

Tomasz CICHÓN¹, Jadwiga KRÓLIKOWSKA²

¹Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji S.A. w Krakowie

²Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska
Politechnika Krakowska

ZDALNE ODCZYTY WODOMIERZY – PRAKTYKA WODOCIĄGÓW KRAKOWSKICH

REMOTE WATER METERS READINGS – THE PRACTICE OF MUNICIPAL WATER IN KRAKÓW

The paper refers to problems of water meter readings. Describes the system of metering water sales in Kraków. The paper has been prepared based on the operational experience of the municipal water and sewage works at Kraków. Author concludes the experience in implementing of the remote readings of water meters.

1. Wprowadzenie

Od wielu dziesięcioleci pomiar zużycia wody odbywa się niezmiennie na podstawie wskazań wodomierza. Dostawca medium zwykle instaluje u odbiorców licznik wyposażony w liczydło wskazujące liczbę jednostek zużytych w danym punkcie odbiorczym. Obecnie są to przede wszystkim liczniki posiadające liczydło mechaniczne, wskazujące ilość metrów sześciennych wody dostarczonej do danej nieruchomości. System odczytu wodomierzy opierał się lub nadal opiera się na odczycie, dokonywanym przez inkasenta (w zależności od rodzaju odbiorcy, umowy na dostawę wody, regulaminu firmy wodociągowej itp.) który raz na miesiąc, na dwa miesiące lub raz na kwartał sprawdza odczyt w ramach określonego rejonu i zapisaniu go w książce odczytowej. Dla przedsiębiorstwa dostawcy oznacza to konieczność dostania się do każdego licznika po to żeby zobaczyć i odczytać wskazaną na liczydło wartość. Dla każdego odbiorcy oznacza to najczęściej konieczność wpuszczenia odczytującego każdego medium do właściwego licznika zainstalowanego w nieruchomości lub podania jego stanu. Często zdarza się, że względu na brak dostępu do wodomierza, zgodnie z prawem naliczania jest opłata obliczona ze średniego zużycia (z określonego w umowie okresu). Taki sposób powoduje wydłużenie okresu płatności za dostawę wody i odprowadzone ścieki [1, 3, 5].

Ponad to tradycyjny system zbierania danych o wskazaniach liczników u odbiorców jest bardzo pracochłonny, czasochłonny i narażony na zakłócenia procesu odczytu wynikające z braku dostępu do urządzeń. Takie przypadki zdarzają się z powodu nieobecności odbiorcy lub okresowo np. ze względu na niemożność otwarcia studzienki

w okresie zimowym. Dodatkowymi wadami odczytu fizycznego są błędy ludzkie w odczycie, konieczność kilkakrotnego przepisywania stanu liczydła w procesie wypełniania książek odczytów i fakturowania oraz sprzyjające warunki do nieautoryzowanych ingerencji w układ pomiarowy, ponieważ dostęp do urządzeń jest zwykle zależny od dopuszczenia przez odbiorcę.

Stąd pojawiają się nowe rozwiązania technologiczne, do których należy bez wątpienia system zdalnego odczytu wodomierzy czy ultradźwiękowe liczniki wody. System zdalnego odczytu wodomierzy ze względu na szereg korzyści wiążących się z jego aplikacją znajduje już coraz więcej zwolenników, zarówno wśród dużych jak i mniejszych przedsiębiorstwach wodociągowych. Przede wszystkim decyduje tutaj uzyskanie precyzyjnych danych o stanie liczników w dowolnym czasie przy znacznym obniżeniu kosztów odczytu. Dzięki systemowi zdalnego odczytu jest możliwość monitorowania pracy instalacji i funkcjonowania urządzeń pomiarowych oraz sygnalizacja stanów awaryjnych i nieautoryzowanych ingerencji. Dysponując szeroką bazą danych można je przetwarzać i analizować.

2. Charakterystyka dotychczasowych działań na rzecz zdalnego odczytu wodomierzy

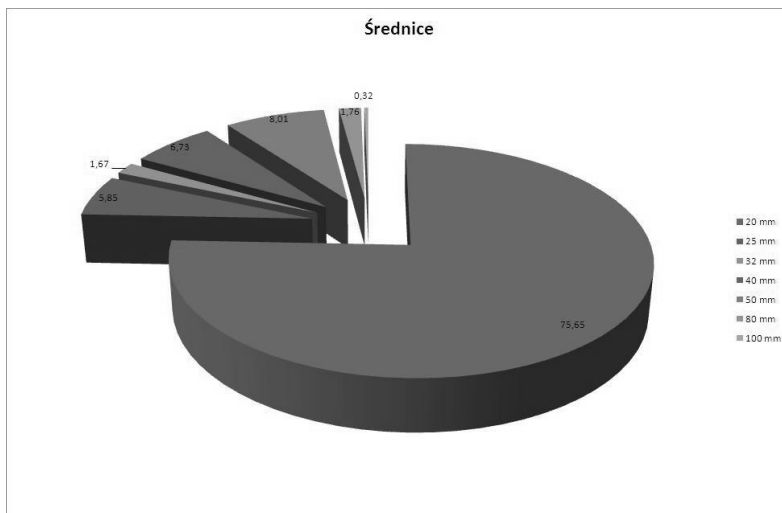
Korzystając ze wszechobecnego rozwoju urządzeń elektronicznych i dostępu do różnych możliwości transmisji danych Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji SA w Krakowie podjęło próbę radykalnej zmiany systemu odczytów. Taki pomysł spowodował przeprowadzenie pierwszych testów odczytów radiowych pod koniec lat 90-tych ubiegłego wieku. Zainstalowano wówczas u odbiorców kilkanaście liczników głównych wyposażonych w nakładki do odczytów radiowych. Systemy radiowe do odczytu wodomierzy składają się przede wszystkim z klasycznego wodomierza, który podlega procedurom prawnej kontroli metrologicznej tzn. musi mieć ważną cechę legalizacyjną. Do dzisiaj jest to najczęściej wodomierz z mechanicznym liczydłem, a zdalny odczyt jest realizowany przez nakładkę, która „odczytuje” ruchy mechanizmu. Zasadą jest zatem, że elektroniczna nakładka radiowa ma własne wirtualne liczydło, które powinno wskazywać dokładnie to samo co liczydło mechaniczne [2].

Opisane pierwsze testy systemu zdalnych odczytów zakończyły się fiaskiem właśnie ze względu na rozbieżność we wskazaniach nakładek w stosunku do wskazań liczydeł mechanicznych wodomierzy. Testowane nakładki rozpoznawały ruch wodomierza poprzez zamontowany kontaktron czyli styk reagujący na przyłożenie magnesu. Wodomierze natomiast na jednym z kół mechanizmu liczydła miały zamontowany niewielki magnesik. W założeniu przy każdym obrocie wskazówki z magnesem, w jednym położeniu następowało rozwarcie styków magnesu powodując zwiększenie wskazań liczydeł o zaprogramowaną wartość np. o 1 litr. Podczas przeprowadzanych testów odczytywano nakładki radiowe oraz wzrokowo odczytywano wskazania liczydeł mechanicznych. Zaobserwowano wówczas, że wskazania liczydeł wirtualnych w nakładkach w wielu przypadkach różniły się od wskazań liczydeł wodomierzy, które miały odwzorowywać. Wskazania nakładek były większe niż wskazania wodomierzy. Po wykluczeniu możliwości nieautoryzowanych ingerencji ustalono, że przyczyną tych błędów jest sama technologia sprzężenia wodomierza z nakładką poprzez magnes i kontaktron. Ta technologia bowiem nie potrafi rozróżnić kierunku ruchu obrotu wodomierza (do przodu czy

do tyłu). Styk kontaktronu daje impuls przy zbliżeniu wskazówki z magnesem niezależnie od tego czy mechanizm porusza się do przodu czy do tyłu. Największe rozbieżności zaobserwowano tam, gdzie na skutek dynamicznych różnic ciśnienia w sieci zasilającej wskazówki wodomierza wahały się (do przodu i do tyłu na przemian). Nakładka w takim przypadku cały czas dodawała impulsy mimo, że nie było faktycznego zużycia wody. Opisane problemy wykluczyły zastosowanie tak zbudowanych urządzeń w profesjonalnym systemie opomiarowania sprzedaży. Zmusiły one do poszukiwania systemów o bardziej zaawansowanej technologii sprzężenia wodomierza z nakładką, co zostanie przedstawione w dalszej części referatu.

3. Opis krakowskiego systemu opomiarowania sprzedaży wody

System opomiarowania sprzedaży wodociągów krakowskich składa się z blisko 54 tysięcy wodomierzy głównych zainstalowanych u odbiorców na terenie całego miasta Krakowa. Wodomierze są zainstalowane w budynkach odbiorców, a także w blisko 7-miu tysiącach studzienek wodomierzowych. Wśród wodomierzy eksploatowanych przez wodociągi krakowskie są wodomierze różnych średnic od 20 mm do 100 mm, a kilka nawet do 250 mm. Zdecydowanie największą liczbę stanowią liczniki o średnicy nominalnej 20 mm. Są one standardowym wyposażeniem w opomiarowaniu budynków jednorodzinnych i budynków wielolokalowych o liczbie typowych lokali mniejszej niż 20. Liczniki wodociągów krakowskich podzielone pod względem średnic przedstawia wykres na rys. 1.



Rys. 1. Procentowy rozkład liczników MPWiK S.A. w Krakowie ze względu na średnice

Fig. 1. Percentage distribution watermeter in view of diameter in Cracow

Pod względem technologii pomiaru przez poprzednie dekady podział był oczywisty. Wodomierze małe tj do 40 mm średnicy nominalnej to były konstrukcje skrzydełkowe jednostrumieniowe. Większe wodomierze miały śrubowe wirniki o poziomym lub pionowym ustawieniu osi. Jeśli chodzi o klasę metrologiczną to standardem były wodomierze klasy B. Jednak praktycznie żadne z tradycyjnie stosowanych wodomierzy nie były przystosowane do współpracy w systemie zdalnych odczytów.

Należy też wspomnieć, że w krakowskim systemie zaopatrzenia w wodę występuje różnicowanie ze względu na propagację fal radiowych oraz ich zakłócanie. W niektórych częściach miasta wodomierze są rozmieszczone w małych odległościach od siebie, ale są też tereny gdzie wodomierze są znacznie rozproszone w terenie. W centrum miasta wiele budynków ma głębokie piwnice, a przede wszystkim bardzo grube mury starych budynków i kamienic, które znacznie tłumią fale radiowe. W obszarach o dużej gęstości zabudowy zazwyczaj występuje znaczna liczba różnych transmisji radiowych o różnych częstotliwościach, które z kolei mogą zakłócać sygnał z wodomierzy. Studzienki wodomierzowe są dodatkową specyficzną kategorią usytuowania nakładek, gdzie ściany, stropy studzienek, stalowe kłapy, grunt wokół a wreszcie nawierzchnie utwardzone bardzo tłumią fale radiowe. Najbardziej ekstremalna sytuacja występuje jeśli studzienka wodomierzowa jest dodatkowo zalewana wodą gruntową. Wówczas fale radiowe mogą w ogóle nie wychodzić poza studzienkę.

4. Założenia do budowy radiowego systemu odczytu wodomierzy

Krakowski system zaopatrzenia w wodę jest jednym z największych w Polsce, dlatego planując wdrożenie zdalnych odczytów pięćdziesięciu kilku tysięcy wodomierzy oczywistym założeniem jest, że musi to być system niezawodny i profesjonalny. Nie można tu pozwolić na niepewność, czy wątpliwą wiarygodność przekazu danych z wodomierzy do systemu informatycznego. Patrząc na wymogi prawnej kontroli metrologicznej oraz strukturę oferowanych na rynku odczytów radiowych przyjęto trzy założenia wstępne:

1. System bazuje na wodomierzach ponieważ rozliczenie zużycia wody u odbiorców, zgodnie z wymogami formalno-prawnymi, musi być oparte na wodomierzach głównych spełniających wymogi procedur prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych.
2. Nakładki radiowe są urządzeniami odczytującymi wskazania wodomierza i przekazującymi te wskazania wraz z dodatkowymi informacjami do terminali lub komputerów odczytującego.
3. Konieczne jest ergonomiczne przekazywanie informacji pomiędzy informatycznym systemem bilingowym przedsiębiorstwa, a systemem zdalnych odczytów. Po wdrożeniu ten mechanizm będzie powszechnym i podstawowym sposobem akwizycji danych odczytywanych.



Rys.2. Struktura systemu odczytów radiowych

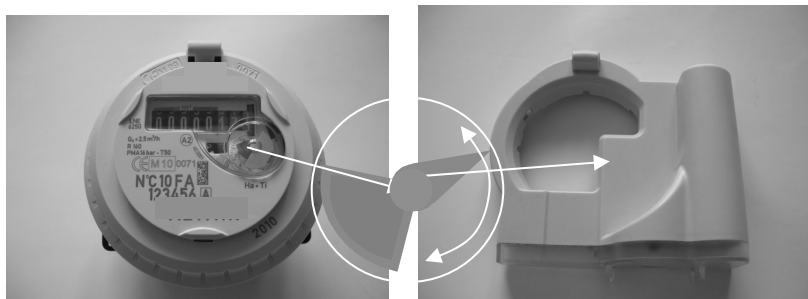
Fig. 2. Structure of system of radio readout

Wodomierze użytkowane przez wodociągi krakowskie muszą być przystosowane do zdalnych odczytów. Niestety zdecydowana większość wodomierzy będących na wyposażeniu nie jest przystosowana do współpracy z nakładkami elektronicznymi. Nie pomogą tu nawet najlepszej klasy metrologicznej wodomierze jeśli nie zostały przez producenta wyposażone w interfejs pozwalający na „wyciągnięcie” z nich danych do urządzeń zdalnego odczytu. W takim przypadku trzeba wymienić wszystkie te wodomierze, które nie są kompatybilne ze zdalnymi odczytami na nowe. W przypadku zakupu wodomierzy do zdalnych odczytów warto wyspecyfikować w jednym zamówieniu wodomierze wraz z nakładkami, zmontowane i zaprogramowane przez producenta. Taki zapis pozwoli przedsiębiorstwu wyeliminować pracochłonność konfigurowania każdej nakładki. Producent wykona to przy pomocy maszyn w procesie produkcji, w przeciwnym razie będzie to praca wykonywana osobno przy każdym wodomierzu często w trudnych warunkach np. w studzienkach wodomierzowych odbiorców.

Najpierw należy zatrzymać się jednak na chwilę przy samych wodomierzach. Planując dobry system zdalnych odczytów, który będzie pracował w przedsiębiorstwie przynajmniej przez następnych kilkanaście lat warto wykonać krok w stronę podniesienia klasy metrologicznej wodomierzy. Nawet jeśli nie wszystkie wodomierze będą od razu kupowane o najwyższej klasie metrologicznej to muszą to być kompatybilne liczniki o bardzo dobrych parametrach metrologicznych w ramach wybranego systemu. Lekkoomyślnością byłoby budować system zdalnych odczytów na nieodpowiednich wodomierzach. Wówczas nawet jeśli odczyty będą funkcjonować poprawnie to będą obarczone błędami pomiarowymi wodomierzy co może prowadzić do znacznych strat wody w bilansie przedsiębiorstwa [4].

Kolejną sprawą jest wymóg kompatybilności w ramach jednego systemu wodomierzy o różnych średnicach nominalnych odpowiadających pełnemu spektrum użytkowanych przez przedsiębiorstwo liczników. Do tego dochodzą także inne własności wodomierzy takie jak np. długość zabudowy dla danej średnicy. Może się okazać, że w ramach danego systemu nie ma licznika o odpowiedniej długości zabudowy, co z kolei może wymusić przebudowę zestawów wodomierzowych u odbiorców. Dla przykładu typowa w polskich warunkach jest długość zabudowy 270 mm wśród wodomierzy o średnicy nominalnej 50 mm. Obecnie jednak większość producentów oferuje w standardzie takie wodomierze o długości zabudowy 300 mm, a czasem konieczna jest dopłata do innych długości.

Kluczowym zagadnieniem w systemach zdalnego odczytu jest sposób sprzężenia wodomierza i nakładki. Nie chodzi o mechaniczne zamontowanie, ale o sposób odwzorowania przez nakładkę zachowania się wodomierza. Opisane powyżej pierwsze testy wykazały, że sprzężenie wodomierza i nakładki musi być odporne na wahania wskazań wodomierza i musi rozpoznawać przepływy wsteczne.



Rys. 3. Zasada zastosowania nakładek na wodomierze do zdalnego odczytu radiowego

Fig. 3. Principle of employment of cover plate on watermeter to radio readout of system

Na rynku są oferowane systemy rozpoznające ruch liczydła poprzez czujniki indukcyjne, optoelektryczne lub halotronowe. Takie urządzenia są w stanie odwzorować wskazanie liczydła nawet jeśli wodomierz wykonywał ruchy do przodu i do tyłu. Budojąc specyfikację do zamówienia zdalnego odczytu warto też przemyśleć jakie dodatkowe informacje mogą być dla przedsiębiorstwa przydatne zarówno w procesie rozliczenia sprzedaży jak i np. w wykrywaniu awarii lub ingerencji w konstrukcje wodomierza. Zwykle takie systemy mają możliwość skonfigurowania pewnych progów, których przekroczenie w czasie eksploatacji mogą dać sygnał o zablokowaniu wodomierza lub tzw. nadprzepływu, który może świadczyć o wystąpieniu awarii w instalacji odbiorcy. Zwykle nakładki wykrywają też stan fizycznego demontażu części z wodomierza, co może świadczyć o próbie oszukania wodociągów. Dostępne są też urządzenia, które potrafią wykrywać próby przyłożenia zewnętrznego pola magnetycznego pochodzącego np. z magnesu neodymowego. Wśród wszystkich opisanych sygnałów cenne jest rozróżnienie czy dany sygnał alarmowy jest obecnie występujący czy występował on w przeszłości. Oprócz wspomnianych sygnałów oferowane są także urządzenia posiadające możliwości przeprowadzania bardziej skomplikowanych analiz. Bardzo ważne jest jednak wyspecyfikowanie już na wstępie wdrożenia takich potrzeb, ponieważ nie wszystkie systemy dają się w dowolny sposób rozbudowywać.

Każde przedsiębiorstwo wodociągowe posiada jakiś informatyczny system bilingowy czyli system do rozliczenia sprzedaży usług podstawowych. Przed wyborem systemu zdalnego odczytu konieczne jest sprawdzenie możliwości i zakresu wymiany danych pomiędzy tymi systemami. Po wdrożeniu ta wymiana będzie codzienną czynnością odczytujących i od niej będzie w znacznym stopniu zależeć efektywność i niezawodność procesu odczytu. Niektórzy dostawcy systemów do zdalnego odczytu posiadają już gotowe rozwiązania bilingowe i jest to korzystne, jeśli wraz z wdrożeniem systemu zdalnego odczytu planuje się wymienić system rozliczeniowy. Odczytanie każdej książki

(trasy odczytowej) po wdrożeniu zdalnych odczytów będzie się rozpoczynało od wyeksportowania danych z komputerów przedsiębiorstwa do komputerów przenośnych odczytujących. Po odczytaniu danej trasy będzie następował import danych odczytowych z przenośnych komputerów odczytujących do systemu komputerowego przedsiębiorstwa w celu rozliczenia i zafakturowania usług dla odbiorców. Do efektywnej pracy w procesie odczytów konieczna jest odpowiedź w dwóch kwestiach. Pierwszą jest zakres danych do przekazywania między systemem i terminalami odczytujących, a drugą sposób ich przekazywania. Początkowy zakres wyznaczają te dane, które są zapisywane w papierowych książkach odczytowych. Natomiast systemy informatyczne dają wiele nowych możliwości. Przydatne mogą być dodatkowe wskazówki dla odczytującego, współrzędne, a także pliki ze zdjęciami lub nawet schematami pomagającymi szybko trafić do danego wodomierza. Do terminala mogą być też wpisywane poprzednie odczyty w danych punktach wraz z przewidywanym nowym odczytem. Taki mechanizm ma na celu pierwszą weryfikację wprowadzanych danych, żeby w razie potrzeby zasugerować pracownikowi potrzebę sprawdzenia danego wodomierza. W drugą stronę cenne będą dodatkowe informacje wprowadzone przez odczytującego, które będą przydatne w procesie fakturowania lub podczas kolejnych odczytów. Odczytujący może też wykonać zdjęcia, domiar GPS lub notatkę, które powinny znaleźć miejsce w systemie bilingowym przy danym punkcie poboru. Niezależnie od wymienionych informacji konieczne jest przekazywanie sygnałów o różnego rodzaju nieprawidłowościach w działaniu wodomierzy, o których pisano wyżej.

Wśród systemów oferowanych na rynku najpopularniejszym sposobem wymiany danych jest wymiana poprzez pliki tekstowe. Ten mechanizm polega na przygotowaniu w systemie bilingowym pliku tekstowego w odpowiednim układzie informacji i przesłaniu go do aplikacji obsługującej zdalne odczyty w terminalach przenośnych. Po odczycie plik uzupełniony jest przesyłany w drugą stronę. Na podstawie zawartości tego zwróconego pliku uzupełniane są dane w systemie bilingowym. Taki system jest podatny na błędy, a przede wszystkim umożliwia wymianę tylko podstawowych danych bez przesyłania plików multimedialnych. Dla nowoczesnego systemu taka wymiana danych jest niewystarczająca. Konieczne jest uzyskanie wraz z systemem radiowym bibliotek lub sterowników, które umożliwią bardziej zaawansowaną wymianę danych. W praktyce uzyskanie satysfakcjonującego narzędzia wymiany danych jest możliwe przez wykonanie specjalizowanej aplikacji na urządzenie przenośne przez wykonawcę systemu bilingowego. To jednak wymaga sprawdzenia dostępności bibliotek i kompatybilności wersji systemów operacyjnych, a przede wszystkim otwartości wykonawców systemu bilingowego, z którego korzysta przedsiębiorstwo.

Zupełnie innym aspektem jest planowany system odczytów stacjonarnych. Pod względem integracji z systemami informatycznymi firmy wymaga zupełnie innych mechanizmów. W tym przypadku wymiana danych następuje poprzez bazę danych, do której dane odczytowe są zapisywane sukcesywnie z koncentratorów odczytów zamontowanych na terenie miasta. System bilingowy odczytuje dane z bazy i zapisuje w bazie odczytowej przy właściwych punktach poboru. W tym przypadku powstaje duża ilość dodatkowych odczytów, które w systemie bilingowym są zbędne i nawet niepożądane. Dla celów diagnostycznych i analitycznych natomiast takie informacje są cenne, dlatego też ważną sprawą jest ich odpowiednie zorganizowanie i dostęp do nich.

Wdrożenie zdalnych odczytów w systemie złożonym z dziesiątek tysięcy liczników jest operacją nie tylko kosztowną ale dużą pod względem logistycznym. Naturalnym założeniem jest to, że nie będzie się ponosić kosztów dodatkowych wymiany wodomierzy, tylko wdroży się nowe w ramach wymiany do legalizacji. Najczęściej jednak ko-

nieczne jest przyjęcie harmonogramu wdrożenia tak, aby wdrażany system radiowy był od początku pomocny w procesie odczytów i optymalny pod względem kosztów i innych uwarunkowań.

W przypadku wodociągów krakowskich przyjęto założenie, że wdrożenie będzie rozłożone na dziewięć lat. Od początku przyjęto wdrożenie w ramach struktury książek odczytowych począwszy od centrum miasta. To założenie musiało szybko zostać rozbudowane ze względu na potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa przy obsłudze studzienek wodomierzowych. Przyjęto zatem, że na terenie całego miasta montuje się wodomierze z nakładkami do zdalnych odczytów w studzienkach, ponieważ są to miejsca, do których dostęp jest utrudniony i stanowi potencjalne zagrożenie wypadkami przy pracy. Wymusiło to także wyposażenie w terminale przenośne PSION wszystkich odczytujących pracujących w rejonach, w których są studzienki wodomierzowe.

Obecnie jest użytkowanych 20 terminali inkasenckich, którymi wykonywane są odczyty wszystkich wodomierzy. Urządzenia te służą nie do odczytu wodomierzy wyposażonych w nakładki radiowe, a także do ręcznego wprowadzania wskazań wodomierzy odczytywanych tradycyjnie. Terminale obsługują zatem wszystkie z ponad 54 tysięcy wodomierzy.

W tym miejscu warto ponownie zaznaczyć, że wdrożenie jest znacznie łatwiejsze jeśli wodomierze są dostarczane już z zaprogramowanymi i zamontowanymi nakładkami radiowymi. Dzięki temu monterzy nie muszą programować nakładek ani posługiwać się terminalami bo dla brygad monterów jest to utrudnione ze względu na warunki atmosferyczne i ciężkie warunki terenowe zwłaszcza w studzienkach.

W krakowskim systemie zaopatrzenia w wodę obok systemu zdalnego odczytu wodomierzy o charakterze obchodzonym lub objeżdżanym tzw. „walk by” z wykorzystaniem podręcznego terminala funkcjonuje system odczytów stacjonarnych z wykorzystaniem branek GPRS. Takie urządzenia są zamontowane na wodomierzach sprzedaży hurtowej do gmin ościennych oraz na rozgałęzieniach z rurociągów magistralnych z Dobczyc do Krakowa.

Obecnie w polskich warunkach taki system nie został jeszcze wdrożony komercyjnie na większą skalę. Producenci proponują możliwość testowego uruchomienia urządzeń dla pewnego obszaru lub dla poszczególnych wodomierzy. Odczyty w systemie stacjonarnym są zbierane przez koncentratory najczęściej będące urządzeniami montowanymi stacjonarnie, wymagającymi zasilania sieciowego, mającymi podłączenie do Internetu lub komunikację GPRS przez sieci telefonii komórkowej. Bramki – koncentratory do odczytu pewnego obszaru winny być zamontowane w wysoko posadowionym punkcie, możliwie w środku obszaru. Moc i zasięg nadajników na wodomierzach są ograniczone przepisami, dlatego też taki system sprawdzi się w terenie o dużej liczbie wodomierzy. Przy niewielkiej liczbie liczników w obszarze o promieniu około jednego kilometra prawdopodobnie koszty zamontowania koncentratora spowodują, że zadanie to będzie nieopłacalne.

Jeśli posiadane są istotne wodomierze w odległych miejscach, gdzie nie ma wielu odbiorców to korzystniejszym rozwiązaniem może się okazać zamontowanie prostego dedykowanego urządzenia GPRS połączonego przewodem z wodomierzem. Dzięki powszechnemu zasięgowi sieci komórkowych możliwe jest zamontowanie bramki GPRS bezpośrednio przy wodomierzu często bez konieczności zasilania sieciowego.

Na koszty wdrożenia i eksploatacji odczytów stacjonarnych nie należy patrzeć wyłącznie porównując je z kosztami odczytów tradycyjnych, ale jako na rozwiązania przynoszące wiele danych możliwych do wykorzystania w systemach monitoringu technologicznego, a także jako narzędzie do ciągłego monitorowania strat, zarówno w magistralach jak i w sieciach rozdzielczych.

Taką funkcjonalność można uzyskać ponieważ odczyty stacjonarne dają informację o wskazaniach liczników nie tylko na koniec okresu obrachunkowego ale zwykle co najmniej kilka razy na dobę. Jest to w przypadku dużego systemu bardzo duża liczba danych, ale umożliwia zastosowanie oprogramowania z algorytmami do śledzenia bilansu rozptywu wody w danej strefie zasilania. Wymaga to opomiarowania dopływu do danej strefy oraz opracowania algorytmu wskazującego pojawienie się wycieku wody w danej strefie lub wskaże wodomierze, które mogły utracić własności metrologiczne. Posiadanie bieżących informacji o obciążeniu w danym odgałęzieniu sieci jest także cenne ze względu na możliwość dokładnego korygowania parametrów modelu matematycznego sieci.

5. Doświadczenia eksploatacyjne z wprowadzenia radiowego systemu zdalnego odczytu w Krakowie

Wraz z montażem pierwszych wodomierzy z nakładkami radiowymi rozpoczęło się zbieranie doświadczeń praktycznych dotyczących zasięgu komunikacji oraz efektywnego zbierania odczytów, a także diagnostyki napotkanych problemów. Od początku zauważono bardzo różne zasięgi fal radiowych z nakładek, często bardzo ograniczone w porównaniu do oczekiwań. Ograniczony zasięg występował głównie z wodomierzy zainstalowanych w studzienkach wodomierzowych oraz w piwnicach starych kamienic w centrum Krakowa. W przypadku studzienek tłumienie sygnału było spowodowane przez żelbetowe ściany i stropy studzienek oraz warstwy utwardzonych powierzchni nad studzienkami. Najbardziej ograniczony zasięg, a czasem całkowity brak możliwości odczytu występował w przypadku studzienek, w których wodomierz był zalany wodą gruntową lub opadową. Ze względu na bardzo duże tłumienie fal radiowych w wodzie sygnał poza studzienkę często nie wychodzi w ogóle.

W przypadku starych kamienic w centrum występują bardzo grube mury ścian i fundamentów oraz dodatkowo duża liczba różnych fal radiowych np. sieci bezprzewodowych. Te czynniki powodowały konieczność empirycznego szukania miejsc do skutecznego odczytu. Zdarza się, że konieczne jest podejście do budynku np. od podwórka. W wymienionych sytuacjach konieczne są inne urządzenia, które umożliwią zwiększenie zasięgu.

Rozwiązaniem poprawiającym zasięg jest wyniesienie nadajnika radiowego wyżej niż jest zamontowany wodomierz. Stosuje się wówczas nakładkę w wersji rozdzielnej tzn. na wodomierzu jest zamontowana nakładka nadajnik impulsów, która jest połączona przewodem z nadajnikiem radiowym. W studzienkach wodomierzowych nadajnik radiowy montuje się przy stropie lub przy władzie. Dzięki temu nadajnik radiowy jest zawsze ponad powierzchnią wody oraz bliżej miejsca, z którego następuje odczyt. W przypadku umieszczenia wodomierzy w studziencie należy koniecznie stosować wodomierze z liczydłami szklano-metalowymi. Po zalaniu lub zawilgoceniu liczydła o niewystarczającym stopniu ochrony przed zalaniem wodomierz wykazuje utratę własności metrologicznych, jak potwierdziły badania [1].

Zatem praktyka eksploatacyjna spowodowała, że do studzienek wodomierzowych montowane są wyłącznie wodomierze z liczydłami szklano-miedzianymi o stopniu ochrony IP68 z nakładkami w wersji rozdzielnej tzn. na wodomierzu montuje się nadajnik impulsów, a nadajnik radiowy umieszcza się w możliwie najwyższym punkcie. Po wdrożeniu w ramach całych obszarów odczytowych systemu zdalnych odczytów

uzyskano znaczne usprawnienie procesu odczytów, w czym nie bez znaczenia jest użytkowanie jednokierunkowego systemu radiowego. Oferowane na rynku systemy mają jedno- lub dwukierunkową radiową transmisję danych. Przy transmisji jednokierunkowej wszystkie nakładki cyklicznie, co kilka sekund wysyłają komunikaty radiowe. Komunikaty te mogą zostać odebrane przez komputer przenośny odczytującego. W takim systemie pracy programowanie nakładki nie jest możliwe drogą radiową, lecz w razie konieczności zaprogramowania trzeba dostać się do licznika i podłączyć przewodem lub nakładką np. na podczerwień lub indukcyjną. W przypadku systemów dwukierunkowych nakładki nie wysyłają żadnych fal, aż do chwili kiedy zostaną wywołane przez komendę wysłaną z komputera odczytującego. W takich systemach możliwe jest zarówno odczytanie jak i zaprogramowanie nakładki drogą radiową. Jednak zasadniczą różnicą funkcjonalną pomiędzy systemami jest sposób w jaki odbywa się proces odczytu. W systemie jednokierunkowym po uruchomieniu aplikacji odczytującej wodomierze komputer odczytującego jest w trybie nasłuchu radiowego cały czas i zapisuje każdy sygnał z wodomierza danej trasy bez względu na ich kolejność. Oznacza to, że nie jest istotne w jakim kierunku odczytujący przemierza trasę i nie musi zwracać uwagi na kolejność odczytów. System dwukierunkowy wymaga najpierw wysłania komunikatu inicjującego transmisję z komputera, który warunkuje otrzymanie odpowiedzi od nakładki na wodomierzu. W takim systemie nie nastąpi odczyt następnych wodomierzy dopóki nie zostanie odczytany pierwszy w kolejności. Trzeba zatem przechodzić trasę według ściśle zadanej kolejności albo w czasie odczytu ręcznie zarządzać kolejnością odczytów o ile to możliwe. Doświadczenia praktyczne wykazały także, że system jednokierunkowy pozwala na znacznie szybsze odczytywanie, oraz na możliwość przejeżdżania tras np. rowerem lub samochodem jadąc z niewielkimi przystankami. Programowanie natomiast nakładek zwykle i tak wymaga obecności przy wodomierzu po to, żeby odczytać wskazanie liczydła. Może zatem być wykonane przewodowo.

Jak wspomniano powyżej dzięki wdrożeniu zdalnych odczytów uzyskano znaczne usprawnienie procesu odczytów ale także uniezależnienie odczytu od obecności odbiorcy, a czasem także od woli wpuszczenia do nieruchomości. Odbiorca zwykle nie wie kiedy jest odczytywany jego licznik, co wyklucza stosowanie wielu sposobów oszukiwania wskazań.

Usprawnienie procesu odczytów umożliwia skrócenie okresów odczytowych bez zwiększania nakładów na odczyty. Obecnie przygotowywane jest przejście z odczytów kwartalnych do 60-cio dniowych, a docelowo do miesięcznych.

6. Podsumowanie

Wybór i wdrożenie zdalnych odczytów wodomierzy jest zadaniem złożonym i wieloaspektowym. W większości przedsiębiorstw prawdopodobnie nie da się wytypować systemu najlepszego w każdym z aspektów. Wybór typów wodomierzy pociąga za sobą wybór nakładek. Wybór nakładek w konsekwencji rodzi potrzebę współpracy poprzez właściwe dla danego producenta sterowniki i aplikacje w systemach informatycznych. Każdy natomiast ze składowych elementów systemu ma własne specyficzne cechy. System zaś musi być jeden spójny i w całości zintegrowany. Dlatego też w każdym z obszarów należy wykonać analizę optymalnych rozwiązań, a na koniec wybrać jedno rozwiązanie uznane przez różne służby przedsiębiorstwa jako optymalne. Zastosowanie zdalnych odczytów liczników mediów i stworzenie mechanizmów odczytów automatycznych to działania, które pozwolą na

precyzyjne i optymalne dostosowanie parametrów w sieciach do potrzeb odbiorców. Pozwoli na bieżące reagowanie na zmieniające się zapotrzebowanie na media, a przez to umożliwi rezygnację ze zbędnych rezerw i poprawi efektywność działania sieci.

Bibliografia

- [1] Cichoń T, Królikowska J, Królikowski A.: Doświadczenia eksploatacyjne w gospodarce wodomierzowej w wybranym przedsiębiorstwie wodociągów i kanalizacji. Ogólnopolska konferencja naukowo techniczna „Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody”. Szczyrk, 2013
- [2] Cichoń T.: Analiza eksploatacji wodomierzy z uwzględnieniem aspektu niezawodnościowego Instalator 2013
- [3] Dohnalik P, Jędrzejewski Z.: Efektywna eksploatacja wodociągów. Lemtech 2004
- [4] Komoniewski P.: Systemy zdalnego odczytu mediów. Wodomierze i fale. Magazyn instalatora Nr 1/2010
- [5] Tuz P.: Dlaczego monitorowanie połączeń wodociągowych. Instal Nr 4-5/2006.
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz. U. nr 5, poz. 29).
- [7] Materiały informacyjne producentów wodomierzy (Mirometr, Itron, Sensus)

