

# Ocena działań zmierzających do obniżenia awaryjności i strat wody w sieci wodociągowej na przykładzie miasta Z w latach 2012-2017

Assessment of activities reducing the failure rate and water losses in the water supply network on the example of city Z in 2012-2017

FLORIAN G. PIECHURSKI, TOMASZ MIERZWA

DOI 10.36119/15.2020.11.6

Analizowane przedsiębiorstwo ZPWik eksploatowało w 2017 r. sieć wodociągową o długości 486,3 km wykonaną głównie, bo w 76,3% z PEHD i aż 85% stanowią sieci o wieku do 20 lat. Większość awarii w sieci wodociągowej spowodowana jest korozją przewodów rur stalowych i pracami budowlanymi. Z badań wynika, że w ostatnich latach awaryjność ulegała systematycznemu obniżeniu i tak z 2,33 awarii/km rok w 2012 do 1,76 awarii/km rok w 2017 roku. Większość awarii jest usuwana w czasie do 8 godzin, ale można zaobserwować, że od 2015 roku sukcesywnie rośnie liczba trudniejszych awarii usuwanych w czasie dłuższym niż 13 godzin. Mimo dużej awaryjności poziom strat jest stosunkowo niski i ulega obniżeniu z 11,36% w 2012 do 8,75% w 2017 roku, co w porównaniu z danymi Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie (IGWP) jest wynikiem bardzo dobrym. Uzyskiwane dobre efekty mają związek z odnową materiałów sieci, z zakupem i wykorzystaniem nowego sprzętu do lokalizowania i usuwania awarii oraz ciągłym rozbudowywanym i analizowanym monitoringiem pracy, jak również redukcją ciśnienia w analizowanej sieci wodociągowej.

*Słowa kluczowe: sieci wodociągowe, materiał, awarie, straty wody, sposoby obniżenia strat*

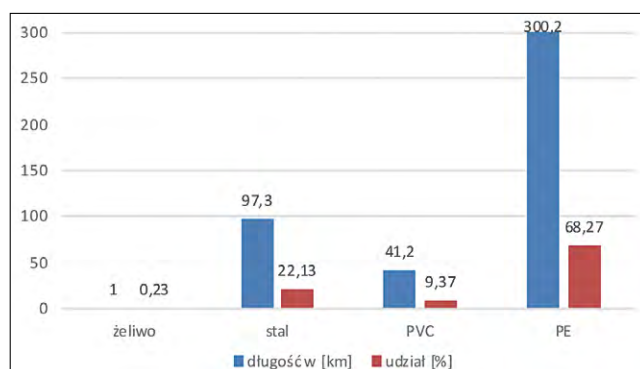
In 2017, the analyzed ZPWik company operated a 486.3 km-long water supply network made mainly of PEHD (76.3%) and 85% of networks up to 20 years old. Most of the failures in the water supply system are due to corrosion of steel pipes and construction work. In recent years, the research shows the failure rate of systemic lowering, and so from 2.33 failure / km year in 2012 to 1.76 failure / km year in 2017 failure / km year. Most failures are removed within 8 hours, but you can see that since 2015 the number of difficult failures to be removed in more than 13 hours has been on a yearly basis increasing. Despite the high failure rate, the level of losses is relatively low and decreases from 11.36% in 2012 to 8.75% in 2017, which, compared to the data of the Polish Waterworks Chamber of Commerce (IGWP), is a very good result. The good results obtained are related to the renewal of network materials, the purchase and use of new equipment for locating and removing failures, and the continuous expanded and analyzed monitoring of work as well as the reduction of pressure in the analyzed water supply network.

*Keywords: water supply networks, material, failures, water losses, ways to reduce losses.*

## Wstęp

Według danych GUS, na koniec 2017 roku, analizowane PWiK Sp. z o.o. zaopatrzywało w wodę ponad 174 tysiące mieszkańców gminy. Woda dostarczana mieszkańcom pochodzi z różnych źródeł, takich jak zakupy wody podziemnej i powierzchniowej oraz produkcja własna wykorzystująca wody podziemne. Wykresy (rys 1 i 2) przedstawiają zmiany w strukturze materiałowej sieci wodociągowej w okresie lat 2012-17. Można zauważyć spory spadek udziału przewodów stalowych w strukturze (o ok. 7%) i sukcesywnie rosnący udział przewodów z PE (przyrost o 8%), co jest

Rys. 1.  
Struktura materiałowa przewodów w km i % w 2012 roku  
Fig.1. Material structure of pipelines, 2012



zgodne z trendami panującymi w branży. Udziały żeliwa szarego i PVC zmieniają się w bardzo małym zakresie. Uszkodze-

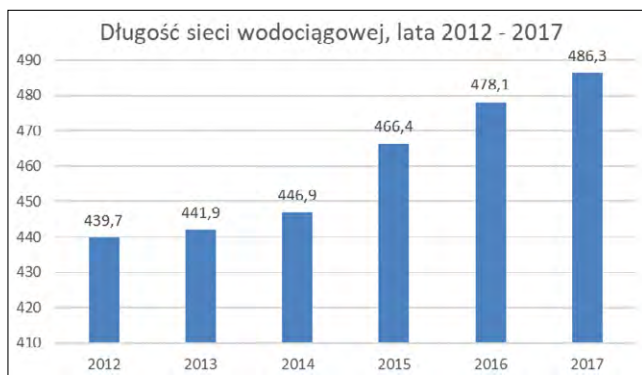
nia pojawiające się na tych przewodach w większości wypadków powodowane są przez prace ziemne prowadzone w ich

dr inż. Florian G. Piechurski <https://orcid.org/0000-0001-8065-962X>, mgr inż. Tomasz Mierzwa – Katedra Inżynierii Wody i Ścieków, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska Gliwice. Adres do korespondencji/Corresponding author: Florian.Piechurski@polsl.pl



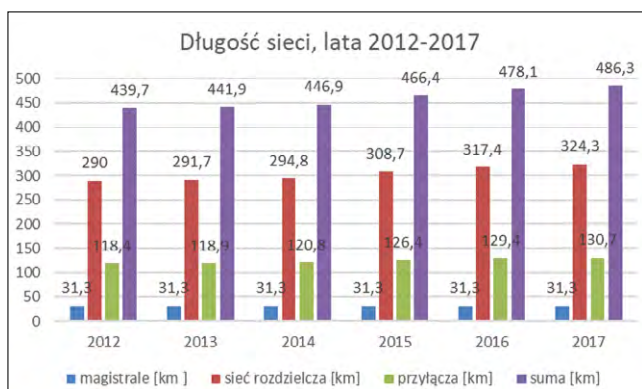
poblizu. Ich awaryjność w stosunku do stali jest niewielka, udział procentowy w całej strukturze, również wymiany, następują przy okazji prowadzenia innych prac na sieciach.

ZPWik systematycznie modernizuje swoje sieci, czego odzwierciedlenie zostało pokazane na powyższych wykresach. Na koniec roku 2017 prawie 85% stanu sieci wodociągowej, będącej w zarządzie Spółki, stanowiły sieci maksymalnie 20 letnie.



W opracowaniu przyjęto zakres średnic dla przyłączy wodociągowych od  $d = 25$  mm do  $d = 80$  mm. Zakres średnic od 90 mm do 400 mm będzie się odnosił do sieci rozdzielczych, a powyżej  $d = 400$  mm mówimy o magistralach.

Jak obrazuje wykres rys. 4, systematycznie zwiększa się długość sieci rozdzielczych w mieście, a co za tym idzie, także przyłączy. Związane jest to z rozwojem, rozbudową miasta.



**Rys. 2.** Struktura materiałowa przewodów km i % w 2017 roku .

**Fig.2.** Material structure of pipelines, 2017

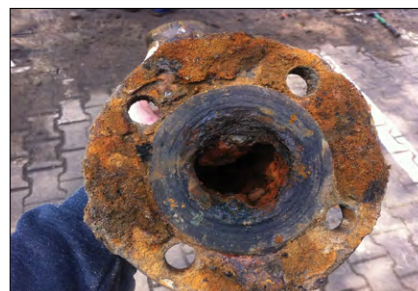
### Miejsca i przyczyny występowania awarii w sieciach wodociągowych

Awarie i wycieki są elementem występującym w każdym systemie zaopatrzenia w wodę. Nie jest możliwe, aby przewidywać miejsce i czas wycieku, czasem również nie wiemy o awarii do momentu, w którym jej powstanie nie spowoduje skutków widocznych gołym okiem na powierzchni, często równoważnych

zużycia energii elektrycznej, niezbędnej do włączenia wody do sieci. O liczbie i przyczynach awarii decyduje wiele czynników, do których jako najważniejsze możemy zaliczyć: wady materiałowe, uwarunkowania związane z technologią wykonania, korozję, warunki gruntowo-wodne w miejscu ułożenia przewodu, parametry hydrauliczne w szczególności zakres i częstota zmian ciśnienia w sieci – uderzenia hydrauliczne, nieostrożne prowadzenie robót ziemnych w pobliżu przewodów wodociągowych, wreszcie negatywny wpływ eksploatacji górniczej [1].



**Fot. 1.** Punktowa korozja, przyłączy wodociągowe  
**Pic. 1.** Point corrosion, water connection



**Fot. 2.** Korozja wewnątrz przewodu stalowego i kołnierza  
**Pic. 2.** Inner corrosion of steel pipeline and flange



**Fot.3.** Punktowa korozja na kolanku  
**Pic. 3.** Point corrosion on elbow



**Fot. 4.** Pęknięcie w rejonie trójnika w sieci rozdzielczej PVC  
**Pic. 4.** Pipe crack near tee in distribution network made of PVC

**Rys. 3.** Długość sieci wodociągowej w km w lata 2012 - 2017

**Fig. 3.** Water network length, 2012 - 2017

**Rys.4.** Długość sieci wodociągowej w km z podziałem na magistrale, sieci rozdzielcze i przyłącza w latach 2012 - 2017

**Fig. 4.** The length of the water supply network divided into the main network, distribution network and connections, 2012 - 2017



**Fot. 5.**  
Uszkodzenie przyłącza stalowego podczas wykonywania przecisku  
*Pic. 5. Damaged steel connection during jacking works*

Jak widać na fotografiach większość awarii w sieciach wodociągowych spowodowana jest korozją przewodów (fot. 1 do 3). Kolejną przyczyną występowania awarii są warunki geologiczne – znakomicie widać na fot. 4 jak ruchy mas gruntu spowodowały odkształcenie rury a w konsekwencji uszkodzenie kielicha przy trójniku. Jedną z coraz liczniej występujących przyczyn awarii, są uszkodzenia powstałe podczas prowadzenia prac ziemnych: przewierci, przeciski itd. Modelowym tego przykładem jest uszkodzenie przyłącza wodociągowego pokazane na fot. 5. W obszarze działania ZPWik zanotowana liczba awarii w analizowanych latach kształtowała się na poziomie 2,86 awarii/dzień w 2012 roku do 2,3 awarii/dzień w roku 2017.

### Ocena wskaźników intensywności uszkodzeń w sieci wodociągowej

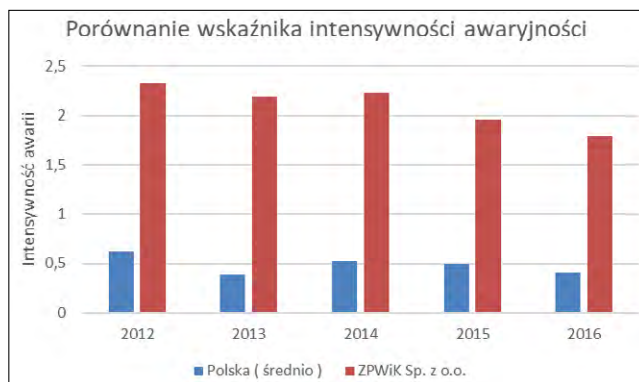
Jednym z ważniejszych wskaźników oceny stanu technicznego przewodów sieci wodociągowej jest jednostkowa intensywność awarii określająca liczbę uszkodzeń przypadających na jednostkę długości przewodu (najczęściej 1 km) i jednostkę czasu (najczęściej 1 rok). Na rys. 5 przedstawiono wskaźniki intensywności awarii. Można zaobserwować, że od 2015 roku do chwili obecnej, systematycznie maleje ten wskaźnik zarówno w sieciach, jak i w przyłączach. W obszarze działania

ZPWik zanotowana intensywność uszkodzeń w analizowanych latach kształtowała się na poziomie 2,33 w 2012 roku do 1,76 awarii/km i rok w 2017 roku.

W odniesieniu do wskaźników podawanych w literaturze można analizowaną sieć zakwalifikować, jako w bardzo złym stanie technicznym > 0,5 awarii/km rok [2].

Wskaźnik awaryjności sieci wodociągowej przedsiębiorstwa, czy to z przyłączami, czy bez, jest wysoki i wskazywałby na konieczność podjęcia szybkich działań naprawczych.

**Rys.6.**  
Wskaźnik intensywności awarii sieci wodociągowej – porównanie dane: IGWP.org.pl [3] + dane własne  
*Fig. 6. Water network failure coefficient – comparison of IGWP.org.pl [3] data + own research*



W raporcie benchmarking 2016 r. opublikowanego przez IGWP [3] dane dotyczące awaryjności sieci przedstawiono na rys.6

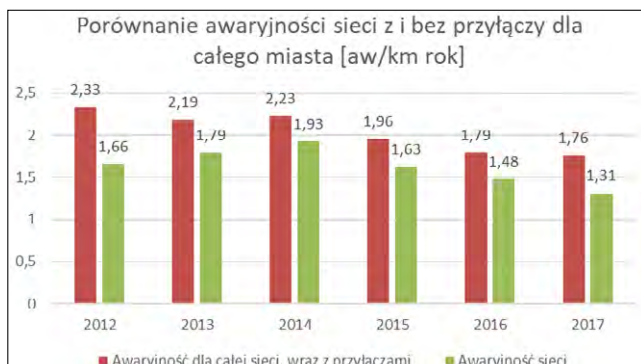
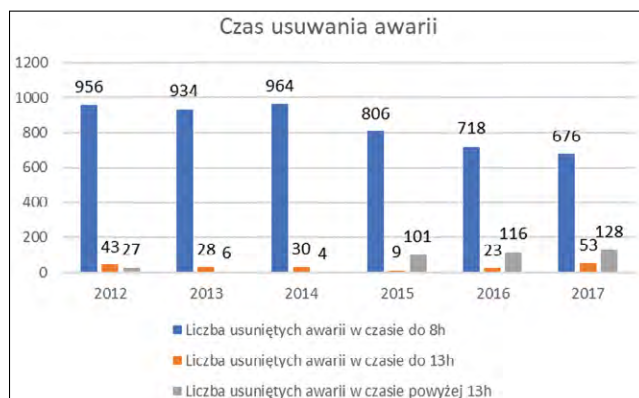
### Czas usuwania awarii

W wypadku wykrycia wycieku (czy to widocznego, czy też ukrytego) podejmo-

wane są odpowiednie kroki mające na celu usunięcie awarii. Awaryje występujące w sieci ZPWik klasyfikowane są ze względu na wydajność wycieku: mały, średni, duży; miejsce wystąpienia awarii: przyłącze, sieć, magistrala. Prowadzone są prace nad usprawnianiem procedur w Wydziale Sieci Wod-Kan, wymiana parku maszyn i sprzętu na nowszy oraz zatrudniany jest wykwalifikowany personel. Należy również zwrócić uwagę na to, że w większości brygady posługują się sprzętem bardzo dobrej jakości i zna-

nych producentów, co w znaczący stopniu wpływa na ograniczenie liczby przestoїв oraz szybkość usuwania awarii. Wykres na rys. 7 obrazuje liczbę awarii i przedziały czasowe, w jakich są one usuwane. Jak widać, znakomita większość (93-78%) awarii usuwana jest w trakcie jednej zmiany (czyli do 8h), co świadczy o tym, że sprzęt i umiejętności brygad je obsługują-

**Rys.7.**  
Liczba usuwanych awarii w czasie  
*Fig. 7. Number of failure removals in time*



**Rys.5.**  
Wskaźniki awaryjności dla całego miasta – awarii/km rok  
*Fig. 5. Failure coefficient for whole city [failure/km year]*

nych wykorzystywane są w bardzo dużym stopniu, zostawiając jednak pole do poprawy efektywności.

Na rys. 7 można też zauważyć, że w latach 2015-2017 nastąpił wzrost liczby awarii usuwanych w czasie powyżej 13 godzin od momentu zgłoszenia (11-15%). W przypadku tego przedsiębiorstwa jest to związane, z tym że po okresie rozwoju infrastruktury sieciowej, związanym z I etapem i II etapem projektu poprawy gospodarki wodno-ściekowej, przyszedł

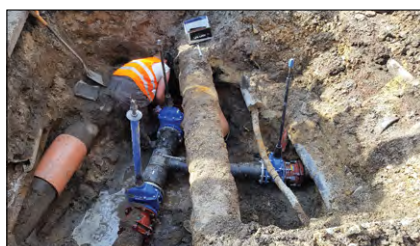
czas na naprawy bardziej skomplikowane, takie jak: wymiany trójników, czwórników, zasuw w centrum miasta, co wiąże się z dużym skomplikowaniem robót pod względem logistycznym (opracowanie planu oznakowania na czas prac, odpowiednie zgłoszenia w magistracie celem zajęcia pasa ruchu) (fot. 6-8)



Fot. 6. Trójnik zasuw przygotowany do wymiany (nad trójnikiem i obok widoczne przewody kanalizacji deszczowej, widoczne również są kable teletechniczne w rurach osłonowych)  
Pic. 6. Gate valve tee prepared for replacement (above the tee and next to it there are visible rainwater drainage pipes, teletechnical cables in casing pipes)



Fot. 7. Kolejny etap wymiany trójnika zasuw  
Pic. 7. Next stage of replacement works



Fot. 8. Wymieniony trójnik zasuw (pracownik widoczny na zdjęciu sprawdza siłę dokręcenia śrub, przed przywróceniem prawidłowego przepływu wody)  
Pic. 8. Replaced valve tee (the worker checks the tightening force of the bolts, before restoring the correct water flow)

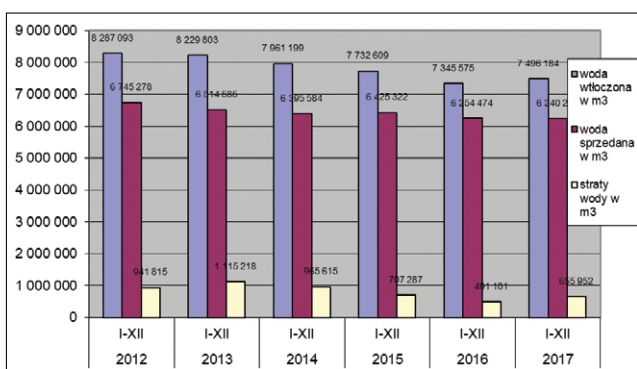
## Bilans i straty wody

Polskie przedsiębiorstwa wodociągowe w ostatnich latach szczególną uwagę poświęcają objętości wody niesprzedanej zamiast zając się stratami rzeczywistymi. W określaniu tych objętości wody nie było jednolitego podejścia i metodologii określania tych składników strat. To właśnie zapewnia bilans wody wg IWA. Według bilansu objętość wody włączanej do systemu dystrybucji zasadniczo dzielimy na autoryzowaną konsumpcję i straty wody. Autoryzowana konsumpcja z kolei składa się z zafakturowanej autoryzowanej konsumpcji, czyli takiej objętości wody, którą przedsiębiorstwo sprzedaje oraz z niezafakturowanej autoryzowanej konsumpcji, czyli takiej objętości wody, którą przedsiębiorstwo zużywa na potrzeby własne. Straty wody dzielą się natomiast na straty pozor-

plukania i dezynfekcji sieci wodociągowej, jak również, jako udostępnienie zastępczych punktów poboru wody przy brakach spowodowanych awariami wodociągowymi. Biorąc pod uwagę praktykę przedsiębiorstwa w tym zakresie objętość wody wykorzystanej jest szacowana na potrzeby własne. Główną przyczyną takiego postępowania jest brak możliwości dokonania wszystkich pomiarów zużycia wody, w szczególności przy bezpośredniej pracy na sieci, które zdaniem przedsiębiorstwa stanowi przeważającą większość tego zużycia [6]. Kolejną przyczyną takiego postępowania są koszty związane z wykonywaniem takich pomiarów.

Na wykresie rys. 8 można zaobserwować ciekawy trend: z roku na rok stopniowo zmniejsza się objętość wody włączonej do sieci, a od roku 2013 do chwili obecnej objętość wody sprzedanej pozor-

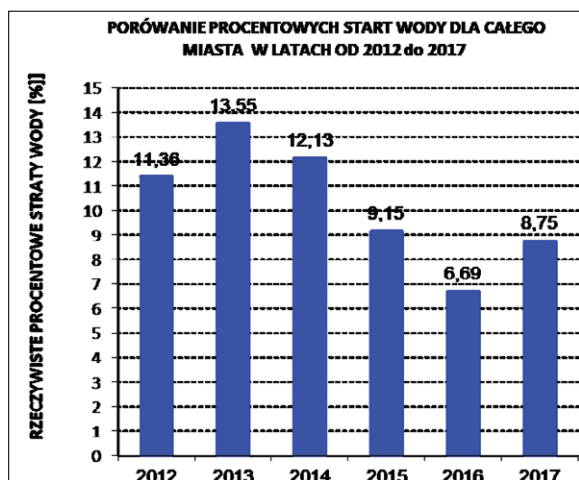
Rys. 8. Woda włączona do sieci ZPWIK, sprzedana wody, straty wody w m<sup>3</sup>/rok w latach 2012 – 2017  
Fig. 8. Water pumped into the ZPWIK network, water sold, water losses [m<sup>3</sup> / year]



ne związane z nieautoryzowaną konsumpcją (np. kradzieże), błędami pomiarów i odczytów przyrządów pomiarowych oraz straty rzeczywiste, do których zaliczamy straty wody z wycieków – awarii [4]. Analizowane ZPWIK, realizując zadania związane z gospodarką wodno-ściekową, wykorzystuje wodę, w szczególności dla celów bytowych, eksploatacyjnych, oczyszczalni ścieków, udrażniania i czyszczenia kanalizacji, odwadniania, odpowietrzania,

staje na stałym poziomie (waha się w granicach 6,5 mln m<sup>3</sup> do 6,24 mln m<sup>3</sup>). Związane jest to w znacznym stopniu z poprawą jakości infrastruktury wodociągowej, wymianą rur stalowych na PEHD oraz szybkością w lokalizowaniu i usuwaniu awarii. Niemalą wpływ ma także rosnąca świadomość ekologiczna odbiorców i oszczędzanie wody. Co ważne zmniejsza się również poziom strat: w 2012 stanowiły one 11% włączonej wody,

Rys. 9. Porównanie procentowego wskaźnika strat wody dla całego miasta w latach od 2012 do 2017  
Fig. 9. Comparison of percentage water losses for the entire city in the period from 2012 to 2017



a w 2017 jest to już tylko 8%. Różnica 3% w tym wypadku to 285 863 m<sup>3</sup> wody, co przekłada się na oszczędność rzędu ok. 1,4 mln PLN netto (licząc tylko cenę wody).

Analizując dane pokazujące straty wody w ZPWIK i porównując je do danych zawartych w raporcie benchmarkingu 2016 r. opublikowanego przez IGWP (który zawiera również odniesienia do danych średnich z lat 2014 i 2015) [3] można zauważyć, że pomimo wykazanego stosunkowo wysokiego wskaźnika awaryjności sieci, straty wody kształtują się na poziomie poniżej wartości średnich wykazanych w raporcie IGWP rys. 10.

- kontrola przepływów nocnych za pomocą systemu monitoringu i opomiarowania studni;
- okresowa kontrola i badanie szczelności sieci wodociągowej;
- „oczekiwanie na awarie”, polegające na montażu czujników służących do rejestrowania sygnałów akustycznych w rejonach najbardziej narażonych na awarię.

W ZPWIK sukcesywnie rozbudowywany jest system telemetrii. Rozpoznawane są również rozwiązania obecne na rynku, mające umożliwić integrację systemu telemetrii z systemem ewidencji awarii, aby

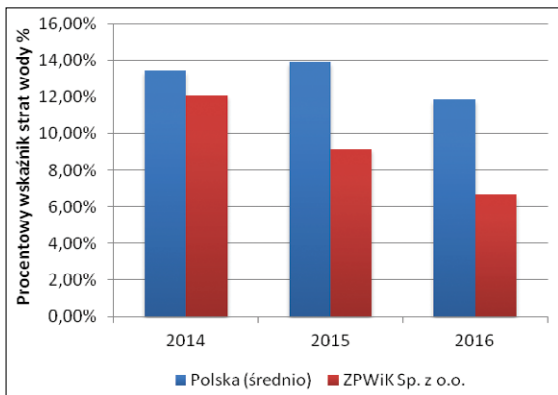
z uszkodzonych elementów sieci, bez względu na przyczyny, które te uszkodzenia spowodowały. Natężenie wypływu wody przez otwór o określonej średnicy przy ciśnieniu 0,6 MPa jest o około 70%, większe niż przy ciśnieniu 0,2 MPa [5]. Przy stałym ciśnieniu natężenie wypływu wody rośnie proporcjonalnie wraz ze wzrostem pola powierzchni powstałego uszkodzenia.

W czasie od 11.2005 do 07.2006 roku zakupiono i uruchomiono system stałego monitorowania przepływu i ciśnienia wody w wybranych studniach zasilających oraz zakupowych, zlokalizowanych w eksploatowanych sieciach wodociągowych.

W roku 2006, w celu właściwego wdrożenia i wykorzystania uruchomionego systemu stałego monitoringu, przeprowadzono inwentaryzację głównych magistral wodociągowych oraz studni zasilających i zakupowych sieci wodociągowej. W roku 2007 zakończono inwentaryzację i sporządzono mapę głównych sieci wodociągowych wraz z zasilającymi źródłami. W oparciu o sporządzoną mapę wyznaczono strefy zasilania, jednocześnie ustalono w systemie stałego monitorowania przepływu alarmowe (minimalne nocne przepływy). Obniżono średnie ciśnienie wody występujące w poszczególnych strefach. Zdarza się że, nawet jeszcze aktualnie, w komorach redukcyjnych na granicach stref zasilania pracują reduktory zamontowane w latach 2005/2006. W związku z ich dużym wyeksploatowaniem należy w najbliższej przyszłości zaplanować kolejną inwentaryzację, celem określenia liczby urządzeń do wymiany. Pozwoli to ograniczyć do minimum prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń, takich jak na przykład „zawieszenie” się reduktora, co skutkuje utrzymaniem zbyt wysokiego ciśnienia w strefie zasilania (awarie na przylączach), lub wprost odwrotnie – przymknięciem się reduktora, czego skutkami będą spadki ciśnienia na wyższych kondygnacjach i braki wody.

## Podsumowanie

Ograniczenie strat wody powinno stanowić jedno z najważniejszych działań zakładów wodociągowych, gdyż umożliwia obniżenie kosztów sprzedawanej wody i równocześnie powiększa możliwości sprzedaży wody. Ocenia się, że likwidując stratę jednego metra sześciennego wody, likwiduje się także niepotrzebne zużycie energii elektrycznej na poziomie 1-1,5 kWh. Aktualnie w ZPWIK straty wody szacowane są na poziomie ok. 8%,



Rys. 10. Procentowy wskaźnik strat wody – porównanie dane: IGWP.org.pl [3] + dane własne  
Fig. 10. The percentage water losses coefficient – comparison data: IGWP.org.pl [3] + own data

## Wybrany zakres realizowanych przedsięwzięć w przedsiębiorstwie w celu ograniczenia strat w latach 2012-2017

W omawianym czasie bardzo ważnym przedsięwzięciem mającym wpływ na awaryjność sieci wodociągowej, jak i na straty wody, miał projekt „Poprawa gospodarki wodno-ściekowej na terenie Gminy Z”, w ramach którego wykonano wymianę ok 31 km sieci wodociągowej, co stanowi ok. 7% całości sieci. Wymianie podlegał także sprzęt wykorzystywany do wykrywania wycieków. W roku 2015 Spółka zakupiła nowoczesny cyfrowy korelator EUREKA, geofon MIKRON 3. Sprzęt ten zastąpił eksploatowane do tej pory ich analogowe wersje. W 2014 roku zakupiony został kolejny traser przewodów typu RD7100. Wymiana sprzętu do detekcji i lokalizacji wycieków przyczyniła się w dużym stopniu do ograniczenia liczby awarii, która w roku 2012 wynosiła około 1000 awarii, a w roku 2017 udało się ograniczyć ją do 857. Taki sam wpływ miała dokładność lokalizacji, choć daleko jeszcze do 100% dokładności wskazania miejsc wycieków.

ZPWIK w celu kontroli wycieków i minimalizowania ich skutków prowadzi działania opierające się na trzech procedurach:

uczynić je bardziej mobilnymi. Udana fuzja dwóch systemów pozwoliłaby zwłaszcza osobom dozoru sieci wod-kan, mniej czasu spędzać za biurkami a więcej w terenie – mając przy sobie wszystkie dostępne informacje w czasie bieżącym. Na przykład, jadąc w teren w rejon awarii i mając dostęp do tabletu z geolokacją, osoba dozoru jest w stanie podczas lokalizacji i usuwania awarii na bieżąco wprowadzać dane do systemu na temat: odkrytej armatury ( np. czy zgadza się średnica zasuw, liczba zasuw w węzłach, itp.), średnic materiału sieci, jej umiejscowienia w terenie ( różnice w pomiarach powykonawczych).

Podstawową przyczyną występowania rzeczywistych strat wody są przecieki powstające wskutek uszkodzeń złączy, rurociągów, kształtek i armatury sieci wodociągowej [1]. Zarówno uszkodzenia, jak i straty wody powstają w wyniku oddziaływania na sieć wodociągową różnorodnych czynników, których stopień wpływu jest także bardzo zróżnicowany w poszczególnych rodzajach materiałów sieci wodociągowych. Jednym z najistotniejszych czynników wpływających na straty wody jest wysokość ciśnienia panującego w danej strefie sieci wodociągowej. Ciśnienie i jego zmiany w cyklu dobowym wpływają zarówno na stopień awaryjności, jak i na natężenie wypływu wody

co odpowiada ok. 655 000 m<sup>3</sup> traczonej wody rocznie.

Na wysoki poziom strat wody wpływają wieloletnie zaniedbania w modernizacji, remontach i rozbudowie systemów wodociągowych, prowadzące do ich degradacji, a także niedbałe wykonawstwo przy budowie sieci w okresie gospodarki planowej. W ZPWIK temat strat wody traktowany jest priorytetowo z dużym naciskiem na ograniczanie ich do ekonomicznego poziomu. Mają w tym pomóc inwestycje w infrastrukturę, sukcesywne wymiany sieci, (które ze względu na aspekt finansowy nie dzieją się tak szybko jak można by sobie życzyć i byłoby to uzasadnione), a także inwestowanie w sprzęt i ludzi.

Główne kierunki działań, które powinny być wdrażane w ZPWIK dla poprawy warunków eksploatacji sieci wodociągowej to:

- pełny monitoring przepływu i ciśnienia wody w eksploatowanych sieciach wodociągowych (stopniowe zagęszczenie istniejących stref, wydzielenie nowych na przykład na nowo budowanych osiedlach domów jednorodzinnych),
- dalsza regulacja ciśnienia wody w eksploatowanych sieciach wodociągowych (wymiana starych modeli

reduktorów na nowsze, dodawanie nowych punktów do systemu telemetrii, aby można było reagować w czasie rzeczywistym).

Odnosząc się do wyliczonych wskaźników intensywności uszkodzeń, które w odniesieniu do źródeł literatury są wysokie i predestynują sieć do szybkiej wymiany, jednak należy dodać kilka słów wyjaśnienia. Wysokie wartości wskaźnika awaryjności wynikają po części z ograniczeń, jakie niesie ze sobą program stosowany do ewidencji zdarzeń w sieci i zintegrowany słownik wydarzeń. Aktualnie do awarii wliczane są zdarzenia takie jak np. niesprawna zasowa, niesprawny reduktor, przełączenie podłączenia itd.

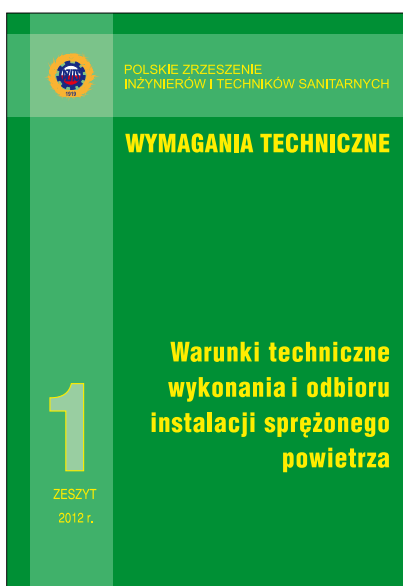
Przykładowo, biorąc pod uwagę tylko wydarzenia mające w nazwie „wyciek” wskaźnik awaryjności dla roku 2017 wyniósł 0,95 awarii/km/rok a dla samego hasła „wyciek z sieci”, wskaźnik ten wyniósł 0,56 awarii/km/rok, a ogólnie dla wszystkich zdarzeń awaryjnych wyniósł 1,76 awarii/km/rok.

Jak widać ZPWIK notuje stały i systematyczny spadek awaryjności sieci wodociągowej. Co do tak dużych różnic, to należałoby się zastanowić nad nowym bardziej ścisłym usystematyzowaniem, jakie awarie wliczać do wskaźnika awaryjności.

Pomimo wysokiego wskaźnika awaryjności w porównaniu z danymi w raporcie Benchmarking IGWP w latach 2012-2016 to już procentowy wskaźnik strat wody jest na niższym poziomie niż średnia krajowa, co świadczy o dobrej organizacji i działaniach inwestycyjnych analizowanego ZPWIK w kierunku obniżenia strat wody.

#### LITERATURA

- [1] Piechurski F. Efekty modernizacji i wdrożenia monitoring sieci wodociągowej. INSTAL 11(400)/2018 s.52-56. ISSN 1640-8160
- [2] KwieńIEWSKI M. Kierunki badań systemów dystrybucji wody w Polsce. Gaz Woda i Technika Sanitarna (12) 2018 : 436-445
- [3] Izba Gospodarcza Wodociągi Polski – www.igwp.org.pl – dane z opracowywania Benchmarking – Wyniki Przedsiębiorstw Wodociągowo-Kanalizacyjnych w Polsce za 2016 rok
- [4] Piechurski F.G. Przyczyny i skutki awarii uszkodzeń w sieci wodociągowej. INSTAL 4 (317) /2011 s. 42-47.
- [5] HołŁOŚ H.: Ilościowa ocena wpływu wybranych czynników na parametry i koszty eksploatacyjne sieci wodociągowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław. 2007
- [6] Piechurski F; Przydcz R; Próba oceny strat wody i sposoby ich ograniczania przy zastosowaniu monitoringu w przedsiębiorstwie wodociągowym. GWiTS. 4.12 s.165-170.



Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji sprężonego powietrza” adresowane są głównie do wykonawców instalacji sanitarnych, inspektorów nadzoru jak również służb zajmujących się eksploatacją.

## Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji sprężonego powietrza

Niewątpliwie będą one również przydatne dla projektantów instalacji sprężonego powietrza oraz studentów inżynierii środowiska, w ramach której wykładany jest przedmiot: instalacje specjalne.

Obecnie sprężone powietrze jest jednym z szerzej stosowanych nośników energii. Ma ono zastosowanie prawie we wszystkich gałęziach przemysłu, od spożywczego do maszynowego czy też ciężkiego włącznie, a także w stomatologii, medycynie, energetyce, oczyszczalniach ścieków i w wielu innych dziedzinach. Różne jest więc jego zastosowanie a zatem i różne są wymagania co do jego parametrów oraz klasy czystości.

Ważną sprawą przy instalacjach sprężonego powietrza jest oszczędność energii, chociaż mogłoby się wydawać, że zagadnienie to jest dalekie od kwestii związanych z wykonaniem i eksploatacją systemów sprężonego powietrza, ale to pozory. Każda bowiem nieszczelność układu sprężonego powietrza przyczynia się do ucieczki powietrza do atmosfery a tym samym do konieczności dostarczenia energii do wytworzenia sprężonego powietrza brakującego w instalacji. Również źle zaprojektowana (niewłaściwe średnice) i wykonana instalacja będzie generowała niepotrzebne straty.

Cena 1 egz. 40 zł + 5% VAT

Sprzedaż prowadzi:

Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”

02-671 Warszawa, ul. Marynarska 14 | tel. (22) 843-77-71 | e-mail: wydawnictwo@informacjainstal.com.pl