

# Stacjonarny system zdalnego odczytu wodomierzy w technologii WIZE 169 MHz

## WIZE 169 MHz water meters stationary remote reading system

Jacek Rogiński, Andrzej Żak, Andrzej Jemielity, Rafał Maliszewski, Jakub Bobrowski,  
Beata Kowalska, Dariusz Kowalski\*

**Słowa kluczowe:** 169 MHz, wodomierze, smart cities, odczyt stacjonarny, pilotaż

### Streszczenie

W artykule przedstawiono omówienie aktualnych trendów zdalnego odczytu wodomierzy, jako ważnego elementu tzw. inteligentnych miast. Szczególną uwagę poświęcono technologii WIZE 169 MHz. Zaprezentowano także wstępne wyniki badań skuteczności działania systemu zdalnego odczytu wodomierzy bazującego na tej technologii. Badania przeprowadzono wykorzystując pilotażowe wdrożenie tego systemu w Augustowie i okolicach, zrealizowane w październiku 2020 r. przez firmę AquaRD. Pilotażem objęto 73 wodomierze przesyłające dane do pojedynczego koncentratora oddalonego maksymalnie o 7,5 km. Celem tego wdrożenia było praktyczne sprawdzenie dojrzałości zastosowanej technologii WIZE 169 MHz do wdrożeń komercyjnych. W ramach pilotażu badano możliwości tej technologii zarówno w kontekście efektywności odczytu (odczyt z trudnych lokalizacji np. oddalonych czy okresowo zalewanych studzienek, a także miejsc bez sygnału telefonii komórkowej), a także wykorzystania powstałego narzędzia informatycznego integrującego proces odczytu i zarządzania wodomierzami.

**Keywords:** 169 MHz, water metres, smart cities, remote reading, pilot implementation

### Abstract

The article presents an overview of the current trends in remote reading of water meters as an important element of the so-called smart cities. Particular attention was paid to WIZE 169 MHz technology. Preliminary results of the research on the effectiveness of the remote reading of water meters based on this technology are also presented. The research was carried out using the pilot implementation of this system in Augustów and its vicinity, carried out in October 2020 by the AquaRD company. The pilot project covered 73 water meters transmitting data to a single concentrator located up to 7.5 km away. The purpose of this implementation was to test the maturity of the applied WIZE 169 MHz technology for commercial implementations. As part of the pilot study, the possibilities of this technology were investigated both in the context of reading efficiency (reading from difficult locations, e.g. remote or periodically flooded manholes, as well as places without a cell phone signal), as well as the use of the developed IT tool that integrates the process of reading and managing water meters.

## 1. Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój miast spowodował poszukiwania nowych inteligentnych technologii wykorzystywanych w celu poprawy życia mieszkańców w zakresie bezpieczeństwa, energetyki, administracji, transportu, ochrony środowiska, gospodarki odpadami, jak również w zarządzaniu przestrzenią [1]. Na początku XXI w. pojawiła się koncepcja „inteligentnego” miasta nazwanego smart city, jako kontynuacja badań nad zrównoważonym rozwojem wspartym nowoczesnymi technologiami, w tym zwłaszcza w zakresie telekomunikacji i transportu [8]. Parlament Europejski w raporcie „Mapping Smart Cities in the EU” zaproponował, by przy określaniu „miejskiej inteligencji” kierować się analizą sześciu elementów, które uznano za tworzące koncepcję smart city [10]. Wśród nich znalazły się: smart economy, smart mobility, smart environment, smart people, smart living oraz smart governance (odpowiednio: smart gospodarka, smart transport i komunikacja, smart ludzie,

smart jakość życia, smart zarządzanie) [1]. Technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT, ang. Information and Communication Technologies) stały się w nich istotnym czynnikiem transformującym rzeczywistość miejską. Wykorzystywanie technologii ICT do rozwoju miasta, jak i w procesie zarządzania nim jest jednym z najistotniejszych elementów kształtujących smart cities. To właśnie technologiom ICT przypisuje się decydujący wpływ na zmiany zachodzące w rzeczywistości miejskiej, nie tylko w kwestii kształtowania infrastruktury miasta, ale także zarządzania nim [2]. ICT to przede wszystkim technologie umożliwiające przetwarzanie, gromadzenie oraz przesyłanie informacji w formie elektronicznej [2]. W zakres tego pojęcia wchodzi zarówno media komunikacyjne (m.in. Internet, sieci bezprzewodowe, telefonia), media umożliwiające zapis informacji (np. pamięć przenośna, dyski twarde), jak również narzędzia służące do przetwarzania informacji, także aplikacje oraz złożone systemy IT.

\* Jacek Rogiński, Andrzej Żak, Andrzej Jemielity, Rafał Maliszewski, Jakub Bobrowski, AquaRD Sp. z o.o., ul. Złota 61/100, 00 - 819 Warszawa, e-mail aquad@aquard.pl, Beata Kowalska, prof. dr hab. inż. Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków, Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, b.kowalska@pollub.pl, Scopus ID: 55933112600, ORCID: 0000-0003-2489-1904, Dariusz Kowalski, dr hab. inż. profesor uczelni, Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków, Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, d.kowalski@pollub.pl, Scopus ID: 7005277942, ORCID: 0000-0001-9929-1626

Wraz z rozwojem technologii ICT w smart city, rośnie ilość zbieranych danych, a co za tym idzie wzrastają oczekiwania w zakresie lepszego zabezpieczenia gromadzonych informacji. Wzmagająca się cyberprzestępczość wiążąca się np. z kradzieżą danych, może mieć katastrofalne konsekwencje. Dlatego w przyszłości łagodzenie skutków takich zagrożeń będzie jednym z głównych priorytetów władz prawdziwych smart cities [4].

Istotną częścią sektora ICT, którą można szeroko wykorzystać w przestrzeni miejskiej, jest tzw. Internet rzeczy (IoT, ang. Internet of Things). IoT to inteligentne urządzenia, najczęściej posiadające własne adresy IP, które zostały połączone w sieć z innymi urządzeniami za pośrednictwem Internetu. IoT sprawia, że urządzenia mają możliwość wysyłania danych przez Internet, umożliwiając także komunikację z ludźmi i innymi urządzeniami obsługującymi IoT. Dane zebrane np. przez czujniki w czasie rzeczywistym są następnie udostępniane za pośrednictwem chmury i integrowane ze specjalistycznym oprogramowaniem, które następnie analizuje i przesyła dane do użytkowników za pośrednictwem dedykowanych aplikacji lub strony internetowej [11].

Ponieważ Internet Rzeczy dotyczy bardzo wielu aspektów, dziedzin i podmiotów, dlatego trudno objąć go jedną definicją. Próby ujednoczenia tego pojęcia podjęła się Grupa Robocza ds. Internetu Rzeczy, działająca przy Ministrze Cyfryzacji. [12]. W raporcie przedstawiono 3 definicje IoT: biznesową, technologiczną i architektoniczną. Definicja biznesowa to ekosystem usług biznesowych, wykorzystujących przedmioty zdolne do zbierania i przetwarzania informacji (interakcji), połączone w sieć, zapewniające interoperacyjność i synergję zastosowań. Definicja technologiczna określa Internet Rzeczy jako sieć łączącą przewodowo lub bezprzewodowo urządzenia charakteryzujące się autonomicznym (niewymagającym zaangażowania człowieka) działaniem w zakresie pozyskiwania, udostępniania, przetwarzania danych lub wchodzenia w interakcje z otoczeniem pod wpływem tych danych. Definicja architektoniczna to koncepcja architektury informatycznej, która umożliwia współpracę (interoperacyjność) różnorodnych systemów teleinformatycznych wspierających rozmaite zastosowania dziedzinowe, oparta na następujących warstwach: Sprzęt – urządzenia, w szczególności sensory, elementy wykonawcze, ale także sterowniki, smartfony, tablety, laptopy czy komputery, które zdolne są do komunikacji i przetwarzania danych bez zaangażowania człowieka lub w ograniczonej z nim interakcji. Komunikacja – infrastruktura telekomunikacyjna oraz sieć telekomunikacyjna (przewodowa lub bezprzewodowa), pracująca w oparciu o dowolne standardy transmisji danych o dowolnym zasięgu (tu Internet). Oprogramowanie – systemy informatyczne urządzeń IoT. Integracja – zbiory zdefiniowanych usług informatycznych zapewniających interoperacyjność oprogramowania na wszystkich poziomach architektury [12].

Popularne moduły konstrukcyjne wykorzystywane w systemach Internetu rzeczy w każdej branży i w każdym zastosowaniu obejmują czujniki, rozwiązania przewodowe i bezprzewodowe, anteny, baterie oraz mniejsze złącza i inne komponenty, powiązane między sobą i tworzące cały system [6]. Czujniki gromadzą dane, konwertują informacje o świecie rzeczywistym na dane cyfrowe. Internet rzeczy integruje wiele typów czujników, urządzeń i węzłów, które mają możliwość komunikowania się między sobą bez interwencji ze strony człowieka. Rzeczy, takie jak czujniki i moduły uruchamiające, są ze sobą fizycznie połączone za pośrednictwem wspólnych interfejsów: USB, GPIO, I2C, SPI i UART [6]. Aplikacje IoT różnią się między sobą w znacznym stopniu, istnieją liczne techniki komunikacyjne, wykorzystywane przez czujniki na potrzeby łączenia, a każde urządzenie może korzystać z różnych protokołów komunikacyjnych. Czujniki, bramki, routery, oprogramowanie, platformy i inne systemy są w różny sposób powiązane ze sobą, różnią się w zakresie poboru energii, zakresu i przepustowości. Do komunikacji wykorzystuje się łączność bezprzewodową lub przewodową. Rozwiązania bezprzewodowe charakteryzują się różnymi standardami łączności dalekiego i krótkiego zasięgu. Rozwiązania zabezpieczające łączność dalekiego zasięgu muszą wykorzystywać licencjonowane lub nielicencjonowane standardy, znane jako LPWAN (Low Power Wide

Area Networks — sieci rozległe o małej mocy). Rozwiązania sieciowe IoT krótkiego zasięgu transmitują dane na krótkich dystansach między odbiornikiem danych i bramką, która przetwarza dane z czujników. Przykładem technologii bezprzewodowej dla sieci lokalnych jest Wi-Fi, wykorzystywane w wielu aplikacjach IoT, zwłaszcza w inteligentnych domach i biurach. Sieć Wi-Fi działa na częstotliwościach zbliżonych do 2,4 GHz lub 5 GHz.

LPWAN to globalny standard sieciowy, opracowany z myślą o sieciach inteligentnych i urządzeniach o ograniczonych zasobach, które są rozlokowane na dużych obszarach i wymagają do działania minimalnych energii. Te sieci zostały zaprojektowane na potrzeby aplikacji IoT, które charakteryzują się małą prędkością przesyłu danych, niskimi kosztami, wymagają dłuższej żywotności baterii oraz działają w lokalizacjach zdalnych lub w których panują trudne warunki otoczenia. Znaczenie ma także odpowiedni protokół sieciowy.

W obszarze infrastruktury wodociągowej, ciepłowniczej i dystrybucji gazu czy energii elektrycznej firmy coraz częściej oferują nowoczesne rozwiązania w obszarze IoT do zdalnych odczytów liczników wody, gazu, ciepła i energii elektrycznej, a także wczesne wykrywanie wycieków czy awarii. Często można wykorzystać istniejącą infrastrukturę pomiarową poprzez instalację dodatkowych urządzeń takich jak w przypadku firmy Comarch (producenta rozwiązań informatycznych) - Comarch M-BUS - NB IoT Gateway [5]. W określonych odstępach czasu zbierają one dane z wodomierzy, a następnie wykorzystując znormalizowane protokoły do transmisji danych, przesyłają je do platformy chmurowej IoT (Comarch IoT Platform lub systemów zewnętrznych), gdzie są gromadzone, przetwarzane i analizowane. Rozwiązanie Comarch oparte jest na technologii LPWAN Narrowband-IoT lub LTE/4G. [5]. Technologie bezprzewodowe dobrze sprawdzają się w przypadku zastosowań w systemach dystrybucji wody czy gazu, [3, 14], a zastosowane pasma mogą być licencjonowane jak i nielicencjonowane. Obecnie coraz większą popularnością cieszą się pasma nielicencjonowane 915 MHz w USA, 169 MHz, 433 MHz i 868 MHz w UE, 490 MHz w Chinach i 920 MHz w Japonii. We Włoszech w 2018 r. wykorzystano pasmo 169 MHz do opomiarowania zmodernizowanej sieci dystrybucji gazu.

Jednym z nowoczesnych rozwiązań do zastosowania w systemach wodociągowych jest wdrożona w 2017 roku przez WIZE Alliance, technologia sieci rozległych o niskim poborze mocy LPWAN, wykorzystująca częstotliwość radiową 169 MHz. Wywodzi się ona z European Standard Wireless M-Bus. To nowoczesne rozwiązanie, które zdobyło już na świecie dużą popularność i które w Polsce jest jeszcze w fazie pilotażu [7].

Zdalny odczyt czujników realizowany w technologii WIZE 169 MHz ma stosunkowo niewielkie wymagania sprzętowe (wymagania Hardware to jedynie transmittersy i koncentratory). Technologia zapewnia duży zasięg i dużą przepustowość, a także niskie zużycie energii. Ze względu na niski pobór mocy do przesyłania danych wydłuża się „żywność baterii” w urządzeniach nadawczych (np. nakładkach radiowych wodomierzy - (tab. 1). Znika przez to jedna z barier stosowania zdalnego, stacjonarnego, odczytu wodomierzy, podnoszona przez liczne przedsiębiorstwa wodociągowe.

Tab. 1. Żywotności baterii nakładek radiowych wodomierzy, pracujących w technologii WIZE 169 MHz (AquaRD) [13]

Tab. 1. Battery life of radio sensors of water meters, operating in WIZE 169 MHz technology (AquaRD) [13]

Tryb odczytu	Przesyłana informacja	Częstotliwość transmisji	Żywotność baterii
Odczyty dobowe	Indeks dobowy, Qmax, Qmin, alarmy	1 raz dziennie	20 lat
Odczyty godzinowe	24 odczyty / dzień	2 razy dziennie po 1 odczytów	18 lat
Odczyty 15-minutowe	95 odczytów / dzień	8 razy dziennie, co 3 godziny, po 12 odczytów	15 lat

Pasma radiowe 168 MHz podzielone jest na 6 kanałów. W technologii WIZE Zapewniona jest komunikacja dwukierunkowa. Co ważne dodatkowo występuje niskie wykorzystanie pasma w czasie transmisji. Istnieje także możliwość wprowadzenia NB/CAT M1 IoT dla indywidualnych punktów pomiarowych. Parametry częstotliwości, modulacji i mocy przedstawiono na rysunku 1.

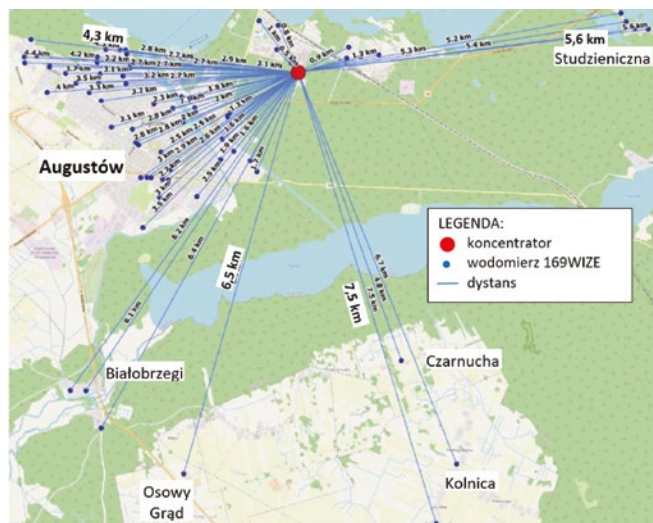


Rys. 1. WIZE 169 MHz – zoptymalizowana częstotliwość, modulacja i moc [13]  
Fig. 1. WIZE 169 MHz - optimized frequency, modulation and power [13]

Ponieważ technologia WIZE 169 MHz jest stosunkowo mało znana w naszym kraju w dalszej części artykułu przedstawiono pierwsze rezultaty jej pilotażowego wdrożenia do zdalnego, stacjonarnego, odczytywania wodomierzy. Celem pilotażu nie było określenie dopuszczalnych parametrów pracy powstałego systemu. Uwagę zwrócono przede wszystkim na sprawdzenie gotowości tej technologii do wdrożenia komercyjnego – zarówno w zakresie sprzętowym, jak i informatycznym.

## 2.Opis obiektu

Badanie skuteczności funkcjonowania systemu zdalnego odczytu wodomierzy w technologii WIZE 169 MHz przeprowadzono wykorzystując jego pilotażowe wdrożenie zrealizowane przez firmę AquaRD, w Augustowie i okolicach (rys. 2), w październiku 2020 r. [13]. Wdrożenie obejmowało zarówno aspekt sprzętowy (montaż nakładek radiowych na wybranych wodomierzach, montaż anten i koncentratora) jak również informatyczny (integracja z istniejącym systemem bilingowym lokalnego przedsiębiorstwa).



Rys. 2 Lokalizacja podstawowych urządzeń pilotażowego systemu zdalnego odczytu wodomierzy

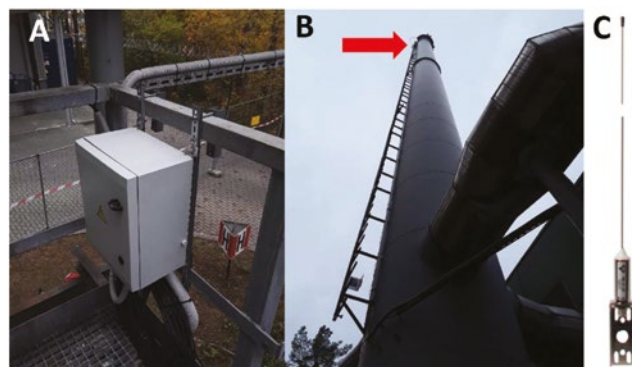
Fig. 2 Location of basic devices of a pilot system for remote reading of water meters

Pilotażowy system zdalnego odczytu wodomierzy wykorzystywał pojedynczy koncentrator, który swoim zasięgiem obejmował ok. 80,9 km<sup>2</sup> powierzchni. Do koncentratora przesyłane były dane

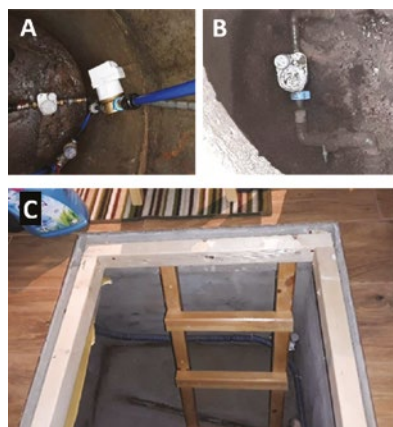
z 73 wodomierzy (Tab. 2). Odczytów, realizowanych wyłącznie stacjonarnie, dokonywano zarówno w odstępach 1 - godzinowych, jak również całodobowych. Maksymalne odległości pomiędzy wodomierzem a koncentratorem wynosiły w zależności od strefy: 7,5 km (Kolnica), 6,5 km (Osowy Grąd), 5,6 km (Studzieniczna) oraz 4,3 km (Augustów). Wykorzystywane w pilotażu wodomierze posiadały nakładki do radiowego przesyłania danych, wyprodukowane przez firmy DIEHL oraz ITRON (Tab. 2). Pojedynczy koncentrator, zainstalowany przy ul. Tytoniowej w Augustowie zainstalowano na istniejącym kominie i wyposażono w 3 anteny dookólne umieszczone na wysokości 62 m (Rys. 3).

Tab. 2 Wykaz wodomierzy wykorzystanych w pilotażowym systemie zdalnego odczytu  
Tab. 2 List of water meters used in the pilot remote reading system

Nazwa strefy	Wykorzystane nakładki radiowe na wodomierze		
	ITRON	DIEHL	Łącznie
Augustów	31	31	62
Studzieniczna	3	1	4
Białobrzegi	2	1	3
Kolnica	1	1	2
Czarnucha	1	0	1
Osowy Grąd	1	0	1
RAZEM	39	34	73



Rys. 3 Lokalizacja koncentratora (A) i anten (B) na antresolach komin. (C) – typ wykorzystanej anteny dookólnej  
Fig. 3 Location of the concentrator (A) and antennas (B) on the chimney mezzanines. (C) - type of antenna used



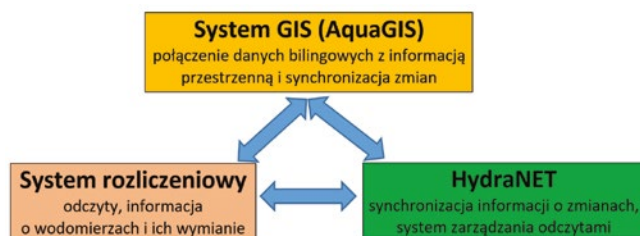
Rys. 4 Przykładowe trudne lokalizacje wodomierzy: A – studzienka żelbetowa, zawierająca dwa wodomierze z nakładkami radiowymi różnych producentów, B – studzienka okresowo zalewana, C - betonowe pomieszczenie pod podłogą kuchni  
Fig. 4 Examples of difficult locations of water meters: A - reinforced concrete well, containing two water meters with radio sensors from different manufacturers, B - periodically flooded well, C - a concrete room under the kitchen floor

Wodomierze przeznaczone do zdalnego odczytywania za pomocą pilotażowego systemu WIZE 169 MHz montowano w typowych lokalizacjach, nie unikając tzw. miejsc trudnych, w których brak było zasięgu telefonii komórkowej, a także takich jak studzienki żelbetowe, studzienki okresowo zalewane oraz betonowe pomieszczenia pod podłogą lokali użytkowych (Rys. 4). W wielu tego typu lokalizacjach zastosowany system odczytu wodomierzy musiał zmierzyć się z problemem ekranowania, znacząco ograniczającym możliwo-



ści radiowego przesyłania danych. W żadnym z tych przypadków, nie podejmowano prób poprawienia skuteczności odczytu poprzez zastosowanie tzw. nakładek wyniesionych (antena z nadajnikiem na kablu, montowana w miejscu o lepszym zasięgu), a także nie zainstalowano dodatkowego koncentratora.

Stacjonarny system zdalnego odczytu wodomierzy wymaga wykorzystania niezbędnych narzędzi informatycznych. Zainstalowane w ramach pilotażu narzędzia umożliwiają dwustronną wymianę tych danych. Strukturę ich wzajemnych połączeń przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Zainstalowane systemy dziedzinowe i schemat struktury zastosowanej wymiany danych

Fig. 5. Installed domain systems and a diagram of the structure of the data exchange used

Powstałe narzędzie informatyczne wykorzystuje istniejący w lokalnym przedsiębiorstwie wodociągowym system rozliczeniowy (bilingowy). System ten zawiera wartości odczytów pochodzących z tradycyjnych źródeł (inkasenci, e-mail, telefon), numery wodomierzy i nakładek radiowych, daty wymiany i legalizacji wodomierzy etc. Autorski (AQUARD) system GIS współpracuje z systemem rozliczeniowym. Pełni także rolę integrującą pracę pozostałych elementów narzędzia informatycznego. Pozwala na uzupełnienie zbieranych danych o informację przestrzenną, co znacząco poprawia czytelność ich wizualizacji. Dostęp do danych regulowany jest przez administratora. Możliwe jest tu wykorzystanie aplikacji klienckiej typu desktop (nieprzeglądarkowa) jak i poprzez przeglądarkę www, aplikację mobilną oraz interfejsy programistyczne (API) szczególnie użyteczne w przypadku działań polegających na integracji z zewnętrznymi systemami zarządzania. Pozwala to na dostęp do systemu AquaGIS zarówno poprzez komputery stacjonarne, przenośne, tablety czy smartfony wyposażone w system Android.

Zbieranie danych pochodzących z odczytów wodomierzy realizowane jest w przypadku omawianego pilotażu z wykorzystaniem systemu HydraNET, dodatkowo wyposażonego w aplikację serwisową HydraNet.WMR.Service. W pilotażu wykorzystano dane pochodzące z odczytów realizowanych w technologii WIZE 169MHz, choć możliwe było także pozyskiwanie danych z wodomierzy z innych źródeł (odczytów „fizycznych”, mobilnych czy stacjonarnego systemu odczytowego opartego na częstotliwościach 433 MHz i 868MHz). Elastyczność zastosowanego narzędzia umożliwia łatwe dostosowanie do możliwości sprzętowych przedsiębiorstw wodociągowych, umożliwiając jednocześnie stopniowe przechodzenie na nowocześniejsze technologie odczytów, utrzymując jednocześnie ciągłość procesu odczytów i fakturowania. Podobnie jak system GIS, HydraNET umożliwia wizualizację zebranych danych. Dzięki zainstalowanej aplikacji serwisowej ułatwia proces obsługi i serwisu wodomierzy i nakładek radiowych (eliminacja błędów ludzkich podczas instalacji - wykorzystanie czytników kodów kreskowych i 2D, lokalizacji GPS etc.).

Utrzymanie prawidłowej pracy zainstalowanego narzędzia informatycznego wymaga częstej, w przypadku omawianego pilotażu nie rzadziej niż raz na dobę, wymiany i integracji danych pomiędzy jego poszczególnymi elementami. Pozwala to na utrzymanie prawidłowości nazw wodomierzy, aktualizacji nowych odbiorców, programowania częstości i obszaru odczytów, uwzględnianie stanów awaryjnych zarówno sieci przesyłowej jak i urządzeń odczytu wodomierzy. Dzięki procesowi integracji wizualizacje i raporty generowane przez poszczególne elementy narzędzia informatycznego są wzajemnie spójne.

### 3. Wyniki pilotażu

Przeprowadzone badania skuteczności zdalnego odczytu wodomierzy wykazały znaczące różnicowanie w odniesieniu do odczytów godzinowych i całodobowych (Tab. 3).

Tab. 3 Wyniki skuteczności odczytów wodomierzy objętych pilotażem

Tab. 3 Efficiency results of water meters readings included in the pilot program

Strefa	Liczba zainstalowanych nakładek dobowych	Procent odczytów	Procent odczytów godzinowych
Augustów	62	95%	61%
Studzieniczna	4	64%	31%
Białobrzegi	3	82%	41%
Czarnucha	1	65%	31%
Kolnica	2	100%	61%
Osowy Grąd	1	100%	44%
Razem/średnio	73	93%	58%

Wartości niższe niż 100% oznaczały brak lub niekompletny transfer danych. W przypadku odczytów godzinowych procent ten jest znacznie niższy niż dla odczytów dobowych. Wynika to prawdopodobnie ze znacznie większych zakłóceń radiowych występujących w ciągu dnia. Sugeruje również, że taka częstość odczytów wymaga zwiększenia liczby koncentratorów lub wyniesienia anten nadawczych nakładek radiowych ponad poziom terenu. Znacznie lepsza sytuacja wystąpiła w przypadku odczytów całodobowych. Średnią skuteczność na poziomie 93%, bez zastosowania tego typu rozwiązań należy uznać za wynik bardzo dobry.

Interesujące jest jak wyglądała skuteczność zdalnych odczytów wodomierzy zainstalowanych w miejscach „trudnych” – Tab. 4. Również i tutaj zaobserwowano znacząco gorsze efekty w przypadku odczytów godzinowych niż dobowych.

Tab. 4. Zmierzona skuteczność funkcjonowania zdalnego odczytu wodomierzy w przypadku wodomierzy zlokalizowanych w miejscach „trudnych”

Tab. 4. Measured effectiveness of remote reading of water meters in the case of water meters located in "difficult" places

Rodzaj sytuacji problemowej	Liczba nakładek radiowych	Odczyty dobowe	Odczyty godzinowe
Oddalone studzienki wodomierzowe	2	(DIEHL) 88 %	50 %
		(ITRON) 97 %	52 %
Zalewane studzienki wodomierzowe	1	59 %	35%
Brak zasięgu telefonii komórkowej	1	54 %	30 %

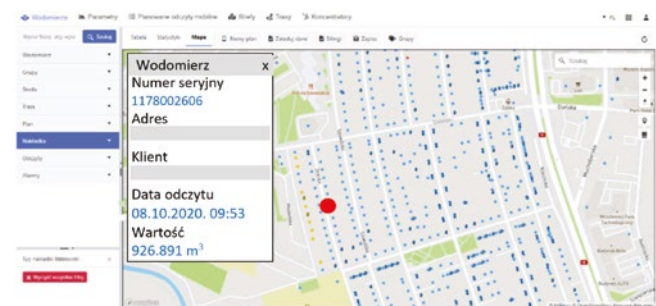
Największym stwierdzonym problem okazał się brak zasięgu telefonii komórkowej. Lokalizacja ta cechowała się jednak jednocześnie znacznym oddaleniem od koncentratora. Zalewanie studzienek także okazało się czynnikiem znacząco ograniczającym skuteczność odczytów wodomierzy. Samo oddalenie studzienek, bez efektu ekranowania sygnału radiowego nie było problemem w przypadku odczytów dobowych. Ze względu na bardzo małą próbę badawczą oraz brak porównywalnych warunków montażu wskazane różnice pomiędzy skutecznością odczytu wodomierzy wyposażonych w nakładki radiowe produkowane przez firmy DIEHL i ITRON należy traktować jako nieistotne.

Przykłady wizualizacji danych zbieranych przez zainstalowane narzędzia informatyczne przedstawiono na rysunkach 6 i 7. Interaktywne mapy pozwalają na szybki dostęp do wartości odczytu, ale także do danych technicznych urządzeń, zapisanej historii, stanu technicznego etc.

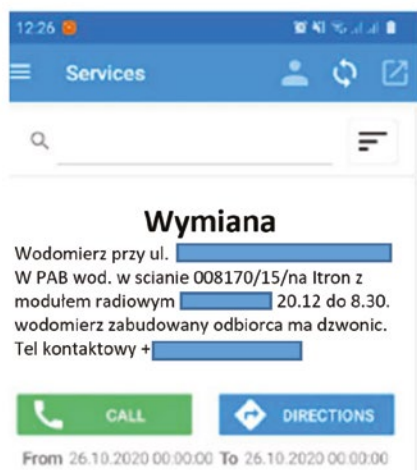
Przykładowy komunikat z aplikacji serwisowej HydraNet.WMR.Service przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 6 Przykład wizualizacji danych o wodociągu zebranych w systemie GIS  
Fig. 6 Example of visualization of data about the water network collected in the GIS system



Rys. 7 Przykładowy widok wodomierzy zawartych w systemie HydraNET  
Fig. 7 An exemplary view of water meters included in the HydraNET system



Rys. 8 Przykładowy komunikat z aplikacji serwisowej HydraNet.WMR.Service  
Fig. 8 Sample message from the HydraNet.WMR.Service service application

Wdrożenie przedstawionego systemu odczytu wodomierzy przyniosło dodatkowe korzyści. Należały do nich szybkie informacje o zaistniałych alarmach. Przedsiębiorstwo miało na bieżąco informacje o ewentualnych próbach zdjęcia nakładek z wodomierzy. Udało się także wspólnie z Klientem zauważyć wyciek i znaleźć jego źródło. Wyjątkowo też przydała się funkcjonalność informowania o zagrożeniu zamrożenia przyłącza. W 4 przypadkach zdążono z ingerencją na czas. W jednym jednak było już za późno i zamrznięta woda dokonała uszkodzeń.

#### 4. Wnioski

W ramach prezentowanego pilotażowego wdrożenia systemu WIZE 169MHz udało się uzyskać system zdalnego odczytu wodomierzy o skuteczności odczytu dobowego na poziomie 93%, a godzinowego na poziomie 58%. Wyniki te osiągnięto stosując tylko jeden koncentrator, bez stosowania anten kierunkowych.

Uzyskane typowe odległości odczytu sięgały 2-4 km (średnio ponad 3 km), dając przy tym wysoką skuteczność odczytu. W trzech najdalej oddalonych od koncentratora punktach (ok. 7,5 km) uzyskano 100% skuteczność odczytów dobowych i średnio około 60% odczytów godzinowych. W ramach testów przeprowadzono też odczyty z punktów „trudnych”. Nawet w takich przypadkach skuteczność odczytów była wysoka, jak na brak zastosowania dodatkowych urządzeń poprawiających transmisję sygnału. Zainstalowane narzędzie informatyczne umożliwiło skuteczną integrację z istniejącym w lokalnym przedsiębiorstwie wodociągowym systemem rozliczeniowym. Powstała baza danych GIS skutecznie pełniła rolę integrującą wszystkie wbudowane elementy systemu. Wizualizacje zebranych danych generowane z różnych poziomów systemu okazały się spójne. Umożliwiły również szybkie i przejrzyste raportowanie danych dotyczących skuteczności zainstalowanego pilotażowego systemu zdalnego odczytu wodomierzy.

Prezentowane wdrożenie potwierdza dojrzałość technologiczną i gotowość technologii WIZE 169 MHz oraz wykorzystującego ją narzędzia informatycznego do komercyjnych wdrożeń systemów zdalnego odczytu wodomierzy. Wdrożenie takie powinno być jednak każdorazowo poprzedzone analizą zasobów lokalnego przedsiębiorstwa wodociągowego, analizą konieczności zastosowania odpowiedniej liczby i lokalizacji koncentratorów oraz typu wymaganych anten.

Docelowo na bazie przedstawionego pilotażu powstanie redundantna sieć koncentratorów, dzięki czemu każdy z wodomierzy będzie w zasięgu sieci radiowej co najmniej 2-3 koncentratorów, co zapewni redundancję odczytów wodomierzy i podniesie skuteczność ich odczytów do 99% (włącznie z odczytami dobowymi). W miejscach trudnych zostaną wykorzystane nakładki wyniesione, co zapewni odczyty z miejsc o bardzo słabym poziomie sygnału radiowego.

#### LITERATURA

- [1] Baraniewicz-Kotasińska S., 2017, „Smart city. Ujęcie nowych technologii w koncepcji inteligentnego miasta”. *Nowoczesne Systemy Zarządzania*, vol. 12 nr 3: 29-40.
- [2] Berezowska J., Kamińska M., Kwiatkowska M., Niewiadomska E., Rozkrut D., Szczepańska B., Węgner M., 2010, „Społeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2006-2010, Informacje i opracowania statystyczne”, Główny Urząd Statystyczny, [www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/nts\\_spolecz\\_inform\\_w\\_polsce\\_2006-2010.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/nts_spolecz_inform_w_polsce_2006-2010.pdf) (15.11.2016)
- [3] Fuschini F., Barbiroli M., Corazza G.E., Degli-Esposti V., Falciasacca G., 2015, “Analysis of Outdoor-to-Indoor Propagation at 169 MHz for Smart Metering Applications, Antennas and Propagation”, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol.63, no.4: 1811,1821; DOI: 10.1109/TAP.2015.2399507.
- [4] <https://www.axis.com/pl-pl/newsroom/article/smart-city-2021-7-trendow-w-rozwoju-inteligentnych-miast> (14.11.2016).
- [5] <https://www.comarch.pl/iot-ecosystem/smart-metering/> (16.11.2021)
- [6] <https://pl.farnell.com/internet-of-thing> (16.11.2021)
- [7] <https://www.wize-alliance.com/Downloads/Technical> (17.11.2021)
- [8] Kuder W., 2013, “Smart Cities”. *Eurogospodarka*, vol. 9., <http://www.eurogospodarka.pl/samorzad/smart-cities>.
- [9] Manville C., Cochrane G., Cave J., Millard J., Pederson J.K., Thaarup r.K., Liebe A., Wissner M., Massink r., Kotterink B., 2014, “Mapping Smart Cities in the EU”, European Parliament, Brussels. <https://www.urenio.org/2014/03/07/mapping-smart-cities-eu/#:~:text=The%20report%20%E2%80%9CMapping%20Smart%20cities%20in%20the%20EU%E2%80%9D,in%20particular%20vis-%C3%A0-vis%20the%20targets%20of%20EU%202020>.
- [10] Muraskiewicz M., 2016, „Ku nowej utopii, ku inteligentnym miastom”, [w:] Gotlib D., Olszewski r. (red. nauk.), *Smart city. Informacja przestrzenna w zarządzaniu inteligentnym miastem*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [11] Patel K.K., Patel S.M. 2016, “Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges”. *IJESC*, vol. 6 no.5: 6122-5131, DOI 10.4010/2016.1482
- [12] Raport. 2020. “Rynek-IOT\_2020”. [https://cyfrowapolska.org/wp-content/uploads/2020/11/Raport\\_Rynek-IOT\\_2020\\_net.pdf](https://cyfrowapolska.org/wp-content/uploads/2020/11/Raport_Rynek-IOT_2020_net.pdf).
- [13] Raport. 2020, „Wdrożenie pilotażowej stacjonarnej sieci radiowej zdalnego odczytu wodomierzy opartej o technologię IoT WIZE 169MHz”, AquaRD
- [14] Uribe-Pérez N., Hernández L., de la Vega D., Angulo I., 2016, “State of the Art and Trends Review of Smart Metering in Electricity Grids”, *Applied Science*, vol.6, 68; DOI:10.3390/app6030068.