

Kanalizacya miasta Lwowa.

Miasto posiada obecnie ok. 70 km. kanałów ulicznych oraz przesklepień potoków datujących z bardzo różnych czasów. Są tam zupełnie nowe kanały wykonane przeważnie z betonu, w małej części z cegły. Są też kanały z czasów dawniejszych i jeszcze polskich, wykonane z kamienia na białem wapieniu, dziś przeważnie walące się i w bardzo złym stanie. Kanalizacya tak nowa jak i stara wykonywana dorywczo, w miarę chwilowej potrzeby, bez ogólnego programu i nieobliczona na przyszły wzrost miasta, okazuje się dziś niewystarczającą, za płytką i zbyt wąską.

Myślano więc od dłuższego czasu o użyciu jednolitego projektu kanalizacji, obejmującego cały obszar miasta; w r. 1901 wykonało miasto szkic uzupełnienia sieci istniejącej kanałowej, lecz dopiero w r. 1908 przyszło do wykonania generalnego planu kanalizacji obejmującego cały obszar miasta, gdy na podstawie ustawy krajowej z roku 1906 zabezpieczoną została budowa szeregu budowli wodnych w kraju, a między niemi kanalizacya Lwowa. Budowlami temi są zbiorniki powodziowe w Karpatach, regulacya pewnej części górskich rzek i potoków, w końcu kanalizacya m. Lwowa. W kosztach tych budowli partycypuje w 60% rząd, 40% kraj, który to obowiązek odnośnie do samej kanalizacji m. Lwowa przejęła na siebie gmina.

Biuro projektu kanaliz. było zniwolonem wykonać znaczną część brakujących robót pomiarowanych w mieście a mianowicie: ustalić za pomocą szczegółowych zdjęć z jednej strony obszar zlewni, ciągnącej do

rzeczki Pełtwi przepływającej Lwów, ustalić spadki i wszelkie cechy orograficzne danego terenu, następnie wykonać szereg pomiarów wody odpływającej z danego dorzecza, a za pomocą samopiszących ombrometrów wyszukać maxima opadowe jakie we Lwowie mają miejsce.

Wykonano więc z jednej strony dokładny plan warstwowy miasta na obszarze 30 blisko km², przeniwelowano 130 km ulic, piwnice wszystkich niemal domów w mieście, zdjęto istniejącą sieć kanałową, wykonano 187 otworów wiertniczych w sumie prawie 1000 mb. długości; z drugiej strony założono 5 ombrometrów samoczynnych, obserwowanych z przerwą miesięcy zimowych przez rok 1909 i 1910, założono łaty wodoskazowe i przelewy na potokach przepływających miasto.

Mając zebrany cały obfity materiał pomiarowy można było ustalić tak kierunki, spadki i głębokości nowej sieci kanałów, jak również i wielkość opadów oraz ilości odpływu wód burzowych, a tem samem i rozmiar przekrojów kanałów.

Przyglądając się planowi warstwowemu miasta, zobaczymy, że cały obszar zlewni Pełtwi, wcale dobrze zgadzający się z granicami katastralnemi miasta, przedstawia się jako regularna kotlina, której krawędzie leżą niemal dokładnie na obwodzie koła zatoczonego 5 km promieniem ze środka miasta. Kotlina ta przecięta jest przez wyskok wzgórz idący w kierunku od Kortumówki po rogatkę Zieloną na dwie niesymetryczne połowy.

Część południowo-zachodnia, mniejsza, obejmuje potok Żelazną Wodę i Dziki Rów, którego granice zlewni na wysokości dworca kolejowego stają się mniej wybitne i ostre, zlewają się stopniowo i przechodzą w początek zlewni Wereszycy; część północno-zachodnia znacznie większa przecięta środkiem Pełtwią a od wschodu połukiem Pasięką, zawiera w sobie śródmieście i najgęściej zaludnioną starą część miasta. Wskutek istnienia tego grzbietu, którego najwyższe punkta zajęły kościół Św. Jura i cytadela, powstał fakt taki, że dorzecze Pełtwi koło Dworca kolejowego i Politechniki odległe w linii powietrznej na 1.700 mb od Pełtwi, odwadnia się dziś w sposób naturalny na 3.9 km długiej drodze okrężnej dokoła wzgórza Wronowskiego, ulicą Jabłonowskich i środkiem miasta. Ponieważ wskutek tego powstają szkodliwe komulacje w wody w mieście, w istniejących przesklepieniach Pełtwi, przeto projekt odcina 560 km dorzeczy Dzikiego Rowu oraz część do miasta przyłączoną dorzecza Wereszycy i przez dwa siodła w grzbiecie, w ulicach Grodeckiej i Sykstuskiej sprowadza wody burzowe z tego terenu opadowego wprost do Pełtwi na plac Zbożowy. Był to jeden punkt trudny do rozwiązania w kanalizacji Lwowa.

Drugim trudnym punktem jest rozwiązanie kwestyi zatrzymania obecnego zasklepienia Pełtwi i kanalizacji lewej części jej doliny. Sklepienie obecne jest płytkie, nadto Pełtew nie leży w najniższych punktach doliny w swoim „Thalweg“, lecz przesuniętą jest ku prawym stokom, ku dawniejszym murom fortecznym miasta. Ulice po lewym jej brzegu — jak to rzut oka na plan warstwowy wskazuje — leżą od 1 — 1.5 m niżej od ulic sklepionej Pełtwi. Chcąc uzyskać odpowiednią głębokość osuszenia w ulicach lewego brzegu, należałoby zniżyć do 3-ch m obecnie dno Pełtwi, a gdy to jest wykluczonem, pozostało tylko odwodnienie tej doliny osobnym kanałem, który korzystając z bardzo znacznych spadków Pełtwi znajdzie ujście do niej w odpowiednio dalszym niższym położeniu. Ponieważ zlewnię tego kanału należało ograniczyć do minimum rzeczywistej potrzeby ze względu na jego rozmiar i koszt, przeto przeprowadzono jeden kanał krawędzią doliny i stoku w położeniu wysokościowym takim, by wspólnie

z wodami powyżej omawianej części z poza grzbietu można wyprzeć go do Pełtwi na placu Zbożowym i w ten sposób odgraniczono obszar zlewni tylko 39 ha, co przy 6⁰/₀₀ spadkach kanału daje rozmiar jego 120 X 200.

Stok prawy wznosi się wogóle tak stromo, że prawie nie ma trudności ze sprowadzeniem głęboko leżących kanałów ponad poziom wody burzowej Pełtwi; osobny kanał, szczupłych rozmiarów, leżeć będzie wzdłuż przesklepienia Pełtwi odwadniając tylko najbliższe Pełtwi ulice.

Złe warunki odwodnienia istnieją po prawym stoku tylko w miejscu złączenia się dolin Pasięki i Pełtwi. Pasięka założona również za płytko, zwłaszcza, że poziom jej dna jest warunkowany płytkim położeniem dna Pełtwi na placu Akademickim. — Dla odwodnienia tej niziny wynikała potrzeba założenia kanału osobnego (VIIIa) który zaczynając się na placu Halickim przekracza w ul. Batorego grzbiet pomiędzy doliną Pasięki a nieistniejącym już potoczkiem w ul. Wałowej i wchodzi w dolinę Pasięki w głębokości tak znacznej, że może, spodem popod istniejące przesklepienie przedłużony, służyć jako kanał odwadniający zbiorczy dla 18 ha niziny położonej po obu stronach Pasięki u jej ujścia do Pełtwi.

W całym założeniu sieci kanałowej zatrzymano konsekwentnie zasadę kanalizacji stokowej, t. j. takiej, gdzie główne kanały zbierające leżą wzdłuż stoków i do nich równoległe, boczne prostopadle do spadków stoków.

Korzyść tego założenia jest podwójna z kanału stokowego wyżej położonego płukać można każdy kanał boczny i cały kanał główny stokowy systemu niższego, wskutek tego ograniczyć liczbę punktów martwych, wymagających osobnych urządzeń do płukania, do zaledwie kilku na całym obszarze Lwowa. Druga zaleta systemu stokowego jest nie mniej ważna. Kanały główne, zbierające i prowadzące znaczne ilości wody mogą leżeć w spadkach małych mając napełnienia i tak korzystne a nawet wręcz powinny leżeć w takich spadkach, aby uniknąć zbyt dużych chyżości. Kanały boczne — projektowane jako rurowe muszą leżeć w spadkach możliwie największych, aby się jako trudno dostępne

same utrzymywały w czystości, muszą w nich pozostać duże chyżości wobec niekorzystnego napełnienia co jest do osiągnięcia tylko za pomocą położenia w dużym spadku stoku.

Kształt przekrojów przyjęto: kołowy od 0.25 do 0.50 stosując w nich jako materiał kamionkę, następnie od 50×95 do 180×260 eliptyczny t. j. podwyższony jajowy, jako łatwiej przelazowy i o kształcie sklepienia bardziej dostosowanym do linii ciśnienia — zatem silniejszym, dalej przekrój złożony o płaskim dnie z rynną na wody zużyte we wymiarach od 200×200 do 300×300. W końcu dla kanału prowadzącego wody na oczyszczalnie przekrój gruszkowy, dający w danym wypadku pewne szczególne korzyści. Materiał wszystkich tych typów, prócz kołowych, jest beton z wkładkami kamionkowymi względnie klinkerami i ciosami jako ubezpieczenie spodów.

Dla obliczenia rozmiarów przekroju potrzebnym jest przyjęcie pewnego max. opadu i pewnych ‰ spływu z różnych kategorii dorzecza.

Kategorie te przyjęto

		głów odpływ
I. śródmieście z zaludnieniem	450	0.9‰
II. przyległe dzielnice „	250	0.6‰
III. nizina nad Pełtwią poza torem kolej. państwowej (dzielnica III-cia) Zamarystynów	175	0.5‰
IV. niezabudowane i słabo zabudowane części miasta o stromych przeważnie stokach	100	0.4‰
Obserwacja max. deszczu dała 102 m/m na obszarze około 1.5 ha odpływ max. przy deszczu obejmującym całość dorzecza Pełtwi 90.75 m/m dla 2224 ha. Uwzględniając współczynniki wsiąkania oraz obszar dorzecza		

otrzymuje się relacje jak $\frac{1}{\sqrt[6]{F}}$ oraz max. natężenie deszczu na jeden ha — 108 m/m. Według tych zasad liczone objętości zgadzają się dobrze z pomieszczonemi objętościami w otwartych jeszcze korytach Pełtwi i Pasiaki w roku 1881 i tak:

Na Pasiace	obszar objęt.	pomierz.	oblicz.
	464.56 ha	24.20 m ³ /sh	22.405 m ³ /sh.
Na Pełtwi	1397.6 „	54.10 „	54.761 „
„ „	1543.19 „	59.01 „	60.527 „

Wezwany na eksperta gminy przez miasto Lindley na podstawie istn. dat pomiar. szukał związku między abs. maksymalnemi natężeniami deszczu a odpowiadającymi im czasami trwania deszczu; następnie na podstawie przeliczonych w sieci aproksymatycznie chyżości, związku między czasem odpływu deszczu a wielkością odwodniczego obszaru. Oczywiście dla pewnego obszaru zlewni miarodajnym będzie max. natężenie opadu jakie odpowiada owemu czasowi odpływu. Stąd znalazł relację po zaokrągleniu na

$$Q = \varphi \frac{1}{\sqrt[6]{F}} a$$

oraz max. opad na 1 ha — 108 m/m.

Zaznaczyć trzeba przytem, że współczynnik redukcyjny $\frac{1}{\sqrt[6]{F}}$ odnosi się do opadu nie do odpływu.

W zlewni Lwowskiej nie istnieje opóźnienie odpływu. I tak deszcz o natężeniu 64.2 m/m. trwał dnia 2. VI. 1907 r. minut 65, deszcze o natężeniu jeszcze wyższem 30' i więcej. Czas odpływu faktyczny, liczony według projektu wynosi: z krańców dorzecza, ulicą Grodecką do placu Zbożowego 14' 9" dla dorzecza 494 ha, długości kanału 3510 mb. Z działu wód ul. Łyczakowskiej do mostu kolejowego 20' 43" przy długości 5383 mb. 2224 ha dorzecza i t. d. Czas opadu jest więc dwa i więcej razy dłuższy od czasu odpływu. Natomiast istnieje, i zawsze pozostanie prawdziwy fakt, że im dorzecze większe, tem przeciętne natężenie deszczu w tem dorzeczu mniejsze, relacja $\frac{1}{\sqrt[6]{F}}$ przedstawia za-

tem to tylko prawo dla stosunków opadów w Lwowa. Przez założenie E-ciu ombrometrów rozrzuconych w całym obszarze zlewni, można było fakt ten zawsze konsekwentnie stwierdzić. Im było mniejsze natężenie deszczu, tem bardziej jednostajnym był jego rozkład i tem większy obszar dorzecza, jaki deszcz obejmował.

Wymiary liczono jak w Warszawie

wzorem Lindleya: $V = 63.25 \sqrt[1.3]{J} \cdot \sqrt[1.44]{n}$ t. j.

dla $n = 0.00025$ we wzorze $J = K \frac{V^{1.8}}{R^{1.25}}$ Wzór ten daje wymiar od Kuttera; wygodny jest dlatego, że da się przedstawić we fun-

cyi logarytmicznej t. j. na papierze o podziałce log. wykreślić w liniach prostych.

Obszar objęty projektem kanalizacji wynosi 2580 ha z przypuszczalnym przyszłym zaludnieniem głów 415.000. (obecnie około 180.000). Wody zużyte oraz deszczowe do 4-krotnego rozcieńczenia będą oczyszczone na osadnikach piasku, kołach Geigerowskich i namulnikach. Osadniki piasku w zwykły sposób projektowane jako zagłębienia w dnie, z których elewatorami będzie piasek wyczerpany; koła Geigerowskie składają się ze systemu siatek o otworach 3 m/m, które umieszczone na dole otrzymują wraz z nim ruch przeciw kierunkowi płynięcia wody i zbierać będą na sobie unoszone wodą zanieczyszczenia. Zanieczyszczenia te są automatycznie szczotkami zrzucane na wstęgi transportowe, skąd, również automatycznie, na wózki kolejki. Poza każdym z 4-ech kół leży namulnik wykonany jako basen 40 m długi, 6.0 m szeroki z 4-ma zagłębieniami, w których leżą wyloty rur namulowych. Chyżość przepływu normalna będzie wynosiła w basenach 10—15 m/m. wzrośnie przy wodzie burzowej do max. 44 m/m. Czas zatrzymania się wody w basenie wyniesie 1 1' 9" do 43' 31" w czasie burzy spadnie do min. 15' 4". Na razie wykonane będą dwa koła i dwa baseny w miarę potrzeby dalsze dwa będą uzupełniane. Woda wychodząca z oczyszczalni przejdzie dwoma syfonami popod Pełtew w główny kanał irygacyjny doliny Pełtwi.

Nakoniec należy powiedzieć słów parę o materyale w jakim przyjdzie kanały zakładać. Na ogół materyał nie jest korzystnym. Książę ruski obrał Lwów jako swoją siedzibę ze względu na niedostępne położenie jego wśród borów i moczarów. Lwów ruski leżał na opoczystym stoku Wysokiego Zamku; Lwów niemiecki, forteca warowana murami i wałami na wzgórku, również opoczystym, leżącym między potoczkiem, ulicy obecnie Skarbkowskiej a Wałowej. Z wyjątkiem strony północno-wschodniej, obecnego wzgórza ul. Kurkowej oraz kościoła Karmelitów, poza murami miasta rozciągały się dookoła

bagna. Bagna i stawy z czasem zamulone, zasypane śmieciami i gruzem stały się terenem, na którym zabudował się obecny nowy Lwów. Wskutek tego w ul. Słonecznej, Rzeźnickiej i pl. Zbożowym w głębokości 2—4 m znachodzi się 2—4 m grubego pokład torfu. Na pl. Gołuchowskim, ul. Hetmańskiej na 6-ciu metrach jest wciąż jeszcze sławarka, opoka znachodzi się tu dopiero w około 10-ciu m.

Tak przedstawiają się warunki fundowania w bliskości śródmieścia; na przedmieściach te części które leżą w silnych stokach mają opokę zwykle tuż pod powierzchnią terenu, zaś płaskowzgórze na granicy dorzecza Wereszycy oraz nizina Pełtwi poniżej plantu kolejpaństwowej składa się z kilkumetrowej warstwy piasku, niestęchanie miążskiego, leżącego na opoce. Niestety tak w dolinie Pełtwi jak i na wyżynach piasek jest zupełnie przepojony wodą, w dołach fundamentowych przedstawia się zatem jako piasek płynny. Fundowanie będzie tu więc również uciążliwe, gdyż zachodzi obawa wypompowywania z wodą i piasku, za czem musiałyby nastąpić zarysowania się i uszkodzenia sąsiednich domów. Proponowaniem jest więc w piaskach płynnych obniżenie wody gruntowej zapomocą szeregu studzien rurowych 10 m/m. zakładanych wzdłuż wykopu, złączonych ze sobą rurą ssącą i pompą centryfugalną. Otworów musi przyjść tak wiele, aby chyżość dopływu wody do nich był mniejszą, niż chyżość unoszenia piasku przez wodę, depresja przy pompowaniu taka, aby wykop był bez wody.

Cała sieć kanałowa, projektowana obecnie wynosi 137.684 mb w czem mieści się starych kanałów . . .	21.594 mb	15.68%
przekrojów rur. . .	58.479 „	42.40%
„ eliptycz. . .	51.290 „	37.28%
„ złożonych . . .	4.029 „	2.96%
„ gruszkow. . .	2.290 „	1.66%
	137.684 „	99.98%

Koszt ogólny obliczony jest na okragło 10 mil. K.

Lwów, w czerwcu 1910 r.