1014

WODOCIĄG I KANALIZACYA

W WARSZAWIE.

PROJEKTY DAWNIEJSZE — PROJEKT LINDLEY'A.

PRZEZ

Feliksa Kucharzewskiego,

INŻYNIERA,

Redaktora Przeglądu Technicznego.

Z DWOMA PLANAMI WODOCIĄGU I KANALIZACYI.

BIBLJOTEKA
N 63
Polskiego Tow. Geograficznego

WARSZAWA.

Skład w Księgarni E. Wendego i S-ki.

1879.

TOWARZYSTWO GEOGRAFICZNE
w Warszawie
A 63

http://rcin.org.pl

WODOCIĄG I KANALIZACYA

W WARSZAWIE.

POLSKIE TOWARZYSTWO GEOGRAFICZNE w Warszawie
~~N63~~

PROJEKTY DAWNIEJSZE — PROJEKT LINDLEY'A.

PRZEZ

Feliksa Kucharzewskiego,

INŻYNIERA,

Redaktora Przeglądu Technicznego.

Z DWOMA PLANAMI WODOCIĄGU I KANALIZACYI.

BIBLJOTEKA PRZEGLĄDU TECHNICZNEGO W WARSZAWIE Polskiego Tow. Geograficznego

Hydr. 14.c

WARSZAWA.

Skład w Księgarni E. Wendego i S-ki.

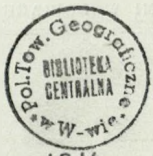
1879.

CBGiOŚ, ul. Twarda 51/55
tel. 22 69-78-773

http://rcin.org.pl

Wa5150400

ДОЗВОЛЕНО ЦЕНЗУРОЮ.
Варшава 24 Сентября 1879 года.



Warszawa. W drukarni Aleksandra Ginsa. Nowozielna № 37.

http://rcin.org.pl
NH-42716 Ts

I.

PROJEKTY DAWNIEJSZE.

Ogłoszony drukiem niedawno staraniem Magistratu „Projekt kanalizacyi i wodociągu w mieście Warszawie, sporządzony przez inżyniera *W. Lindley'a*“ [1]), poddany został pod sąd opinii publicznej i rozbierany jest obecnie różnostronnie przez niektóre pisma miejscowe. Ze względu na ogólne znaczenie kwestyi assenizacyi miast i szczególniejszą jej ważność dla Warszawy, przedstawiamy czytelnikom naszym techniczne sprawozdanie w tym przedmiocie. Zanim jednak przystąpimy do szczegółowego opisu i rozbioru projektu *Lindley'a*, podamy tu w krótkości historyczny przebieg kwestyi assenizacyi Warszawy, streszczając te zwłaszcza z dawniejszych projektów, o których zdołaliśmy zebrać dostateczne szczegóły. Ułatwi nam to w następstwie rozbiór świeżo ogłoszonego projektu a zarazem wykaże jego powinowactwo i różnice z dawniejszymi [2]).

Kwestya assenizacyi miast sprowadza się do dwóch niezbędnych czynników: dostarczenia miastu wody czystej i odprowadzenia wód zbytecznych i nieczystości. Mówić więc będziemy najprzód o wodociągu a następnie o kanalizacyi.

Warszawa od wielu lat doznawała braku wody. Przez długi czas sprowadzano ją beczkami z Wisły, co przy niedogodnej komunikacyi z rzeką było bardzo kosztownem. Aby zaradzić tej niedogodności, niektórzy właściciele domów pobudowali studnie w podwórzach, te jednak, nie dość głębokie, wystarczały zaledwie dla lokatorów, a nieraz nawet, dając wodę nieczystą lub niezdrową, musiały być zasypywane. Szczególniej braku wody doznawało Stare Miasto. Zbudowano więc drewniany wodociąg, sprowadzający

---

[1]) Przekład z niemieckiego. Warszawa, w drukarni Magistratu 1879 r. In 4-to, textu str. XV, 52, 39, 32 i 10. Pięć tablic rysunków i dwa plany miasta.

[2]) Zestawienie niniejsze dawnych pomysłów pozwoli także wnioskować, które z nowo wygłaszanych są tylko zapożyczonymi z przeszłości. I tak np. poruszony niedawno przez jedno z pism miejscowych projekt zaopatrywania Warszawy w wodę do picia z pobliskich źródeł nad Wisłą, jest tylko powtórzeniem tego, co

http://rcin.org.pl

wodę ze zdroju przy ulicy Długiej, w podwórzu domu zwanego *Na Rurach*. Gdy zdrój ten po pewnym czasie osłabł i nie mógł już siłą naturalnego spadku przepływać do Starego Miasta, urządzono wodociąg w ten sposób, że robotnicy pompowali wodę do zbiornika, z którego następnie drewnianemi rurami spływała do studni na Starem Mieście. W czasie przerw pompowania u zdroju, w nocy szczególniej, mieszkańcy Starego Miasta zostawali bez wody. Wreszcie brak wody u zdroju przy ulicy Długiej spowodował przedłużenie drewnianego wodociągu do studni obfitującej w wodę, w domu *p. Heuricha* przy ulicy Rymarskiej, z której pompowano wodę do Starego Miasta.

Przy ciągłym wzroście ludności brak wody dawał się czuć coraz silniej. Różnorodne prace i starania usiłowały złemu zaradzić. [1]) Jeszcze przed r. 1830, na przedstawienie *Hr. Andrzeja Zamojskiego*, zarządził Minister *Hr. Mostowski* budowę studni świdrowej w ogrodzie Saskim. Przewiercono ją tylko do głębokości 155 st. (44,64^{m}) a dalej z powodu urwania się świdra i zawalenia otworu, wiercenia zaniechano. Jednocześnie *Książe Lubecki*, Minister skarbu polecił budowę podobnej studni w zakładach machin na Solcu. Otwór tej studni doprowadzono do głębokości 471 $^1/_2$ st. (135,79^{m}) poczem z powodu spółczesnych wypadków robotę wstrzymano. W r. 1835 inż. *Urbański* wystąpił z projektem sprowadzenia do Warszawy, specyalnym kanałem, wody z rzeki Jeziorny, z odległości blisko 30 wiorst, zamierzając zbierać takową w zbiorniku urządzonym za rogatkami Jerozolimskiemi, z któregoby następnie naturalnym spadkiem spływała rurami na ulice i place Warszawy [2]). W roku następnym *Steinkeller*, po zasięgnięciu opinii inżyniera angielskiego *Anderson'a*, projektował zaopatrzyć Warszawę w wodę czerpaną z Wisły, podnoszoną do górnego zbiornika maszyną paro-

---

w r. 1867 jeszcze pisał, przed dwoma laty zmarły, inż. *Wierzbowski*. Czytamy bowiem w jego artykule: „Opis zaopatrzenia w wodę Londynu", podanym w dawnym Przeglądzie Technicznym z r. 1867 (tom III str. 259): „Dla dolnej części w arszawy zebrać można w jeden rezerwoar wody ze źródeł, znajdujących się: jednego przed pałacem w Mokotowie, trzech w Belwederskim ogrodzie, dwóch w Botanicznym, jednego w Ujazdowie, jednego w Bagateli i dwóch w pałacu Kazimierowskim, do których dołączyćby można wody źródeł w Wierzbnie i dwóch w Królikarni. Woda tych źródel mając 7° Celsyusza byłaby zdrowszą do picia, jak dziś używana—a rozprowadzona rurami, zaopatrywałaby niższe części miasta, bez używania siły do podnoszenia."

[1]) Szczegóły o dawnych projektach wodociągu i jego obecnem urządzeniu czerpiemy z artykułu inż. *Juliana Majewskiego*, p. t. „Pogląd na wodociągi w mieście Warszawie", ogłoszonego w Dzienniku Politechnicznym z r. 1862.

[2]) Oto co 12 lat temu pisał w tym przedmiocie inż. *Wierzbowski*: „Rzeka Jeziorna, według obliczeń inspektora Urbańskiego, prowadzi około 80 st. sz. na sekundę w stanie niskim, a choćby przypuścić, że tylko połowę tej ilości, jeszcze wypadnie na godzinę 144 000 st. sz.; jest ona miękką, czystą, niepotrzebującą fil-

http://rcin.org.pl

wą 70 konną ustawioną koło młyna parowego na Solcu [1]). Oba te projekty, jako niemogące przyjść do skutku dla braku funduszów, mało było rozpatrywane. Postanowiono tylko zaopatrzyć w wodę Stare Miasto, nie posiadające studni. Później dopiero przyłączono do Starego Miasta, place: Zamkowy, Teatralny, Krasiński, przed Kościołem Bonifratrów i Nowego Miasta. Ówczesny inspektor komunikacyi, *inż. Feliks Pancer*, sporządził przeto projekt wodociągu w tak ścieśnionym zakresie. Był to pierwszy szczegółowo opracowany projekt wodociągu w Warszawie.

Dla otrzymania czystej wody najtaniej i najprościej, projektował *Pancer* zbudowanie w samem korycie rzeki obszernej studni murowanej, średnicy 30 łokci czyli 56,64 st., wzniesionej nad najwyższy stan Wisły, wprost zaokrąglenia Nowego Zjazdu, w umyślnie w tym celu zrobionym występie na wodę, mając na uwadze — wklęsłość brzegu w tem miejscu i głęboki pokład piasku na dnie. Występ, złożony z nasypu ziemnego, obłożonego kamieniami i ubezpieczonego u spodu opaską faszynową, wzniesiony nad najwyższy stan wody, służyć miał do zabezpieczenia studni od powodzi i lodów i do pomieszczenia budowli z pompami i mieszkaniem służby. Studnia miała być opuszczoną tak głęboko, ażby doświadczenie wykazało dostateczną ilość pompowanej wody, którą *Pancer* zamierzał podziemnemi rurami żelaznemi przeprowadzić wzdłuż Zjazdu do punktów wyżej wymienionych. Jakkolwiek prawdopodobnem było otrzymanie z tej studni potrzebnej ilości wody, to jednak *Pancer*, postępując przezornie, projekt swój rozdzielił na dwie części, obejmując w pierwszej zaopatrzenie wodą placu Zamkowego, Starego Miasta i placu Teatralnego, w drugiej zaś zaopatrzenia wodą trzech placów pozostałych — i zamierzając najprzód wprowadzić w wykonanie część pierwszą, aby doświadczeniem dopiero dojść do nieomylnego przekonania: czy i o ile ten sam zakład nad Wisłą będzie mógł służyć do zaopatrzenia w wodę placów Krasińskiego, przed kościołem Bonifratrów i na Nowem Mieście, czy też drugi podobny wypadnie budować.

Projekt ułożony został w przypuszczeniu że ten sam zakład i dla trzech drugich punktów wystarczy. W tym celu zakład miał

---

tracyi; wzniesienie jej przy stawie Skolimowskim nad rezerwoar górny w Łazienkach, wynosi 17 stóp. Rzeka Utrata czyli Mrowa przedstawia drugie źródło z któregoby stały przypływ Warszawie sprowadzić można. Są to dwie drogi wprawdzie znacznego wymagające kosztu, ale lepiej Warszawie i taniej przysłużyć się mogące, jak czerpanie i filtrowanie wody z Wisły" (Dawny Przegląd Techniczny, tom III str. 259). Nadmienić tu wypada że szczegółowe studya na gruncie, jakie przeprowadzili inż. *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki*, wykazały niepraktyczność wzmiankowanego projektu.

[1]) Koszt tych robót wynosić miał 540 000 rub. sr. Opis pobieżny projektu Steinkellera podany był w Bibliotece Warszawskiej z r. 1842, w zeszycie listopadowym, str. 411.

http://rcin.org.pl

obejmować dwie maszyny parowe, z których w początku jedna tylko o sile dziesięciu koni dostarczała by trzem pierwszym punktom codziennie 20 do 30 000 st. sz. (480 do 720 m³) wody i wówczas cały ten zakład kosztowałby 26 648 rs. [1]). Druga maszyna parowa byłaby ustawioną przy wykonaniu drugiej części projektu.

---

[1]) Koszt ten rozłożony miał być jak następuje:

Występ na Wisłę	rsr.	5334,91
Studnia murowana	„	6079,60
Budynek dla maszyn parowych	„	5002,84
Mostek łączący budynek ze zjazdem	„	530,76
Machina parowa z pompami	„	9700
Razem rs. . .		26648,11

Dla zdania sobie sprawy z tych sum, jakoteż i z wielu następnych, niezbędną jest znajomość cen przyjętych przy układaniu kosztorysów przez *Pancera* w r. 1848. Ceny te były następujące:

1 sąż. sześć.	opaski faszynowej z materyałem i robotą	Rs.	4
„	ziemi i piasku dostarczonych do nasypu i ubitych . .	„	2,25
„	wykopu	„	1,50
„	kamieni polnych granitowych z dostawą	„	15
„	piasku	„	2,50
„	wyrobienia mączki ceglanej	„	15
„	roboty muru ceglanego studni z przyrządzeniem zaprawy	„	9
„	„ „ „ w budowlach	„	7
„	roboty i wyłożenia betonu z kosztem materyałów . .	„	40
„	gliny dostawionej do robót	„	6
1 sąż. kwad.	wyłamanego bruku z odwózką kamieni	„	0,05
„	obłożenia skarp kamieniami na mech z kupnem mchu	„	1,50
„	zwyczajnego wybrukowania z podwiezieniem piasku i ubiciem	„	0,50
1 sąż. bież.	rury żelaz. 7″ średnicy wewn. ½″ grub. z osadzeniem na miejscu	„	17,28
„	takiejże rury 6″ średnicy wewn.	„	15,00
„	„ 5″ „	„	13,00
1 stopa sześć.	budulcu sosnowego wielkiego	„	0,18
„	„ „ średniego	„	0,12½
„	kamieni ciosowych w tabletach, gzymsach, tryglifach i ozdobach z ułożeniem	„	1,20
„	kamieni ciosowych w balustradzie	„	1,50
„	flizów marmurowych	„	1,50
1 000	sztuk cegły doborowej dostawionej na miejsce	„	15,00
„	„ zwyczajnej na mączkę dobrze wypalonej	„	10,00
1 korzec	wapna dobrze wypalonego ze zlasowaniem	„	1,00
1 beczka	cementu angielskiego	„	7,50
1 łokieć	poręczy żel. z ustawieniem i pomalowaniem	„	4,50
„	krat żel. w około wodotrysku	„	6,00
1 centnar	żelaza w odlewie łuków, plat i t. p. z ustawieniem . . .	„	7,50

http://rcin.org.pl

Pierwsza część projektu przedstawioną była w czterech głównych alternatywach, których koszt wynosić miał 63 400, 70 000, 54 150 i 50 488 rubli. Uważając za zbyteczne opisywanie tu wszystkich alternatyw, z których trzy tańsze były uproszczeniami drugiej najrozleglejszej, naszkicujemy tu tylko tę ostatnią.

Według tej drugiej alternatywy urządzone miały być obszerne zbiorniki z wysoko bijącemi fontannami na placu Zamkowym i w ogrodzie Saskim a zdroje bez wytrysków na placu Teatralnym i na Starem Mieście.

W wodotrysku przed Zamkiem, wyrzut wody, bezpośrednio siłą pomp ustawionych nad Wisłą, miał wynosić przeszło 30′ (8,64 m). Należący do wodotrysku wodozbiór projektował *Pancer* dość obszerny, tak dla zbierania wytryskującej wody, która inaczej przez wiatr mogłaby na plac być rozrzucaną, jako też dla tego że wodozbiór ten obejmować miał zapas wody potrzebnej tak dla Starego Miasta, jako też i dla mieszkańców ulic przyległych Zamkowi. Z powodu jednostajnego dostarczania wody przez pompy a niejednostajnego jej rozbierania przez mieszkańców, jako też w przewidywaniu nadzwyczajnej potrzeby użycia na raz wielkiej ilości wody, przyjął *Pancer* w wodozbiorze tym zapas 6000 st. sz. (144 m³). Wodozbiór przeto okrągły miał mieć 40′ (11,52 m.) średnicy wewn. a 5′ (1,44 m.) głębokości. W razie większej jeszcze potrzeby wodozbiór ten dałby się zasilać wodą doprowadzoną z wodozbioru w ogrodzie Saskim. Ponieważ powierzchnia placu przed Zamkiem wzniesioną jest na 3½′ (1,008 m) po nad powierzchnią rynku Starego Miasta, gdzie w projektowanych zdrojach do tej wysokości przynajmniej wypadało podnosić wodę, przeto dno wodozbioru przed Zamkiem zaprojektował *Pancer* równo z powierzchnią placu. Wodotrysk dostarczać miał dziennie 15 000 do 20 000 st. sz. (360 do 400 m³) wody, której ½ do ⅔ służyć miała na potrzebę Starego Miasta. Wrazie większej potrzeby wszystka woda idąca ku placowi Teatralnemu mogłaby być zwróconą do wodotrysku na placu Zamkowym a oprócz tego nawet, jak już wspomniano, sprowadzoną być mogła woda ze zbiornika w ogrodzie Saskim. Urządzenie wodozbioru i wodotrysku na placu Zamkowym wraz z rurą 7″, prowadzącą do niego wodę od zakładu nad Wisłą, kosztować miało 12 717 rs.

Cztery zdroje w rynku Starego Miasta z żelaza lanego, wraz z rurami żelaznemi idącemi od wodozbioru przed Zamkiem, kosztowałyby rs 6 944. Zdrój przed Teatrem, wraz z rurą od wodozbioru przed Zamkiem, kosztować miał rs. 6 908.

W ogrodzie Saskim projektował *Pancer* wodozbiór okrągły, wymurowany w ziemi, bez wznoszenia go nad poziom, dla nietamowania widoku środkowej alei ogrodu. Brzeg jego byłby otoczony murem kamiennym, zewnątrz zaś trawnikiem z baryerką ogrodową. Średnica wynosiłaby 42′ (12,096 m.), głębokość zaś 5′ (1,44m.); mieściłby zatem 7000 st. sz. (112 m³) wody. Koszt tego wo-

http://rcin.org.pl

dozbioru wraz z wodotryskiem i rurą do placu Teatralnego wynosiłby rs. 7852.

Dla otrzymania większego zapasu wody, na przypadek nadzwyczajnej potrzeby, urządzony miał być w ogrodzie Saskim drugi obszerny wodozbiór, lub nawet dwa wodozbiory. Byłyby one tylko wykopanymi w ziemi, z wyłożeniem dna i boków gliną, z zabrukowaniem i ocementowaniem. Mogłyby obejmować 50 do 100 000 st. sz. (1200 do 2400 m³) wody i kosztowałyby stosownie do wielkości i urządzenia 4 do 8 tysięcy rubli.

Cały zatem koszt zaopatrzenia w wodę trzech wymienionych punktów miasta wynosić miał 66 do 70 tysięcy rubli. Gdyby w następstwie doświadczenie wykazało, że z zakładu na Wiśle będzie można otrzymywać dostateczną ilość wody dla zaopatrzenia w nią placów Krasińskiego, przed kościołem Bonifratrów i na Nowem Mieście, projektował wtedy *Pancer*, jak o tem wzmiankowalismy, umieszczenie w zakładzie drugiej jeszcze dziesięcio-konnej maszyny, która pchałaby wodę najprzód tym samym wodociągiem a następnie od ulicy Senatorskiej osobną rurą żelazną, przeprowadzoną przez ulicę Miodową do miejsca przed pałacem Krasińskim, gdzie umieszczony byłby zdrój lub wodotrysk. Mógłby także w ogrodzie Krasińskim być umieszczony wodozbiór z fontanną a na placu sam zdrój bez wytrysku. Od tego miejsca miała pójść inna rura przez ulicę Nowowiniarską a następnie do placu przed kościołem Bonifratrów, gdzie byłby urządzony zdrój. Trzecia wreszcie rura poszłaby od placu Krasińskiego przez Ś-to Jerską i Freta do placu na Nowem Mieście, gdzie umieszczonyby został zdrój, podobny jak na Starem Mieście. *Pancer* zamierzał dostarczyć tym trzem punktom miasta 20 do 30 tysięcy stóp sz. (480 do 720m³) dziennie; koszta zaś obliczał na 33445 rs.

Zaopatrzenie zatem w wodę sześciu placów Warszawy kosztować miało według projektu *Pancera* 103 445 rs. Koszta utrzymywania projektodawca obliczał jak następuje:

1. Utrzymanie dwóch maszyn parowych o sile 20 koni, to jest opalanie tychże przez 16 godzin w lecie a 12 godzin w zimie, średnio 14 do 15 godzin dziennie, smarowidło, reperacye i t. p. kosztowałoby rocznie około . . . . . rs. 5 000
2. Utrzymanie służby 2 500
3. Reperacye różnych cząstkowych uszkodzeń i przeczyszczanie zbiorników i rur, ochranianie w zimie i utrzymanie w dobrym stanie zakładu nad Wisłą, wodozbiorów i wodotrysków 2 500

Razem około Rs. 10 000

albo razem z procentem od nakładu 16 000, co przy dostarczanej dziennie ilości wody 50 000 st. sz. (1200 m³) dawałoby za kopiejkę 240 litrów czyli 15 stóp sześciennych.

Gdyby po niejakim czasie zaszła potrzeba zaopatrzyć w wodę pozostałe części miasta, zamierzał *Pancer* drugi takiż sam zakład jak projektowany przy Zjeździe, umieścić nad Wisłą w bliskości

http://rcin.org.pl

Solca i wreszcie trzeci podobny, gdyby tego konieczna zachodziła potrzeba. Tym sposobem na przypadek uszkodzenia jednego z zakładów, przy złączeniu w jedną sieć wszystkich rur rozprowadzonych po mieście, zaopatrywanie miasta w wodę nie mogło być przerwanem. Nadto niedogodności jakie by się okazały w praktyce przy budowie jednego z zakładów, usuniętebу zostały przy budowie innych. Warunkom tym odpowiedzieć nie może żaden zakład zbudowany na wielką skalę w zamiarze zaopatrzenia w wodę całej Warszawy. Zdanie to *inż. Juljana Majewskiego*,—wypowiedziane w artykule z którego czerpiemy niniejsze szczegóły, napisanym siedemnaście lat temu i dziś w równym stopniu zasługuje na uwagę.

Projekt *Pancera*, przedstawiony Rządowi, oddany został do rozpatrzenia ówczesnej Radzie Budowniczej. Ponieważ projekt miał na celu zaopatrzenie w wodę małej tylko części miasta a wówczas już wymaganem było zaopatrzenie wodą całego miasta, przeto radca budownicy *Henryk Marconi* przerobił projekt *Pancera* a mianowicie wprowadził następujące zmiany:

1) zwiększył średnicę rur wodociągowych,

2) zaprojektował większą długość tych rur,

3) zaprojektował wodozbiór w ogrodzie Saskim znacznie wzniesiony nad grunt, podczas gdy w projekcie *Pancera* woda przy zastosowaniu dzwonów powietrznych siłą maszyny dostarczaną miała być wprost dla wodotrysków, wodozbiorów i zdrojów.

4) zamiast wreszcie studni zbudowanej w Wiśle, zaprojektował urządzenie sześciu studzien nad brzegiem Wisły, to jest trzech większych i trzech mniejszych wymiarów, dla zbioru wody, mającej dochodzić do studzien od Wisły, dolnymi pokładami.

To ostatnie najważniejsze odstąpienie od pierwotnego projektu *Pancera*, stanowiło zarazem główną ułomność nowego projektu, jak się o tem w praktyce sam *Marconi* przekonał. Projekt jego rozbierany był w r. 1851, wspólnie z projektem *Pancera*, podówczas już nieżyjącego. Nie mając obrońcy, projekt *Pancera* upadł w głównych zasadach — i zarządzonem zostało wykonanie wodociągu w Warszawie według projektu *Marconiego* i pod jego kierunkiem. Do pomocy przy kierunku robót i do komitetów budowy, wezwani zostali odrazu albo wzywani byli w następstwie wyłącznie tylko budowniczowie, lub osoby mniej jeszcze z inżynieryą cywilną mające styczności.

Do budowy jednej z sześciu studzien, zaprojektowanych przez *Marconiego* nad brzegiem Wisły a nie w korycie rzeki (jak w projekcie *Pancera*), przystąpiono zaraz w r. 1851. Po zbudowaniu przekonano się że studnia wykopana nad brzegiem Wisły w gruncie nasypowym, zagłębiona na 10' pod zero, mimo dobrze urządzonego dna filtrowego żadną miarą niemoże posłużyć na wodozbiór czystej wody, dnem tejże studni z koryta Wisły dobytej. Znaleziono bowiem całą warstwę ziemi, w której wykopaną była studnia, przesiąkniętą takiemi nieczystościami iż użytek z niej zupeł-

http://rcin.org.pl

nie zaniechanym być musiał. Ze studni tej jednak skorzystano w następstwie, przeznaczając takową na zbiornik wody, spływającej z trzech obszernych sadzawek, opatrzonych w dna filtracyjne.

Zakład wodociągowy urządzono nad brzegiem Wisły, przy ulicy Dobrej i Karowej. W domu murowanym umieszczono dwie maszyny parowe, każda o sile 40 koni, wraz z dwoma kotłami parowymi. Przy każdej z tych maszyn ustawione zostały po dwie pompy, z których jedna służy do pompowania wody z Wisły do sadzawek i filtrów a druga do pompowania czystej wody do miasta. Do czyszczenia wody urządzono dwie sadzawki zawierające po 180 000 stóp sz. wody i dwa filtry mające po 2 000 stóp kw. dna filtracyjnego. Ściany skarpowe i dna sadzawek i filtrów wyłożono gliną i zabrukowano kamieniem polnym. Przez środek każdego filtru wymurowano kanalik na zaprawę cementową i od takowego przeprowadzono rurę, sprowadzającą wodę z filtrów do zbiornika pod maszynami. Prostopadle do kanalika ułożono podłużne rzędy cegieł, w odstępie 12″ od środka do środka, przecięcia trapezowego,— na tych cegłach położono dachówkę płaską dziurkowaną, dobrze wypaloną, na wierzch której nasypano 2 stopową warstwę żwiru, z początku grubego, wyżej drobnego a następnie jednostopową warstwę piasku.

Woda z Wisły napompowana na filtr, oczyszczona w przejściu przez piasek i żwir, spływa przez otwory w dachówkach między ścianami cegieł a następnie po małym spadku w stronę kanalika i przez ten ostatni do zbiornika, skąd pompami dostarczaną jest do miasta, za pośrednictwem dwóch głównych rur 10″ poprowadzonych przez Karową, Saski Plac, do ogrodu.

W ogrodzie Saskim zbudowano wodozbiór murowany z cegły palonej na zaprawę cementową, złożony z dwóch części. Część dolna, otoczona ziemią w kształcie góry, zawierająca 25 000 stóp sz. wody, ma wierzch wzniesiony 24′ nad powierzchnią ogrodu a 138′ nad zero Wisły. Część górna, wykonana na wzór świątyni Westy w Tivoli, zawierająca 7000 st. sz. wody, ma wierzch wzniesiony na 64′ nad powierzchnią ogrodu a 178′ nad zero Wisły. Obok wodozbioru wykopano nadto sadzawkę, do której zamierzano odprowadzać wodę nadmierną wodozbioru i wodociągu.

Dwie główne linie rur ułożone zostały od wodozbioru: jedna 9″ do bramy ogrodu przy Żabiej, 8″ przez Żabią, plac Bankowy, Rymarską, Przejazd do rogu Nalewek, — druga 10″ przez pałac Brülowski, Niecałą, Wierzbową, plac Teatralny, Senatorską do rogu Miodowej, dalej 9″ od Miodowej przez Senatorską, plac Zamkowy, Ś-to Jańską do rynku Starego-Miasta, następnie 8″ przez Nowomiejską, szeroką Freta do Ś-to Jerskiej, wreszcie 7″ od rogu Freta przez Ś-to Jerską i Nalewki do rogu Nowolipek, to jest do połączenia z pierwszą odnogą na Nalewkach. Odnogi ułożono: 7″ od bramy ogrodu, Żabią, placem za Żelazną Bramą, Graniczną, na plac Grzybowski, 6″ od placu Saskiego przez Mazowiecką na plac Warecki i od Ś-to Jerskiej przez Nowowiniarską, Franciszkańską, Bonifraterską,

http://rcin.org.pl

przed kościół Ś-go Jana-Bożego. Ułożono nadto linią rur 9″, prowadzącą wodę od wodozbioru w ogrodzie Saskim do czterech wodotrysków urządzonych w mieście, mianowicie w ogrodzie Saskim, na placu Teatralnym, Zamkowym i w rynku Starego-Miasta. Zdrojów zbudowano 17, kranów pożarnych urządzono 31, szluz w rurach komunikacyjnych 74. Wodociąg w tym stanie oddany został do użytku publicznego w końcu 1855 r. i kosztował w całości Rs. 299 177 kop. 10.

W przeciągu następnych lat siedmiu ułożono jeszcze linie rur: 9″ od Karowej przez Krakowskie-Przedmieście do Ordynackiej, 8″ od rogu placu Teatralnego i Wierzbowej do rogu Długiej, 4″ w odnodze od zdroju koło Kopernika, Ordynacką do rogu Alexandryi i Tamki, 8″ przez Wierzbową do wierzchu Teatru i do połączenia z linią na Wierzbowej wprost Niecalej, 6″ z Grzybowa przez Twardą do rogu Pańskiej, wreszcie 6″ przez Nowy-Swiat do placu Ś-go Alexandra. Na tych liniach jak również na dawniejszych umieszczono 7 zdrojów i 5 kranów pożarnych, przyczem zaopatrzono w wodę 19 domów rządowych i 17 prywatnych. W roku 1857 zamieniono w zakładzie wodociągowym jedną sadzawkę na filtr, mający przeszło 10 000 st. kw. powierzchni. Przez środek tego filtru przechodzi kanał murowany, zakryty z wierzchu wiązowymi balami dziurkowanymi, do którego doprowadzają wodę rury 8″ gliniane dobrze wypalone, w rodzaju drenów, przykryte żwirkiem a następnie piaskiem. Nadto dla zapobieżenia wegetacyi i mnożeniu się owadów, boki tego nowego filtru wyłożono brukiem na mech i takowy pokryto cienką warstwą zaprawy cementowej.

Sadzawka w ogrodzie Saskim, skoro okazało się że przepuszcza wodę, zalewającą w następstwie piwnice pałacu Brühlowskiego, została wypróżnioną [1]).

Z wyszczególnionych wyżej robót dodatkowych, najwięcej zasługuje na uwagę przeprowadzenie wody pod wierzch Teatru, wykonane najprzód z przyczyny że ciśnienie wody z górnego wodozbioru w ogrodzie Saskim nie było dostatecznem dla dostarczenia wody do wierzchu zabudowań teatralnych a oraz dla możności zasilania wodą i innych zabudowań w mieście, dla którychby ciśnienie wody z głównego wodozbioru nie było wystarczającem. Z placu Saskiego, od głównej linii rur, poprowadzono odnogę przez Wierzbową do Teatru, tam poprowadzono linią rur pionową wzdłuż muru pod sam wierzch Teatru, do wysokości 47′ wyżej nad stan wody w górnym wodozbiorze a 255′ nad zero Wisły, skąd spowadzono drugą linią rur pionową na dół i połączono takową z linią rur, idącą od wodozbioru w ogrodzie Saskim, na ulicy

---

[1]) O dalszych losach sadzawki była mowa w artykule *inż. J. Spornego*, podanym w zesz. grudniowym Przeglądu Technicznego z r. 1877 (Tom VIII str. 321) i w odpowiedzi na ten artykuł zamieszczonej w następnym zeszycie przez *inż. A. Barcikowskiego* (Tom. IX str 61).

http://rcin.org.pl

Wierzbowej wprost Niecałej. Tym sposobem woda z zakładu wodociągowego, pompowana za pomocą maszyny parowej, — przez zamknięcie szluzy na placu Saskim, na linii prowadzącej wodę do wodozbioru w ogrodzie, zmuszoną jest iść w linią idącą do Teatru, gdzie przeszedłszy przez całą linią pionową aż pod wierzch Teatru, spływa drugą linią pionową i przez ulicę Niecałą i pałac Brühlowski, dostaje się do wodozbioru w ogrodzie Saskim. Pod wierzchem Teatru urządzone są dwa wodozbiory, obejmujące razem 1000 st. sz., które wypełniają się podczas przechodzenia wody przez linią rur pionowych. Służą one jednak jedynie dla zaopatrzenia Teatru w wodę a w żadnym razie nie mogą być użyte dla miasta. Użytek tylko, jaki może mieć miasto z ułożenia tych rur, ogranicza się na tem, że w czasie pompowania przez te linie rur pionowych, można korzystać z ciśnienia stąd powstałego na linii od zakładu wodociągowego nad Wisłą do Teatru i na wszystkich liniach rur z tą skomunikowanych.

Wszystkie powyższe roboty dodatkowe kosztowały rs. 60 422 kop. 72. Do roku więc 1862 miasto wydało razem na budowę wodociągu rs. 359 599 kop. 82.

W r. 1862 wydelegowani do zbadania stanu wodociągu inżynierowie *J. Majewski*, *J. Sporny* i *J. Surzycki* złożyli V-mu komitetowi ówczesnej Rady Miejskiej szczegółowe sprawozdanie, wraz z uwagami i wnioskami, tyczącymi się kanalizacyi i wodociągu w Warszawie. Zalecając na wstępie zaprowadzenie kanalizacyi angielskiej t. j. przyjęcie do kanałów ścieków i odchodów z domów prywatnych, wnosili aby zanim jakiekolwiek roboty dla zaprowadzenia kanałów przedsiewziętemi zostaną, zająć się robotami około rozszerzenia działalności istniejącego wodociągu. Wady i niedokładności tego ostatniego wykazywali następujące: [1])

1. Zakład pracuje trzy razy mniej niż może, t. j. daje 40 000 a może dać 120 000 st. sz., gdyż wciągu sześciu ubiegłych lat (do 1862) z dwóch maszyn każdodziennie jedna przez osiem godzin średnio pompowała wodę. Że zaś próba wykazała iż jedna pompa dostarcza na godzinę 5 000 st. sz., zatem zużywana dziennie ilość wody wynosiła dotąd 40 000 st. sz. A ze dwie maszyny pracować mogą bez przeciążenia po 12 godzin dziennie, przeto mogą dostarczać 120 000 st. sz. t. j. 3 razy więcej niż dotąd, z warunkiem tylko ustawienia trzeciego kotła parowego.

2. Główny wodozbiór jest 4 razy mniejszy jak potrzeba, bo obejmuje 30 000 st. sz. wody a zakład może dostarczać dziennie 120 000. Niedogodność ta wszakże może być w części usuniętą, skoro znaczniejsze zakłady lub gmachy posiadać będą odpowiednie dziennej potrzebie zbiorniki, oraz gdy maszyny działające bez przerwy utrzymywać będą jednostajne ciśnienie na wszystkich punktach, przeznaczonych do brania wody.

---

[1]) Szczegóły te wyjmujemy dosłownie prawie z odpisu sprawozdania o jakiem mowa.

http://rcin.org.pl

3. Filtry są za małe, bo mogą wprawdzie dostarczać na dobę 120 000 st. sz. ale nie inaczej jak przy nieprzerwanem czyszczeniu, co pociąga za sobą znaczne koszta a w zimie jest prawie niemożebnem. Doświadczenie przekonywa bowiem że jedna st. kw. filtru oczyścić może 100 st. sz. wody pozbawionej pewnej części mułu, przez wystanie się takowej w osadniku; tworzy się w skutku tego na wierzchu dna filtracyjnego półcalowa warstwa mułku, niedopuszczająca dalszego filtrowania. Że zaś wielki filtr ma przeszło 10 000 st. kw. powierzchni dna a dwa małe po 2000, przeto wszystkie trzy razem oczyszczać mogą bez przerwy 1 400 000 st. sz. Przyjmując największą dzienną potrzebę 120 000 st. sz., widzimy że filtr wielki wystarczy na $8^1/_3$ a dwa małe na $3^1/_2$ dni. Czyszczenie wielkiego filtru, dopełnione przez przemycie wierzchniej zanieczyszczonej warstwy piasku, może być dokonanem najprędzej w dni 3, zatem w chwilach czyszczenia tegoż filtru można się będzie z dobrym skutkiem posiłkować małymi. Koszt wszakże 32 oczyszczań w ciągu roku, ogólnej powierzchni filtracyjnej 448 000 st. kw., licząc po $^1/_5$ kop. za 1 st. kw. wyniesie około 900 rs. a koszt 6 razowego w ciągu roku oczyszczania sadzawki, służącej do osadzania mułu wiślanego, około 180 rs. Ale filtry te wykopane są w gnojowisku nadwiślańskiem, skąd gnojówka przeciska się do nich przez ocementowane nawet skarpy, do dna zaś ma zupełnie swobodny przystęp—i to głównie stanowi przyczynę, że mimo najstaranniejszego utrzymania filtrów żadną miarą nietylko nie można mieć zupełnie czystej wody, ale i uniknąć robactwa, które nawet w porze zimowej pod lodem daje się w znacznej ilości spostrzegać. Nadto jeden tylko filtr wielki przy użyciu rur glinianych zbudowanym jest odpowiednio, dwa zaś inne, dachówkowe, jako wadliwe, częstemu załamywaniu się ulegające, przerobionymi być winny.

4. Rury żelazne 15″, czerpiące wodę z Wisły, umieszczone przy samym brzegu rzeki między dwoma wylotami kanałów ściekowych miejskich, zabierają też ścieki razem z wodą wiślaną na filtry, co łącznie z wykopaniem filtrów w gnojowisku, czyli samo umieszczenie zakładu wodociągowego stanowi jego największą wadę. Aby więc doprowadzić do zakładu czystą wodę i usunąć potrzebę przepuszczania jej przez filtry tak niekorzystnie umieszczone, proponowali sprawozdawcy zaniechanie systemu filtrów i zastąpienie takowego studniami umieszczonemi w korycie Wisły, w pewnej odległości od brzegu, a otrzymanemi za pomocą cylindrów żelaznych zapuszczonych w dno rzeki do odpowiedniej głębokości.

Pancer, przed wykonaniem poruczonego mu projektu wodociągu dla Starego-Miasta, uważając za możliwe użytkowanie wody ze studzien przy brzegu umieszczonych, wykopywał takowe w dwóch miejscach na placu komory wodnej i przekonał się że chociaż woda dostarczaną być mogła w ilości dostatecznej, lecz pomieszaną była z nieczystościami, prawdopodobnie napływającemi z górnej części Warszawy. Projektował on w skutku tego stud-

http://rcin.org.pl

nię w środku Wisły. O niestosowności kopania studzien na brzegu Wisły przekonał się także *Marconi*. Przeciwnie, zapuszczając cylinder żelazny w piaszczyste dno Wisły otrzymać można przesiąkanie do cylindra wody z samej rzeki, przy przejściu przez piasek zupełnie oczyszczonej, jak się o tem przekonano podczas zapuszczania cylindra pod filar piąty mostu Alexandrowskiego [1]).

Inżynierowie *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki* projektowali po przesondowaniu w danem miejscu dna Wisły przynajmniej do głębokości stóp 40, dla należytego upewnienia się o dostatecznej grubości warstwy piasku, zapuścić cylinder żelazny 9 stopowy do głębokości 40′ pod zero i dno cylindra ustalić, czyniąc je zarazem filtracyjnem. Proponowali w tym celu wyłożyć dno studni warstwą dwu stopową drobnego żwirku, następnię takąż warstwą grubego i obie te warstwy po wyrównaniu przykryć pokrywą żelazną laną dziurkowaną, opatrzoną po bokach w stosowne łapy, wsparte o boki cylindra, wstrzymujące pokrywę wraz z filtrem od wypchnięcia. Przy takiem urządzeniu, woda wiślana, podlegając wielkiemu ciśnieniu, wynoszącemu przeszło 25′, napływałaby zupełnie czysta do cylindra, skądby następnie pchaną była wprost pompami do miasta. Uniknięto by przez to podwójnego pompowania do filtrów i z filtrów, oraz potrzeby czyszczenia filtrów, bo w korycie rzeki gdzie prędkość wody jest dość znaczną a tem samem piasczyste dno koryta jest ruchome, zwłaszcza w czasie przyboru kiedy woda jest najmętniejszą, osadzanie się mułu na powierzchni dna nie może mieć miejsca [2]). Zresztą działając z przezornością, można byłoby piaszczyste dno rzeki w pobliżu studzien co kilka dni poruszać umyślnie do tego przyrządzonemi gracami.

Aby zapewnić ciągłe działanie pomp ssących wodociągowych, wzniesionych na 20′ nad zero, wypadałoby poziom wody w studni cylindrowej utrzymywać zawsze narówni z poziomem na zewnątrz. Jeżeliby więc kilka podobnych studzien czyniło zadość potrzebie miasta, wtedy studnie te winnyby być ze sobą tak połączone, aby zlew wody gromadził się w jednej studni najbliższej brzegu, skądby woda braną była bezpośrednio pompami dla miasta. W tym celu proponowali projektodawcy hermetyczne zamknięcie najbliższej studni, przykrycie pozostałych studzien z zapewnieniem dostępu powietrza—i połączenie ich z pierwszą za pomocą syfonów. Studnie wystawać miały około 5′ nad zero i dla zabezpieczenia od lodów miały być otoczonemi robotą faszynową, wystającą w kształcie tamy skośnej lub załamanej pod kątem i należycie w brzeg wpuszczonej.

---

[1]) Był to właściwie filar pierwszy od Warszawy. Wiercony w tem miejscu otwór świdrowy wykazał warstwę piasku mającą 100′ grubości.

[2]) Patrz artykuł inż. *Witkowskiego*: „kilka doświadczeń w przedmiocie rozkładu prędkości wody, na jednej pionowej w rzece Wiśle przy stanie jej zamarznięcia, pod lodem“, podany w Dzienniku Politechnicznym z r. 1863, str. 16.

http://rcin.org.pl

Koszt budowy pierwszej studni oceniali projektodawcy na 6500 rs. Przedstawiając swój projekt wyrażali obawę, że suma ta może się wydać za wysoką na wykonanie robót próbnych, gdyż system podobny nigdzie nie miał zastosowania. Zwracali wszakże uwagę na potrzebę w każdym razie urządzenia studni w korycie rzeki, jako zbiornika dla rur czerpiących. Podobne studnie w ogólności przy wszystkich wodociągach są zaprowadzone. Poniesione więc koszta na zbudowanie studni próbnej nigdyby straconymi nie były.

Obliczając w końcu swego sprawozdania ilość wody potrzebną dla Warszawy, inżynierowie *Majewski*, *Sporny i Surzycki* brali pod uwagę tę okoliczność, że ponieważ Warszawa, blisko 150, wyniesiona nad poziom rzeki, potrzebuje znacznej siły do podnoszenia wody, a tem samem zaopatrzenie miasta w wodę w podobnych okolicznościach jest kosztownem, — oznaczać zatem wypada taką tylko ilość potrzebnej dla miasta wody, któraby w zupełności czyniła zadość rzeczywistym potrzebom. Po przytoczeniu danych, zebranych z miast zagranicznych, zaznaczają projektodawcy że w Warszawie:

w szpitalu Ś-go Łazarza, mieszczącym podówczas, w r. 1862 470 osób, potrzeby wody wynoszą dziennie na osobę 45 kwart,— [1]

w zakładzie Towarzystwa Dobroczynności, mieszczącym wtedy 430 osób dorosłych i 80 dzieci a oprócz tego wydającym na zewnątrz 90 obiadów pięciogroszowych i 200 porcyj zupy rumfordzkiej, zużywają dziennie na osobę około 20 kwart wody,—

w szpitalu ujazdowskim, mieszczącym przeszło 2600 osób użytkowano dziennie wody kwart 38 do 44.

W braku spostrzeżeń co do użycia wody w domach prywatnych, posiłkując się danemi zagranicznemi, wnosili projektodawcy, że w Warszawie przyjąć można:

na osobiste potrzeby jednej osoby dziennie kwart. . .	45
na użytek publiczny	15
Razem kwart . .	60

Projektowali zatem dostarczanie dla 240 000 mieszkańców 14 400 000 kwart czyli 509 000 st. sz., licząc na istniejący zakład wodociągowy 120 000 st. sz. i proponując dla dostarczenia brakującej ilości zbudowanie dwóch nowych zakładów wodociągowych nad Wisłą, powyżej i poniżej Solca, dostarczających każdy po 200 000 st. sz. a czerpiących takową wprost ze studzien w korycie rzeki, jeśliby te stanowczo okazały się praktycznemi. Wszystko to wszakże pozostało w projekcie.

W r. 1863, ówczesny prezydent Warszawy *Zygmunt Hr. Wielopolski*, mając na uwadze niedostateczności istniejącego wodociągu i brak zupełny systematycznej kanalizacyi, sprowadził z An-

[1]) Liczono w tem: na kuchnię 8, pralnię 6, utrzymanie w porządku gmachu i kąpiele 26, łaźnię 3, umywalnię 2 kwart.

http://rcin.org.pl

glii znanego w zakresie robót hydraulicznych inżyniera *Tomasza Hawskley'a*, który przybywszy wspólnie z *Alex. Aird'em* wspólnikiem *Jana Aird'a* z Londynu, znanego przędsiębiorcy budowy zakładów wodociągowych gazowych i kanalizacyjnych, przez czternaście dni badał miasto we wszystkich kierunkach i studyował Wisłę, a następnie złożył Prezydentowi krótki memoryał o wodociągu i kanalizacyi [1]). Co do wodociągu *Hawskley* wyznaje na wstępie, że istniejący zakład nie da się użyć jako część projektowanego systemu, chociaż może być z korzyścią zachowany, nie tylko dla zaopatrywania wodą publicznych wodotrysków, ale nadto do posiłkowania w systemie kanalizacyjnym. Zaznacza że maszynerya tego zakładu jest dobrą w swoim rodzaju,—ale rezerwoar i filtry są niedostateczne, a woda czerpaną jest z koryta rzeki w takiej miejscowości, że nie odpowiada koniecznym warunkom dostarczania takowej w dostatecznej czystości. Zbadanie biegu Wisły doprowadziło *Hawskley'a* do wniosku, że czerpanie wody najkorzystniej da się uskutecznić na lewym brzegu rzeki, o 400 lub 500 sążni poniżej wsi Siekierki. W tem miejscu woda płynie obfitym i czystym strumieniem, tuż przy brzegu rzeki, ku któremu zwrócony jest skutkiem zboczonego w tem miejscu kierunku koryta; nadto niema obawy obecnie lub w przyszłości zanieczyszczenia rzeki w tem miejscu. Zakład wodociągowy z maszyneryą proponował *Hawskley* zbudować w Sielcach, tuż po za rogatkami Czerniakowskiemi.

Co do ilości wody, to przyjmując za normę ludność Warszawy wynoszącą 200 000, proponował *Hawskley* dostarczać po 3 st. sz. dziennie na mieszkańca — i z tego liczył 2 st. na domowy użytek, pozostałą zaś stopę na polewanie ulic, płukanie kanałów, dla fabryk i zakładów rzemieślniczych, na kąpiele prywatne i publiczne, dla zakładów wojskowych i rządowych i przypadkową ale bardzo ograniczoną ilość dla ozdoby. Ogrody, kloaki (water-clozets i pissoirs) miały być także zaopatrywane z pozostałej 3-ej stopy. Proponował przeto pompować dziennie 600 000 st. sz. i to do wysokości 210′, z możnością jej podniesienia do 250′, na wypadek pożaru. Liczył bowiem wzniesienie Warszawy 120′, — wysokość najwyższych gmachów 60′ — i 30′ na stratę ciśnienia przy biegu wody w rurach.

Ponieważ w braku wzniesionego miejsca na wodozbiór siła i objętość maszyn radzić musi temu niedostatkowi tak, aby zasób wody mógł być utrzymywany jednostajnie w godzinach największego zapotrzebowania, a nadto ponieważ doświadczenie uczy, że maximum zapotrzebowania wody w godzinach rannych jest dwa razy większe niż w przecięciu, — proponował przeto *Hawskley* ustawienie maszyny parowej mogącej dostarczać w rannych godzinach 833 st. sz. na minutę. Na to potrzeba maszyny o sile 332

---

[1]) Memoryał ten drukowany był 25 Kwietnia 1863 r. w ówczesnym *Dzienniku Powszechnym* № 74.

http://rcin.org.pl

koni — a że nadto potrzebną jest pewna dodatkowa siła do filtrów, projektował przeto cztery maszyny parowe, każda o sile 90 koni a oprócz tego ośm kotłów (Cornish boilers) z innymi przyrządami. Każda maszyna zaopatrzoną być miała w dwie pompy: jedną do wciągania wody rzecznej do wodozbioru, a drugą do udzielania miastu wody filtrowanej, — mogące działać jednocześnie.

Dla oczyszczania wody projektował *Hawskley* wprowadzanie jej najprzód do sadzawki osadowej, z wierzchu której przechodziłaby wciąż do następnej sadzawki, a stąd wciąganą była do zbiornika pomocniczego. W zbiorniku tym woda pozostawiałaby cząstki nieosiadłe jeszcze w dwóch poprzednich sadzawkach. Aby tem lepiej oczyszczać wodę, urządzonoby dwa podobne systemy, złożone każdy z trzech zbiorników. Woda z wierzchu ostatnich zbiorników wprowadzaną być miała do sadzawek filtrowych, urządzonych w liczbie czterech. Trzy z nich miały być wystarczające do użytku a czwarta mogłaby być pustą dla oczyszczania jej i przygotowania do użytku we właściwym porządku. *Hawskley* spodziewał się że woda wychodząca z sadzawek filtrowych będzie przeźroczystą i w niczem nieustępującą studziennej lub źródlanej, — zaznaczał wszakże, że woda wiślana nie może zachować tej cechy nawet po dopełnionem filtrowaniu, jeżeli będzie wystawioną na wpływ powietrza i światła. Dla tego proponował wodę z pod filtrów przeprowadzać do sklepionego podziemnego zbiornika, obejmującego 10 000 st. sz. i stąd dopiero pchać ją w rurę 30″, dochodzącą do placu Śgo Aleksandra i tam się rozdzielającą na większe arterye.

Hr. *Z. Wielopolski* łącznie z projektem *Hawskley'a* przedstawił Rządowi zawartą już umowę z przedsiębiorcami angielskimi, co do budowy wodociągu i kanalizacyi według tego projektu, za sumę ryczałtową 230 719, funt. st., — z zastrzeżeniem zatwierdzenia umowy przez Rząd w terminie paromiesięcznym. Zatwierdzenie to jednak nie nastąpiło, a projekty i umowa spoczęły w aktach Magistratu.

Ostatnim wreszcie z dawniejszych projektów wodociągu w Warszawie, jakie mamy pod ręką, a zarazem ze wszystkich nam znanych najszczegółowiej i najpoważniej opracowanym [1]) jest projekt przedstawiony Magistratowi przez p. *J. Löwenberga*, sporządzony w zimie z r. 1863 na 1864 przez inżynierów *J. Majewskiego*, *J. Spornego* i *J. Surzyckiego*.

Projektodawcy zaznaczają na wstępie, że sprowadzenie wody z rzeki Jeziorny, wpadającej do Wisły o kilkanaście wiorst

---

[1]) Projekt ten obejmuje: *5 kosztorysów* szczegółowych, a mianowicie: *a*) zbiorniki osadowe, filtry i wodozbiór podziemny, *b*) wodozbiór zapasowy z wieżą ciśnień, *c*) rury wodociągowe ze szluzami, kranami pożarnymi i zdrojami, *d*) dom dla maszyn, *e*) dom dla administracyi z zabudowaniem gospodarczem i ogrodzeniem, — *kosztorys ogólny*, — *wykaz* rur, szluz, kranów pożarnych i zdrojów ze wskazaniem szczegółowych wymiarów i miejsca ich ustawienia, — *24 tablic rysunków*, — *tabele* amortyzacyj kapitału 1 667 000 wyłożonego na budowę i *tabele* losowań akcyj, — *projektu mowy* z przedsiębiorcą

http://rcin.org.pl

na południe od Warszawy, oraz czerpanie wody ze studzien założonych w środku Wisły, czy to murowanych czy żelaznych, uważają jako dwa pierwszorzędne środki, przedstawiające między innymi najwięcej prawdopodobieństwa do osiągnięcia zamierzonego celu: pierwszy jako mogący dać daleko czystszą wodę od wiślanej, bez częstego używania kosztownych sztucznych filtrów a przy korzystaniu z naturalnego spadku prowadzonej wody, ze znacznem zmniejszeniem pracy mechanicznej przy podnoszeniu, — drugi, który wydawał się jeszcze korzystniejszym, jako dający możność zupełnego uniknienia sztucznych filtrów. Liczne jednak poszukiwania wykazały brak potrzebnej pewności w otrzymaniu takiej ilości wody, jaka przy rozprowadzeniu nowych wodociągów dla Warszawy jest niezbędną. Dla tego też projektodawcy doszli do przekonania, że przy miejscowem położeniu tak samej Warszawy jak jej okolic, wybrać należy tylko najwłaściwszy dotąd a zarazem najpewniejszy dla zupełnego zaopatrzenia wodą tego miasta środek, a mianowicie czerpanie wody z Wisły, w miejscu położonem ile można najbliżej miasta, lecz gdzieby rzeka nigdy koryta swego zmienić nie mogła i dostarczała najczystszą wodę.

Miejsce to oznaczyli projektodawcy przy brzegu Wisły, naprzeciw placu, na którym stoją koszary tak zwane Ułańskie (Tabl. I). Rzeka, tworząc tam znacznej krzywizny kolano, przechodzi pełnem a głębokiem przy samym brzegu korytem, a wnosząc z powyższej części rzeki, takowa nigdy w przyszłości biegu swego w tem miejscu zmieniićby nie mogła. Miejsce to, jako położone powyżej zaludnionej części miasta, zabezpieczone jest dostatecznie od wszelkiego wpływu nieczystości miejskich ściekających do rzeki, już to istniejącymi kanałami, już to bezpośrednio z powierzchni gruntów, przy znaczniejszych deszczach i roztopach. Ta zaś część odpływów, jakie z powierzchni gruntów naprzeciw i powyżej obranego miejsca pochodzą, nie może zasługiwać na uwagę: raz z powodu małego zabrukowania i zaludnienia tych powierzchni a stąd nieznacznej ilości mogących się tworzyć nieczystości, powtóre z powodu znacznej tych przestrzeni rozległości i płaskiego ich położenia w gruncie piasczystym, gdzie wszelkie ścieki albo na miejscu wsiąkają, albo też zbierają się w nizinach i dołach i tam grunt je pochłania.

Odpowiednio do obranego miejsca czerpania wody, projektodawcy uważali plac pod istniejącemi dzisiaj koszarami Ułańskiemi, za najwłaściwszy do pomieszczenia całego zakładu wodociągowego, który ze wszystkiemi budowlami i ogrodzeniem potrzebowałby około 12 000 sążni kw. powierzchni.

Co do ilości wody, projektodawcy oznaczyli ją podobnie jak i *Hawskley* na 3 st. sz. dziennie na mieszkańca, a ludność Warszawy z prawdopodobnem powiększeniem w przyszłości przyjęli także 200 000. Całą ilość 600 000 st. sz. dziennie proponowali podnosić do wysokości 250', licząc wzniesienie 120' najwyższego punktu Warszawy nad najniższym stanem Wisły, 70' na wyso-

http://rcin.org.pl

kość najwyższych piętr domów, 35′ na stratę ciśnienia i wreszcie 25′ zapasowych.

Na system oczyszczania wody zwrócili inżynierowie *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki* baczną uwagę. Według ich projektu woda czerpana z rzeki przechodzić miała najprzód rurami do zbiornika wlotowego, gdzie pierwszy muł osadziwszy, przepływałaby do sąsiednich zbiorników zwanych cednikami. Tam przechodząc przez dość grubą warstwę ułożonych w tym celu kamieni, pozostawiłaby znów pewną ilość mułu i innych nieczystości, a następnie dolną częścią ścian urządzonych z odpowiednią dziurkowatością miała przejść do zbiorników osadowych. W tych ostatnich, posiadających znaczną powierzchnię i objętość, wo da jest w możności osadzić do tego stopnia resztę mułu i rozmaitych mętów, iż prawie cala jej ilość, od pewnej wysokości nad dnem do wierzchu, zupełnie od takowych może być uwolnioną. Pomimo jednak takiego postępowania, woda niebyłaby jeszcze dostatecznie czystą, i dla tego zcedzona ze zbiorników osadowych, miała przechodzić na starannie urządzone filtry, dla ostatecznego dokładnego oczyszczenia. Tym sposobem: „osadzona, przecedzona, ustała i przefiltrowana“, mogłaby już być użytą na potrzeby miasta, ale podlegałaby jeszcze wpływowi temperatury zewnętrznego powietrza, t. j. w lecie byłaby zbyt ciepłą, w zimie zbyt zimną — a tem samem do picia niezdatną. Dla tego też przechodzić miała jeszcze z filtrów do podziemnego wodozbioru, gdzieby średnia jej temperatura w każdej porze roku zachowaną być mogła prawie jednostajną i użytkowi do picia odpowiednią.

Co do sposobu dostarczania i rozprowadzania wody, projektodawcy, mając na uwadze że głównem zadaniem dobrze urządzonych wodociągów jest nietylko dostarczenie takiej ilości wody któraby zaspokajała wszystkie domowe, przemysłowe i inne potrzeby ludności, ale nadto dostarczanie potrzebnej ilości w każdym czasie i w każdej części miasta, w miarę różnych okoliczności a mianowicie na wypadek pożarów, bez względu na mogące się zdarzyć uszkodzenia w maszynach, rurach lub innych przyrządach,— postanowili cel ten osiągnąć za pomocą wodozbioru zapasowego i odpowiedniej ilości rur głównych z tegoż wodozbioru wychodzących i prowadzących wodę w najodleglejsze części miasta. Projektowali więc, aby woda wychodząca z wodozbioru podziemnego, zupełnie czysta i odpowiedniej temperatury, przez wtłaczanie siłą maszyn w rury tak zwane doprowadzające, podnoszoną była do wodozbioru zapasowego, odległego od zakładu na 650 sążni, zbudowanego na rozdrożu, gdzie stoi obecnie gimnastyka wojskowa i połączonego z wieżą ciśnień, za pomocą której możnaby było utrzymywać najwyższą żądaną wysokość ciśnienia. Dwie rury główne, wychodzące z tego wodozbioru, jedna przez ulicę Marszałkowską, plac Zielony, plac Saski, Krakowskie Przedmieście, Kozią i Miodową, druga przez Koszyki, Żelazną, Leszno i Długą, — doprowadzać miały wodę do najodleglejszych części miasta a od nich rozpro-

http://rcin.org.pl

wadzić miano boczne gałęzie i całą sieć mniejszych rur wodociągowych, obejmujących wszystkie ulice. Tak główne jak i boczne gałęzie, oraz wszystkie rury rozprowadzające, opatrzone być miały taką ilością i w ten sposób rozłożonych połączeń i zamknięć, aby na przypadek jakiegokolwiek przerwania jednej części sieci, takowa natychmiast przez drugą mogła być zasiloną, a tem samem aby nigdy jakakolwiek część miasta nie została pozbawioną wody. Projekt obejmował dostateczną ilość zdrojów i kranów pożarnych i zapewniał doprowadzanie z sieci rur, wody do każdego domu i na wszystkie piętra. Miano nadto na względzie połączenie się z siecią rur istniejącego wodociągu. W tym celu od rury głównej wychodzącej z górnego wodozbioru przeprowadzoną być miała odnoga przez ulicę Mokotowską do placu Sgo Aleksandra, gdzieby się złączyła z główną istniejącą linią rur średnicy 9″, leżącą na Nowym Świecie. Nadto miały być zrobione połączenia nowych sieci z głównemi rurami istniejącemi w kilkunastu punktach, na ulicach: Nowym Świecie, Krakowskiem Przedmieściu, Saskim placu, Senatorskiej, Freta, Nowem Mieście, Sto Jerskiej, Przejazd, Elektoralnej, Granicznej, Królewskiej, placu Grzybowskim, Sto-Krzyskiej, Twardej i innych — a stosując średnice projektowanych rur do średnic istniejących, zdołano pierwsze tak rozłożyć, że tylko 255 sążni rury 6″ na ulicy Marszałkowskiej trzebaby było albo przenieść na inne miejsce, albo obrócić ją do zaopatrywania domów, — wszystkie zaś inne bez wyjątku zostałyby zachowanemi.

Koszta wykonania całego tego projektu, w ogólnych sumach przedstawiają się jak następuje:

1. Dwie rury, biorące wodę z Wisły i doprowadzające do zakładu, ogólnej długości 2520′, — średnicy 30″, zaopatrzone szluzami i wentylami, z ułożeniem oraz budową potrzebnej konstrukcyi w miejscu czerpania wody . . . . . Rs.	47 722,40
2. Zbiorniki osadowe z cednikami i zbiornikiem wlotowym na objętość 640 000 st. sz. wody	88 392,83
3. Filtry ogólnej powierzchni w dnach 70 000 st. kw. . . .	144 039,00
4. Wodozbiór podziemny na objętość wody 100 000 st. sz.	30 978,00
5. Dom na machiny i kotły z kominem parowym	55 855,70
6. Cztery maszyny parowe, z podwójnem działaniem, o sile 400 koni, z rozprężalnością, skroplaniem, pompami ssącemi i tłoczącemi, z 8mia kotłami kornwalskimi, z dzwonami do powietrza i próżni	180 000,00
7. Składy na węgle, magazyn, piwnice na materyały palne, warsztaty, dom mieszkalny dla administracyi, z ogrodzeniem całego zakładu	47 758,98
8. Wodozbiór górny zapasowy na 100 000 st sz. wody, z wieżą ciśnień, rurami komunikacyjnemi, szluzami i kanałem spustowym, oraz z domem dla szluzmajstra i ogrodzeniem	146 344,24
9. Rury komunikacyjne w samym zakładzie, ogólnej długości 4494′, średnicy 36′ do 16″, wraz ze szluzami i kanałem spustowym . .	62 249,99
Do przeniesienia	803 341,14

http://rcin.org.pl

Z przeniesienia 803 341,14

10. Rura główna, doprowadzająca wodę z zakładu do wodozbioru zapasowego, długości 4550′, średnicy 30″, wraz ze szluzami i kranami pożarnymi 72 250,50

11. Dwie rury główne wprowadzające wodę z wodozbioru zapasowego do miasta, ogólnej długości 34 503′, średnicy 24″ do 14″, wraz ze szluzami, kranami pożarnymi i zdrojami 300 641,57

12. Rury rozprowadzające wodę po całem mieście, ogólnej długości 231 154′, średnicy 8″ do 4″, wraz ze szluzami, kranami pożarnymi i zdrojami 490 766,79

Razem . . . Rs. 1 667 000,00

Projektodawcy, biorąc pod uwagę ogólny jeszcze brak wszelkich potrzebnych urządzeń kanałów i czystości w Warszawie, proponowali aby przystąpić natychmiast do wykonania części tylko powyższego projektu, zapewniającej Warszawie 300 000 st. sz. wody dziennie. Uważali że ilość ta, przy posiłkowaniu się nadto wodociągiem istniejącym, na którego czasową działalność liczyli 100 000 st. sz. dziennie, na najpilniejsze potrzeby wystarczy. Projektowali więc rozpoczęcie robót według skróconego projektu, którego różnicę z całkowitym a zarazem i koszt wykazuje następujące wyszczególnienie:

1. Dwie rury czerpiące, jak poprzednio . . . . . Rs. 47 722,40

2. Zbiorniki osadowe z cednikami i zbiornikiem wlotowym na objętość wody 320 000 st. sz. 44 196,41

3. Filtry ogólnej powierzchni 35 000 st. kw. 72 019,50

4. Wodozbior podziemny, jak poprzednio 30 978,00

5. Dom na machiny i kotły z kominem parowym 36 000,00

6. Dwie machiny, parowe z podwójnem działaniem, razem o sile 200 koni z rozprężalnością i skroplaniem, pompami ssącemi i tłoczącemi, czterema kotłami kornwalskimi, dzwonami do powietrza i próżni . . 90 000,00

7. Jeden skład na węgle i inne budynki poprzednio w tej samej pozycyi wyszczególnione 45 024,77

8. Wodozbiór górny jak poprzednio 146 344,24

9. Rury komunikacyjne w zakładzie, ogólnej długości 2492′, średnicy 36″ do 16″, z potrzebną ilością szluz, oraz kanałem spustowym. 34 472,35

10. Rura główna do wodozbioru jak poprzednio 72 250,50

11. Dwie rury główne rozprowadzające jak poprzednio . . . 300 641,57

12. Rury rozprowadzające wodę po całem mieście, ogólnej długości 126 938′, średnicy od 8″ do 4″, z potrzebną ilością szluz, kranów i zdrojów 280 350,26

Razem . . . Rs. 1 200 000,00

P. *Jakób Loewenberg* podejmował się wykonać wyszczególnione roboty własnym nakładem, za powyższą ogółową sumę, w przeciągu lat sześciu. Po ukończeniu budowy, przez następne lat 19, przyjmował na siebie obowiązek exploatacyi, konserwacyi i administracyi całego wodociągu, za wynagrodzeniem 35 000 rs. rocznie. Po upływie 19 lat konserwacyi, czyli po 25 latach od czasu rozpoczęcia bu-

http://rcin.org.pl

dowy, zakład z całem urządzeniem i inwentarzem przeszedłby na własność miasta. Przedsiębiorca żądał zwrotu nakładu akcyami 6%, 100-rublowemi, na okaziciela, wystawionemi przez Magistrat a poręczonemi przez Rząd, któreby były całkowicie zamortyzowane, z dodaniem ich losowania w przeciągu lat 25. Wykazywał jak wszystkie przewidziane wydatki na urządzenie projektowanego wodociągu, mogą być pokrytymi w zupełności i z wszelką pewnością, przez dochody zbierane za dostarczanie wody według istniejącego systemu opodatkowania. Podejmował się wreszcie konserwacyi tylko przez 3 lata po ukończeniu budowy, za wynagrodzeniem 30 000 rs. rocznie, gdyby miasto chciało nadal wziąć na siebie exploatacyą wodociągu.

Projekt inż. *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego*, przedstawiony Magistratowi przez p. *Löwenberga* i pozostający bez wykonania, opracowany jest jak już wspominaliśmy bardzo szczegółowo i nietylko swą całością ale i wystudyowaniem pojedynczych części, służyć może za podstawę i wskazówkę przy podejmowaniu nowych prac około budowy wodociągu w Warszawie.

Na zakończenie nadmienić winniśmy, że istniejący wodociąg warszawski, którego dzieje doprowadziliśmy do r. 1862, od tej epoki, o ile pozwalało na to niedogodne pomieszczenie zakładu nad Wisłą, nieprzestał stale się rozwijać, pozostając najprzód pod zarządem inżyniera Grotowskiego (obecnego inżyniera miasta) a następnie inżyniera Bagińskiego. Dość powiedzieć, że w zakładzie wzmiankowanym pracują teraz cztery maszyny parowe, każda o sile 40 koni. Rura ssąca 22″ średn. czerpie wodę na nurcie Wisły. Oprócz trzech dawnych filtrów, przedstawiających powierzchnią 15 500 st. kw., działa jeszcze czwarty, mający 10 000 st. kw. powierzchni a drugi tych samych wymiarów jest w robocie. Osadnika obecnie nie ma żadnego, dawne bowiem przemienione zostały na filtry, ale budowany jest nowy na 600 000 st. sz. Od zakładu wychodzą cztery rury 10″, obsługujące każda jedną maszynę. Rury te łączą się ze sobą po drodze, tak że do zbiornika w ogrodzie Saskim dochodzi jedna tylko rura jak dawniej, przez co w tej ostatniej wytwarzać się musi znaczne tarcie.

Ilość wody dostarczanej miastu wciąż wzrasta. I tak w roku bieżącym wodociąg dał:

w Styczniu	8 199 000	st. sz.
„ Lutym	7 144 000	„ „
„ Marcu	8 354 000	„ „
„ Kwietniu	8 486 000	„ „
„ Maju	11 074 000	„ „
„ Czerwcu	13 000 000	„ „

Największą ilość wody na dobę dostarczono w roku bieżącym 16 Maja a mianowicie 440 000 st. sz. Maszyny pracowały wtedy wszystkie cztery przez całe 24 godzin.

Długość rur rozprowadzonych po mieście wynosi obecnie 14 699 sąż. a w tem najwięcej 4920 sąż. dziesięciocalowych. Zdrojów jest 48, szluz — 169, kranów — 111, wodotrysków — 7.

http://rcin.org.pl

O wodociągu pragskim, podaną już była w Przeglądzie Technicznym wyczerpująca wiadomość [1]). Wodociąg ten, dostarczający wody niefiltrowanej, pompowanej przez lokomobilę ośmiokonną do zbiornika mieszczącego 3000 st. sz., ma sieć ogólnej długości 810 sąż. a w tem najwięcej 255 sąż. rur czterocalowych. Szluz ma 8, zdrojów 2,—kranów— 9.

b). Kanalizacya.

Mówiąc o wodociągu mogliśmy przynajmniej opisać jeden projekt wykonany,—jakkolwiek wadliwy i w zbyt ciasnych zamknięty granicach. Gdy przystępujemy do sprawozdania o kanalizacyi, rzecz się przedstawia daleko smutniej. Żaden bowiem systematyczny projekt kanalizacyi Warszawy niebył nigdy wprowadzonym w życie. Budowano w różnych czasach kanały dla odprowadzania do rzeki ścieków z różnych pojedyńczych budynków, ogół ich jednak nie może mieć żadnego znaczenia w obec systematycznej kanalizacyi. Kanały te, w części drewniane, w części murowane, odprowadzały ścieki przeważnie z zabudowań położonych w pobliżu Krakowskiego Przedmieścia, gdzie się dawniej koncentrowało głównie zycie miejskie. Później dopiero zbudowane zostały odnogi, sięgające głębiej w miasto, powiększej części murowane, z przekrojami jajkowymi,—ale i te nawet nie mogły być uwzględnionemi w projektach kanalizacyi, obejmujących całe miasto [2]). Niemówimy

---

[1]) *A. Barcikowski.* Wodociąg Pragski. (Tom VI. str. 277).

[2]) Podajemy tu wyszczególnienie dawnych kanałów, ogólnej długości 5 270 saż. czyli 36 890′, oraz niektórych nowych:

1. od szpitala Ujazdowskiego pod ulicą Górną do Czerniakowskiej (murowany, jajkowy, wys. $3^1/_2$′, szer. $2^2/_3$′), dalej pod Czerniakowską i Mączną do Wisły (prostokątny, dno i wierzch drewniane, boki murowane, 3′ wys. $4^1/_4$′ szer.).

2. od fabryki tabacznej Union, pod Hożą do Marszałkowskiej, pod Marszałkowską do Wspólnej, pod Wspólną do placu Trzech Krzyżów, gdzie się łączy z kanałem zbudowanym pod Bracką od Nowogrodzkiej. Dalej od placu Trzech Krzyżów pod Książęcą i Ludną do Wisły, na długości 160 saż. (drewniany, 3 wys. $2^1/_6$′ szer.).

3. od podwórza szpitala Dzieciątka Jezus, pod placem Wareckim, Warecką, częścią Ordynackiej, dalej pod domami tejże zwraca się w lewo wprostym kierunku do rogu Aleksandryi i Tamki, wreszcie pod Tamką do Wisły; długość 680 saż.

4. od końca pawilonu pałaców Kazimierowskich, przyległego pałacowi Hr. Potockich, ku wschodowi pod podwórzem pałaców i pod Gęstą do Wisły; dług. 270 saż. Kanał ten zabiera także ścieki z klasztoru Wizytek, z zabudowań Uniwersytetu, szpitala Ś-go Rocha i domu pod Karasiem.

5. od bramy ogrodu Saskiego na wprost kościoła Ewangelickiego, pod Królewską, placem Saskim i Karową do Wisły, połączony z kanalikami odprowadzającymi ścieki z pałaców Brühlowskiego i Namiestnikowskiego; długości 600 saż.

6. od Ratusza pod placem Teatralnym, Nowo-Senatorską, Trębacką, Saweremna Krakowskiem Przedmieściu i pod domami Bednarskiej, gdzie się łączy z kanałem od klasztoru po Bernardyńskiego przeprowadzonym także pod domami i po-

http://rcin.org.pl

tu oczywiście o świeżo zbudowanym wzdłuż pałacu Brühlowskiego i pod ulicą Trębacką a urządzonym według najnowszych wymagań sztuki [1]), kanał ten bowiem zatwierdzony już był w przewidywaniu niedalekiego urzeczywistnienia projektu systematycznej kanalizacyi.

Pierwszy projekt zupełnego skanalizowania Warszawy datuje r. 1856 [2]). Późniejszy inżynier naczelny administracyi utrzymania dróg bitych, *Ratyński*, wypracował w tym czasie po odbytej poprzednio podróży zagranicę wzmiankowany projekt ze wszystkimi szczegółami i rachunkami a następnie w r. 1857 po powtór-

---

dwórzami. Ujście do Wisły w pośrodku posessyi i między Bednarską, Dobrą i Maryenstad; długość 780 saż. (cały murowany, jajkowy, największy przekrój pod posessyami ul. Bednarskiej, $4^1/_2$′ wys. 3′ szer.) Z kanałem tym na rogu Nowo-Senatorskiej i Trębackiej łączy się nowy kanał, biorący swój początek w posessyi *p. Temlera.*

7. od ściany Zamku przy Zjeździe, pod pawilonem zwanym „pod blachą" i oporami arkad zjazdowych do Wisły. Ujście w kamiennym bulwarku pod mostem Aleksandrowskim (przekrój ostrołukowy, pomysłu *Pancera*) długość 220 saż.

8. od drugiego podwórza pałacu zamkowego w pobliżu Kanonii, w kierunku prostym do Wisły, z ujściem powyżej windy b. Komory wodnej; dług. 130 saż.

9. od rogu Orlej, pod Elektoralną, placem Bankowym, posessyami ul. Rymarskiej, częścią Przejazd, Długą, częścią Mostowej, dalej w lewo w kierunku łazienek Kozłowskiego do Wisły, z ujściem przy starym szlachtuzie, poniżej Mostowej; długość 960 sąż. (od Przejazd do Długiej i od Mostowej do ujścia murowany, jajkowy, wys. $6^1/_2$′ szer. $5^1/_2$′). Odnoga od Długiej, pod Bielańską, do dawnej Mennicy.

10. Od tyłu posessyj w rynku Nowego Miasta, położonych między kościołami Sakramentek i Panny Maryi, w kierunku prostopadłym do Wisły; dług 50 saż.

11. Od Przejazd przez Nowolipki, koło straży ogniowej, w poprzek Nalewek, pod domami Wałowej i Franciszkańskiej, częścią Bonifraterskiej, z ujściem do Wisły poniżej fortu Włodzimierza; dług 920 saż.

Powyższe kanały w większej części są całkowicie murowane, w mniejszej z bokami murowanymi a dnem i sufitem z drzewa, w najmniejszej wreszcie całkowicie drewniane.

Oprócz tego są jeszcze kanały drewniane, na Pańskiej od Żelaznej i na Krochmalnej od Wroniej, odprowadzające ścieki do rowu okopowego, cembrowanego. Z tego rowu przez naturalny wąwóz, zwany kanałem Meclowskim, ścieki spływają do Wisły, koło miejscowości zwanej Potokiem, poniżej Cytadeli.

Kanał drewniany pod ulicami Nowogrodzką i Marszałkowską odprowadza ścieki do rowu cembrowanego w alei Jerozolimskiej.

[1]) Patrz artykuł inż. *A Barcikowskiego*: „Nowy kanał w Warszawie, przechodzący pod ulicami Trębacką, w poprzek Wierzbowej i Nową (koło pałacu Brühlowskiego)" podany w Przegl. Techn. zesz. Listop. 1878 (t. VIII, str. 257).

[2]) Szczegóły o projektach kanalizacyi inżynierów *Ratyńskiego* i *Hawskley'a* czerpiemy z artykułu inż. *J. Surzyckiego*: „O kanalizacyi miast w ogólności" podanego w odcinku Gazety Polskiej z r. 1863.

http://rcin.org.pl

nej podróży zagranicę, w ciągu której zwiedzał roboty około budowy kanałów w Londynie, Paryżu i Hamburgu, projekt swój ostatecznie nowo zebranemi ulepszeniami dopełnił i wykończył, dodając do niego rozprawy: „o urządzeniu kanałów podziemnych po miastach“ i „o sposobach korzystania z odchodów miejskich“.

Projekt *Ratyńskiego* polegał na zastosowaniu systemu angielskiego, a więc przyjmował za zasadę przeznaczenia kanałów: 1) odprowadzenie zlewów deszczowych z powierzchni ulic, placów i podwórz, 2) zebranie i odprowadzenie za miasto wszelkich ścieków i nieczystości domowych, wraz z odchodami z waterklozetów. Miasto podzielonem zostało w tym projekcie na dwie części: górną, więcej zabudowaną i ludną — i dolną obejmującą stok góry i powiśle. Sieci kanałowe zastosowane były do każdej z tych części oddzielnie. W obu częściach kanały zbiorowe czyli główne zachowywały kierunek zbliżony do równoległego do Wisły. Kanałów w górnej części miasta *Ratyński* projektował cztery:

Pierwszy pod ulicami: Wiejską, Nowy Świat, Krakowskie Przedmieście, Ś-to Jańską, rynkiem Starego Miasta, Gołębią, Freta Nowe Miasto, do rogu Franciszkańskiej i Zakroczyńskiej. —

Drugi pod ulicami: Kruczą, częścią Jerozolimskiej, Bracką, Szpitalną, Mazowiecką, Saskim placem, Wierzbową, Bielańską, Nalewki, Franciszkańską, do połączenia z pierwszym na rogu Zakroczyńskiej. —

Trzeci pod ulicami: Marszałkowską, częścią Śto-Krzyskiej, Bagno, Graniczną, Żabią, Rymarską, Przejazd, Nowolipki, do połączenia z drugim na Nalewkach.—

Czwarty pod ulicami: Żelazną, częścią Nowolipia, Smoczą, Gęsią i Franciszkańską, do połączenia z poprzednimi. —

Wszystkie więc cztery kanały jednoczyły się na rogu Franciszkańskiej i Zakroczyńskiej a od tego punktu szedł jeden zbiorowy, pod zachodnim stokiem Cytadeli, doprowadzający ścieki za północnym krańcem tejże do Wisły.

W dolnej części miasta projektowany był jeden kanał główny, przechodzący pod ulicami: Czerniakowską, Solec, częścią Tamki, Topiel, Browarną, Furmańską, Sowią, Bugaj, Rybaki a następnie posiadający osobne ujście do Wisły na północnej stronie Cytadeli.

Pod wszystkiemi innemi ulicami, skierowanemi poprzecznie względem kanałów głównych, przeprowadzonymi być miały kanały mniejsze, tworzące razem z poprzednimi całkowitą sieć kanalizacyjną, obejmującą ówczesne miasto.

Powierzchnią, której ścieki spływać miały do powyższej sieci kanałów obliczył *Ratyński* na 80 790 122 st. kw.; w tem było zabrukowanej i zabudowanej 38 756 191. st. kw. Do tej ostatniej projektodawca dodał jeszcze $^1/_3$ na przyrost mogącej się zabudować i zabrukować powierzchni i przyjmował w swych rachunkach powierzchnią zabrukowaną i zabudowaną równą 52 101 129 st. kw. Przyjął ilość spadłego deszczu w czasie wielkich ulew, wynoszącą według danych meteorologicznych Obserwatoryum Warszawskiego

http://rcin.org.pl

12,1 milimetrów, czyli 0,4″ na godz., — a z tej ilości $^3/_4$ dopływu z powierzchni zabudowanej i zabrukowanej a $^1/_4$ z powierzchni niezabudowanej. Na czas potrzebny do spłynięcia całogodzinnego deszczu do kanałów przyjmował $1^1/_2$ godziny. Według tych danych otrzymał ogólną ilość dopływu z całej górnej części Warszawy:

zabudowanej i zabrukowanej	1 563 063	st. kw.
niezabudowanej	286 880	„ „
Razem . .	1 849 943	st. kw.,

który to dopływ, dochodząc do kanałów w przeciągu 90 minut wynosi na sekundę okrągło 343 st. sz.

Przyjmując za podstawę tę ilość i wyznaczone niwelacyą spadki, obliczył *Ratyński* powierzchnią przekroju poprzecznego kanału zbiorowego, łączącego cztery główne górnej części miasta, równą 46,37 st. kw. a kanału łączącego dwa główne na ulicy Franciszkańskiej równą 30,33 st. kw. W podobny sposób obliczył przekroje poprzeczne innych kanałów, dzieląc je dla zmniejszenia trudności konstrukcyjnych na pięć klas następujących:

1a	powierzchni	przekr.	poprz.	21,9	st. kw.
2a	„	„	„	16,66	„ „
3a	„	„	„	13,2	„ „
4a	„	„	„	10,49	„ „
5a	„	„	„	5,45	„ „

Małe kanały, służące do sprowadzenia nieczystości domowych, czyli tak zwane przykanaliki, miały być albo murowane o przekroju kołowym $1^1/_2$′ średnicy, albo też układane ze specyalnych rur glinianych.

Do odprowadzania nadzwyczajnych ulew projektował *Ratyński* kanały burzowe, prostopadłe do rzeki a tem samem i do kanałów głównych górnych i dolnego a połączone z tymi ostatnimi za pośrednictwem przewałów (deversoirs). Ogólna długość wszystkich projektowanych kanałów , tak głównych jak i poprzecznych wynosić miała 272 567′ czyli 77 wiorst i 437 sążni; spadki kanałów głównych od $^1/_{94}$ do $^1/_{1267}$, poprzecznych nieprzechodzące $^1/_{432}$; zagłębienia dna kanałów pod powierzchniami ulic od 12″ do 33′. Kanały zbiorowe oraz 1ej i 2ej klasy miały mieć przekrój poprzeczny prawie kołowy, kanały zaś mniejsze przekrój jajkowy. Przekrój kołowy motywował projektodawca ułatwieniem konstrukcyi i zmniejszeniem ilości murów.

Wszystkie inne urządzenia kanałowe projektował *Ratyński* według najnowszych podówczas systemów, mianowicie: do spłukiwania kanałów przyrządy stawidłowe na sposób hamburskich, — przy oknach kanałowych syfony, — do powietrzania kanałów, rury łączące je wprost rynnami domów, — do zlewania się wody deszczowej okna kratowane w trotoarach, przed któremi miały być zbudowane głębokie studzienki służące za zbiorniki namułu i błota naniesionego deszczem, — wreszcie na ludniejszych ulicach wejścia boczne murowane, opatrzone schodami.

http://rcin.org.pl

Wykonanie całego projektu proponował projektodawca rozdzielić na dwie części. Najprzód wykonaną być miała w większej połowie kanalizacya górnej części miasta, mianowicie budowa trzech pierwszych kanałów głównych ze wszystkimi bocznymi oraz całym kanałem zbiorowym. Czwarty kanał główny ze swymi bocznymi oraz kanalizacya dolnej części miasta miały być odłożone na później. Ogólna długość kanałów mających być najprzód zbudowanymi wynosiła 99 618′ a koszt ich budowy obliczony został na sumę 1 111 793 rs.

Projekt *Ratyńskiego*, przedstawiony przez Magistrat Komisyi Spraw Wewnętrznych, pozostał niewykonany, pomimo pochlebnego zdania Komitetu wyznaczonego w r. 1859 przez wzmiankowaną Komisyą do jego rozpatrzenia i pomimo że projektem tym zajmowała się w następstwie Rada miejska, w ciągu swego krótszego istnienia.

Przybyły w r. 1862 do Warszawy *Hawskley*, łącznie z opisanym już przez nas projektem wodociągu przedstawił także Prezydentowi *Hr. Wielopolskiemu* projekt a właściwiej pogląd swój na projekt kanalizacyi. Przyjąwszy za podstawę wszystkie dane, obliczenia i kierunki kanałów z projektu *Ratyńskiego*, gdyż w przeciągu dni 14 nie był w stanie wykonać potrzebnych studyów, *Hawskley* proponował podzielenie górnej części miasta według odmiennych pochyłości jeszcze na dwie części. Z części północnej sprowadzał kanały ku Cytadeli, z części zaś południowej kanałem zbiorowym przez ulicę Książęcą i Ludną do kanału głównego dolnej części miasta. Do tego kanału zbiorowego dodawał burzowy, połączony z pierwszym za pośrednictwem przewału a odprowadzający wodę z ulew wprost do Wisły. Nadto kanał główny części dolnej, mający za zadanie nietylko tę część osuszać ale także zabierać ścieki domowe i ulewy z południowej górnej części miasta, byłby zaopatrzony w upusty i klapy dla usunięcia szkód jakieby wyniknąć mogły z przepełnienia kanału. Dla zapewnienia zaś odpływu w czasie wezbrań wiślanych, miała być dodaną do maszyny w istniejącym zakładzie wodociągowym jedna pompa, odlewająca ścieki z kanału dolnego do Wisły.

Wszystkie kanały części górnej, wraz z kanałem dolnym, sprowadzone być miały do jednego kanału, mającego ujście między końcem miasta i początkiem Cytadeli. Gdyby jednak Władza Wojskowa była temu przeciwną i żądała umieszczenia ujścia kanałów na północnej stronie Cytadeli, projektował wtedy *Hawskley* zbudowanie kanału dodatkowego podwójnego aż do tego miejsca. Kanały dzielił według powierzchni przecięć poprzecznych na 6 klas, których powierzchnie wynosić miały 9, 12, 16, 20, 24 i 28 st. kw. Nadto dwa kanały składające kanał dodatkowy na północy Cytadeli miały mieć 21½ st, kw. powierzchni każdy.

Ogólną długość wszystkich kanałów obliczył *Hawskley* na 228 900′, to jest mniejszą niż w projekcie *Ratyńskiego*, gdyż krańcowo-zachodnią stronę górnej części miasta zupełnie pomijał.

http://rcin.org.pl

Według projektu umowy zawartej z przedsiębiorcami angielskimi, a wzmiankowanej przy wodociągach (str. 15), koszt budowy wszystkich tych kanałów z akcesoryami wynosić miał 1 980 000 rs.

Projekt *Hawskley'a*, podany przezeń w ogólnych tylko zarysach, opierający się na projekcie *Ratyńskiego*, przedstawiał strony ujemne te właśnie, któremi się od ostatniego odróżniał. Kanał dolny zwłaszcza, przyjmować mający oprócz ścieków części dolnej, wszystkie ścieki ze znacznej powierzchni części górnej, niewytrzymywał krytyki. Nadto, przyjmując deszcze cokolwiek większe, bo nie 0,4′ a 0,5′ na godzinę, *Hawskley* projektował otwory kanałów mniejsze, zamierzając zapewne przez dłuższy czas spuszczać wodę do kanałów, co nie wytrzymuje krytyki wobec znacznych spadków Warszawy. Szczegółowo zresztą projekt ten nie może być rozbieranym, bo podany został w ogólnikowym memoryale, bez technicznego opracowania, w podobny sposób jak projekt wodociągu. Podobnie też jak ten ostatni, pozostał bez wykonania.

Ostatnim wreszcie z projektów systematycznej kanalizacyi Warszawy, jakie mamy pod ręką, a równie jak i przy wodociągu najstaranniej i najwięcej szczegółowo opracowanym [1]) jest projekt inżynierów: *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego*, przedstawiony Magistratowi przez p. *Jakóba Loewenberga*. Ten też projekt, sporządzony równocześnie z projektem wodociągu, opiszemy tu więcej szczegółowo.

Projektodawcy, na wstępie swego memoryału zaznaczają, że gdy system francuski służył prawie wyłącznie tylko dla Paryża, to angielski przyjętym został nietylko w stolicy i miastach Anglii lecz i we wszystkich innych miastach europejskich, posiadających najnowsze kanalizacye, a nawet pomimo długiego oporu i w samej Francyi. Zwracając dalej uwagę, że czy odchody ludzkie wpuszczane będą do kanałów i stamtąd, w stanie rozpuszczenia w wodzie lub od niej oddzielone, obracane na użytek rolnictwa, jakto daje się stosować w systemie angielskim, — czy też odwaniane (dezynfekowane) wywożone i przerabiane na pudretę, jak się to praktykuje w Paryżu, — czy wreszcie wynalezione zostaną inne sposoby doskonalsze lub tańsze użytkowania z nich dla rolnictwa, — w każdym razie sam system kanałów pozostaje niezmienionym. Zawsze i wszędzie, głównem i najważniejszem jego przeznaczeniem jest osuszenie czyli *odwilgocenie*, zdrenowanie i oczyszczenie miasta, co dla polepszenia czystości, porządku, świeżości powietrza i zdrowia publicznego w mieście jest koniecznem — i doskonalej żadnymi innymi sposobami nie daje się zastąpić. Przytaczają wreszcie projektodawcy i ten nader racyonalny po-

---

[1]) Projektodawcy przedstawili oprócz memoryału: *30 sztuk planów* szczegółowych z tablicami obliczeń przekrojów kanałowych, — *9 tablic kosztorysowych* budowy kanałów, *wykaz powierzchni* zlewów, *wykaz ulic* z podaniem wymiarów kanałów pod niemi przeprowadzonych, *tabele* amortyzacyi kapitału i *projekt umowy* z przedsiębiorcą.

http://rcin.org.pl

gląd, że ścieki miejskie, chociażby nie połączone z odchodami ludzkimi, zawierają w sobie tyle części gnijących, iż z tego powodu w żadnym razie spływać nie mogą do rzeki wśród miasta, oraz że objętość samych odchodów ludzkich stanowi część prawie nic nieznaczącą w porównaniu z ilością deszczów i roztopów, które mają być odprowadzane kanałami, — że zatem z poprzedzających przyczyn, przy projektowaniu nowych kanalizacyj, obojętną jest wątpliwość czy odchody ludzkie będą lub nie będą wpuszczanymi do kanałów, co należy już do urządzeń mających być odpowiednio do zamierzonego celu urzeczywistnionemi w przyszłości a co wcale nie wpływa na kierunki, wymiary i obiór całego systemu kanałów.

Odnośnie do błota i śmieci miejskich, w systemie francuskim odprowadzanych kanałami a w angielskim zbieranych wprost z ulic, co wpływa na zmniejszenie poprzecznego wymiaru kanałów, to projektodawcy przez wzgląd na małą w ogóle szerokość ulic Warszawy uważali za najstosowniejsze przyjąć, iż wszelkie deszcze i roztopy z powierzchni całego miasta oraz ścieki domowe i fabryczne pochodzące z użytkowania wody, odprowadzane będą kanałami—a błoto i śmieci miejskie mają być uprzątane innym sposobem. Co się zaś tyczy zabierania odchodów ludzkich, pozostawiając miastu obranie sposobu jaki w tym celu uzna dla siebie za najdogodniejszy, proponowali jednak ze swej strony zaprowadzenie w Warszawie waterklozetów i wpuszczanie odchodów do kanałów, skądby takowe w miarę przedstawiających się potrzeb mogły być w każdym razie obracane na użytek rolnictwa a nawet jako płynne z większą jeszcze korzyścią niż suche pudrety. Zaznaczali, że tym sposobem usuwaćby było można nieczystości najprędzej i najtaniej, zwalniając właścicieli domów od zachodów i ciężaru materyalnego a wszystkich mieszkańców od najdotkliwszej plagi dla ich zdrowia.

Na podstawie powyższych warunków postawili sobie projektodawcy dwa główne zadania: po pierwsze sprowadzenie wszystkich odpływów kanałowych za miasto, poniżej granic Wisły i powtóre nadanie kanałom takich kierunków, któreby idąc za naturalnemi pochyłościami gruntu dawały spadki wpływające na zmniejszenie profilów kanałowych, oraz najmniejsze wykopy, a tem samem nietylko pociągały za sobą zmniejszenie ogólnego kosztu budowy kanałów, lecz ułatwiały sposoby zabezpieczania się w czasie rozkopywania ulic, od obsuwania się fundamentów przyległych domów (Tabl. II).

W dolnej części miasta inżynierowie *Majewski Sporny* i *Surzycki* projektowali kanał główny pod ulicami: Czerniakowską, Solec, Tamką, Topiel, Browarną, Furmańską, Sową, Bugaj, Rybaki, aż do miejsca stosownie obranego za północnym krańcem miasta. Dopływ tego kanału, przyjmującego ścieki ze wszystkich kanałów pod ulicami bocznemi, które dotykają wyszczególnionego kierunku, miał być odlewany pompami do kanału zbiorowego, dochodzącego do Wisły. Projektodawcy, wrazie przedłużenia obecnie

http://rcin.org.pl

istniejącego bulwarku do północnego końca miasta, zaznaczali możność pomieszczenia kanału głównego całej powierzchni dolnej wzdłuż bulwarku, co dla łatwości sprowadzenia do niego wszelkich ścieków mogłoby być korzystniejszem.

W części górnej, projektodawcy zastosowali kierunki kanałów głównych do czterech naturalnych pochyłości, na które się ta część rozdziela, prowadząc wzmiankowane kanały:

I, dla pochyłości mającej spadek ku północy, od Chmielnej przez Nowy Świat, Krakowskie Przedmieście, Podwale, Freta, Zakroczymską, z ujściem do Wisły, —

II, dla pochyłości północno-zachodniej, od Pięknej, przez Marszałkowską, Saski ogród, plac za Żelazną Bramą, Przechodnią, plac przed Bankiem, Rymarską, Przejazd, Długą, Nalewki, plac Muranowski, Muranowską, Dziką, do rogatek Powązkowskich, z ujściem do kanału zwanego Meclowskim, —

III, dla zachodnio-północnej, od rogatek Jerozolimskich przez Okopową aż do połączenia się przy rogatkach Powązkowskich z kanałem poprzednim, mający z nim wspólne ujście do kanału Meclowskiego

IV, dla pochyłości ze spadkiem ku południo-wschodowi, od placu Trzech Krzyżów przez Książęcą i Ludną do kanału dolnego.

Przy oznaczaniu ujścia dla kanału II, projektodawcy roztrząsali jeszcze dwa waryanty: albo przez Franciszkańską, albo przez Konwiktorską — a następnie z jednej lub drugiej ulicy pod stokiem Cytadeli do połączenia się z kanałem I. Oba te kierunki jednak, tak dla spodziewanych trudności przy budowie w wąskiej ulicy Franciszkańskiej jak i z powodu trafienia na fortyfikacye Cytadeli okazały się niemożliwymi. Wypadałoby nadto przy obu tych kierunkach znacznie powiększyć profil kanału I od miejsca połączenia się z kanałem II,—a że kanał I przyjmować miał i tak już dopływ z kanału dolnego a zatem przedstawiać znaczną powierzchnią przecięcia poprzecznego, przeto przyjęcie któregokolwiek z waryantów zwiększyło by jeszcze o wiele koszta budowy tego kanału, prowadzonego na znacznej długości przez Cytadelę pod wschodnim jej stokiem do Wisły, gdzie jego ujście było koniecznem tak dla potrzeb Cytadeli jak i dla ochronienia od wyziewów całej przyległej okolicy. Projektodawcy mieli także i to na względzie że władze wojskowe do których by należały koszta budowy tej części kanału, narażoneby były na zbyteczny dla siebie wydatek, albowiem podobne zwiększenie profilu kanałowego byłoby nieodpowiedniem dla potrzeb Cytadeli.

Obiór kanału Meclowskiego za zbiorowy dla II i III motywowali projektodawcy tem, że ten kanał, przechodząc od rogatek Powązkowskich do Marymonckich przez miejsca niezabudowane a następnie przez pola do Wisły, jak również mijając zdaleka wszystkie fortyfikacye Cytadeli, nadaje się najlepiej do zamierzonego celu, usuwając wszelkie trudności jakie możnaby było napotkać prowadząc kanał zbiorowy w pobliżu Cytadeli. Zresztą

http://rcin.org.pl

kanał Meclowski, na pewnej przestrzeni za rogatkami Powązkowskiemi, w celu ochronienia tej strony miasta od wyziewów, projektowany był zakrytym.

Projektodawcy zastosowali spadki kanałów głównych i bocznych do naturalnych pochyłości ulic i do najmniejszych wykopów, mając nadto na uwadze ażeby podniebienia sklepień kanałowych nieleżały wyżej jak 5′ pod powierzchnią bruków,—a to dla zabezpieczenia kanałów od przemarzania, oraz ażeby dna kanałów zagłębione były niżej fundamentów przyległych piwnic. Spadki wynoszą:

w kanale dolnym		$^1/_{2400}$ i $^1/_{3000}$
„	I	$^1/_{151}$ $^1/_{291}$ $^1/_{425}$ $^1/_{519}$
„	II	$^1/_{246}$ $^1/_{380}$ $^1/_{905}$
„	III	$^1/_{298}$ $^1/_{315}$
„	IV i kanałach bocznych	od $^1/_{160}$ do $^1/_{520}$

Średnie głębokości wykopów są:

w kanale dolnym	od	13	do 19,58 stóp
„	I	13,25	17,7
„	II	13,5	18,62
„	III	12	14,7
„	IV i bocznych	12	13,5

Dla zachowania jednostajności w spadkach i w celu uniknienia zbytecznych wykopów, niektóre ulice miały być podniesionemi lecz tylko w takich miejscach, gdzie wykonanie tego nieprzedstawiało żadnych trudności [1]). Powyżej wyszczególnione wielkości spadków i głębokości wykopów usprawiedliwiają projektowane kierunki kanałów głównych. Tylko bowiem określając granice zlewu według naturalnego położenia gruntu dla każdego kanału głównego oddzielnie, to jest nadając każdemu kanałowi początek przy największem wzniesieniu zlewu i dalej prowadząc kanał po naturalnej pochyłości zlewu, mogli byli projektodawcy otrzymać wypadki, korzystne tak pod względem powiększenia spadków wpływających na zmniejszenie otworów kanałowych i dogodniejszych dla spłukowania kanałów, jak i co do znacznego zmniejszenia wykopów, — a to wporównaniu ze spadkami, profilami i wykopami, do jakich by doprowadził system innych kierunków, zmuszających przechodzić z kanałami najwyższe grzbiety naturalnych zlewów. Ostatni ten system wtedy tylko dałby się usprawiedliwić, gdyby wykonanie projektowanego naturalnego układu było niemożliwem, lub połączonem z wielkiemi trudnościami. Tymczasem ani jedno ani drugie nie ma miejsca w Warszawie.

Jedna by tylko z projektowanego systemu kierunków kanałów, zdawała się wynikać niedogodność, to jest potrzeba spusz-

---

[1]) Wzmiankowane podniesienia projektowane były następujące: na ulicy Solec wysok 2,1′, dług około 200 sąż.,—na ulicy Bugaj dwa podniesienia dług. około 10 sąż. każde, wysok jedno 0,49′ drugie 1,41′, na środku placu Muranowskiego wysok. 2,36, i na ulicy Muranowskiej wysok 1,15′, gdzie ulica jest zaklęsłą,—między Grzybowską i Prostą wysok. 1,66′,—na początku Leszna 1,71′ i na Niskiej 0,39′, w miejscu gdzie nie ma żadnych budowli.

http://rcin.org.pl

czania pewnej części zlewu z górnego miasta do kanału dolnego. Lecz niewielkie zwiększenie profilu w tymże kanale, stąd wynikające, niedogodność tę stanowczo usuwa a wszystkie wyżej wymienione korzyści znakomicie się przez to opłacają. Inne zaś wszystkie niedogodności, jakie z powodu naturalnego położenia powiśla przywiązane są wyłącznie tylko do kanału dolnego, zostaną zawsze te same, czy kanał ten będzie lub nie zabierać odpływ kanału IV.

Szczególniejszą uwagę zwrócili projektodawcy na obliczenie obszerności kanałów, za podstawę którego służy ilość deszczu mająca być odprowadzoną tymiż kanałami z powierzchni miasta. Podany w ich memoryale wykaz 35 większych deszczów, spadłych w ciągu 25 lat między 1837 a 1861 r., ułożony według spostrzeżeń meteorologicznych Obserwatoryum Warszawskiego porządkiem wielkości deszczów, przytaczamy tutaj w całości:

7 lipca	1861 r.	spadło	64,10 mm.	w ciągu	1 godz.	czyli	na godz.	2,52	cal.
8 sierp.	1843 „	„	28,10 „	„	30 min.	„	„	2,21	„
21 czerw.	1855 „	„	36,40 „	„	45 „	„	„	2,10	„
20 czerw.	1838 „	„	34,70 „	„	45 „	„	„	1,82	„
7 lipca	1857 „	„	33,40 „	„	50 „	„	„	1,57	„
23 maja	1844 „	„	29,90 „	„	45 „	„	„	1,56	„
6 sierp.	1847 „	„	19,60 „	„	30 „	„	„	1,54	„
1 sierp.	1848 „	„	13,50 „	„	30 „	„	„	1,06	„
19 czerw.	1853 „	„	23,59 „	„	1 godz	„	„	0,92	„
14 sierp.	1844 „	„	22,40 „	„	1 „	„	„	0,88	„
2 lipca	1841 „	„	31,20 „	„	1 g. 25 m.	„	„	0,86	„
13 paźdz.	1848 „	„	16,80 „	„	1 godz.	„	„	0,66	„
30 maja	1845 „	„	25,20 „	„	1 g. 30 m	„	„	0,66	„
22 wrześ.	1841 „	„	27,00 „	„	2 godz.	„	„	0,531	„
25 maja	1839 „	„	23,60 „	„	1 g. 45 m.	„	„	0,53	„
18 lipca	1851 „	„	86,60 „	„	6 g. 30 m.	„	„	0,52	„
13 maja	1837 „	„	33,80 „	„	3 godz.	„	„	0,44	„
27 sierp.	1858 „	„	68,00 „	„	7 g. 10 m.	„	„	0.37	„
2 lipca	1857 „	„	20,00 „	„	2 g. 38 m.	„	„	0,33	„
5 maja	1839 „	„	32,00 „	„	4 godz.	„	„	0,31	„
30 maja	1837 „	„	38,52 „	„	5 „	„	„	0,30	„
29 czerw.	1839 „	„	33,00 „	„	7 „	„	„	0,18	„
11 lipca	1855 „	„	8,60 „	„	2 g. 45 m.	„	„	0.13	„
13 lipca	1850 „	„	34,00 „	„	12 godz.	„	„	0,11	„
1 czerw.	1860 „	„	2,80 „	„	1 „	„	„	0,10	„
30 czerw.	1843 „	„	27,70 „	„	12 „	„	„	0,09	„
1 lipca	1854 „	„	27,00 „	„	12 „	„	„	0,087	„
25 czerw.	1852 „	„	21,80 „	„	12 „	„	„	0,08	„
21 marca	1851 „	„	20,20 „	„	10 g. 30 m.	„	„	0,075	„
17 maja	1837 „	„	23,00 „	„	13 godz.	„	„	0 07	„
18 czerw.	1859 „	„	34,60 „	„	22 „	„	„	0,06	„
5 maja	1859 „	„	20,10 „	„	14 „	„	„	0,05	„
31 lipca	1842 „	„	28,70 „	„	24 „	„	„	0,046	„
16 sierp.	1851 „	„	4,40 „	„	4 g. 15 m.	„	„	0,04	„
25 i 26 maj.	1856 „	„	38,10 „	„	48 godz.	„	„	0,03	„

http://rcin.org.pl

Dla oznaczenia ilości wody, która ma być odprowadzaną kanałami, przyjęli projektodawcy średnią wysokość z pomiędzy największych deszczów. Podobna zasada przyjmowaną była przy kanalizacyi Londynu, Berlina i wielu innych miast. Według przytoczonego wykazu sredni największy deszcz jaki spadł w Warszawie w przeciągu lat 25 (od 1837 do 1861) wynosił 0,4075 cala wysokości na godzinę. Przyjmując więc dla pewności 0,5 cala na godzinę, to jest deszcz od którego w przeciągu 25 lat, 16 tylko było większych a 19 mniejszych, sądzili projektodawcy, że odprowadzenie takiej ilości wody kanałami odpowie zupełnie zamierzonemu celowi. Do odprowadzenia szesnastu pozostałych większych deszczów projektowali kanały upustowe czyli burzowe, o których mowa będzie niżej.

Ilość wody, z przyjętej wysokości deszczu spadłego na powierzchnią miasta, spływającą do kanałów, oznaczyli projektodawcy, według doświadczeń wykonanych w Londynie, na $^2/_3$ ilości całkowitej dla powierzchni zabrukowanych a $^1/_4$ dla powierzchni niezabrukowanych. Powierzchnie te były wtedy:

brukowane	73 752 966 st. kw.
niebrukowane	40 784 044 „ „
Razem	114 537 010 st. kw.

Co do czasu, potrzebnego dla spłynięcia deszczu do kanałów, który zależy głównie od mniejszych lub większych pochyłości zlewów, oraz odległości odpływów, takowy, mając na uwadze znaczne w ogólności spadki zlewów górnych Warszawy a bez porównania mniejsze w całym prawie zlewie dolnym, przyjęto w części górnej miasta równy $1^1/_2$ godziny a w części dolnej 6 godzin. Przyjmując tak długi stosunkowo czas spływania do kanałów wody w części dolnej, projektodawcy mieli na względzie, aby nie zwiększać zbytecznie profilu kanału dolnego, co nastąpiłoby wtedy, gdyby zamierzono do niego uczynić dopływ naglejszy, a co bez koniecznej potrzeby zwiększyłoby koszta. Wymiary kanałów obliczali projektodawcy według wzorów Eitelweina [1]), przyjmując powierzchnią profilu wypełnioną do średnicy poziomej górnego półkola. Dla części kanałów większych wymiarów, w celu oszczędzenia objętości w murach i wykopach, przyjęli w miejsce przekrojów jajkowych — kołowe. Najmniejszy przekrój w kanałach głównych dla dogodności ich oczyszczania przyjęto: 2′ 8″ średnicy półkola górnego i 4′ całkowitej wysokosci od dna do wierzchu, co daje 8′11 st. kw. powierzchni. Inne powierzchnie przekrojów w kanałach głównych projektowano: w przekrojach jajkowych 10,31 — 12,08 — 14,06 st kw., a w przekrojach kołowych 20,21 — 22,76 — 24,21, — 25,00 — 31,77 — 32,01 — 34,27 — 39,14 — 41,40 st kw. Dla wszystkich kanałów

[1]) Wzory te w zastosowaniu do obliczenia powierzchni przecięcia poprzecznego kanału pod ulicami Brühlowską i Trębacką, podane były w zeszycie listop. Przegl. Techn. z r. 1878 (Tom. VIII. str. 260).

http://rcin.org.pl

bocznych przyjęto przekrój jajkowy a najmniejsze jego przecięcie miało mieć szerokości 2'2", wysokości 3'3", a powierzchni 5,38 st. kw.

Wspominaliśmy już o tem, że dopływ kanału dolnego miał być według opisywanego projektu odlewany pompami do kanału zbiorowego dochodzącego do Wisły. Z rachunku bowiem okazało się, że przy projektowanych a wyżej wyszczególnionych spadkach kanału dolnego, dno ujścia tego kanału, na północnym krańcu miasta powyżej Cytadeli, przypadałoby najwyżej na 2½, nad zerem Wisły, w przypadku sprowadzania nim ścieków z samej tylko dolnej części miasta — a na 1½' w przypadku odprowadzania kanałem dolnym dopływu kanału IV. A że w większej połowie roku średni stan Wisły utrzymuje się przynajmniej na 4' nad zerem, przeto w obu wymienionych przypadkach przepływ przy ujściu kanału dolnego nie był zapewnionym i projektodawcy zmuszeni byli uciec się do przepompowywania. Przedstawiały się tu dwie alternatywy: albo pzzepompowywać poniżej Cytadeli, dokąd przedłużonoby kanał dolny, albo też powyżej Cytadeli, zaraz za miastem, skąd możnaby odlewać dopływ kanału dolnego do Wisły lub do położonego wyżej kanału I, prowadzonego z daleko większym spadkiem za Cytadelę. Zastosowanie tego ostatniego urządzenia, to jest umieszczenie zakładu pompowego pod Cytadelą i odlewanie dopływu z kanału dolnego do kanału I, uważali projektodawcy za najwłaściwsze. Przedłużenie bowiem kanału dolnege za Cytadelę, przy jego zagłębieniu, dochodzącem na początku biisko zera Wisły, w niepewnym gruncie powiśla i w blizkości rzeki, pociągnęłoby za sobą znaczne koszta, które o wiele byłyby wyższymi od tych, jakie pociągnęłoby za sobą zwiększenie projektu kanału I; odlewanie zaś nieczystości między Cytadelą a miastem zanieczyszczałoby powietrze w tych stronach.

Objętość i siłę zakładu pompowego proponowali projektodawcy zastosować do objętości zwyczajnego średniego dopływu, jaką przyjęto do obliczania projektów kanału dolnego. Maszyny o sile 50 koni, z dwiema odpowiedniemi pompami, akazały się tu z rachunku dostatecznemi. Wystarczałyby one także do przepompowywania na mniejszą znacznie wysokość wody z ulew dolnej części miasta wprost do Wisły.

Co do kanałów burzowych czyli upustowych, przeznaczonych do odprowadzania nadzwyczajnych ulew, to położenie, pochyłości oraz kierunki ulic Warszawy dozwoliły projektodawcom, nietylko z pewną niezbyt kosztewną modyfikacyą wszystkie wzmiankowane kanały urządzić z niektórych kanałów bocznych, lecz zarazem połączyć je z przewałowymi upustami, odpowiednio do tego celu umieszczonymi w kanałach głównych. Tym sposobem wszelkie nadmierne i nadzwyczajne dopływy wychodzić miały z kanałów głównych przez upusty do odpowiadających tym upustom kanałów bocznych i przez to ostatnie spływać do Wisły. Wszystkie inne kanały boczne, oprócz upustowych, pozostałyby niezmienione co do wymiarów,—a że dla dogodności czyszczenia mu-

http://rcin.org.pl

siały być im dane przekroje większe, przeto byłyby odpowiednimi dla największego nawet dopływu, służąc zarówno dla kanałów głównych jak i upustowych.

Kanały upustowe wychodzące z kanału III naprzeciw ulic Pańskiej, Grzybowskiej, Krochmalnej, Ogrodowej, Wolność i Gęsiej, przeprowadzone pod przyległym wałem i mające po 10 sążni średniej długości, wylewać miały wodę do rowu okopowego.

Woda z ulew, wychodząca z kanału II, przez upusty umieszczone naprzeciw ulic Chmielnej, Śto-Krzyzkiej, Długiej i Franciszkańskiej, kanałami przechodzącymi pod ulicami: Warecką, Śto-Krzyzką, Długą i Franciszkańską, spływać miała do kanału I a z tego kanału przez kanały upustowe przechodzące pod ulicami Ordynacką i Tamką (1), Obożną (2), Karową (3), Bednarską (4), Mostową (5), Nowem Miastem, Przyrynkiem i esplanadą Cytadeli (6) do Wisły. Wreszcie woda z ulew spływająca z powierzchni IV, kanałem głównym przeprowadzonym pod ulicami Książęcą i Ludną, dostawałaby się do Wisły tym samym kanałem, służącym jednocześnie od 36′ nad zerem jako upustowy. Ostatnie siedem kanałów upustowych, służąc zarazem jako zwyczajne kanały boczne, odprowadzać miały swoje ścieki zwyczajne do kanału dolnego; dla odprowadzenia zaś ulew, od każdego z nich, w miejscach odpowiednio dobranych i w pewnych wysokościach, z których najmniejsza wynosiła 30′ nad zero Wisły, projektowaną była oddzielna gałąź, ze stosownem urządzeniem przewałowem, która przechodząc nad wierzchem kanału dolnego, posiadać miała otwarte ujście do rzeki. Tym sposobem cały system kanałów ochronjony miał być od największych nawet wezbrań Wisły.

Wszystkie kanały upustowe, tak między kanałami głównymi I i II, jak i mające swe ujścia do Wisły, projektowane były z przekrojem 19,61 st. kw. powierzchni; gałęzie zaś ich, mające ujścia w kanale dolnym, zachowałyby przekroje najmniejsze, takie jak przeznaczone dla zwyczajnych ścieków.

Zauważyć tu wypada, że otwory kanałów głównych i bocznych obliczone zostały takie odnośnie do ilości ścieków, iż przy początku ulewy wody deszczowe, płynące tymi kanałami rozpuściłyby w sobie i unosiły nieczystości wprzód, zanim w skutku wypełnienia kanałów głównych woda przechodzicby zaczęła przez upusty do kanałów burzowych. Tym sposobem kanałami burzowymi odchodziłaby do Wisły tylko czysta woda. W przypadku większych ulew przewały, urządzone także do otwierania, mogłyby po otwarciu przepuszczać większe ilości wody.

Do spłukiwania kanałów miała być używaną woda z wodociągów, której ilość przewidzieli projektodawcy przy układaniu projektu wodociągu. Prędkość strumienia wody na dnie kanału, dostateczną do spłukiwania, przyjęli 2′ na sekundę. W kanałach mających spadek, który odpowiada tej prędkości, spłukiwanie uskutecznianem by było przez samo napuszczenie wody; w kanałach zaś z niedostatecznym do tego celu spadkiem urządzone miały

http://rcin.org.pl

być przyrządy na wzór używanych w Hamburgu. Liczbę tych przyrządów, potrzebnych dla zapewnienia skutecznego spłukiwania w częściach kanałów z niedostatecznym spadkiem obliczyli projektodawcy na 30.

Otwory ściekowe ze studzienkami murowanemi i syfonowemi zamknięciami, projektowane były w odległościach co 150′. Projektodawcy ze znanych im typów tych urządzeń wybrali takie, ktore się dawały najdogodniej zastosować do miejscowego klimatu,— z pewną tylko zmianą, mianowicie z umieszczeniem otworów syfonowych na 5′ pod powierzchnią ulicy, przez co ścieki spływające tymi otworami do kanałów byłyby zabezpieczone od zamarzania.

Otwory przewiewne na sposób Rawlinsona, projektowane były w połączeniu z otworami wchodowymi. Urządzenie takie uważali projektodawcy za najdogodniejsze i najmniej kosztowne. Otwory te projektowano głównie na zakrzywieniach i na zmianach spadków, aby człowiek wszedłszy nimi ze światłem, mógł obejrzeć z łatwością całą część kanału powyżej i poniżej otworu. Na częściach prostych i ze spadkiem jednostajnym projektowano je w odległościach od 250 do 300 stóp.

Wejścia boczne projektowano na przeciwko każdego z przyrządów przeznaczonych do sztucznego spłukiwania oraz w niektórych miejscach na ulicach ludniejszych. Dla przykanalików, t. j. rur prowadzących ścieki z domów prywatnych, zostawić miano w ścianach kanałowych naprzeciwko każdej posessyi odpowiednio zakryte otwory. Koszta odkrycia tych otworów jak i budowy przykanalików, łącznie z urządzeniami domowemi należeć miały do właścicieli domów.

Koszt ogólny wykonania projektu obliczony był następujący:

225 183′ kanałów głównych, bocznych i upustowych, z ich gałęziami, obejmujących wszystkie pięć zlewów, na które rozdzielone zostało całe miasto . . . . . Rs.	1 640 370
5600′ kanału zbiorowego pod Cytadelą, będącego przedłużeniem kanału I i służącego do odprowadzania dopływów z kanału dolnego	140 000
1750′ kanału zbiorowego Meclowskiego, zbudowanego z profilem zakrytym	43 750
7000′ tegoż kanału w części odkrytej	14 000
2850 otworów ściekowych z zamknięciami syfonowemi, kratami nad studzienkami i wejściami do nich, z klapami i rurą ściekową średnicy 9″, średniej długości 9 sążni	213 750
750 otworów przewiewnych z wejściami, kratami i urządzeniem wentylacyjnem	75 000
250 wejść bocznych	67 500
30 przyrządów do sztucznego spłukiwania kanałów	3 900
Zakład z dwiema maszynami parowemi o sile 25 koni każda, z kotłami i pompami	35 000
Na wydatki nadzwyczajne	166 730
Razem Rs.	2 400 000

P. *Jakób Loewenberg* podejmował się wykonać własnym nakładem wszystkie wyszczególnione roboty za powyższą ogółową sumę, w przeciągu lat 12, żądając zwrócenia nakładu akcyami stu-

http://rcin.org.pl

rublowemi, 6-procentowemi, wystawionemi przez Magistrat na okaziciela a poręczonemi przez Rząd, któreby były zamortyzowanemi całkowicie w przeciągu lat 50 od czasu rozpoczęcia budowy. Rozkładając amortyzacyą na tak długi termin miał na celu udogodnienie warunków dla miasta. Wydatki bowiem na amortyzacyą w ten sposób rozłożoną, w przeciągu pierwszych dziesięciu lat byłyby mniejsze od 150 000 rs rocznie, w ciągu następnych czterdziestu nieprzekraczałyby nigdy 170 000 rs. rocznie. Zwracał przy tem uwagę Władzy ze wywózka odchodów miejskich w Warszawie liczącej 3000 posessyj (1864 r.) kosztuje 150 000 rs. rocznie, która to suma wyrównywa dopiero tej, jaka w jedenastym roku na pokrycie kosztów budowy kanałów będzie potrzebną; a że w tym roku wszystkie prawie posessye będą mogły użytkować z kanałów, — więc gdyby za użytkowanie kanałów ustanowioną była opłata, to takowa niepotrzebowałaby być wyższą od kosztów zwykłej wywózki. Nadmieniał, że suma największego potrzebnego funduszu od końca 12go do końca 49go roku odpowie równie wydatkowi na wywózkę współcześnie (1864 r.) ponoszonemu, — od końca już bowiem 12go roku budowy a tem bardziej przez lata następne, ilość domów i mieszkańców w Warszawie powiększyć się może łatwo w tymże stosunku. Pod tym względem wszelkie oczekiwania przedsiębiorcy przewyższone zostały przez rzeczywistość. Objaśniał wreszcie p. *Loewenberg*, że średni wydatek roczny na amortyzacyą wynosić będzie 149357 rs. a suma ta była nawet mniejszą od wydawanej wówczas przez miasto na wywózkę odchodów, — że więc, nietylko nie podwyższając ówczesnych na ten cel wydatków ale nawet zmniejszając je jeszcze cokolwiek, doszłoby miasto do wykonania tyle pożądanego, i ze wszech miar koniecznego dla siebie przedsiębiorstwa. Wszystkie jednak te propozycye przebrzmiały bez skutku.

Na streszczeniu ogólnych zasad projektu inżynierów *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego* winnibyśmy zamknąć to zestawienie dawniejszych projektów kanalizacyi Warszawy, — innych już bowiem nie mamy pod ręką. Zresztą wiemy tylko o istnieniu jednego z nich, projektu czy szkicu, przedstawionego przez p. *J. G. Blocha*, — lecz szczegóły tego wypracowania nie są nam znane. W krótkości wszakże pozwolimy sobie jeszcze zaznaczyć trzy, nie tyle projekty ile raczej pomysły w kwestyi kanalizacyi Warszawy, ogłoszone w ostatnich czasach.

Kolega nasz w redakcyi p. *Al. Sadkowski* podał przed czterema laty w Przeglądzie Technicznym artykuł p. t. „Kilka uwag odnoszących się do kanalizacyi miasta Warszawy“ [1]). Poglądy w tych uwagach wypowiedziane różnią się gruntownie od zasad przyjętych za podstawę do sporządzenia powyżej opisanych znanych nam projektów, a jakkolwiek są to tylko luźne myśli nie poparte szczegółowem opracowaniem, to niemniej kwalifikują się one do dyskusyi.

[1]) Tom I., str. 273.

http://rcin.org.pl

P. *Sadkowski*, mając na myśli jak najzupełniejsze zużytkowanie odchodów miejskich w celach irrygacyjnych, uważa we wzmiankowanym artykule za niezupełnie odpowiednią, w swych następstwach bardzo uciążliwą, a w rozwinięciu dla wzrastającego miasta niezmiernie trudną — kanalizacyą jednokierunkową, opartą na sprowadzeniu wszelkich nieczystości do jednego punktu, kanałami zbiegającymi się do jednego lub dwóch kanałów głównych (kolektorów); natomiast sądzi, iż kanalizacya (jak ją nazywa) odśrodkowa czyli wielokierunkowa jest najtańszą i najwłaściwszą w obecnym czasie.

Pogląd swój motywuje autor w sposób następujący. Zaznacza, że Warszawa dąży do rozwoju w kierunku wprost przeciwnym temu, według którego odprowadzanymi mogą być ścieki. Wskazuje na trudności oczyszczania przez irygacyą doprowadzonej do jednego punktu całej masy ścieków. Proponuje, o ile było to dlań możebnem bez posiadania dokładnej niwelacyi miasta, podzielenie Warszawy na cztery części oddzielnie kanalizowane, z których sprowadzone ścieki, mogłyby być użyte do irygacyi pól w okolicach Marymontu, Rogatek Wolskich, Belwederskich i Czerniakowskich, a wreszcie z części dolnego miasta przepompowywane na Pragę i pożytkowane na rozległych tamtejszych piaskach. Sądzi, że przy podobnym systemie, całość robót kanalizacyjnych wykonaną być może o wiele taniej, a to dla tego że kanały rozchodząc się od środka miasta ku jego obwodowi mogą mieć, jako krótsze, mniejsze przekroje i mogą być założonymi w ziemi mniej głęboko. Nadto uwzględnionemi by być mogły, stopniowo i z postępem czasu wzrastające, potrzeby zwiększającego się miasta. Rury i kanały najmniejszych średnic założone by były w najludniejszych właśnie częściach miasta, które już wiele podnieść się nie mogą — a przeciwnie bliżej okopów, w miarę powstawiania nowych ulic, te ostatnie mogłyby się łączyć z kanałem pierwszorzędnym, daną dzielnicę obsługującym. Postępowanie z wodami kanalizacyjnemi byłoby przy podobnym rozdziale znacznie ułatwionem. Mógłby być przyjęty dla każdej części ścieków system oczyszczania często dla całej ich masy niemożliwy. Napotkanoby wreszcie mniejsze trudności w znalezieniu miejsc na zakłady irygacyjne, oraz przy zbycie otrzymywanych nawozów suszonych, lub też najmowaniu ścieków do irygacyj pól prywatnych.

Co do oczyszczania ścieków p. *Sadkowski*, ze względu na miejscowe warunki klimatyczne, jest zwolennikiem irygacyi podziemnej, stosowanej obowiązkowo w porze zimowej, a w połączeniu z powierzchnościową (gdyby tego zaszła potrzeba) w porze letniej.

P. *A. Makowiecki*, w broszurze p. t. „O kanalizacyi w ogóle i w sposobach jej zastąpienia“ wydanej w Warszawie w roku 1875 [1]), uważając koszta kanalizacyi za zbyt wysokie dla Warszawy,

[1]) Sprawozdanie o tej broszurze podane było w Przeglądzie Technicznym za r. 1875 (Tom I str. 258).

http://rcin.org.pl

proponuje: *a)* przeprowadzić kanały murowane zakryte, do odpływu wody deszczowej i nieczystości domowych spuszczanych rynsztokami, pod głównemi ulicami miasta, jedne ze spadkiem ku Wiśle, drugie — ku fosie okopowej, *b)* do tych kanałów spuszczać z każdego domu przykanalikami nieczystości płynne, jak pomyje i mydliny oraz wodę deszczową z podwórzy, *c)* odpływy fabryczne przed spuszczeniem do kanałów oczyszczać chemicznie lub przez filtracyą, *d)* zwiększyć działalność wodociągu do 2 st. sz. na mieszkańca, dla skutecznego spłukiwania kanałów i rynsztoków, *e)* dozwolić urządzania wychodków na śmietnikach, ale tam tylko, gdzie na 50 osób przypada jedna krowa lub koń i to pod warunkiem odpowiedniej budowy śmietników, ich dezynfekowania i wywożenia z nich śmieci co tydzień, w zamkniętych wozach, *f)* w miejsce dołów kloacznych istniejących urządzić wychodki na niewielkich beczkach, któreby raz na tydzień były zmieniane i wywożone bez żadnych przeładowywań nieczystości, *g)* wszelkie nieczystości zmieniać na nawóz rolniczy i dezynfekować na miejscu w wychodkach, w beczułkach, albo wapnem i węglem drewnym według metody *Müllera-Szürra*, albo masą *Süwerna*, *h)* dezynfekcyą powierzyć oddzielnej służbie czuwającej nad assenizacyą miasta, *i)* wprowadzenie systemu beczkowego i śmietników wychodkowych rozłożyć na lat 10.

Wreszcie p. *K. Fritsche*, w broszurze p. t. „O naglącej potrzebie poprawy stanu sanitarnego miasta Warszawy“, wydanej w 1878 r., przyjmuje kanalizacyą dla sprowadzania wszystkich ścieków, wyłączając z nich tylko odchody stałe, które proponuje palić w każdym domu, po wprowadzeniu urządzenia, jakie zastosował sam w swej posessyi przy Alei Jerozolimskiej. Dowodzi, że irygacye wodą ze ścieków nie są korzystne a zaś wpuszczanie ścieków z odchodami stałymi do Wisły uważa za niemożebne.

Przytaczając tu pomysły w kwestyi assenizacyi, szczegółowem opracowaniem niepoparte, mamy właśnie na celu wywołanie tych opracowań, niezbędnych przed stanowczem przyjęciem któregokolwiek projektu i przystąpieniem do robót. Tylko bowiem przez porównanie różnych systemów, pomysłów i poglądów rozjaśnioną może być w zupełności kwestya kanalizacyi Warszawy i tym tylko sposobem dojść będzie można do wytworzenia wszechstronnie dobrego projektu. W każdym razie jednak, przechodząc do opisu i rozbioru pracy *Lindley'a*, zaznaczyć winniśmy, że wszyscy inżynierowie, autorzy wyżej opisanych lub wzmiankowanych projektów, są zwolennikami zupełnej kanalizacyi angielskiej, to jest odprowadzania kanałami po za miasto wszystkich nieczystości, niewyłączając odchodów stałych. Pomysły pozbywania się tych odchodów innymi sposobami, z których dwa wzmiankowaliśmy, nie zostały dotąd przedstawionymi w sposób dostatecznie ścisły, aby można je było poddać porównawczemu badaniu. Wszędzie zresztą, gdzie zastosowaną została zupełna kanalizacya angielska, niezależnie od dalszego postępowania ze ściekami po odprowa-

http://rcin.org.pl

dzeniu ich za miasto; — wykazuje ona dotąd pod względem technicznym bezwarunkową wyższość nad innymi znanymi systemami. Odnośnie zaś do względu sanitarnego, przytoczymy tu tylko zdanie *dr-a St. Markiewicza* z Soczewki, który w licznych swych korespondencyach do gazet miejscowych, opracowując poważnie kwestyą assenizacyi miast w ogóle i stosując zbierane pracowicie fakta i wyciągane z nich wnioski do Warszawy, nie przestał wskazywać zupełnej kanalizacyi angielskiej „jako jedynego środka oczyszczenia i osuszenia miasta a przeto zmniejszenia śmiertelności i chorobności.“ [1]) Oprócz zaś kanalizacyi angielskiej ze wszystkiemi urządzeniami, jakie zaprowadzonemi mogą być przy niej z korzyścią dla czystości miasta i zdrowia mieszkańców, — p. *Markiewicz* dla polepszenia stanu sanitarnego zaznaczał jeszcze potrzebę wodociągu z wodą źródlaną do picia, obok drugiego z dostateczną ilością wody wiślanej do utrzymywania czystości w mieście. Rozległy ten program uwzględnić radził przy technicznem opracowaniu kwestyi, urzeczywistnionem drogą publicznego konkursu. [2])

---

[1]) Gaz. Warsz. z r. 1872 Nr. 20 do 26.

[2]) Por. szereg listów podanych p. t. „Rozbiór krytyczny rozmaitych projektów assenizacyi (dezinfekcyi, kanalizacyi) miast a w szczególności Warszawy“ w Gazecie Warszawskiej z r. 1875.

http://rcin.org.pl

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 najodpowiedniejszemi 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.

http://rcin.org.pl

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 cierpiącem 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 maximalnie w porze gorącej — 8½ 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 projektu 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 dostarczanemi 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 niektóremi objaśnieniami.

	Litrów:	
Rzym	1060	Woda ze źródeł, doprowadzana dawnymi akwedukami.
Carcasonne	400	Koszt całkowitego urządzenia wodociągowego wynosił 49 fr. 40 cent. na mieszkańca.
Nowy York	327	Akweduk Krotoński, 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 wodozbiorów. 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%.

http://rcin.org.pl

	Litrów	
Paryż	142	Z Sekwanny i innych rzek, źródeł i studni arteryjskich.
Hamburg	127	Woda z Elby, kanałem murowanym (dno $6^1/_2$′ 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. ciśń.) i 110′ (nisk. ciśń.) 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 Frangenau, 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. ciśń.) i 48 m. (nisk. ciśń.) Wodociąg kosztował 27 fr. na mieszkańca.
Stuttgart	85	Pompy, poruszane turbiną 60-konną, czerpią wodę rzeczną w odległości około 1 mili od miasta i wpychają 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 $26^1/_2$′.
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 pompowaną 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 maxymalnie w porze letniej 150 l. W obec tych liczb i w obec, przyjętej już w przewidywaniu przyszłego powiększenia — ludności 500 000, wzmiankane $8^1/_2$ st. sz. *Lindley'a*, t. j. 240,77 l. wydaje się za wiele, przy znacznem wzniesieniu Warszawy i ograniczonych środkach materyalnych, jakimi rozporządza miasto.

http://rcin.org.pl

Postawiwszy sobie warunek dostarczania miastu dziennie od 4 do $4^1/_2$ milionów st. sz. i nieznalazłszy w okolicy Warszawy źródeł wody czystej, mogących dawać tę ilość, proponuje *Lindley* czerpać ją w całości z Wisły. Przyznaje 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 kanalizacya systemu, który wtedy tylko rozwijanym być może racyonalnie 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 hygienicznej przytoczymy tu zdanie *Dra Markiewicza*, który przed czterema laty rozbierając w Gazecie Warszawskiej projekty assenizacyi miast a w szczególności Warszawy, wyraził się jak następuje:

„Po pracach *Frankland'a* w Anglii i *Reichardt'a* w Niemczech, kwestyę hygienicznej 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 niezamieszkanych, *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 łudzi“ [1]).

---

[1]) Gazeta Warszawska z r. 1875, Nr. 21.

http://rcin.org.pl

Lindley utrzymuje, że woda czerpana z nurtu Wisły niezawiera żadnych organicznych domieszek. W podanym zaś przezeń rozbiorze 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 sądzimy więc, ażeby woda wiślana była w zupełności zdrową i czystą i — jak powiedzieliśmy, zaspokoiwszy nią najpilniejsze tylko potrzeby, miasto winnoby szukać usilnie innej wody.

Całą ilość wody, jaka ma być dostarczaną miastu w przyszłości, projektuje *Lindley* czerpać z Wisły na wprost ulicy Huzarskiej, w tem samem prawie miejscu jak w projekcie inż. *Majewskiego, Sporńego 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. Pomieścićby 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 znaczniej 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 murowanemi, 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 mułku 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 odprowadzenie 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 należąc

http://rcin.org.pl

znpełnie 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 wznieść zakładu" niedowodzi wcale konieczności umieszczania tam filtrów. Część ta miasta zabudowuje się obecnie, — pokup na place jest tam znaczny i miasto zyskaćby mogło tylko na sprzedaży placów położonych na Koszykach. Przeciwnie, miejscowości na brzegu Wisły pod rogatkami Czerniakowskiemi 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 przepłukiwane pędem wody",— umieścićby raczej wypadało zakład z filtrami na polu Mokotowskiem, 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* nietylko wystarczy na obecne potrzeby, ale jeszcze w ciągu wielu lat następnych zaspokajać 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 odpowiedniejszem.

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 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 obsługiwaną przez cztery kotły

---

[1]) Według kosztorysu — 180 000 rubli i około 16% na nieprzewidziane wydatki, koszta 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.

http://rcin.org.pl

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.

W górnym dzwonie powietrznym ma brać swój początek owa rura 12 000′ długa, 30″ średnicy, o której wspominaliśmy, przechodząca pod ulicami Agrykola dolna, Nowowiejska i Przedokopowa, do zakładu na Koszykach Rura ta, oprócz swej długości i nieprodukcyjności na całym swym przebiegu, przedstawia jeszcze ten niedostatek, że jest pojedyńczą. 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 rozprowadzaną 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 więcej 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 wybornem bez wątpienia ale niekoniecznem — a zatem i nie ekonomicznem. 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 nietylko zabezpieczoną od wpływu temperatury

http://rcin.org.pl

zewnętrznej ale nadto bez przerwy poddaną wpływowi temperatury podziemnych warstw gruntu i miała przez to możność „nabycia 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 nadwiślańskiem. Powtóre nie mają one ścian murowanych pionowych, ale nachylone brukowane skarpy, przez które woda zaskórna przechodzi do wnętrza filtrów i wodę filtrowaną zatruwa. Po trzecie, woda wchodzi na nie wprost z rzeki, nie będąc przeprowadzaną przez osadniki i filtry zbyt szybko zanieczyszcza. 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 murowanemi pionowemi i dnem nieprzemakalnem, poprzedzone umiejętnie urządzonymi osadnikami i przedstawiające dostateczną powierzchnią, filtry te działałyby zupełnie dobrze, nie będąc przykryte sklepieniami.

Zamarzanie w zimie nie przeszkadza filtracyi, 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, filtracya odbywa się pod nią regularnie. Gdy zachodzi potrzeba oczyszczenia filtru, można lód wyrąbać i wywieść, co znów nie przedstawia wiele zachodu 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 chłodnąć. Pozostając zaś przez czas dłuższy w sklepionym wodozbiorze 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, racyonalnie zbudowanych, a zwłaszcza jeżeli przed przyjściem na nie woda sklarowaną będzie dobrze w osadnikach, uniknąć można w zu-

http://rcin.org.pl

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 komunikacya przez nie, oraz wynoszenie mułu i zanieczyszczonego materyału filtracyjnego, przedstawia pewne niedogodnosci 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 wegetacya, przyczyniająca się do prędkiego zamulenia otworów w słoju filtracyjnym piasku, nie będzie mieć miejsca w filtrach przykrytych i jeden i ten sam słój piasku może przeto znacznie dłużej funkcyonować, aniżeliby to miało miejsce w filtrach odkrytych". Sklepienia przykrywające filtry nic tu nie pomogą, jeżeli woda wprost z Wisły doprowadzaną będzie na filtry, bez pośrednictwa osadników. Tylko bowiem stopień czystości wody doprowadzanej wpływać może na zmniejszenie liczby a tem samem i kosztu oczyszczań 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 częstem 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 przelewowemi, rurami dla spuszczania wody, z murowanemi studzienkami dla wejścia itp., złożony z dwóch oddziałów", (to jest jak się trzeba domyślać mogący przepuszczać w ciągu doby 2 300 000 st. sz. wody) ma kosztować w całości

http://rcin.org.pl

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

Woda więc wiślana, 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 takiem urządzeniu nie może być mowy o dostarczaniu mieszkańcom — wody, choćby w przybliżeniu tylko klarownej, a nadto czyszczenie filtrów będzie musiało być uskutecznianem 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 oczyszczyć 100 st. sz. wody wiślanej, pozbawionej pewnej części mułu przez wystanie się w osadniku, przyczem tworzy się na wierzchu dna filtracyjnego półcalowa warstwa mułku. niedopuszczająca dalszego filtrowania, — przeto przy zaprowadzeniu osadników, każdy filtr potrzebaby oczyszczać co $8^1/_3$ 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, opisaliśmy poprzednio [1]). Nieuwzględnienie zaś natury wody wiślanej i pominięcie umiejętnie urządonego 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, propozycya 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. 17.

http://rcin.org.pl

części, działać mogące niezależnie. Takie z góry obmyślane rozmieszczenie filtrów, zabudowań itd. pozwoli zakład w miarę wzrastających 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 przeprowadzaną ma być czterema oddzielnemi 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 materyałów 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 $^1/_4$ cala grubą“. Przy wodzie wiślanej pompowanej wprost z rzeki na filtry, trudno jest spodziewać się aby to było wystarczającem, 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 wodozbiorze.

Wodozbiór, sklepiony, mieścić ma w sobie na początek przy głębokości 15′ — 760 000 st. sz. wody; dla całkowitego zaś wodociągu, 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

http://rcin.org.pl

pożądanem dla miasta. Zaznaczyć wszakże wypada, że przez urządzenie obszernych zbiorników osadowych przed filtrami, zmniejszyćby było można wymiary wodozbioru, mając zapas wody nietylko 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 wodozbioru 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 wodozbioru 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 galeryą, a po przejściu wysokości 110′, przelewać się przez krawędź ściany i wypełniać pozostałą część wodozbioru. Urządzenie to ma na celu zasilanie dolnej części miasta wodą spływającą bezpośrednio z wodozbioru pod stałem ciśnieniem 110′, bez względu na zmiany poziomu w części większej wodozbioru, komunikującej z siecią rur górnej części miasta. Wysokość 110′, odpowiadająca wzniesieniu powierzchni filtrów, pozwala nadto takowe opróżniać, przez połączenie ich z częścią większą wodozbioru, gdy w tej ostatniej zwierciadło wody zeszedłszy pod krawędź ściany przedzielającej dalej się będzie obniżać. Napełnianie filtrów proponuje *Lindley* uskuteczniać 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 materyału filtracyjnego, gdy się jej poziom w części większej wodozbioru podnosi. Skoro woda wyjdzie na $^1/_2$′ nad powierzchnią piasku, wypadnie otworzyć komunikacyą 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, sprowadzaną być miała wprost pod maszyny.

Z wodozbioru 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 dostarczaną 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 „chociaż tak

http://rcin.org.pl

wielka ilość wody dopiero po upływie dosyć długiego czasu, licząc od chwili pobudowania nowych wodociągów, może być przez mieszkańców spotrzebowaną, 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 usilnie innej wody, zdoła może z czasem obyć 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 stratę ciśnienia w rurach. Wysokość ta jest mniejszą o 30′ od wysokości przyjętej w projekcie inż. *Majewskiego*, *Spornego i Surzyckiego*, którzy liczyli wysokość domów 70′, na stratę 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 skropłaniem. Nader słusznie robi uwagę, że maszyny winny być użyte najlepszego systemu i najlepiej wykończone, aby zużycie paliwa było jak najmniejszem. Para dla wzmiankowanych dwóch maszyn ma być dostarczaną przez 7 kotłów Cornwalskich, 28′ długich, 6-cio stopowej średnicy. Należałoby przy ustawianiu tych kotłów zastosować specyalne 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 wypadałoby 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 linij 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.

http://rcin.org.pl

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 kołowem 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 wchodzili. 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 Pragą, 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-to calową projektuje *Lindley* dla zasilania Pragi „przeprowadzić przez most, zawiesiwszy ją przy belkach podłużnych mostu i zabezpieczywszy rozumie się od mrozów przez odpowiednie oskrzynkowanie.“ Konstrukcya 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 nadaje 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 $10^1/_2$′ 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 zmięszany 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

http://rcin.org.pl

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′. Nadmienia wszakże *Lindley* że „w razie nadzwyczajnych wypadków można będzie w całej dolnej sieci rur znacznie powiększyć ciśnienie, komunikując ją z siecią górną, za pomocą otworzenia jednej szluzy na placu Zamkowym“. A jednak poprzednio, mówiąc o krawędzi muru oddzielającego galeryą 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′ wysokiej a ciśnienie to jest zbyt wielkie. Dodać trzeba jeszcze, że gwałtowne uderzenie (coup de belier), za każdem 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 koszta i unikając na przyszłość drogich przeróbek, można było za pomocą głównych linij 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 poprzecznemi. 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 zimie 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 dnie, 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. Przyjąwszy tę tylko ilość jako wydatek studni, widzimy że na początek dwie podobne studnie starczyćby mogły do zaopatrywania w wodę Pragi, która pod tym względem postawioną jest w nierównie pomyślniejszych warunkach od Warszawy. Warunki te należałoby umiejętnie wyzyskać.

http://rcin.org.pl

w rurach wodociągowych zacznie się zmniejszać i zrówna się z ciśnieniem w wodozbiorze, otworzy się wtedy w dnie wodozbioru drugi wentyl, przeciwdziałający poprzedniemu i wodozbiór połączony zostanie z siecią. Zapas wody pod wysokiem ciśnieniem zawarty w wodozbiorze, w razie wybuchnąć mogącego pożaru, podczas zatrzymania maszyn, wystarczy w zupełności na pierwsze potrzeby, zanim maszyny, po telegraficznem zawiadomieniu wprowadzonemi zostaną w ruch na nowo. Wodozbiory podobne są w ogóle bardzo pożyteczne dla miasta.

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

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

Kosztorys 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 wodozbioru -	„ 9 000	
e) wodozbior 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 akcessor. 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. Wodozbiór ciśnień na Wolskiem Przedmieściu, mieszczący 100 000 st sz. wody - - - - - - - -		„ 110 000
		R. 3 143 550
Do tej sumy dodaje *Lindley* na roboty nieprzewidziane, utrzymanie biura głównego zarządu itp. - - - - -		„ 506 450
Ogół wydatków wynosi zatem w rublach metalicznych - -		3 650 000

http://rcin.org.pl

Niektóre jednak z projektowanych urządzeń, uważa *Lindley* 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 proporcyonalnie 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 rezerwowy 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 materyału 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 wyniknąć 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 spotrzebowaniu.

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-

http://rcin.org.pl

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

Po piąte, rury komunikacyjne w mieście możnaby ułożyć z takiemi 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 300 000 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 rozbierany, 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 materyału do ściślejszej technicznej rewizyi.

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 wykazaćby mogła tylko ściślejsza rewizya.

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 jaknajśpieszniej wodociągu z wodą wiślaną, czyniącego zadość niezbędnym potrzebom mieszkańców, obie te okoliczności winny by być wziętemi pod uwagę przez władzę miejską.

http://rcin.org.pl

b) Kanalizacya.

Wadliwość istniejących urządzeń, od zaznaczenia której rozpoczyna *Lindley* rzecz swoją o kanalizacyi Warszawy, nie została przezeń przedstawioną wyczerpująco. Obok danych wiarogodnych, jak koszt wywózki nieczystości, wynoszący rs. 220 000 rocznie, spotykamy tu także nieprawdopodobną liczbę. „Samo wyrąbywanie lodów, mówi *Lindley*, z rynsztoków i ulic, podczas 5 lub 6 zimowych miesięcy, kosztuje dziennie około 4000 rs.“ Zarówno z celu przytoczenia tego kosztu, pomiędzy motywami projektu kanalizacyi, jak i z jego wielkości, trudno zdać sobie sprawę, co zresztą zauważono już przed nami [1]).

W ogóle, w obec uznanej dziś powszechnie potrzeby kanalizacyi, ścisłość wymotywowania użyteczności projektowanych urządzeń mniej przedstawia znaczenia. Widzimy wszakże z samego już początku pracy *Lindley'a*, jak trudnem jest dla cudzoziemca, w ciągu krótkiego pobytu na miejscu, sprawdzenie, wszystkich danych. To też zebranie tych ostatnich przez służbę techniczną miejską i ogłoszenie ich drukiem po starannem sprawdzeniu winno było właściwie stanowić wstęp do ścisłego opracowania kwestyi kanalizacyi Warszawy.

Wspominając o starych kanałach, *Lindley* pomija w zupełności kanały zbudowane w ciągu kilku ostatnich dziesiątków lat; a jednak wszystkie te kanały są całkowicie murowane, mają przekroje jajkowe — i jak należałoby przypuszczać, kierunki ich wyznaczone już były z uwzględnieniem pewnego ogólnego projektu kanalizacyi miasta. Objaśnienia te byłyby na miejscu we wstępie do opisu projektu i żałować wypada, że pominiętemi zostały w pracy *Lindley'a*

Przedstawiwszy w ogólnych zarysach potrzebę poprawienia warunków sanitarnych miasta, stawia *Lindley* to poprawienie jako cel projektowanych urządzeń i tak mówi dalej:

„Żadna obawa o zanieczyszczanie gruntu skutkiem przesiąkania nieczystości z kanałów, miejsca mieć nie może, albowiem przedsięwzięte będą środki ostrożności i zastosowane wszelkie sposoby, aby zrobić dno kanałów nieprzesiąkliwem. Przytem, z powodu znacznej głębokości w jakiej kanały zbudowane być winny, znajdować się one będą pośród wód gruntowych. W skutek tego woda gruntowa wsiąkać będzie w kanały, nie zaś naodwrót“.

Że kanały winny mieć nietylko dno ale i ściany nieprzesiąkliwe, to jest oczywistem i ogólnie wiadomem. Że ta nieprzesiąkliwość niezbędniejszą jest jeszcze dla dolnych części przekrojów kanało-

[1]) W sprawozdaniu o projekcie *Lindley'a* kanalizacyi Warszawy, uprzedzeni zostaliśmy przez inż. *Hipolita Cieszkowskiego*, którego artykuł w tym przedmiocie, obejmujący wiele nader trafnych uwag, podany był w Nrze 24 „Ekonomisty“.

http://rcin.org.pl

wych niż dla górnych, to także jasne. Ale o kanałach ze ścianami nie przesiąkliwemi, urządzonych jednocześnie w ten sposób, aby woda gruntowa *wsiąkała* w nie bezpośrednio, trudno wyrobić sobie pojęcie. Zwykle wody gruntowe ściągane są do kanałów przez pośrednictwo rur drenowych. Kwestya wszakże owej jednoczesnej przesiąkliwości i nieprzesiąkliwości ścian kanałów, nie przestaje i w dalszym ciągu niepokoić *Lindley'a* i wywoływać coraz to sprzeczniejszych ze sobą określeń. I tak na str. 43 mówi on, że „wody gruntowe dostawać się będą „*przez pory ścian kanałów* i dreny", — na str. 44, że woda zaskórna „wciskać się będzie *przez pory ścian* na znacznych przestrzeniach, a w wyjątkowych okolicznościach jeżeli znajdzie się w obfitej ilości i wypływać będzie pod postacią źródeł, wtedy *w ściany kanałowe* wmurowane będą puste cegły, przez otwory których woda gruntowa płynąć będzie do kanałów." Zaznaczyć tu wypada, że przez podobne otwory naodwrót ścieki przedostawać się mogą także na zewnątrz, przy zbyt ciasnych zwłaszcza kanałach, mogących często być przepełnianymi — i grunt będzie zanieczyszczany, o co się właśnie *Lindley* tak obawia we wstępie. Wreszcie na str. 48 mówi znów, że przy budowie kanałów zwracać trzeba będzie „pilną uwagę na to, aby dno i ściany przedstawiały nieprzesiąkliwe powierzchnie". Sprzeczności te i wynikająca z nich niejasność czynią niemożebnym szczegółowy rozbiór poglądu *Lindley'a* na kwestyą ściągania do kanałów wód zaskórnych.

W obec często dających się słyszeć głosów, przeciwnych wpuszczaniu odchodów ludzkich do kanałów, zasługuje na uwagę oświadczenie tak biegłego i doświadczonego inżyniera jak *Lindley*: że usunięcie z miejsc zamieszkanych odchodów ludzkich w sposób najtańszy i najprostszy, jak tego dowodzi wieloletnie doświadczenie, osiągnąć można tylko przez zaprowadzenie waterklozetów i systemu zupełnej kanalizacyi. Warunkom sanitarnym, wygodzie i zadowoleniu mieszkańców, nie odpowiadają w takim stopniu żadne inne urządzenia i systemy. *Lindley* słusznie nadmienia, że wielkość i wymiary kanałów będą też same bez względu na to, czy będą one odprowadzać ludzkie odchody, jak równie i potrzebną masę wody w celu ich uniesienia i ułatwienia odpływu, lub też czy odprowadzać będą tylko ścieki podwórzowe, wody gruntowe i atmosferyczne. W pierwszym przypadku kanały musiałyby otrzymywać wodę oddzielnie, — w drugim zaś otrzymywać ją będą przez pośrednictwo waterklozetów, przez co dopływ wód przemywających będzie regularniejszy i równomiernie rozłożony.

Podzielając także zdanie *Lindley'a*, że każdy system zupełnej kanalizacyi, to jest przyjmującej wszelkie nieczystości i ścieki, wymaga odpowiedniej ilości wody do spłókiwania kanałów, — nie sądzimy jednak ażeby dostarczanie w tym celu 8 st. sz. (227 l.) na dobę i mieszkańca, było koniecznem. Jak to już zaznaczyliśmy mówiąc o wodociągu, ilość ta wydaje się nam za wielką.

http://rcin.org.pl

Zgodnie z nowszymi wynikami nauki, za najkorzystniejszy sposób usuwania ścieków miejskich i uczynienia ich nieszkodliwymi, uważa *Lindley* nawodnianie nimi pól i proponuje urządzenie za rogatką Powązkowską zbiornika, z którego ścieki przepompowywanymi byłyby na pola. Ze względu wszakże na niezbędną konieczność wprowadzenia jak najprędzej w działanie sieci kanalizacyjnej, projektuje urządzenie zbiorowego wypustowego kanału wprost do Wisły, któryby odprowadzał ścieki miejskie do rzeki, aż do epoki przygotowania pól irygacyjnych, a w następstwie służył za kanał burzowy. Rzeczywiście, jak na teraz, głównym celem jest usunięcie ścieków z miasta, a dopiero później, w skutku rozwoju systemu waterklozetów, gdy kanalizacya będzie już ukończoną, kwestya oczyszczania ścieków przed ich wpuszczaniem do rzeki przyjdzie na porządek dzienny. Być może, że wtedy Warszawa zdoła urządzić się mniej więcej w ten sam sposób jak Gdańsk, gdzie prywatny przedsiębiorca, *p. Aird*, mając sobie oddane na lat 30 grunty okoliczne miejskie, urządza własnym kosztem cały zakład irygacyjny, rozprowadza ścieki i utrzymuje bezpłatnie całą sieć kanałów (a sam ten koszt utrzymania obliczony jest rocznie na 9 000 tal.), po upływie zaś koncesyi cały zakład wraz z użyźnionemi polami przechodzi na własność miasta.

Przystępując do podania zasad, na jakich oparł obliczenie wymiarów kanałowych, wzmiankuje *Lindley*, że sieć kanalizacyjną zaprojektował w takich granicach: „aby możebnem było odprowadzić kanałami wody domowe zużyte przez ludność 500 000 osób, jak równie odprowadzić odpowiednią ilość wód deszczowych, spadających na przestrzeń zajętą przez powyższą ilość mieszkańców.“ Nadmienia dalej, że zwykłą normę ścieków miejskich stanowić ma 8 st. sz. na dobę i mieszkańca, to jest ilość wody dostarczana przez nowy wodociąg, oraz że do rachunku przyjęto odprowadzanie połowy tej ilości ścieków w przeciągu ośmiu godzin, t. j. 0,5 st. sz. na godzinę i mieszkańca.

Oprócz tej ilości, zamierza on odprowadzać kanałami w zwykłych warunkach, warstwę nie przenoszącą $^1/_4$ cala wody deszczowej spadłej w przeciągu 24 godzin na przestrzeń miasta, dla której proponowanem jest urządzenie kanalizacyi. Co do wód burzowych, to na podstawie spostrzeżeń z lat dziesięciu (1865 — 1875) i „na zasadzie doświadczenia“ przyjmuje *Lindley*, że w Warszawie mając na względzie położenie klimatyczne miasta, kanały odprowadzać winny następujące masy wody burzowej: $^3/_{16}$ cala grubą warstę wody deszczowej, spadłej w przeciągu jednej godziny na część miasta środkową, ciasno zabudowaną i wybrukowaną —i $^2/_{16}$ cala grubą takąż warstwę wody, spadłej w ciągu godziny na zewnętrzną część miasta.

Kanały więc burzowe, które odprowadzać mają wyżej oznaczone masy wody i jednocześnie pomieścić zwyczajną ilość wód domowych i zużytych, winny mieć wymiary zastosowane do ilości tych wód wyżej wymienionych.

http://rcin.org.pl

Na zasadzie tych uwag i danych, dzieli *Lindley* kanały na trzy kategorye, mianowicie: *boczne* obliczone dla wód zużytych i wody z deszczów tak zwyczajnych jak i burzowych, spływających z przyległych niewielkich przestrzeni, — *główne* z wymiarami obliczonymi odpowiednio do wód zużytych i wody z deszczów przyjętych za normalne (kanały te winny nadto pomieścić wody z deszczów burzowych, jakie przypływać będą kanałami bocznymi a następnie wody te odprowadzić do najbliższych burzowych),— *burzowe*, mające odprowadzać bezpośrednio do rzeki najkrótszą drogą wodę z burz i deszczów ulewnych.

Oprócz wyżej wyszczególnionych nie przytacza *Lindley* żadnych innych danych i nie podaje wcale rachunków, które go doprowadziły do przyjętych w projekcie powierzchni przekrojów kanałowych. Zasięgnięta znów z niewątpliwego źródła wiadomość przekonała nas, że wszystko co *Lindley* nadesłał zostało przetłómaczone i wydrukowane, a żadnych innych jego obliczeń Magistrat nie posiada. Postawieni tym sposobem w niemożności sprawdzenia projektowanych wymiarów, przy użyciu tychże samych danych, na jakich *Lindley* opierał swoje rachunki, zmuszeni jesteśmy uskutecznić to sprawdzenie inną drogą. Wymiarów bowiem przekrojów kanałowych, stanowiących o istotnej pożyteczności tak wielkiego przedsięwzięcia, jak urządzenie systematycznej kanalizacyi, którego koszt ma wynosić kilka milionów rubli, nie można przyjmować „na wiarę“ nawet od tak biegłego i doświadczonego inżyniera jak *Lindley*.

Przyjętą do redakcyi projektu ludność Warszawy 500 000, gdy była mowa o wodociągu uważaliśmy za dostateczną, zaznaczając nawet, że napewno wnosić nie można, iż wzrost ludności w Warszawie utrzyma się i nadal w dotychczasowym stosunku; sądzimy wszakże że liczba ta, jako podstawa przy układaniu projektu kanalizacyi, jest zbyt małą. Wspominaliśmy już bowiem, że wodociąg nie stanowi tak jak kanalizacya systemu, który wtedy tylko rozwijanym być może racyonalnie, w obec zwiększających się potrzeb, jeżeli jest od razu zaprojektowanym w całości. Zakłady wodociągowe przybywać mogą niezależnie jeden od drugiego, a odpowiednia wzrastającym potrzebom przeróbka sieci rur, ułożonych na 6′ pod powierzchnią ulic, nie pociąga za sobą zbyt wielkich trudności i kosztów. Inaczej zupełnie rzecz się ma z kanałami, murowanymi na głębokości 25′ i więcej, których budowa jest kosztowną i trudną i które z tego powodu projektowanymi być winny w przewidywaniu kilkowiekowego działania. Powiększanie bowiem a raczej przebudowywanie kanałów wymaga takiegoż nakładu jak i budowa i też same pociąga za sobą trudności. Dla tego też, jeżeli przy obliczaniu przekrojów kanałowych braną jest za podstawę liczba mieszkańców miasta, wtedy przewidywać wypada co najmniej kilkakrotne jej powiększenie w przyszłości, tembardziej że wynikające stąd poszerzenie kanałów nie-

http://rcin.org.pl

może być znacznem, w tych zwłaszcza warunkach jak w Warszawie, gdzie w obec wielkiej ilości wód deszczowych, jaką kanały normalnie winny odprowadzać, właściwe ścieki miejskie nader małoznaczącą przedstawiają ilość.

Ściek normalny na godzinę, jak mówiliśmy, wynośi według *Lindley'a*:

$$\frac{1}{2} \times 500\,000 = 250\,000 \text{ st. sz.},$$

a do tego przychodzi jeszcze $\frac{1}{4}$ calowa warstwa wody deszczowej, spadłej w przeciągu 24 godzin na powierzchnię kanalizowaną. Rozległości tej powierzchni nie podaje *Lindley*, możemy ją wszakże oznaczyć w przybliżeniu, porównywając plany kanalizacyi *Lindley'a* i inżynierów *Majewskiego*, *Spornego i Surzyckiego* i dodając do obliczonej przez tych ostatnich powierzchni wynoszącej 114 537 010 st. kw.—powierzchnie, których oni nie kanalizowali a z których *Lindley* sprowadza ścieki. Otrzymamy tym sposobem rozległość powierzchni kanalizowanej przez *Lindley'a* równą okrągło 140 milionom st. kw., a liczba ta nie o wiele zapewne różnić się będzie od przyjętej przez *Lindley'a* za zasadę obliczeń. Przy tej powierzchni ściek deszczowy normalny *Lindley'a* wynosi na godzinę:

$$\frac{140\,000\,000 \times \frac{1}{4}}{24 \times 12} = 121\,528 \text{ st. sz.}$$

Całkowity zatem normalny ściek *Lindley'a*, wypełniający projektowane kanały główne po pachy sklepień, wynosi na godzinę 371 528 stóp sz., a wszelki nadmiar ścieków wchodzić już musi do kanałów burzowych.

Przy oznaczaniu tej ilości autorowie dawnych projektów opierali się na innej zasadzie, która, przyznać wypada, dla Warszawy więcej przedstawia pewności. Nie brali oni wcale pod uwagę właściwych ścieków miejskich, których ilość, zależna od liczby mieszkańców, jest zawsze małoznaczącą w porównaniu z wodą z deszczów ulewnych, jakie kanały w stanie normalnym (nie mówiąc oczywiście o burzach wyjątkowych) regularnie winny odprowadzać; ale właśnie, przyjmując zasadę stosowaną z powodzeniem przy projektowaniu kanalizacyi w Londynie, Paryżu i Berlinie, obliczali dla kanałów takie przekroje i spadki, aby kanały przepuścić mogły w stanie normalnym średni z pomiędzy największych deszczów.

Ratyński przyjmował za podstawę obliczenia przekrojów kanałowych, ilość spadłego deszczu w czasie wielkich ulew, wynoszącą średnio, według danych Obserwatoryum Warszawskiego z owego czasu (1857 r.), — 0,4″ wysokości na godzinę. Przypuszczał że z tej ilości wody, powierzchnie zabudowane i zabrukowane oddają kanałom $\frac{3}{4}$ a niezabrukowane $\frac{1}{4}$ [1]). Stosując tę zasadę

[1]) Zasadę tę motywują w swym projekcie inż. *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki* doświadczeniami uskutecznionemi w Londynie, które okazały, że nigdy

http://rcin.org.pl

do powierzchni 140 000 000 st. kw. i przyjmując 80% powierzchni zabudowanych i zabrukowanych, otrzymamy ściek normalny na godzinę:

$$\frac{140\,000\,000 \times 0{,}4}{12}\left(0{,}80 \times \frac{3}{4} + 0{,}20 \times \frac{1}{4}\right) = 3\,033\,333 \text{ st. sz.}$$

Hawskley przyjmował ściek normalny większy jeszcze, bo obliczony na zasadzie deszczów wynoszących 0,5″ na godzinę. Tęż samą zasadę przyjęli inż. *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki*, motywując ją ściśle wykazem 35 większych deszczów, spadłych między 1837 a 1861 r., który to wykaz przytoczyliśmy w pierwszej części naszej pracy [1]). Według tego wykazu, w przeciągu 25 lat było zaledwie 16 deszczów większych od 0,5″ na godzinę i dla takowych tylko wzmiankowani inżynierowie projektowali kanały burzowe. Ściek zaś normalny, obliczony według zasad jakie oni przyjmowali, wynosi dla powierzchni obecnie kanalizowanej przez *Lindley'a* na godzinę:

$$\frac{140\,000\,000 \times 0{,}5}{12}\left(0{,}80 \times \frac{3}{4} + 0{,}20 \times \frac{1}{4}\right) = 3\,791\,667 \text{ st. sz.}$$

Widzimy przeto że zasady przyjmowane przez autorów dawnych projektów doprowadzają do ścieku normalnego *osiem do dziesięciu razy większego*, niż obliczony przez *Lindley'a*.

Odnosząc otrzymane ilości ścieków do kanalizowanej powierzchni Warszawy, wynoszącej 140 000 000 st. kw., mieć będziemy ściek z jednego miliona stóp kwadratowych na sekundę:

według zasady	*Lindley'a*	0,737 st. sz.
„ „	*Ratyńskiego*	6,018 „
„ „	inż. *M. S.* i *S.*	7,523 „

W innych miastach przyjmowano przy sporządzaniu projektów kanalizacyi rozmaite ścieki normalne, zależnie od miejscowości. Z jednego miliona stóp kwadratowych na sekundę przyjmował:

---

całkowita ilość deszczów nie dostaje się do kanałów miejskich, albowiem część jej bardzo prędko paruje, mianowicie w letnich miesiącach, w których właśnie zdarzają się ulewy, część miesza się z prochami i ziemią, tworząc błoto, część wypełnia nierówności na powierzchni gruntu i wsiąka w ziemię, część wreszcie wyzbieraną zostaje przez mieszkańców. Stosunki tych części znaleziono następujące: Z deszczu spadłego na wysokość $^1/_4$″ na powierzchnie zabrukowane, spłynęło do kanałów w stosunku wysokości $^1/_8$″, to jest połowa wysokości całkowitej; z deszczu $^4/_{10}$″ spłynęło $^1/_4$″, t. j. 0,61. Według dwóch innych doświadczeń, z powierzchni zabudowanych i zabrukowanych spłynęło do kanałów z całej ilości spadłego deszczu 0,52 i 0,645. Stosunek $^1/_4$ części z powierzchni niezabrukowanych, zwykle bywa przyjmowanym.

[2]) str 30.

http://rcin.org.pl

Bazalgette dla Londynu 0,345 st sz. [1])
Lindley dla Hamburga 6,150 „ [2])
Belgrand dla Paryża 12,510 „ [3])

Widzimy więc, że w każdem mieście przyjmowano inaczej ściek normalny, stosując się do miejscowych warunków. Wszystko tu polega zatem na dokładnem uwzględnieniu tych ostatnich.

Co do czasu potrzebnego dla spłynięcia deszczu do kanałów, to *Ratyński* przyjmował, iż obliczony przezeń ściek normalny, na podstawie średniego z ulewnych deszczów, spływa do kanałów w przeciągu $1\frac{1}{2}$ godziny, a inż. *Majewski*, *Sporny* i *Surzycki* czas ten przyjmowali równy $1\frac{1}{2}$ godz. w części górnej miasta, a 6 godzin w części dolnej [4]). Przepływ więc normalny w kanałach na godzinę wynosiłby według *Ratyńskiego*:

$$\tfrac{2}{3}\ 3\,033\,333 = 2\,022\,222 \text{ st. sz.},$$

a według inżynierów *Majewskiego*, *Spornego i Surzyckiego*, przyjmując powierzchnię górnej i dolnej części miasta równą $\frac{3}{4}$ i $\frac{1}{4}$ powierzchni całkowitej:

$$(\tfrac{3}{4} \times \tfrac{2}{3} + \tfrac{1}{4} \times \tfrac{1}{6})\ 3\,791\,667 = 2\,053\,820 \text{ st. sz.}$$

U *Lindley'a* zaś, w obec przyjętej za podstawę obliczeń warstwy nieprzenoszącej $\frac{1}{4}''$ wody deszczowej, spadłej w przeciągu 24 godzin na kanalizowaną powierzchnią, przepływ normalny w kanałach na godzinę, przyjęty został równy ściekowi normalnemu, to jest: 371 528 st. sz. Przepływ ten jest więc przeszło *pięć razy mniejszy* od przepływu normalnego przyjętego przez autorów dawnych projektów.

Wyniki zbudowania kanałów głównych z przekrojami i spadkami obliczonymi dla tak małej ilości ścieków, łatwe są do przewidzenia. Przy każdym ulewnym deszczu, przewyższającym $\frac{1}{4}''$ na 24 godzin czyli 0,0104″ na godzinę, a takie deszcze nie są

---

[1]) Na wodę wodociągową przyjął 5 st. sz. na mieszkańca, której połowa odpływa w 6 godz., to jest na godzinę 0,416 st. sz. Co do wód deszczowych przyjął warstwę $\frac{1}{4}''$ spadłego deszczu w samem mieście a $\frac{1}{8}''$ na przedmieściach z odprowadzeniem w ciągu 24 godz.

[2]) Z powierzchni 14 milionów st. kw. przyjął spływu na sekundę 86,22 st. sz. (*An eine Hochlöbliche Rath und Bürger Deputation, Erleuterungen „Zu seinem Berichte über die Anlage eines neuen Siek-Systemes, zur Entwässerung der Stadt Hamburg. — März 1843“ von William Lindley. Hamburg 5 Juli 1843*).

[3]) Z kilometra kwadratowego na sekundę 4,17 m.

[4]) Czas ten zależy głównie od większych lub mniejszych pochyłości zlewów oraz odległości odpływów i dla tego rozmaicie był określany w projektach kanalizacyi różnych miast. I tak np. w Londynie i Berlinie przyjmowano zwykle 24 godz w Paryżu 8, w Hamburgu $3\frac{1}{2}$ godz. Inżynierowie *M. S. i S.* przyjmując $1\frac{1}{2}$ godz. w górnej części miasta a 6 godz. w dolnej, mieli na uwadze znaczną różnicę spadków w obu tych częściach, oraz ograniczenie przekroju kanału dolnego, jak to już wzmiankowaliśmy.

http://rcin.org.pl

wcale rzadkie w Warszawie [1]), kanały główne szybko zostaną przepełnione, a znajdujące się w nich nieczystości, wejdą do kanałów burzowych w niedostatecznym stanie rozwodnienia i wpadać będą do Wisły pięciu wylotami tych kanałów, z których najwyżej położony ma swe ujście nawprost alei Jerozolimskiej. Rzeka więc zanieczyszczaną będzie często podczas większych deszczów, począwszy od tego punktu, na całym swym przebiegu pod miastem i pod Cytadelą.

Że zanieczyszczanie rzeki przez pośrednictwo kanałów burzowych będzie nieuniknionym wynikiem projektowanych przez *Lindley'a* przekrojów i spadków kanałów głównych, o tem przekonać się można obliczając prędkości biegu ścieków w tych kanałach. Weźmy np. pod uwagę trzy pierwsze sekcye kanału głównego *C*, pomiędzy rogatkami Mokotowskiemi, przecięciem alei Szucha z Ujazdowską, przecięciem Ujazdowskiej z Wilczą i przecięciem Nowego Światu z Chmielną, projektowane na długościach:

2 304′ (702, 2 m.) 2 611′ (795,8 m.) 2 688′ (819,3 m.)

ze spadkami:

$^1/_{800}$ $^1/_{800}$ $^1/_{1000}$,

z przekrojami o powierzchniach użytecznych, obliczonych z rysunków *Lindley'a*:

6,7 8,3 8,3 st. kw.,

i o obwodach zwilżonych:

7,3 8,2 8,2 st.

Promienie średnie dla tych przekrojów będą:

0,918′ (0,2798 m.) 1,012′ (0,3085 m) 1,012′ (0,3085 m.)

a znany wzór *Bazin'a*:

$$U = \sqrt{\frac{RI}{A}},$$

w którym U oznacza prędkość średnią w metrach na sekundę R — promień średni, I — spadek na metr długości, A — spółczynnik dla ścian gładkich jak kamień obciosany i cegła równy

$$0{,}00019 \left(1 + \frac{0{,}07}{R}\right) \text{ [2])},$$

[1]) Najmniejszy z 35 deszczów ulewnych podanych w wykazie str. 30, wynosi 0,03″ na godzinę. Mniejszych deszczów inżynierowie *M*, *S. i S.* nie uważali już za stósowne brać pod uwagę.

[2]) Przyjęliśmy tu *ściany gładkie*, chcąc wykazać, że w najlepszym nawet razie prędkości nie będą większemi. Właściwie wszakże, mając wzgląd na to, że materye gryzące ścieków miejskich niszczą szybko ściany kanałów i czynią je chropowatemi a nadto że doświadczenia *Darcy'ego* i *Bazin'a*, na zasadzie których *Bazin* obliczał swe wzory, miały za przedmiot ruch czystej wody a nie cieczy tak gęstej jak ścieki i unoszącej w zawieszeniu tyle części stałych, która przy tym

http://rcin.org.pl

daje następujące prędkości na powyższych trzech sekcyach:

3,97′ (1,21 m) 4,23′ (1,29 m) 3,77′ (1,15 m)

Czas więc przepływu nieczystości przez każdą z powyższych trzech sekcyj kanału *C* będzie:

9½ min. 10 min. 12 min.

Nieczystości zatem potrzebują na przepłynięcie od rogatki Mokotowskiej do rogu Chmielnej 31 min. a przeszło 25 min. do rogu alei Jerozolimskiej, gdzie projektuje *Lindley* wejście do kanału burzowego. Skoro w chwili ich wejścia do kanału *C*, koło rogatki Mokotowskiej spadać zaczyna deszcz ulewny, najczęściej w Warszawie krótko trwający a obfity, to nieczystości przed dojściem jeszcze do alei Jerozolimskiej, schwycone zostaną w zwykłym stanie rozwodnienia przez dopływ z ulewy, który je wepchnie do kanału burzowego. Tym sposobem w 25 minut po swem wejściu do kanału głównego znajdą się one już w Wiśle, na wprost alei Jerozolimskiej a unoszone przez rzekę wzdłuż całego miasta osiadać będą na odsepiskach Wisły, zatruwając powietrze. Cel więc asenizacyjny projektu *Lindley'a* nie będzie tu osiągniętym.

Podobnie jak ściek normalny, tak samo i ściek burzowy obliczony został zbyt skąpo w projekcie *Lindley'a*. Według przyjętych przezeń a wyżej przytoczonych zasad, ściek ten wynosi na godzinę:

---

samym spadku i przekroju kanału biedz musi wolniej, — wypadałoby obliczać prędkości przyjmując spółczynnik *Bazin'a* dla ścian chropowatych:

$$A = 0{,}00024 \left(1 + \frac{0{,}25}{R}\right),$$

przy którym prędkości dla wzmiankowanych trzech sekcyj kanału *C* wypadną następujące:

2,88′ (0,877 m) 3,09′ (0.942 m) 2,76′ (0,842 m)

Czas więc przeplywu nieczystości będzie właściwie;

13 min. 14 min. 16 min.

czyli razem 43 min., a przeszło 38 min. do rogu alei Jerozolimskiej.

Jakiego wzoru używał *Lindley* — tego nie wiemy, przypuszczamy wszakże, że jeżeli posługiwał się wzorami *Bazin'a*, to jako doświadczony inżynier stosował raczej spółczynnik dla ścian chropowatych niż dla ścian gładkich. W obec bowiem wątpliwości, czy ściany kanałów będą zawsze równie gładkiemi jak z początku, oraz różnicy, jaka zachodzi między ruchem czystej wody a ruchem ścieków, spółczynnik dla ścian chropowatych jest pewniejszym, dając większe przekroje. Zresztą wzór *Bazin'a* z tym spółczynnikiem daje prędkości nie o wiele mniejsze od tych, jakie otrzymać można za pomocą starego a w powszechnem jeszcze będącego użyciu wzoru *Eitelwein'a*:

$$U = 92{,}23 \sqrt{RI}$$

w stopach angielskich, według którego dla powyższych trzech sekcyj kanału *C* wypadają prędkości:

3,12′ 3,28′ 2,94′.

http://rcin.org.pl

$$140\,000\,000 \left(\frac{0{,}80 \times {}^3/_{16} + 0{,}20 \times {}^2/_{16}}{12}\right) = 2\,041\,667$$

plus zwykłe ścieki miejskie: $500\,000 \times 0{,}5 = 250\,000$

Razem 2 291 667 st. sz.

Inżynierowie *Majewski*, *Sporny i Surzycki* projektowali kanały burzowe do odprowadzania jak największych ulew. Ściek burzowy, obliczony na zasadzie największego z pomiędzy przytoczonych 35 deszczów, spadłego w dniu 7 Lipca 1861 r. a wynoszącego 2,52″ na godzinę, przyjmując jak poprzednio, że powierzchnie zabudowane i zabrukowane oddadzą kanałom $^3/_4$ a niezabudowane $^1/_4$ całkowitej ilości spadłego deszczu, będzie na godzinę:

$$\frac{140\,000\,000 \times 2{,}52}{12} (0{,}80 \times {}^3/_4 + 0{,}20 \times {}^1/_4) = 19\,110\,000 \text{ st. sz}$$

Ściek więc burzowy *Lindley'a* jest prawie *dziesięć razy mniejszy* od rzeczywistego największego ścieku burzowego.

Dowodzi to, że obserwacye meteorologiczne *z lat 10 tylko*, które służyły *Lindley'owi* za podstawę obliczeń, są niewystarczające nietylko przy obliczaniu ścieku normalnego, jak przekonaliśmy się o tem poprzednio, ale i przy oznaczeniu ścieku burzowego.

Przepływ godzinny w kanałach bocznych i burzowych, u *Lindley'a* równy ściekowi burzowemu na godzinę, wynosi jak wyżej 2 291 667 st. sz. Przyjmując zaś, że istotny największy ściek burzowy spływa do kanałów w górnej części miasta w przeciągu $1^1/_2$ godziny, a w dolnej w przeciągu 6 godzin, mieć będziemy konieczny dla odprowadzenia największej burzy przepływ w kanałach bocznych i burzowych na godzinę:

$$19\,110\,000 \left({}^3/_4 \times {}^2/_3 + {}^1/_4 \times {}^1/_6\right) = 10\,351\,250 \text{ st. sz.}$$

Zatem kanały boczne i burzowe, projektowane przez *Lindley'a*, przepuszczać będą mogły *mniej jak czwartą część* przepływu burzowego obliczonego na zasadzie największego deszczu. Największy deszcz, jaki te kanały będą w stanie przepuścić w ciągu $1^1/_2$ godz. w górnej części miasta a sześciu godzin w dolnej, wynosi:

$$\frac{2\,291\,667 \times 2{,}52}{10\,351\,250} = 0{,}56 \text{ cala,}$$

gdy tymczasem od roku 1837 do 1861 było trzynaście deszczów od takowego większych. Przy każdym podobnym deszczu, kanały boczne i burzowe zaprojektowane przez *Lindley'a* okażą się niedostatecznymi i woda z ulew spływać będzie tak samo jak dotąd z górnej części miasta na dolną, zalewając piwnice i powodując znaczne szkody — i to wbrew twierdzeniu *Lindley'a*, który na str. 6 swej pracy utrzymuje, że woda deszczowa „przy nowym systemie kanalizacyi odprowadzoną będzie oddzielnie z części górnej, oddzielnie zaś z części niższej miasta, tak że na przyszłość podobne zalewy nadbrzeżnych ulic miejsca mieć nie będą“. Rzeczywiście, rezultat ten nader pożądany, zapewnić by winna nowa kanalizacya, — widzimy wszakże o ile projekt *Lindley'a* jest od tego dalekim.

http://rcin.org.pl

Zestawiając razem wyżej otrzymane liczby, mamy według zasady przyjętej w projekcie:

	Lindley'a	*inż. M. S.* i *S.*
Kanały główne obliczone dla przepływu normalnego wynoszącego na godzinę . . . . . st. sz.	371 528	2 053 820
albo na dobę i mieszkańca (przy ludności 500 000) . . . . . st. sz.	17,83	98,58
t. j. mogące przepuszczać w jednakowym czasie ilości wody w stosunku liczb:	**1**	**5,53**
kanały zaś boczne i burzowe obliczone dla przepływu burzowego wynoszącego na godzinę. . . . . st. sz.	2 291 667	10 351 250
albo na dobę i mieszkańca . st. sz.	110,00	496,86
t. j. mogące przepuszczać w jednakowym czasie ilości wody (przyjmując i tu za jedność ściek normalny *Lindley'a*) w stosunku liczb:	**6,17**	**27,59**

Liczby te same przez się są dość wymownemi, tem więcej skoro poprzedziliśmy je wywodem racyonalności zasad przyjętych przy redakcyi projektu inżynierów *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego* i wykazaliśmy, że przyjęte przez *Lindley'a* zasady dla Warszawy nie są dostateczne. W streszczeniu widzimy, że inżynierowie *M. S.* i *S.* projektowali kanały główne przepuszczać mogące w tym samym przeciągu czasu 5,53 razy więcej ścieków, niż kanały główne *Lindley'a*, a kanały boczne i burzowe $\frac{27,59}{6,17} = 4.47$ razy więcej, niż takież kanały inżyniera angielskiego. Kiedy w projekcie *Lindleya*, przy ulewnym deszczu, nieczystości niedostatecznie rozwodnione, bo rozpuszczone tylko w 17,83 stopach sz. wody na dobę i mieszkańca, spływać zaczynają do rzeki przez kanały burzowe, to w projekcie naszych inżynierów rozpuszczenie nieczystości w 98,58 stopach sz. na dobę i mieszkańca nie przedstawiałoby nigdy podobnych niedogodności. Nie o wiele zresztą byłoby ono mniejszem od rozwodniania nieczystości w pełnym ścieku burzowym *Lindley'a*, to jest w 110 stopach na dobę i mieszkańca, którą to ilość uważa *Lindley* za zupełnie dostateczną, aby ścieki mogły być wpuszczane do rzeki bez obawy jej zanieczyszczenia. W skutku tego projekt inżynierów *M. S.* i *S.* podczas wielkiej ulewy pozwala wcześniej podnosić stawidła i równać dna kanałów głównych i burzowych, nie czekając aż w kanałach głównych poziom ścieków podniesie się do samych pach sklepienia. Tym sposobem zapobiedz tu można łatwiej przepełnieniu kanałów i zalewowi ulic, — obu nieuniknionym wynikom niedostateczności przekrojów i spadków kanałowych w projekcie *Lindley'a*. Co do tej niedostateczności nadmienimy jeszcze, że jeżeliby za lat sto ludność Warszawy wzrosła do miliona, co przecież

http://rcin.org.pl

nie jest stanowczo nieprzypuszczalnem, wtedy ściek normalny, obliczony według zasady *Lindley'a*, wynosiłby:

$$121\,528 + \tfrac{1}{2} \times 1\,000\,000 = 621\,528. \text{ st. sz.}$$

Wynikłaby więc wtedy potrzeba przebudowania kanałów projektowanych przez *Lindley'a* i zamiany ich na mogące przepuszczać prawie dwa razy większe ilości wody, gdy tymczasem kanały obliczone według zasad projektu inżynierów *M. S.* i *S.* służyćby mogły w razie potrzeby i dla większej jeszcze ludności.

Powyższe liczby i wnioski przekonywają dostatecznie, że przepływy, dla których zaprojektowane zostały przez *Lindley'a* przekroje i spadki wszystkich kanałów, są zbyt małe i nie zapewniają skutecznego odwodnienia miasta. Szczegółowe sprawdzenie, czy wszystkie te przekroje i spadki obliczonymi zostały ściśle według założonych przepływów, nie jest możebnem, bo jak już wspominaliśmy *Lindley* przedstawienie swoich rachunków uważał za zbyteczne. Sprawdzenie to zresztą w obec niedostateczności samego założenia mniej przedstawia interesu. W każdym razie na wszystkie te szczegóły władza miejska zwrócić by winna baczną uwagę; przystąpienie bowiem do wykonywania projektu, nieuwzględniającego istotnych potrzeb miasta, bez gruntownego rozpatrzenia i przerobienia tegoż projektu, byłoby marnowaniem grosza publicznego.

Przechodzimy do rozpatrzenia sieci kanalizacyjnej w projekcie *Lindley'a*, zaznaczając dla ułatwienia porównań z projektem inż. *Majewskiego*, *Spornego* i *Surzyckiego*, że kanały główne górnej części miasta, które w opisie wzmiankowanego projektu oznaczyliśmy liczbami:

III II I,

odpowiadają co do ogólnego swego kierunku kanałom głównym *Lindley'a*:

A *B* *C*.

Pierwszy kanał główny *A*, który nazwalibyśmy zachodnim, projektuje *Lindley* zbudować w miejsce istniejącego rowu okopowego. Kanał ten ma być podwójnym. Budowę linii zewnętrznej, przyjmować mającej wodę z płaszczyzny pochyłej, położonej na zachód wału miejskiego — odkłada *Lindley* na później, a w kosztorysie zamieszcza tylko linią wewnętrzną, która ma brać swój początek w projektowanym zakładzie wodociągowym na Koszykach, ciągnąc się następnie wzdłuż wału miejskiego aż poza rogatkę Powązkowską. Kanał *A*, przed spotkaniem drogi żelaznej Obwodowej, łączy się z kanałem *B*, a poza tą drogą z kanałem *C*. W pobliżu tego połączenia, sto sażenów przeszło za drogą Obwodową, projektuje *Lindley* zakład pomocniczy, w którym maszyny parowe pompować będą ścieki na pola przeznaczone dla irygacyi.

Kanał *A* ma być nietylko głównym ale i burzowym dla swej zlewni. W skutku tego postanowił *Lindley* powierzchnię tej ostatniej „o ile można ograniczyć". Pojmujemy możność takiego ogra-

http://rcin.org.pl

niczenia dla ścieku normalnego, który do kanału głównego spływa wyłącznie kanałami bocznymi. Ale co do ścieku burzowego, to w czasie wielkich ulew, które w Warszawie są nagłe, ściek ten spływać będzie ku linii talwegu w części kanałami bocznymi a w części powierzchniami ulic, co zresztą przy niedostatecznych przekrojach i spadkach kanałów bocznych nastąpić musi z konieczności. Ograniczenie więc zlewni dla ścieku burzowego nie da się ściśle przeprowadzić a zaprojektowany na zasadzie tego ograniczenia kanał *A* może w praktyce i z tej przyczyny jeszcze okazać się niedostatecznym. Zresztą przy znacznym spadku, możliwym dla tego kanału na całej jego długości, podobne ograniczenie zlewni nie wydaje się koniecznem. Kanał III w projekcie inż. *M. S.* i *S.*, zaczynający się w punkcie położonym o 300 saż. bliżej ku północy i przeprowadzony ze spadkami: $^1/_{315}$ i $^1/_{298}$ a przekrojami 8,11 — 14,06 — 20,21 — 22,75 — 24,21 st. kw. obliczony był dla przepływu normalnego z całej zlewni. Widzieliśmy zaś, że przepływ burzowy *Lindley'a* mało co jest większy od przepływu normalnego inżynierów *M. S.* i *S.*

Wzmiankowane ograniczenie projektuje *Lindley* urzeczywistnić przez zbudowanie wzdłuż ulicy Żelaznej, w kierunku ku północy, kanału pośredniego, który przyjmować będzie wody burzowe przypływające niektórymi kanałami bocznymi, zbudowanymi ze spadkiem ku zachodowi, na przestrzeni między linią grzbietu, ul. Żelazną i Nowolipiem. Tym kanałem pośrednim, przedłużonym przez Nowolipki, Smoczą i Gęsią, odprowadzane będą wody burzowe do kanału burzowego północnego, projektowanego pod ulicami Gęsią, Franciszkańską i Kościelną.

Po kierunku grzbietu, między zlewniami kanałów *A* i *B*, to jest pod ulicami Żelazną, Twardą, Ciepłą i Solną, projektuje *Lindley* kanał przemywający, który biorąc początek w zakładzie wodociągowym na Koszykach, przyjmować ma tam „zbytnie przelewowe wody wypuszczane tak z filtrów, jak i wodę od kondensacyi maszyn parowych odchodzącą". Kanał ten, w swej całości bardzo dobrze obmyślany, w przejściu przez Koszary Mirowskie ma być zagłębiony na 20 do 21 stóp. Jakkolwiek więc możnaby uskutecznić budowę tego kanału pod prywatnemi posesyami sposobem tunelowym, to jednak *Lindley* proponuje otworzyć nową, istotnie nader pożyteczną ulicę, łączyć mającą Ciepłą z Solną i pod tą ulicą urządzić kanał sposobem zwyczajnym. Kanał przemywający, doszedłszy do ulicy Leszno, rozdziela się na dwa boczne, dochodzące pod tą ulicą do głównych *A* i *B*. Że zaś grzbiet ciągnie się dalej jeszcze, przeto wzdłuż ulicy Smoczej projektuje *Lindley* drugi kanał przemywający, od Nowolipek do Gęsiej, otrzymujący wodę do przemywania za pośrednictwem kanału ulicy Żelaznej.

W ogóle przemywanie kanałów obmyślane jest bardzo starannie w projekcie *Lindley'a*. Jednę tylko w tej kwestyi zrobićby można uwagę. Przy równoczesnem projektowaniu wodociągu i ka-

http://rcin.org.pl

nalizacyi wypadałoby pomyśleć o zastosowaniu do przemywania kanałów wody spływającej z wodotrysków. Tym sposobem woda służąca do przemywania kanałów, oddawaćby mogła po drodze ważną przysługę mieszkańcom miasta, oczyszczając powietrze przez pośrednictwo wodotrysków na placach publicznych.

Kanał główny środkowy *B*, biorący swój początek na rogu Mokotowskiej i Przyokopowej, przechodzić ma Mokotowską, Marszałkowską, ogrodem Saskim, Żabią, Rymarską, Przejazd, Nowolipki, Dziką, po zachodniej stronie placu Broni, aż do połączenia się z kanałem *A*. Kanał ten przepuszczać ma tylko ściek normalny z odpowiadającej mu zlewni. Wody burzowe spuszczanemi mają być z kanału *B* bezpośrednio do rzeki, trzema kanałami burzowymi, a mianowicie: w alei Jerozolimskiej, na ulicy Królewskiej i na Gęsiej.

Kanał *B Lindley'a* zaczyna się o 340 saż. dalej ku południowi, niż kanał II inż. *M. S.* i *S.* a zresztą kierunek obu tych kanałów jest jednakowy aż do ogrodu Saskiego. Dalej kierunki są odmienne, jak się o tem przekonać można porównywając podane przez nas wyliczenia ulic, pod któremi oba te kanały mają przechodzić. Zaznaczyć tu wypada: że kanał II inż. *M. S.* i *S.* przechodzi pod Żelazną Bramą, co w przewidywaniu urządzenia tamże targu rybnego ze zbiornikami wody bieżącej, lub innego potrzebującego zawsze dużo wody, wydaje się odpowiedniejszem, — a nadto, że w ogóle kanał ten przechodzi ulicami szerszemi, niż kanał *B Lindley'a*, co także stanowi ważny wzgląd przy budowie kanałów.

Początek kanału głównego wschodniego *C*, przy rogatce Mokotowskiej, proponuje *Lindley* takich wymiarów i głębokości, aby gdy z czasem miasto rozszerzy się i zabuduje wzdłuż szosy Mokotowskiej, kanał *C* był w stanie odprowadzać ścieki z mającej powstać nowej części miasta, na południowej stronie ulicy Przedokopowej. Uwzględnioną została przez to objawiająca się wybitnie dążność miasta do rozwoju w kierunku odwrotnym biegowi rzeki. Kanał *C* przechodzić ma od rogatki Mokotowskiej Aleją Szucha, Ujazdowską, Nowym Światem i Krakowskiem Przedmieściem do rogu Trębackiej. Tu *Lindley* postawił sobie do wyboru dwie alternatywy. Pierwsza ulicami: Kozią, Miodową, przez plac Krasiński i Nowiniarską, — druga: Krakowskiem Przedmieściem, Śto Jańską, Starem Miastem, Gołębią, Freta i Franciszkańską. Napotkawszy na tym drugim kierunku, na rogu Freta i Długiej, wzniesienie wynoszące zaledwie 73′ nad zero, w skutku którego wypadałoby obniżać na 5′ punkt spotkania kanałów *A* i *C*, kanalizując przy tem „niezupełnie“ Stare Miasto, — wybrał *Lindley* pierwszą alternatywę a Stare Miasto przyłączył do sieci dolnej. Rozwiązania tego nie można uważać za dobre, z uwagi na powiększającą się przez nie wieczystą służebność przepompowywania ścieków dolnej części miasta, — służebność tem cięższą dla miasta, że *Lindley* projektuje to przepompowywanie na znaczną wysokość 80′. Nadto przeprowadzenie kanału głównego przez ulicę tak wąską jak Kozia, nie może być zalecanem.

http://rcin.org.pl

Po za Nowiniarską, przeprowadza *Lindley* kanał *C* pod ulicami Bonifraterską i Kłopot aż do spotkania się z kanałem *A*, przy zakładzie pomp irygacyjnych. Kanał *C*, oprócz ścieku normalnego swej zlewni, przepuszczać ma jeszcze ściek normalny dolnej części miasta, pompowany rurami przechodzącemi pod ulicą Karową. Ścieku burzowego ze swej zlewni pozbywać się będzie za pomocą kanałów burzowych pod aleją Jerozolimską, ulicą Karową i Franciszkańską.

Porównywając kanał *C Lindley'a* z kanałem I inż. *M. S.* i *S.* widzimy, że kanał ten stanowi w istocie najtrudniejsze zadanie kanalizacyi górnej części miasta. Inżynierowie *M. S.* i *S.* obchodzą trudność oznaczając początek kanału I na rogu Chmielnej a całą okolicę placu Trzech Krzyżów (zlewnię IV) przyłączając do systemu kanalizacyi dolnej części miasta. Nie sądzimy aby to rozwiązanie, zresztą nader praktyczne, bo zmniejszające zlewnią i długość kanału I, który przechodzi przez zacieśnione ulice, — mogło być teraz przyjętem, w obec stałego rozwoju tej części miasta, jaki objawiać się zaczął w ostatnich latach. Ściek z niej przeciążałby coraz więcej kanał dolny, czyniąc służebność przepompowywania coraz przykrzejszą. *Lindley* uwzględniając w zupełności rozwój miasta we wzmiankowanym kierunku, trudności jednak nie rozwiązuje całkowicie, a tylko znów ją obchodzi i to jak nadmieniliśmy w sposób niekorzystny dla miasta. Zadanie więc pozostaje nierozwiązanem i przy sporządzaniu projektu wykonawczego, podjętem być winno na nowo. Wypadałoby może zbadać przy tej sposobności, czy korzystniejszego rozwiązania kwestyi nie da częściowe zastosowanie ogólnego pomysłu kanalizacyi różnokierunkowej, inż. *Al. Sadkowskiego*, o którym wspominaliśmy przy opisie dawnych projektów. Odprowadzenie ścieku normalnego z okolicy Trzech Krzyżów w kierunku odwrotnym biegowi rzeki i nawodnianie tymi ściekami łąk i pól nisko położonych za rogatką Czerniakowską, w połączeniu z odpowiednimi kanałami burzowymi, zmniejszając zlewnię i długość kanału *C* a nadto odejmując pewną część ścieków zakładowi irygacyjnemu północnemu, który z czasem będzie ich mieć zawiele, okazałoby się może praktycznem, a w każdym razie winnoby być szczegółowo zbadanem.

Ściek normalny z całego miasta, tak górnego jak i dolnego, doprowadzony więc będzie opisanymi trzema kanałami do zakładu z pompami irygacyjnemi. Tu także ma brać początek zbiorowy kanał wypustowy. O urządzeniu irygacyi ściekami kanałowymi mówi *Lindley* dość pobieżnie, obliczając koszta na 817 000 rs., których wszakże w kosztorysie ogólnym nie pomieszcza. Co do pól mających być irygowanemi, to pola wzmiankowane przez *Lindley'a*, leżące wzdłuż szosy Powązkowskiej i szosy wiodącej do Burakowa, są w posiadaniu władzy wojskowej, zgodzenie się której na oddanie tych pól jest wątpliwem. Gdyby je nawet zdołano otrzymać, to pola te, położone blisko miasta, w stronie północno-zachodniej,

http://rcin.org.pl

na kierunku panujących wiatrów, użyźniane ściekami, mogłyby jeszcze przyczyniać się do zanieczyszczania powietrza w mieście. Wypadałoby więc raczej zarezerwować dla irygacyi pola górne, położone dalej ku północy, oraz całą przestrzeń pól dolnych koło Rudy, Marymontu i Bielan.

W celu wyboru najwłaściwszego kierunku dla głównego wypustowego kanału, jak równie miejsca najodpowiedniejszego dla urządzenia wypływu do rzeki, zbadał *Lindley* osobiście, dokładnie, brzeg Wisły poniżej miasta — i z uwagi że „kiedyś w tym kierunku miasto rozszerzyć się może“ uznał jako najodpowiedniejsze miejsce dla urządzenia wypływu głównego kolektora do rzeki, położone po za klasztorem na Bielanach, w punkcie od miasta znacznie odległym. Skąd doszedł *Lindley* do wniosku że miasto rozszerzać się może w przyszłości w stronę, od której jest zupełnie zamkniętem cmentarzami, drogą obwodową i cytadelą, — z tego trudno jest zdać sobie sprawę. Nie przypuszczamy wszakże, ażeby sam ten wzgląd skłonił *Lindley'a* do przedłużania kanału wypustowego aż poza klasztor Bielański. Prawdopodobnie miał on głównie na widoku jak największe oddalenie wylotu, z obawy zanieczyszczania koryta Wisły bliżej miasta. Obawa ta jednak wydaje się przesadzoną, w obec lekkiego traktowania przez *Lindley'a* działalności kanałów burzowych wewnątrz miasta, w skutku którego, jak to wykazaliśmy poprzednio, nieczystości gromadzić się mogą w rzece pod samem miastem.

Zarządzone przez *Lindley'a* poszukiwania na gruncie wykazały, że stosując się do kształtu powierzchni gruntu i projektowanego położenia wylotu, kanał wypustowy od zakładu z pompami irygacyjnemi do niziny pod Marymontem prowadzić wypada ze znacznym spadkiem $^1/_{135}$ a dalej od tej niziny aż do wylotu ze spadkiem $^1/_{450}$; nadanie zaś kanałowi na całej długości jednostajnego spadku pociągnęłoby za sobą wielkie koszta, połączone ze znacznemi trudnościami. Że znów z drugiej strony, chcąc odprowadzać ściek burzowy zlewni kanału *A*, kanałem wypustowym mającym spadek $^1/_{450}$, należałoby dać temu kanałowi znaczny przekrój, co pociągnęłoby za sobą wielkie koszta, — uznał przeto *Lindley* „za korzystniejsze, wypustowy kanał powyżej niziny Marymonckiej połączyć kanałem o raptownym spadku wprost z Wisłą i tym sposobem uwolnić z nadmiaru wód słabo pochyloną niższą część kanału Bielańskiego“. Projektuje przeto kanał wypustowy ze spadkiem $^1/_{135}$ do Marymontu. Na przecięciu z szosą Bielańską kanał ten rozdzielać się ma na dwie odnogi: jedna ze spadkiem $^1/_{135}$ schodząca wprost do Wisły i odprowadzająca ściek burzowy, a druga ze spadkiem $^1/_{450}$ prowadząca ściek normalny do wylotu poniżej klasztoru Bielańskiego. Tej odnogi wszakże *Lindley* do kosztorysu nie włącza a nawet nadając kanałowi burzowemu pod Marymontem wymiary odpowiednie (według zasad jakie przyjmuje) do odprowadzania wszystkich ścieków, — mówi, że tym sposobem „*oszczędzi* się wydatek obliczony na 300 000 rs. na budo-

http://rcin.org.pl

wę Bielańskiego kolektora, lub przynajmniej odroczy się go na 10 lub 20 lat". Poniekąd więc sam przyznaje, że bez kanału Bielańskiego obejść się można, nadawszy odpowiednie wymiary kanałowi Marymonckiemu. Najwłaściwiej byłoby zatem, nie myśląc zupełnie o kanale Bielańskim, projektować wprost od zakładu z pompami irygacyjnemi do projektowanego wylotu kanału burzowego Marymonckiego, kanał wypustowy dla ścieku normalnego i burzowego. Kierunek tego kanału schodzićby się mógł mniej więcej z kierunkiem kanału Meclowskiego.

Lindley nadmienia, że wysokość na jakiej wylot kanału Bielańskiego ma być urządzony, oznaczoną została „na podstawie dokładnego rozważenia spostrzeżeń czynionych nad ruchem stanu wód na Wiśle pod Warszawą, w przeciągu czasu od r. 1831 do 1876". Dziwić się przeto wypada, że gdy do oznaczenia wysokości wylotu użył spostrzeżeń z lat 45-ciu, to przy oznaczaniu wymiarów całej sieci kanalizacyjnej poprzestał na obserwacyach meteorologicznych z lat 10-ciu.

Kanał burzowy Marymoncki odprowadzać ma wodę z ulew, spadłą na powierzchnię zlewni kanału głównego *A*; wody zaś z ulew spadłych na powierzchnie zlewni kanałów głównych *B* i *C* odprowadzane być mają bezpośrednio do rzeki za pomocą kanałów burzowych. Przelewy do tych ostatnich mają być samodziałające. *Lindley* utrzymuje, że zanim ściek burzowy odpływać zacznie do rzeki, „pierwsze ścieki, jako zawierające różne nieczystości, spłókane wodą deszczową z ulic i podwórz, odprowadzone zostaną do rezerwoaru znajdującego się przy pompach kanałowych; późniejsze ścieki bardzo już rozcieńczone, jako woda deszczowa do rzeki wpuszczane będą". Widzieliśmy wyżej, że to rozcieńczenie nie będzie tak doskonałem, jak przypuszcza *Lindley* i że kanałami burzowymi będą mogły spływać, podczas deszczów nieczystości rozpuszczone tylko w 17,83 st. sz. wody na dobę i mieszkańca.

Ściek burzowy zlewni kanału *B* sprowadza *Lindley* trzema kanałami: pod aleją Jerozolimską (Nr. 1), ulicą Królewską (Nr. 3) ulicami Gęsią i Franciszkańską (Nr. 5) do kanału *C*. Kanały te służą zarazem jako uliczne. Kanał Nr. 1 jest podwójny dla lepszego obsługiwania obu stron szerokiej alei. Kanał Nr. 3, jak mówiliśmy przyjmować ma ściek burzowy z pewnej części zlewni kanału *A*; pod kanałem *B* przechodzi syfonem i przyjmuje wody burzowe z tego ostatniego. W ten sam sposób krzyżuje się z kanałem ulicznym na Nalewkach i z kanałem głównym *C*.

Powyższe kanały burzowe ciągną się dalej ku rzece poza kanałem *C* i schodzą na skos (skarpę). Przez nizinę wody burzowe odprowadzane mają być pod ciśnieniem, rurami z żelaza lanego 36″ średn., mającemi dla powyższych trzech kanałów 2 000′, 1 400′ i 560′ długości, odpowiednio do zwężania się niziny z biegiem rzeki przez miasto.

Kanalizacyą dolnej części miasta projektuje *Lindley* w sposób dosyć orginalny, ale niezupełnie szczęśliwy. Twierdzi on, że

http://rcin.org.pl

„z uwagi: na mały spadek dolnej części miasta w kierunku długości, *na położenie Cytadeli* i na konieczność budowy kanału głównego *na znacznej głębokości*, w celu zapewnienia swobodnego odpływu domowych ścieków i wód zaskórnych, — zbudowanie kanału z jednostajnym spadkiem w kierunku brzegu Wisły i urządzenie pomp dla przepompowywania ścieków bezpośrednio na pola dla irygacyi, zaledwie jest wykonalnem i zaleconem być nie może, tak ze względu przytoczonych trudności jak i wielkich kosztów jakieby podobna budowa za sobą pociągnęła". Uważa przeto, że „urządzenie maszyn i pomp w punkcie bliskim środka dolnej części miasta, z którego zebrane ścieki mogłyby być przepompowywane do kanału głównego *C* górnego systemu, ile można w najkrótszym kierunku, będzie o wiele *korzystniejszem i stosowniejszem*". Mówi dalej, że tym sposobem „nie potrzeba będzie *tak znacznie zagłębiać* tyle obszernej sieci kanałów dolnego systemu", stając w sprzeczności z poprzednio przytoczonem zdaniem, według którego znaczne zagłębienie jest koniecznem, w celu zapewnienia swobodnego odpływu ścieków domowych i wód zaskórnych.

Przedewszystkiem zwrócić musimy uwagę, że przepompowywanie na północnym krańcu miasta, na wysokość znacznie mniejszą, redukując wielkość wieczystej służebności, byłoby oczywiście *korzystniejszem*, — nie narażając zaś środka miasta na nieodłączne od podobnej czynności wyziewy byłoby także i *stosowniejszym*. Ta okoliczność, że *Lindley* proponuje zastosować do tego pompowania istniejący zakład wodociągowy i rury ułożone pod ulicą Karową, — bynajmniej jeszcze nie przemawia za przepompowywaniem ścieków wewnątrz miasta. Zakład bowiem wodociągowy na rogu Dobrej i Karowej, jeżeli kiedyś stanie się zupełnie bezużytecznym, zawsze korzystnie będzie mógł być sprzedanym przez miasto a rury zużytemi do celów wodociągowych. Nie można więc podzielać zdania *Lindley'a*, że „tym sposobem małym kosztem osiągnie miasto znaczne korzyści", bo służebności wiecznej przepompowywania ścieków z całej dolnej części miasta i dzielnicy Staromiejskiej na wysokość 80′, — za korzystną uważać nie podobna.

Przepompowywanie to przedstawia zresztą inne jeszcze nader ważne niedogodności, wynikające z natury cieczy przepompowywanej i wysokości pompowania. Ścieki przepompowywane unosić będą wiele części stałych, — te bowiem oddzielone przed dojściem do pomp, musiałyby być wywożonemi oddzielnie ze środka miasta, co nie byłoby w zgodzie z zadaniem zupełnej kanalizacyi. W obec części stałych unoszonych przez ścieki, pompy tłokowe zastąpione być muszą odśrodkowemi, żeby działanie pomp było pewnem. W rurach prowadzących ścieki na wysokość 80′ do kanału *C*, części stałe opadać będą wciąż na dół podczas ruchu cieczy pod górę, powodować mogąc częste zatkania, które nawet przy znaczniejszem nagromadzeniu się części stałych są w stanie wywołać pękania rur. Rur tych bowiem nie można czyścić ciśnieniem odwrotnem, jak to proponował *Lindley* w projekcie wodociągu, dla rury

http://rcin.org.pl

łączącej zakład pomp rzecznych z filtrami na Koszykach, — chyba żeby je otwierano podczas burzy, przyczem jeszcze ciśnienie nie byłoby tak wielkie jak w rurze idącej na Koszyki a nadto każde takie otwarcie stawało by się powodem wpuszczenia do rzeki, w środku miasta, nagromadzonych nieczystości. A jednak dla rur prowadzących ścieki, czyszczenie jest pewno niezbędniejszem, niż dla rury z wodą wiślaną. Wprawdzie ryzyko pęknięcia nie jest tu tak wielkiem, jak przy rurze prowadzącej wodę na Koszyki, bo rur jest cztery a nie jedna, zawsze jednak przy niemożności czyszczenia, przygotowanym być wypada na częste pękania, uniemożebniające lub utrudniające chwilowo normalne odprowadzanie ścieków z kanału dolnego i zatruwające przy reparacyach powietrze w środku miasta.

Obciążenie ściekami z dolnej części miasta i dzielnicy Staromiejskiej, kanału *C* przed jego wejściem w zacieśnione ulice stanowi także ważną niedogodność. Jednocześnie zwraca tu uwagę droga, jaką będą zmuszone przebiegać ścieki dzielnicy Staromiejskiej, sprowadzane najprzód ku wschodowi do kanału dolnego, idące dalej ku południowi do rogu Dobrej i Karowej, następnie ku zachodowi rurami przez Karową, a wreszcie ku północy kanałem *C*. Ścieki te przebiegać więc będą cały okrąg kanałów w samym środku miasta, — jakby przedmiotem kanalizacyi było odprowadzanie ścieków po mieście a nie odprowadzanie ich na zewnątrz. *Lindley* wszakże, nie poprzestając na tem, każe się spodziewać drugiego podobnego oprowadzenia ścieków, w znacznie szerszym jeszcze zakresie. Wspomina bowiem, że początek północnej gałęzi kanału dolnego „założony będzie tak głęboko, aby mógł przyjąć ścieki z urządzonej sieci kanałów w Cytadeli, z ogólnym spadkiem w kierunku ulicy Rybaki — w razie, gdyby inżynierya wojskowa nie uznała za stosowne i bardziej dogodne odprowadzić ścieki w kierunku ku północy i połączyć je z kolektorem Marymonckim. Trudno przypuścić, żeby ta okoliczność skłoniła *Lindley'a* do przepompowywania ścieków w środku miasta, jak równie żeby inżynierya wojskowa żądać miała, aby ścieki z Cytadeli, zamiast wpuszczania ich wprost do rzeki w pewnem oddaleniu poniżej twierdzy, sprowadzane były do środka miasta po to, żeby po przepompowaniu na wysokość 80′ odprowadzaćje znów w stronę Cytadeli kanałem *C*.

Wynikiem projektowanego przez *Lindley'a* przepompowywania ścieków z kanałów dolnych w samym środku miasta, jest zgromadzenie wszystkich nieczystości w jednym punkcie dość wysoko położonym, z którego rozprowadzanemi być mają na pola irygowane. Wspominaliśmy wszakże, mówiąc o irygacyi, że wyłączne użycie do niej pól górnych prawdopodobnie nie jest możliwem i że dla oczyszczenia wszystkich ścieków wypadnie nawodniać jednocześnie pola górne i pola niżej położone na północnej stronie miasta. Przy nawodnianiu tych ostatnich ściekami spływającymi ze spólnego zbiornika, traconą byłaby bezpożytecznie wysokość

http://rcin.org.pl

na jaką podniesione zostały w środku miasta ścieki kanałów dolnych. Praktyczniejszem więc i z tego względu byłoby przepompowywanie tych ostatnich poniżej miasta przed Cytadelą, na znacznie mniejszą wysokość dla irygowania pól dolnych. Inżynierowie *M. S.* i *S.*, projektując w tem miejscu przepompowywanie ścieków z dolnej części miasta do kanału I na wysokość 24′ i prowadząc je następnie kanałem podgórnym pod wschodnim stokiem (na co zgadzała się wtedy inżynierya wojskowa, zamierzająca do tego kanału spuszczać ścieki z twierdzy) po za Cytadelę,—gdy tymczasem ścieki z górnej części miasta odprowadzane były wyżej inną drogą [1]), — uwzględnili przez to lepiej w swym projekcie konieczność rozdziału ścieków, odpowiednio do wzniesienia pól przeznaczonych dla irygacyi. Jakkolwiek bowiem ta ostatnia stanie się możebną dopiero po przeprowadzeniu robót kanalizacyjnych, warunki jej jednak przewidziane być winny ściśle w projekcie kanalizacyi.

Wobec ujemnych stron projektowanego przez *Lindley'a* przepompowywania ścieków przez ulicę Karową, uniemożebniających przyjęcie jego projektu kanalizacyi dolnej części miasta, rozbiór innych szczegółów tego projektu właściwie jest zbytecznym. Opiszemy je jednak pokrótce, dla uzupełnienia naszego sprawozdania, tem więcej, że staranne ich opracowanie przez *Lindley'a* zasługuje na uwagę.

Słusznie twierdzi *Lindley*, że skanalizowanie dolnej części miasta, położonej przeważnie poniżej poziomu wysokich wód na Wiśle, w całym projekcie stanowi najtrudniejsze zadanie — i że aby utrzymać w suchym stanie tę część miasta, nawet podczas wysokiego stanu wód na Wiśle, przedewszystkiem należy nizinę tę zabezpieczyć od wdarcia się wody z rzeki.

Cały ściek normalny dolnej części miasta, ulic położonych na skarpie, dzielnicy Staromiejskiej a przypuszczalnie i Cytadeli, projektuje *Lindley* gromadzić, za pomocą dwóch kanałów głównych *D* i *D′*, w zbiorniku urządzonym przy pompach kanałowych, w obecnie istniejącym zakładzie wodociągowym. Kanał *D*, południowy, przechodzić ma od linii wału miejskiego, obok parku Łazienkowskiego, wzdłuż najbardziej na wschód wysuniętej drogi w tymże parku a następnie ulicami Rozbrat, Szarą, Okrąg, Solec, Tamką i Dobrą. Kanał ten, z dnem wzniesionem na początku na 9,5′ nad zero, ma mieć spadek $^1/_{2000}$. Wody do przemywania kanałów bocznych, położonych po stronie zachodniej kanału *D*, dostarczać ma kanał *C*. Dla przemywania zaś kanałów bocznych położonych po stronie wschodniej kanału *D*, urządzony ma być zbiornik między ulicami Huzarską i Agrykolą dolną, a zasilany wodą albo odpływającą z kondensacyi przy maszynach wodociągowych, albo też niefiltrowaną, czerpaną przez pompy wodociągowe z Wisły.

Kanał *D′*, biorący swój początek na północnym krańcu miasta, z dnem wzniesionem na 7,09′ nad zero, ma stały spadek $^1/_{1100}$ na

[1]) Por. tabl. II.

http://rcin.org.pl

całym przebiegu przez ulice Rybaki, Bugaj, Garbarską, Maryensztad i Dobrą do zakładu mieszczącego pompy kanałowe. Na rogu Kościelnej kanał ten krzyżuje się z burzowym Nr. 5, doprowadzającym do niego podczas suszy ściek normalny ze skarpy. Na rogu Mostowej kanał *D'* przyjmować będzie ściek normalny z całej grupy kanałów dzielnicy Staromiejskiej czyli tak nazwanego przez *Lindley'a* „systemu pośredniego", krzyżując się w tymże punkcie z kan. burzowym Nr. 4, który odprowadza ściek burzowy wzmiankowanej dzielnicy przez ulicę Boleść wprost do Wisły. Przemywanie kanału *D'* i jego kanałów bocznych ma być zapewnione wodą otrzymywaną z kanału *C* i z „systemu pośredniego".

Od punktu połączenia się kanałów *D* i *D'* schodzić będzie do rzeki ulicą Karową kanał wypustowy Nr. 2, który podczas działania pomp pozostawać będzie zamkniętym. W razie zwiększania się dopływu deszczowego i przekroczenia granicy zakreślonej przez *Lindley'a* ściekowi normalnemu, odłączaną będzie najprzód od systemu dolnego sieć kanałów „systemu pośredniego", przez zamknięcie zasuwy na rogu ulic Mostowej i Bugaj; ściek z całej tej sieci kanałów spływać będzie wtedy kanałem burzowym Nr. 4 wprost do rzeki. Jeżeli w tym czasie stan wody na Wiśle będzie niższy od 8', wtedy kanał wypustowy Nr. 2 zostanie otworzonym a działanie pomp wstrzymanem. Przy wyższym stanie wody na Wiśle kanał wypustowy Nr. 2 i podczas burzy będzie zamkniętym a ścieki przepompowywane będą do kanału burzowego Nr. 3 odprowadzającego je górą wprost do rzeki.

I tu znów zwraca uwagę *Lindley*, „że znikają w tym przypadku, podobnie jak i przy skanalizowaniu górnego miasta, wszelkie obawy co do szkodliwego działania kanałów burzowych, wypuszczających ścieki wprost do rzeki; ścieki te bowiem zostaną tak rozcieńczone, że zanieczyszczać wody nie będą". Widzieliśmy już, o ile mniemanie to nie jest uzasadnionem.

Po opisaniu projektu kanalizacyi Warszawy, podaje *Lindley* pogląd ogólny na kanalizacyą Pragi, — kosztów jej wszakże w ogólnym kosztorysie nie pomieszcza, określając je tylko w przybliżeniu na 520 000 rubli. Dalej idą „różne szczegóły tyczące się projektu kanalizacyi", w których spotykamy najprzód wymotywowanie przyjętego w projekcie różnego zagłębienia dna kanałów pod powierzchniami ulic. Zagłębienia te zmieniają się średnio od 12' do 25', w niektórych wszakże miejscach dochodzą do granic 7' i 28'. Zauważyć tu wypada, że wierzch kanału mającego 3' wewnętrznej wysokości (kl. VIII), z dnem zagłębionem na 7', leżeć będzie pod powierzchnią ulicy na głębokości wynoszącej zaledwie $3^1/_2$'. To też przyjęte przez *Lindley'a* minimum zagłębienia dna kanałowego nie wydaje się możliwem u nas i winno by być zmienionem w projekcie wykonawczym. Inżynierowie *M. S.* i *S.*, jak widzieliśmy, projektowali zagłębienia zamykające w znacznie ciaśniejszych granicach.

Wysokości i szerokości przekrojów kanałowych podane zostały dwukrotnie, w tekscie i na rysunkach, ale za to nie wyszcze-

http://rcin.org.pl

gólniono wcale powierzchni przekrojów, ani też nie podano na rysunkach promieni łuków, za pomocą których powierzchnie przekrojów mogłyby być ściśle obliczonemi.

Całkowite powierzchnie przekrojów wnętrz kanałowych, obliczone z rysunków za pomocą planimetru, podajemy dalej, w wykazie porównawczym kosztów. Odejmując od tych powierzchni, powierzchnie czaszek przekrojów ponad linią wodną, otrzymujemy powierzchnie użyteczne następujące:

klasa	I	12,6	st. kw.	klasa	V	6,7	st. kw.
„	II	12,0	„	„	VI	5,4	„
„	III	10,0	„	„	VII	4,1	„
„	IV	8,3	„	„	VIII	3,2	„

Uderzającą jest tu nadzwyczaj mała różnica pomiędzy powierzchniami użytecznemi przekrojów klasy I i II, zestawiona zwłaszcza z różnicą objętości muru na 1 stopę bieżącą kanałów obu tych klass, która wynosi 9,1 st. sz.

Spadki kanałów bocznych górnej części miasta zmieniają się w granicach od $^1/_{50}$ do $^1/_{800}$, dla kanałów zaś głównych minimum spadku schodzi do $^1/_{1000}$. Widzieliśmy, że w projekcie inż. *M. S.* i *S.* spadki te były korzystniejsze. Dla kanałów dolnej części miasta, minimum spadku w projekcie *Lindley'a* wynosi $^1/_{2000}$. Inż. *M.*, *S.* i *S.* przyjmowali tu spadki mniejsze: $^1/_{2400}$ i $^1/_{3000}$, ale za to projektowali przepompowywanie po za miastem. Sam *Lindley* zresztą powiada że w Hamburgu przed trzydziestu laty zbudowany został kolektor ze spadkiem $^1/_{3000}$ i dotąd oddaje należyte usługi bez przeszkód w odpływie.

Z innych „szczegółów", jakie podaje *Lindley*, dowiadujemy się, że otwory wentylacyjne, otwory do wpuszczania lamp dla rewizyi kanałów rurowych i otwory wpustowe uliczne z osadnikami dla piasku, umieszczane będą w odległościach od 120′ do 150′, a szyby wchodowe co 600′. Wentylacyi kanałów dokonywać ma głównie ciąg powietrza w kominie zakładu wodociągowego na Koszykach. Spotykamy wreszcie wiele uwag ogólnych i zasad, znanych z podręczników i dzieł inżynierskich a powtórzonych zapewne dla uzupełnienia całości opisu. Do tej kategoryi zaliczyć trzeba także podane na oddzielnych tablicach typowe rysunki niektórych urządzeń kanałowych.

W kosztorysie uznał *Lindley* „dla uproszczenia" za najstosowniejsze podać koszt budowy jednej stopy bieżącej kanałów różnych klas, przy rozmaitych głękościach, włącznie ze wszystkimi kosztami specyalnych urządzeń, dozorem, utrzymaniem biur itp. Tym sposobem utrudnił wszelkie sprawdzenia, niektóre z nich w zupełności uniemożebniając. Przy długości 476 057 stóp ang. koszt ogólny wynosi 4 444 368 rubli metal., czyli jak oblicza *Lindley* 9,33 rs. na stopę bieżącą kanału a 14,09 rs. na mieszkańca, przy ludności 315 000. Koszt ten, według zapewnienia *Lindley'a* „w stosunku do wydatków na budowę kanałów poniesionych w innych wielkich miastach, okazuje się umiarkowanym".

http://rcin.org.pl

Porównanie z innemi miastami, z powodu różnic w warunkach miejscowych nie prowadzi wcale do ocenienia stopnia wielkości kosztów. Sprowadzenie tych ostatnich do jednej stopy bieżącej kanałów także nic nie uczy, bo obliczony w ten sposób koszt średni odnosi się zarówno do większych kanałów jak i do rur glinianych. Nierównie dokładniejszą miarę wielkości kosztów dać może sprowadzenie ich do jednej stopy sześciennej wnętrza

Koszta kanalizacyi Warszawy

według projektów: *Lindley'a* i inż. *Majewskiego, Spornego i Surzyckiego.*

Projekt	Rodzaje kanałów i rur (1)	Powierzchnie przekrojów poprzecznych (2)	Długości (3)	Objętości całkowite murów (4)	Objętości wnętrz kanałowych (5)	Koszta (6)
		st. kw.	st.	stóp sześciennych		Rs.
Lindley'a	wys. szer.					
	Kl. I mur. jajk. 6′ × 4′8″	21,14	14 913	337 034	315 260	335 501
	„ II „ „ 6′ × 4′	18,28	8 151	110 038	149 000	121 696
	„ III „ „ 5′6″ × 3′8″	15,28	22 562	293 306	344 747	321 210
	„ IV „ „ 5′ × 3′4″	12,66	18 581	217 397	235 235	266 849
	„ V „ „ 4′6″ × 3′	10,23	16 933	181 183	173 225	219 614
	„ VI „ „ 4′ × 2′8″	7,69	24 495	240 061	188 367	261 530
	„ VII „ „ 3′6″ × 2′4″	6,27	63 367	259 805	397 311	513 014
	„ VIII „ „ 3′ × 2′	4,77	242 895	825 843	1 158 609	1 883 634
	„ IX rura gliniana 15″ średn.	1,226	31 056	—	38 074	197 296
	„ X „ „ 12″ „	0,785	26 714	—	20 970	143 339
	Rury i syfony żelazne 36″ „	7,06	6 390	—	45 114	140 685
	Wylot kanału do Wisły	—	—	—	—	40 000
	Ogółem	—	476 057	2 464 667	3 065 912	4 444 368
Majewskiego, Spornego i Surzyckiego	wys. szer.					
	a, 2 pierśc. jajk. 4′ × 2′8″	8,11	11 354	112 178	92 081	102 953
	b „ „ 4′6″ × 3′	10,31	3 465	41 303	35 724	40 105
	c „ „ 4,10½″ × 3′3″	12,08	1 638	20 868	19 787	19 563
	f „ „ 5′3″ × 3′6″	14,06	4 956	67 253	69 681	61 061
	l, 3 pierśc. kołow. 5′5½″ × 4′6″	20,21	1 855	38 454	37 490	27 521
	d „ „ 5′7½″ × 5′	22,76	2 590	55 504	58 948	39 574
	m „ „ 5′11″ × 5′	24,21	4 319	95 623	104 563	68 192
	g „ „ 6′4″ × 5′4″	25,00	5 761	135 384	144 025	98 327
	e „ „ 6′13″ × 5′	25,26	2 457	58 084	62 063	40 536
	n „ „ 6′7″ × 6′	31,77	1 085	26 561	34 470	18 754
	h „ „ 7′ × 5′6″	32,01	1 953	49 196	62 515	35 577
	k „ „ 7′ × 6′	34,27	9 758	248 829	334 406	175 962
	o, 4 pierśc. kołowy 7′5″ × 6′6″	39,14	2 107	82 953	82 468	52 943
	p „ „ 7′7″ × 7′	41,40	3 920	156 408	162 288	101 841
	z, 2 pierśc. jajkow. 3′3″ × 2′2″	5,38	157 570	1 164 443	847 727	1 156 442
	x, 3 pierśc. kołow. 5′ × 5′	19,62	10 395	206 861	203 950	148 409
	Kolektory zamiejskie	—	—	—	—	212 240
	Ogółem	—	225 183	2 559 902	2 352 186	2 400 000

http://rcin.org.pl

kanałowego. Suma bowiem objętości wnętrz kanałowych określa do pewnego stopnia pracę, jaką ma wykonywać projektowana sieć kanalizacyjna.

W tym celu podajemy na str. 79 zestawienie kosztów kanalizacyi Warszawy według projektów *Lindley'a* i inż. *Majewskiego*, *Sporn ego i Surzyckiego*, obejmujące: wysokości, szerokości i powierzchnie przekrojów poprzecznych wnętrz kanałowych, długości kanałów, objętości murów i wnętrz oraz koszta, dla każdego rodzaju kanałów i rur. Zebrane liczby, które z projektu inż. *M. S.* i *S.* opracowanego szczegółowo, dość było po prostu wypisać, — z projektu *Lindley'a* wyciągane być musiały długiemi rachunkami. Z zestawienia tego otrzymujemy następujące liczby porównawcze:

		W projekcie *Lindley'a*:	*M. S.* i *S.*
Średni otwór kanału murowanego [1])	st. kw.	7,19	10,34
Średnia objętość muru na jednę stopę bieżącą kanału [2])	st. sz.	5,98	11,37
Średnia objętość muru na 1 st. sz. wnętrza kanałów [3])	st. sz.	0,83	1,09
Średni koszt 1 st. bież. kanału mur. ze wszystkiemi akcesoryami [4])	rs.	9,52	9,71
Średni koszt 1 st. sz. muru w kanałach [5])	rs.	1,59	0,86
Średni koszt 1 st. sz. wnętrza kanałów i rur [6])	rs.	1,36	0,94

Z porównania tego widzimy, że kanały *Lindley'a* są mniejsze, że ich mury są znacznie cieńsze i że tak mury jak i całe kanały kosztują drożej, niż w projekcie inż. *M. S.* i *S.*, pomimo że koszt 1 stopy bieżącej kanałów *Lindley'a* w skutku znaczniejszego procentu kanałów o najmniejszym przekroju, wypada mniejszy.

Odnośnie do kosztów zaznaczyć tu wypada, że takowe w projekcie *Lindley'a* obliczone są w rublach metalicznych, a w projekcie inż. *M.*, *S.* i *S.* w kredytowych. Porównanie więc zrobione jest w warunkach korzystniejszych dla projektu *Lindley'a*. Jakkolwiek bowiem koszta kanalizacyi według projektu inż. *M.*, *S.* i *S.* obliczone są według cen jednostkowych z r. 1863, to jednak wzrost tych cen do dziś dnia nie dorównywa obniżce kursu.

---

[1]) Rury tu nie wchodzą. Dla projektu *Lindley'a* podzielono sumę ośmiu pierwszych liczb kolumny (5) przez takąż sumę z kolumny (3); dla projektu inż. *M.*, *S.* i *S.* wzięto iloraz z całkowitych sum wzmiankowanych kolumn.

[2]) Rury tu nie wchodzą. Dla projektu *Lindley'a* podzielono sumę kolumny (4) przez sumę ośmiu pierwszych liczb kolumny (3); dla projektu inż. *M.*, *S.* i *S.* wzięto iloraz z całkowitych sum wzmiankowanych kolumn.

[3]) Ilorazy sum cząstkowych lub całkowitych jak poprzednio kolumn (4) i (5).

[4]) Ilorazy takichże sum kolumn (6) i (3).

[5]) Ilorazy takichże sum kolumn (6) i (4).

[6]) Ilorazy sum całkowitych kolumn (6) i (5).

http://rcin.org.pl

Długość kanałów w projekcie inż. *M.*, *S.* i *S.* wynosząca 225 183′ rozkłada się jak następuje: kanałów głównych 25,40 % bocznych 56,28%, bocznych działających jako burzowe 13,72%, burzowych 4,60%. Stosunkowo wielki procent kanałów głównych w porównaniu z bocznymi pochodzi stąd, że kanały główne w całości zostały zaprojektowane, boczne zaś na początek dano tylko w miejscach zabudowanych i zaludnionych, odkładając dalsze ich urządzenie na ogólnej długości 120 000′ do czasu zabudowania się więcej oddalonych od środka dzielnic miasta. Stosując więc projekt inż. *M.*, *S.* i *S.* do powierzchni kanalizowanej obecnie przez *Lindley'a*, to jest do 140 a nie 114 milionów st. kw., wypadałoby przyjąć długość ogólną kanałów:

$$225183 + 120000 = 345183 \text{ st.}$$

Dodatkowe kanały mogłyby być typu *z*, o przekroju z powierzchnią 5,38 st. kw.; kosztowałyby zatem, według wykazu:

$$\frac{1\,156\,442}{157570} = 5{,}50 \text{ rs. za 1 st. bież.}$$

czyli 660 000 rs. za 120 000′. Koszt przeto całkowity wynosiłby nie 2 400 000 ale 3 060 000 rs. Biorąc w tym przypadku stosunek długości różnych rodzajów kanałów i porównywając z takimże stosunkiem w projekcie *Lindley'a*, otrzymamy:

	W projekcie *Lindley'a*	W projekcie inż. *M. S.* i *S.*
kanałów głównych	16,00%	16,6%
kanałów bocznych i burzowych	80,32%	80,4%
rur burzowych i kolektorów	3,68%	3,0%

Dla sprawdzenia chociażby w przybliżeniu cen kosztorysu *Lindley'a* podajemy dalej (str. 82) tablicę, obejmującą dla kanałów i rur wyszczególnionych w kolumnie (a) następujące dane w dalszych kolumnach:

— (b), stosunkowe długości, t. j. liczby kolumny (3) poprzedniego wykazu, wyrażone w procentach długości całkowitej 476057′,

— (c), średni koszt jednej stopy bieżącej kanałów i rur, t. j. ilorazy liczb podanych w kolumnach (6) i (3) poprzedniego wykazu,

— (d), tenże koszt po strąceniu kosztów akcesoryów kanałowych. Ponieważ przyrządy pomocnicze są mniej więcej jednakowe w projektach *Lindley'a* i inż. *M.*, *S.* i *S.* a w tym ostatnim projekcie koszt ich wynosi 1,83 rs. na 1 stopę bieżącą,— przyjmujemy przeto dla projektu *Lindley'a*, z uwagi na wzrost cen od r. 1863, koszt o 20% większy, t. j. 2,20 rs. Po odjęciu 2,20 od liczb kolumny (c), otrzymujemy liczby kolumny (d),

— (e), średnie głębokości odpowiadające kosztom podanym w kolumnie (c) a wyjęte bezpośrednio z kosztorysu *Lindley'a*, który dla każdego kanału poszczególe podaje zagłębienie dna i koszt ogólny 1 st. bież.,

— (f), koszt robót ziemnych na 1 st. bież. kanałów i rur, obliczony po cenie 2 kop. za 1 st. sz. Objętość robót ziemnych obliczoną została w przypuszczeniu wykopu mającego na

http://rcin.org.pl

Rozbiór cen kosztorysu Lindley'a

Kanały i rury (a)	Stosunkowe długości (b)	Średni koszt 1 stopy bież. (c)	Tenże po strąceniu kosztu akcesoryów (d)	Głębok. odpowiadające średn. koszt. (e)	Koszt robót ziemnych na 1 st. bież. (f)	Koszt 1 st. bież. samych kanałów (g)	Objętość muru na 1 st. bież. (h)	Koszt 1 st. sz. muru (i)
	%	Rs.	Rs.	st.	Rs.	Rs.	st. sz.	Rs
Klasy I	3,13	22,50	20,30	24	3,94	16,36	22,6	0,724
„ II	1,71	14,93	12,73	16	2,00	10,73	13,5	0,80
„ III	4,74	14,23	12,03	17	2,10	9,93	13,0	0,764
„ IV	3,90	14,26	12,16	19	2,20	9,96	11,7	0,85
„ V	3,55	12,97	10,77	17	1,82	6,95	10,7	0,84
„ VI	5,15	10,67	8,47	17,5	1,82	6,65	9,8	0,68
„ VII	13,21	8,10	5,90	16	1,32	4,58	4,1	1,115
„ VIII	51,01	7,75	5,55	17	1,25	4,30	3,4	1,265
„ IX	6,52	6,35	4,15	18,3	1,10	3,05	„	„
„ X	5,61	5,36	3,16	15,5	0,78	2,38	„	„
rury 36′	1,37	22,00	„	„	„	„	„	„

dnie największą szerokość murów kanału a boki nachylone na $^1/_{20}$ z każdej strony. Tak więc np. dla klasy I, przy głębokości 24′, i największej szerokości 7′, średnia szerokość wykopu będzie:

$$\frac{7 + (7 + 2,4)}{2} = 8,2',$$

objętość zaś robót ziemnych na 1 st. bież. kanałów i rur:

$$8,2 \times 24 = 196,8 \text{ st. sz.}$$

— (g), koszt 1 st. bież. samych kanałów, otrzymany przez odjęcie od liczb kolumny (d) liczb kolumny (f),

— (h), objętość muru na 1 st. bież., wyciągnięta z poprzednio podanego wykazu przez podzielenie liczb kolumny (4) przez liczby kolumny (3),

— (i), koszt jednej stopy sześciennej muru w kanałach, będący ilorazem liczb podanych w kolumnach (g) i (h).

Ta ostatnia kolumna naszej tablicy wykazuje pewną nieprawidłowość w obliczeniu robót mularskich [1]) i to właśnie dla kanałów klas VII i VIII, których jest najwięcej w projekcie *Lindley'a* bo 64% całkowitej długości. Jeżeli bowiem w innych kanałach większych, dwupierścieniowego ustroju, liczono 1 st. sz. muru z cegły około 80 kop, — dla czegóżby mur kanałowy o jednym pierścieniu miał kosztować od 1,12 do 1,27 rs. Sądzimy, że w tych warunkach dogodniej byłoby budować kanały tych klas również w dwa pierścienie, jeżeli cena jednopierścieniowych ma być tak wygórowaną. Bezwarunkowo bowiem bezpieczniej będzie

[1]) Nieprawidłowość o której mowa zaznaczoną została już poprzednio we wzmiankowanym przez nas artykule inż. *H. Cieszkowskiego.*

http://rcin.org.pl

dać kanałom 9,5″ zamiast 4,5″ grubości, zwłaszcza budując je na głębokościach dochodzących do 17′. Grubość 4,5″ wydaje także się zbyt małą z uwagi na gryzące działanie ścieków i wynikającą stąd nietrwałość wewnętrznych powierzchni kanałów. Przez wzgląd przeto na przewidywaną kilkowiekową działalność kanalizacyi, wypadałoby unikać ścian podobnie cienkich, wymagających wyjątkowej staranności w robocie, na którą zbytecznie liczyć nigdy nie należy.

W ogóle, wypracowany przez *Lindley'a* projekt kanalizacyi Warszawy, podobnie jak i projekt wodociągu, jest tylko projektem *przedwstępnym*, zredagowanym w nader ogólnych zarysach, niedopuszczających ściślejszej technicznej rewizyi. Z powodu przyjęcia niedostatecznej zasady przy obliczeniu ilości ścieków, jakie w Warszawie skuteczna kanalizacya koniecznie musi odprowadzać, projektowane kanały nie są w stanie zapewnić pożądanego odwodnienia miasta — a nadto podczas ulew zanieczyszczać mogą koryto rzeki pod miastem. Projekt sieci kanalizacyjnej, jakkolwiek w wielu szczegółach zdradzający biegłość i doświadczenie autora, przedstawia jednak równocześnie niektóre strony ujemne. Na te ostatnie władza miejska zwrócićby winna baczną uwagę. Zaznaczamy tu zwłaszcza projektowany system odprowadzania ścieków z dolnej części miasta i z dzielnicy Staromiejskiej, z przepompowywaniem przez ulicę Karową. Streszczając zaś wszystkie zarzuty przyznać wypada, że sporządzony przez *Lindley'a* przedwstępny projekt kanalizacyi, w mniejszym stopniu jeszcze, niż przedwstępny projekt wodociągu, kwalifikuje się do przyjęcia za wyłączną podstawę przy układaniu projektu wykonawczego.

* * *

Ogłoszone drukiem projekty *Lindley'a* poprzedzone zostały odezwą p. Prezydenta miasta, wykazującą potrzebę spiesznego przystąpienia do robót, roztrząsającą warunki finansowe w jakich odnośnie do tej kwestyi znajduje się miasto i wreszcie zalecającą usilnie projekt inżyniera angielskiego.

P. Prezydent wyliczywszy niedogodności, wynikające z braku kanalizacyi i odpowiedniego potrzebom miasta wodociągu, słusznie twierdzi, że wobec takowych: „nikt się nie znajdzie, ktoby wątpił o koniecznej i niezbędnej potrzebie przedsięwzięcia energicznych środków, celem ulepszenia miejscowych sanitarnych warunków“. Po przedstawieniu kwestyi finansowej oświadcza dalej, że urządzenie kanalizacyi i wodociągu, w granicach na początek ścieśnionych, ale w zastosowaniu do rozległego planu zasadniczego: „nie tylko jest rzeczą gwałtowną ale nawet zupełnie możliwą“. Za podobne postawienie kwestyi, ocenienie jej doniosłości i energiczne podjęcie całej sprawy, — za poddanie projektu przedwstępnego ogólnej dyskusyi i zabezpieczenie przez to interesów miasta co najmniej tak dobrze, jakby to uczyniła oczekiwana Rada Miejska, — a wreszcie za wyjednanie zezwolenia Rządu na urządzenie w War-

http://rcin.org.pl

szawie systematycznej kanalizacyi i wodociągu (co według doniesień pism codziennych jest już faktem spełnionym), — *Generałowi Starynkiewiczowi* wszyscy mieszkańcy Warszawy winni są szczerą wdzięczność.

Wobec zatwierdzenia w zasadzie budowy kanalizacyi i wodociągu, staje na porządku dziennym kwestya opracowania projektu wykonawczego. Że to opracowanie nie może być bez uszczerbku dla miasta dokonanem wyłącznie i ściśle na zasadzie przedwstępnych projektów *Lindley'a*, — staraliśmy się wykazać w niniejszej pracy. Przedwstępne te projekty służyć będą mogły tylko za wskazówkę, — ale same, bez innych lepiej uwzględniających miejscowe warunki i w ogóle ściślejszych, nie tworzą dostatecznej podstawy do opracowania zupełnego i stanowczego projektu.

Nie chcąc podnosić na nowo kwestyi poruszonej już dawniej w Przeglądzie Technicznym, zaznaczymy tu tylko nawiasowo, że przyjęcie poprzednio przy przedwstępnem opracowywaniu kwestyi systemu konkursowego, doprowadziłoby w każdym razie do lepszego położenia. Być może, że w szeregach konkurujących nie byłby stanął *Lindley*, — ostatecznie wszakże nieobecność tego inżyniera, jakkolwiek biegłego i doświadczonego w tych kwestyach, ale jak widzieliśmy, niedostatecznie uwzględniającego warunki i potrzeby miejscowe, nie stanowiłaby straty niepowetowanej. Mielibyśmy zato obecnie pewną liczbę projektów przedwstępnych, różnostronnie rozwiązujących kwestyą, — a więc i szerszą podstawę pracy będącej na porządku dziennym. Miasto wszakże na sporządzenie projektu wydało już znaczną summę, a nadto w obec nagłości kwestyi cofać się teraz byłoby zapóźno, — tembardziej, że zaznaczonemu brakowi zaradzić można inną drogą, a mianowicie: uwzględniając przy sporządzaniu projektu wykonawczego, dawniejsze projekty wodociągu i kanalizacyi.

Z pomiędzy dawnych projektów, o których wspominaliśmy najnowsze i najlepiej opracowane projekty inżynierów: *Majewskiego*. *Spornego* i *Surzyckiego*, winnyby tu być najprzód uwzględnione, Wykazując ich różnice z projektami *Lindley'a*, mieliśmy sposobność podniesienia wielu szczegółów, które pracę naszych inżynierów zalecają do przyjęcia za drugą i to pewniejszą jeszcze od pierwszej podstawę przy układaniu projektu wykonawczego. Inne projekty, równocześnie ze wzmiankowanymi lub później w formie szkiców przedwstępnych sporządzane, — o których nie mówiliśmy, nie mając sposobności szczegółowego ich poznania, — przyczyniłby się mogły także do rozszerzenia zakresu pojęć o urządzeniu wodociągu i kanalizacyi w Warszawie.

Na tych podstawach mógłby się zająć szczegółowem opracowaniem projektu wykonawczego, albo przynajmniej opracowaniem tem kierować, miejscowy komitet, złożony z osób kompetentnych, a więc przeważnie z techników. W tym względzie mamy niepłonną nadzieję, że czasy owych komitetów rozpatrujących niegdyś w Warszawie projekty inżynierskie, a nie liczących w swym gronie ża-

http://rcin.org.pl

dnego inżyniera, minęły bezpowrotnie. Zanim wszakże kwestya projektu wykonawczego stanie się przedmiotem ustnej a tem samem niedostępnej dla ogółu dyskusyi w komitecie, który według doniesień pism codziennych niezadługo już ma być utworzonym i odbywać swe narady w obecności *Lindley'a*, niezbędnem jest ogłoszenie drukiem wyczerpujących odpowiedzi na zarzuty, postawione jego projektom przedwstępnym przez różnych sprawozdawców. W obec bowiem ważności kwestyi, ustna w ściślejszem gronie dyskusya, opieraćby się winna na trwalszej podstawie ogłoszonych drukiem a tem samem poddanych pod sąd ogółu, nietylko zarzutów ale i replik.

Sporządzenie projektu wykonawczego w ten sposób przeprowadzone dawaćby mogło rękojmię dostatecznego uwzględnienia potrzeb miasta i miejscowych warunków a więc i rzeczywistej pożyteczności wyników całego przedsięwzięcia. Co do samego jego wykonania, nie podnosząc jeszcze tej kwestyi, poprzestaniemy na wyrażeniu ogólnego życzenia, aby budowa wodociągu i kanalizacyi w Warszawie uskutecznioną była przez swojskie siły techniczne i z użyciem w granicach możebności materyałów krajowych.

---

http://rcin.org.pl

SPIS RZECZY.

Str.

I. *Projekty dawniejsze* 1

a) Wodociąg . . . . . —

b) Kanalizacya 21

II. *Projekt Lindley'a* 39

a) Wodociąg 40

b) Kanalizacya 57

Pol. Tow. Geograficzne w W-wie. BIBLIOTEKA CENTRALNA

http://rcin.org.pl

Lit. F. Kasprzykiewicz

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl