

Edward W. Mielcarzewicz**WARUNKI POSTĘPU TECHNICZNEGO I ROZWOJU SYSTEMÓW USUWANIA ŚCIEKÓW**

W latach powojennych nastąpił w Polsce niezwykły rozwój gospodarki wodno-ściekowej miast i związanych z tym systemów zaopatrzenia w wodę oraz usuwania i unieszkodliwiania ścieków. Związane to było z gwałtowną urbanizacją i uprzemysłowieniem kraju. Obecnie w miastach zamieszkuje ponad 23 mln osób (60% ludności), podczas gdy w 1946 roku w miastach mieszkało zaledwie 8 mln osób (33% ówczesnej liczby ludności). Jeśli wziąć przy tym pod uwagę, że większość miast przed II wojną światową nie posiadała ani centralnego zaopatrzenia w wodę, ani kanalizacji i oczyszczalni ścieków, to obecny stan jest pod tym względem nieporównywalnie lepszy. Mimo to w stosunku do współczesnych wymagań i oczekiwań społecznych, jest on wysoce niezadowolający, a w zakresie usuwania i unieszkodliwiania ścieków nawet katastrofalny. Wynika to przede wszystkim z wieloletnich zaniedbań i ekonomicznego niedoinwestowania gospodarki komunalnej, a także przeciążenia i nieodpowiedniej eksploatacji urządzeń, nieodpowiedniego składu odprowadzanych ścieków (zwłaszcza przemysłowych), złej jakości stosowanych materiałów oraz niechlujnego i nie odpowiadającego obowiązującym normom wykonawstwa budowlanego i montażowego. Nie bez znaczenia jest brak odpowiednich metod kontroli oraz niezależnego organu nadzoru, kryteriów poprawnego funkcjonowania oraz jednoznacznych przepisów określających wymagania w tym względzie, a także określających stopień i zakres indywidualnej odpowiedzialności za właściwe użytkowanie i wykorzystanie obiektów, maszyn i urządzeń.

Niektóre z przyczyn złego stanu gospodarki wodno-ściekowej miast wynikają z zaniedbań bądź niedoskonałości organizacyjnych, jak np.: brak ponadregionalnych dobrze wyposażonych specjalistycznych przedsiębiorstw wykonawczych o odpowiednich tradycjach i doświadczonej kadrze, oddzielenie projektowania (zwłaszcza w zakresie projektów techniczno-roboczych) od wykonawstwa, brak motywacji do unowocześniania rozwiązań technicznych i technologicznych i obniżania tą drogą kosztów budowy i eksploatacji, a także brak jednoosobowej i jednoznacznej odpowiedzialności inżynierów za zrealizowane dzieło, itp. Praca w przedsiębiorstwach budujących i eksploatujących systemy kanalizacyjne jest uciążliwa, wykonywana często w bardzo trudnych warunkach. Nie znajduje jednak odpowiedniego uznania społecznego, a wynagrodzenia tu osiągane są

z reguły niższe niż w przemyśle, i to w takim, gdzie warunki pracy są znacznie dogodniejsze. Należałoby zatem skoncentrować maksimum uwagi na tym, co trzeba przedsięwziąć, aby ten niezadowolający, zarówno specjalistów jak i społeczeństwo stan poprawić i umożliwić dalszy prawidłowy rozwój gospodarki wodno-ściekowej w miastach i aglomeracjach. Najistotniejsze są te zagadnienia, które decydują w dużej mierze o poziomie i nowoczesności rozwiązań technicznych i technologicznych oraz organizacyjnych, a mianowicie: badania naukowe, projektowanie i wykonawstwo oraz eksploatacja.

Badania naukowe

Źródłem postępu technicznego w zakresie rozwiązań projektowych, organizacyjnych i metod budowy czy eksploatacji są badania naukowe, wynalazki, pomysły racjonalizatorskie oraz ustawiczne kształcenie kadry technicznej. Tam, gdzie działanie opiera się wyłącznie na wiedzy zdobytej na studiach i własnym tylko doświadczeniu, trudno osiągnąć liczące się sukcesy.

W latach 1946—75 rozwój nauki w zakresie gospodarki wodno-ściekowej miast był w Polsce dość ograniczony. Powodem tego był brak środków na badania naukowe, a osiągnięcia w tym okresie były w dużej mierze rezultatem indywidualnych prac ludzi nauki, a nie kompleksowych — przemysłowych i odpowiednio ukierunkowanych — programów badawczych.

W latach 1976—85 sytuacja uległa radykalnej poprawie na skutek powołania rządowych i resortowych programów badawczo-rozwojowych, m. in. programu PR-7 „Kształtowanie i wykorzystanie zasobów wodnych”. Do realizacji tego programu włączono wiele ośrodków naukowych w Polsce, dzięki czemu zrealizowano znaczną liczbę interesujących tematów badawczych, których część została wdrożona. Niestety wciąż brak jest pełnej informacji o tematyce prowadzonych wówczas badań, co może być powodem ponownego podejmowania tej samej tematyki przez niedoinformowane ośrodki naukowe. Odpowiedzialność za to ponoszą koordynatorzy różnych szczebli. Tematyka i zakres obecnie realizowanych prac naukowych w ramach tzw. Centralnych Programów Badawczo-Rozwojowych i Centralnych Programów Badań Podstawowych, jest również znana jedynie ich realizatorom. Nie przyczynia się to oczywiście do rozwoju kadry naukowej w ośrodkach nie biorących udziału w ich realizacji, a także utrudnia im możliwość włączenia się do pracy

i wzbogacenia jej efektów własnymi pomysłami i osiągnięciami.

W dziesięcioleciu 1976—85 zapoczątkowano istotny rozwój modeli matematycznych, opisujących działanie systemów zaopatrzenia w wodę oraz usuwania i unieszkodliwiania ścieków, przystosowanych do potrzeb projektowania, optymalizacji, symulacji i eksploatacji tych systemów przy użyciu elektronicznych maszyn cyfrowych. Dokonano znacznego postępu w zakresie adaptacji rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej do opracowania wyników badań, zwłaszcza do prognozowania wielkości zapotrzebowania na wodę, odpływu ścieków komunalnych i deszczowych. Podjęto adaptację teorii niezawodności dla potrzeb projektowania systemów zaopatrzenia w wodę i usuwania ścieków. Opracowano także podstawy naukowe projektowania kanalizacji ciśnieniowej. W zakresie technologii oczyszczania ścieków wyjaśniono szereg procesów chemicznych i biochemicznych, podjęto badania nad wysokosprawnymi metodami oczyszczania ścieków i odnowy wody odzyskiwanej ze ścieków itp.

Aby stworzyć podstawy naukowe postępu technicznego w dziedzinie usuwania ścieków, konieczne jest kontynuowanie badań i udoskonalanie wielu osiągniętych rezultatów prac naukowych oraz podejmowanie nowych tematów, jak np.:

- racjonalizacja gospodarki wodno-ściekowej miast i przemysłu, zwłaszcza likwidacja strat i marnotrawstwa wody oraz wielokrotne jej wykorzystanie,
- udoskonalenie metod projektowania, budowy i eksploatacji systemów kanalizacyjnych, z uwzględnieniem optymalizacji i niezawodności rozwiązań konstrukcyjnych,
- nowoczesna technologia bezodkrywkowej renowacji sieci kanalizacyjnych,
- nowe wysokosprawne urządzenia do mechanicznego, biologicznego i chemicznego oczyszczania ścieków.

Na postęp techniczny składają się nie tylko nowe czy udoskonalone rozwiązania techniczne, ale także metodyka ich projektowania. Ma ona znaczący wpływ na czas trwania przygotowania dokumentacji techniczno-ekonomicznej i na jakość proponowanych rozwiązań. Za przykład mogą posłużyć systemy usuwania ścieków. W latach pięćdziesiątych do procesu projektowania sieci kanalizacyjnych wprowadzona została metoda granicznych natężeń do obliczania miarodajnego natężenia przepływu ścieków deszczowych, stosowana powszechnie do chwili obecnej. Metoda ta uwzględniająca związek między natężeniem, czasem trwania i prawdopodobieństwem wystąpienia deszczu zbliżyła model działania kanalizacji deszczowej czy ogólnospławnej do warunków rzeczywistych, co miało istotny wpływ na wymiarowanie przewodów. Późniejsze badania wykazały, że metoda ta, w wydaniu zalecanym przez wytyczne projektowania, nie uwzględnia praktycz-

nie retencji kanałowej, prowadząc w rezultacie do przewymiarowania kanałów.

W latach 70-tych do projektowania systemów kanalizacyjnych wprowadzono i rozpowszechniono elektroniczną technikę obliczeniową, co umożliwiło opracowanie algorytmów i programów do analizy hydraulicznej i ekonomicznej oraz do symulacji systemów i ich elementów składowych. Dało to możliwość rozważania wielu wariantów rozwiązań i wybór wariantu najodpowiedniejszego. W latach 80-tych udoskonalono i rozszerzono zakres zastosowań ETO w procesie projektowania systemów usuwania ścieków. Opracowano nowe metody optymalizacji doboru średnic, spadków i zagłębień kolektorów kanalizacyjnych, a także nowe metody wymiarowania zbiorników ściekowych. Metody optymalizacji oparte na minimalizacji wartości wskaźnika ekonomicznej efektywności bądź kosztów inwestycji, do których istnieją już programy do obliczeń na EMC, nie zostały jeszcze w pełni rozpowszechnione. Przeważa jeszcze tzw. projektowanie intuicyjne. W tym samym okresie zapoczątkowano wprowadzenie teorii niezawodności do projektowania systemów usuwania ścieków. Wprowadzenie analizy niezawodności do projektowania umożliwia znaczną obiektywizację rozwiązań projektowych w przeciwieństwie do tzw. projektowania intuicyjnego. Należy sądzić, że zarówno metody optymalizacji jak i teoria niezawodności zostaną w najbliższych latach rozpowszechnione, jeśli rozpowszechnione zostaną odpowiednie programy do obliczeń na minikomputerach, a minikomputery te znajdą się w każdym zespole projektowym.

Oddzielny problem stanowi konieczność wprowadzenia w najbliższych latach wspomaganego komputerowo sterowania systemów usuwania i unieszkodliwiania ścieków. Sterowanie przyczyni się do wzrostu niezawodności systemu i do obniżenia kosztów eksploatacji. Wymaga to jednak wcześniejszego przygotowania odpowiednich algorytmów i programów do obliczeń przy użyciu minikomputerów, a także opracowania podstaw projektowania systemów sterowania. W związku z tym konieczne będzie opracowanie i wprowadzenie do praktyki projektowej nowych, udoskonalonych modeli matematycznych działania systemów usuwania ścieków, uwzględniających zmienność odpływu ścieków w czasie i przestrzeni, a także ruchu zmiennego cieczy w grawitacyjnych układach kanalizacyjnych. W projektowaniu kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej konieczne jest również odejście od metody granicznych natężeń i przejście do metod uwzględniających zmienność natężenia deszczu (w czasie jego trwania i na obszarze jego występowania) i wpływ retencji sieci kanalizacyjnej na natężenie odpływu ścieków (np. metoda hydrogramów wzorcowych i in.).

Ze względu na to, że ścieki deszczowe charakteryzują się (zwłaszcza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych) bardzo znacznym zanieczyszczeniem mechanicznym i chemicznym i w

tym stanie nie mogą być odprowadzane do odbiorników, wydaje się, że przyszłościowym rozwiązaniem systemów usuwania ścieków będzie tzw. kanalizacja ogólnospławna, z tą jednak różnicą, że wszystkie ścieki przez nią odprowadzane będą kierowane do oczyszczalni. Systemy takie będą wyposażone w odpowiednie zbiorniki retencyjne lub zbiorniki-osadniki oraz pompownie opróżniające zbiorniki po ustaniu spływu ścieków deszczowych.

Projektowanie i wykonawstwo

Projektowanie jest jednym z podstawowych czynników postępu technicznego. Poważne ograniczenie możliwości wdrażania nowych rozwiązań technicznych i technologicznych stwarza w naszych warunkach niski poziom wykonawstwa budowlanego i instalacyjnego. Jest to o tyle zadziwiające, że kwalifikacje naszej kadry technicznej w przedsiębiorstwach wykonawczych nie ustępują kwalifikacjom kadry renomowanych firm krajów przodujących, czego dowodem są obiekty zrealizowane przez nasze przedsiębiorstwa za granicą. Jednym z powodów niskiego poziomu wykonawstwa jest zła jakość będących do dyspozycji na rynku krajowym materiałów, urządzeń, armatury i aparatury. Świadczy to o zacofaniu naszego przemysłu materiałów budowlanych, a także przemysłu chemicznego, hutniczego i maszynowego. Drastycznym tego przykładem są budowane sieci wodociągowe i kanalizacyjne.

Do budowy sieci kanalizacyjnej stosowane są wciąż jeszcze rury kamionkowe kielichowe o długościach 1,0 i 1,5 m oraz rury betonowe o długości 1,0 m łączone na pióro i wpust lub rzadziej żelbetowe, łączone na kielich i uszczelniane zaprawą cementową. Rury te (kamionka, beton) charakteryzuje mała wytrzymałość na zginanie, co powoduje konieczność obetonowywania przewodów o większych średnicach. Podnosi to niezmierznie koszty, a bardzo duża liczba złączy (co 1,0 m, rzadziej więcej) prowadzi do nieuszczelnności sieci i infiltracji do jej wnętrza wody podziemnej, lub eksfiltracji ścieków do gruntu, co grozi skażeniem wód gruntowych. Za granicą przechodzi się od lat na rury żelbetowe o długości kilku metrów i złączach kielichowych uszczelnianych różnego typu pierścieniami elastycznymi. Rury te posiadają fabrycznie wykonaną wykładzinę z utwardzonych tworzyw sztucznych, co zapewnia gładkość ich ścian i praktycznie absolutną szczelność, tym bardziej, że taką wykładzinę stosuje się we wszystkich obiektach sieciowych. Do budowy sieci kanalizacyjnej stosuje się również często rury azbestowo-cementowe i z tworzyw sztucznych i to o znacznych średnicach (nawet powyżej 2,0 m).

Odmienny problem stanowią pompownie kanalizacyjne — zwłaszcza sieciowe. Stosowane powszechnie pompy o poziomym wale wymagają budowy obszernej i kosztownej pompowni, wyposażonych w kraty i rozdrabniarki.

Powoduje to konieczność znacznego zagłębienia kanałów, aby w miarę możliwości uniknąć budowy pompowni wybitnie podrażających koszty budowy kanalizacji. Produkowane obecnie w kooperacji z fińską firmą „Sarlin” niewielkie pompy ściekowe o pionowym wale z zatapianym silnikiem, przystosowane do pracy bez krat i rozdrabniarek, nie rozwiążą problemu. Konieczne jest podjęcie masowej produkcji całego typoszeregu takich lub podobnych pomp. Ich stosowanie obniża kilkakrotnie koszty budowy pompowni — dzięki temu można budować ich więcej, a co za tym idzie, spłycać ułożenie sieci przewodów. W wypadku pompowni o małych wydajnościach stosowane są na świecie pompownie podziemne prefabrykowane z tworzyw sztucznych, w pełni zautomatyzowane, wielokrotnie tańsze od budowanych w Polsce.

Zo względu na dużą nierównomierność odpływu ścieków (zwłaszcza deszczowych) stosowanie zespołów pompowych o stałej szybkości obrotowej silnika wymaga zwiększonej liczby pomp, co prowadzi do wzrostu kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Z tego względu, dla zapewnienia właściwego rozwoju systemów usuwania ścieków bez nadmiernego wzrostu zużycia energii, konieczne jest podjęcie masowej produkcji urządzeń umożliwiających płynną regulację szybkości obrotowej silników i pomp. Przykłady zacofania w sferze materiałów i urządzeń służących do budowy systemów kanalizacyjnych można by było jeszcze mnożyć. Należałoby się zastanowić, kto jest odpowiedzialny za taki stan rzeczy i kto powinien wymóc na przemyśle unowocześnienie jego produkcji na rzecz gospodarki komunalnej, gdyż bez tego nie jest możliwy znaczący postęp techniczny i jakościowy rozwój w tej dziedzinie.

Jest truizmem stwierdzenie, że jakość zrealizowanych inwestycji zależy bezpośrednio od poprawności, zgodności z obowiązującymi normami i rzetelności wykonania robót budowlanych i montażowych z dostępnych materiałów i urządzeń. I na tym polu obserwuje się znaczny regres w porównaniu z dawnymi laty i w porównaniu z innymi krajami. Wykonawstwo charakteryzuje obecnie permanentne, bardzo znaczne przedłużenie cykli realizowanych i niska jakość wykonywanych robót, granicząca niekiedy z indolencją i zupełnym brakiem odpowiedzialności wykonawców. Przewody kanalizacyjne bywają układane ze spadkami daleko odbiegającymi od projektowanych, niekiedy ze spadkami przeciwnymi na niektórych odcinkach. Wadliwie wykonane uszczelnienia połączeń rur kanalizacyjnych powodują ich nieuszczelnność i najczęściej dużą infiltrację wód podziemnych, powodujących znaczące przeciążenia hydrauliczne zarówno sieci jak i oczyszczalni ścieków. Budowane zbiorniki, osadniki itp., często są nieuszczelnne i wymagają specjalnych zabiegów uszczelniających. Przyczyn tego zjawiska jest wiele i trudno je tu wyliczać, ale przeprowadzenie takiej analizy jest

konieczne i to zarówno przez resort, jak i przez PZITS. Poprawieniu jakości wykonawstwa sprzyjałaby konkurencja przedsiębiorstw państwowych, spółdzielczych i prywatnych, a także drastyczne karanie przedsiębiorstw czy osób odpowiedzialnych za złe wykonawstwo (odstępowanie od projektów, norm itp.), a premiovanie za rzetelne, terminowe (zwłaszcza przedterminowe) i wzorcowe wykonywanie zleconych robót. W premiach tych powinni być zainteresowani wszyscy uczestnicy procesu inwestycyjnego.

Eksploracja

Wiele do życzenia pozostawia również eksploatacja systemów kanalizacyjnych, zwłaszcza jej efekty i koszty. Eksploatacja jest szczególnie uciążliwa i pracochłonna, a zatem i kosztowna, gdy eksploatowane obiekty czy urządzenia są obciążone błędami projektowania i wykonawstwa. Wielu trudności można by było uniknąć, gdyby dysponujący doświadczoną kadrą techniczną użytkownik miał większy wpływ na procesy projektowania, a zwłaszcza realizacji obiektów, które ma eksploatować. Wydaje się, że celowe byłoby aby użytkownik sprawował nadzór inwestycyjny. Użytkownik bowiem jest najbardziej zainteresowany w tym, aby realizacja inwestycji była zgodna z dokumentacją, obowiązującymi normami państwowymi, resortowymi bądź zakładowymi. W razie stwierdzenia przez niego rażących odstępstw powinien on dysponować odpowiednimi sankcjami finansowymi, do odmowy zapłaty i żądania ponownego wykonania robót, a także opłat za nieterminowe wykonanie robót, włącznie.

Obserwuje się również objawy niewłaściwej eksploatacji istniejących, dobrze zaprojektowanych i wykonanych obiektów. Wynika to albo z braku kadr i środków, albo z niedoceniań roli eksploatacji w niezawodnym i długoletnim sprawnym działaniu systemów kanalizacyjnych. Celem eksploatacji jest utrzymanie w ruchu bądź w stałej gotowości do ruchu wszystkich obiektów i urządzeń wchodzących w skład systemów, przy jednoczesnym minimalnym zużyciu energii i środków. Jest to zatem zadanie złożone, które należałoby rozwiązywać przy zastosowaniu metod optymalizacji. W zakres szeroko pojętej eksploatacji wchodzi zarówno bieżąca obsługa, konserwacja, naprawy jak i planowe remonty zapobiegawcze. Sięgając znowu do przykładu układów sieciowych, należy stwierdzić, że nie wszędzie i nie zawsze

eksploatacja sieci jest prawidłowa i spełnia ciężące na niej zadanie.

Jak wiadomo z wielu opublikowanych wyników badań oraz obserwacji, przewody sieci kanalizacyjnej, ulegają w czasie trwania eksploatacji procesowi „starzenia”. Polega to głównie na erozji dna kanałów, korozji ich sklepień oraz pękaniu przewodów, co prowadzi do wzrostu ich nieszczelności, a nawet do całkowitego zniszczenia. Najskuteczniejszym środkiem zaradczym jest zapobieganie zagniwaniu osadów ściekowych w kanałach, a także wprowadzaniu do kanalizacji ścieków o nieodpowiednim składzie fizyczno-chemicznym. Gromadzeniu osadów i ich zagniwaniu zapobiega odpowiednio częste płukanie i mechaniczne czyszczenie przewodów kanalizacyjnych. W razie ich uszkodzenia konieczna jest renowacja przewodów, a w skrajnych przypadkach całkowita przebudowa.

W naszym kraju do rzadkości należą przedsiębiorstwa prowadzące systematyczne płukanie, a zwłaszcza mechaniczne czyszczenie sieci kanalizacyjnej. Renowacja natomiast nie jest w ogóle praktykowana. Przewody nie nadające się do eksploatacji zastępuje się nowymi, układanymi zazwyczaj równoległe do istniejących. Przy czym nie ma w tym zakresie żadnych obiektywnych kryteriów stanowiących podstawę do podejmowania decyzji. Chcąc coś zmienić na lepsze należałoby opracować lub zakupić technologie renowacji rur kanalizacyjnych i powołać, wzorem innych krajów, specjalistyczne przedsiębiorstwa. Renowacja przewodów kanalizacyjnych polega na wprowadzaniu do wnętrza przewodów kanalizacyjnych rur z tworzywa sztucznego i wypełnianiu przestrzeni między istniejącym, zniszczonym kanałem a wkładką, odpowiednią zaprawą. Koszt renowacji sieci kanalizacyjnej jest wielokrotnie niższy od budowy nowych przewodów.

Podsumowanie

Warunkiem dalszego prawidłowego rozwoju systemów usuwania i unieszkodliwiania ścieków, zwłaszcza w obecnym trudnym okresie, jest unowocześnienie procesu projektowania, budowy i eksploatacji systemów kanalizacyjnych, zmierzające do obniżenia pracochłonności i energochłonności tych systemów, a także do niezawodności ich działania z punktu widzenia producenta oraz odbiornika ścieków. Dużą rolę ma tutaj do spełnienia również komputeryzacja sterowania i zarządzania systemami kanalizacyjnymi.

FACTORS DETERMINING THE ADVANCES AND DEVELOPMENTS IN SEWERAGE SYSTEMS

The state-of-the-art and the developmental prospects in this domain are discussed in detail. Particular consideration has been given to four major factors influencing the development of sewerage systems — scientific research, design, execution of work, and operation of the system. Analysis of actual conditions has revealed a number of deficiencies. These pertain

primarily to the designing process (which is inadequate) and the execution of work (which suffers from insufficient capital expenditure on building materials and building technologies). In Poland, developments in sewerage systems depend on the modernization of the designing, building and operating processes in order to achieve savings in materials and energy demand. There is also an urgent need to improve the reliability of the working sewerage system.