

Sławczo Denczew

Wpływ sposobu zaopatrzenia przeciwpożarowego na jakość wody w sieci wodociągowej

Sieci wodociągowe projektuje się z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę do celów przeciwpożarowych, co powoduje, iż w układzie wodociągowym znajduje się duży zapas wody, który jest wykorzystywany w sytuacjach losowych, raz na kilka, kilkanaście lub kilkadziesiąt lat, bądź w ogóle mogących nie zaistnieć. W wyniku długiego czasu przepływu wody, w trakcie którego zachodzą procesy fizyczno-chemiczne i biologiczne, następuje pogorszenie jakości wody w całym układzie dystrybucji. Podstawową przyczyną tego problemu w Polsce jest odnotowany w ostatnich kilkunastu latach spadek zużycia wody wodociągowej, w konsekwencji czego nastąpiło zachwianie warunków hydraulicznych w przewodach wodociągowych (mniejsze prędkości przepływu wody i dłuższy czas jej przepływu w całym systemie wodociągowym).

Występowanie tych zjawisk w układach dystrybucji wody, w połączeniu z czynnikami wewnętrznymi (procesy fizyczno-chemiczne, biologiczne i hydrobiologiczne zachodzące wewnątrz przewodów wodociągowych) i zewnętrznymi (prace remontowe, modernizacyjne, renowacyjne, włączanie nowo budowanych przewodów i likwidacja starych) powoduje pogorszenie jakości wody wodociągowej. Różnorodność czynników, ich charakter i występowanie rozłożone w czasie, potwierdzają wielką złożoność tego problemu. Na podkreślenie zasługuje również fakt, iż nie ma dotychczas kompleksowych badań tego zagadnienia. Należy jednak stwierdzić, iż zostały poczynione pewne kroki zmierzające do zbadania tego zjawiska, poprzez modelowanie hydrauliczne układów wodociągowych i wykorzystanie wyników badań hydraulicznych do budowy modeli jakości wody, na podstawie których możliwe byłoby określenie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w sieciach wodociągowych [1]. Niezależnie od tego, ze względu na duże znaczenie problemu jakości wody w układach jej dystrybucji, niezbędne są również badania, analizy i rozważania częściowe, które byłyby przydatne do ostatecznego całościowego rozwiązania tego zagadnienia.

Celem niniejszego artykułu było rozważenie alternatywnej możliwości zaopatrzenia przeciwpożarowego, w nawiązaniu do istniejących lub nowo projektowanych układów wodociągowych. Rozważania te zmierzały do racjonalnego doboru średnic przewodów wodociągowych, przy czym w wypadku istniejących sieci wodociągowych – do zachowania ich średnic, natomiast w sytuacji rozbudowy układu wodociągowego – do takiego wymiarowania przewodów, aby nie doprowadzić do pogorszenia jakości wody wodociągowej, czyli zachowania prawidłowych parametrów hydraulicznych (prędkość, natężenie przepływu) w czasie transportu wody do odbiorców.

Projektowanie sieci wodociągowych i ich wymiarowanie (dobór średnic), z uwagi na wodę potrzebną do gaszenia pożarów, może doprowadzić w obecnych warunkach pracy układów wodociągowych do wydłużenia czasu transportu wody od stacji uzdatniania do odbiorców. Dłuższy czas przepływu wody, ze względu na małe prędkości (w sytuacjach nie zaistnienia pożaru) powoduje, iż w przewodach wodociągowych znacznie intensyfikują się procesy fizyczno-chemiczne i biologiczne, w wyniku których z jednej strony powstają produkty pośrednie stosowanych dezynfekantów, natomiast z drugiej strony następuje utrata, a nawet całkowite zużycie środka dezynfekcyjnego [1].

Przeprowadzone w ostatnich latach badania eksploatacyjne układów wodociągowych wykazały, że powstają znaczące straty chloru na drodze transportu wody wodociągowej. Spowodowane jest to prawdopodobnie tym, iż wchodzi on w reakcje chemiczne z powstałym na wewnętrznej ściance przewodów wodociągowych biofilmem, jak również uczestniczy w procesach korozji rur. Ubytek pozostałego chloru można opisać następującą zależnością [1]:

$$\Theta_c = -k_b c - (k_f/R)(c - c_w) \quad (1)$$

w której:

Θ_c – prędkość reakcji,–

k_b – współczynnik prędkości reakcji ubytku masy, 1/s

c – stężenie dezynfekanta, kg/m^3

k_f – współczynnik transportu dezynfekanta w kierunku biofilmu, m/s

R – promień hydrauliczny przewodu wodociągowego, m

c_w – stężenie dezynfekanta na ściankach przewodu, kg/m^3

Ogólny współczynnik prędkości reakcji przedstawia zależność [1]:

$$k_t = k_b + (k_w k_f)/R(k_w + k_f) \quad (2)$$

w której:

k_w – współczynnik prędkości zmniejszania się stężenia dezynfekanta na ściankach przewodu wodociągowego, m/s

Współczynniki k_b , k_w i k_f mogą być określone empirycznie. Analizując powyższe zależności można stwierdzić, iż równania (1) i (2) potwierdzają złożoność problemu i potrzebę badań kinetyki procesów zachodzących w systemach wodociągowych.

Alternatywny sposób zaopatrzenia przeciwpożarowego

Z dotychczasowych rozważań wynika, iż niezbędne staje się podejmowanie działań polegających na analizie możliwości nieuwzględniania zapotrzebowania na wodę do gaszenia pożarów bezpośrednio z sieci wodociągowej, wykorzystując inne sposoby zasilania przeciwpożarowego, takie jak zbiorniki przeciwpożarowe, zbiorniki naturalne i zbiorniki wieżowe.

Na podstawie wieloletniego doświadczenia i własnych obserwacji autora w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji układów wodociągowych można sądzić, iż podejście projektantów do rozważanego problemu z jednej strony jest zbyt powierzchowne, a z drugiej – eksploatorzy wykazują bierność w podjęciu próby częściowego rozwiązania tego zagadnienia. W tej kwestii mogą wystąpić dwa przypadki:

– istniejąca bądź rozbudowywana sieć wodociągowa jest w stanie zapewnić odpowiednią ilość wody do gaszenia pożaru (wówczas nie ma problemu),

– istniejące lub rozbudowywane przewody wodociągowe nie są w stanie zabezpieczyć zasilania przeciwpożarowego (w grę wchodzi zwiększenie średnic istniejących bądź projektowanych przewodów wodociągowych).

Pierwszy z wyżej wymienionych przypadków nie wymaga analizy, gdyż nie powoduje pogorszenia warunków hydraulicznych w przewodach wodociągowych i w konsekwencji pogorszenia jakości wody wodociągowej, natomiast w drugim przypadku niezbędna jest analiza możliwości zaopatrzenia przeciwpożarowego za pomocą jednego z podanych wcześniej sposobów, czyli zbiorników przeciwpożarowych, zbiorników wieżowych lub zbiorników naturalnych. Zwiększenie średnic przewodów wodociągowych, w wyniku uwzględnienia zapotrzebowania na wodę do gaszenia pożarów, może spowodować pogorszenie warunków hydraulicznych (zmniejszenie prędkości przepływu wody w przewodach poniżej wartości zalecanych, które wynoszą dla przewodów wodociągowych rozdzielczych $0,5+1,0$ m/s oraz dla magistral wodociągowych $1,5+2,0$ m/s), a w konsekwencji pogorszenie jakości wody pod względem fizyczno-chemicznym i bakteriologicznym.

Aby minimalizować tego typu przypadki, lub też wyeliminować zwiększanie średnic przewodów wodociągowych ze względu na zapotrzebowanie wody do celów przeciwpożarowych, niezbędna staje się szczegółowa analiza przedsięwzięcia na zasadzie porównania kosztów przebudowy przewodów wodociągowych z kosztami alternatywnego sposobu zasilania w wodę do gaszenia pożarów. Należy dokładnie przeanalizować koszty budowy zbiorników przeciwpożarowych (np. dla budynków mieszkalnych, usługowych i innych), zbiorników naturalnych (dla zakładów przemysłowych, obiektów usługowych itp.), a zwłaszcza zbiorników wieżowych, w ostatnich latach rzadko projektowanych. Zbiorniki wieżowe wybudowane na sieci wodociągowej mogą zapewnić:

- wyrównanie ciśnienia w sieci wodociągowej,
- zabezpieczenie odpowiednich ilości wody w wypadku awarii,
- zabezpieczenie wody do zewnętrznego gaszenia pożaru,

– utrzymanie wymaganej jakości wody poprzez dodatkowe wprowadzenie środka dezynfekującego w wypadku jego braku lub zawartości niezgodnej z wymogami [2].

Takie rozwiązanie ma korzystny wpływ na hydraulikę procesu eksploatacji układów wodociągowych i nie powinno powodować zakłóceń w jakości wody wodociągowej. Stąd też projektanci i eksploatorzy powinni w swoich opracowaniach każdorazowo uzasadnić przyjęte rozwiązania. Bez współpracy w tym zakresie rozwiązanie tak złożonego zagadnienia nie jest możliwe. Problem jakości wody ma bardzo ważne znaczenie o charakterze społecznym, techniczno-technologicznym i ekonomicznym, szczególnie w perspektywie przyjęcia Polski do Unii Europejskiej.

Doraźne działania należy tak prowadzić, aby były zgodne ze strategią kompleksowego rozwiązania problemu zapobiegania pogarszaniu się jakości wody wodociągowej. Opracowanie dobrze wykalibrowanego modelu hydraulicznego układu wodociągowego może stanowić podstawę do stworzenia modelu zmian jakości wody, przy czym jego głównym celem byłoby modelowanie procesów fizyczno-chemicznych i biologicznych, a także zachowania się środka dezynfekcyjnego w wodzie (reakcje z substancjami organicznymi i nieorganicznymi oraz biofilmem, jego udział w procesach korozji itp.). Przy budowie modelu hydraulicznego, jak również modelu zmian jakości wody w układach wodociągowych, należy brać pod uwagę cztery podstawowe przypadki ich funkcjonowania [1]:

- normalna praca układu wodociągowego (bez zakłóceń),
- praca układu wodociągowego w wypadku zaistnienia pożaru,
- praca sieci wodociągowej w okresie letnim (większe rozbiory wody),
- działanie układu wodociągowego w okresie letnim, przy jednoczesnym wystąpieniu pożaru.

Ze względu na złożoność powyższych zagadnień, problemy te wymagają szczegółowego opracowania, jako bardzo istotne i niezbędne do rozwiązania w niedalekiej przyszłości.

LITERATURA

1. D. ALICZKOW i in.: Modelirane na kaczestwata na wodata w selisznite wodosnabditelni sistemi. Water Quality Technologies and management in Bulgaria. Fifth BNAWQ Scientific and Practical Conference, Sofia 2000.
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. nr 203, poz. 1718).

Denczew, S. Considering the Issue of How the Method of Water Supply for Fire Protection May Affect Water Quality in Water Supply Systems. *Ochrona Środowiska* 2003, Vol. 25, No. 4, pp. 37–38.

Abstract: Water distribution systems are designed so as to include the water needed for fire protection. In this way, the system contains a large volume of water which is used only for firefighting purposes. As a result of stagnation in the water-pipe network, which is concomitant with a variety of physicochemical and biological processes (e.g., biofilm formation on the pipe walls), the quality of the water in the distribution system deteriorates. Moreover, under such conditions, there is a considerable loss of

disinfectants during water transport, and this aggravates water quality in sanitary terms. The paper suggests an alternative approach to the problem of water supply for fire protection, which includes the following major items: the design fire protection tanks, natural reservoirs and elevated tanks, a rational choice of the pipe diameter, especially when developing the existing water distribution systems, the maintenance of appropriate hydraulic parameters (velocity, flow rate) during water distribution to the users, and the construction of hydraulic models describing the water-pipe network, as well as quality models describing relevant variations.

Keywords: Water supply system, fire protection.