

# Ochrona miasta przed wodami opadowymi na przykładzie pierwszego rozwiązania gdańskiego

Prof. dr hab. inż. Ziemowit Suligowski

Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Historyczne centrum miasta Gdańska jest zlokalizowane na stożku nasypowym w ujściu Wisły. Powstanie miasta na obszarze Żuław Wiślanych<sup>1</sup> było związane z koniecznością prowadzenia prac melioracyjnych [1], co w pewnym stopniu tłumaczy pojawienie się go w X wieku od razu jako znaczącego ośrodka. Postępujący od XIV wieku rozwój gdańskiego systemu infrastruktury może stanowić przykład z jednej strony systemu zrównoważonego, z drugiej jednak narastanie potrzeb wymagało daleko idących modernizacji w miarę rozwoju układu osadniczego.

## PIERWOTNE ROZWIĄZANIE GDAŃSKIEJ INFRASTRUKTURY WODNO-KANALIZACYJNEJ

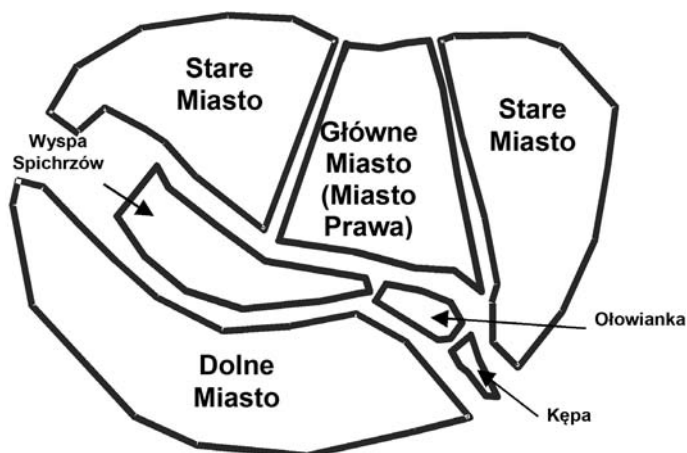
Pierwotna infrastruktura wodociągowo-kanalizacyjna pojawiła się w Gdańsku w II połowie XIV wieku i pozostawała przy pewnych modyfikacjach w eksploatacji przez sześć kolejnych stuleci. Powstanie nowoczesnego miasta jest w znacznym stopniu związane z zajęciem go w XIV wieku przez Zakon Krzyżacki, gdy stworzono formalne podstawy do powstania obecnego układu przestrzennego jego części historycznej (rys. 1). W skład miasta wchodziła ponadto dzielnica Młode Miasto (część północno-zachodnia obecnej dzielnicy Stare Miasto), jednak była ona szczególnie dokładnie wyburzona po 1454 roku. Jako początek powstania pierwszej miejskiej infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej w Gdańsku przyjmuje się lata 1348-1354 [3].

Wraz z powstaniem nowych dzielnic rozpoczął się proces zmian systemu wodnego w mieście, trwający aż do XVII wieku, gdy liczba mieszkańców sięgnęła ponad 77 tys. (1650 rok), w krótkim czasie zmniejszając się jednak do około 53 tys. (1675 rok). Ostatecznie układ przestrzenny ze względnie niewielkimi zmianami przetrwał aż do przełomu XIX i XX wieku, gdy rozebrano fortyfikacje. Równocześnie ukształtował się charakterystyczny układ cieków<sup>2</sup>. Pierwotna infrastruktura wodno-kanalizacyjna Gdańska obejmowała:

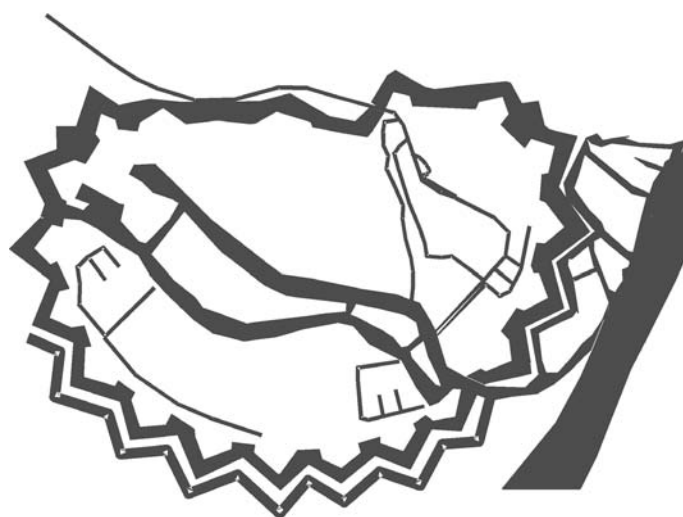
- ciśnieniową sieć wodociągową (rury drewniane) dostarczającą wodę rzeczną do studni publicznych (początkowo pod wpływem różnicy wysokości pomiędzy ujęciem a obszarem miejskim, później, od początku XVI wieku korzystano z pompy tłokowej – Wasserkunst),
- grawitacyjną sieć wodociągową (drewniane koryta kryte dylami) dostarczającą wodę rzeczną do warsztatów,
- grawitacyjną sieć kanalizacji sanitarnej (drewniane koryta kryte dylami) odprowadzającą ścieki do najbliższych cieków,
- grawitacyjną kanalizację deszczową (otwarte brukowane koryta) odprowadzającą spływ do najbliższych cieków.

<sup>1</sup> Według niektórych opinii jest to wtórna lokalizacja – pierwotne miasto miało znajdować się na wyżej położonym terenie, gdzieś w okolicach obecnej dzielnicy Święty Wojciech.

<sup>2</sup> Wytworzył się wówczas stan charakterystycznej równowagi zaburzonej dopiero na przełomie XIX i XX wieku.



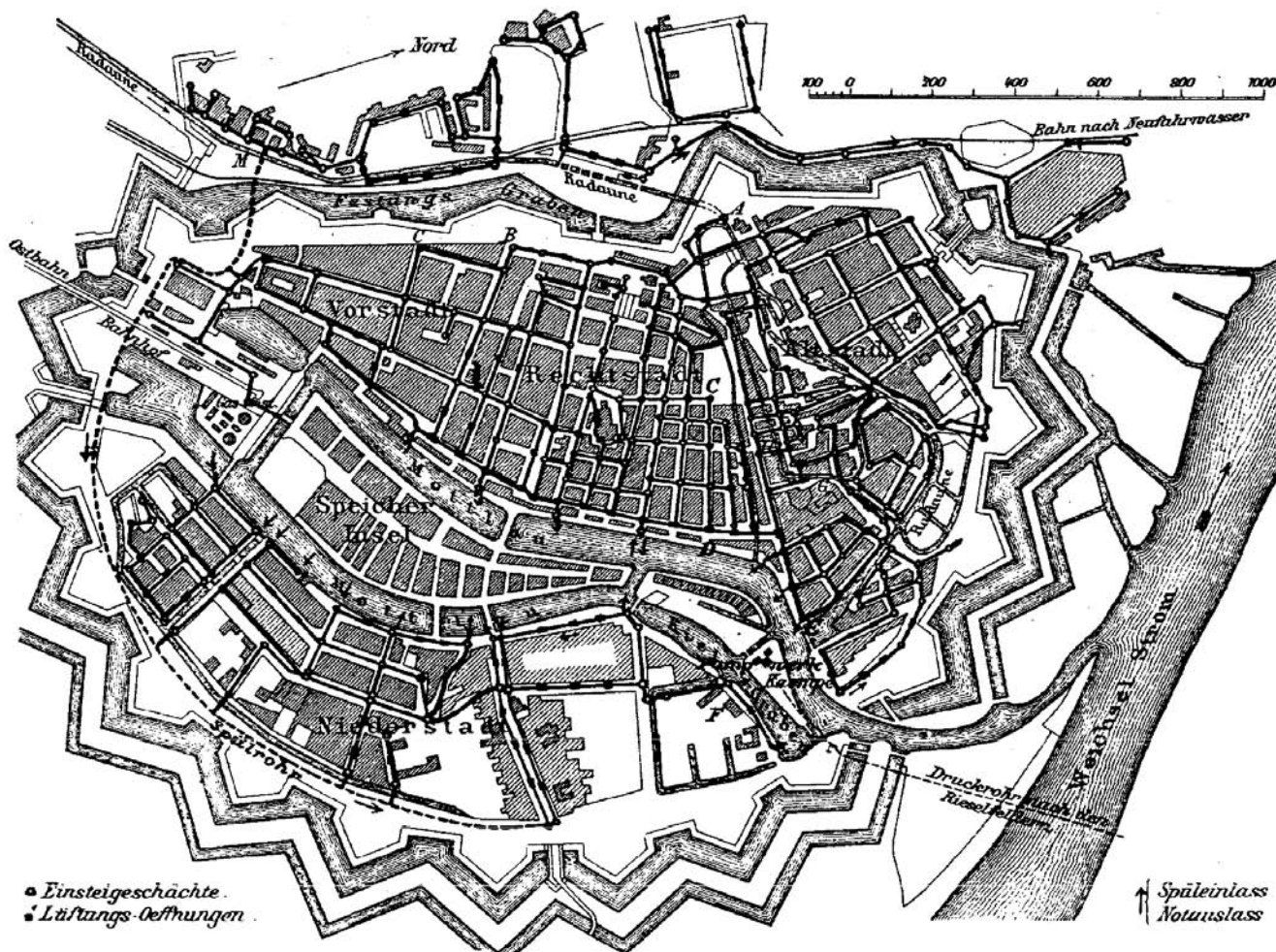
Rys. 1. Główne dzielnice historycznego obszaru miasta Gdańska



Rys. 2. Układ cieków na terenie historycznego Gdańska, stan z połowy XIX wieku

Taki układ przy pewnych zmianach (przede wszystkim polegających na wroście liczby publicznych punktów czerpania wody oraz jej doprowadzaniu na teren poszczególnych posesji) przetrwał aż do II połowy XIX wieku. Powstanie pierwszego współczesnego gdańskiego systemu infrastruktury rozpoczęło się wiosną 1863 roku, gdy przystąpiono do realizacji prac przedprojektowych [2, 4, 5]. Program zrealizowano w latach 1869-1872, przy czym:

- cała ludność obszaru miejskiego (rys. 3) korzystała z dostaw bezpiecznej wody,
- do kanalizacji ogólnospławnej przyłączono wszystkie posesje,
- ścieki były oczyszczane (pola irygacyjne).



748. Entwässerungsnetz der Stadt Danzig.

Rys. 3. Obszar Gdańska objęty pierwszą współczesną infrastrukturą wodociągowo-kanalizacyjną, np. [2]

### MIEJSCA ZAGOSPODAROWANIA WÓD OPADOWYCH W PIERWSZYM WSPÓŁCZESNYM ROZWIĄZANIU GDAŃSKIM

Zdarzeniem, które w znacznym stopniu zaciążyło na pierwszym rozwiązaniu systemowym gdańskiej kanalizacji były obserwowane cofki wody w rzece Motławie oraz powtarzające się w I połowie XIX wieku opady nawalne (nawet ponad 70 mm w okresie doby). Na murach poszczególnych budynków zachowały się oznaczenia maksymalnych spiętrzeń wody, podtopiona była wówczas nie tylko Wyspa Spichrzów, ale też np. część Długiego Targu. Ostatecznie miasto jako twierdza pozostawało jeszcze zamknięte w systemie fortyfikacji, ówczesne ujście Wisły znajdowało się w innym położeniu (rys. 4), rzeka nie była jeszcze „martwą” (rys. 3), a cofki odszormowe były rzeczą normalną<sup>3</sup>. Ponadto orientowano się na rozwój miasta w kierunku południowym (Orunia) oraz południowo-zachodnim (Kartuzy)<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Obecnie jako zjawisko krytyczne ocenia się powódź pochodząca od niezwykle rzadko występującego sztormu z kierunku wschodniego. Jednocześnie jednak, co jakiś czas, pojawiają się spiętrzenia wody w Motławie prowadzące do podtapiania niskich kondygnacji poszczególnych budynków (np. Bramy Zielonej).

<sup>4</sup> Jedną z konsekwencji likwidacji twierdzy stało się uaktywnienie kierunku zachodniego (Wrzeszcz – Oliwa), co powodowało poważne zmiany w zakresie infrastruktury kanalizacyjnej [2, 4].

Ostatecznie, projektując (Eduard Wiebe – około 1863 roku, konsultant Baldwin Latham) pierwszą kanalizację Gdańska, zasięg sieci ograniczono do ówczesnego obszaru miejskiego (twierdza z przedmieściem Zaroślak) z wyłączeniem mniej wartościowych wówczas terenów do jakich zaliczono Wyspę Spichrzów (rys. 1 i 3). Założono kanalizację funkcjonującą w systemie ogólnospławnym, jednak z ograniczeniem kanalizowania wód opadowych, zachowując starsze odwodnienia brukowanymi korytami<sup>5</sup>. Efektem tego było poważne ograniczenie średnic kanałów zbierających (rys. 5) o ogólnej długości niespełna 39 km<sup>6</sup>. Ścieki przepływały do głównych kolektorów.

Zaprojektowano również główne kolektory jajowe murowane o wymiarach 102/153 mm (a więc z zachowaniem nadal aktualnej proporcji 1:1,5):

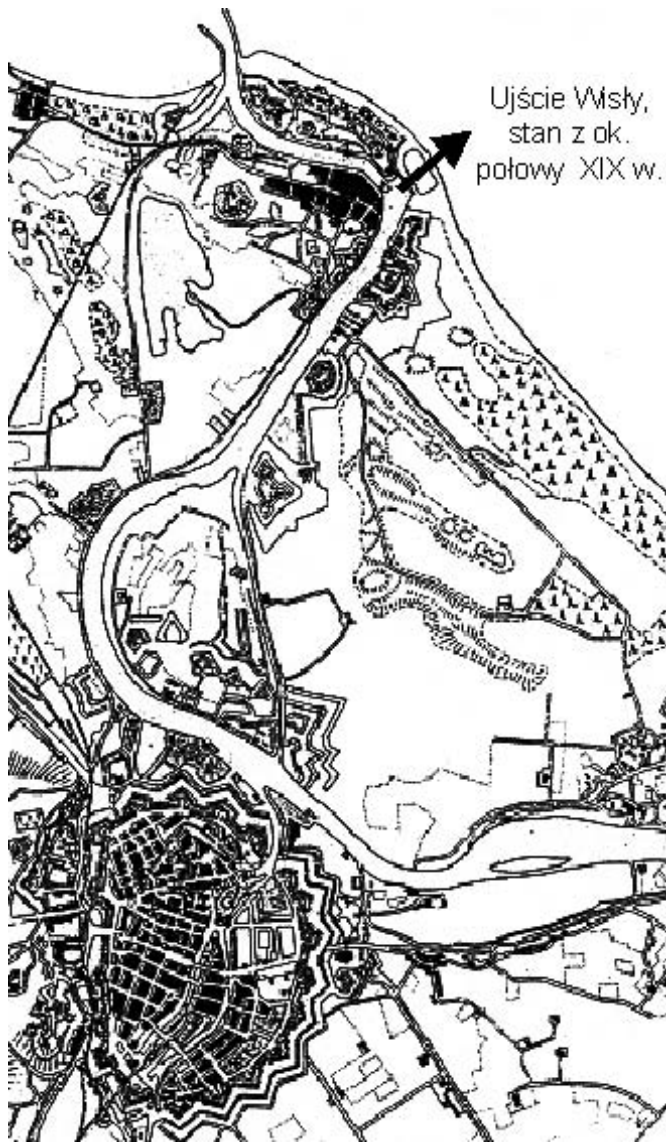
- dla Głównego Miasta i Starego Przedmieścia o długości 2,5 km,
- dla Dolnego Miasta o długości 2,2 km,
- dla Starego Miasta o długości ponad 1 km.

Kolektory rozmieszczone wzdłuż rzeki Motławie zaopatrzone w oryginalnie rozwiązane przelewy burzowe [5]:

<sup>5</sup> Niektóre z nich zachowały się do obecnych czasów.

<sup>6</sup> Pozwoliło to na przyłączenie do systemu wszystkich budynków na przedmiotowym obszarze – wykonano 3887 przykanalików.





Rys. 4. Gdańsk i ujście Wisły, stan z połowy XIX wieku

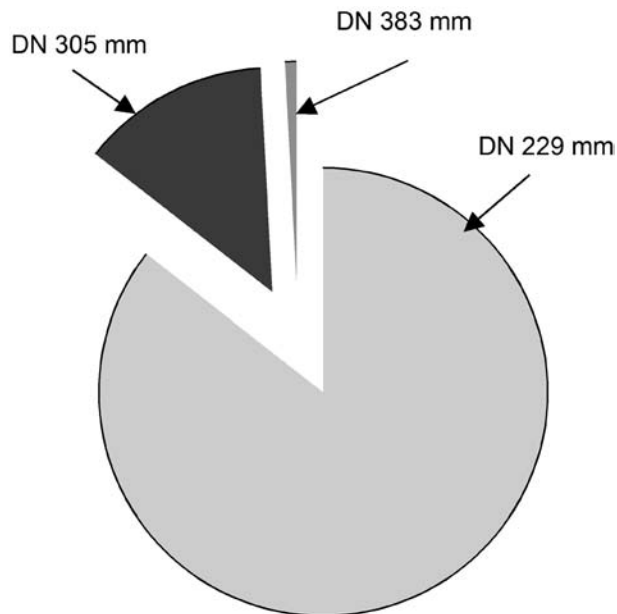
- otwarcie przelewu następowało po całkowitym napełnieniu kolektora,
- klapy z systemem przeciwwag, po których otwarciu uruchamiał się przelew,
- klapy zamontowano 1 1/2 stopy<sup>7</sup> powyżej dna kanału zbiorczego tak, aby nie mogły przez nie wypływać ścieki sanitarne (rys. 6).

Przyjęte rozwiązanie pozwoliło z jednej strony ograniczyć liczbę zrzutów, z drugiej zapewniało skuteczne usunięcie nadwyżek przepływu.

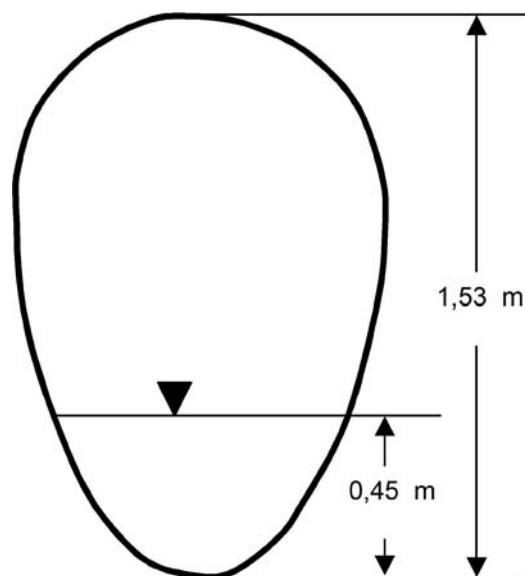
Ścieki z kolektorów służyły syfonami pod odnogami koryta Motławy do ówczesnej wyspy Kępa<sup>8</sup>. Znajdowała się na niej przepompownia ścieków przetłaczająca odpływ do oczyszczalni (pola irygacyjne dzielnica Stogi, rejon przyległy do obecnego Portu Północnego).

<sup>7</sup> Około 0,45 m.

<sup>8</sup> Obecnie fragment wyspy Ołowianka. Interesujące, że aktualność tej lokalizacji potwierdziła się przez okres niemal 150 lat – obecnie znajdująca się nadal na tym samym miejscu przepompownia pozostaje jednym z najważniejszych węzłów gdańskiej kanalizacji (odbiór ścieków z Sopotu, Oliwy, Wrzeszcza i centrum miasta).



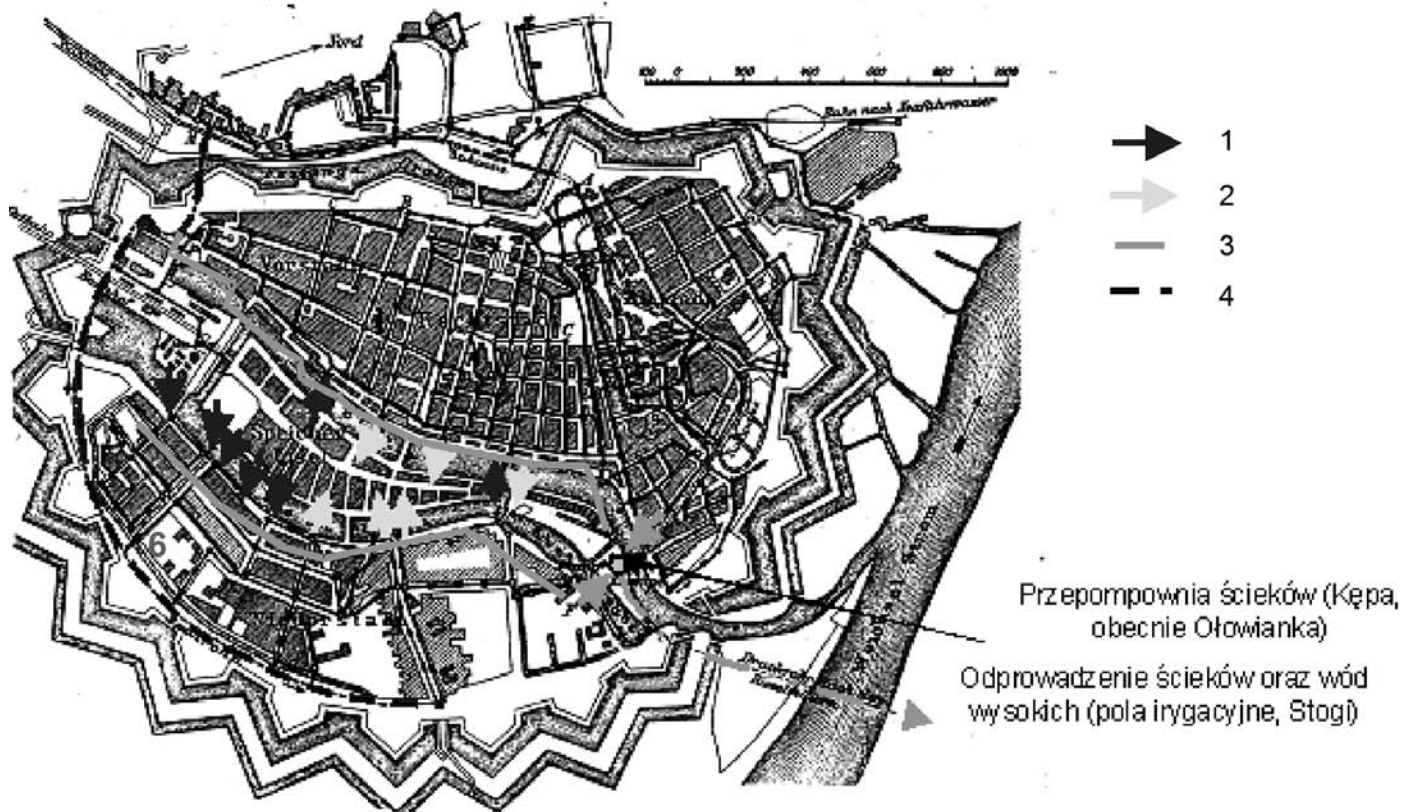
Rys. 5. Struktura średnic pierwszych gdańskich (kamionkowych) kanałów ogólnospławnych, np. [5]



Rys. 6. Proporcje napełnienia betonowych kanałów zbiorczych w pierwszym gdańskim systemie

## OCHRONA MIASTA PRZED POWODZIĄ

Podstawowy spływ wód opadowych przechodził wraz ze ściekami przez przepompownię ścieków. W sytuacji zagrożenia powtarzającymi się zalaniem na skutek spiętrzenia wody w Motławie zdecydowano się wykonać w nabrzeżach odpowiednio wysoko położone otwory wlotowe. Przy wysokich stanach rzeki przeciwwagi powodowały ich otwarcie, a nadmiar wody trafiał do przepompowni ścieków i był również przetłaczany na pola irygacyjne. Sytuacja ta wymagała takiego rozwiązania przepompowni, aby mogła ona skutecznie funkcjonować przy bardzo różnych przepływach. Stosowane wówczas pompy tłokowe pozwalały uzyskać równocześnie potrzebną elastyczność rozwiązania, jak też jego niezawodność.



Rys. 7. Lokalizacja głównych kolektorów wzdłuż brzegów Motławy

1 – otwory wlotowe wód wysokich, 2 – otwory przelewowe, 3 – główne kolektory wzdłuż Motławy, 4 – rurociąg doprowadzający wodę rzeczną do płukania kanałów ogólnospławnych Dolnego Miasta w okresach bezdeszczowych, 5 – obszar Starego Przedmieścia, 6 – obszar Dolnego Miasta

Ostatecznie w gdańskim obiekcie zastosowano rzadko spotykany w praktyce układ dwóch podwójnych pomp tłokowych napędzanych parą z kotłowni. Straty ciśnienia w przewodzie tłocznym wahały się w granicach od około 6,4 do około 12,3 m. Średnica każdej z pomp wynosiła 0,51 m, posuw tłoka 1,07 m. Przy wydajności od 60 do 520 l/s uzyskiwano wysokość podnoszenia około 12,5 m, co pozwalało wypełniać postawione przed nimi zadania. Praktyka potwierdziła zarówno bardzo duże możliwości pomp tłokowych, jak też wyjątkową jakość dziewiętnastowiecznego rzemiosła. Kłopoty rozpoczęły się w okresie powojennym, z chwilą likwidacji pomp tłokowych i wiele lat po pierwszej przebudowie oraz kolejnych zmianach nadal „coś nie gra”.

Potrzebna moc maszyny parowej wynosiła  $6 \div 40$  KM ( $4,5 \div 30$  kW). Zastosowano 2 maszyny parowe o mocy 35 KM (nieco ponad 26 kW) każda, co pozwalało uzyskać maksymalną moc 40 KM (30 kW). Obecność maszyny rezerwowej umożliwiała okresowo znacznie powiększyć moc do potrzeb wynikających z sumarycznego przepływu ścieków sanitarnych, wód opadowych i wód spiętrzeniowych. Jako paliwo użyto węgiel kamienny, w późniejszych obiektach wykorzystywano gaz świetlny, względnie fermentacyjny. Obok kotłowni wybudowano zachowany do dziś charakterystyczny komin. W budynku kotłowni zainstalowano 2 kotły kornwalijskie, każdy z nich miał po 2 rury płomienicowe i po 2 rury płomienicowe poprzeczne (system Galowaya). W celu zapewnienia normalnej pracy pompowni czynny był tylko 1 kocioł. Ostatecznie przyjęte rozwiązanie pozwalało na:

- odprowadzenie ścieków sanitarnych w okresach suchych,
- odprowadzenie ścieków mieszanych w okresach deszczowych,
- przetłaczanie dodatkowego przepływu wynikającego z podwyższonych stanów Motławy.

## PODSUMOWANIE

W pierwotnym rozwiązaniu współczesnej kanalizacji uwzględniono kompleksowo zagadnienia melioracji miejskich w ramach ówczesnego obszaru zabudowy zwartej. Stan ten trwał aż do ostatniej dekady XIX wieku, gdy przystąpiono do likwidacji systemu miejskich fortyfikacji. Zasypanie przy okazji pozornie mało ważnego kanału na Dolnym Mieście (rejon obecnej ul. Łąkowej) doprowadziło (około 1900 roku) do pierwszych podtopień sąsiadującego rejonu. Z kolei doprowadzenie do częściowej dewastacji śluzy regulującej przepływ w fosach i przebudowa kanalizacji ogólnospławnej na rozdzielczą (lata sześćdziesiąte XX wieku) skutkowały uaktywnieniem się po około 600 latach starorzeczka Motławy i podtopieniami na obszarze Starego Przedmieścia (rejon obecnego Placu Wałowego).

Pierwotny zrównoważony system zagospodarowania wód opadowych przestał być aktualny w sytuacji, gdy zmieniły się warunki, dla których go stworzono. W późniejszym okresie nie zawsze starano się utrzymać wcześniejsze standardy. Szczególną cezurą stała się II wojna światowa, gdy spłonął budynek



gdańskiej „Kanalizacji”<sup>9</sup>, w tym mapy inwentaryzacyjne sieci. Z biegiem lat nikt już nie pamiętał o istnieniu i przeznaczeniu otworów w nabrzeżach. Stąd pojawiały się przy różnych okazjach (zwłaszcza przy wysokim stanie wód względnie wysokim opadzie) rozmaite „niespodzianki”.

Nie była chyba najszcześliwszym pomysłem separacja kanalizacji starego obszaru miejskiego – na obszarach nowo urbanizowanych od około 1900 roku stosowano od razu kanalizację rozdzielczą. Przede wszystkim system ogólnospławny był zaprojektowany bardzo oszczędnie. Przebudowa była nie tylko bardzo kosztowna, ale również niekonieczna w pełni skuteczna – bardzo łatwo zapomina się o potrzebie równoczesnego zagospodarowania spływu wód opadowych. Nadal, np. niektóre wpusty deszczowe na terenie historycznym przyłączone są do obecnych kanałów sanitarnych, co jest w lecie mocno wyczuwalne. Niektóre środowiska próbują forsować transformacje systemowe kanalizacji, nie biorąc pod uwagę realiów techniczno-ekonomicznych<sup>10</sup>. Ostatecznie forsowanie siłowe między innymi takich koncepcji stało się jedną z przyczyn zaniedbań w zakresie oczyszczania ścieków.

Trudno jednak mieć po 150 latach pretensję do autorów pierwotnej koncepcji, iż nie odpowiada ona współczesnym warunkom. Nawet najlepsze rozwiązanie przestaje być aktualne w istotnie zmienionych warunkach urbanistycznych, a naszym zadaniem powinno być niedopuszczenie do jego zestarzenia się. Obecny gdański system melioracji miejskich to już jest zupełnie inna system – przede wszystkim w wyniku urbanizacji obejmuje on zasadniczo inny obszar. Warunki, na którym funkcjonuje

<sup>9</sup> Na początku wieku separacja organizacyjna początkowo wspólnych struktur „Wodociągów” i „Kanalizacji” była w Gdańsku wymuszona prawnie.

<sup>10</sup> Oczywiście nie chodzi tu o kwestionowanie planowego „odciążania” kanalizacji ogólnospławnej od spływu wód opadowych, a więc tworzenia kanalizacji ulepszonej zgodnie z zasadami ATV A105 (Wahl des Entwässerungssystems. ATV Regelwerk Abwasser – Abfall, ATV Hennef 1997).

miasto, zmieniają się ekstremalnie – przy generalnie liniowym układzie aglomeracji występują sytuacje skrajne – od wysoczyzny aż po typowe tereny depresyjne. Różnice rzędnych terenu w mieście to praktycznie rząd 200 m.; są to wartości charakterystyczne w obszarach górskich. W efekcie konieczna stała się współpraca pomiędzy bardzo różnymi elementami, kanalizacja deszczowa stanowi tylko jeden (aczkolwiek ważny) z elementów systemu.

Ostatecznie zbyt długie i sztywne trzymanie się jakiejś koncepcji może stać się anachronizmem. Każde rozwiązanie wymaga zawsze modyfikacji, nie jest sztuką tworzenie czegoś od nowa, ale dbanie o zachowanie sprawności posiadanego majątku i unikanie doprowadzania do sytuacji progowych. Na przykładzie historii gdańskiego systemu widać, jak łatwo nawet pozornie niewielkie zmiany w układzie urbanizacyjnym mogą prowadzić do zachwiania równowagi wcześniej sprawnego systemu.

## LITERATURA

1. Gdańsk jego dzieje i kultura. Praca zbiorowa pod red. F. Mamuszki, Arkady, Warszawa 1969.
2. Genzmer E.: Die Entwässerung der Städte. [W:] Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Dritter Teil: Der Wasserbau. Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig 1924.
3. Piekarski M.: Zarys dziejów wodociągów miejskich w Polsce przedrozbiorowej. Wydawnictwo Polskiego Instytutu Wodociągowo-Kanalizacyjnego t. I, z. 1, Warszawa 1932.
4. Salomon H.: Die städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland. T. 1 ÷ 3. Gustav Fischer Verlag, Jena 1907; pierwszy suplement Jena 1911.
5. Wiebe F.: Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Danzig. Ernst und Korn Verlag, Berlin 1865.