego wodozbioru dobrze są obmyślane. Woda wchodzić będzie z sieci górnej do wodozbioru przez wentyl urządzony w dniu, gdy ciśnienie w sieci, po zaspokojeniu potrzeb dziennych, przejdzie granicę 210'. Skoro wodozbiór dopełniać się już zacznie, zakład pomp otrzymywać będzie telegrafem zawiadomienie, aby zwalniać bieg maszyn, lub zatrzymać je w zupełności gdy wodozbiór się dopełni. Gdy skutkiem wstrzymania biegu maszyn, ciśnienie

działając razem dają około 2300 st. sz. na godz. czyli 55200 st. sz. na dobę. Przyjawszy tę tylko ilość jako wydatek studni, widzimy że na początek dwie podobne studnie starczyłyby mogły do zaopatrywania w wodę Pragi, która pod tym względem postawioną jest w nierównie pomyślniejszych warunkach od Warszawy. Warunki te należałoby umiejętnie wyzyskać.

w rurach wodociągowych zacznie się zmniejszać i zrówna się z ciśnieniem w wodobiorze, otworzy się wtedy w dnie wodobioru drugi wentyl, przeciwdziałający poprzedniemu i wodobiór połączony zostanie z siecią. Zapas wody pod wysokim ciśnieniem zawarty w wodobiorze, w razie wybuchnął mogącego pożaru, podczas zatrzymania maszyn, wystarczy w zupełności na pierwsze potrzeby, zanim maszyny, po telegraficznem zawiadomieniu wprowadzonymi zostaną w ruch na nowo. Wodobioiry podobne są w ogóle bardzo pożyteczne dla miasta.

Lindley nie wspomina wcale o spożytkowaniu istniejących rur wodociagowych. A jednak uwzględnienie tych rur w sposób jak to uczynili w swym projekcie inż. *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki*, przyniesłoby mogło pewną oszczędność.

Wszystkie inne szczegóły urządzenia wodociągowego, jak krany, szluzy itp. przewidziane są w sposób odpowiedni w projekcie *Lindley'a*

Kosztozryś w liczbach ogólnych, wodociągu mogącego dostarczać od 900 000 do 1 200 000 st. sz. wody na dobę, przedstawia się jak następuje.

1. Zakład pomp rzecznych

a) Rury ssące - - - - -	R.	32 000
b) Dwie maszyny parowe, każda o sile 160 koni, z pompami i akcesoryami - „		160 000
c) Budynek dla maszyn - - - - -	„	117 000
d) Komin - - - - -	„	4 000
e) Inne budynki i akcesorya - - - - -	„	53 000

R. 366 000

2. Linia rur 30" śred., 12 000' dług, służąca dla przeprowadzania wody rzecznej na filtry - - - - -

„ 180 000

3. Zakład górny

a) rozdzielacz - - - - -	R.	6 400
b) rury doprowadzające wodę do filtrów - „		12 600
c) filtry sklepione powierz. 127 500 st. sz. „		362 000
d) rury doprow. wodę do wodobioru - „		9 000
e) wodobior na 760 000 st. sz. wody - „		160 000
f) maszyny dwie po 140 koni z pomp. - „		150 000
g) komin i wieża ciśnień bez rur - „		55 000
h) budynki, rury i akcesor. zakładu górn. „		219 000

„ 974 000

4. Sieć rur wodociągowych w mieście

w części górnej - - - - -	R.	1 085 588
„ dolnej - - - - -	„	267 563
na Pradze - - - - -	„	160 399

„ 1 513 550

5. Wodobiór ciśnień na Wolskiem Przedmieściu, mieszczący

100 000 st. sz. wody - - - - -	„	110 000
	R.	3 143 555

Do tej sumy dodaje *Lindley* na roboty nieprzewidziane, utrzy-

manie biura głównego zarządu itp. - - - - -	„	506 450
---	---	---------

Ogół wydatków wynosi zatem w rublach metalicznych - - - - - 3 650 000

Niektóre jednak z projektowanych urządzeń, uważa <i>Lindley</i>	
że możnaby wykonać dopiero po upływie lat kilku, a mianowicie:	
w górnej części miasta, rur, kranów itp. za R.	448 640
w dolnej części miasta na lewym brzegu rzeki rur, kranów itp. za „	86 311
dochodzi na roboty nieprzewidziane proporcjonalnie do powyższych sum „	85 049
Razem rubli metalicznych	620 000

Koszt więc mający być poniesionym na budowę wynosi 3 030 000 rubli.

Zaznaczyć musimy najprzód w powyższym kosztorysie, nie pomieszczenie wartości gruntów będących własnością miasta, nad Wisłą i na Koszykach, na których projektowane są zakłady dolny i górny. Plac na Koszykach, wnosząc z planu *Lindley'a*, ma około 39 000 sążni kw. czyli 535 100 łokci kw. polskich rozległości i sprzedany po obecnych cenach przyniósłby około pół miliona rubli. Otóż przyłączając filtry do zakładu pomp rzecznych i umieszczając cały zakład na brzegu Wisły na gruntach miejskich a w przewidywaniu przyszłych potrzeb zakupując jeszcze plac rezerwowo nad Wisłą poza Łazienkami, rozległości około 400 000 łokci kw., możnaby po sprzedaniu placu na Koszykach osiągnąć jeszcze około 300 000 rs. oszczędności.

Kosztorys *Lindley'a* podany jest w liczbach ogółowych, niedostarczających materiału do oznaczenia choćby w przybliżeniu kosztów zakładu wodociągowego umieszczonego w całości nad Wisłą dla dostarczania 900 000 do 1 200 000 st. sz. wody dziennie, bez urządzeń projektowanych przez *Lindley'a* w przewidywaniu czterokrotnego powiększenia. Wymienimy wszakże mogące stąd wynikać oszczędności.

Po pierwsze, zamiast dwóch kominów murowanych: jednego w zakładzie pomp rzecznych dla maszyn parowych o sile 640 koni (wys. 160', średn. 5') a drugiego w zakładzie górnym dla maszyn o sile 1120 koni (wys. 150', średn. 7'), — potrzeba będzie tylko zbudować jeden komin dla maszyn o sile 600 koni (wys. 160' średn. 5').

Po drugie, zamiast filtrów przykrytych sklepieniami, zbudować by można filtry odkryte.

Po trzecie, zamiast wodozbioru sklepionego dla wody filtrowanej, mającego mieścić według projektu *Lindley'a* 760 000 st. sz. zbudowaćby można znacznie mniejszy sklepiony wodozbiór np. na 300 000 st. sz., urządzając za to przed filtrami otwarte zbiorniki osadowe, mogące pomieścić 900 000 st. sz. wody czerpanej z Wisły. Tym sposobem zakład posiadałby większy niż u *Lindley'a* a powszechnie przy projektowaniu nowych wodociągów uważany jako konieczny, zapas wody — równy jej dziennemu największemu spożerbowaniu.

Po czwarte, zbliżając jak tylko można wieżę ciśnień, którą może w takim razie najodpowiedniej by było połączyć z wodozbiorem zapasowym, do zakładu pomp rzecznych, zdołamy zmniej-

żyć więcej niż do połowy rurę łączącą dwa zakłady, znacznej średnicy a na całym swym przebiegu nie produkcyjną.

Po piąte, rury komunikacyjne w mieście można by ułożyć z takimi tylko średnicami, jakie są koniecznie potrzebne w zakresie projektowanej działalności wodociągu z uwzględnieniem odpowiadających strat ciśnienia. Przemiana ich, w przypadku istotnego zwiększania się potrzeb, po upływie lat kilkunastu lub kilkudziesięciu, może wypaść taniej od straty na kapitale, nieprodukcyjnie uwięzionym w rurach początkowo za wielkich; w każdym zaś razie koszt pierwiastkowego nakładu zostanie zmniejszonym.

Po szóste, budynki postawione na ustroniu, nad Wisłą, projektowane mogą być oszczędniej niż na Koszykach, pod względem ozdób zewnętrznych, które w tej ostatniej miejscowości, jakkolwiek skromne, odpowiadaćby musiały zawsze wymaganiom estetyczniej zabudowujących się ulic.

Uwzględniając te sześć punktów, można jeszcze urzeczywistnić oszczędność, wynoszącą na całym projekcie około 500 000 rs., które dodane do zaznaczonych poprzednio 1 000 000 rs., wynikłych z umieszczenia filtrów nad brzegiem Wisły, dałyby ogólnej oszczędności 800 000 rs. Po upływie lat trzydziestu, suma ta uczyniłaby 3 200 000 rs., stanowiące fundusz dostateczny do przedsięwzięcia robót, jakie po dokonanych w ciągu tego czasu próbach i nabyciu doświadczenia, miasto uznałoby za konieczne.

Uwagi powyższe są ogólnikowe, podobnie jak i projekt rozbiierany, który właściwie nie jest *projektem do wykonania*, obejmującym szczegółowe obliczenia, rysunki i kosztorysy, ale tylko *projektem przedwstępnym*, złożonym z opisu urządzeń i ogólnego wykazu kosztów. Musieliśmy zatem poprzestać na roztrząśnieniu samego tylko pomysłu, w braku materiału do ściślejszej technicznej rewizji.

Jako projekt przedwstępny, praca *Lindleya* o wodociągu w Warszawie zasługuje na uwagę, będąc dziełem doświadczonego i biegłego inżyniera. Pomysł śmiały, rozwinięty w niej został szeroko, ale bez dostatecznego uwzględnienia dość ważnych warunków miejscowych. Główniejsze bowiem postawione wyżej zarzuty, sprowadzają się do następujących:

1. Projekt jest nie ekonomiczny, rozległym swym zakresem, w przewidywaniu czterokrotnego powiększania wodociągu, oddzieleniem filtrów od zakładu pomp ssących, przykryciem filtrów sklepieniami i innymi szczegółami, już to zaznaczonymi wyżej, już też takimi, które wykazałyby mogła tylko ściślejsza rewizja.

2. Projekt nieuwzględnia natury wody wiślanej, nie obejmując zbiorników osadowych i tym sposobem nie zapewniając miastu stałej, dostatecznej, ilości wody wiślanej, dobrze oczyszczonej.

W obec stanu finansów miasta i konieczności zbudowania jaknajspieszniej wodociągu z wodą wiślaną, czyniącego zadość niezbędnym potrzebom mieszkańców, obie te okoliczności winny być wziętymi pod uwagę przez władzę miejską.

Feliks Kucharzewski.