

Edward Wł. Mielcarzewicz

O MOŻLIWOŚCIACH UNOWOCZEŚNIENIA SYSTEMÓW KANALIZACYJNYCH

Za nowoczesne można uznać takie metody, konstrukcje, materiały, czy technologie, które lepiej od dotychczasowych spełniają swoje zadania, są kapitało- i energooszczędne, mniej pracochłonne lub wymagają krótszego czasu realizacji [6]. Przedstawione w dalszym ciągu rozważania będą nawiązywały do przytoczonej definicji bądź jej fragmentów.

Naczelnym zadaniem systemu kanalizacyjnego jest:

- hydrauliczne spławianie zanieczyszczeń pochodzących od użytkowników kanalizacji, w sposób nie zagrażający zdrowiu ludzi i zwierząt oraz środowisku przyrodniczemu, a także trwałości i niezawodności działania elementów składowych systemu,
- odpowiednie unieszkodliwianie zanieczyszczeń spławianych ściekami, przed skierowaniem ich do odbiornika.

Podstawą wymiarowania i rozwiązań konstrukcyjnych wszystkich elementów systemu kanalizacyjnego jest natężenie odpływu i jakość ścieków. Tym właśnie parametrom należy poświęcać maksimum uwagi, gdyż decydują bezpośrednio o racjonalności, a tym samym i nowoczesności systemu.

Odpływ ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych jest pochodną zużycia wody i zazwyczaj przekracza znacznie odpływ wystarczający do spławiania zanieczyszczeń mechanicznych. To uzasadnia celowość ciągłych poszukiwań sposobów zmniejszenia odpływu ścieków, a tym samym obniżenia kosztów budowy i eksploatacji systemu kanalizacyjnego, włącznie z oczyszczalnią ścieków. Zmniejszenie odpływu ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych można osiągnąć przez:

- zmniejszenie zużycia wody przez użytkowników systemu kanalizacyjnego, dzięki racjonalnemu jej wykorzystaniu,
- szeregowe, wielokrotne wykorzystanie wody dostarczanej użytkownikom systemu,
- hermetyzację modelu gospodarki wodno-ściekowej zakładów przemysłowych.

Na temat racjonalizacji wykorzystania zasobów wody, a tym samym ograniczenia jej zużycia napisano już wiele, a nawet problemowi temu poświęcono specjalne sympozjum w Białymstoku (1984 r.). Niestety, jak dotąd nie zrobiono w tej sprawie nic lub prawie nic. Spośród czynników przyczyniających się do nadmiernego poboru wody, a tym samym i nadmiernego odpływu ścieków, należy wymienić przede

wszystkim przecieki wody do kanalizacji przez nieszczelną lub niesprawną armaturę czerpalną. Przecieki te wg różnych autorów wynoszą w Polsce od 20% do 50% ilości pobieranej wody [1, 13] a ich źródłem są głównie niesprawne spłuczki ustępowe i zawory (często pozbawione uszczeltek). Ograniczenie tych przecieków można osiągnąć bezinwestycyjnie, stosując dobrą armaturę i uszczelki z trwałego materiału. Istotna jest również często nadmierna wysokość ciśnienia w sieci ulicznej, a tym samym i w sieci wewnętrznej. Nadmierna wysokość ciśnienia powoduje zarówno wzrost zużycia wody jak i wzrost przecieków do kanalizacji. Szacuje się, że utrzymywanie w ulicznej sieci wodociągowej wysokości ciśnienia około 60 m H₂O powoduje zwiększenie poboru wody od 20% (w budynkach wielopiętrowych) do 40% (w budynkach parterowych) w stosunku do zapotrzebowania. Zmniejszenie wysokości ciśnienia w wodociągowych instalacjach wewnętrznych, a tym samym znaczne ograniczenie odpływu ścieków, można osiągnąć przez odpowiednie strefowanie systemu dystrybucji wody [7], stosowanie reduktorów ciśnienia, a w pewnym zakresie również przez kryzowanie poszczególnych przyłączy mieszkań lub zespołów urządzeń czerpalnych, w końcu przez stosowanie wodooszczędnych przyborów czerpalnych (np. wyposażonych w perlatory). Zabiegi te mogą spowodować w poszczególnych wypadkach obniżenie zapotrzebowania na wodę, a tym samym zmniejszenie odpływu ścieków nawet o 30—50%. Dalsze zmniejszenie odpływu ścieków można osiągnąć poprzez wprowadzenie wodooszczędnych modeli gospodarki wodnej w obrębie poszczególnych budynków, osiedli, zakładów przemysłowych lub całych aglomeracji miejsko-przemysłowych. Do takich modeli należy szeregowe wykorzystanie wody przez dwóch lub więcej użytkowników, stosowanie obiegów zamkniętych (z niewielkim uzupełnianiem wodą świeżą w miejsce strat bezzwrotnych oraz usuwanych ścieków, powstających z odmulania obiegów) [5] oraz stosowanie rozdzielczych systemów zaopatrzenia w wodę [8]. Szeregowe wykorzystanie wody, stosowane jak dotąd w przemyśle, bywa wprowadzane nawet do gospodarstw domowych. Woda użyta do celów higienicznych po odpowiednim (lokalnym) podczyszczeniu kierowana jest do spłukiwania ubikacji. Rozwiązanie to gwarantuje zmniejszenie odpływu ścieków do kanalizacji o około 30%, wymaga jednak specjalnie przystosowanej instalacji, zbiornika wyrównawczego, pompy i urządzenia do podczyszczania ścieków przed ich po-

wtórny użyciem. Wprowadzenie na szerszą skalę powyższych sposobów ograniczenia zapotrzebowania na wodę, może doprowadzić do bardzo wydatnego zmniejszenia odpływu ścieków z miast i aglomeracji miejsko-przemysłowych, przekraczającego w skrajnych przypadkach nawet 50% obecnego odpływu. Pociągnie to za sobą znaczne obniżenie kosztów budowy i eksploatacji systemu usuwania i unieszkodliwiania ścieków, zmniejszenie zużycia materiałów i energii, a także ułatwi ochronę wód odbiorników przed zanieczyszczeniem.

Kolejnym zadaniem do rozwiązania jest modyfikacja współcześnie stosowanej metodyki wymiarowania przewodów i obiektów kanalizacji bytowo-gospodarczej. Dotychczas nie uwzględnia się w niej zależności natężenia odpływu ścieków od czasu jego trwania i prawdopodobieństwa występowania. Przyjmuje się, że czas trwania odpływu miarodajnego (maksymalnego) wynosi jedną godzinę, niezależnie od wielkości zlewni, długości kanału i czasu przepływu, a także nie uwzględnia się retencji sieci kanalizacyjnej. Badania przeprowadzone na terenie Wrocławia wykazały istotny wpływ wspomnianych czynników na maksymalne natężenie odpływu ścieków [9, 14]. Wynika z nich, że przewody krótkie należałoby wymiarować na maksymalne natężenia przepływu (o krótszym niż 60 minut czasie trwania i stosunkowo dużym prawdopodobieństwie), natomiast kanały o znacznej długości, w których czas przepływu i retencji przekracza 60 minut, na natężenia odpowiednio mniejsze i o mniejszym prawdopodobieństwie pojawiania się. Konieczne jest zatem podjęcie nowelizacji obowiązujących zasad projektowania przewodów sieci kanalizacji bytowo-gospodarczej, a także pompowni i oczyszczalni ścieków. Aby stworzyć podstawy naukowe do takiej nowelizacji istnieje pilna potrzeba przeprowadzenia odpowiednich badań na terenie kilkunastu miast o różnym charakterze.

Nieco inny problem stanowi metodyka wymiarowania sieci i obiektów kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej. W ostatnich latach pojawiło się szereg bardzo interesujących prac prezentujących nowe lub unowocześnione (bardziej adekwatne do warunków rzeczywistych) metody określania tzw. miarodajnych natężeń przepływów ścieków deszczowych. Zasadniczo prace te idą w dwóch kierunkach: pierwszy odnosi się do konstruowania i wykorzystywania hydrogramów przepływu ścieków [2, 10, 12], natomiast drugi do udoskonalania powszechnie stosowanej metody granicznych natężeń [4, 11]. Badania pluwiogramów deszczów występujących w Raciborzu wykazały, że maksymalne natężenia deszczów występują w początkowej ich fazie tj. po kilkunastu minutach od chwili rozpoczęcia [2]. Potwierdziły to również badania prowadzone we Wrocławiu z tym, że tutaj maksymalne natężenia deszczów pojawiały się po 30—40 minutach od chwili rozpoczęcia i często były poprzedzone kilkunastominutowym tzw. „przeddeszczem” o bardzo małym natężeniu [3]. Hydrogramy odpływu ścieków z

kollektorów deszczowych Wrocławia były odpowiednio przesunięte w czasie, a wartości maksymalnych natężeń odpływu występowały po około 60 minutach od chwili rozpoczęcia deszczu, a około 30—50 minut od chwili rozpoczęcia odpływu. Podobnie do hydrogramów kształtowały się przebiegi polutogramów, przedstawiających odpływ ładunków zanieczyszczeń w funkcji czasu.

Powszechne wprowadzenie hydrogramów do wymiarowania obiektów kanalizacyjnych wymaga dalszych obszernych badań, prowadzonych w kilkunastu miastach Polski o różnym charakterze i dokonania próby uogólnienia uzyskanych wyników. Niestety brak jest zainteresowania tym problemem u odpowiednich decydentów i wobec tego brak jest funduszy na finansowanie takich badań. Z tego względu celowe byłoby na razie zmodyfikowanie stosowanej dotychczas metody granicznych natężeń, która w obecnym kształcie prowadzi do przewymiarowania kanałów, zwłaszcza krótkich. Modyfikacja ta może polegać na wprowadzeniu korekty do czasu trwania deszczu miarodajnego [4]. Wg obowiązujących wytycznych [15] czas ten wynosi:

$$t_m = t_p + t_r + t_k = 1,2 t_p + t_k \quad (1)$$

natomiast wg [4]:

$$t_m = 2 t_p + t_k \quad (2)$$

gdzie:

t_m — czas trwania deszczu miarodajnego, min

t_p — czas przepływu ścieków od początku kanału do badanego przekroju, min

t_r — czas retencji kanałowej (czas napełniania się kanału do głębokości odpowiadającej miarodajnemu natężeniu przepływu), min

t_k — czas koncentracji terenowej, min

Ta bardzo prosta nowelizacja metody przyczyni się do bardziej racjonalnego wymiarowania sieci kanalizacyjnych.

Na koszty budowy systemu kanalizacyjnego istotny wpływ ma zagłębienie sieci, zwłaszcza przy grawitacyjnym odpływie ścieków. Z tego względu wskazane byłoby rozważenie możliwości i warunków spłycenia sieci kanalizacyjnych. Na zagłębienie sieci kanalizacyjnej największy wpływ mają:

- zagłębienia końcówek kanałów
- spadki kanałów
- sposób płukania i czyszczenia kanałów
- koszt budowy pompowni strefowych.

Spłycenie końcówek kanałów do granicy głębokości zamarzania gruntu możliwe jest pod warunkiem odpowiednio małego zagłębienia piwnic budynków, w których istnieją instalacje kanalizacyjne albo przez nieumieszczenie w piwnicach urządzeń wymagających odprowadzania ścieków, a w wypadkach wyjątkowych przez instalowanie automatycznie sterowanych pomp do usuwania ścieków z głębiej położonych pomieszczeń piwnicznych do przykanalika położonego wyżej. Wprowadzając pulsacyjny odpływ ścieków z każdego obiektu, poprzez automatycznie działające dozatory, można dopuścić do zmniejszenia spadków przykanalików, bez pogorszenia procesu ich samopłu-

kania się ściekami. Zmniejszenie minimalnych spadków kanałów zewnętrznych wymagałoby stosowania przewodów o bardzo gładkich powierzchniach ścian (wykładzina z utwardzonych tworzyw sztucznych), dokładnego wykonywania połączeń rur i zachowania spadków zgodnych z projektem. Zejście ze spadkami poniżej zalecanych (minimalnych) wymaga zastosowania automatycznego płukania sieci, najczęściej wodą wodociągową — co podnosi koszty eksploatacji i powoduje wzrost zużycia wody. Innym, ale bardziej kłopotliwym rozwiązaniem jest częste płukanie i czyszczenie sieci urządzeniami samokroczącymi. Dużą rolę w spłyceniu sieci kanalizacyjnej mogą odegrać tanie pompownie strefowe budowane w miejscu, gdzie kanał osiąga głębokość graniczną. Przepompownia podnosi ścieki do końcówki kanału ułożonej z minimalnym zagłębieniem. Na trasie długiego kanału ułożonego na płaskim terenie może wystąpić szeregowo kilka takich pompowni — tym więcej im mniejsze będzie maksymalne zagłębienie kanału.

Pompy o wale poziomym, stosowane obecnie powszechnie w Polsce do podnoszenia ścieków, wymagają budowy dużych i kosztownych podziemnych pompowni, wyposażonych w kraty, a niekiedy i w rozdrabniarki, odpowiedniej (mechanicznej) wentylacji pomieszczeń oraz utrzymania strefy ochrony sanitarnej wokół pompowni. Z tego względu pompownie ścieków są obiektami kosztownymi, a lokalizowanie ich na trasach kanałów przysparza sporo trudności ze względu na ograniczoną ilość miejsca. W tych warunkach optymalne rozwiązanie charakteryzują się małą liczbą pompowni i dużymi zagłębieniami kanałów w miejscu pompowni. Sytuację tę można by było w radykalny sposób zmienić, gdyby podjęto produkcję licencyjną pomp do ścieków z zatapianym silnikiem typu FLYGT, SARLIN lub innych. Pompy te wymagają wielokrotnie mniejszych kubaturowo pompowni, pełniących jednocześnie rolę zbiornika ścieków. Firma SARLIN produkuje nawet prefabrykowane z tworzyw sztucznych pompownie zbiornikowe, które montuje się w trakcie budowy kanału, bez żadnych dodatkowych obiektów. Koszt tego typu pompowni jest wielokrotnie niższy niż obecnie budowanych, podobnie wielokrotnie mniejsza jest ich materiałochłonność, a umieszczenie jej w dowolnym miejscu na trasie kanału nie stwarza żadnych trudności. Wprowadzenie pomp typu FLYGT lub SARLIN do sieciowych pompowni ściekowych, doprowadziłoby w rezultacie do znacznego spłycenia sieci kanalizacyjnych.

Dobrą jakość sieci i obiektów kanalizacyjnych charakteryzują następujące cechy:

- szczelność rur i obiektów oraz ich połączeń
- odporność na korozję od wewnątrz i od zewnątrz
- dobra sprawność hydrauliczna po wieloletniej eksploatacji.

To, czy kanalizacja odpowiada tym warunkom zależy przede wszystkim od jakości i rodzaju materiałów użytych do jej budowy i izolacji, a także od technologii budowy i montażu. W

przeciwieństwie do wielu krajów świata, w Polsce nie obserwuje się w tej dziedzinie zauważalnego postępu technicznego już od kilkudziesięciu lat. Do budowy kanalizacji stosuje się u nas głównie rury kamionkowe kielichowe o średnicach do 500 mm i długości 1000—1500 mm oraz rury betonowe o średnicach do 1500 mm i długości 1000 mm, łączone na zakład. Większe średnice wykonywane są na specjalne zamówienia. W pewnej mierze stosowane są również rury azbestowo-cementowe o średnicach do 400 mm i rury z PCW o średnicy do 300 mm. Połączenia rur kamionkowych uszczelnia się sznurem asfaltowym i masą bitumiczną lub zaprawą cementową, rur betonowych — zaprawą cementową. Połączenia rur z obiektami dokonuje się zazwyczaj zaprawą cementową. Ściany przewodów izolowane są powłokami bitumicznymi, a kinety kanałów są niekiedy wykładane cegłą klinkierową lub płytami kamionkowymi. Mała długość rur kamionkowych i betonowych powoduje bardzo dużą liczbę złącz, które są najczęściej przyczyną infiltracji wód podziemnych do wnętrza kanałów.

Za granicą stosowane są do budowy kanalizacji w znacznie większym stopniu rury azbestowo-cementowe [16], produkowane do średnicy 2000 mm i długości 4,0 i 5,0 m. Produkowane są również trójniki azbestowo-cementowe, prostopadłe i skośne, a także elementy studzienek kontrolnych. Chętnie stosowane są również rury żelbetowe i betonowe, głównie kielichowe, ale także łączone na zakład. Rury, a także wszelkie obiekty sieciowe, są w razie potrzeby wykładane od wewnątrz i od zewnątrz antykorozyjną wykładziną z utwardzonego PCW. Produkowane są zresztą nie tylko rury o przekroju kołowym, ale także o przekroju jajowym, wielokątnym, a dla kanalizacji ogólnospławnej — hełmowym, o śred. do 3,0 m z kinetą na ścieki bytowo-gospodarcze, wykładaną płytami z utwardzonego PCW. Celem zwiększenia przyczepności wykładziny do betonu, te ostatnie mają na powierzchni kontaktu z betonem odpowiednie uzeźbrowania. Zarówno złącza rur azbestowo-cementowych, jak i betonowych, czy też żelbetowych uszczelniane są odpowiednio wyprofilowanymi pierścieniami elastycznymi, zapewniającymi absolutną szczelność połączenia, nawet przy niewielkich przemieszczeniach rur względem siebie. Istnieje wiele typów pierścieni uszczelniających, produkowanych z różnych materiałów przez rozliczne firmy specjalistyczne [16]. Znacznie większe niż u nas, jest za granicą zastosowanie rur z tworzyw sztucznych (głównie z utwardzonego PCW) do budowy kanalizacji. Rury z tych materiałów osiągają średnicę do 2000 mm i długość do 6,0 m. Rury o dużych średnicach mają ścianki faliste o falach prostopadłych do osi podłużnej. Dzięki temu rury te są lekkie, wystarczająco sztywne i wytrzymałe. Sieć kanalizacyjna wykonywana w sposób opisany wyżej charakteryzuje się niezwykle dużą szczelnością, gładkością ścian i odpornością na korozję. Z tego względu konieczne jest jak najszybsze uruchomienie w Polsce produkcji rur i złącz, cha-

rakteryzujących się podobnymi walorami. Wskazane byłoby wprowadzenie tego zagadnienia do Centralnych Programów Badawczo-Rozwojowych, jako jednego z najpilniejszych zadań.

Kolejnym problemem, szczególnie ważnym dla utrzymania w ruchu kanałów wyeksploatowanych i zniszczonych, jest renowacja starych sieci budowanych z cegły lub betonu. Najbardziej rozpowszechnioną u nas metodą renowacji przewodów kanalizacyjnych, zwłaszcza przełączowych i półprzełączowych, jest wykonanie odkrywki kanału, rozbiórka zniszczonego sklepienia i naprawa kinety, a następnie ponowne wykonanie sklepienia z cegły lub betonu (żelbetu) oraz wzmocnienie ścian kanału zastrzykami cementowymi. Bardziej nowoczesne, mniej pracochłonne i wielokrotnie tańsze są powszechne za granicą metody renowacji bezodkrywkowej, polegające na wprowadzeniu do wnętrza istniejącego kanału lub kolektora cienkościennych rur, bądź odcinków rur wykonanych z tworzyw sztucznych, a następnie wypełnienie przestrzeni między wkładką rurową a istniejącą ścianą kanału odpowiednią zaprawą wiążącą [16]. Kanały poddane takiej renowacji mogą pracować przez następnych kilkadziesiąt lat, ich sprawność hydrauliczna praktycznie jest analogiczna jak nowych, gdyż niewielkie zmniejszenie przekroju jest kompensowane znaczną gładkością ścian i zmniejszoną opornością hydrauliczną.

Istotne przedłużenie żywotności i bezawaryjnej pracy przewodów uzbrojenia podziemnego, w tym również kanalizacji, uzyskuje się przez budowę przełączowych kanałów zbiorczych, w których umieszcza się wszelkie przewody. Wobec łatwej dostępności i możliwości ciągłej bezpośrednio wizualnej kontroli stanu technicznego przewodów umieszczonych w kanale zbiorczym, można uniknąć jakichkolwiek awarii, a tym samym zakłóceń w eksploatacji. Jakkolwiek koszt budowy kanałów zbiorczych jest znaczny, to jednak wszelkie naprawy, przeróbki, czyszczenie czy konserwacja sieci i występujących w niej obiektów są wielokrotnie tańsze, nie wymagają rozkopywania ulic, objazdów i innych podobnych uciążliwości. Z tego względu stosowanie takich rozwiązań jest niewątpliwie wyrazem postępu technicznego w dziedzinie infrastruktury miejskiej i przemysłowej.

W Polsce, do niedawna stosowaniu tego typu rozwiązań stały na przeszkodzie przepisy, uniemożliwiające układanie we wspólnej obudowie przewodów gazowych i wodociągowych. Obecnie przepis ten został znowelizowany i nie nie

stoi na przeszkodzie wprowadzania kanałów zbiorczych wszędzie tam, gdzie będzie to technicznie i ekonomicznie uzasadnione.

LITERATURA

1. C. DIMOWSKI, D. DRAGANOW: Wpływ wielkości przecieków wody na dobowy rozkład zużycia wody. Materiały na sympozjum: „Zużycie wody wodociągowej, wielkość, zmienność i racjonalizacja”, Białystok 1984.
2. A. GRUSZECKA: Metodyka wyznaczania pluwioqramów syntetycznych do potrzeb projektowania i analizy systemów odprowadzania ścieków deszczowych. Rozprawa Doktorska, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1983.
3. T. GRUSZECKI, E. WL. MIELCARZEWICZ: Ilościowa i jakościowa charakterystyka odpływu ścieków deszczowych z Wrocławia. Materiały na seminarium „Ścieki deszczowe”, PZITS, Kielce 1983.
4. M. KRAWCZYK: Wpływ retencji kanałowej na działanie i wymiarowanie deszczowej sieci kanalizacyjnej. Rozprawa Doktorska, Politechnika Warszawska, Warszawa 1981.
5. E. WL. MIELCARZEWICZ: Gospodarka wodna i ściekowa w zakładach przemysłowych. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1974.
6. E. WL. MIELCARZEWICZ: O czynnikach kształtujących postęp techniczny w kanalizacji. Ochrona Środowiska, Wyd. PZITS nr 434/5-4 (20-21), Wrocław 1984.
7. E. WL. MIELCARZEWICZ: Wpływ strefowania systemów wodociągowych na efektywność ekonomiczną i techniczną gospodarki wodno-ściekowej miast. Materiały z Konferencji „Zagadnienia zaopatrzenia w wodę miast i wsi”, PZITS, Poznań 1986.
8. E. WL. MIELCARZEWICZ: Współczesne problemy dystrybucji wody w systemach zaopatrzenia w wodę. Materiały z Konferencji „POLWOD-78”, Łódź 1978.
9. E. WL. MIELCARZEWICZ, A. WARTALSKI: Badania rozkładu odpływu ścieków bytowo-gospodarczych z budynków mieszkalnych. Raport Inst. Inż. Ochr. Środow. P. Wr., nr SPR — 31/80, Wrocław 1980.
10. Road Research Laboratory: Guide for Engineering to the Design of Storm Sewer System Road. Note 35.
11. Строительные нормы и правила, II-32-74. Москва 1975.
12. V. SIFALDA: Entwicklung eines Berechnungsregens für die Bemessung von Kanalnetzen. Das Gas und Wasserfach, 114/1973/H.C.
13. B. TKACZUKOWA: Zużycie, nierównomierność i straty wody w gospodarstwach domowych na przykładzie m. st. Warszawy i Białegostoku. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Komunalnej nr 25, Warszawa 1973.
14. A. WARTALSKI: Probabilistyczny model maksymalnego w dobie natężenia odpływu ścieków z budynków i osiedla mieszkaniowego. Rozprawa doktorska, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1985.
15. Wytyczne techniczne projektowania miejskich sieci kanalizacyjnych. MGK 1965.
16. Wybrane katalogi reklamowe firm produkujących rury, uszczelki itp. oraz dokonujących renowacji sieci kanalizacyjnych.

E. W. Mielcarzewicz

MODERN APPROACH TO SEWER SYSTEMS

The considerations included in this paper give a critical account of the design, construction and opera-

tion of sewer systems. Particular attention is devoted to some principles of designing new sewer networks, as well as to the building technologies applied. It has been pointed out that a smooth and reliable operation of the sewer system depends on an appropriate rehabilitation of pipes.