

# INSTAL

(439)

4

2022

MIESIĘCZNIK

CENA 35 ZŁ + 8% VAT

ISSN 1640-8160



Numerus Primus  
inter Pares 2016

## W NUMERZE:

WKŁADKI FILCOWE W SYSTEMACH SIECI  
CIEPŁOWNICZYCH PREIZOLOWANYCH

DYSKUSJA NA TEMAT GRUPOWYCH  
WĘZŁÓW CIEPŁOWNICZYCH

STRATY MIEJSCOWE W ZŁĄCZKACH  
ZACISKOWYCH

ROZLICZANIE KOSZTÓW CIEPŁA  
W BUDYNKACH WIELOLOKALOWYCH

MODELOWANIE HYDRAULICZNE  
WYDAJNOŚCI INSTALACJI HYDRANTOWYCH

WSPOMAGANIE PRACY OPERATORA SZZW

*Spokojnych Świąt Wielkiej Nocy  
z nadzieją,  
że jutro będzie lepsze*

*Życzy Redakcja*

RUBRYKI STAŁE:

WIADOMOŚCI

TAM BYLIŚMY

PRZEGLĄD PRAWNY

Autorzy z tytułu publikacji w Instal-u  
**otrzymują 70 pkt.**

wg wykazu czasopism i recenzowanych  
materiałów z konferencji międzynarodowych  
Ministerstwa Edukacji i Nauki  
(załącznik do komunikatu MEiN z dnia 1 grudnia 2021 r. poz. 29940).



**MIĘDZYNARODOWE  
TARGI MASZYN I URZĄDZEŃ**  
dla Wodociągów i Kanalizacji  
**WOD-KAN**

# Targi WOD-KAN wracają dla Państwa!

Bydgoszcz,  
10-12 maja 2022 rok

## Wtorek – 10 maja 2022

- 10:00 Otwarcie Targów dla zwiedzających
- 12:00 – 13:30 Uroczyste otwarcie Targów WOD-KAN i rozdanie nagród Grand Prix – scena – foyer hali
- 14:00 – 16:00 Strefa Nowych Technologii – udział bezpłatny (sala konferencyjna)
- 17:00 Zakończenie pierwszego dnia Wystawy
- 20:00 – 04:00 Klubowa Noc #Targi nocą

## Środa – 11 maja 2022

- 10:00 Rozpoczęcie drugiego dnia Targów
- 11:00 – 14:00 Konsultacje prawno-ekonomiczne na stoisku IGWP dla przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych – udział bezpłatny (stoisko IGWP)
- 11:00 – 15:00 Strefa Nowych Technologii – udział bezpłatny (sala konferencyjna)
- 11:00 – 12:30 Konferencja IGWP – Benchmarking 4.0 – udział bezpłatny (sala konferencyjna)
- 13:00 – 16:00 Konferencja #Must Have – udział bezpłatny (sala konferencyjna)
- 17:00 Zakończenie drugiego dnia Wystawy
- 19:00 – 00:00 Bankiet młyński – Młyny Rothera

## Czwartek – 12 maja 2022

- 10:00 Rozpoczęcie trzeciego dnia Targów
- 11:00 – 13:00 Konsultacje prawno-ekonomiczne na stoisku IGWP dla przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych – udział bezpłatny – (stoisko IGWP)
- 11:00 – 15:00 Strefa Edukacji – udział bezpłatny (sala konferencyjna)
- 15:00 Zakończenie Targów

Szczegóły dotyczące Targów znajdziecie Państwo na stronie

[www.targi-wod-kan.pl](http://www.targi-wod-kan.pl)



Izba Gospodarcza  
**WODOCIĄGI POLSKIE**





Zawory, siłowniki, czujniki do sieci ciepłowniczych i lokalnych instalacji grzewczych.



## CIEPŁOWNICTWO

7 Adam Dwojak

Filce

Felts

12 Jerzy Pisowicz, Kazimierz Żarski,

Władysław Szaflik, Andrzej Romanowski

Dyskusja na temat artykułu mgr. inż. Jerzego Pisowicza „Uwagi na temat modernizacji systemów ciepłowniczych z grupowymi węzłami cieplnymi” zamieszczonego w numerze 3/2007 INSTAL

19 Piotr Serafin

Przyszłość energooszczędnego budownictwa – stacje mieszkaniowe Uponor Combi Port i Aqua Port  
The future of energy-efficient buildings – Uponor Combi Port and Aqua Port residential stations

## INSTALACJE CO, CW, ZW

22 Robert Mańko

Wartości współczynników strat miejscowych w złączkach w systemie zaciskowym  
Values of the head loss coefficients of connectors in the press system

27 Kazimierz Dudziński

Ważne zmiany w ustawie Prawo energetyczne w zakresie rozliczania kosztów ciepła w budynkach wielolokalowych  
Important changes to the Energy Law in the field of heat cost accounting in multi-unit buildings

## INSTALACJE P.POŻ.

31 Grzegorz Ścieranka

Zastosowanie modelowania hydraulicznego do oceny wydajności instalacji hydrantowych  
Use of hydraulic modeling to evaluate hose systems

## WODOCIĄGI I KANALIZACJA

36 Krzysztof Boryczko

Wybrane metody wspomagania pracy operatora systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę  
Selected methods of supporting the work of the collective water supply system operator

## RUBRYKI STAŁE

3 Wiadomości

30 Tam byliśmy

Konferencja Naukowo-Techniczna „Klimatyzacja obiektów szpitalnych”

42 Przegląd prawny

## FALA RENOWACJI

**Racjonalizacja zużycia energii w budownictwie mieszkaniowym.**

**Autorzy: Tomasz Cholewa, Alicja Siuta | Cena: 64 zł + 5% VAT**

Komisja Europejska zaprezentowała 14 października 2020 plan renowacji budynków w celu obniżenia emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku o 55% w porównaniu do roku 1990.

Z kolei w 2050 r. wszystkie budynki powinny być neutralne węglowo, czyli w 100% zasilane z odnawialnych źródeł energii.

Aby osiągnąć te cele należy w pierwszej kolejności zwiększyć efektywność energetyczną istniejących budynków, a następnie przewidzieć dla nich odpowiednie odnawialne źródła energii w celu pokrycia znacznie już obniżonych potrzeb energetycznych.

Dlatego też niniejsza książka prezentuje dobre praktyki (przedstawione na przykładzie rzeczywistych wyników badań eksploatacyjnych) jak zwiększyć efektywność energetyczną w zakresie systemów ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody w istniejących budynkach i w ten sposób przygotować je na zastosowanie odnawialnych źródeł energii w przyszłości.

Książkę można nabyć w Ośrodku Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie” w cenie 64 zł + 5% VAT ([www.informacjainstal.com.pl](http://www.informacjainstal.com.pl)).





Komitet Organizacyjny XV Konferencji Naukowej  
**„MIKROZANIECZYSZCZENIA W ŚRODOWISKU CZŁOWIEKA”**  
Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych  
ul. Dąbrowskiego 73, 42-200 Częstochowa  
fax., tel.: (+48)(34) 325-01-01, <https://wis.pcz.pl/wydzial/katedry/ksii/profil>, e-mail: [marek.makula@pcz.pl](mailto:marek.makula@pcz.pl)

**XV Konferencja Naukowa  
MIKROZANIECZYSZCZENIA W ŚRODOWISKU CZŁOWIEKA**  
*Organizowana w ramach obchodów  
25-lecia Wydziału Infrastruktury  
i Środowiska Politechniki Częstochowskiej*

**Mamy przyjemność zaprosić Państwa  
na XV Konferencję Naukową  
„Mikrozanieczyszczenia w środowisku człowieka”,  
która odbędzie się  
w dniach 14-16 września 2022 r. w Częstochowie**

**Tematyka konferencji obejmuje:**

- źródła mikrozanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych w środowisku oraz ich zawartość w wodach, ściekach, osadach dennych, osadach ściekowych, glebach, odpadach, w powietrzu oraz w żywności,
- problematykę mikrozanieczyszczeń: „emerging contaminants ECs”, o właściwościach estrogenicznych EDC, „contaminants of emerging concern” CECs – farmaceutyki, środki ochrony osobistej, kosmetyki, środki dezynfekcyjne, konserwanty, retardanty, surfaktanty, związki perfluorowane PFAS
- problematyka COVID w aspekcie środowiskowym
- toksyczność mikrozanieczyszczeń i ich oddziaływanie na organizmy,
- analityka mikrozanieczyszczeń w próbkach środowiskowych i żywności,
- ryzyko środowiskowe i zdrowotne występowania mikrozanieczyszczeń w wodach,
- przemiany, usuwanie i degradacja mikrozanieczyszczeń w wodzie, ściekach, osadach ściekowych i dennych w procesach technologicznych jednostkowych i zintegrowanych.

Publikacje pod warunkiem wniesienia opłaty konferencyjnej na konto konferencji podane poniżej (2200 zł). **Artykuły zgłaszane do czasopism podlegają wstępnej kwalifikacji przez Komitet Naukowy.**

1. **Streszczenia** zgłoszonych prac będą opublikowane jako materiały konferencyjne w serii Konferencje w Wydawnictwie Politechniki Częstochowskiej.
2. Istnieje możliwość opublikowania artykułu w następujących czasopismach:  
**Desalination and Water Treatment (DWT)**, 100 pkt Ministerstwa Edukacji i Nauki przysłanie zgłoszenia na konferencję oraz abstraktu oraz wskazaniem obszaru tematycznego <http://www.desline.com/events.php>
  - pre-review artykułu oraz akceptacja przez Komitet Naukowy i Redakcję DWT
  - procedowanie artykułu w systemie DWT
  - opłata dodatkowa bezpośrednio do Redakcji czasopisma DWT po uzyskaniu pozytywnych recenzji i potwierdzenia przyjęcia artykułu do druku w kwocie 150 Euro
- **Water, Special Issue: Emerging contaminants removal from wastewater**, 100 pkt Ministerstwa Edukacji i Nauki,
  - procedowanie artykułu w systemie Water
  - opłata dodatkowa indywidualna do uzgodnienia pomiędzy Autorami a wydawnictwem

- [https://www.mdpi.com/journal/water/special\\_issues?section\\_id=0&search=Emerging+contaminants+removal&sort=deadline&view=open&page\\_count=50&query=Emerging+contaminants+removal](https://www.mdpi.com/journal/water/special_issues?section_id=0&search=Emerging+contaminants+removal&sort=deadline&view=open&page_count=50&query=Emerging+contaminants+removal)
- **Instal** (70 pkt Ministerstwa Edukacji i Nauki), indywidualna opłata do uzgodnienia pomiędzy Autorami a wydawnictwem
- **Technologia wody**, do uzgodnienia pomiędzy Autorami a wydawnictwem
- W trakcie uzgodnień jest wydanie Special Issue w czasopiśmie **Science of the Total Environment** (200 pkt Ministerstwa Edukacji i Nauki).

**Komitet Naukowy**

**prof. dr hab. inż. Maria Włodarczyk-Makula – przewodnicząca**

prof. Miriam Balaban – Editor in Chief of DWT

prof. Rosa Maria Alonso

prof. dr hab. inż. Anna Anielak

dr hab. inż. Wioletta Bajdur, prof. PCZ

prof. dr hab. inż. Michał Bodzek

dr hab. Lidia Dąbek, prof. PŚw.

Ass. prof. Cândida Duarte Manuel

prof. dr hab. inż. Mariusz Dudziak, prof. PŚl.

prof. dr hab. inż. Elżbieta Grabińska-Sota

prof. dr hab. inż. Piotr Koszelnik

dr hab. inż. Mariusz Kowalczyk, prof. PCZ

prof. dr hab. inż. Beata Kowalska

dr hab. inż. Jadwiga Królikowska, prof. PK

dr hab. inż. Dorota Kulikowska, prof. UWM

prof. dr hab. inż. Marian Kwietniewski

prof. dr hab. Maria Łebkowska

prof. dr hab. inż. Izabela Majchrzak-Kućęba

dr hab. inż. Maciej Mrowiec, prof. PCZ

dr hab. inż. Sylwia Myszograj, prof. UZ

prof. dr hab. inż. Janusz Rak

prof. dr hab. inż. czł. rzecz. PAN Czesława Rosik-Dulewska

prof. dr hab. inż. Iwona Skoczko

dr hab. Marzena Smol, prof. IGSMiE PAN

prof. dr hab. inż. Kazimierz Szymański

prof. dr hab. inż. Barbara Tchórzewska-Cieślak

prof. dr hab. inż. Józefa Wiater

dr hab. inż. Ewa Wiśniowska, prof. PCZ.

dr hab. inż. Iwona Zawieja, prof. PCZ

prof. dr hab. Monika Załęska-Radziwiłł

prof. dr hab. inż. Izabela Zimoch

**Ważne informacje**

1. Zgłaszanie **tematów w języku polskim i angielskim** ze wskazaniem formy wystąpienia (referat/poster) oraz tytułu czasopisma – **15.04.2022 r.**
2. Nadesłanie streszczenia w języku polskim lub angielskim (1 str. A-4) – **30.04.2022 r.**
3. **Wniesienie opłaty konferencyjnej (warunek wstępnej kwalifikacji artykułu przez redakcję czasopism oraz rezerwacji hotelu) – 30.04.2022 r.**
4. Nadesłanie pełnych tekstów artykułów – **31.08.2022 r.**

Zgłoszenia po terminie nie będą przyjmowane ze względu na obowiązujące procedury przetargowe i warunki związane z zakwaterowaniem.

Koszty uczestnictwa w konferencji wynoszą **2200 zł**. Opłata ta obejmuje: zakwaterowanie (2 doby), pełne wyżywienie (od obiadu w dniu 14 września do obiadu w dniu 16 września), kawę/herbatę, udział w obchodach Jubileuszu Wydziału, udział w obradach wszystkich wydarzeń Jubileuszu, koszty organizacyjne, redakcję, przygotowanie i druk zbioru streszczeń, dodatkowe materiały konferencyjne oraz koszty recenzji i redakcji streszczeń i artykułów przeznaczonych do druku.

#### Uwaga!

1. Warunkiem opublikowania nadesłanych prac jest uczestnictwo w konferencji (jedna opłata konferencyjna – jeden artykuł w czasopiśmie)
2. Organizatorzy zastrzegają sobie prawo do pokrycia kosztów organizacyjnych w przypadku rezygnacji z uczestnictwa.

#### Komitet Organizacyjny:

prof. dr hab. inż. Maria Włodarczyk-Makula, tel. 34-32-50-919, maria.wlodarczyk-makula@pcz.pl

Marek Makula, tel. 34-32-50-364, marek.makula@pcz.pl

dr inż. Agnieszka Popena, tel. 34-32-50-909

dr inż. Rafał Nowak, tel. 34-32-50-455

dr hab. inż. Paweł Wolski

mgr inż. Beata Starczyk

mgr inż. Monika Kozieł

Rejestracja na konferencję on-line na stronie internetowej: <https://wis.pcz.pl/konferencje> zakładka: konferencja Mikrozanieczyszczenia w środowisku człowieka

Korespondencję w formie streszczeń i pełnych tekstów prosimy kierować na adres:

**Marek Makula**

Wydział Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej  
ul. Dąbrowskiego 69, 42-200 CZĘSTOCHOWA

e-mail: [marek.makula@pcz.pl](mailto:marek.makula@pcz.pl), tel. 34 32 50 364

Przy zgłaszaniu prosimy o podanie dokładnego adresu i numeru NIP instytucji, na którą będzie wystawiana faktura.

Wpłaty prosimy kierować na konto bankowe:

Bank BNP PARIBAS Bank Polska S.A.  
06 1750 1211 0000 0000 0416 8728  
z dopiskiem 1.0128

Politechnika Częstochowska  
ul. Dąbrowskiego 69, 42-200 Częstochowa

OFERTA DLA FIRM

Istnieje możliwość zaprezentowania firmy w formie 15-minutowego wystąpienia promocyjnego w cenie netto 850 zł.

Konferencja pod patronatem portalu <http://www.labportal.pl>

**LABportal.pl**

Konferencja pod patronatem  
czasopisma **Instal**

**INSTAL**

Konferencja pod patronatem  
wydawnictwa:

<https://seidel-przywecki.pl>

WYDAWNICTWO  
**Seidel  
Przywecki**

POLITECHNIKA  
CZĘSTOCHOWSKA

Wydział Infrastruktury i Środowiska

serdecznie zaprasza do wzięcia udziału w **Konferencji Naukowo-Technicznej pt.**

## ENERGIA – KLIMAT – ŚRODOWISKO 25 lat Wydziału Infrastruktury i Środowiska Energy Climate Environment (ECE 2022)

14 – 16 września 2022 r.

ORGANIZATOR KONFERENCJI  
Wydział Infrastruktury  
i Środowiska Politechniki  
Częstochowskiej



### W CZASIE KONFERENCJI ZAPLANOWANO NASTĘPUJĄCE WYDARZENIA

1. Konferencja Mikrozanieczyszczenia w środowisku człowieka
2. Workshop – Wyzwania w inżynierii środowiska biotechnologii i energetyce
3. Workshop - Rolnictwo a środowisko
4. Seminarium - CCS-CCU technology for carbon footprint reduction using bio-adsorbents (BioCO2)
5. Konferencja – Innovations in carbon capture and waste management (InnoCO2Sorbent)

#### MOŻLIWOŚCI PUBLIKACYJNE

Przewiduje się publikację wybranych artykułów w czasopiśmie m.in. w czasopiśmie: Energies, DWT, Przemysł Chemiczny. Rekomendowane do publikacji artykuły będą podlegały standardowej procedurze publikacyjnej, dotyczącej danego czasopisma i będą publikowane po wniesieniu obowiązującej opłaty. Pozostałe artykuły będą kwalifikowane do publikacji jako rozdział, w jednej z trzech monografii tematycznych, tj. Energia, Klimat, Środowisko. Więcej informacji na stronie konferencji.

Wszystkich zainteresowanych prosimy o zgłaszanie uczestnictwa w konferencji za pośrednictwem strony internetowej <https://wis.pcz.pl/> na której znajdują Państwo również dodatkowe informacje, dotyczące planowanych sesji tematycznych oraz wydarzeń towarzyszących.

#### OPŁATA KONFERENCYJNA

Pełen koszt uczestnictwa – 2200 zł (brutto)\*  
Uczestnictwo bez noclegu – 1800 zł

\* obejmuje uczestnictwo we wszystkich wydarzeniach, zakwaterowanie, wyżywienie, i imprezy towarzyszące.

Wpłaty prosimy dokonać na konto:

z dopiskiem „ECE 2022\_Nazwisko i imię”  
w terminie do 30.04.2022

kontakt do komitetu organizacyjnego  
konferencji

[jubileusz25.wiis@pcz.pl](mailto:jubileusz25.wiis@pcz.pl)

#### Patronat konferencji







## Rynek gazu w okresie przelomu Szczyt gazowy - wyzwania dla bezpieczeństwa i sprawiedliwej transformacji w Europie

15-18 maja 2022 Międzyzdroje  
Vienna House Amber Baltic



PATRONAT HONOROWY  
PREZYDENTA RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ  
ANDRZEJA DUDY

PARTNER GŁÓWNY KONFERENCJI



BRANŻOWY PARTNER KONFERENCJI



PARTNER MERYTORYCZNY KONFERENCJI



PATRON MEDIALNY KONFERENCJI

# INSTAL

ORGANIZATOR

## studio | 4u

BIURO ORGANIZACYJNE KONFERENCJI

Studio 4u, 70-782 Szczecin, ul. Leśna Polana 17,  
tel. kom.: +48 607 220 470, +48 602 365 879  
e-mail: gazterm@gazterm.pl

[www.gazterm.pl](http://www.gazterm.pl)

## Zmiana terminu Konferencji NO-DIG POLAND

Szanowni Państwo, Drodzy Uczestnicy,

w związku z wojenną tragedią, jaka rozgrywa się w Ukrainie i licznymi działaniami pomocowymi, jakie przyjęła na siebie branża wodociągowo-kanalizacyjna, zdecydowaliśmy o przeniesieniu IX Konferencji NO-DIG POLAND na 27-29 września 2022 r.

Dostajemy liczne sygnały, że w tych trudnych okolicznościach, większość z Państwa skupia się teraz na bezpośrednim wspieraniu uchodźców oraz ukraińskich przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych. Wierzymy, że wraz z nowym terminem spotkamy się w zdecydowanie bardziej sprzyjającej i spokojniejszej atmosferze, a uczestnictwo w konferencji będzie dla Państwa, jak zwykle, źródłem wiedzy i inspiracji.

Program oraz miejsce konferencji nie ulegają zmianie, a wcześniej dokonane rejestracje są aktualne i pozostaną automatycznie przeniesione, nie muszą więc Państwo ponownie się rejestrować. Jeśli jednak nie będą Państwo mogli uczestniczyć w IX Konferencji NO-DIG POLAND, prosimy o skontaktowanie się z nami mailowo kontakt@nodigpoland.pl <[https://link.freshmail.mx/c/you25gfmzkn/nxldgflkxa](mailto:kontakt@nodigpoland.pl)> lub telefonicznie, pod nr +48 784 086 077.

Zachęcamy do śledzenia strony internetowej wydarzenia – [www.nodigpoland.pl](http://www.nodigpoland.pl) <<https://link.freshmail.mx/c/rzbg32zrc1/nxldgflkxa>> – oraz profilu na Facebooku – [www.facebook.com/nodigpoland](https://www.facebook.com/nodigpoland) <<https://link.freshmail.mx/c/oh2xjupgq/nxldgflkxa>>, gdzie będziemy zamieszczać kolejne informacje dotyczące IX Konferencji NO-DIG POLAND.

Pozostajemy do Państwa dyspozycji i zapraszamy do kontaktu, jeśli mają Państwo jakiegokolwiek pytania.

Dziękujemy za Państwa wsparcie i zrozumienie co do podjętych decyzji.

Do zobaczenia jesienią na NO-DIG POLAND!

PS.

Jeśli ktoś z Państwa chciałby przyłączyć się do pomocy Ukrainie, nie tylko humanitarnej, ale również technicznej, zachęcamy do odwiedzenia strony „Pomoc dla Ukrainy” <https://www.igwp.org.pl/pomoc-dla-ukrainy/> <<https://link.freshmail.mx/c/54hezp5x69/nxldgflkxa>>, która powstała z inicjatywy Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie”. Izba utrzymuje stały kontakt z ukraińską bliźniaczą organizacją UKraińskie Stowarzyszenie Wodociągów i Kanalizacji „UKROVODOKANALEKOLOGIA” i tworzy m.in. informatyczną bazę danych o bieżącej pomocy technicznej dla ukraińskich przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych. Otwórzmy nasze serca i włączmy się w pomoc.

Chwała Ukrainie!

Z wyrazami szacunku  
Komitet Organizacyjny Konferencji



Tylko do **20 czerwca** przy rejestracji na **VIII Kongres Energetyczny** obowiązuje cena **2100 zł!**

Już **28-29 września we Wrocławiu** jedno z najważniejszych wydarzeń branży energetyczno-paliwowej – **VIII Kongres Energetyczny**. To niezwykle miejsce będące platformą wymiany doświadczeń, idei oraz innowacyjnych koncepcji w branży energetycznej wśród decydentów sektora energetycznego, polityków, naukowców oraz menadżerów. Nie może tam Państwa zabraknąć!

**Zarejestruj się**

Zachęcamy do śledzenia przygotowań do VIII Kongresu na naszej stronie internetowej [www.dise.org.pl/kongres](http://www.dise.org.pl/kongres), profilu na [f](#), [in](#), [t](#), gdzie na bieżąco będziemy umieszczać wszelkie informacje.

## Nowe przepisy w sprawie unijnej taksonomii

W dniu 2 lutego 2022 r. Komisja Europejska przyjęła rozporządzenie delegowane w sprawie stosowania taksonomii. W akcie prawnym KE zarówno gaz, jak i energia jądrowa zostały włączone do taksonomii i potraktowane jako tzw. źródła „przełajciowe”. Stało się tak mimo ostrych protestów ze strony niektórych państw członkowskich, ekspertów i organizacji pozarządowych. Regulacje prawne mają obowiązywać od 1 stycznia 2023 r. W kwestii wykorzystania gazu, rozporządzenie dopuszcza finansowanie wysoko-sprawnych instalacji gazowych wytwarzających ciepło lub chłód w kogeneracji z produkcją energii elektrycznej. Źródła będą mogły mieć zastosowanie w gospodarce komunalnej i mieszkalnictwie, dostarczając ciepło i/lub chłód do lokalnych sieci zaopatrujących mieszkańców. Instalowane źródło powinno zastąpić w tej roli kotły węglowe tam, gdzie nie można zastosować OZE. Instalacje gazowe będą ponadto musiały osiągać określone cele emisyjne, zapewniając realizację kolejnych celów redukcyjnych oraz ostatecznie przejść na całkowite zasilanie z OZE lub z niskoemisyjnego gazu najpóźniej do końca 2035 r. Regulacje zaproponowane przez Komisję dla nowych lub modernizowanych instalacji gazowych ustanawiają próg wynoszący 100 g CO<sub>2</sub>/kWh, żeby wraz z technologią CCS uznać je jako spełniające kryteria taksonomii, chyba że dotrzymają ścisłych wymogów, jako warunków kwalifikujących je do uznania za „przełajciowe”. Jednym z tych warunków jest zastępowanie wycyfowanych źródeł węglowych o analogicznej mocy, pracujących w kogeneracji. Emisyjność nie będzie mogła wtedy przekraczać progu 270 g CO<sub>2</sub>/kWh lub średniorocznej wielkości 550 kg CO<sub>2</sub>/kW w okresie 20 lat. Przejściowe źródła gazowe produkujące energię elektryczną będą mogły mieć moc większą od zastępowanych węglowych o nie więcej niż 15%. Konieczne będzie również zastosowanie paliw niskoemisyjnych i zwiększenie tego udziału tak, żeby od 2036 r. całkowicie przejść na paliwa niskoemisyjne lub odnawialne oraz zmniejszyć emisje własne o co najmniej 55% w okresie funkcjonowania instalacji. Jeśli chodzi o energię jądrową, to taksonomia dopuszcza stosowanie najnowocześniejszych technologii nuklearnych (reaktory generacji III+) do budowy nowych instalacji służących do produkcji energii elektrycznej i ciepła aż do 2045 r. Jednocześnie możliwe będzie modernizowanie i modyfikowanie istniejących siłowni w celu przedłużenia ich żywotności, jednak nie dłużej niż do 2040 r. Wszystkie elektrownie jądrowe będą musiały dotrzymywać rygorystycznych wymogów w zakresie bezpieczeństwa, co szczególnie dotyczy gospodarki odpadami promieniotwórczymi.

Report KOBIZE, luty 2022 r.

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej  
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

oraz

Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach  
zapraszają na

II Międzynarodową Konferencję  
na temat

Środowiskowego i Astronomicznego Zanieczyszczenia Światłem  
2<sup>nd</sup> International Conference

on

Environmental and Astronomical Light Pollution  
**EALPO 2022**

Kraków, 2-4 września 2022

Konferencje EALPO są międzynarodowym rozszerzeniem Ogólnopolskich Konferencji na temat Zanieczyszczenia Światłem (OKZŚ). Konferencje OKZŚ początkowo odbywały się corocznie (2013 – Warszawa, 2014 – Wrocław, 2015 – Kraków, 2016 – Rzeszów, 2017 – Warszawa). Począwszy od 2019 roku konferencje krajowe i międzynarodowe organizowane są naprzemiennie, w cyklu dwuletnim: 2019 – konferencja EALPO w Krakowie, 2021 – konferencja OKZŚ w Łodzi.

- Konferencja EALPO 2022 poświęcona jest problemowi zanieczyszczenia środowiska światłem (ang. *light pollution*), określonemu jako: uciążliwe oddziaływanie sztucznego oświetlenia, spowodowane nadmiernym lub nieumiejętnym jego użyciem,
- każdy negatywny wpływ sztucznego oświetlenia, tj. olśnienie, naruszenie granicy, nadmiar światła, pogorszenie widoczności, łuna świetlna i marnotrawstwo energii,
- zmiana poziomu oświetlenia w środowisku zewnętrznym pod wpływem sztucznego źródła światła,
- wprowadzenie przez człowieka (bezpośrednio lub pośrednio) sztucznego światła do środowiska.

Celem Konferencji jest przedstawienie problemu zanieczyszczenia światłem w ujęciu interdyscyplinarnym oraz omówienie sposobów minimalizacji tego zjawiska i jego negatywnych skutków.

### Tematyka wiodąca Konferencji

- wpływ zanieczyszczenia światłem na zdrowie ludzi
- wpływ zanieczyszczenia światłem na florę i faunę
- wpływ zanieczyszczenia światłem na prowadzenie badań astronomicznych
- wpływ projektów architektonicznych na ograniczenie zanieczyszczenia światłem
- aspekty meteorologiczne zanieczyszczenia światłem
- technologiczne metody ograniczania zanieczyszczenia światłem i minimalizacji jego skutków
- turystyka ciemnego nieba (astroturystykę) w aspekcie zanieczyszczenia światłem
- kształtowanie świadomości społecznej w dziedzinie zanieczyszczenia światłem
- aspekty ekonomiczne i prawne zanieczyszczenia światłem

Do udziału w Konferencji zapraszamy osoby związane z architekturą, astronomią, ekologią, medycyną, ochroną przyrody, techniką oświetleniową, urbanistyką, jak również przedstawiciele samorządów terytorialnych i organizacji pozarządowych działających na rzecz ochrony nocnego środowiska oraz wszystkich zainteresowanych tematyką Konferencji.

Językiem konferencyjnym jest język angielski. Konferencja odbędzie się w trybie hybrydowym, tj. zarówno stacjonarnie, jak też w formie zdalnej w sieci Internet.

Warunkiem czynnego uczestnictwa w konferencji jest przesłanie streszczenia wystąpienia/posteru i dokonanie opłaty konferencyjnej.

Szczegółowe informacje dotyczące Konferencji można odnaleźć na stronie internetowej:

[http://lightpollution.pk.edu.pl/EALPO\\_2022/](http://lightpollution.pk.edu.pl/EALPO_2022/)

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Konferencji EALPO 2022  
dr hab. Tomasz Ścieżor



W artykule omówiono zagadnienie stosowania wkładek filcowych w impulsowych systemach nadzoru rurociągów preizolowanych. Wbrew pojawiającym się opiniom, że być może nastąpi renesans takich układów, wydaje się to mało prawdopodobne, a argument o lepszej rozpoznawalności takiego miejsca na wykresie reflektometrycznym jest niewystarczający.

*Słowa kluczowe: sieci ciepłownicze, rury preizolowane, impulsowe systemy nadzoru*

The article discusses the issue of using felt inserts in impulse pipeline supervision pre-insulated systems. Contrary to the emerging opinion that there may be a renaissance of such systems, it seems to be unlikely, and the argument about better recognition of such a place on the reflectometric graph is insufficient.

*Keywords: district heating systems, pre-insulated pipes, impulse pipeline supervision*

## Wstęp

W naturze człowieka leży ułatwianie sobie życia. Wydaje się, że w stosunkowo wąskiej grupie diagnostów rurociągów preizolowanych znajdują się osoby, które chcąc ułatwić pomiarowcom życie, mogą ich zaprowadzić w ślepią uliczkę. Opinie, że może by wprowadzić na powrót systemy alarmowe z wkładkami filcowymi są na tyle nieprzemyślane, co nierealne. Oczywiście, że miejsce zawilgoconego filcu jest lepiej widoczne na wykresie, jednakże twierdzenie, że dzięki tym wkładkom uzyskujemy szybszą informację o zawilgoceniu w mufie jest nie zawsze prawdziwe. Istotną jest tu kwestia ustawionych progów alarmowych, formy wilgoci i interpretacji wyników. Diagnostyka rurociągu i ewentualna lokalizacja miejsca uszkodzenia to nie tylko analiza wykresu będącego obrazem zmian impedancji falowej. Nie mniej istotną rolę grają pomiary rezystancji izolacji i analiza przebiegu drutów alarmowych. Z bólem należy stwierdzić, że zarówno z winy producentów (fot.1), jak i wykonawców, nie należy też zapominać o osobach nadzorujących, przebiegi obecnie zbieranych wykresów pozostawiają wiele do życzenia. To nie te wykresy z dawnych lat, których przebieg był rzeczywiście zgodny z ideą stałej impedancji falowej. Te obecnie często przypominają wykres ekg, a nie spokojną równoległą do osi x linię.

Statystycznie w systemach impulsowych technika reflektometryczna (TDR) jest podstawową metodą lokalizacji uszko-



**Fot.1**  
Położenie drutu alarmowego, norma mówi o 15 mm

dzeń rurociągów preizolowanych, jednak diagnostykę każdego systemu alarmowego należy rozpatrywać całościowo, uwzględniając także inne pomiary, między innymi rezystancję izolacji. Spójrzmy na te dwie wielkości.

## Rezystancja izolacji i impedancja falowa

Obwody nadzoru sieci preizolowanych są sprawdzane pod kątem występowania wilgoci w izolacji rurociągu preizolowanego. Jedną z podstawowych metod kontrolnych jest wykonanie pomiaru rezystancji izolacji. Polega ona na przyłożeniu napięcia pomiędzy drutem alarmowym a stalową rurą przewodową. Przepływ prądu wywołany różnicą napięć świadczy o zawilgoceniu pianki PUR. Następnym pomiarem, jeśli ten pierwszy wskazywał wartości alarmujące, jest wykonanie badania impedancji falowej, czyli spraw-

dzenie reflektometrem w którym miejscu, a zasadniczo na którym metrze drutu alarmowego występuje anomalia.

Praktyka dowodzi jednoznacznie, że te dwa pomiary wzajemnie się uzupełniają i ryzykownym jest zdanie się tylko na jeden z nich. Dawniej można było opierać się na reflektometrii, bo przebiegi wykresów były poprawne i można było polegać jedynie na pomiarach reflektometrycznych, które wprowadziła w Polsce firma ABB i w których wkładki filcowe odgrywały znaczącą rolę, bo odbicie sygnału było wyraźnie widoczne na tle przebiegu wykresu. Niestety, jak już wspomniałem w słowie wstępnym, przebiegi wykresów obecnie zbieranych pozostawiają dużo do życzenia. W tej sytuacji obydwie metody pomiarowe muszą być wykorzystywane jednocześnie, pomiar rezystancji izolacji informuje, że w układzie występuje zawilgocenie, a reflektometr służy do ustalenia miejsca obniżonej oporności. Często obserwowany przebieg wykresu reflektometrycznego nie wskazuje jednoznacznie na miejsce zawilgocenia, dlatego istotne jest zbieranie i archiwizowanie wykresów wzorcowych stanowiących przebieg odniesienia.

Można zadać sobie pytanie, kiedy pomiar rezystancji izolacji nie jest adekwatny do istniejącego stanu? Takie sytuacje zdarzają się, a ich przyczyną jest naciek dobrze uzdatnionej wody grzewczej do pianki poliuretanowej. Poruszamy tu problem z jakiegoś powodu niezauważany przez większość użytkowników sieci preizolowanych. Otóż jedynie firma Logstor, podkreślam tu słowo jedynie, bo

pozostali producenci zachowują się tak, jakby problem nie istniał, podaje w swoich materiałach niezwykle istotną informację dotyczącą tego zagadnienia. Pozwolę sobie zacytować w całości fragment najnowszego poradnika dotyczącego tego zagadnienia – „LOGSTOR Deteckt – system nadzoru” ozn. 2022 I 00, przy czym należy tu podkreślić, że podobne uwagi pojawiały się w materiałach firmy od zawsze. Rzeczony fragment zamieszczony na stronie 1.2.2 w rozdziale Wybór segmentu – Ciepłownictwo, pod akapitem „Wymagane właściwości medium (przesyłanego czynnika)” brzmi: cyt.

„Przewodność elektryczna czynnika przesyłanego rurą przewodową ma istotne znaczenie przy wyborze urządzeń do nadzoru rurociągów.

W przypadku, kiedy przewodność medium jest większa niż  $10 \mu\text{S}/\text{m}$ , możliwe jest stosowanie zarówno detektorów pracujących na zasadzie pomiaru oporności rezystancji izolacji, jak i lokalizatorów mierzących oporność falową, czyli impedancję. Więcej szczegółów na ten temat – rozdział 2.0.

W przypadku kiedy przewodność czynnika jest mniejsza niż  $10 \mu\text{S}/\text{m}$ , zastosowanie mają tylko lokalizatory pracujące na zasadzie pomiaru impedancji.

Niezależnie od przewodności czynnika, zawsze można wykryć usterki spowodowane wnikaniem do izolacji wilgoci z zewnątrz.”

Odbiegając od tego, że ogólnie rzecz biorąc taka filozofia mi nie odpowiada, o czym może przy innej okazji, należy mieć na uwadze, że w wielu przypadkach nadzorujący rurociąg preizolowany może być zaskoczony, że w rurociągu, na którym odnotowuje rezystancję izolacji rzędu kilkuset kiloomów, występuje wyciek wody grzewczej. Jest to związane z tym, że źródło ciepła podaje wodę bardzo dobrze uzdatnioną, a ta nie przewodzi prądu, więc przyrząd do pomiaru rezystancji izolacji wskazuje stosunkowo wysokie wartości.

Jako przykład omówię przypadek na jednym z miejskich osiedli. Rozległą sieć preizolowaną bez wkładek filcowych w złączach mufowych nadzorowały niewłaściwie dobrane przez projektanta dwa detektory stacjonarne LEVR ACN-4N. Ogółem 8 kanałów nadzorowało ponad 10 km drutu alarmowego. Kanał będący przedmiotem rozważań nadzorował ok. 1,7 km rurociągu DN 200 i przyłączy zasilających 16 węzłów ciepłych. Sieć w momencie odbiorów jesienią 2008 r. wykazywała na wszystkich kanałach rezystancję izolacji  $> 200 \text{ M}\Omega$ . Na wiosnę 2011 r. szefowa sieci zarządziła pomiar

wszystkich kanałów za pomocą przyrządu przenośnego. Wtedy okazało się, że jeden z obwodów wykazuje zaniżoną rezystancję izolacji na poziomie  $1 \text{ M}\Omega$ . Ten fakt został zgłoszony wykonawcy, który w perspektywie realizowanych zleceń nie miał czasu na zajęcie się tematem. Po groźbach PEC-u sprawa wróciła we wrześniu tuż przed rozpoczęciem sezonu grzewczego. W wyniku analizy pomiarów wyodrębniono odcinek pomiędzy dwoma węzłami o zaniżonej do  $600 \text{ k}\Omega$  rezystancji izolacji. Zebrane z dwóch końców drutu wykresy reflektometryczne przedstawia

**rys.1.** Figurująca w opisach różnica w re-



**Rys. 1.** Obraz wycieku widziany z różnej perspektywy

zystancji izolacji jest rzeczą normalną, na wykresach widać bardzo wyraźnie miejsce wycieku. Po odkryciu rurociągu (**fot.2**) okazało się, że kolano nadaje się do wymiany gwarancyjnej ze względu na bar-



**Fot. 2.** Kolano z wyciekaniem wewnętrznym

dzo niewielką nieszczelność spoiny fabrycznej. Co ciekawe, izolacja w obydwu przyległych do kształtki mufach była sucha, chociaż pianka w rejonie zatamania ociekała wodą. Można to tłumaczyć tym, że w lecie sieć nie pracowała i przez nieszczelność nie wydostawało się zbyt dużo wody. Prawdopodobnie inaczej wy-

glądałaby sprawa w sezonie grzewczym, gdy rurociągi pracują i podlegają wydłuzeniu. Z czasem wilgoć rozprzestrzeniłaby się na większej długości, pomimo to ubytki nie byłyby do wychwycenia. Omówiony przypadek został odkryty i zafatwowany dzięki temu, że wykonano pomiar ręczny, a umowa z wykonawcą zobowiązywała go do znalezienia miejsca zaniżonej rezystancji izolacji poniżej  $1 \text{ M}\Omega$ . Z technicznego punktu widzenia układ został zaprojektowany niepoprawnie, ponieważ detektor i przebieg drutów alarmowych (odejście zawsze z białego) są typowe dla układów niskorezystancyjnych,

a brak filców i kable przyłączeniowe typu YDY charakteryzują układy wysokorezystancyjne. Takie zamieszanie wynika z niezajomości zasad, jakimi kierowała się firma IC MØLLER, projektując system, który został rozpowszechniony w Polsce przez producenta rur preizolowanych firmę ABB.

### Idea ABB

- Na temat zasad obowiązujących w systemach z filcami pisałem już dwukrotnie. Były to artykuły: *Odchodząca idea (Instal 1/2012)* i *Niesforny próg (Instal 9/2018)*, z tego względu nakreślę jedynie założenia tego rozwiązania. Zasady systemu nadzoru były podobne do konkurencyjnego rozwiązania, jakie stworzyła firma Brandes stosująca tzw. system rezystancyjny. Założenia były następujące: możliwość lokalizacji awarii z tzw. punktu pomiarowego,
- pomiar prowadzony jest tylko po jednym drucie (drut czujnikowy),
- stosowanie wzmacniaczy wilgoci.

Przed rozwinięciem tych punktów należy powiedzieć, że w momencie ich opracowywania zakładano, że do lokalizacji miejsc zawilgożenia bądź przerwy będzie służył oscyloskop, adaptacja reflektometru nastąpiła dużo później, zresztą za sprawą polskiego przedstawiciela.

- Brandes określił maksymalną długość nadzorowanego odcinka (długość drutu chromoniklowego) na jeden kilometr. To samo uczynili twórcy systemu impulsowego – pierwsze ABB-owskie przyrządy stacjonarne miały zasięg do 1 km.
- W systemie Brandes pomiar i lokalizacja odbywały się przy wykorzystaniu drutu oporowego (czerwonego), drut zielony pełni pomocniczą funkcję jako element zamykający pętlę. Analogia IC MØLLER polegała na przypisaniu drutowi ocynowanemu (białemu) roli przewodu czujnikowego, czyli tego, który mierzy rezystancję izolacji i służy do lokalizacji miejsca awarii.
- W systemie Brandes lokalizacja miejsca zawilgożenia związana jest z pomiarem porównawczym rezystancji, taki pomiar przynosi pozytywny wynik już przy rezystancji izolacji wynoszącej ok. 5 MΩ. Takiego miejsca za pomocą oscyloskopu nie sposób było zidentyfikować, z tego względu zastosowano wzmacniacz wilgoci w postaci wkładek filcowych. Założono, że nawet niewielka ilość wody w mufie zostanie szybko wchłonięta przez filc, a ten da wyraźny sygnał na wykresie.

Przykładowy schemat alarmowy dla systemu niskorezystancyjnego w czystej formie przedstawia **rys. 2**.

Zauważmy, że przy tej filozofii drut czerwony stawał się niemalże zbędny. Jedyną rolę, jaką mu przypisano to funkcja komunikacyjna. Polegała ona na tym, że służył on do przekazania do centrali sygnału o stanie poszczególnych detektorów. Z tego względu bez zmruczenia okiem był on z jednej strony chowany pod end cap, z drugiej obcinany w węźle trójnikowym. Przy założeniu możliwości lokalizacji tylko z jednego miejsca drut czujnikowy musiał być w każdym złączu obłożony filcem, z tego względu należało wykonywać przeskoki sygnału, bo nie można go było podłączyć do drutu czerwonego, tego bez filców. Przeskoki musiały charakteryzować się taką samą impedancją falową jak oryginalna rura preizolowana, która wg ABB wynosiła 211 Ω. Aby to osiągnąć, konieczne było wykonywanie wszelkich przeskoków, zarówno w węźle ciepłym, komorze, jak też pod ziemią podwójnym kablem koncentrycznym o impedancji 125 Ω. Takie rozwiązanie dawało w sumie ok. 250 Ω, co było zbliżone do impedancji w rurociągu. Tylko podłączenie detektora / lokalizatora mogło być wykonane kablem pojedynczym. Jedynie tak skonstruowany układ, przy jednoczesnym reżimie produkcyjnym rur gwarantował poprawność wskazań stacjonarnego lokalizatora awarii, jeśli taki był stosowany. Takie rozwiązanie opracowane dobre 50 – 60 lat temu miało też wady, które inni producenci wyrobów preizolowanych uważali za istotne i z tego względu nie wprowadzili do swojej technologii tego typu nadzoru. Pierwotny zamysł twórców, którzy stworzyli modelowy układ otwarty, z biegiem lat ulegał bardziej lub mniej, ale raczej mniej, świa-

domym modyfikacjom. Najczęściej drut czujnikowy był łączony z drutem sygnalizacyjnym, a przeskok nie dawały wymaganej impedancji. W rezultacie w naszych przedsiębiorstwach funkcjonują hybrydy nie mające nic wspólnego z oryginałem. W największym skrócie, na terenie firm preferujących filce realizowane są układy, w których system niskorezystancyjny przenika się z wysokorezystancyjnym, co jest raczej niewskazane. Przypisać należy, że niektórzy inwestorzy nie zauważają ewolucji systemów alarmowych, nie wiedzą, że odchodzi się od filców, wydłuża się pętle alarmowe, stosuje się nadzór zdalny.

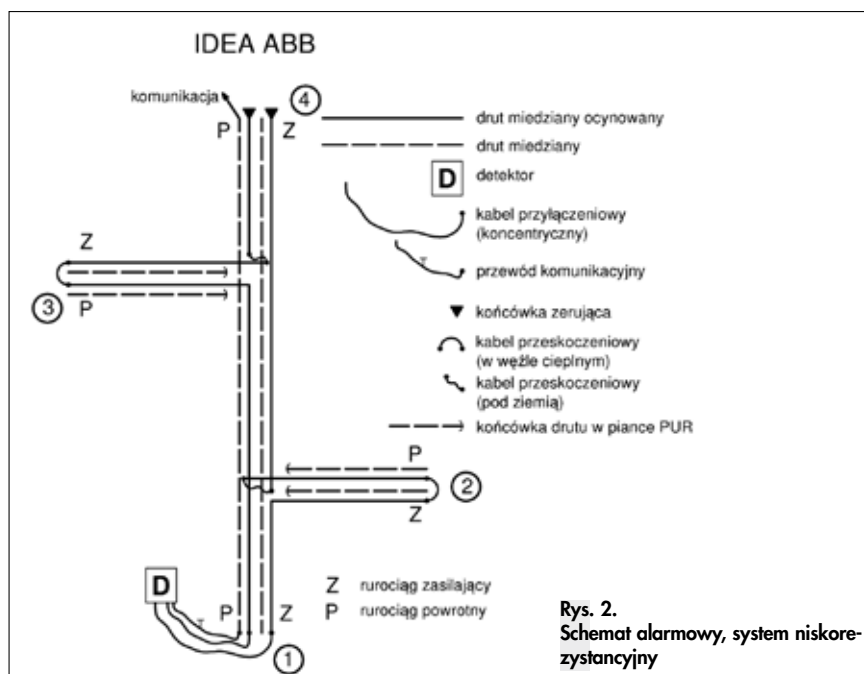
O ile wiem, w żadnym z polskich miast nie udało się stworzyć pełnego, obejmującego większy układ, funkcjonującego z wykorzystaniem drutu komunikacyjnego, systemu niskorezystancyjnego.

## Tendencje rozwojowe

Nie ulega wątpliwości, że sieci preizolowane są instalacjami długowiecznymi. Musi być spełniony tylko jeden warunek, izolacja nie może być zawilgocona. Wg danych URE za rok 2020 w Polsce było w eksploatacji ok. 22 tys. km sieci ciepłowniczych wobec 17 tys. km w roku 2002 r., w ciągu 8 lat nastąpił 30% progres. W tym samym czasie przeciętne zatrudnienie (liczba etatów) spadło z 60 tys. do 29 tys. czyli 50% regres. W dokumencie rządowym PEP2040 w Projekcie Strategicznym 7 mówi się cyt. „Do 2030 r. ok. 1,5 mln nowych gospodarstw domowych zostanie przyłączonych do sieci ciepłowniczej”.

Szacuje się, że obecnie ok. 55 % wszystkich sieci wykonanych jest w technologii preizolowanej. Do tego należy dodać niemałą długość preizolacji użytkowanych przez podmioty niekoncesjonowane. Mamy więc kilkanaście, a niebawem będziemy mieć kilkadziesiąt tys. km rurociągów do nadzoru. Ktoś to musi robić.

Przyszłość z całą pewnością należy do urządzeń nadzoru zdalnego obsługujących możliwie długie pętle skonstruowane w ten sposób, aby ewentualne lokalizacje następowały z możliwie bliskiej odległości. Nie widać tu miejsca na krótkie 1 – 2 – kilometrowe pętle akceptowane w systemach z filcami. Bo zakładając nawet, że budując takie układy, pozwolilibyśmy sobie na wyposażenie każdego punktu pomiarowego w detektor nadzoru zdalnego, to pomijając koszty związane z taką liczbą nietanich przecież urządzeń, obserwacja i analiza wskazań tylu przyrządów byłaby czasochłonna i wydaje się niecelowa. To przysparzanie sobie zbędnych problemów. Omawiając sprawę wkładek filcowych,

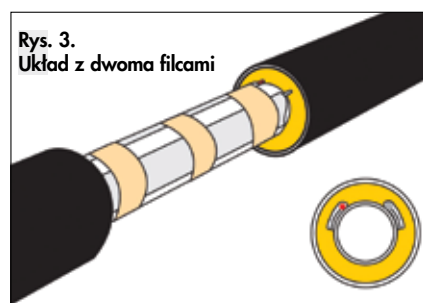




należy dodać, że producenci wyrobów preizolowanych zasadniczo takiego rozwiązania nie przewidują, większość nie ma takiego detalu w ogóle w ofercie, jedynie Logstor podaje to rozwiązanie jako opcję poza standardem.

## Podejście firmy LOGSTOR

W pierwszym numerze Instal z 2012 r. opublikowałem artykuł pt. „Odchodząca idea” informując, że ostatnia z firm, która oferuje system z filcami, wycofała się z tego rozwiązania. Teraz, po 10 latach widzimy wolę i zapis w najnowszym katalogu Logstor Detect ver. 2021.01 mówiący o możliwości stosowania podkładek filcowych. Inną nowością w stosunku do wcześniejszych rozwiązań jest to, że podkładki są układane pod obydwoma drutami alarmowymi (rys.3). W myśl tych zapisów, uwzględniając odwołania do innych stron,



system z filcami należy uznać za poprawnie wykonany, jeśli rezystancja izolacji wynosi, podobnie jak to było w poprzednich wersjach, 10 k $\Omega$ /1000 m przewodu alarmowego. Co prawda informacji definiującej stan awaryjny nigdzie nie można znaleźć, ale przez analogię zapewne będzie to 120 – 150  $\Omega$ . W najnowszym katalogu opisane są dwa urządzenia do nadzoru sieci ciepłowniczych: detektor X1 i detektor – lokalizator X6. Obydwa przyrządy mają taką samą dolną granicę pomiarową rezystancji izolacji, wynosi ona 1 k $\Omega$ , a przecież dla systemów preizolowanych z filcami to jeszcze nie jest stan awaryjny. Mamy więc sytuację, w której detektor nie zasygnalizuje wystąpienia stanu awaryjnego nadzorowanej pętli. Można to stwierdzić wykorzystując funkcję pomiarową impedancji falowej w przyrządzie X6, ale stosowanie takiego urządzenia w prostych układach nadzoru staje się bezcelowe ze względu na jego cenę. W mojej ocenie firma może dostarczyć filce, ale nie urządzenie, które wykryje stan alarmowy w układach z tymi filcami.

Niewątpliwie firma nie zachowuje się w tym przypadku fair wobec swoich klientów.

## Podsumowanie

Zapewne wilgoć w podkładce filcowej rozprzestrzeni się szybciej i wywołuje znaczne odbicie sygnału reflektometrycznego, jest to z pewnością zaletą systemu niskorezystancyjnego. Wygląda jednak, że jest to jedyny pozytyw, bo inne aspekty nie wyglądają już tak dobrze.

### 1. Projektowanie i diagnostyka

Obecnie w żadnym źródle nie można spotkać zasad projektowania układów z dwoma filcami w złączu. Pytanie zasadnicze, na które powinna znaleźć się odpowiedź, w opisie technicznym, jak również w karcie gwarancyjnej brzmi: w jakim przypadku zgłaszać reklamację ze względu na obniżoną rezystancję izolacji? Jeżeli wziąć pod uwagę, że obecnie buduje się układy zamknięte, to dla zasad opracowanych swego czasu dla systemów z filcami (system niskorezystancyjny IC Møller) teraz będziemy mieli na takim samym odcinku rurociągu dwa razy więcej podkładek. To z kolei będzie miało bardzo duży wpływ na wynikową rezystancję izolacji. Stosując pewne uproszczenie, zakładając wielokrotne zawilgocenie rurociągów, porównując zmierzoną rezystancję odcinka zrealizowanego wg zasad ABB, z takim samym odcinkiem wykonanym wg zasad Logstora dojdziemy do znacznego dysnansu. Przyjmując, że zawilgocenie jest równomierne na obydwu filcach w obrębie jednej mufy, przy pomiarze w pętli w przypadku rozwiązania Logstora rezystancja izolacji będzie mniejsza o połowę, przykładowo: przy filcach pojedynczych odczytano 16 k $\Omega$ , a więc rurociąg jest do przyjęcia, natomiast w przypadku układu z dwoma podkładkami otrzymamy 8 k $\Omega$ , co dyskwalifikuje odbiór.

### 2. Budowa

Układy z filcami są dla firm wykonawczych wyzwaniem. Filc jako materiał higroskopijny chłonie wilgoć z powietrza, nie musi być zamoczony, aby charakteryzować się pewną niewielką przewodnością elektryczną. W diagnostyce rurociągów preizolowanych istnieje pojęcie wilgoci rozproszonej, polega to na występowaniu w wielu miejscach pętli alarmowej szeregu mikro zawilgoceni, w tym przypadku będą to na czucie ręki suche, ale nie do końca, podkładki filcowe. Wynik pomiaru takiego układu będzie negatywny, a możliwość usunięcia wady praktycznie żadna. Wiemy, jak wyglądają jesienne mgliste i dżdżyste dni, terminy nagłą, a filce wilgotnieją.

Inna sprawa to opady atmosferyczne, letnie burze. Czasami zdarza się, że odci-

nek z połączonymi drutami alarmowymi, powiedzmy w trakcie obkurczania muf, zostaje zalany wodą deszczową, to kolejna trudna dla wykonawcy sytuacja wiążąca się w efekcie z wymianą podkładek filcowych, których przyszło tylko tyle, ile przewidywał projekt.

Niekiedy może się zdarzyć, że wykonawca skończy realizację, końcowy pomiar będzie niezadowolający, a reflektometr, pomimo że będzie mierzył układ z filcami, które są takie „ekstra”, nic nie wykaże. I co wtedy?

### 3. Eksploatacja

W Polsce dużo się buduje, kopie często nie czytając mapy. Uszkodzenia rurociągów preizolowanych nie są rzadkością. Duży problem układów niskorezystancyjnych to uszkodzenia obce, które nie występują w obrębie mufy. Zdarzają się przypadki uszkodzenia polegającego na rozzerwaniu płaszczki, zerwaniu izolacji i odsłonięciu stalowej rury przewodowej, np. zębem koparki lub inną maszyną. Po takim incydencie bardzo często szybko zasypuje się miejsce zdarzenia i nie powiadamia o tym nikogo. W tej sytuacji wody opadowe i gruntowe dostają się do stali i rozpoczyna się proces korozji. System nadzoru działa, bo drut alarmowy nie uległ zerwaniu. Rezystancja izolacji spada, ale nie osiąga progu alarmowego. Dla nadzorującego nie ma powodu do podejmowania żadnych działań. Z czasem dopiero okazuje się, że nastąpiła perforacja rury przewodowej, ale uszkodzenie poza obszarem wkładki filcowej nie wywołało pożądanego alarmu.

## Wnioski

Istnieje ogólna zasada dotycząca rozwiązań technicznych, polega ona na opisie działania i podaniu kryteriów stosowania. W przypadku systemów z filcami nie wygląda to na sprawę domknętą.

Jeżeli przyjmujemy rozwiązanie z dwoma filcami w jednej mufie, po jednym na każdym drucie, pracujące w układzie zamkniętym, to oprócz tego, że 10 k $\Omega$  / 1000 m drutu wydaje się wartością niewłaściwą (dwa razy więcej filców niż w układzie standardowym), brakuje wiarygodnej informacji odnośnie do progu alarmowego. W ogóle nie ma informacji, jak długie pętle alarmowe można budować, jakie puszkki i kable przyłączeniowe stosować.

Można założyć, że będziemy budować standardowy system niskorezystancyjny z filcem pod drutem czujnikowym. Wtedy mamy wszystkie wymagane dane techniczne odnośnie do budowy i działania układu. Tyle że nie jesteśmy w stanie

czegoś takiego zrealizować, bo żaden z dostawców nie ma w ofercie doziemnych kabli przeskokeniowych, a to jest przecież podstawowy element pozwalający zrealizować zasadę jednego drutu czujnikowego.

Życie pokazuje, że teoria i praktyka bardzo się różni. Spójrzmy, jak wyko-

muje się po miesiącach. Nawet w okresie gwarancji sprawy są odwołane w nieskończoność. W tym czasie wilgoć rozprzestrzenia się także poza wkładkę filcową i miejsce nacieku jest także dobrze widoczne na drucie bez podkładki. Na **rys. 4** przedstawiono dwa wykresy zebra-



Fot. 3.  
Korożja trójnika z podkładką filcową

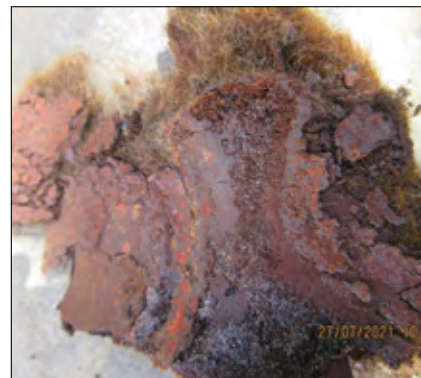


Rys. 4.  
Wykres z filcem i bez

rzyszowana jest zaleta opisana w katalogu Logstor tymi słowami: „W systemie nadzoru z filcami w mufach szybciej następuje wykrycie zawilgocenia i wysłanie komunikatu o zaistnieniu usterki”. To jest oczywiście prawda. Zastanówmy się, jakie ma ona zastosowanie praktyczne. W której firmie podejmuje się działania naprawcze natychmiast po zasygnalizowaniu alarmu? Przecież świecące na czerwono detektory to niemalże standard, nie cieknie?, to się nie śpieszy. Dobrze, jeśli działania podej-

letnim zawilgoceniem. Pod drutem czujnikowym były filce (zielony przebieg), pod sąsiednim nie było (czerwony przebieg). Jak widać, na obydwu drutach jest bardzo wyraźne, nie do pominięcia odchylenie świadczące o spadku impedancji falowej wywołane zawilgoceniem izolacji.

W świetle tych długotrwałych zawilgoczeń na uwagę zasługuje jeszcze fakt, że często otwierając mufę z długotrwałe przemokniętym filcem, widzimy na rurze przewodowej znaczne wżery korozyjne



Fot. 4.  
Korożja na wkładce filcowej

(**fot. 3 i 4**), natomiast miedziany drut alarmowy ulega degradacji, staje się kruchy, pocienia się lub całkowicie zrywa.

Rozważając rehabilitację filców, należy poważnie zastanowić się, czy jest to właściwy kierunek, bo prawa Murphy'ego są zawsze aktualne. A jedno z nich (*prawo obserwacji perspektywicznej*) brzmi: „**Nic nie wygląda z bliska tak ładnie, jak wyglądało z daleka**”.

Szanowni Państwo

Koleżanki i Koledzy

Niniejszym mam przyjemność poinformować Państwa, że zamierzam wznowić konferencję

### FORUM DIAGNOSTÓW RUROCIĄGÓW PREIZOLOWANYCH (FORUM DRP).

Spotkanie, zgodnie z wcześniejszym zamysłem, planowane jest w Mikorzynie niedaleko Konina

w dniach **6 – 8 czerwca 2022 r.**

Podobnie jak uprzednio planowano, przewiduje się ćwiczenia na torze testowym.

O przygotowaniach będą Państwo informowani na bieżąco.

Adam Dwojak

[www.doraterm.pl](http://www.doraterm.pl)

Szacuje się, że jeszcze obecnie w kraju funkcjonuje ok. 10% węzłów grupowych w stosunku do ogólnej liczby węzłów ciepłowniczych. Ich przebudowa na węzły indywidualne (dla poszczególnych budynków lub mieszkań) napotyka na problemy natury technicznej, ekonomicznej i prawnej (sprawy własnościowe). Dlatego sięgnąłem do materiału archiwalnego, artykułu mgr inż. Jerzego Pisowicza (były pracownik COBRTI Instal, a następnie THERMA Bielsko – Biata) pt. „Uwagi na temat modernizacji systemów ciepłowniczych z grupowymi węzłami ciepłowniczymi” opublikowanego w nr 3/2007 Instal, ale jakże aktualnego do dzisiaj. Artykułem tym chciałbym rozpocząć dyskusję na ww temat, gdy mamy już inne możliwości techniczne w stosunku do lat ubiegłych. W tym numerze Instal zostały opublikowane wypowiedzi: dr. inż. Kazimierza Żarskiego, prof. dr. hab.inż. Władysława Szaflika oraz mgr.inż. Andrzeja Romanowskiego. Liczę na c.d. tej dyskusji na łamach Instal.

Janusz Wróblewski

## Uwagi na temat modernizacji systemów ciepłowniczych z grupowymi węzłami ciepłowniczymi

MGR INŻ. JERZY PISOWICZ

Grupowe węzły ciepłownicze zasilające zwykle osiedla mieszkaniowe w ciepło dla ogrzewania i niekiedy w centralną ciepłą wodę, powstawały w niektórych rejonach kraju do końca lat 80. ubiegłego wieku. Rozwiązanie takie było wówczas uzasadnione kilkoma istotnymi względami:

- Ogólnym brakiem dobrych układów automatycznej regulacji. Stosowanie urządzeń regulacji w węzłach indywidualnych wiązało się ze stosunkowo dużymi kosztami, jak też z ciągłymi ich naprawami.
- Dostępne były wówczas np. proste układy EZRT, tj. Elektroniczne Zestawy Regulacji Temperatury z regulatorem R303 do regulacji pogodowej jak też regulatory bezpośredniego działania firmy MERTIK produkcji NRD, stosowane zwykle jako regulatory temperatury.
- Wymienniki ciepła WCO i WCW z zwykłej stali o dużych wymiarach, w stosunku do mocy, wykazywały dużą awaryjność związaną z korozją.
- Ceny tych układów regulacyjnych, wymienników i pozostałych urządzeń, w stosunku do cen ciepła były wysokie, co uzasadniało ich stosowanie jedynie w większych grupowych węzłach ciepłowniczych.
- Rozdział ciepła do poszczególnych budynków polegał na odpowiednim kryzowaniu sieci ciepłowniczych osiedlowych c.o. i cyrkulacji cw. Równocześnie instalacje nie były wyposażone w regulacyjne zawory z głowicami termostatycznymi, a właściwy rozptył zapewniały odpowiednie kryzy przygrzejnikowe.
- Węzły przyłączeniowe „bezpośrednie” poszczególnych budynków nie były wyposażane w liczniki ciepła. Rozliczenie ciepła było ryczałtowe wg klucza np. powierzchni ogrzewanej mieszkań.
- Niekiedy dla zapewnienia odpowiedniego poziomu eksploatacji, w węzłach grupowych zapewniano stałą obsługę personelu eksploatacyjnego, który usuwał wszystkie usterki na zasi-

lanym osiedlu oraz niedomagania regulacji.

Warto przypomnieć te aspekty, które wtenczas uzasadniały budowę systemów ciepłowniczych z węzłami grupowymi. Obecnie, gdy dostępna jest sprawna nowoczesna automatyka, wymienniki ciepła, pompy i armatura oraz gdy ceny tych urządzeń są niskie w stosunku do relatywnie drogiej energii, nikt już nie inwestuje w węzły grupowe. Standardem stały się nowoczesne indywidualne węzły ciepła, wyposażone również w niezawodne układy regulacyjne, często monitorowane ze zdalnym przekazem wszystkich parametrów. Zużycie energii w wyniku wprowadzenia nowych technologii z równoczesnym ocieplaniem budynków i pomiarami zużycia ciepła spadło niekiedy o ~ 40 %.

W tej sytuacji konieczna jest modernizacja systemów ciepłowniczych z grupowymi węzłami ciepłowniczymi.

Na podstawie analiz i doświadczeń w sieciach Bielska-Białej i Cieszyna, dobre wyniki dała modernizacja polegająca na pozostawieniu węzła grupowego i zmianie zasadniczo jego funkcji w następujący sposób;

- węzeł staje się „węzłem pośrednim”, zasilany z sieci „wysokich parametrów” ze zmodernizowanymi wymiennikami, układem pomp obiegowych, stabilizacją ciśnienia np. naczyniami wzbiorczymi, układami automatycznej regulacji, zabezpieczeń, pomiarów i monitoringu;
- z węzła do poszczególnych budynków „osiedla” wyprowadzona jest jedynie dwuprzewodowa sieć o parametrach pośrednich. Temperatura czynnika regulowana jest następująco: od wartości zewnętrznej temperatury obliczeniowej do punktu zafamania, „krzywa grzania” wody sieci osiedlowej prowadzona jest dla potrzeb instalacji c.o. Dalej w miarę wzrostu temperatury zewnętrznej, temperatura wody grzewczej pozostaje na tym samym poziomie odpowiednim dla potrzeb instalacji cw;

- zlikwidowana zostaje dwuprzewodowa sieć osiedlowej cw, (zasilanie + cyrkulacja);

- w poszczególnych budynkach (objektach) węzły indywidualne wyposażone zostają w:

– układ zmieszania pompowego dla potrzeb c.o.

– układ wymienników z ewentualnymi niewielkimi zasobnikami ciepła, pompami ładującymi i stabilizacyjnymi dla potrzeb cw;

– układem regulacji, zabezpieczeń, stabilizacji ciśnienia i niekiedy monitoringu;

– i co bardzo istotne w liczniki ciepła dla prawidłowego rozliczenia zużycia energii budynku dla potrzeb c.o. i cw.

W ten sposób modernizowane są również węzły grupowe na osiedlach mieszkaniowych w Czechach i na Słowacji.

Prowadzenie modernizacji układu w ten sposób wynika z następujących uwarunkowań:

– sieci osiedlowe c.o. są niekiedy w dobrym stanie technicznym i nie kwalifikują się jeszcze do wymiany,

– z kolei sieci cw, szczególnie przewody cyrkulacyjne dla wód górskich ulegają w przewodach stalowych, nawet ocynkowanych, szybkiej korozji,

– zwykle istniejące ciepłownicze sieci osiedlowe c.o. obliczane są na niższe parametry i wprowadzenie w nie czynnika „wysokoparametrowego”, ze względu na wymaganą wytrzymałość związaną z naprężeniami od ciśnienia i temperatury jest niemożliwe. Stąd celowość stosowania „pośrednich” parametrów czynnika, nie wyższych niż przed modernizacją.

– dostawa ciepłej wody do wszystkich budynków większego osiedla może sprawiać określone trudności. Wynika to często z niemożliwości prawidłowego wyregulowania przepływów cyrkulacyjnych do peryferyjnych budynków, szczególnie wówczas gdy węzeł grupy nie jest posadowiony centralnie.



- przesyłanie ciepła sieciami c.o. przez cały rok zwiększa ich żywotność, (nie ma przerwy letniej). Równocześnie nie rosną straty przesyłu, ponieważ eliminuje się sieć cw.
- najistotniejszą zaletą zmodernizowanego układu jest możliwość prawidłowego rozliczenia ciepła przesłanego do poszczególnych budynków, zarówno dla potrzeb c.o. i cw.

W układzie z czteroprzewodową siecią osiedlową, gdzie należy rozliczać ciepło powracające do węzła w przewodzie cyrkulacyjnym, każdy sposób opomiarowania i rozliczania budynków z ciepła dla potrzeb cw może wywoływać kontrowersje. W sytuacji gdy na osiedlu jest kilka podmiotów gospodarczych, np. wspólnoty mieszkaniowe, budynki komunalne, zakładowe a nie jedna Spółdzielnia Mieszkaniowa konflikty z tego powodu są zrozumiałe. Wprowadzenie proponowanej modernizacji radykalnie likwiduje ten problem.

Zamiana węzłów grupowych na „pośrednie” może okazać się celowa, ponieważ grupując odbiory na osiedlach możemy np. łatwiej lokalizować zakłócenia czy prowadzić częściowe bilansowanie i monitoring.

Ograniczeniem przeprowadzenia modernizacji w opisany sposób, mogą być za małe pomieszczenia dotychczasowych węzłów bezpośrednich, zamieniane na

nowe indywidualne węzły ciepłownicze. Szczególnie ważne to jest w wieżowcach. Również trzeba zwrócić uwagę na odpowiednią średnicę przyłącza wody zimnej, do pomieszczenia węzła ciepłowniczego w budynku. Dotychczas ~70 % wody zużywanej w budynku przesyłane jest sieciami osiedlowymi cw.

Oczywiście w niektórych analizach może okazać się celowa gruntowna wymiana sieci osiedlowych na wysokoparametrowe sieci preizolowane, z zastosowaniem indywidualnych węzłów wymiennikowych c.o. i cw.

Dodatkowym aspektem jest uregulowanie granic własności sieci i węzłów oraz miejsc rozliczeń. Modelowym rozwiązaniem w gminach gdzie są Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej zajmujące się dystrybucją ciepła powinno być przejęcie przez nie sieci osiedlowych c.o. Modernizacja i eksploatacja tych sieci dla kilku podmiotów na osiedlu może być kłopotliwa i zbyt kosztowna. Prowadzić to może do patologicznych rozwiązań, np. budowania na osiedlu indywidualnych kotłowni. Oczywiście PEC w swojej taryfie powinien uwzględnić koszty związane z eksploatacją tej sieci. Własność i koszt modernizacji węzłów powinien być sprawą otwartą, wynikającą z wzajemnych uzgodnień między dostawcą i odbiorcą ciepła. Rozli-

czenie ilości ciepła powinno następować na granicy własności, najlepiej oddzielnie dla każdego obiektu. Bardziej skomplikowana może być sytuacja, gdy ze źródła ciepła Zakładu przemysłowego zasilany jest węzeł grupowy np. Spółdzielnia Mieszkaniowej. Wówczas sposób modernizacji zależy od wzajemnych uzgodnień.

W artykule używam celowo określenia „ciepłownicze sieci osiedlowe” zamiast sztucznego określenia zdefiniowanego przez ustawodawcę „instalacja zewnętrzna”.

W wypadku przeprowadzenia proponowanej modernizacji i wprowadzenia parametrów pośrednich, nie widzę powodu rozliczania wg innej taryfy budynków zasilanych wprost z sieci „wysokich parametrów” czy osiedlowej sieci o parametrach „pośrednich”. Oczywiście różnicowanie powinno pozostać ze względu na rodzaj czynnika, (para – woda) oraz ze względu na własność węzła ciepłowniczego. Dalsze zapędy różnicowania i mnożenia taryf w myśl unikania „subsydiowania skrośnego” są dla PEC-ów szkodliwe i zupełnie nie marketingowe. Opłaty za ciepło powinny być dla klientów zrozumiałe. Jak wytłumaczył pani Nowak, że pani Kowalska mieszkająca po sąsiedzku za to samo ciepło płaci inaczej tylko dlatego że to samo ciepło z tego samego źródła płynie „trochę innymi rurami”. ■

## Głos w dyskusji na temat artykułu mgr. inż. Jerzego Pisowicza „Uwagi na temat modernizacji systemów ciepłowniczych z grupowymi węzłami cieplnymi” zamieszczonego w numerze 3/2007 INSTAL

KAZIMIERZ ŻARSKI

Artykuł Pana Jerzego Pisowicza został opublikowany w roku 2007, ale problematyka poruszona w nim jest nadal aktualna i wymaga podjęcia tematu. Główną tezę artykułu stanowi idea dostosowania systemów ciepłowniczych z grupowymi węzłami cieplnymi (GWC) do współczesnych standardów ciepłownictwa. Autor proponuje rozwiązanie polegające na utrzymaniu GWC jako węzła pośredniego z transformacją na obniżone parametry nośnika ciepła (poniżej 100°C, często jeszcze

niżej) oraz na wykorzystaniu istniejącej sieci do ogrzewania do przesyłu nośnika ciepła do budynków w celu pokrycia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania i do przygotowania ciepłej wody. Sieć ciepłej wody i cyrkulacji, element o największej awaryjności i o najmniejszej możliwości regulacji zostaje wyeliminowana. Węzły bezpośredniego połączenia w budynkach, w których nie było zamontowanych urządzeń regulacyjnych (czasem były zamontowane ciepłomierze) są zamienia-

ne na węzły zmieszania pompowego i zostają rozbudowane o sekcję przygotowania ciepłej wody z zasobnikiem lub ze stabilizatorem temperatury. Minimalna temperatura zasilania w sieci zapewnia uzyskanie temperatury ciepłej wody zgodnej ze standardami obsługi odbiorców.

Problem GWC w polskich systemach ciepłowniczych jest nadal aktualny, stąd istnieje potrzeba ustosunkowania się do poglądów Autora artykułu.

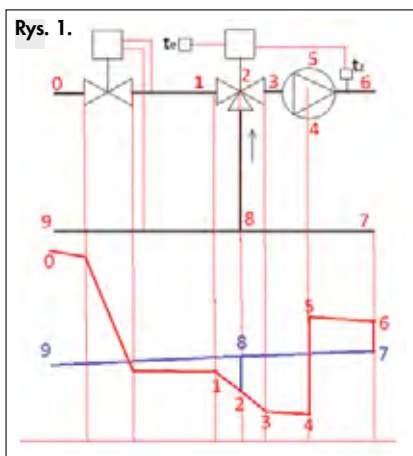
W swojej karierze zawodowej miałem

dr inż. Kazimierz Żarski – niezależny ekspert HVAC; k\_zarski@ic.torun.pl

możliwość przesłania historii ciepłownictwa w Polsce: od pierwszych rozwiązań kotłowni z kotłami KCO i węzłami hydro-elektorowymi, przez węzły hydroelektorowe zasilane z elektrociepłowni, z „unikalnymi” rozwiązaniami szeregowo-szeregowego połączenia wymienników ciepłej wody, przez grupowe węzły ciepłe zasilane z elektrociepłowni lub kotłowni lokalnych do obecnych rozwiązań, tj. do indywidualnych węzłów ciepłych z efektywnie działającą automatyką i odpowiadających współczesnym standardom dostawy ciepła. Obserwowałem układy regulacyjne od regulatora Mertik, przez EZRT, R303, Klimact, BRU do swobodnie programowalnych regulatorów znajdujących obecnie zastosowanie w ciepłownictwie. Pilotowałem wdrożenie w Polsce technologii preizolowanych sieci ciepłowniczych we współpracy ze Szwedami i Duńczykami. Na podstawie własnych doświadczeń mogę potwierdzić słuszność idei prezentowanej przez Pana Jerzego Pisowicza. W roku 2004 współpracowałem przy projekcie modernizacji układu z GWC na bydgoskim osiedlu Wyżyny. Analiza ekonomiczna i efekty realizacji wykazały zasadność takiego rozwiązania. Mimo zwiększenia strat ciepła w przewodach sieci ogrzewania, łączne straty ciepła zmniejszyły się z powodu zlikwidowania sieci ciepłej wody i cyrkulacji. Zwiększyła się efektywność dostawy ciepłej wody, która przed realizacją zamierzenia nie przekraczała 15-20%. Znałem mi się przypadki jeszcze niższej efektywności systemu dostawy ciepłej wody w grupowym węźle ciepłym jednego z osiedli w polskich miastach. Z monitoringu dobowego (z częstością 1 minuty) wynikała efektywność systemu zasilania w ciepłą wodę ok. 3%. Strumień masy wody cyrkulacyjnej w tym węźle, zapewniający dopływ do najdalszych budynków, przekraczał pięciokrotnie wartość maksymalnego (chwilowego) strumienia ciepłej wody. Ten rezultat był konsekwencją kilkakrotnej wymiany pompy cyrkulacyjnej na jednostkę o większej wydajności i wysokości podnoszenia. Zgadzam się też z Autorem artykułu, że terminologia ustawodawcy „instalacja zewnętrzna” jest nietrafna (instalacja jest wewnątrz budynku) i jest autorstwa ciepłowniczego dyletanta, podobnie jak twór „energia cieplna” zamiast „ciepło”. Energia cieplna to energia kinetyczna cząsteczek materii, czyli energia wewnętrzna.

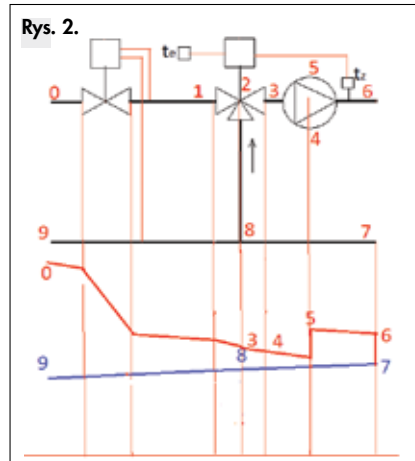
Potwierdzając słuszność idei zamiany GWC na węzeł pośredni sieci dwuprzewodowej, chcę ustosunkować się do kilku szczegółowych aspektów zagadnienia.

❖ Pierwszą kwestią jest budowa węzła mieszanego pompowego do ogrzewania, zapewniająca obniżenie parametrów instalacji poza punktem załamania wykresu regulacyjnego sieci pośredniej. Utrwalony wśród projektantów schemat ideowy węzła mieszanego pompowego z pompą w przewodzie zasilającym jest **błędny**, a przynajmniej w typowych implementacjach. Popatrzmy na układ ciśnienia w węźle mieszanego pompowego z pompą w przewodzie zasilającym.



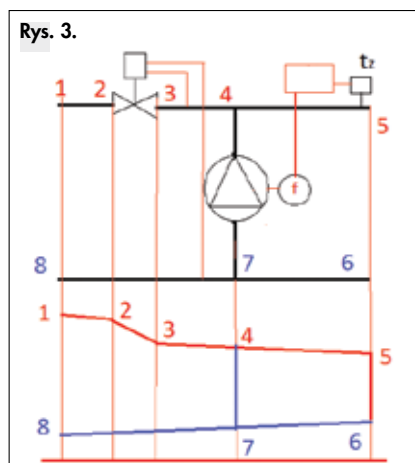
Przepływ w przewodzie mieszającym jest możliwy wówczas, gdy w przewodzie powrotnym w p. 8 panuje ciśnienie większe niż w p. 2 w przewodzie zasilającym. Lokalnie musi występować inwersja ciśnienia, aby układ mieszania mógł działać. Regulator różnicy ciśnienia mają minimalną nastawę 20 kPa, stąd ciśnienie w p.1 będzie większe niż w p.8. Opór zaworu trójdrogowego jest zbyt mały, aby w p.2 uzyskać ciśnienie mniejsze niż w p. 8. Teoretycznie jest to możliwe, ale wymagałoby kontrolowanej zmiany ciśnienia w zaworze trójdrogowym. Komplikuując układ, można zastosować regulator podwyższający ciśnienie (spiętrzający) w przewodzie powrotnym. Można również „odwrócić” włączenie przewodów impulsowych zaworu regulacji różnicy ciśnienia. Nastawiając różnicę ciśnienia za zaworem na - 20 kPa, należy odpowiednio zwiększyć wysokość podnoszenia pompy. Układy mieszanego pompowego bez „odwróconego” układu regulacji różnicy ciśnienia nie mają możliwości prawidłowego działania, co pokazano na rys. 2.

Przepływ przez przewód mieszający ma odwrotny kierunek (właściwie zwrot) i część strumienia wody sieciowej przepływa do przewodu powrotnego. Nie następuje obniżenie temperatury wody zasilającej instalację, a więc układ regulacyjny notuje ujemny uchyb regulacji (nadwyżkę temperatury nad wartością zadaną). Przymyka się zawór od strony zasilania sieci ciepłowniczej, ale tem-



peratura dalej nie maleje, więc zawór się zamknie. W przewodzie powrotnym od strony sieci przepływ również zanika. Zmiana układu ciśnienia powoduje przepływ cyrkulacyjny, a więc woda powracająca z instalacji znajdzie się w przewodzie zasilającym w czasie kilku sekund. Tym razem układ regulacyjny zanotuje dodatni uchyb regulacyjny (niedobór temperatury), co spowoduje otwarcie zaworu trójdrogowego od strony sieci. Cykl się powtórzy, a instalacja będzie działała impulsowo, wyłącznie w czasie otwierania i przemykania zaworu, zależnym od stałej czasowej zaworu regulacyjnego i czujnika temperatury.

Efekt mieszania (i obniżenia temperatury wody zasilającej) można również uzyskać przez umieszczenie pompy w przewodzie mieszającym. W takim przypadku nie jest potrzebny zawór trójdrogowy, bowiem elementem wykonawczym układu regulacyjnego może być przemiennik częstotliwości (falownik), zmieniający prędkość obrotową i parametry pompy. „Zamknięcie” przewodu mieszającego nastąpi, gdy pompa osiągnie wysokość podnoszenia mniejszą niż różnica ciśnienia w przewodzie zasilającym i powrotnym w punktach przyłączenia przewodu mieszającego. A więc układ jest prostszy i tańszy inwestycyjnie. Pokazano go na rys. 3.



■ ■ Drugą kwestią jest sposób przygotowania ciepłej wody. Wykonanie węzła ciepłej wody wymaga doprowadzenia głównego przewodu wody zimnej. Do przygotowania ciepłej wody można zastosować wymiennik przepływowy wraz ze stabilizatorem temperatury lub zasobnikiem. Wspomniany przez Autora artykułu schemat to układ z zasobnikiem. Stabilizator temperatury jest równie skuteczny, a prostszy i tańszy – nie wymaga zastosowania pompy ładującej i dodatkowych czujników temperatury. Można również zastosować podgrzewacz pojemnościowy, taki jak tradycyjnie jest stosowany w kotłowniach o jeszcze prostszym algorytmie automatycznej regulacji: wystarczy zawór ON/OFF i 2 czujniki temperatury w wy-

mienniku pojemnościowym (jeden czujnik nie wystarczy, ponieważ nie daje możliwości wykorzystania pojemności zbiornika). Schemat jest prosty i nie wymaga ilustracji. Układy takie są stosowane z powodzeniem w budynkach jednorodzinnych zasilanych z sieci ciepłowniczej w niektórych Przedsiębiorstwach Ciepłowniczych.

Podsumowując, mogę powiedzieć, że proponowany sposób „uporania się” z problemem GWC jest słuszny. Moją sugestią jest przyjęcie schematu węzła do ogrzewania jako węzła zmieszania pompowego z pompą w **przewodzie mieszającym**, z regulacją temperatury wody zasilającej instalację za pomocą falownika pompy mieszającej oraz przyjęcie sche-

matu sekcji przygotowania ciepłej wody z wymiennikiem przepływowym i stabilizatorem temperatury lub (moim zdaniem korzystniej) z wymiennikiem pojemnościowym z zaworem ON/OFF. Ten ostatni sposób wymaga prostszego algorytmu automatycznej regulacji. Zgodnie z najnowszymi badaniami Nejrzanowskiego i Szaflika (INSTAL 2/2022) pełna pojemność akumulacyjna zasobnika ciepłej wody przypadająca na jednego mieszkańca to ok. 11.5 dm<sup>3</sup> (przy dobowym zapotrzebowaniu 50 dm<sup>3</sup>/d), stąd – przy współczynnika akumulacji  $\varphi = 0.2$  – pojemność wymiennika ciepłej wody przypadająca na jednego mieszkańca wyniesie 2.3 dm<sup>3</sup>, a więc w budynku o 200 mieszkańcach będzie to ok. 500 dm<sup>3</sup>. ■

## Głos w dyskusji dotyczący artykułu mgr. inż. Jerzego Pisowicza „Uwagi na temat modernizacji systemów ciepłowniczych z grupowymi węzłami cieplnymi” zamieszczonego w numerze 3/2007 INSTAL

WŁADYSŁAW SZAFLIK

Zostałem wywołany do dyskusji przez Redaktora Naczelnego INSTALU Pana Janusza Wróblewskiego. Uważam, że przedstawiona przez Pana mgr. inż. Jerzego Pisowicza koncepcja modernizacji węzłów grupowych jest prawidłowa.

Grupowe węzły cieplne zasilające osiedla mieszkaniowe w ciepło do ogrzewania i w ciepłą wodę, powstawały w niektórych rejonach kraju do końca lat osiemdziesiątych, zaś od kilkunastu lat odchodzi się od nich. Autor artykułu przedstawił dlaczego tak się dzieje. Dodabym do jego wypowiedzi jeszcze kilka argumentów przemawiających za likwidacją w osiedlowych sieciach ciepłowniczych oddzielnych przewodów ciepłej wody. Są to następujące argumenty:

1. Korozja stosowanych rur stalowych ocynkowanych osiedlowych sieci ciepłej wody;
2. Wytrącanie się kamienia kotłowego w przewodach ciepłej wody;

3. Zachodzące w czasie rozregulowanie przewodów zasilające w ciepłą wodę i cyrkulacyjne od węzła cieplnego do budynku wykonywane były z rur stalowych ocynkowanych łączonych przez skręcanie.

W układach przygotowania i rozprowadzania ciepłej wody pod wpływem temperatury zachodzi jednocześnie dużo różnych reakcji wzajemnie oddziałujących na siebie, a ponadto powstające w procesie korozji produkty nie wykazują tendencji przechodzenia do roztworu i odkładają się na ściankach przewodów. Określenie dla tych warunków intensywności korozji jest bardzo trudne.

Ad. 1. Do końca lat osiemdziesiątych przewody zasilające w ciepłą wodę i cyrkulacyjne od węzła cieplnego do budynku wykonywane były z rur stalowych ocynkowanych łączonych przez skręcanie. W układach przygotowania i rozprowadzania ciepłej wody pod wpływem temperatury zachodzi jednocześnie dużo różnych reakcji wzajemnie oddziałujących na siebie, a ponadto powstające w procesie korozji produkty nie wykazują tendencji przechodzenia do roztworu i odkładają się na ściankach przewodów. Określenie dla tych warunków intensywności korozji jest bardzo trudne.

Coraz wyższe są wymagania użytkowników dotyczące komfortu i wygody

korzystania z ciepłej wody. Ze względu na wymogi sanitarne (rozwój bakterii *Legionella*) temperatura ciepłej wody powinna wynosić od 55°C do 60°C. Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku – Dziennik Ustaw 75/2002, poz. 690) wymagają, aby temperatura ciepłej wody w punkcie jej poboru wynosiła 55°C. Natomiast ze względu na trwałość rurociągów wykonanych z rur ocynkowanych i ich ochronę przed korozją temperatura ciepłej wody powinna zawierać się w przedziale od 45 do 50°C.

Przy eksploatacji licznych instalacji ciepłej wody stwierdza się, że korozja wzrasta wraz ze wzrostem temperatury wody. Dla tych samych metali i takich samych warunków zaobserwowano, że w zakresie wartości temperatury od 45 do 50°C korozja zachodzi powoli, intensywność jej znacznie się zwiększa w zakresie tempera-

prof. dr. hab. inż. Władysław Szaflik – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie



tury od 60 do 65°C. Przy dalszym podwyższeniu temperatury do 70°C i wyżej występują dodatkowe skomplikowane procesy korozyjne, które mogą doprowadzić do szybkiego skorodowania przewodów na wskroś. Dotyczy to przede wszystkim ocynkowanych zbiorników i rurociągów. Podczas, gdy dla żelaza i miedzi podwyższenie temperatury do 70°C i więcej prowadzi do zwiększenia intensywności korozji, której rozmiary można przewidzieć, to dla rur i zbiorników stalowych ocynkowanych sprawy przedstawiają się inaczej i mniej jednoznacznie. Zachowanie się ocynkowanego żelaza zależy przy tych wartościach temperatury od rodzaju wody. W literaturze wiele pisze się o zmianie potencjału cynku przy temperaturze od 60°C do 70°C i to zjawisko jest traktowane jako główna przyczyna zwiększonej korozji. Zmiana potencjału cynku może się jednak odbywać tylko przy obecności żelaza, a więc dopiero po uszkodzeniu powłoki cynkowej. Należy dodać, że cynk przy wyższych wartościach temperatury wody, a zwłaszcza w zakresie 60 do 70°C koroduje znacznie szybciej niż przy niższej temperaturze. Wynika to z faktu, że powstające w niższych wartościach temperatury osady tlenków są zwarte i zabezpieczają cynk przed dalszą korozją, natomiast w wyższej temperaturze mają one strukturę luźną i są wymywane przez wodę.

Ogólnie proces ten skutkuje perforacją instalacji ciepłej wody, powodując jej czasowe wyłączenia związane z naprawami. Intensywność perforacji rośnie w czasie. Na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku w Polsce można było zaobserwować dużą liczbę uszkodzeń instalacji ciepłej wody wykonywanych z rur stalowych ocynkowanych, spowodowanych korozją. Prawdopodobną tego przyczyną była wysoka temperatura ciepłej wody powodująca z jednej strony tworzenie wymywalnych osadów z warstwy cynku pełniącego rolę anody, zaś z drugiej strony przy zbyt wysokiej temperaturze, zmianę biegunowości cynku względem żelaza i wżerową korozję stali.

Rury stalowe ocynkowane nie są dobrym materiałem na przewody ciepłej wody, w poradniku dla projektantów i instalatorów tłumaczonym z języka niemieckiego znajduje się sformułowanie, że „do instalacji wody ciepłej nie nadają się, ponieważ w temperaturze około 60°C mogą one silnie korodować” (Gaßner A.: Instalacje sanitarne poradnik dla projektantów i instalatorów. WNT Warszawa 2008, str. 105).

W Polsce rury stalowe ocynkowane do

instalacji ciepłej wody były przede wszystkim stosowane dopóki nie weszły do powszechnego użytku rury z tworzyw sztucznych: z polietylenu sieciowanego PEX, polipropylenu i polibutylenu. Obecnie uważa się, że rur stalowych ocynkowanych nie powinno się wbudowywać do instalacji ciepłej wody. A jak wspomniano na początku, takie rury były stosowane przy budowie osiedlowych sieci ciepłej wody.

Ad. 2. Pod wpływem temperatury wydzielają się z wody osady. Zawierają one przede wszystkim nierozpuszczalne węglany wapnia i magnezu. Wynika to z tego, że przy podgrzaniu wody następuje przesunięcie równowagi węglanowej z zawartych w niej wodorowęglanów wapniowego i magnezowego powstają agresywne dwutlenek węgla i nierozpuszczalne węglany, które wydzielają się i osadzają w elementach instalacji, zaś rozpuszczony w wodzie dwutlenek węgla może przyspieszać korozję. Intensywność i ilość wytrąconych osadów zależą od twardości wody. Stwierdzono, że przy wzroście twardości wody i obniżeniu jej temperatury skraca się czas rozpoczęcia procesu wytrącania osadów oraz zwiększa się ich ilość.

Należy podkreślić, że zagadnienie równowagi wapiń – dwutlenek węgla odgrywa dużą rolę przy wytrącaniu kamienia w instalacjach ciepłej wody. Powodem tego jest to, że przy ogrzewaniu wody zmieniają się nieustannie warunki stanu tej równowagi, zostaje ona do tego stopnia zakłócona przez uwalnianie się dwutlenku węgla, że rozpuszczone wodorowęglany przekształcają się w węglany i wytrącają się. Wytrącanie się kamienia z ogrzanej wody zależy od temperatury, a ponadto w znacznym stopniu – od czasu trwania ogrzewania. Twardość ogólna wody ma przy tym mniejsze znaczenie od twardości węglanowej, która jest najważniejszym czynnikiem powstawania kamienia (który składa się głównie z węglanów). Według badań, przy przerywanej eksploatacji instalacji ciepłej wody (z długim czasem przetrzymywania ciepłej wody w zasobnikach) kamień zaczyna się tworzyć już przy temperaturze 40°C. Natomiast przy szybkim przepływie ciepłej wody, przy eksploatacji ciągłej, kamień zaczyna powstawać w temperaturze 50°.

Ad. 3. Powstawanie i osadzanie się osadów w przewodach powoduje zmiany ich oporów hydraulicznych, skutkuje to zmniejszeniem przepływu wody w przewodach rozbiornych podczas jej poboru i zróżnicowanym zmniejszaniem przepły-

wów cyrkulacyjnych. W szczytach poboru może zaniknąć dopływ wody na najwyższe kondygnacje budynków, zwłaszcza oddalonych od węzła. Może też następować czasowe obniżanie temperatury wody w niektórych punktach czerpalnych wywołane zmniejszeniem przepływu cyrkulacyjnego.

Ad. 4. Dla sieci czteroprzewodowej (2 x c.o. + c.w. + cyrk.) straty ciepła na przesyśle są znacznie większe niż dla sieci dwuprzewodowej (2 x c.o.). Sądzę, że dla starych układów straty ciepła na przewodach ciepłej wody porównywalne były z ciepłem pobieranym z ciepłą wodą. Przy ocieplonych budynkach i wysokich kosztach ciepła oraz konieczności wymiany przewodów osiedlowej sieci centralnej ciepłej wody, jej likwidacja jest jedynym rozsądnym rozwiązaniem zapewniającym ekonomiczną pracę instalacji i niezakłóconą dostawę ciepłej wody o właściwej temperaturze do lokatorów.

Dodatkowym zagadnieniem na jakie chciałbym zwrócić uwagę jest przekazywanie ciepła z sieci ciepłowniczej do budynków. Rozwiązanie zaproponowane przez Autora artykułu: nowy „węzeł pośredni”, zamiast tradycyjnego, zasilany z sieci „wysokich parametrów” z wysokosprawnymi wymiennikami i pompami obiegowymi, wyposażony w nowoczesne układy automatycznej regulacji, zabezpieczony naczyniami wzbiorczymi przeponowymi oraz wyposażony w monitoring pracy węzła; wyprowadzona z niego dwuprzewodowa osiedlowa sieć ciepłownicza „pośrednich parametrów” zasilająca indywidualne węzły ciepłe zlokalizowane w budynkach. Węzły c.o. w budynkach mieszania pompowego wyposażone w indywidualne regulatory pogodowe oraz w liczniki ciepła całkowitego i pobieranego przez układ centralnego ogrzewania. Rzecz jasna, że przed układami mieszania pompowego zamontowane są stabilizatory różnicy ciśnienia. Uważam to rozwiązanie za właściwe.

Jeżeli chodzi o układy przygotowania ciepłej wody preferowałbym węzły z priorytetem jej przygotowania, które mogą być wyposażone w stabilizatory temperatury. W przypadku, gdy podczas maksymalnego chwilowego poboru ciepłej wody w budynku zapotrzebowanie na czynnik grzejny jest większe niż wynikające z sumy obliczeniowych potrzeb czynnika grzejnego na c.o i c.w. należy przewidzieć możliwość zwiększenia dopływu wody grzewczej z sieci osiedlowej do wymiennika c.w. do potrzebnej ilości.

# Węzły grupowe w systemach ciepłowniczych

Group heat exchangers stations in district heating systems

ANDRZEJ ROMANOWSKI

W polskich systemach ciepłowniczych spotkać można węzły grupowe powstałe zarówno w czasach PRL-u jak i po 1989 roku poprzez likwidację niskoparametrych kotłowni węglowych. Powody, dla których przeprowadzano zamianę kotłowni niskoparametrych na węzły grupowe to:

- likwidacja lokalnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza,
- zmniejszenie kosztów eksploatacji,
- poprawa stanu technicznego systemu ciepłowniczego,
- ujednoczenie sposobu obsługi systemu ciepłowniczego.

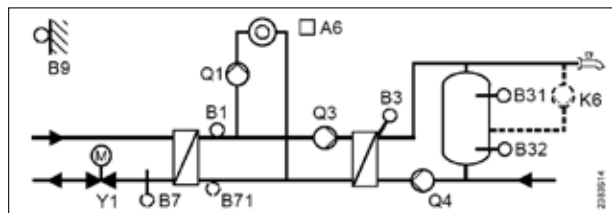
Większość tak powstających węzłów grupowych miała ograniczoną możliwość przygotowania ciepłej wody, za wyjątkiem przypadków istniejących osiedlowych sieci do ciepłej wody i lokalnych wymiennikowych układów przygotowania ciepłej wody w budynkach, które z racji wymaganej przepisami temperatury ciepłej wody  $+55^{\circ}\text{C}$  potrzebują utrzymywania stosunkowo wysokiej temperatury wody sieciowej w okresie letnim. W systemie takim oprócz głównego wymiennika ciepła zasilającego sieć niskoparametrową (czujnik temperatury B1 na rys.1), jest wymiennik po stronie wtórnej do przygotowania ciepłej wody (czujnik B3 na rys.1), co podwyższa wymaganą temperaturę zasilania sieci wysokoparametrowej. Podobne utrudnienia w przypadku węzłów grupowych napotyka zastosowanie popularnych stacji mieszkaniowych do przygotowania ciepłej wody. Przy okazji przypomnieć można, że będący jednym z elementów spuścizny technicznej po PRL-u i obowiązujący w Polsce przepis o wymaganej temperaturze ciepłej wody  $+55^{\circ}\text{C}$  jest unikalny w porównaniu do innych krajów. W czasach gdy trudno było o dobrze działającą instalację cyrkulacji i zaizolowane rurociągi, było to częściowo słuszne. Współcześnie uzasadnia się to koniecznością zwalczania bakterii Legionella. Wypada jednak zauważyć, że:

- kontakt skóry z wodą o temperaturze  $+55^{\circ}\text{C}$  wiąże się z ryzykiem poparzenia,

- skuteczne zwalczanie Legionelli zapewnić można również okresowym (w godzinach nocnych) przegrzewem ciepłej wody do temperatury np.  $+67^{\circ}\text{C}$  i można to przeprowadzić przy pomocy dodatkowych grzałek elektrycznych bez konieczności stałego utrzymywania temperatury  $+55^{\circ}\text{C}$ ,
- wymóg temperatury  $+55^{\circ}\text{C}$  powoduje podwyższenie temperatury zasilania sieci ciepłej w okresie letnim, co znacząco zwiększa straty ciepła, koszty i emisję  $\text{CO}_2$  oraz utrudnia zastosowanie rozwiązań technicznych umożliwiających zastosowanie niskotemperaturowych źródeł ciepła.

Przykładem przemian związanych z powstaniem i przekształcaniem węzłów grupowych jest dawna niskoparametrowa

Rys. 1  
Schemat węzła z przygotowaniem ciepłej wody poprzez lokalny wymiennik zasilany z instalacji niskoparametrowej [1]



kotłownia węglowa przy ul. Grochowskiej 49 w Poznaniu. Powstała na przełomie lat 50-tych i 60-tych do zasilania centralnego ogrzewania powstałych w okolicy kilkunastu bloków mieszkalnych. Ciepła woda była przygotowywana lokalnie w mieszkaniach przez gazowe podgrzewacze. Jako dla mieszkańca bloku w pobliżu tej kotłowni jedną z atrakcji mojego dzieciństwa było obserwowanie procedur przywozu węgla przed sezonem grzewczym i odbioru żużla w trakcie jego trwania oraz konieczność częstszego mycia okien z racji bliskości kotłowni. Być może dlatego karierę zawodową rozpocząłem właśnie w WPEC Poznań. W 1992 roku po doprowadzeniu preizolowanej sieci ciepłowniczej kotłownię zlikwidowano instalując w jej podziemiach węzeł grupowy, który od tego momentu przejął rolę źródła ciepła dla istniejącej niskoparametrowej sieci centralnego ogrzewania. Węzeł otrzymał bogate jak na tamte czasy wyposażenie obejmujące: wymienniki pły-

towe, automatykę pogodową, falowniki do sterowania pompami, licznik ciepła, regulatory różnicy ciśnienia w przyłączonych budynkach. Jednocześnie w zasilanych budynkach zamontowano termostaty grzejnikowe, podzielniki, budynkowe liczniki ciepła oraz wykonano dodatkową izolację ścian zewnętrznych styropianem. Dla odbiorców spowodowało to duże oszczędności w kosztach ciepła i zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza. Właściciel węzła (wówczas już PEC Poznań) wykorzystał budynek kotłowni na swoje pomieszczenia biurowe, a w późniejszych latach je opuścił. W 2022 roku VEOLIA Poznań (przedtem PEC Poznań) przeprowadziła modernizację polegającą na:

- likwidacji węzła grupowego na miejscu dawnej kotłowni,

- zainstalowanie indywidualnych węzłów ciepłych w przyłączonych budynkach,
- wymianę części sieci zasilającej przyłączone budynki ze względu na podwyższenie temperatury zasilania.

W efekcie budynki zasilane wcześniej z węzła grupowego zostały podłączone bezpośrednio do sieci wysokoparametrowej, co spowodowało przypisanie odbiorców do korzystniejszej dla nich taryfy opłat za ciepło. Dodatkowo VEOLIA zaproponowała wyposażenie nowych budynkowych węzłów indywidualnych w wymiennik i układ do przygotowania ciepłej wody, przy czym wspólnoty nie musiały ponosić kosztów tego wyposażenia pod warunkiem rozpoczęcia w ciągu 2 lat poboru ciepła na przygotowanie ciepłej wody. Ze strony wspólnot wymagałoby to likwidacji mieszkaniowych gazowych podgrzewaczy ciepłej wody i doprowadzenia do mieszkań przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Dlatego niestety nie spotkało się to ze zbyt szerokim odzewem,

czego prawdopodobną przyczyną są obawy o koszty przeróbek w łazienkach i kuchniach oraz ograniczona świadomość wśród odbiorców ciepła na temat kosztów związanych z eksploatacją gazowych podgrzewaczy i zagrożeń zatruciem tlenkiem węgla. Dla dostawcy opisana likwidacja węzła grupowego daje możliwość zwiększenia sprzedaży ciepła o ile uda się przekonać odbiorców do zamiany źródła ciepłej wody na węzeł ciepły.

## Podsumowanie

Zamiana istniejących węzłów grupowych na indywidualne budynkowe wraz

z wyposażeniem ich w układ przygotowania ciepłej wody jest korzystna zarówno dla dostawców jak i odbiorców ciepła oraz zmniejsza zagrożenia zatruciem tlenkiem węgla, ale wiązać się może z koniecznością przystosowania sieci niskoparametrowej do wyższej temperatury zasilania.

Andrzej Romanowski – absolwent Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej przez wiele lat pracował w obszarze automatyki budynkowej i ciepłowniczej w firmach Danfoss, Siemens, TA Hydronics i Honeywell; od 2011 prowadzi działalność Building Energy Consulting w zakre-

sie certyfikacji budynków LEED, BREEAM, EDGE, Passive House. Specjalizuje się w modelowaniu energetycznym budynków i przeprowadzaniu symulacji rocznych, miesięcznych, dobowych przebiegów zmienności obciążeń energetycznych budynku i jego pomieszczeń oraz analiz komfortu cieplnego.

andrzej.romanowski@buildingenergy.info  
www.buildingenergy.info  
tel. 501 371 281

## LITERATURA:

[1] Materiały firmy Siemens

## Klub Instalatora ponownie na Targach Instalacje!

Spotkania z ekspertami z branży instalacyjnej, występy na żywo, darmowy poczęstunek w strefie gastronomicznej, emocjonująca Gra Targowa oraz konkursy z nagrodami. To wszystko będzie czekało na instalatorów podczas tegorocznych Targów Instalacje, które odbędą się w dniach 25-27 kwietnia w Poznaniu.

Już po raz szósty instalatorzy odwiedzający Targi Instalacje będą mieli okazję skorzystać ze specjalnej, dedykowanej dla nich strefy – Klubu Instalatora. Jest to miejsce, gdzie gwarantowana będzie świetna zabawa i wysokiej jakości doradztwo.

### Czym jest Klub Instalatora?

To miejsce spotkań i rozmów branżowych, a także strefa odpoczynku, w której targowi goście mogą skorzystać z wielu fantastycznych atrakcji. Klub Instalatora jest za każdym razem tłumnie odwiedzany przez blisko 3 tysiące osób, które przyjeżdżają na Targi Instalacje w ramach Akcji Autokarowej, a także przez wszystkich pozostałych zainteresowanych gości obecnych na Instalacjach.

### Przyjedź na Targi Instalacje z hurtowniami partnerskimi Grupy SBS!

Już teraz można zgłaszać się do udziału w Ogólnopolskiej Akcji Autokarowej. Jej celem jest umożliwienie Instalatorom grupowego przyjazdu na targi. Akcja organizowana jest przez Międzynarodowe Targi Poznańskie oraz Grupę SBS. Aby wziąć udział w akcji, należy zgłosić się telefonicznie lub osobiście w najbliższej Hurtowni Grupy SBS. Udział w akcji autokarowej jest bezpłatny. Dodatkowo, wybierając przyjazd z Grupą SBS, gwarantowana jest świetna zabawa, merytoryczne konsultacje, atrakcyjne nagrody oraz poczęstunek w strefie gastronomicznej.

### Partnerzy Klubu Instalatora

Jednym z głównych założeń Klubu Instalatora są merytoryczne rozmowy z najważniejszymi producentami w branży. W tym roku goście Klubu Instalatora będą mogli liczyć na spotkanie z inżyniera-



mi czterech liczących się na rynku marek, jakimi są: Grundfos, KAN, LG oraz Vaillant.

### Rozrywka na najwyższym poziomie

Ważnym miejscem na mapie Klubu Instalatora będzie scena, na której zaprezentowane zostaną nowości produktowe wystawców Klubu Instalatora. Nie zabraknie także oprawy artystycznej w postaci występu pięknych i niezwykle uzdolnionych artystek. Ponadto, jak zawsze, nie zabraknie wartościowych nagród! Goście Klubu Instalatora będą mieli podwójną szansę na wygraną: biorąc udział w konkursie na najciekawsze hasło promujące Klub Instalatora, jak również podczas Gry Targowej, która odbędzie się przy współpracy z zaprzyjaźnionymi producentami.

- Dlaczego warto przyjechać z Grupą SBS na Targi Instalacje w ramach Akcji Autokarowej? bezpłatny przyjazd,
- spotkanie z najważniejszymi producentami w branży,
- konkursy i nagrody dla gości,
- bezpłatny poczęstunek w strefie gastronomicznej,
- wysokiej jakości rozrywka.

Jak zgłosić się do Akcji Autokarowej? Znajdź najbliższą Hurtownię Grupy SBS i zapisz się na przyjazd na Targi Instalacje! Pełna lista hurtowni znajduje się pod adresem: [www.grupa-sbs.pl/hurtownie](http://www.grupa-sbs.pl/hurtownie).

### Masz pytania? Skontaktuj się z nami:

Natalia Fercz  
tel. +48 698 640 160, e-mail. [natalia.fercz@grupamtp.pl](mailto:natalia.fercz@grupamtp.pl)



Jeszcze można zamawiać prenumeratę miesięcznika Instal na 2022 rok. Druk zamówienia na [www.informacjainstal.com.pl](http://www.informacjainstal.com.pl) lub na załączonej ulotce.





# Przyszłość energooszczędnego budownictwa – stacje mieszkaniowe Uponor Combi Port i Aqua Port

The future of energy-efficient buildings – Uponor Combi Port and Aqua Port residential stations

PIOTR SERAFIN

**Miniwęzeł, mieszkaniowy węzeł ciepły albo po prostu stacja mieszkaniowa. Kompaktowe urządzenia do indywidualnej produkcji ciepłej wody oraz dystrybucji ciepła mają potencjał, by stać się dominującym rozwiązaniem w budownictwie mieszkaniowym. W ofercie firmy Uponor znaleźć można nowoczesne rozwiązania, które dzięki swojemu mechanizmowi działania pozwalają na istotne ograniczenie strat energii do minimum, wpisując się tym samym w obowiązujące normy i ideę tzw. zielonych budynków.**

**Stacje mieszkaniowe szansą na spełnienie wymagań w zakresie oszczędności energetycznej budynków**

Choć trudno w to uwierzyć, za aż 40% światowego zużycia energii i ponad jedną trzecią emisji gazów cieplarnianych odpowiadają budynki.<sup>1</sup> Nic więc dziwnego, że podniesienie ich efektywności energetycznej to wyzwanie, któremu próbuje sprostać m.in. Unia Europejska. Efektem podjętych przez nią działań jest choćby przyjęcie przez Parlament Europejski i Radę Unii Europejskiej Dyrektywy nr 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków, która wprowadza pojęcie budynku o niemal zerowym zużyciu energii. Widać więc, że w walce ze zmianami klimatu będącymi efektem aktywności człowieka szczególnego znaczenia zaczynają nabie-

rać działania mające na celu zwiększenie sprawności energetycznej budynków. Jednym z nich jest usprawnienie sposobu, w jaki ciepło i ciepła woda są dostarczane w budynku. Szczególnie pomocne w tym zakresie okazują się stacje mieszkaniowe, funkcjonujące też pod nazwą mieszkaniowe węzły ciepłne. Te kompaktowe urządzenia do indywidualnej produkcji ciepłej wody oraz dystrybucji ciepła coraz częściej znajdują zastosowanie w budownictwie wielomieszkaniowym. W przeciwieństwie do tradycyjnych, scentralizowanych układów, stacje mieszkaniowe nie wymagają zastosowania zasobnika ciepłej wody, ani systemu do jej dystrybucji i cyrkulacji.

## Energooszczędność potwierdzona badaniami

Wśród licznych korzyści wynikających z zastosowania stacji mieszkaniowych w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych szczególnie istotna zdaje się być ta związana z obniżeniem zapotrzebowania na energię pierwotną, co może pozwolić na spełnienie norm narzuconych przez obowiązujące przepisy. W Polsce większość wielorodzinnych budynków mieszkalnych zasilana jest w ciepło na cele grzewcze i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody przez systemy z centralnym sposobem dystrybucji ciepła. Z kolei najczęściej stosowanym źródłem ciepła w przestrzeni miejskiej jest węzeł ciepły zasilany z miejskiej sieci ciepłowniczej lub alternatywnie kocioł gazowy. Warto przy tym zauważyć, że o ile poprawie ulega

efektywność energetyczna budynków, co przekłada się na zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na cele grzewcze i wentylacji, to zapotrzebowanie na ciepło na cele przygotowania ciepłej wody pozostaje praktycznie bez zmian. Do ciekawych wniosków dotyczących wykorzystania indywidualnych węzłów mieszkaniowych w budynkach wielorodzinnych doszli Bartosz Radomski, Lawrence Drojetzki oraz Tomasz Mróz z Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Poznańskiej. W artykule „Analiza energetyczna wykorzystania indywidualnych węzłów mieszkaniowych dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego w celu spełnienia WT2021”, zamieszczonym na łamach czasopisma Rynek Energii Nr 4 (155) – 2021, str. 61-69 zaprezentowali oni wyniki przeprowadzonej analizy energetycznej różnych wariantów źródeł ciepła pod kątem spełnienia wytycznych technicznych dotyczących nieprzekroczenia maksymalnego współczynnika zapotrzebowania na energię pierwotną. Od 2021 roku współczynnik ten w przypadku energii wykorzystywanej do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody wynosi 65 kWh/m<sup>2</sup>rok dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych. Badacze przeanalizowali łącznie 16 wariantów źródeł ciepła, w tym wykorzystujące kotłownie gazowe lub węzły ciepłne zasilane z miejskiej sieci ciepłowniczej. Oba warianty źródeł ciepła rozpatrywano w wersji z zasobnikiem lub bez zasobnika ciepła. Dodatkowo przyjęto dwa sposoby przygotowania ciepłej wody – odpowiednio przepływowy oraz pojemnościowy

<sup>1</sup> Dane pochodzą z programu ONZ, Inicjatywa na rzecz zrównoważonego rozwoju budynków i klimatu.

z wykorzystaniem zasobnika ciepłej wody użytkowej. Przeprowadzona analiza pozwoliła badaczom wysunąć wniosek, że pomiędzy poszczególnymi wariantami dystrybucji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody występują istotne różnice, jeśli chodzi o ich zapotrzebowanie energetyczne – instalacje z indywidualnymi węzłami mieszkaniowymi okazały się bardziej energooszczędne od tych z tradycyjnym sposobem dystrybucji centralnego ogrzewania i ciepłej wody pod względem energetycznym o nawet 23,7% w kontekście zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną.

### Stacje mieszkaniowe – oszczędność energii, komfort użytkowania i ciepła woda na życzenie

Przytoczone powyżej wnioski z badania wynikają w dużej mierze ze sposobu działania indywidualnych węzłów mieszkaniowych. W przypadku tego wariantu ciepła woda jest wytwarzana w sposób przepływowo – nie ma konieczności podgrzewania instalacji c.w. celem eliminacji bakterii Legionella, co znacznie ogranicza zużycie energii, inaczej niż w przypadku tradycyjnej, pojemnościowej instalacji dystrybucji. Istotną zaletą indywidualnych stacji mieszkaniowych jest również szybsze dostarczenie ciepłej wody oraz możliwość regulowania jej temperatury bez konieczności stosowania dodatkowych urządzeń. Elastyczność sterowania wpływa również na poprawę komfortu użytkowania instalacji centralnego ogrzewania. Warto też podkreślić, że zastosowanie stacji mieszkaniowych w budynkach wielorodzinnych umożliwia wykorzystywanie gazu ziemnego jako źródła energii na cele grzewcze.

### Nowoczesne stacje mieszkaniowe od Uponor

Spśród szerokiej gamy stacji mieszkaniowych dostępnych na rynku na szczególną uwagę zasługują rozwiązania firmy Uponor – Uponor Combi Port i Aqua Port. W przeciwieństwie do innych tego typu urządzeń wymagają one jedynie podłączenia zasilania do centralnego układu ogrzewania, a dzięki przygotowaniu ciepłej wody tylko w przypadku, gdy wystąpi na nią zapotrzebowanie oraz dystrybucji energooszczędnego ogrzewania i chłodzenia, doskonale wpisują się w koncepcję energooszczędnych budynków. Dodatkowo, w przeciwieństwie do tradycyjnych, scentralizowanych układów, stacje mieszkaniowe Uponor nie potrzebują zasobnika ciepłej wody, ani systemu do jej dystrybucji i cyrkulacji, co istotnie zmniejsza straty energii i pozwala na oszczędność pieniędzy. Dzięki swojemu mechanizmowi działania urządzenia te pozwalają na ograniczenie strat energii do minimum, tym samym wpisując się w proekologiczne trendy. Oprócz przygotowywania ciepłej wody na żądanie, znaczenie ma również sama budowa stacji, m.in. odseparowanie termiczne mocowań oraz izolowanie przewodów instalacji ogrzewania. W efekcie straty energii na rurach dystrybucji mogą zostać zmniejszone niemal o 60%.

### Uponor Combi Port XS – kompaktowe rozwiązanie do wytwarzania ciepłej wody i dystrybucji centralnego ogrzewania

W bogatej ofercie stacji mieszkaniowych oferowanych przez firmę Uponor szczególne miejsce zajmuje wariant

Combi Port XS. Rozwiązanie to zostało zaprojektowane w taki sposób, by spełniać nawet najbardziej wymagające normy budownictwa energooszczędnego. Poza wspomnianym już termicznym odseparowaniem mocowań oraz izolowaniem przewodów w urządzeniu zastosowano bardzo czuły, proporcjonalny zawór typu PM-Regel z potrójnym uszczelnieniem z samosmarującą tuleją silikonową, który reguluje przepływ wody w stacji mieszkaniowej. Za sterowanie instalacją centralnego ogrzewania odpowiada z kolei zawór strefowy, który można połączyć z siłownikiem. Dodatkowo, za sprawą wysoko wydajnego, lutowanego wymiennika ciepła wykonanego ze stali nierdzewnej woda nie jest magazynowana w zasobniku – jej ogrzewanie następuje wyłącznie w momencie pojawienia się zapotrzebowania. Ze względów higienicznych, temperatura ciepłej wody w zasobniku i przewodzie dystrybucyjnym układu scentralizowanego musi być utrzymywana na poziomie 55-60°C, a do ogrzania instalacji wymagane są nawet wyższe temperatury. Dzięki zdecentralizowanemu wytwarzaniu ciepłej wody i objętości wodnej przewodów instalacji na poziomie poniżej 3 litrów, utrzymywana temperatura może być nawet niższa. W przypadku stacji mieszkaniowych temperatura zasilania wymiennika ciepła musi być tylko o 5K wyższa od wymaganej temperatury ciepłej wody. Jednocześnie bilansowanie hydrauliczne instalacji jest prostsze, a stałe niskie temperatury na powrocie instalacji grzewczej zwiększają sprawność tradycyjnych i odnawialnych źródeł energii.

## Legionella w instalacjach budynków

Autorzy: Andrzej Wolski, Krzysztof Kaiser

### Spis treści

1. Wstęp
2. Legionelloza – przyczyny i konsekwencje zakażenia. Ryzyko infekcji
3. Środowiskowe czynniki rozwoju bakterii Legionella
4. Wpływ temperatury wody w instalacji ciepłej wody na rozwój bakterii Legionella
5. Wymagania aktów prawnych dotyczące występowania bakterii Legionella w instalacjach ciepłej wody
6. Węzły zasilające instalacje ciepłej wody – ograniczanie ryzyka rozwoju bakterii Legionella
7. Minimalizacja ryzyka rozwoju bakterii Legionella w instalacjach wodociągowych ciepłej wody
8. Dezynfekcja instalacji ciepłej wody
9. Legionella w instalacjach klimatyzacji – wentylacji
10. Bezpieczeństwo i higiena pracy podczas eksploatacji instalacji skażonych bakterią Legionella
11. Zalecenia dla szpitali
12. Literatura

**Sprzedaż prowadzi:  
Ośrodek Informacji**

**„Technika Instalacyjna w Budownictwie”  
02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14**

**tel. /fax: (22) 843-77-71**

**e-mail:**

**redakcja@informacjainstal.com.pl**

**www.informacjainstal.com.pl**

**Cena 45 zł**



# Oszczędność energii, komfort użytkowania i podniesienie higieny wody – stacja mieszkaniowa Uponor Combi Port XS

Kompaktowa, energooszczędna i intuicyjna w obsłudze – tak w dużym skrócie można opisać stację mieszkaniową Uponor Combi Port XS do wytwarzania ciepłej wody oraz dystrybucji centralnego ogrzewania. Nie tylko umożliwia ona szybki i łatwy montaż, ale też podnosi higienę wody i wpływa na zmniejszenie zużycia energii.



## Oszczędność energii i brak zasobnika – Combi Port XS

Spośród bogatej gamy stacji mieszkaniowych dostępnych w ofercie Uponor na szczególną uwagę zasługuje wersja Combi Port XS, opracowana z myślą o energooszczędnym i przyjaznym środowisku w budownictwie. Poza termicznym odseparowaniem mocowań oraz izolowaniem przewodów w urządzeniu zastosowano bardzo czuły, proporcjonalny zawór typu PM-Regel z potrójnym uszczelnieniem z samosmarującą tuleją silikonową, który reguluje przepływ wody w stacji mieszkaniowej. Za sterowanie instalacją centralnego ogrzewania odpowiada z kolei zawór strefowy, który można połączyć z siłownikiem. Dodatkowo, za sprawą wysoko wydajnego, lutowanego wymiennika ciepła wykonanego ze stali nierdzewnej woda nie jest magazynowana w zasobniku, a ogrzewanie jej następuje wyłącznie w momencie pojawienia się zapotrzebowania.

## Woda wolna od niebezpiecznych bakterii

Istotną zaletą Combi Port XS jest również zwiększenie czystości i jakości wody dostarczanej do budynków. W przypadku stacji mieszkaniowych zimna woda do picia podgrzewana jest przepływowo do wymaganej temperatury w wysokowydajnym wymienniku ciepła – proces ten następuje tylko w przypadku wystąpienia zapotrzebowania. Dzięki temu nie ma potrzeby stosowania zasobnika wody ciepłej, a dodatkowo szybkość wymiany wody w instalacji ulega poprawie, co zmniejsza do minimum ryzyko zanieczyszczenia jej bakteriami z rodziny Legionella. Ponadto, zaawansowana technologia proporcjonalnych regulatorów przepływu PM sprawia, że wymiennik ciepła pozostaje zimny, gdy nie jest używany, pozwalając uniknąć krytycznych temperatur i ewentualnego pojawienia się groźnych bakterii w instalacji.

uponor

Moving  
> Forward



# Wartości współczynników strat miejscowych w złączkach w systemie zaciskowym

Values of the head loss coefficients of connectors in the press system

ROBERT MAŃKO

DOI 10.36119/15.2022.4.2

W pracy zaprezentowano wartości współczynników strat miejscowych dla złączek prostych stosowanych w systemie z zaprasowywanym pierścieniem. W analizie zaproponowano złączki jednego z producentów ogólnie dostępnych na rynku polskim. W pracy ograniczono się do trzech typowych i najczęstszych rozmiarów. Analiza porównawcza obejmuje współczynniki otrzymane na drodze bezpośrednich pomiarów laboratoryjnych, z zastosowaniem modelowania CFD, analitycznie przy użyciu standardowych wzorów 1D oraz wartości deklarowanych przez producenta. Pomiarów bezpośrednich oraz modelowanie 3D wykazały, że wartość współczynnika strat można przedstawić w postaci funkcji nierosnącej zależnie od średniej prędkości za złączką. Stwierdzono istotne różnice pomiędzy wartościami współczynników strat miejscowych określonych w różny sposób. Uwzględnianie w obliczeniach wartości odbiegających znacząco od rzeczywistych może spowodować zwiększenie lub zmniejszenie strumienia czynnika. Zmniejszenie strumienia może skutkować nieosiągnięciem parametrów projektowych. Przeprojektowanie instalacji oznacza przekroczenie wartości projektowych, które powstają przy założeniu m.in. zbyt dużych średnic przewodów, co wiąże się ostatecznie z wyższymi kosztami materiałów. Przedstawione wyniki mogą posłużyć projektantom instalacji jako źródło parametrów projektowych.

*Słowa kluczowe: złączka, system zaciskowy, współczynnik strat miejscowych, modelowanie CFD, lokalne straty ciśnienia w przewodach*

The values of the coefficients of local head loss coefficient for straight connectors used in the system with a pressed ring are presented in this paper. Connectors of one of the manufacturers generally available on the Polish market were proposed in the analysis. The paper is limited to three typical and most common sizes. The comparative analysis includes coefficients obtained by direct laboratory measurements, using CFD modeling, analytically using standard 1D formulas and values declared by the manufacturer. Measurements and 3D modeling have shown that the value of the loss factor can be presented as a non-increasing function depending on the average velocity behind the connectors. Significant differences were found between the values of the local loss factors determined in different ways. Taking into account in the calculations the values significantly deviating from the real one may increase or decrease of the flow. Reducing the flow may result in not achieving design parameters. Overdesigning an installation may result in not reaching design parameters, which is created by assuming too large diameters of the conductors, which is ultimately associated with higher material costs. The results presented here can be used as a source of design parameters for designers of pressure installations.

*Keywords: connector, press system, local loss coefficient, CFD, head loss coefficient in pipes*

## Spis symboli

- $\zeta$  – współczynnik strat miejscowych/strat lokalnych [-];
- $\lambda$  – współczynnik oporów liniowych [-];
- $d$  – średnica wewnętrzna złączki [m];
- $D$  – średnica wewnętrzna rurociągu [m];
- $g$  – przyspieszenie ziemskie [ $m/s^2$ ];
- $h_l$  – wysokość strat liniowych [m];
- $k$  – współczynnik chropowatości [m];
- $l$  – długość oporu liniowego [m];
- $v_d$  – prędkość wody w złączce o średnicy  $d$  [ $m/s$ ];
- $v_D$  – prędkość wody w rurociągu o średnicy  $D$  [ $m/s$ ].

## Wstęp

Obecnie na rynku dostępnych jest wiele systemów instalacyjnych, z przewodami z różnorodnych materiałów oraz o rozmaitych rozwiązaniach połączeń. Coraz popularniejsze są instalacje wykonane z materiałów z tworzyw sztucznych, instalacje miedziane oraz już rzadziej wykonywane instalacje stalowe. Ze względu na rodzaj materiału połączenia rur mogą być spawane, zgrzewane lub zaciskane. Połączenia w analizowanym systemie wykonuje się za pomocą zaprasowywania stalowego pierścienia, który dociskając

gumową uszczelkę tworzy szczelne i trwałe połączenie. Systemy zaciskowe charakteryzują się głównie szybkością wykonywania połączeń i znikomą awaryjnością. System ten charakteryzuje się tym, że w miejscach połączeń odcinków dochodzi do zmniejszeń przekrojów przepływu, co wpływa na wartość średnią prędkości przepływu. Integralną częścią projektu instalacji ciśnieniowej są obliczenia hydrauliczne, w ramach których oblicza się opory ruchu, zwane stratami hydraulicznymi, w których jednym z głównych czynników przy ich określaniu jest właśnie prędkość średnia. Straty miejscowe spowodowane

Dr inż. Robert Mańko, <https://orcid.org/0000-0001-5592-7709> – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska. West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Faculty of Civil and Environmental Engineering. Adres do korespondencji/Corresponding Author: Robert.Manko@zut.edu.pl

są przepływem przez elementy, które zmieniają kierunek przepływu cieczy lub lokalnie zaburzają jego parametry (np. przewężenie, poszerzenie). Przepływy przez złączki są bardziej skomplikowane niż przez elementy proste o stałych średnicach (np. prostoliniowy odcinek rury, w pełni otwarty zawór kulowy) [2], [3]. Podstawowym warunkiem prawidłowej pracy instalacji jest dla warunków obliczeniowych równość strat ciśnienia instalacji, różnicy ciśnień powodującego przepływ oraz zmiany rzędnych instalacji. Istotny wpływ na dobór średnic mają opory miejscowe (lokalne). Obecnie można spotkać się z dużą liczbą proponowanych wartości współczynników strat lokalnych, które różnią się od siebie. Najdokładniej wartości współczynników strat można określić na drodze pomiarów lub przy zastosowaniu symulacji CFD.

W przewodach prostych, w których dochodzi do miejscowych zmian średnic przekrojów powstają podłużne struktury wirów występujące bezpośrednio za zmianą przekroju. Powstałe wiry są tym większe im większe panują prędkości średnie. W pracy pominięto szczegółową analizę strat wynikających z poszczególnych zjawisk, skupiając się na praktycznych zastosowaniach.

Niniejsza praca częściowo stanowi kontynuację zagadnień strat miejscowych (lokalnych) podjętych m.in. w [1] i [3] w zakresie określenia współczynników strat w złączkach oraz analizy z zastosowaniem modelowania 3D.

Współczynniki strat przedstawione w niniejszej pracy obliczono stosując klasyczne jednowymiarowe równania rozpisując wszystkie straty w postaci wykresu zmian linii energii i ciśnienia. Następnie przedstawiono wartości współczynników strat podawanych przez jednego z producentów działających na rynku polskim. Kolejne współczynniki wyznaczono na drodze modelowania 3D. Wyniki otrzymane przez bezpośrednie pomiary poprzedzone zostały opisem stanowiska pomiarowego.

Analizy wykonano dla trzech rozmiarów złączek dla rur o rozmiarach (średnica zewnętrzna x grubość ścianki rury). Parametry geometryczne złączek określono za pomocą suwmiarki oraz na podstawie plików producenta w formacie dwg i które przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry geometryczne złączek  
Table 1. Geometry of connectors

Rozmiar rury	Średnica wewnętrzna złączki [mm]	Długość złączki [mm]
16x2.0	6.5	55
20x2.0	10.5	55
25x2.5	14.5	74.8

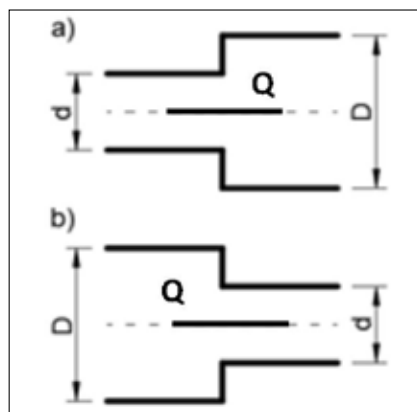
## Określenie współczynnika strat lokalnych metodą analityczną

Współczynnik strat ciśnienia można potraktować jako suma współczynników strat miejscowych w poszczególnych miejscach łącznika. W przypadku złączek prostych straty wywołane są przewężeniem i rozszerzeniem przekroju. Wg [5], [6], [7] współczynniki strat w wyniku nagłego rozszerzenia (Rys. 1a) i przewężenia (Rys. 1b) określa się wzorami:

$$\zeta_1 = \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2 \quad (3a)$$

$$\zeta_2 = 0,5 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2 \quad (3b)$$

Wzory (3a) oraz (3b) odnoszą się odpowiednio do strat na rozszerzeniu i przewężeniu.



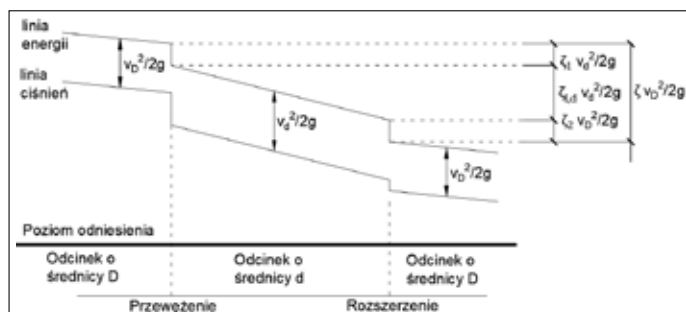
Rys. 1  
Schematy oporów miejscowych  
Fig. 1 Schematic of local head loss

Straty lokalne określa się wg znanego wzoru [4]:

$$h_m = \zeta \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Wzory (3a) i (3b) zgodnie ze wzorem (4) odnosi się do prędkości za stratą, dlatego ostateczny współczynnik strat nie będzie sumą strat przy zwiększeniu i zmniejszeniu średnicy.

Rys. 2  
Wykres Ancony dla złączki  
Fig. 2 Ancon chart for connector



W analizie uwzględniono również straty liniowe, które pomimo stosunkowo małej długości przewężenia można by uznać za znikome. W zakresie analizowanych rozmiarów złączek dla średniej prędkości przepływu w rurociągu przed złączką  $v = 2,0$  m/s przy temperaturze wody  $t = 13,4^\circ\text{C}$  obliczono wartości liczb Reynoldsa, które wynoszą od ok. 37 000 do ok. 46 000. Przy założeniu chropowatości wewnętrznej powierzchni złączki odpowiadającej chropowatości rury  $k = 0,007$  mm można odczytać z wykresu Moody'ego przybliżone wartości współczynnika oporów liniowych. Dla liczb Reynoldsa większych od 37 000 przy danej chropowatości bezwzględnej gradient zmian funkcji jest bliski zeru, dlatego zaproponowano uproszczenie metody określania współczynnika oporu liniowego poprzez zaproponowanie metody jego określania jak dla stref przepływu pełnej turbulencji w postaci wzoru Prandtla-Nikuradsego [5]:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left( \frac{k}{3,71d} \right) \quad (5)$$

Należy mieć na uwadze, że wzór (5) nie uwzględnia liczby Reynoldsa, dlatego faktyczne wartości współczynnika oporów liniowych będą większe. Straty na długości oblicza się z formuły Darcy-Weisbacha:

$$h_l = \frac{l}{d} \lambda \frac{v_d^2}{2g} \quad (6)$$

Po przekształceniach otrzymujemy wzór na komponent współczynnika strat miejscowych:

$$\zeta_l = \frac{l}{d} \frac{D^4}{d^4} \left[ 2 \log \left( \frac{k}{3,71d} \right) \right]^2 \quad (7)$$

Współczynnik strat określony został przy pomocy tzw. wykresu Ancony [6], który w sposób graficzny przedstawia zachodzące zmiany energetyczne w przewodach pod ciśnieniem. Wykres Ancony składa się zazwyczaj z dwóch linii: linii energii oraz linii ciśnienia. Jeżeli mowa o stratach w instalacji to dotyczy to strat energii. Zależnie od wielkości średnic, na zmianie średnicy z mniejszej na większą może dojść ostatecznie do wzrostu ciśnienia. Na rys. 2

przedstawiono schemat rozwinięcia wykresu Ancony dla złączki prostej.

Po zastosowaniu wzorów (3), (4) i (7) w wykresie Ancony otrzymuje się ogólne formuły na wartości współczynników strat dla złączki, zgodnie z oznaczeniem na rysunku 2. Współczynnik strat odnosi się do prędkości za oporem miejscowym.

$$\zeta = \left(1 - \frac{D^2}{d^2}\right)^2 \left(0,5 + \frac{D^4}{d^4}\right) + \frac{l}{d} \frac{D^4}{d^4} \left[2 \log\left(\frac{k}{3,71d}\right)\right]^2 \quad (8)$$

Wzór (8) traktować należy jako uniwersalny dla tego typów złączek, z wyłączeniem złączek, w których długość przewężenia byłaby niewystarczająca w odniesieniu do długości struktur wirowych powstających w tego typu stratach. Powyższy wzór opiera się na uproszczonej metodzie wyznaczania współczynnika oporu liniowego, gdzie dla przepływów o niskich liczbach Reynoldsa współczynniki są znacznie większe. Wartości współczynników strat miejscowych określonych analitycznie na podstawie wzoru (8) przedstawiono w tabeli 2. Poszczególne wartości do wzoru (8) podano w tabeli 1. Współczynnik  $k$  przyjęto tożsamy jak dla rurociągu  $k = 0,007$  mm.

**Tabela 2. Wartości współczynników strat miejscowych – metoda analityczna**  
**Table 2. Head loss coefficients – analytic method**

Rozmiar	$\zeta$ [-]
16x2.0	9.10
20x2.0	2.66
25x2.5	1.05

Wraz ze wzrostem rozmiaru złączek wartości współczynników strat maleją. Spadek wartości jest dość duży, obserwuje się prawie 9-krotny spadek wartości. Przy znacznie mniejszej średnicy wewnętrznej złączki niż przewodu, straty ciśnienia są relatywnie wysokie, należałoby te wartości uwzględnić w obliczeniach.

### Współczynniki strat lokalnych deklarowane przez producenta

Najczęściej oczekiwanym przez projektantów źródłem informacji o współczynnikach strat są informacje pochodzące wprost od producenta. W tabeli 3 przedstawiono wartości współczynników dla złączek w systemie zaciskowym.

Zmiany w wartościach współczynników strat w przypadku deklaracji producenta są tożsame ze zmianami w przypadku wzorów analitycznych, jednak róż-

**Tabela 3. Wartości współczynników strat miejscowych – deklaracja producenta**  
**Table 3. Head loss coefficients – manufacturer information**

Rozmiar	$\zeta$ [-]
16x2.0	1.0
20x2.0	0.8
25x2.5	0.5

nice w samych wartościach są dość istotne, jak np. w przypadku rozmiaru 16x2.0 mm współczynnik obliczony analitycznie jest ponad 9-krotnie większy od wartości podawanej przez producenta.

### Określenie współczynnika strat lokalnych metodą numeryczną

W pracy posłużono się oprogramowaniem Autodesk CFD (Computational Fluid Dynamics), w którym zagadnienia mechaniki płynów oblicza się równaniami Reynoldsa [7]. Wybrany modelem domykającym równania Reynoldsa jest model  $k-\epsilon$  [8].

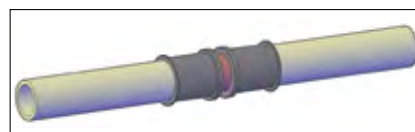
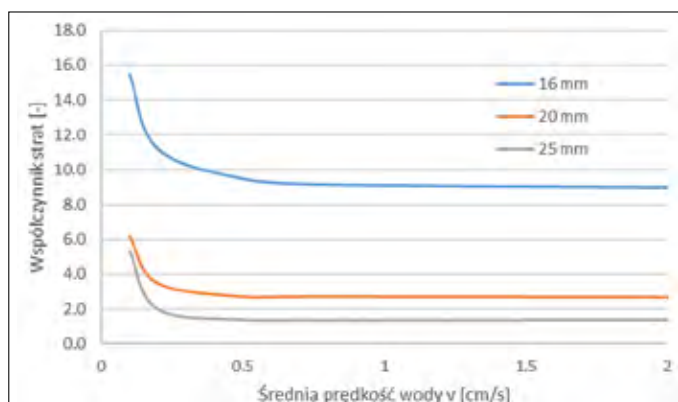
Ze względu na rodzaj oporów miejscowych w złączce model 3D nie może składać się wyłącznie ze złączki, lecz muszą w nim być uwzględnione 2 odcinki prostej rury o długościach co najmniej 10 cm połączonych złączką. Pomiaru wstępne wykazały, że odległość 10 cm jest wystarczająca do wyrównania profilu prędkości na końcu układu, co widać na rys. 5. Dla takiego układu wykonano modelowanie CFD i odczytano różnicę ciśnień na wejściu i wyjściu układu. Otrzymaną wartość następnie redukuje się o wartość różnicy ciśnień wyznaczonych z modelowania prostego odcinka rury o długości 20 cm. Warunkami brzegowymi modelu są:

- Wejściowy warunek brzegowy: prędkość od 0,1 m/s do 2,0 m/s,
- Wyjściowy warunek brzegowy: ciśnienie statyczne 10 mH<sub>2</sub>O.

Na rysunku 3 przedstawiono schemat 3D złączki 25 mm.

Model w programie jest dyskretyzowany przez trójwymiarową siatkę czworokątów o trójkątnych powierzchniach.

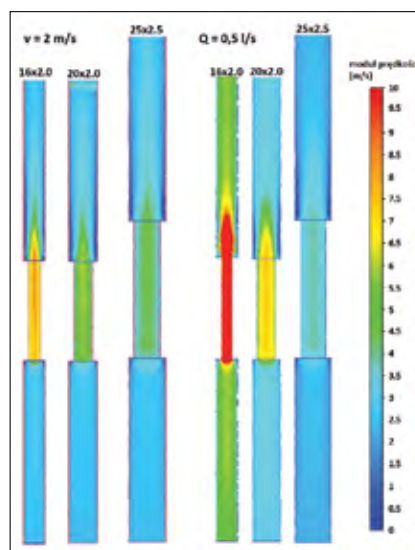
**Rys. 5**  
**Współczynniki strat miejscowych dla złączek – wyniki modelowania**  
**Fig. 5 Head loss coefficients for connectors – modeling results**



**Rys. 3**  
**Model 3D złączki 25 mm**  
**Fig. 3 25 mm connector 3D model**

W pracy [9] udowodniono, że w przypadku prostych układów wpływ gęstości siatki na różnice w otrzymywanych wynikach jest znikomy, dlatego zastosowano automatyczne siatkowanie, adaptujące się do aktualnych warunków hydrodynamicznych i bieżących wyników rozwiązania.

Na rysunku 4 przedstawiono rozkłady prędkości dla płaszczyzny 2D przechodzącej przez oś dla tożsamych warunków



**Rys. 4**  
**Rozkład prędkości w złączkach (po lewej  $v = 2$  m/s, po prawej  $Q = 0,5$  l/s)**  
**Fig. 4 Connectors velocity distribution (on left  $v = 2$  m/s, on right  $Q = 0,5$  l/s)**

brzegowych w postaci ustalonego przepływu wejściowego  $Q = 0,0005$  m<sup>3</sup>/s oraz stałej prędkości wlotowej  $v = 2$  m/s przy stałym ciśnieniu wyjściowym  $p = 10$  mH<sub>2</sub>O. Obliczone ciśnienie wejściowe jest wartością uśrednioną z całego przekroju poprzecznego.



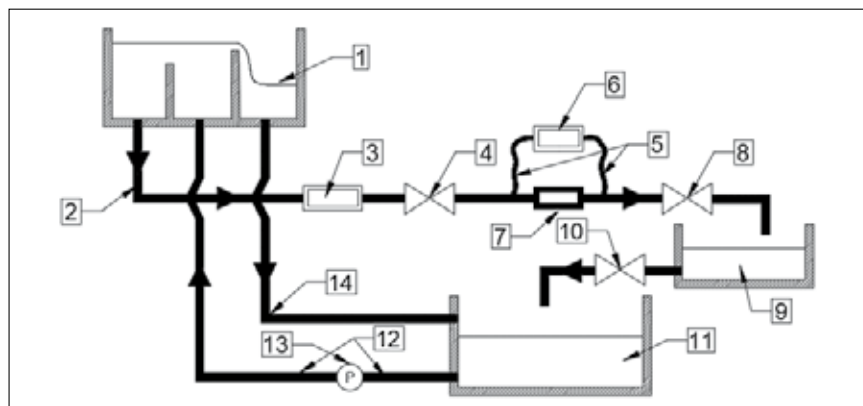
Bezpośrednio za rozszerzeniem przekroju dochodzi do spokojnego wyrównywania prędkości w przekroju, przez co obserwuje się charakterystyczne kliny, o długościach zbliżonych do siebie, a więc niezależnych od modelowanego rozmiaru.

Projektanci instalacji wodociągowych przeważnie posługują się prędkościami przepływu [1], w związku z tym na rysunku 5 przedstawiono zmiany wartości współczynnika strat miejscowych w funkcjach średniej prędkości wody w rurociągach.

Niezależnie od rodzaju armatury wykresy mają przebieg tożsamy, najpierw obserwujemy gwałtowny spadek wartości współczynników strat, a następnie wykresy się stabilizują wokół jednej wartości. Konsekwentnie obserwuje się spadek wartości współczynników wraz ze wzrostem średnicy rurociągu.

## Stanowisko pomiarowe

Badania zostały wykonane w Laboratorium Wodnym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Schemat stanowiska pomiarowego został przedstawiony na rysunku 6. Stanowisko pomiarowe jest zmodyfikowanym stanowiskiem zastosowanym w [3], z różnicą, zamiast badania strat na zaworach zwrotnych bada się straty na armaturze (element nr 7 na rysunku 6). Szczegółowa procedura została opisana w artykule [3]. Do badania różnicy ciśnień zastosowano certyfikowany manometr EMS-20LR o dokładności sensora ciśnienia równego  $\pm 0,1\%$ . Do badania przepływu zastosowano ultradźwiękowy przepływomierz „prosonic Flow 93” o deklarowanym maksymalnym błędzie pomiarowym wynoszącym 2 %.



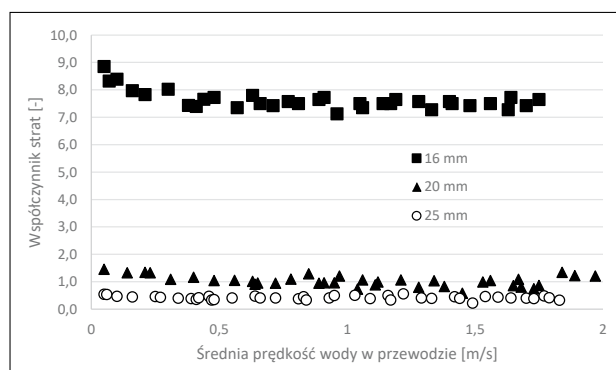
Rys. 6

Schemat stanowiska do badania oporów miejscowych: 1 – zbiornik górny, 2 – rurociąg główny, 3 – miernik przepływu, 4 – zawór, 5 – węzeł impulsowy, 6 – manometr, 7 – złączka, 8 – zawór, 9 – zbiornik kontrolny, 10 – zawór zbiornika kontrolnego, 11 – zbiornik dolny, 12 – rurociąg, 13 – pompa.  
Fig. 6 Work station schematic of head loss determination: 1 – upper reservoir, 2 – pipeline, 3 – flow meter, 4 – valve, 5 – impulse wires, 6 – manometer, 7 – connector, 8 – valve, 9 – control reservoir, 10 – control reservoir valve, 11 – lower reservoir, 12 – pipeline, 13 – pump.

## Określenie współczynnika strat lokalnych metodą bezpośrednich pomiarów

Pomiary wartości współczynnika strat przeprowadzono na stanowisku jak na rysunku 6. Pomiary strat ciśnienia wykonuje się podobnie jak w procesie modelowania, tj. do analizowanej złączki po obu stronach montuje się proste 20 cm odcinki rur, które na swoich końcach podłączone są do węży impulsowych (nr 5 na rysunku 6). Dla pojedynczego pomiaru odczytuje się różnicę ciśnień, która następnie jest redukowana o wartość odczytaną jak dla odcinka prostego o długości 40 cm. Zabieg ten eliminuje wpływ strat energii na

Rys. 7  
Współczynniki strat miejscowych dla złączek – wyniki pomiarów  
Fig. 7 Head loss coefficients for connectors – measurements results



wysokości węży impulsowych, spowodowanych ich podłączeniem.

Straty ciśnienia określano dla 3 sztuk danej armatury. Pojedynczy pomiar polegał na pomiarze różnicy ciśnień w ruchu ustalonym, zaczynając od bardzo małych przepływów, a następnie zaworem kulowym (nr 4 na rysunku 6) powoli zwiększa się przepustowość, aż do pełnego otwarcia zaworu. Dla pojedynczego układu pomiarowego wykonano co najmniej 3 serie pomiarowe, zwracając przy tym

uwagę na uzyskanie wyników w całym zakresie pomiarów średniej prędkości 0 – 200 cm/s. W przypadku najmniejszych średnic nie udało się osiągnąć zamierzonych maksymalnych prędkości. W trakcie pomiarów temperatura wody wynosiła 13,4°C i nie zmieniała się w trakcie pomiarów.

Na rysunku 7 przedstawiono wykresy zmian wartości współczynnika strat w funkcji prędkości.

Otrzymane współczynniki strat energii potwierdzają poprzednie reguły spadku wartości wraz ze wzrostem średniej prędkości i wzrostem średnicy. Jedynie w przypadku rozmiaru 16 mm, można zaobserwować istotny spadek wartości w począt-

kowych fazach wykresu. W przypadku złączki wykres rozpoczyna się wartością 9, by ostatecznie ustabilizować się na poziomie ok. 7.5.

## Analiza porównawcza

Ze względów praktycznych zastosowań współczynników strat otrzymanych na drodze modelowania numerycznego i bezpośrednich pomiarów, współczynniki strat sprowadzono do stałych wartości, co jest zasadne, ponieważ po przekroczeniu pewnych prędkości gradient zmian jest bliższy zeru. W tabeli 3 zestawiono ze sobą wszystkie wartości współczynników.

Tabela 4. Porównanie wartości współczynników strat ciśnienia złączek  
Table 4. Head loss coefficients – comparing

Rozmiar	Wartość producenta	Wartość analityczna	Wartość z modelowania	Wartość z pomiarów
16x2.0	1.0	9.1	9.0	7.5
20x2.0	0.8	2.7	3.0	0.9
25x2.5	0.5	1.1	0.9	0.3

Największą zbieżność wyników obserwuje się pomiędzy wartościami współczynników uzyskanymi z modelowania

i wartościami analitycznymi. Oznacza to, że upraszczanie modeli do postaci jednowymiarowych ma swoje uzasadnienie praktyczne.

W tabeli pogrubione zostały wartości, które w swojej kategorii są najmniejsze i wśród przedstawionych wyników najmniejsze wartości współczynników strat podawane są przez producenta, za wyjątkiem pomierzonego współczynnika dla złączki 25x2.5 mm.

Stosując znane pojęcie długości równoważnej, jako fikcyjne zastąpienie oporu miejscowego odcinkiem prostym rury, w której straty liniowe odpowiadają stratom miejscowym w tabeli 5 przedstawiono długości równoważne odpowiadające współczynnikom strat zawartym w tabeli 4, które oblicza się wg wzoru (9).

$$l_e = \frac{\zeta d}{\lambda} \quad (9)$$

**Tabela 5. Długości równoważne dla współczynników z tabeli 4**  
**Table 5. Equivalent lengths for the coefficients in table 4**

Rozmiar	Wartość producenta	Wartość analityczna	Wartość z modelowania	Wartość z pomiarów
	Długość ekwiwalentna [m]			
16x2.0	0.6	5.4	5.4	4.5
20x2.0	0.7	2.4	2.7	0.8
25x2.5	0.6	1.3	1.1	0.4

Wartości długości równoważnych odpowiadają wartościom współczynników strat miejscowych. Można zauważyć, że długości równoważne obliczone na podstawie współczynników strat deklarowanych przez producenta są zbliżone niezależnie od wielkości średnic. Bardzo duże wartości długości równoważnych otrzymano dla złączki o średnicy 16x2.0, strata ciśnienia na niej odpowiada stratom ciśnienia na odcinku rury o długości około 5 m.

Obserwuje się to dla wyników: modelowania, obliczeń analitycznych i pomiarów.

## Wnioski

W pracy skupiono się na określeniu strat ciśnienia w złączkach prostych stosowanych w systemach zaprasowywanych, celem pogłębienia i porównania zagadnień poruszanych w innych publikacjach i literaturze fachowej. Analiza współczynników strat polegała na porównaniu wartości deklarowanej przez producenta, wartości wynikającej ze wzorów z normy [4], wartości wynikającej z modelowania 3D i bezpośrednich pomiarów. Badania wykazały, że na wartość współczynników strat największy wpływ mają parametry geometryczne złączek – wraz ze wzrostem wymiarów geometrycznych maleją wartości współczynników. W przypadku najmniejszej średnicy, współczynniki podawane

przez producenta są kilkakrotnie mniejsze od wartości uzyskanych innymi metodami. Wraz ze wzrostem wymiarów, dysproporcje maleją i można się spodziewać, że w przypadku większych średnic wartości współczynników będą bardzo zbliżone. W większości przypadków najmniejsze wartości współczynników strat obserwuje się w danych producenta, co wskazuje na potrzebę przeprowadzenia kompleksowych badań uwzględniające m.in. wpływ

ciśnienia wejściowego na wartość współczynników strat, co jest pomijane w wytycznych do projektowania. Ze względu na bardzo duże wartości współczynnika strat miejscowych przewody o najmniejszych średnicach należy stosować w działkach instalacji o niewielkich przepływach. W ramach dalszych badań nad zagadnieniami strat ciśnienia należy sprawdzić wpływ zmian ciśnienia wejściowego przy zachowaniu stałego przepływu w instalacji na zmiany wartości współczynnika strat.

## LITERATURA

- [1] Grajper P. „Eksperymentalne wyznaczenie współczynników miejscowych strat ciśnienia w kolanach instalacyjnych 90o wybranego systemu wielowarstwowego”, Instal 12/2021, str.22-25, DOI 10.36119/15.2021.12.3.
- [2] Ono A., Kimura N., Kamide H., Tobita A., Influence of elbow curvature on flow structure at elbow outlet under high Reynolds number condition, Nucl. Eng. Des.” Vol 41., 2011
- [3] Mańko R. “Charakterystyka hydrauliczna zaworów zwrotnych osiowych występujących na rynku polskim” Instal 04/2021, str. 8-13, DOI 10.36119/15.2021.4.1.
- [4] PN-92/B-01706, Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu. Wydawnictwa Normalizacyjne Alfa. 1992
- [5] Czetwertyński E., Utrysko B.: Hydraulika i hydromechanika. Warszawa, PWN, 1969
- [6] Troskoleński A.T., “Hydromechanika techniczna. Tom II Hydraulika” Państwowe Wydawnictwa Techniczne”, Warszawa, 1954.
- [7] Farid Al-Bender, Air Bearings: Theory, Design and Applications, 2021 John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Shaheed R, Mohammadian A., Gildeh H. K., A comparison of standard k-ε and realizable k-ε turbulence models in curved and confluent channels, Environmental Fluid Mechanics 2019,
- [9] Kormaz Y. S., Kibar A., Ygit K.S, Experimental and Numerical Investigation of Flow in Hydraulic Elbows, Journal of Applied Fluid Mechanics 2021

## Termomodernizacja instalacji w budownictwie przemysłowym i użyteczności publicznej

**Autor: Bogusław Szewczyk**

W poradniku opisano działanie urządzeń służących do odzyskiwania ciepła w instalacjach wentylacyjno-klimatyzacyjnych oraz podano liczne przykłady zrealizowanych termomodernizacji instalacji; centralnego ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji oraz technologicznych w istniejących budynkach przemysłowych i użyteczności publicznej.

Przedstawione przykłady rozwiązań, poparte obliczeniami, potwierdzają wysoką opłacalność przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Bardzo przydatne w praktyce mogą być podane w poradniku oryginalne wzory, służące do określania rocznego zużycia ciepła do ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji budynków.

**Sprzedaż prowadzi:**

**Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”**

02-674 Warszawa, Marynarska 14, tel./fax: 22 843-77-71

e-mail: [redakcja@informacjainstal.com.pl](mailto:redakcja@informacjainstal.com.pl) • [www.informacjainstal.com.pl](http://www.informacjainstal.com.pl)

Cena 32 zł + VAT



# Ważne zmiany w ustawie Prawo energetyczne w zakresie rozliczania kosztów ciepła w budynkach wielolokalowych

Important changes to the Energy Law in the field of heat cost accounting in multi-unit buildings

KAZIMIERZ DUDZIŃSKI

Obowiązujące od 2021 roku nowe przepisy regulujące rozliczanie kosztów ciepła w budynkach wielolokalowych wprowadziły istotne i ważne zmiany dla właścicieli / zarządców budynków oraz dla użytkowników lokali w takich budynkach. W artykule zmiany te zostały omówione ze wskazaniem, jaki wpływ nowe przepisy mogą mieć na konsumentów ciepła w sektorze budynków mieszkalnych wielolokalowych a także na standard rozliczeń kosztów ciepła oraz rynek usług rozliczeniowych. Wskazano także na niektóre niedoskonałości dokonanych regulacji w tym zakresie.

New regulations in force from 2021 governing the settlement of heat costs in multi-apartment buildings introduced significant and important changes for building owners / managers and for users of premises in such buildings. The article discusses these changes with an indication of the impact the new regulations may have on heat consumers in the multi-unit residential building sector as well as on the standard of cost settlement of heat and the market of settlement services. Some of the imperfections of the regulations made were also pointed out in this range.

Do polskiego prawa zostały implementowane przepisy art. 9 – 11 Dyrektywy 2018/2002/UE z 11 grudnia 2018 r. (1) które dotyczą rozliczania kosztów ciepła w budynkach wielolokalowych. W dniu 20 kwietnia 2021 r. Sejm uchwalił *Ustawę o zmianie ustawy o efektywności energetycznej i innych ustaw* (2), która dokonuje także zasadniczych zmian w art. 45a ustawy Prawo energetyczne. Natomiast dniu 7 grudnia 2021 r. Minister Klimatu i Środowiska wydał rozporządzenie (3), które reguluje trzy istotne zagadnienia wskazane w w/w ustawie.

## Podstawowe zmiany – nowe regulacje

Wprowadzony został obowiązek montażu urządzeń do rozliczania kosztów ogrzewania oraz kosztów przygotowania ciepłej wody we wszystkich lokalach w budynkach mieszkalnych wielolokalowych. Ustawa wymienia, że do tego celu mają być stosowane ciepłomierze, podzielniki kosztów ogrzewania oraz wodomierze ciepłej wody. Wszystkie te urządzenia mają posiadać funkcję zdalnego odczytu. Instalacja tych urządzeń została uwarunkowana technicznymi możliwościami montażu oraz opłacalnością ich zastosowania. Kryteria te zostały

określone szczegółowo w rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska. Tu warto przypomnieć, że podzielniki kosztów ogrzewania to powszechnie stosowane, tanie urządzenia i opłacalność ich stosowania nie powinna budzić żadnych wątpliwości. Czas zwrotu nakładów jest najniższy w stosunku do jakichkolwiek innych przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

W ustawie zostało zapisane, że rozliczanie kosztów ogrzewania lokali powinno odbywać się na podstawie wskazań ciepłomierzy lub podzielników kosztów ogrzewania. Natomiast rozliczanie na podstawie kubatury lub powierzchni lokali jest dopuszczalne – *wyłącznie w przypadkach, gdy zastosowanie ciepłomierzy lub podzielników kosztów ogrzewania jest technicznie niewykonalne lub nieopłacalne* (art. 45a ust. 8). W stosunku do przepisów dotychczasowych jest to zmiana, którą Polska dorównuje wielu innym państwom UE, które wcześniej implementowały w/w dyrektywę.

Przepisy regulują także wiele istotnych zasad dotyczących rozliczania kosztów ogrzewania, w tym min. zasady określania kosztów stałych zarówno przy ogrzewaniu lokali jak też przy ustalaniu kosztów ciepłej wody. Przepisy te zostały doprecyzowane w rozporządzeniu co spowoduje, że koszty użytkownika lokalu będą bar-

dziej odzwierciedlać opłatę za rzeczywiste zużycie ciepła.

Należy przypomnieć, że dotychczasowe przepisy pozostawiały zarządcy budynku, pełną swobodę odnośnie do wyboru metody rozliczania kosztów ogrzewania nie określając ich kryteriów czy wymagań. W tym zakresie nastąpiła zdecydowana zmiana. W ustawie zapisane zostało także wymaganie dyrektywy, że za naruszenie obowiązku wyposażenia lokali odpowiednio w ciepłomierze, podzielniki kosztów ogrzewania lub wodomierze ciepłej wody oraz nie stosowanie rozliczania kosztów według zużycia będą stosowane sankcje. Do katalogu kar zapisanych w art. 56 ustawy Prawo energetyczne dopisane zostały odpowiednie kary za nie stosowanie wskazanych obowiązków.

Ustawa określa terminy rozliczeń oraz informacji o zużyciu ciepła dla użytkownika lokalu a także ich częstotliwość (art. 45c ust. 1). Właściciel / zarządca budynku zobowiązany jest przedstawić użytkownikowi lokalu rozliczenie kosztów za zużyte ciepło nie rzadziej niż raz w roku. Natomiast jeden raz w miesiącu powinien umożliwić użytkownikowi lokalu, uzyskanie informacji o zużyciu ciepła, jeżeli rozliczenie odbywa się przy stosowaniu – posiadających funkcję zdalnego odczytu – ciepłomierzy lokalowych, podzielników



kosztów ogrzewania oraz wodomierzy ciepłej wody (art. 45c ust. 2). Przepisy stanowią, że zadania te właściciel lub zarządzający budynkiem ma wykonywać nieodpłatnie.

Dodany przepis art. 45d ust. 2 zobowiązuje właściwego ministra, aby w wydanym rozporządzeniu uwzględnił m.in. sposób doprowadzenia ciepła do budynku i lokali; efektywność kosztową zastosowanych urządzeń; promowanie energooszczędnych zachowań; uwzględnienie współczynników wyrównawczych położenia lokali; ustalenie opłat w sposób odpowiadający zużyciu ciepła a także zakres informacji niezbędnych do indywidualnych rozliczeń oraz zapewnienia czytelności danych.

Warunki techniczne instalowania urządzeń oraz opłacalności ich stosowania określa rozporządzenie ministra Klimatu i Środowiska. To rozporządzenie określa także szczegółowe warunki wyboru metody rozliczeń oraz zakres informacji, jakie na indywidualnych rozliczeniach będzie otrzymywał użytkownik lokalu.

### Znaczenie nowych przepisów dla właściciela / zarządcy budynku i użytkownika lokalu

Przepisy rozporządzenia (§7 i §8) stwarzają warunki do poprawnego rozliczania kosztów ogrzewania lokali w budynku. Przede wszystkim zobowiązują właściciela lub zarządzającego budynkiem, aby przy stosowaniu podzielników kosztów ogrzewania było możliwe wyznaczenie maksymalnego oraz minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła od jego zużycia w lokalach w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup> powierzchni lokalu w budynku. Przepisy określają jak to należy wykonać, wskazując między innymi na przepisy rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (4). Wskazany sposób wyliczania tych kosztów budzi jednak wątpliwości odnośnie do praktycznego stosowania. Należy jednak podkreślić, że określenie takich granic uniemożliwi powstawanie nieuzasadnionych rozpiętości w opłatach za ogrzewanie lokali w danym budynku, co jest jednym z celów ustawy.

Użytkownik lokalu będzie miał lepsze warunki, aby świadomie gospodarować zużyciem ciepła na ogrzewanie swojego lokalu, poprzez możliwość otrzymywania od zarządcy budynku informacji o zużyciu jeszcze w trakcie okresu rozliczeniowego. W nowym art. 45c zapisano bowiem, że właściciel lub zarządca budynku wielolokalowego nieodpłatnie umożliwia raz

w miesiącu uzyskanie informacji o zużyciu wszystkim użytkownikom lokali, jeżeli rozliczenie dokonywane jest na podstawie ciepłomierzy lub podzielników kosztów ogrzewania.

Natomiast informacje o rozliczaniu kosztów ogrzewania, jakie zarządca budynku zobowiązany jest dostarczać co najmniej raz w roku użytkownikowi lokalu zostały znacznie poszerzone, co stanowi także nowe wyzwanie dla firm świadczących przedmiotowe usługi.

Dodatkowy przepis (art. 16) stanowi, że „Do dnia 1 stycznia 2027 r. właściciel lub zarządca budynku wielolokalowego zastąpi ciepłomierze, podzielniki kosztów ogrzewania lub wodomierze do pomiaru ciepłej wody zamontowane przed dniem wejścia w życie ustawy, urządzeniami posiadającymi funkcję zdalnego odczytu”.

### Nowe przepisy są doskonałe?

Znowelizowane przepisy art. 45a ustawy Prawo energetyczne to radykalny postęp w regulacji rozliczania kosztów ogrzewania oraz kosztów ciepłej wody w budynkach wielolokalowych w Polsce.

Nowe przepisy nie są jednak doskonałe. Na rządowym etapie prac nad projektem tej ustawy – w ramach konsultacji publicznych – zwracaliśmy uwagę autorom między innymi na ważny problem „nieodpłatności za rozliczenie kosztów oraz informację o zużyciu ciepła”, podobnie jak na sprawę karalności zarządcy budynku, w przypadku, kiedy narusza przepis o bezpłatnym przekazywaniu informacji użytkownikowi lokalu. Zapis w ustawie o „nieodpłatności” jest niepełny, a przez to mylący użytkowników i nie odzwierciedla intencji autorów dyrektywy – wskazywaliśmy, że dyrektywa mówi o nieodpłatności, ale zarazem drugie zdanie w tym samym przepisie dyrektywy (art. 11a ust. 2) brzmi: „Kosztami zlecenia tego zadania stronie trzeciej, takiej jak dostawca usług lub lokalny dostawca energii, obejmującego opomiarowanie, podział i rozliczanie rzeczywistego indywidualnego zużycia w takich budynkach, można obciążyć użytkowników końcowych w zakresie, w jakim wysokość tych kosztów jest uzasadniona”. W ustawie został pominięty ten zapis dyrektywy. Problem więc pozostaje; moim zdaniem, powinna nastąpić odpowiednia nowelizacja tego przepisu.

Pozostały jeszcze inne przepisy, nie zmienione tą ustawą, które przy tej nowelizacji należało jednak poprawić. Na przykład przepis art. 45a ust. 11a, który reguluje zasady rozliczania kosztów ogrzewa-

nia w przypadkach, kiedy użytkownik lokalu nie udostępniła urządzeń do indywidualnego rozliczania kosztów lub dokonuje ingerencji w takie urządzenia w celu zafałszowania rozliczenia. Taki użytkownik lokalu ma być obciążony kosztami ogrzewania w wysokości nie wyższej niż iloczyn średniej wartości kosztów ogrzewania odniesionej do m<sup>2</sup> powierzchni budynku i lokalu lub m<sup>3</sup> kubatury budynku i kubatury takiego lokalu. Od takiego użytkownika lokalu można też dochodzić odszkodowania. Nie zostało uwzględnione, że instalacja grzewcza w budynku to rodzaj naczyń połączonych i za jednego lokatora, który „kombinuje” zapłacą solidarnie pozostali mieszkańcy. Ten przepis jest powszechnie krytykowany przez wszystkich, od czasu jego uchwalenia w 2016 r. Okoliczności jego uchwalenia to przykład patologii w tworzeniu prawa (ze stenogramem posiedzenia właściwej Komisji można zapoznać się na stronie Sejmu). Niestety, przepis ten nie został poprawiony.

Zapisany w art. 45a ust. 10 obowiązek opracowania i wprowadzenia regulaminu rozliczeń jest niewystarczający z punktu widzenia zarządcy budynku. Rozporządzenie w § 12 stanowi tylko, że właściciel lub zarządca budynku dostosuje regulamin rozliczeń w terminie 12 miesięcy od dnia wejścia w życie rozporządzenia. Brakuje przepisu ustalającego treść ramowego regulaminu rozliczeń.

### Czy i jakie zmiany następują na rynku, po wprowadzeniu w życie nowych przepisów?

Przepisy ustawy obowiązują od 22 maja natomiast rozporządzenie od 24 grudnia 2021 r. To zbyt krótki czas na obiektywną ocenę sytuacji na rynku. Pierwsze sygnały wskazują, że jest duże zainteresowanie zarządców budynków nowymi przepisami regulującymi rozliczanie kosztów ciepła w budynkach wielolokalowych, także tych budynków, które dotychczas nie są opomiarowane, pomimo, iż według nowych kryteriów takie wymagania spełniają. Jest to ważne, ponieważ jak się szacuje, do opomiarowania pozostało jeszcze ponad 3 mln mieszkań; zgodnie z ustawą powinno to nastąpić do 1 stycznia 2027 roku. Należy podkreślić, że wszystkie nowo instalowane urządzenia muszą posiadać funkcję zdalnego odczytu. Te natomiast, które takiej funkcji nie posiadają muszą być zastąpione takimi, które spełniają takie wymaganie. Ponadto należy pamiętać, że są budynki, których stan techniczny aktualnie nie stwarza warunków do instalowania wspomnianych urządzeń i rozliczania kosztów ciepła

według indywidualnego zużycia. Te budynki w ramach rządowego programu *Długofalowa Strategia Renowacji*, sukcesywnie będą spełniać warunki do instalowania urządzeń i rozliczania kosztów ciepła według indywidualnego zużycia. To duże wyzwanie także dla wszystkich zarządzających budynkami wielolokalowymi. Z uwagi na skalę tego zamierzenia, właściwe resorty powinny między innymi podjąć stosowną akcję promocyjną w tym zakresie. Nowe przepisy nakładają także zwiększone wymagania wobec firm świadczących usługi rozliczania kosztów ciepła; dotyczy to nie tylko samych urządzeń, które muszą posiadać funkcję zdalnego odczytu, ale także funkcji systemów rozliczeń np. spełniać warunki do comiesięcznego umożliwiania użytkownikowi lokalu uzyskiwania informacji o zużyciu, których zakres jest rozbudowany, zarówno dla budynku jak też dla użytkownika lokalu. Takim wymaganiem mogą sprostać tylko firmy posiadające duży potencjał techniczny i osobowy, ale także działające w oparciu o specjalistyczne ośrodki badawcze. Dobrze się składa, że taki potencjał już funkcjonuje na polskim rynku.

### Sugestie dla właścicieli / zarządców budynków

W budynkach, w których koszty ogrzewania rozliczane są według powierzchni a nie według zarejestrowanego zużycia, należy niezwłocznie instalować odpowiednio ciepłomierze lub podzielniki kosztów ogrzewania, posiadające funkcję

zdalnego odczytu. Natomiast w tych przypadkach, w których są podzielniki elektroniczne bez tej funkcji lub podzielniki cieczowe, należy sukcesywnie przechodzić na urządzenia ze zdalnym odczytem; dotyczy to także wodomierzy ciepłej wody. Operacja ta – zgodnie z ustawą oraz z przepisami § 11 rozporządzenia – powinna zostać zakończona do 1 stycznia 2027 r. Natomiast zgodnie z §12, właściciel lub zarządca budynku powinien dostosować regulamin rozliczeń do nowych przepisów w terminie do 12 miesięcy od dnia wejścia w życie rozporządzenia (Na stronie [www.irkom.org.pl/opinie](http://www.irkom.org.pl/opinie) w najbliższym czasie zamieścimy opinie dotyczące zakresu i terminów instalowania lub wymiany urządzeń).

### Czy nowe przepisy mogą wpłynąć na zachowania użytkowników lokali?

Nowe przepisy są zdecydowanie korzystne dla wszystkich osób użytkujących lokale w budynkach wielolokalowych. Stwarzają warunki do płacenia za ciepło niezbędne do uzyskania wymaganej temperatury w mieszkaniu i zarazem rzeczywiście zużyte, co nie ma miejsca w przypadku rozliczenia ryczałtowego, które wykorzystuje jedynie powierzchnię lub kubaturę mieszkań. Przy racjonalnym korzystaniu z ogrzewania użytkownik mieszkania, otrzymując informację o zużyciu w ciągu okresu rozliczeniowego może świadomie sterować zużyciem ciepła co przełoży się odpowiednio na koszty ogrze-

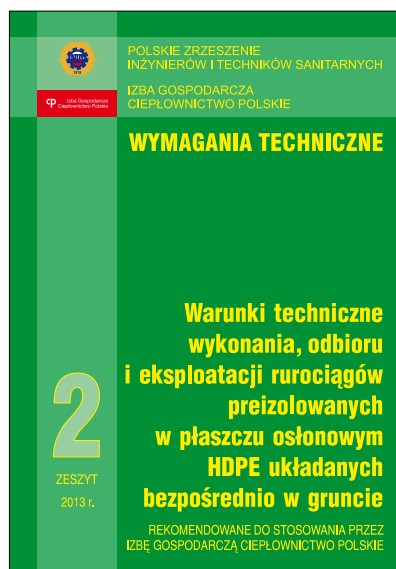
wania. Ma to szczególne znaczenie wobec istotnego, odczuwanego przez wszystkich „konsumentów ciepła”, znacznego wzrostu kosztów ogrzewania.

Koszty te będą okresowo wzrastać, ale racjonalnie korzystając z ciepła, w czym pomoże rozliczanie kosztów według indywidualnego zużycia, wszyscy będziemy mieć możliwość łagodzenia skutków tych podwyżek. Natomiast poprzez powszechne opomiarowanie budynków i mieszkań nowoczesnymi urządzeniami ze zdalnym odczytem, wkraczamy w nowy etap funkcjonowania systemów rozliczeń w Polsce.

#### PRZEPISY:

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2018/2002 z dnia 11 grudnia 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej. Opublikowana w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej Nr L 328/210 z dnia 21.12.2018 r. (zob. na stronie: [www.irkom.org.pl/przepisy/inne dokumenty](http://www.irkom.org.pl/przepisy/inne_dokumenty)).
- [2] Ustawa o zmianie ustawy o efektywności energetycznej oraz niektórych innych ustaw; opublikowana w Dz. U. 2021 r. poz. 868 z dnia 7 maja 2021 r. Tekst ustawy dostępny na stronie: <https://isap.sejm.gov.pl>. Ustawa weszła w życie 22 maja 2021 r.
- [3] Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 07 grudnia 2021 w sprawie warunków ustalania technicznej możliwości i opłacalności zastosowania ciepłomierzy, podzielników kosztów ogrzewania oraz wodomierzy do pomiaru ciepłej wody użytkowej, warunków wyboru metody rozliczania kosztów zakupu ciepła oraz zakresu informacji zawartych w indywidualnych rozliczeniach. Opublikowane w Dz. U. 2021 poz. 2273 z dnia 9 grudnia 2021 r. (weszło w życie w dniu 24 grudnia 2021 r.)
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. Dz.U. z 2019 poz.1065).

■



Dzięki pomocy Izby Gospodarczej Ciepłownictwo Polskie wydaliśmy w 2013r. nowe, rozszerzone i uzupełnione w stosunku do wydania z 2004 roku „Warunki techniczne wykonania, odbioru i eksploatacji rurociągów preizolowanych w płaszczu osłonowym HDPE układanych bezpośrednio w gruncie” jako Zeszyt nr 2 Warunków Technicznych.

Autorami opracowania są uznani fachowcy w tej dziedzinie: mgr inż. Ewa Kręcielewska, mgr inż.

## Warunki techniczne wykonania, odbioru i eksploatacji rurociągów preizolowanych w płaszczu osłonowym HDPE układanych bezpośrednio w gruncie

Ireneusz Iwko, mgr inż. Artur Starobrat. Opracowanie było konsultowane szeroko w branży ciepłowniczej, zarówno wśród Przedsiębiorstw Energetyki Ciepłej, jak też producentów systemów rur preizolowanych dla potrzeb ciepłownictwa, którzy zgłaszali szereg istotnych uwag.

Na uwagę zasługuje fakt rozszerzenia Zeszytu nr 2 Warunków Technicznych o zagadnienia związane z eksploatacją sieci ciepłowniczych preizolowanych, ponieważ wiadomo, że rzetelne wykonanie (projekt+roboty budowlano-montażowe) danej sieci ciepłowniczej jest nierozdzielnie związane z jej późniejszą bezpieczną i oszczędną eksploatacją.

#### SPIS TREŚCI:

1. Wprowadzenie
2. Dokumentacja projektowa
3. Wymagania techniczne – materiały i prefabrykaty

4. Transport, rozładunek i składowanie elementów preizolowanych
5. Montaż rurociągów preizolowanych
6. Roboty towarzyszące
7. Nadzór i odbiór
8. Eksploatacja
9. Przywołane normy
10. Literatura
11. Załączniki

Cena 1 egz. 48 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](mailto:wydawnictwo@informacjainstal.com.pl)

# Konferencja Naukowo-Techniczna „Klimatyzacja obiektów szpitalnych”

W dniu 25 marca 2022 r. odbyła się II Konferencja Naukowo – Techniczna „Klimatyzacja obiektów szpitalnych” zorganizowana w formie zdalnej przez Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej oraz Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, w której wzięło udział ponad 300 uczestników.

Patronat honorowy nad wydarzeniem objęło Ministerstwo Zdrowia, a także Naczelna Izba Lekarska i Polska Izba Inżynierów Budownictwa. Patronat medialny sprawował między innymi miesięcznik Instal.

Pierwsze dwie prezentacje przedstawione były przez przedstawicieli świata medycznego. Dr n. med. Paulina Kołat-Brodecka z Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego im. Wojskowej Akademii Medycznej przedstawiła prezentację pt. „Patogeny zakażeń związanych z opieką zdrowotną i sposoby ich rozprzestrzeniania”. Prelegentka skupiła się na omówieniu najczęstszych bakterii występujących w środowisku szpitalnym oraz na leczeniu i profilaktyce zakażeń. Podczas prezentacji przekazano szereg praktycznych wskazówek kierowanych do projektantów systemów HVAC, a także o zmianach w ogniskach zakażeń w szpitalach wywołanych zmianą warunków pracy szpitali covidowych.

Spojrzenie chirurga pracującego w warunkach sali operacyjnej przedstawił Dr n. med. Igor Madej z Dolnośląskiego Centrum Onkologii w prezentacji pt. „Projekt a rzeczywistość. Czy spełnienie wymagań projektowych zapewnia bezpieczeństwo i komfort na bloku operacyjnym?”. Podczas prelekcji prelegent przedstawił film obrazujący rzeczywiste warunki prowadzenia operacji, w tym niezbędne ruchy wykonywane przez chirurgów i personel medyczny, sprzęt wykorzystywany podczas danej operacji, będący m.in. źródłem ciepła, a przede wszystkim wpływ wszystkich niezbędnych do przeprowadzenia operacji elementów na prawidłowość przepływu powietrza wentylacyjnego.

Kolejne tematy omawiane były przez przedstawicieli świata inżynierów.

Jos Lans, doktorant z Tu Delf oraz CEO firmy Medexs & Jan Snel w prezentacji pt. „Comparison of four operating room ventilation systems regarding Recovery Degree, Cleanliness Recovery Rate and Air Change Effectiveness in an ultra-clean area” przedstawił wyniki badań porów-

nawczych czterech systemów wentylacji stosowanych w salach operacyjnych na szeroko rozumianą jakość powietrza w wybranych przestrzeniach sali operacyjnej podczas operacji.

Dr hab. inż. Mirosław Szyłak-Szydłowski z Politechniki Warszawskiej oraz Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych omówił temat, który bardzo rzadko jest wspomniany w kontekście szpitali – „Postrzeganie zapachu oraz wpływ odorów na samopoczucie i zdrowie z uwzględnieniem odorów występujących w placówkach medycznych”. Omówił procesy wpływające na odczuwanie zapachu, a także objawy wywołane przez ekspozycję na odoranty na poziomach powodujących podrażnienie oraz objawy spowodowane wrodzonymi lub wyuczonymi awersjami. Przedstawił wybrane wyniki badań przeprowadzonych w japońskich szpitalach wskazujące, że choć same odory stanowią problem, jednakże większość pracowników wskazywała, że nie są wymagane działania w tym zakresie.

Dr inż. Sylwia Szczęśniak z Politechniki Wrocławskiej oraz Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych przedstawiła prezentację pt. „Wykorzystanie recyrkulacji powietrza w systemach wentylacyjnych w świetle wytycznych dotyczących zapobieganiu COVID-19”. Prelegentka przedstawiła zestawienie wymagań prawnych i normalizacyjnych w tym zakresie dotyczących szpitali a także m.in. wyniki badań dotyczących obecności wirusa w systemach szpitalnych z recyrkulacją powietrza. Konkludując podkreśliła, że świadome wykorzystanie recyrkulacji powietrza nie wpływa na pogorszenie mikrobiologicznej jakości powietrza w pomieszczeniach.

Dr inż. Amelia Staszowska z Politechniki Lubelskiej oraz Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych omówiła „Techniki oczyszczania powietrza na potrzeby obiektów szpitalnych”. Następnie przybliżyła procesy uzdatniania i oczyszczania powietrza, a także szczegółowo omówiła konkretne rozwiązania dedykowane obiektom szpitalnym a także uregulowania formalno-prawne towarzyszące tym procesom.

Bardziej ogólne spojrzenie na kwestie wymagań odnośnie do jakości środowiska wewnętrznego w szpitalach przedstawił Paweł Borowiecki z firmy Halton oraz członek Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych. W prezentacji pt. „Ana-

liza porównawcza uregulowań europejskich dotyczących sal operacyjnych” omówił parametry, co do których rozbieżność w poszczególnych funkcjonujących w Europie wymagań jest wysoka a także wskazał, gdzie widać konsensus w proponowanym podejściu. Podkreślił, że w żadnym kraju normy czy wytyczne dotyczące instalacji w szpitalach nie są twardym prawnym zapisem i dopuszczane jest odstępstwo od norm w uzasadnionych przypadkach.

Dr hab. inż. Anna Bogdan, prof. uczelni z Politechniki Warszawskiej oraz Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych skupiła się na warunkach środowiska cieplnego panującego w szpitalach w kontekście odczuć cieplnych poszczególnych grup użytkowników tego rodzaju obiektów. W prezentacji pt. „Komfort cieplny w szpitalach – przegląd stanu wiedzy” omówiła czynniki i parametry wpływające na odczuwanie środowiska cieplnego przez człowieka ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań występujących w szpitalach.

Dr Petri Kalliomaki z University of Maryland oraz Turku University of Applied Sciences przedstawił prezentację pt. „Air distribution in hospital isolation & patient rooms – protecting personnel against patient-based infections”, w której przedstawił wyniki najnowszych badań w zakresie rozwiązań wentylacyjnych stosowanych w izolatkach oraz standardowych pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt pacjentów. Istnieją urządzenia, które mogą zabezpieczyć personel medyczny przed inhalacją zanieczyszczeń od pacjentów a jednocześnie stworzyć komfortowe środowisko pod kątem jakości powietrza i ciepła dla pacjentów.

Ostatnią prezentację pt. „Produktywność i dobrostan chirurgów – wyniki badań ankietowych” przedstawiła mgr inż. Dominika Cwiklińska z Politechniki Warszawskiej oraz Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych. Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych wśród czynnych zawodowo chirurgów pracujących w salach operacyjnych ustaliła m.in. że ponad 86% badanych chirurgów uważa środowisko w sali operacyjnej za niekomfortowe i aż 76% postuluje wprowadzenie zmian w tym zakresie. Hałas i oświetlenie są niekomfortowe dla ponad 62% badanych chirurgów, przy czym oświetlenie może wpływać na jakość prowadzonej operacji.

Na tym konferencję zakończono. ■



# Zastosowanie modelowania hydraulicznego do oceny wydajności instalacji hydrantowych

Use of hydraulic modeling to evaluate hose systems

GRZEGORZ ŚCIERANKA

DOI 10.36119/15.2022.4.3

W artykule przedstawiono wyniki obliczeń hydraulicznych przykładowej instalacji hydrantowej z wykorzystaniem modelowania hydraulicznego w programie EPANET. Wyznaczono zależność pomiędzy współczynnikiem  $K$  hydrantów i współczynnikiem emitera  $C$  stosowanym do obliczeń wycieku w modelu EPANET. Wykazano, że metoda wykonania obliczeń ma wpływ na parametry źródła wody.

*Słowa kluczowe: instalacja hydrantowa, obliczenia hydrauliczne, modelowanie hydrauliczne.*

The paper presents hydraulic calculations results of an exemplary hose systems with the use of hydraulic modeling in EPANET software. The relationship between the  $K$  coefficient of hydrants and the  $C$  emitter coefficient used to simulate leak flow in EPANET was determined. It has been shown that the calculation method has an impact on the hydraulic parameters of the water source.

*Keywords: hose system, hydraulic calculations, hydraulic modeling.*

## Wstęp

Instalacje hydrantowe stanowią ważny element systemu bezpieczeństwa pożarowego budynków. Podstawowymi wymaganiami jakie muszą spełnić jest dostarczenie wymaganej ilości wody, pod odpowiednim ciśnieniem i w określonym czasie. Szczegółowe wytyczne dla tych instalacji zostały ujęte w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [1] (zwanego w dalszej części rozporządzeniem), oraz rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2]. Zadaniem instalacji hydrantowej jest zapewnienie możliwości gaszenia pożaru w jego wstępnej fazie, a przede wszystkim umożliwienie ewakuacji osób. Z tych względów wystarczające jest zasilanie hydrantów wewnętrznych w czasie nie krótszym niż 1 godzina.

Wymagana wydajność poboru wody na wylocie prądownicy różni się w zależności od wielkości hydrantu. Najpowszechniej stosuje się hydranty 25 (o średnicy węża 25 mm) o wymaganej wydajności  $1.0 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Hydranty 25 służą do ochrony przeciwpożarowej w strefach pożarowych zakwalifikowanych do kategorii zagroże-

nia ludzi ZL, a warunki ich stosowania uzależnione są od rodzaju kategorii, wysokości budynku i powierzchni strefy pożarowej. Hydranty 33 (o średnicy węża 33 mm), o wymaganej wydajności  $1.5 \text{ dm}^3/\text{s}$ , dedykowane są głównie dla garaży z uwzględnieniem liczby kondygnacji i stanowisk postojowych. Z kolei hydranty 52 (średnica węża 52 mm), o wydajności  $2.5 \text{ dm}^3/\text{s}$ , lokalizuje się w strefach pożarowych produkcyjnych i magazynowych z uwzględnieniem powierzchni strefy i gęstości obciążenia ogniowego. Ponadto hydranty wewnętrzne oraz zawory 52 powinny być umieszczone przy drogach komunikacji ogólnej według zaleceń rozporządzenia.

## Analiza

Zgodnie z normami PN-EN 671-1:2012 [3] oraz PN-EN 671-2:2012 [4]

wydajność hydrantów wyrażoną w  $\text{dm}^3/\text{min}$  opisuje się równaniem:

$$Q = K \sqrt{10 \cdot P} \quad (1)$$

gdzie:

- $K$  – współczynnik zależny od średnicy dyszy lub średnicy równoważnej,
- $P$  – ciśnienie na zaworze odcinającym, MPa.

W przytoczonych normach zestawiono tabelarycznie minimalne wartości natężenia przepływu w zależności od ciśnienia i średnicy dyszy lub średnicy równoważnej oraz minimalne wartości współczynników  $K$  (tab. 1 i 2).

Analizując minimalne wartości współczynników  $K$  można zauważyć, że w przypadku hydrantu 25 z prądownicą o średnicy dyszy 10 mm minimalna wymagana wartość natężenia przepływu wynosząca

**Tabela 1. Minimalne wartości natężenia przepływu i współczynnika  $K$  dla hydrantów z węzłem półsztywnym (hydranty 25 i 33) [3]**

**Table 1. Minimum flowrate and  $K$  coefficient for hose reels with semi-rigid hose (hydrants 25 and 33) [3]**

Średnica dyszy lub średnica równoważna, mm	Minimalne natężenie przepływu $Q \text{ dm}^3/\text{min}$			Współczynnik $K$
	$P = 0.2 \text{ MPa}$	$P = 0.4 \text{ MPa}$	$P = 0.6 \text{ MPa}$	
4	12	18	22	9
5	18	26	31	13
6	24	34	41	17
7	31	44	53	22
8	39	56	68	28
9	46	66	80	33
10	59	84	102	42
12	90	128	156	64

dr inż. Grzegorz Ścieranka <https://orcid.org/0000-0001-7278-9846> – Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Inżynierii Wody i Ścieków. Adres do korespondencji/ Corresponding Author: e-mail: grzegorz.scieranka@polsl.pl

**Tabela 2. Minimalne wartości natężenia przepływu i współczynnika K dla hydrantów z węzłem płasko składanym (hydranty 52) [4]**

**Table 2. Minimum flowrate and K coefficient for hose systems with lay-flat hose (hydrants 52) [4]**

Średnica dyszy lub średnica równoważna mm	Minimalne natężenie przepływu Q dm <sup>3</sup> /min			Współczynnik K
	P = 0.2 MPa	P = 0.4 MPa	P = 0.6 MPa	
9	66	92	112	46
10	78	110	135	55
11	93	131	162	68
12	100	140	171	72
13	120	170	208	85

59 dm<sup>3</sup>/min (tab. 1) przy ciśnieniu 0.2 MPa jest nieznacznie, ale jednak mniejsza od wymaganej minimalnej wskazanej w rozporządzeniu wartości: 1.0 dm<sup>3</sup>/s czyli 60 dm<sup>3</sup>/min. W przypadku hydrantów 52 z węzłem płasko składanym minimalne natężenie przepływu dla dyszy o średnicy 13 mm przy ciśnieniu 0.2 MPa może osiągnąć zaledwie 120 dm<sup>3</sup>/min, czyli 2.0 dm<sup>3</sup>/s, a nie wymagane 2.5 dm<sup>3</sup>/s. Natomiast zastosowanie dyszy o średnicy 12 mm dla hydrantu 33 zapewnia uzyskanie wymaganej wydajności 1.5 dm<sup>3</sup>/s (90 dm<sup>3</sup>/min) już przy ciśnieniu minimalnym. Należy podkreślić, że podane w rozporządzeniu minimalne ciśnienie 0.2 MPa nie może być traktowane w każdym przypadku jako wystarczające i równocześnie należy stosować się do pełnej treści zapisu §22 ust. 2, zgodnie z którym: „ciśnienie na zaworze odcinającym hydrantu wewnętrznego powinno zapewniać wymaganą wydajność określoną dla danego rodzaju hydrantu wewnętrznego, z uwzględnieniem zastosowanej średnicy dyszy prądownicy...”. Tym samym przy założeniu minimalnych normatywnych wartości współczynników K, dla uzyskania wymaganych wartości wydajności zgodnie ze wzorem (1), konieczne byłoby uzyskanie na zaworze hydrantu 25 ciśnienia 0.21 MPa dla dyszy o średnicy 10 mm, a na zaworze hydrantu 52 ciśnienia 0.31 MPa dla dyszy o średnicy 13 mm. Ma to kluczowe znaczenie na etapie projektowania instalacji hydrantowych gdyż zapewnienie tylko minimalnego ciśnienia 0.2 MPa na zaworze hydrantu może być niewystarczające dla uzyskania wymaganych wydajności, zwłaszcza w przypadku hydrantów 52. Niektórzy producenci hydrantów w swoich materiałach informacyjnych deklarują wyższe wartości współczynników K niż minimalne wynikające z norm. Jak wynika z tabeli 3 wartości współczynników K produkowanych hydrantów z węzłem półsztywnym we wszystkich przykładach są większe niż minimalne wartości normowe i dla średnicy dyszy 10 mm, w zależności od sposobu gaszenia, wynoszą od 43 do 47. Pozwala to uzyskać wydajność hydrantu 25 odpow-

wiednio od 60 do 67 dm<sup>3</sup>/min (1.0-1.1 dm<sup>3</sup>/s) przy ciśnieniu 0.2 MPa. Podobne spostrzeżenie dotyczy średnicy dyszy 12 mm, dla której deklarowane wartości współczynników K są również większe niż wymagane dla zapewnienia minimalnej wydajności hydrantów 33 przy ciśnieniu 0.2 MPa. W przypadku hydrantów 52 tylko jeden producent z podanych przykładów deklaruje wartość współczynnika K większą niż 106, która jest wartością graniczną dla uzyskania wymaganej dla hydrantu 52 wydajności 2.5 dm<sup>3</sup>/s już przy ciśnieniu 0.2 MPa.

**Tabela 3. Zestawienie wydajności hydrantów i odpowiadających im wartości współczynników K dla ciśnienia 0.2 MPa**

**Table 3. Summary of hydrant capacity and corresponding K coefficient for a pressure of 0.2 MPa**

		hydrant 25 dysza 10 mm		hydrant 33 dysza 12 mm		hydrant 52 dysza 13 mm	
		Q, dm <sup>3</sup> /min	K	Q, dm <sup>3</sup> /min	K	Q, dm <sup>3</sup> /min	K
Wymagane wydajności hydrantów wg rozporządzenia i odpowiadające im wartości współczynników K dla ciśnienia 0.2 MPa							
		60	42.5	90	64	150	106
Minimalne wydajności hydrantów i odpowiadające im minimalne wartości współczynników K wg PN-EN 671-2 i PN-EN 671-2 dla ciśnienia 0.2 MPa							
		59	42	90	64	120	95
Wydajności hydrantów i odpowiadające im wartości współczynników K wg katalogów producentów dla ciśnienia 0.2 MPa							
PPUH SUPRON 3 Sp. z o.o.	Prąd zwarty	60	43	91	64	155	110
	Prąd rozproszony	61	43	108	76	172	122
BOXMET Ltd. Sp. z o.o.	Prąd zwarty	62	44	111	78	145	101
	Prąd rozproszony	67	47	118	83	143	97
GRAS PPHH	-	≥60	44	91	64.5	120	85

Należy zaznaczyć, że efektywny zasięg rzutu prądów gaśniczych, zgodnie z przywołanymi normami, bada się przy ciśnieniu 0.2 MPa.

Instalacja hydrantowa w obiektach budowlanych, w stosunku do których nałożono obowiązek uzyskania pozwolenia na użytkowanie, podlega odbiorowi przez przedstawiciela Państwowej Straży Pożarnej [5]. Na etapie sporządzania projektu budowlanego niezbędne jest wykonanie obliczeń hydraulicznych w celu zagwarantowania wymaganej wydajności hydrantów. Gdy wystarczający jest pobór wody z jednego hydrantu, obliczenia są stosunkowo proste i polegają na wyznaczeniu wymaganego ciśnienia w źródle wody przy przepływie równym wydajności hy-

drantu. Na wysokość tego ciśnienia składa się wysokość geometryczna położenia hydrantu względem źródła, wymagana wysokość ciśnienia dynamicznego na zaworze hydrantowym oraz wysokość strat ciśnienia na trasie przepływu wody od źródła. W przypadku konieczności zapewnienia możliwości równoczesnego poboru wody z dwóch lub czterech hydrantów zasada obliczeń nie zmienia się, ale należy uwzględnić zwiększone przepływy na odcinkach instalacji zasilających więcej niż jeden hydrant. Należy podkreślić, że przy kilku równocześnie działających hydrantach nie uwzględnia się sumy wydajności, ale każdy z nich musi indywidualnie osiągnąć wydajność wymaganą.

Współcześnie obliczenia hydrauliczne instalacji hydrantowych wykonuje się przy wsparciu tych samych programów komputerowych, które są wykorzystywane do projektowania i obliczeń instalacji wody użytkowej w budynkach. Z reguły oba typy instalacji są projektowane równolegle i używanie takich samych narzędzi wspomagających projektowanie z wielu względów jest wygodne. W Polsce od lat bardzo dużą popularnością cieszą się głównie dwa krajowe programy do projektowania instalacji wodociągowych. Są to programy znane w ostatnich wersjach pod nazwami Instal-System 5 i Audytor Set 7.2, a swoją popularność zawdzięczają między innymi dużej dostępności. Oba bardzo cenione wśród projektantów narzędzia pozwalają na zintegrowane projektowanie, oprócz instalacji wodociągowych, również innych systemów, takich jak np. instalacje centralnego ogrzewania i instalacje chłodnicze. Wspomnianymi programami można wykonać obliczenia przy założeniu, że równoczesny pobór wody dla każdego z hydrantów odbywa się dokładnie z wymaganą wydajnością

bez względu na wartość ciśnienia przed hydrantem. To znaczy, że jeżeli ze względu na obowiązujące przepisy należy np. zapewnić możliwość równoczesnego poboru wody z dwóch hydrantów 25, to dla każdego z nich zostanie przyjęty do obliczeń pobór wody z wydajnością dokładnie 1.0 dm<sup>3</sup>/s. W praktyce sytuacja, w której hydranty będą pobierały wodę z jednakową wydajnością jest możliwa tylko wówczas jeżeli suma wysokości podnoszenia i strat ciśnienia od źródła do każdego z hydrantów będzie identyczna. Taka sytuacja może mieć miejsce jedynie w przypadku idealnie symetrycznych rozgałęzień prowadzących wodę do pojedynczych hydrantów. Tego typu rozwiązania projektowe występują jednak niezwykle rzadko. W każdym innym wariancie opory przepływu wody do poszczególnych hydrantów będą się różnić, tym samym wartości ciśnienia w instalacji przed hydrantami też będą różne i w konsekwencji różna będzie ich wydajność, nawet przy tej samej wysokości geometrycznej położenia. Z reguły przynajmniej część hydrantów w instalacji połączonych jest szeregowo. W takim układzie jeżeli zapewnimy odpowiednie ciśnienie gwarantujące uzyskanie wymaganej wydajności na najbardziej niekorzystnie położonym hydrancie to ciśnienie przed pozostałymi hydrantami będzie większe i tym samym ich wydajność będzie również większa niż minimalna wymagana. Obliczenia hydrauliczne dla tego rodzaju układów są możliwe metodami tradycyjnymi i polegają na wyznaczeniu punktów pracy dla poszczególnych hydrantów na podstawie układu instalacji i charakterystyki hydraulicznej źródła wody. Metoda ta jest jednak bardzo pracochłonna. Obecnie przy tego rodzaju obliczeniach można wspomagać się dostępnymi narzędziami do modelowania przepływów ciśnieniowych. Pomocny może być np. program EPANET, który chociaż jest dedykowany do modelowania hydraulicznego sieci wodociągowej może z powodzeniem służyć do tego rodzaju symulacji. EPANET zawdzięcza swoją popularność przede wszystkim temu, że został udostępniony przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (US EPA), całkowicie bezpłatnie i bez ograniczeń wraz z kodami źródłowymi dla silnika obliczeniowego i interfejsu graficznego.

Zgodnie z teorią mechaniki płynów pobór wody przez hydrant należy traktować jako wypływ przez otwór mały niezaoploniony. Wydatek takiego otworu wyrażony w m<sup>3</sup>/s oblicza się ze wzoru:

$$Q = \mu \cdot f \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (2)$$

gdzie:

- $\mu$  – współczynnik wydatku otworu,
- $f$  – powierzchnia otworu, m<sup>2</sup>,
- $g$  – przyspieszenie ziemskie, m/s<sup>2</sup>,
- $h$  – wysokość ciśnienia przed otworem, m.

W programie EPANET obowiązująca formuła uproszczona tego równania dedykowana do modelowania strat wody w formie wycieków:

$$Q = C\sqrt{h} \quad (3)$$

gdzie:

- $C$  – współczynnik emitera,  $C = 1000 \cdot \mu \cdot f \sqrt{2 \cdot g}$  (dla  $Q$  wyrażonego w dm<sup>3</sup>/s), m<sup>3</sup>/s · m<sup>-0.5</sup>.

Funkcję tę można wykorzystać np. do modelowania wypływu z hydrantu przez odpowiedni dobór współczynnika  $C$  jako atrybutu dla węzłów obliczeniowych. Przy modelowaniu instalacji hydrantowych wartości współczynników  $C$  powinny odpowiadać współczynnikom  $K$  hydrantów. Po porównaniu równań (1) i (3) i uzgodnieniu jednostek otrzymujemy zależność dla wydajności hydrantu wyrażonej w dm<sup>3</sup>/s:

$$C = 0,0053 \cdot K \quad (4)$$

Wartości współczynników  $C$  obliczone dla normowych oraz katalogowych współczynników  $K$  przedstawiono w tabeli 4.

**Tabela 4. Zestawienie współczynników emitera  $C$  do modelowania wypływu z hydrantów wyrażonego w dm<sup>3</sup>/s w programie EPANET w zależności od współczynnika  $K$**   
**Table 4. Summary of the  $C$  emitter coefficients depending on the  $K$  coefficient for modeling the outflow from hydrants expressed in l/s in the EPANET**

K	42	43	44	47	64	76	78	83	85	97	101	110	122
C	0.223	0.228	0.233	0.249	0.339	0.403	0.413	0.440	0.451	0.514	0.535	0.583	0.647

**Tabela 5. Prędkości przepływu i jednostkowe straty ciśnienia na przewodach zasilających hydranty dla współczynnika chropowatości zastępczej  $k = 1.5$  mm**

**Table 5. Velocity and unit headloss in the hydrant pipelines for the absolute roughness coefficient  $k = 1.5$  mm**

Liczba i rodzaj hydrantów	Średnica nominalna przewodu zasilającego	Minimalna wymagana wydajność	Prędkość przepływu	Jednostkowy spadek ciśnienia
	DN [mm]	Q [l/s]	v [m/s]	i [mm/m]
1x25	25	1	2.0	667
	32		1.2	174
2x25	32	2	2.5	689
	50		1.0	61
4x25	50	4	2.0	244
	65		1.2	59
	80		0.8	20
1x33	50	1.5	0.8	35
2x33	50	3	1.5	138
	65		0.9	34
1x52	50	2.5	1.3	96
2x52	50	5	2.5	381
	65		1.5	93
	80		1.0	30
4x52	50	10	5,1	1518
	80		2.0	121
	100		1.3	37

zasilających, w milimetrach, na których instaluje się hydranty wewnętrzne i zawory 52, powinny wynosić co najmniej:

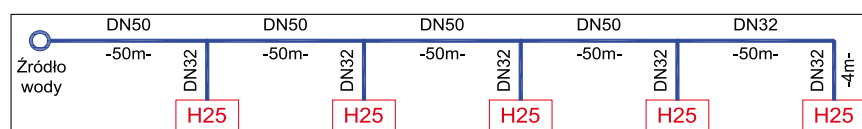
- DN 25 – dla hydrantów 25;
- DN 50 – dla hydrantów 33 i 52;
- DN 80 – dla zaworów 52 na nawodnionych pionach w budynkach wysokich i wysokościowych.

W tabeli 5 przedstawiono wyniki obliczeń prędkości przepływu i jednostkowych strat ciśnienia na przewodach zasilających hydranty dla współczynnika chropowatości zastępczej  $k=1.5$  mm. Jak wynika z obliczeń stosowanie minimalnych średnic przewodów zasilających może w niektórych przypadkach powodować bardzo duże straty ciśnienia. Np. zastosowanie średnicy DN25 na przewodach zasilających dla hydrantów 25 możliwe jest tylko przy bardzo krótkich podejściach do pojedynczych hydrantów ponieważ przepływ  $1.0 \text{ dm}^3/\text{s}$  na takim przewodzie generuje opór jednostkowy wynoszący aż  $667 \text{ mm/m}$ . Analizując wyniki obliczeń można przyjąć ogólną zasadę, że prędkości przepływu w przewodach instalacji hydrantowej nie powinny przekraczać  $1.5 \text{ m/s}$ , a dla przewodów o średnicy nominalnej  $80 \text{ mm}$  –  $2 \text{ m/s}$ . Należy pamiętać, że w każdym przypadku dobór średnic przewodów powinien być poparty obliczeniami hydraulicznymi.

W zależności od wysokości budynku, powierzchni strefy pożarowej i gęstości obciążenia ogniowego, na jednej kondygnacji lub w jednej strefie pożarowej, wymagane jest zapewnienie możliwości poboru wody z jednego hydrantu lub równoczesnego poboru wody z dwóch względnie czterech sąsiednich hydrantów wewnętrznych lub zaworów hydrantowych 52. W praktyce przeważają przypadki, w których instalacja hydrantowa musi zapewnić możliwość jednoczesnego poboru wody z dwóch sąsiednich hydrantów. Pobór wody z jednego hydrantu jest wystarczający tylko w budynkach niskich lub średniowysokich, jeżeli powierzchnia strefy pożarowej nie przekracza  $500 \text{ m}^2$ . Równoczesny pobór wody z czterech sąsiednich hydrantów wewnętrznych lub zaworów 52 jest wymagany w budynkach wysokich i wysokościowych na kondygnacjach podziemnych i kondygnacjach położonych na wysokości powyżej  $25 \text{ m}$  oraz w strefie pożarowej produkcyjnej i magazynowej o gęstości obciążenia ogniowego przekraczającej  $500 \text{ MJ/m}^2$  i powierzchni przekraczającej  $3000 \text{ m}^2$  [1].

Na rysunku 1 przedstawiono schemat przykładowej instalacji hydrantowej w układzie szeregowym zasilającej 5 hydrantów 25 w jednej strefie pożarowej. Dla

tego przykładu przyjęto równoczesny pobór wody z dwóch hydrantów. Zgodnie z wymogami rozporządzenia w takim przypadku instalacja powinna zapewniać możliwość jednoczesnego poboru wody z dwóch sąsiednich hydrantów położonych najmniej korzystnie względem źródła wody. Założono wykonanie rurociągu rozdzielczego o średnicy DN50, a odgałęzień do poszczególnych hydrantów DN32. Przyjęte odległości pomiędzy odgałęzieniami równe  $50 \text{ m}$  są teoretycznie możliwe zważywszy na długości węży hydrantowych i mogące występować zmiany kierunków na trasie rurociągów. Ponadto przyjęto współczynnik chropowatości zastępczej  $k=1.5 \text{ mm}$  oraz sumę współczynników strat miejscowych równą 2 dla każdego z odcinków instalacji.



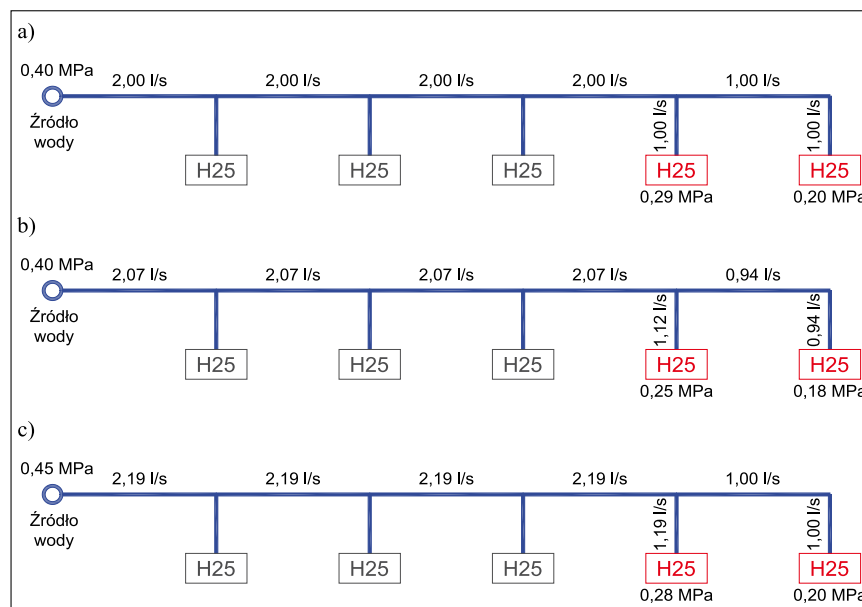
Rys. 1. Schemat przykładowej instalacji hydrantowej w układzie szeregowym  
Fig. 1. Diagram of an exemplary in series hose system

Dla powyższego przykładu wykonano w kilku wariantach obliczenia hydrauliczne z wykorzystaniem programu EPANET. Wyniki obliczeń wartości ciśnienia i przepływów przedstawiono na rysunku 2. W wariantcie „a” narzucono stałą wydajność czynnych hydrantów 25 równą wymaganej  $1.0 \text{ dm}^3/\text{s}$ , co jest zgodne z powszech-

nie stosowaną metodyką obliczeń. Dla takich założeń obliczone ciśnienie w źródle wody wynosi  $0.40 \text{ MPa}$ . W wariantcie „b” przyjęto tę samą wartość ciśnienia w źródle, jednak wydajności poszczególnych hydrantów zostały obliczone jako rzeczywisty wypływ swobodny wymuszony ciśnieniem z uwzględnieniem współczynnika  $K=42.5$  (zgodnie z tabelą 3). W wariantcie „c” wykonano obliczenia jak w wariantcie „b” z podniesieniem ciśnienia w źródle do poziomu zapewniającego uzyskanie wymaganej wydajności hydrantów.

Wyniki obliczeń pokazują, że wyznaczona wartość ciśnienia w źródle dla wariantu „a”, wynosząca  $0.40 \text{ MPa}$  jest w omawianym przykładzie za niska do uzyskania wymaganej wydajności ostatniego hydrantu w warunkach rzeczywistego

wypływu (wariant „b”). Obliczono w tym wariantcie wartość ciśnienia przed hydrantem równą  $0.18 \text{ MPa}$  co pozwala na uzyskanie niewystarczającej wydajności  $0.94 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Zgodnie z zasadami hydrauliki ciśnienie przed hydrantem położonym bliżej źródła będzie wyższe i tym samym jego wydajność rzeczywista również będzie



Rys. 2. Wyniki obliczeń hydraulicznych przykładowej instalacji hydrantowej: a) stała narzucona wydajności hydrantów  $1.0 \text{ l/s}$ , b) rzeczywista wydajność hydrantów przy ciśnieniu w źródle jak dla wariantu „a”, c) podwyższone ciśnienie w źródle dla uzyskania wymaganej rzeczywistej wydajności  
Fig. 2. The results of hydraulic calculations of an exemplary hose system: a) imposed hose outflow  $1.0 \text{ l/s}$ , b) real outflow of hose at the same pressure in the source, c) increased pressure in the source to obtain the real capacity required



większa. W konsekwencji natężenie przepływu na wspólnych odcinkach instalacji wyniosło  $2.07 \text{ dm}^3/\text{s}$  i jest większe niż  $2.0 \text{ dm}^3/\text{s}$  jak założono w wariancie „a”. Przekłada się to na większą prędkość przepływu, większe straty ciśnienia i niższe ciśnienie przed najdalszym hydrantem niż w wariancie „a”. Dla uzyskania wymaganej wydajności na ostatnim hydrancie konieczne było podniesienie ciśnienia w źródle do wartości  $0.45 \text{ MPa}$  (wariant „c”).

## Podsumowanie

Z przedstawionej analizy wynika, że przyjęcie w obliczeniach hydraulicznych normatywnej minimalnej wydajności hydrantów może, w niektórych przypad-

kach, prowadzić do zaniżenia wartości wymaganego ciśnienia wody w źródle. Zastosowanie modelowania hydraulicznego do analizy pracy instalacji hydrantowej pozwala na uniknięcie tego rodzaju błędów bez konieczności nadmiernego przewymiarowania średnic rurociągów. Wykorzystując model EPANET można wyznaczyć rzeczywistą wydajność dowolnego hydrantu w instalacji w funkcji ciśnienia. W tym celu konieczna jest znajomość wartości współczynnika emitera  $C$  (stosowanego do definiowania właściwości hydraulicznych otworów w modelu EPANET) jako funkcji współczynnika  $K$  hydrantu. Istotną zaletą jest możliwość rzetelnego wyznaczenia wymaganej wydajności i wysokości podnoszenia dla ewentualnych pompowni przeciwpożarowych.

## LITERATURA

- [1] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719).
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2019 poz. 1065, zm. Dz.U. z 2020 r. poz. 2351, Dz.U. z 2020 r. poz. 1608).
- [3] PN-EN 671-2:2012 Stałe urządzenia gaśnicze. Hydranty wewnętrzne. Część 2: Hydranty wewnętrzne z wężem płasko składanym.
- [4] PN-EN 671-2:2012. Stałe urządzenia gaśnicze. Hydranty wewnętrzne. Część II. Hydranty wewnętrzne z wężem płasko składanym.
- [5] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2351, z 2022 r. poz. 88).



Kwartalnik „Budownictwo i Prawo” ukazuje się piętnasty rok i ma już usiałoną grupę odbiorców wśród: firm budowlanych, wydziałów budownictwa urzędów miejskich i starostw, biur projektowych, firm kosztorysowych i innych. Obecnie nakład czasopisma wynosi ok. 2000 egz. (w zależności od uczestnictwa w targach lub sympozjach i konferencjach, podczas których prowadzone są akcje promocyjne).

Współpracujemy z z ministerstwami odpowiedzialnymi za zagadnienia: budownictwa, infrastruktury, ochrony środowiska, energetyki, Głównym Urzędem Nadzoru Budowlanego, Urzędem Zamówień Publicznych, Instytutem Techniki Budowlanej, uczelniami oraz licznymi stowarzyszeniami z sektora budownictwa.

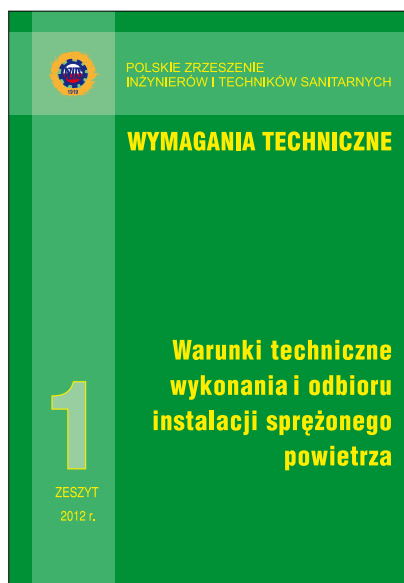
Autorzy z tytułu publikacji w „Budownictwo i Prawo” otrzymują 20 pkt w klasyfikacji MEiN. Czasopismo jest wydawane przez Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie” oraz Oficynę Wydawniczą POLCEN i rozpowszechniane na terenie całego kraju w prenumeracie oraz w sieci sprzedaży ww. wydawców.

**Zamówienia na prenumeratę w 2022 roku w wysokości 100 zł przyjmujemy:**

**Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”**

02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax: 22/843-77-71

redakcja@informacjainstal.com.pl, wydawnictwo@informacjainstal.com.pl



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

# Wybrane metody wspomaganie pracy operatora systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę

Selected methods of supporting the work of the collective water supply system operator

KRZYSZTOF BORYCZKO

DOI 10.36119/15.2022.4.4

Rola operatorów systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę jest kluczowa w kwestii bezpieczeństwa i ciągłości dostaw wody. Wszelkie narzędzia wspomagające jego pracę i proces podejmowania decyzji powinny być proste w użyciu i interpretacji. Metody drzew logicznych do analizowania przyczyn wystąpienia danego zdarzenia awaryjnego oraz analizy możliwych scenariuszy powaryjnych są narzędziem intuicyjnym i dającym szybkie odpowiedzi. W pracy przedstawiono przykład aplikacyjny wykorzystania drzew logicznych do wspomaganie pracy operatora dla wybranego systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę.

*Słowa kluczowe: drzewo zdarzeń, drzewo niezdatności, operator, systemy zaopatrzenia w wodę*

The role of the operators of collective water supply systems (CWSS) is crucial in terms of the security and continuity of water supplies. Any tool supporting his work and decision-making process should be simple and easy to use and interpret. Logical tree methods for analyzing the reasons for the occurrence of a given emergency and analyzing possible post-failure scenarios are an intuitive tool that gives quick answers. The paper presents an application example of using logical trees to support the work of an operator for a selected collective water supply system

*Keywords: event tree, failure tree, operator, water supply systems*

## Wstęp

Wraz z rozwojem myśli technicznej, istotnego znaczenia nabrały zagadnienia i rozważania naukowe, mające na celu opracowanie procedur analitycznych oraz eksploatacyjnych, w których integralną częścią jest zwiększenie skuteczności podejmowania decyzji przez operatorów systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę (SZZW), zwłaszcza w aspekcie tzw. planów bezpieczeństwa wodnego [1, 16].

Niezawodność operatora SZZW była tematem wielu publikacji [6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 20, 22]. Zwrócono uwagę na integralną rolę operatora SZZW [22], a w pracy [11] analizowano możliwość poprawy popełnionego błędu.

Obecnie w badaniach światowych analiza metod drzew logicznych jest używana w różnych dziedzinach nauki, np. do analizy systemu kontroli położenia wysokościowego satelitów [3], do biomonitoringu [18], do różnego rodzaju analiz ryzyka [4, 5]. Za najważniejsze zagraniczne pozycje wydawnicze opisujące metody drzew logicznych należy uznać publikacje J.D. Andrews'a i T.R. Mossa [2], N.H. Robertsa

z zespołem [15] czy też W.G. Schneeweis'a [17]. Na potrzeby NASA przygotowano podręcznik zastosowania metody drzewa niezdatności [19]. Przykłady zastosowania metod drzew logicznych w analizie niezawodności SZZW lub jej poszczególnych elementów zaprezentowano w publikacjach [8, 12, 13, 23, 24, 25].

Celem pracy jest przedstawienie metod drzew zdarzeń i niezdatności, ze szczególnym uwzględnieniem metody drzew hybrydowych jako narzędzia wspomagającego operatorów systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę.

## Operator systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę

Niezawodność pracy operatora oznacza zdolność do wykonywania powierzonych zadań z minimalnym ryzykiem popełnienia błędu w określonych warunkach, w określonym przedziale czasowym lub w dowolnej chwili. Pomiar niezawodności pracy operatora opiera się na danych pochodzących z obserwacji i zapisów wszelkiego rodzaju błędów, uchybień proceduralnych i usterek w podejmowanych

decyzjach [8]. Wyróżnia się następujące typy zachowań operatora [12]:

- rutyna – odruchowe wykonywanie czynności nabytych w wyniku doświadczeń praktycznych,
- reguła – wykonywanie mniej oczywistych działań według określonych reguł,
- wiedza – działanie w sytuacjach, w których wzorce praktyczne lub reguły postępowania nie mają bezpośredniego zastosowania, istotne staje się rozpoznanie odmiennej sytuacji, diagnozowanie stanu oraz podejmowanie decyzji.

W pracy operatora można wyróżnić następujące stany [12]:

- stan optymalny – operator przy poprawnej pracy systemu wykonuje czynności nadzoru bieżących sygnałów oraz dokonuje rutynowych korekt parametrów jego funkcjonowania. Procesy myślowe operatora mają charakter algorytmiczny (szkolenia i praktyka eksploatacyjna),
- stan minimalnych obciążeń – występuje w procesie sterowania wysoce zautomatyzowanymi systemami z wykorzystaniem technik komputerowych,

dr inż. Krzysztof Boryczko <https://orcid.org/0000-0001-6690-3577> – Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków, Rzeszów.  
Adres do korespondencji/Corresponding author: e-mail: kb@prz.edu.pl

- stan maksymalnych obciążeń – praca wymaga twórczego myślenia, w poczuciu odpowiedzialności za błędy i odroczenia reakcji. Wymagane są specjalistyczne szkolenia oraz znajomość scenariuszy sytuacji nadzwyczajnych. Zagrożenia są wynikiem gwałtownej zmiany, w wyniku której ma się do czynienia z utratą lub uszczerbkiem wartości technicznej. Deficyt czasu, deficyt lub nadmiar informacji mogą być w odczuciu operatora przyczynami wystąpienia sytuacji awaryjnej:
- deficyt czasu – podejmowanie nieistotnych decyzji, dezautomatyzacja czynności operatorskich,
- deficyt informacji – operator nie jest w pełni przygotowany do pracy, brakuje mu wiedzy na temat systemu,
- nadmiar informacji – do operatora dociera za dużo sygnałów, nie potrafi on wybrać informacji najistotniejszych. Wyróżnia się następujące rodzaje błędów:
- błąd aktywny, o skutkach natychmiastowych, powodujący bezpośrednie wystąpienie zdarzenia niepożądanego,
- niezachowanie procedur bezpieczeństwa:
  - przecenienie możliwości,
  - niedocenie zagrożenia,
- mylna interpretacja:
  - pominięcie faktów,
  - brak koncentracji,
  - brak zrozumienia,
- błąd o skutkach odroczonych, zazwyczaj o charakterze planistycznym.

### Drzewa niezdatności

Analiza za pomocą drzew niezdatności (z ang. Fault Tree Analysis – FTA) zajmuje się identyfikacją warunków i czynników, które powodują, mogą powodować lub przyczynić się do wystąpienia danego zdarzenia szczytowego. Drzewa uszkodzeń (FT) to model opisujący związki pomiędzy uszkodzeniami elementarnych części systemu, błędami operatorów a zajściem zdarzenia związanego z niewypełnieniem przez system odpowiedniej funkcji.

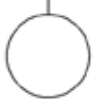
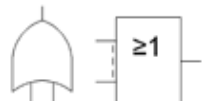

Terminy używane w FTA według obowiązującej normy [26] są następujące:

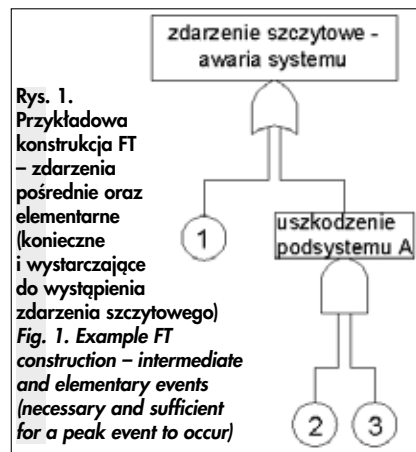
- wyjście – rezultat akcji bądź innego wejścia; konsekwencja przyczyny. Wyjściem może być zdarzenie lub stan. Wyjście z kombinacji właściwych wejściowych zdarzeń reprezentowane przez bramkę może być zarówno zdarzeniem pośrednim, jak i szczytowym. Wyjście może być również wejściem do zdarzenia pośredniego lub szczytowego,

- zdarzenie szczytowe – wynik kombinacji wszystkich zdarzeń wejściowych. Jest to zdarzenie, pod którym buduje się FT. Zdarzenie szczytowe często utożsamia się ze zdarzeniem finalnym lub szczytowym wyjściem. Zdarzenie szczytowe jest definiowane na początku analizy. Ma najwyższą pozycję w hierarchii zdarzeń,
  - bramka – symbol reprezentujący powiązanie pomiędzy zdarzeniem wyjściowym a odpowiadającymi wejściami. Dany symbol bramki określa wymagany typ relacji pomiędzy zdarzeniami wejściowymi, które spowodują wystąpienie zdarzenia wyjściowego,
  - przekrój – grupa zdarzeń, która (jeśli wszystkie zdarzenia wystąpią) spowoduje pojawienie się zdarzenia szczytowego,
  - przekrój minimalny – minimalny lub najmniejszy zbiór zdarzeń, które muszą wystąpić by, spowodować zdarzenie szczytowe. Niewystąpienie choćby jednego ze zdarzeń w zbiorze spowoduje brak wystąpienia zdarzenia szczytowego,
  - zdarzenie elementarne – zdarzenie albo stan, które nie może być dalej rozwinięte w dół w konstrukcji FT.
- Sporządzając FT, wykorzystuje się tzw. funktory (bramki logiczne) określające między innymi iloczyn logiczny zdarzeń i sumę logiczną zdarzeń [19]. Symbole wykorzystywane w metodzie FTA przedstawiono w tabeli 1.

Konstrukcje FT rozpoczyna się zawsze od zdarzenia szczytowego. Następnie należy wyszukać wszystkie zdarzenia pośrednie, konieczne i wystarczające do wystąpienia zdarzenia szczytowego. Kolejne poziomy drzewa łącząc się za pomocą bramek logicznych (rysunek 1). Przy tworzeniu niższych poziomów FT należy odpowiadać na pytanie: „jakie są przyczyny wystąpienia tego zdarzenia?”.

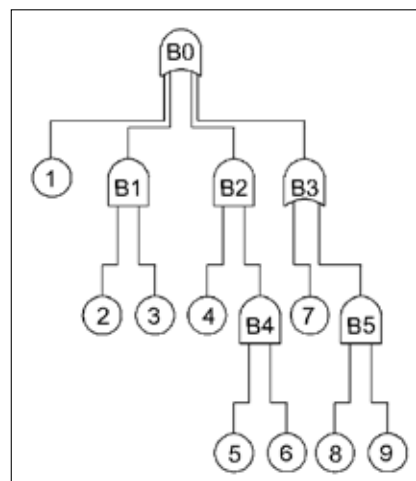
Tab. 1. Symbole używane w metodzie FTA [26]  
Tab. 1. Symbols used in the FTA method [26]

Symbol(e)	Nazwa	Opis
	Zdarzenie elementarne (ang. basic event)	Zdarzenie najniższego poziomu dla którego znane jest prawdopodobieństwo wystąpienia lub informacja o niezawodności.
	Bramka LUB (ang. OR)	Zdarzenie wyjściowe występuje, jeśli wystąpi jakiegokolwiek ze zdarzeń wejściowych.
	Bramka I (ang. AND)	Zdarzenie wyjściowe występuje, jeśli wystąpią wszystkie ze zdarzeń wejściowych.



Drzewa uszkodzeń są źródłem informacji o wszelkich kombinacjach zdarzeń, jakie muszą zajść, by wstąpiło zdarzenie szczytowe.

Identyfikacja minimalnych przekrojów może się odbywać bez użycia algorytmów dla nieskomplikowanych FT. Prosta metoda odnajdywania przekrojów minimalnych przedstawiono na przykładzie. Analizowane FT ilustruje rysunek 2.



Rys. 2. Przykładowe FT prezentujące procedurę identyfikacji minimalnych przekrojów  
Fig. 2. Sample FT presenting the procedure of minimum cross-section identification

Metoda polega na sukcesywnym zastępowaniu każdej z bramek przez zdarzenia wejściowe (zdarzenia elementarne, nowe bramki) do momentu, w którym przejdzie się przez całe FT i pozostaną tylko zdarzenia elementarne.

Dalej przedstawiono koncepcję metody odnajdywania minimalnych przekrojów dla FT z rysunku 2. W celu jasności postępowania poszczególnym bramkom logicznym przyporządkowano nazwy B0, B1, B2, B3, B4, B5 (rys. 3). Oznaczenie „B nr” oznacza, że w danym etapie rozpatrywana jest przyczyna wystąpienia wyjścia z danej bramki. Oznaczenia 1÷9 symbolizują zdarzenia elementarne, których wystąpienie w odpowiedniej konfiguracji może spowodować wystąpienie zdarzenia szczytowego.

Zaczęto od etapu 1. tj. zdarzenia szczytowego i połączonej z nim bramki B0. Wskazano możliwe przyczyny wyjścia z tej bramki i w konsekwencji wystąpienia zdarzenia szczytowego. Bramka B0 ma 4 wejścia od dołu i jest bramką OR, co oznacza, że wyjście z bramki nastąpi pod warunkiem wystąpienia:

- zdarzenia 1 lub
- wyjścia z bramki B1 lub
- wyjścia z bramki B2 lub
- wyjścia z bramki B3.

W kolejnym etapie 2. rozważono bramkę B1 – AND, z której wyjście następuje tylko wtedy gdy łącznie wystąpią zdarzenia elementarne 2 i 3. Cały ciąg poszukiwania przekrojów drzewa niezdatności w poszczególnych etapach przedstawiono na rys. 3 (w etapach 2÷6 podkreślono zdarzenia związane z interpretacją bramki z nazwy etapu).

<p>Etap 1. B0</p> <p>1 lub</p> <p>B1 lub</p> <p>B2 lub</p> <p>B3</p>	<p>Etap 2. B1</p> <p>1 lub</p> <p>(2 i 3) lub</p> <p>B2 lub</p> <p>B3</p>
<p>Etap 3. B2</p> <p>1 lub</p> <p>(2 i 3) lub</p> <p>(4 i B4) lub</p> <p>B3</p>	<p>Etap 4. B3</p> <p>1 lub</p> <p>(2 i 3) lub</p> <p>(4 i B4) lub</p> <p>7 lub</p> <p>B5</p>
<p>Etap 5. B4</p> <p>1 lub</p> <p>(2 i 3) lub</p> <p>(4 i 5 i 6) lub</p> <p>7 lub</p> <p>B5</p>	<p>Etap 6. B5</p> <p>1 lub</p> <p>(2 i 3) lub</p> <p>(4 i 5 i 6) lub</p> <p>7 lub</p> <p>8 i 9</p>

**Rys. 3.** Tok postępowania przy poszukiwaniu przekrojów minimalnych  
**Fig. 3.** The course of action when searching for minimum sections

Otrzymało 5 przekrojów:

- 1,
- 7,

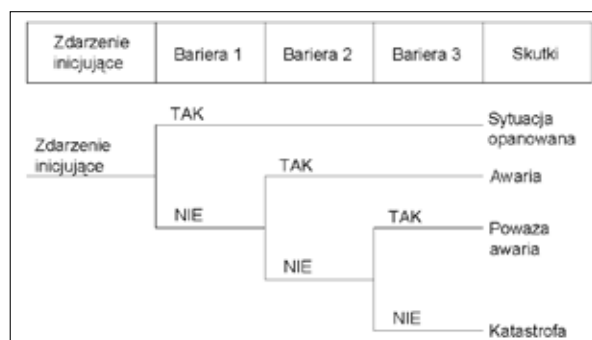
- 8 i 9,
- 2 i 3,
- 4 i 5 i 6,

Dwa z przekrojów są jednoelementowe (1 oraz 7), co oznacza, że wystąpienie tylko zdarzenia 1 lub tylko zdarzenia 7 powoduje wystąpienie zdarzenia szczytowego. Dwa przekroje są dwuelementowe, co oznacza, że do wystąpienia zdarzenia szczytowego niezbędne jest jednoczesne wystąpienie pary zdarzeń elementarnych (8 i 9) lub (2 i 3). Przekrój (4 i 5 i 6) wymaga wystąpienia łącznie aż trzech zdarzeń, by wystąpić mogło zdarzenie szczytowe.

## Drzewa zdarzeń

Metoda drzewa zdarzeń (ang. Event Tree Analysis) jest używana do analizy konsekwencji i barier ochronnych systemu. Jest metodą ilościową i jakościową. Przedstawia bariery ochronne systemu i możliwe ścieżki zadziałania lub niezadziałania elementów ochrony systemu. Metoda drzewa zdarzeń jest także używana do analizy niezawodności człowieka. Drzewo zdarzeń (ET) przedstawia graficznie chronologiczny rozwój awarii. Diagram ET konstruuje się od strony lewej do prawej, rozpoczynając od zdarzenia inicjującego. Scenariusze buduje się, rozpatrując to, czy dana bariera ochronna zadziałała bądź nie, rozbudowując drzewo w prawą stronę. W każdym węźle gałąź drzewa rozgałęzia się na dwie – górna gałąź „prawda” (tak); dolna gałąź „fałsz” (nie). Rozgałęzienie to identyfikuje się z zadziałaniem/niezadziałaniem bariery. Drzewo rysuje się do rozważenia zadziałania wszystkich barier (rysunek 4). Przy takim

**Rys. 4.** Przykładowa konstrukcja drzewa zdarzeń  
**Fig. 4.** Example structure of the event tree



założeniu w efekcie końcowym otrzymuje się skutki zdarzenia inicjującego uszeregowane od konsekwencji najmniejszych do największych.

W przedstawionym przykładzie (rysunek 4) otrzymano 4 możliwe skutki zdarzenia inicjującego:

- sytuacja opanowana – gdy pierwsza w kolejności Bariera 1 zadziała prawidłowo,

- awaria – gdy nie zadziała Bariera 1, lecz następnie zadziała Bariera 2,
- poważna awaria – gdy nie zadziałają Bariera 1 i 2, lecz zadziała Bariera 3,
- katastrofa – gdy nie zadziała żadna z b 1÷3.

W powyższym przykładzie, przyjęto założenie, że zadziałanie jednej z barier wyklucza konieczność zadziałania kolejnej/kolejnych. W innym wypadku, górne gałęzie drzewa (oznaczone TAK) ponownie by się rozgałęziały przy kolejnej/kolejnych barierach. W takim przypadku liczba możliwych skutków zdarzenia inicjującego byłaby większa.

## Metodyka tworzenia hybrydowych drzew uszkodzeń i drzew zdarzeń

Konstrukcję drzewa hybrydowego wykonuje się w zgodzie z następującymi zasadami:

- konstrukcja drzewa zdarzeń dla założonego zdarzenia inicjującego zgodna z procedurą z wcześniejszego rozdziału,
- wykonanie dla każdej bariery ochronnej drzewa niezdatności, wskazującego przyczyny niezadziałania danej bariery (zdarzeniami szczytowymi drzew niezdatności są zdarzenia związane z niezadziałaniem kolejnych barier),
- liczba drzew niezdatności powinna odpowiadać liczbie barier ochronnych,
- skonstruowane drzewa niezdatności łączy się z gałęziami NIE drzewa zdarzeń.

Scenariusz awaryjny może być analizowany równocześnie za pomocą metody ETA, jak i FTA. Po wystąpieniu zdarzenia

inicjującego uwzględnia się kolejne bariery ochronne. Prawdopodobieństwa niezadziałania i zadziałania tych barier określa się FTA. W ten sposób powstaje hybryda – połączone dwie metody analizy niezawodności z wykorzystaniem metody drzew logicznych. Metodę tę dla SZZW zaprezentowano w pracach [15]. Przykład drzewa hybrydowego przedstawiono na rysunku 5. Zaprezentowany przykład modelu





= 61,0 m<sup>3</sup>/h), S-II (Q = 53,3 m<sup>3</sup>/h).

- ujęcie nr 2 składa się z dwóch studni: S-1 (Q = 20,6 m<sup>3</sup>/h – rezerwowa), S-2 (Q = 23,0 m<sup>3</sup>/h – podstawowa).

Na rysunku 6 przedstawiono drzewo hybrydowe dla SZZW dla zdarzenia inicjującego w postaci pojawiania się skażenia wody w źródle wody podziemnej. W ramach dyskusji z operatorami i kierownictwem przedsiębiorstwa wodociągowego wyselekcjonowano 11 barier ochronnych, kluczowych dla zmniejszenia skutków założonego zdarzenia inicjującego związanego ze skażeniem wody w źródle:

- monitoring jakości wody ujęcia nr 1 wykrył skażenie,
- poprawna interpretacja danych o jakości wody podziemnej,
- zamknięcie ujęcia wody nr 1,

- uruchomienie studni rezerwowej na ujęciu nr 2,
- zamknięcie ujęcia wody nr 2,
- wystarczająca ilość wody w zbiornikach,
- monitoring jakości wody w podsystemie dystrybucji wody (PsDyW) wykrył skażenie,
- poprawna interpretacja danych o jakości wody w PsDyW,
- zamknięcie ujęć wody,
- poinformowanie społeczeństwa o złej jakości wody do spożycia,
- uruchomienie przez przedsiębiorstwo wodociągowe alternatywnego sposobu dystrybucji wody do spożycia.

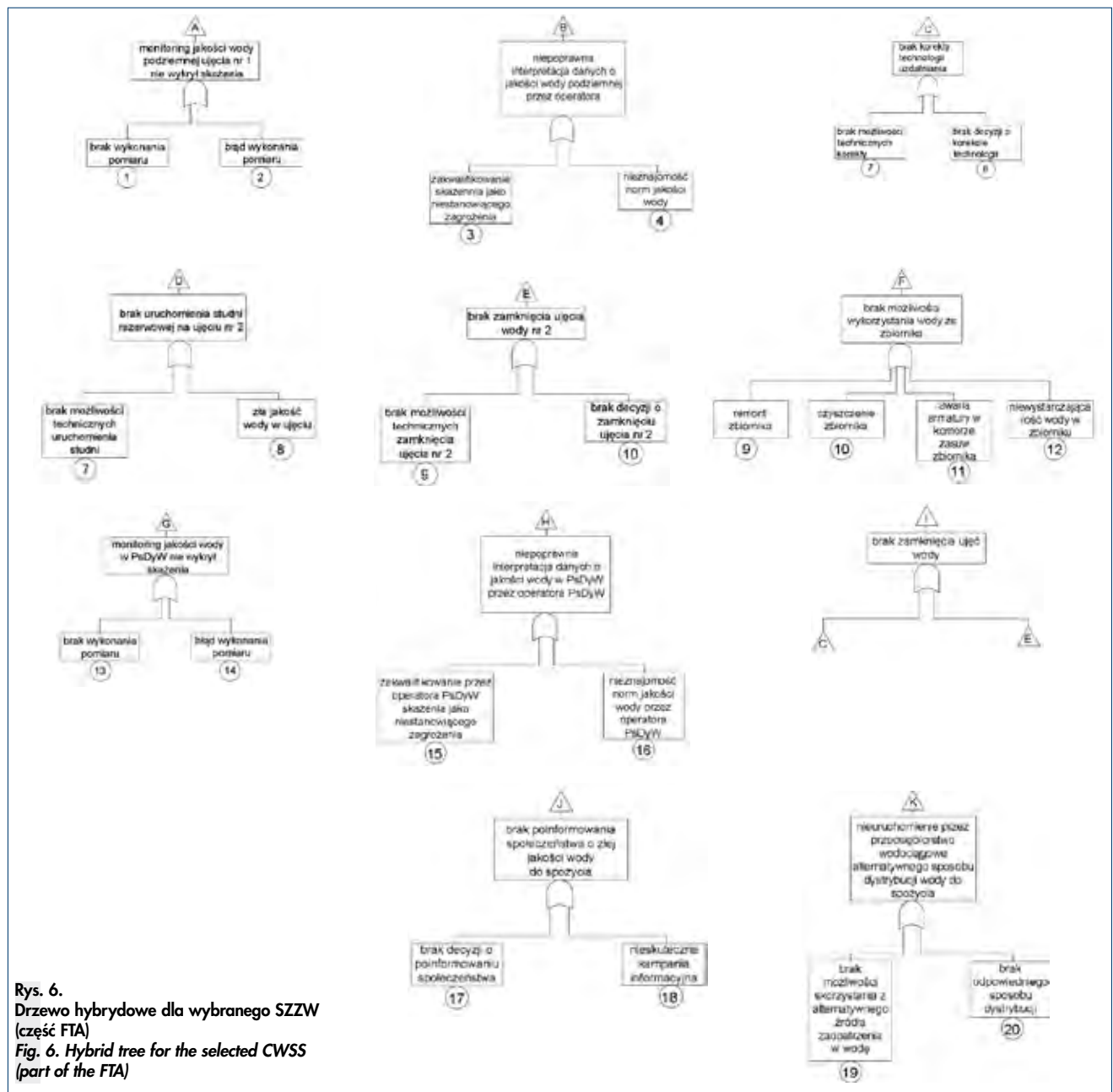
Selekcja powyższych barier ochronnych powinna przewidywać tylko te bariery, na których zadziałanie wpływ mają

pracownicy lub sprzęt przedsiębiorstwa wodociągowego.

Na rysunku 7 przedstawiono rozwinięcie drzewa hybrydowego z rysunku 6 w części modelowania metodą FTA.

W analizowanym przykładzie otrzymano 46 możliwych scenariuszy rozwojowych sytuacji na skutek wystąpienia zdarzenia inicjującego. Dla 11 barier ochronnych, przy założonym stopniu dokładności wyselekcjonowano 20 zdarzeń elementarnych, powodujących niezadziałanie barier ochronnych.

Opracowane drzewo hybrydowe dla założonego zdarzenia elementarnego jest elementem systemu bezpieczeństwa SZZW ograniczającym w znaczącym stopniu czas reakcji operatora na zaistniałe zdarzenie inicjujące. Operator może na części



Rys. 6. Drzewo hybrydowe dla wybranego SZZW (część FTA)  
Fig. 6. Hybrid tree for the selected CWSS (part of the FTA)

ETA drzewa hybrydowego wskazać moment (punkt na drzewie zdarzeń), w którym aktualnie znajduje się SZZW, analizując które bariery ochronne nie zadziałały lub już nie zdążą zadziałać (na lewo od punktu na drzewie zdarzeń). Jednocześnie ma wiedzę na temat kolejnych barier (na prawo od punktu na drzewie zdarzeń), które w znaczący sposób mogą zredukować dotkliwość skutków zdarzenia inicjującego. Bariery te, z których operator może jeszcze skorzystać powinny zostać w tym momencie poddane szczególnej uwadze. Do tego celu operator powinien skorzystać z części FTA drzewa hybrydowego. W wyznaczonych drzewach niezdatności barier ochronnych operator znajduje informacje, które zdarzenia elementarne mogą spowodować niezadziałania kolejnych barier, możliwych jeszcze do wykorzystania. W niektórych przypadkach będzie możliwe przywrócenie działania danej bariery poprzez eliminację wybranego lub wybranych zdarzeń elementarnych.

## Podsumowanie

Opracowano metodologię stosowania hybrydowych drzew logicznych jako narzędzie wspomagające operatorów SZZW. Połączenie metod FTA i ETA następuje na etapie określenia przyczyn (metodą FTA) niezadziałania barier ochronnych SZZW (z metody ETA).

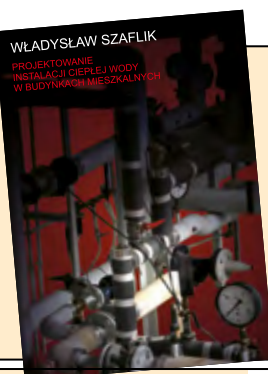
Opracowany przykład aplikacyjny drzewa hybrydowego dla SZZW pozwala operatorowi na szczegółową analizę możliwych scenariuszy po wystąpieniu zdarzenia inicjującego. W przypadku wystąpienia danego zdarzenia operator SZZW analizując drzewo hybrydowe, może w szybki sposób określić przyczyny niezadziałania barier ochronnych i co ważniejsze skupić się na kolejnych barierach, których zadziałanie może ograniczyć negatywne skutki zdarzenia inicjują-

cego. Hybrydowe drzewa logiczne mogą stanowić fundament tworzenia nowoczesnych modeli zarządzania pracą operatorów SZZW. Metoda drzew hybrydowych jako jedyna pozwala operatorowi analizować w formie graficznej cały SZZW od ujęcia aż do odbiorcy.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Almeida M.C., Vieira P., Smeets P.: Water cycle safety plan framework proposal. Bruksela 2010.
- [2] Andrews J. D., Moss T. R.: Reliability and Risk Assessment. Longman Scientific & Technical, London 1993. DOI: 10.1002/qre.4680100317
- [3] Barua A., Sinha P., Khorasani K.: On the Fault Diagnosis and Failure Analysis in the Satellite Attitude Control Subsystem. Eight International Conference on Space Operations, Montreal, Canada, 17-21 May 2004. DOI: 10.2514/6.2004-455-266
- [4] Ferdous R., Khan F., Veitch B., Amyotte P. R.: Methodology for computer aided fuzzy fault tree analysis. Process Safety and Environmental Protection. 2009, 87, 217-226. DOI:10.1016/j.psep.2009.04.004
- [5] Khan F., Ferdous R., Sadiq R., Amyotte P., and Veitch B.: Fault and Event Tree Analyses for Process Systems Risk Analysis: Uncertainty Handling Formulations. Risk Analysis. 2009, 31, 86-107, DOI: 10.1111/j.1539-6924.2010.01475.x
- [6] Kosmowski, K., Piesik, E.: Analiza niezawodności człowieka-operatora w kontekście bezpieczeństwa funkcjonalnego. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej. 2016, 51, 147-150.
- [7] Piesik E., Śliwiński M.: Analiza niezawodności człowieka z uwzględnieniem aspektów zarządzania alarmami. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej 2015, 47, 143-146
- [8] Rak J.: Istota ryzyka w funkcjonowaniu systemu zaopatrzenia w wodę. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. Rzeszów 2004.
- [9] Rak J.: Model oceny ryzyka w funkcjonowaniu SZW. Konferencja: VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt. "Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska". Politechnika Koszalińska, Koszalin – Ustronie Morskie 2005.
- [10] Rak J.: Podstawy bezpieczeństwa systemów zaopatrzenia w wodę. Komitet Inżynierii Środowiska PAN. Lublin 2005.
- [11] Rak J., Tchórzewska-Cieślak B.: Matrycowe metody analizy ryzyka awarii infrastruktury komunalnej. Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury, JCEEA. 2014, 61, 233-244. DOI:10.7862/rb.2014.16
- [12] Rak J., Żywiec J.: Relacje podatność – odporność w aspekcie bezpieczeństwa systemów wodociągowych. INSTAL. 2019, 7-8, 59-63. DOI: 10.36119/15.2020.8.6
- [13] Rak J.R., Oprychał L.: Koncepcje analizy bezpieczeństwa systemu zaopatrzenia w wodę. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. 2009, 11, 17-21.
- [14] Rak J.R., Tchórzewska – Cieślak B.: Pojęcie niezawodności i bezpieczeństwa pracy operatora w systemie wodociągowym. INSTAL. 2019, 2, 44-48
- [15] Roberts N. H., Vesely W. E., Haas D. F., Goldberg F. F.: Fault Tree Handbook. States Nuclear Regulatory Commission United. Waszyngton 1981.
- [16] Rosen L., Lindhe A., Hokstad P., Sklet S., Rostum J., Pettersson T. J. R.: Generic Framework for Integrated Risk Management in Water Safety Plans. 6th Nordic Drinking Water Conference. Oslo 2008.
- [17] Schneeweiss W. G.: The Fault Tree Method. LiLole – Verlag GmbH (Publ. Co. Ltd), Hagen 1999.
- [18] Siontorou C. G., Batzias F. A.: Error identification/propagation/remediation in biomonitoring surveys-A knowledge-based approach towards standardization via fault tree analysis. Ecological Indicators. 2011, 11, 564-581.
- [19] Stamatelatos M., Vesely W., Dugan J., Fragola J., Minarick J., Rallsback J.: Fault Tree Handbook with Aerospace Applications – Version 1.1.. NASA. Waszyngton 2002.
- [20] Szymura E., Zimoch I.: Niezawodności operatora w szacowaniu ryzyka eksploatacji systemów przemysłowych. Przemysł Chemiczny 2014, 1, 111-116 DOI: 10.12916/przemchem.2014.111
- [21] Tchórzewska-Cieślak B., Boryczko K., Piegdoń I.: Possibilistic risk analysis of failure in water supply network. In Proceedings of the The European Safety And Reliability Conference (ESREL). Wrocław 2015; 1473-1480.
- [22] Tchórzewska-Cieślak B., Szpak D.: A Proposal of a Method for Water Supply Safety Analysis and Assessment. Ochrona Środowiska. 2015, 37, 43-47.
- [23] Zimoch I., Kuśnierski A.: Wykorzystanie drzewa niezdatności w ocenie zagrożeń pochodzenia rolniczego na jakość zasobów wód podziemnych. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. 2017, 4, 201-204.
- [24] Zimoch I., Szymura E., Moraczewska-Majkut K., Yeh I-Yen. R.: The event tree using in identification of THMS' formation in water supply system. Proceedings Water supply and water quality. Ed. Zbysław Dymaczewski, Joanna Jeż-Walkowiak, Mariusz Nowak, Publisher Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Oddział Wielkopolski. Poznań 2014, s. 545-558.
- [25] Zimoch I., Szymura E., Moraczewska-Majkut K.: Zastosowanie techniki drzewa zdarzeń w analizie bezpieczeństwa eksploatacji obiektów przemysłowych. Przemysł Chemiczny. 2015, 2 s. 196 – 200.
- [26] PN-IEC 1025: Analiza drzewa niezdatności (FTA).

■



## Projektowanie instalacji ciepłej wody w budynkach mieszkalnych

Autor: prof. dr hab. inż. Władysław Szafflik

Książka jest poświęcona instalacjom ciepłej wody i układowi jej przygotowywania. Liczy 294 stron tekstu, bogato ilustrowanego rysunkami, schematami oraz tabelami i stanowi pewne podsumowanie wieloletnich prac prowad-

zonych w Katedrze Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ciepłownictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (do 2008 roku Politechniki Szczecińskiej).

Cena 1 egz.: 60 zł + 8% VAT.

Zamówienia przyjmuje: Ośrodek Informacji "Technika instalacyjna w budownictwie"

02- 674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax 22-843 77 71; e-mail: wydawnictwo@informacjainstal.com.pl

## Przegląd prawny – Dziennik Ustaw 2022 r.

- Poz. 503 - OBWIESZCZENIE MARSZAŁKA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ z dnia 28 stycznia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym.
- Poz. 553 - OBWIESZCZENIE MARSZAŁKA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ z dnia 28 stycznia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji.
- Poz. 597 - ROZPORZĄDZENIE MINISTRA KLIMATU I ŚRODOWISKA z dnia 14 marca 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń z tytułu zaopatrzenia w ciepło.

Na podstawie art. 46 ust. 5 i 6 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2021 r. poz. 716, z późn. zm. zarządza się, co następuje:

§ 1. W rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 7 kwietnia 2020 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń z tytułu zaopatrzenia w ciepło (Dz. U. poz. 718, z 2021 r. poz. 158 i 788 oraz z 2022 r. poz. 37) wprowadza się następujące zmiany:

- 1) w § 11 w ust. 1 w pkt 4 kropkę zastępuje się średnikiem i dodaje się pkt 5 w brzmieniu: „5) uzasadnionych rocznych kosztów zakupu uprawnień do emisji dwutlenku węgla ustalanych na podstawie średniej ceny uprawnień do emisji dwutlenku węgla w kontraktach terminowych z dostawą w grudniu roku, w którym przypada zakończenie pierwszego roku obowiązywania taryfy dla ciepła; średnią cenę uprawnień do emisji dwutlenku węgla stanowi średnia cena notowań z ostatnich 30 sesji notowań opublikowanych na jednej z giełd towarowych działających na terytorium państwa członkowskiego Unii Europejskiej, państwa członkowskiego Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) – strony umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym, Konfederacji Szwajcarskiej lub Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanii i Irlandii Północnej [w zł/Mg CO<sub>2</sub>], przy czym poszczególne ceny notowań przelicza się na złote według średniego kursu waluty, w której były prowadzone notowania, ogłoszonego przez Narodowy Bank Polski w dniu, w którym odbywała się sesja notowań, a jeżeli w tym dniu nie został ogłoszony średni kurs, stosuje się średni kurs ogłoszony przez Narodowy Bank Polski w najbliższym dniu poprzedzającym dzień sesji notowań; określenia średniej ceny notowań z ostatnich 30 sesji notowań dokonuje się przed dniem złożenia lub ostatniej aktualizacji wniosku stanowiącego podstawę wydania decyzji zatwierdzającej taryfę.
- 2) w § 13: a) ust. 1 otrzymuje brzmienie: „1. Dla jednostek kogeneracji, z wyłączeniem jednostek kogeneracji, w których stosuje się paliwa inne niż wyszczególnione w art. 23 ust. 2 pkt 18 lit. c ustawy, przedsiębiorstwo energetyczne stosuje uproszczony sposób kalkulacji cen i stawek opłat w taryfie dla ciepła na podstawie uzasadnionych planowanych przychodów ze sprzedaży ciepła z tych jednostek, obliczanych według wzoru:  $P_c = Q_s \times CC$  gdzie poszczególne symbole oznaczają:

$P_c$  – planowane przychody ze sprzedaży ciepła dla roku stosowania taryfy [w zł],

$Q_s$  – planowaną wielkość ciepła wprowadzonego do sieci ciepłowniczej lub sprzedanego bezpośrednio odbiorcom dla roku stosowania taryfy dla danej jednostki kogeneracji [w GJ],

$C_c$  – cenę ciepła przyjętą przez przedsiębiorstwo energetyczne dla roku stosowania taryfy, nie wyższą od ceny referencyjnej, o której mowa w ust. 2 [w zł/GJ].

Objaśnienie symbolu „k” otrzymuje brzmienie: „k – zmianę kosztów obciążających jednostkę produkowanego ciepła w jednostkach kogeneracji wynikającą z istotnej zmiany warunków wykonywania działalności gospodarczej przez przedsiębiorstwa energetyczne w takim zakresie, w jakim koszty związane z prowadzeniem działalności gospodarczej będą obciążać produkcję ciepła w okresie obowiązywania wskaźnika referencyjnego, a nie obciążały jej w okresie poprzedzającym okres ustalania tego wskaźnika, obliczaną dla poszczególnych rodzajów paliw, o których mowa w art. 23 ust. 2 pkt 18 lit. c ustawy [w zł/GJ].

- 3) w § 28 ust. 3 otrzymuje brzmienie: „3. Przedsiębiorstwo energetyczne w odniesieniu do jednostek kogeneracji, do których jest stosowany uproszczony sposób kalkulacji cen i stawek opłat w taryfie dla ciepła, o którym mowa w § 13 ust. 1, może wystąpić o zmianę taryfy przed upływem okresu, o którym mowa w § 13 ust. 10, jeżeli w trakcie tego okresu zostaną ogłoszone średnie ceny sprzedaży ciepła, o których mowa w art. 23 ust. 2 pkt 18 lit. c ustawy, lub zostanie zmieniony wskaźnik referencyjny, o którym mowa w art. 47 ust. 2f ustawy, dotyczący paliwa stosowanego w jednostce kogeneracji, lub nastąpi zmiana posiadanej koncesji wynikająca z istotnej zmiany zakresu wykonywania działalności objętej koncesją, w szczególności zmiany wykorzystywanego paliwa.
- 4) po § 45e dodaje się § 45f w brzmieniu: „§ 45f. Do dnia 30 czerwca 2022 r. przedsiębiorstwo energetyczne stosujące sposób kalkulacji cen i stawek opłat, o którym mowa w § 13 ust. 1, może wystąpić z wnioskiem o zmianę taryfy przed upływem okresu jej stosowania.

- Poz. 599 - OBWIESZCZENIE MINISTRA KLIMATU I ŚRODOWISKA z dnia 1 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie procedur oceny zgodności wyrobów wykorzystujących energię oraz ich oznakowania.

Producent lub jego upoważniony przedstawiciel, przed wprowadzeniem wyrobu wykorzystującego energię do obrotu lub oddaniem go do użytku:

1) zapewnia:

- a) że wyrób wykorzystujący energię spełnia wymagania dotyczące ekoprojektu,
- b) że dostępna jest odpowiednia dokumentacja techniczna,
- c) producent zamieszcza w dokumentacji technicznej kopię informacji dotyczących aspektów środowiskowych wyrobu wykorzystującego energię mających wpływ na używanie wyrobu, w szczególności informacji:



- 1) dotyczących procesu produkcji wyrobu wykorzystującego energię;
  - 2) przeznaczonych dla użytkownika końcowego dotyczących:
    - a) charakterystyki środowiskowej i działania wyrobu wykorzystującego energię; informacje te producent dołącza do wyrobu wykorzystującego energię podczas wprowadzania go do obrotu,
    - b) sposobu instalacji, używania i konserwowania wyrobu wykorzystującego energię, w celu zminimalizowania negatywnego oddziaływania tego wyrobu na środowisko i zapewnienia długiego okresu cyklu życia wyrobu,
    - c) możliwości zastosowania części zamiennej do wyrobu wykorzystującego energię oraz modernizacji wyrobu;
  - 3) dotyczących demontażu, recyklingu lub unieszkodliwiania wyrobu wykorzystującego energię z powodu upływu terminu jego używania.
    - II) przeprowadza właściwe procedury oceny zgodności,
    - III) sporządza deklarację zgodności,
    - IV) umieszcza na wyrobie wykorzystującym energię oznakowanie CE.
- Poz. 614 - ROZPORZĄDZENIE MINISTRA KLIMATU I ŚRODOWISKA 1) z dnia 9 marca 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji.
  - Poz. 631 - USTAWA z dnia 24 lutego 2022 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne. Zmiany dotyczą obowiązków i uprawnień właścicieli i operatorów sieci przesyłowych gazowych.
  - Poz. 673 - OBWIESZCZENIE MARSZAŁKA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ z dnia 3 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.
  - Poz. 699 OBWIESZCZENIE MARSZAŁKA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ z dnia 3 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odpadach.

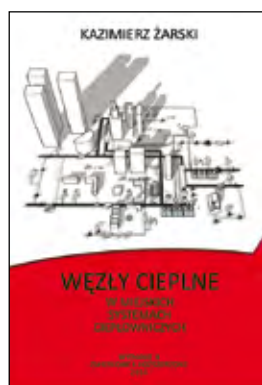
## ELEKTRYCZNE AKUMULACYJNE OGRZEWANIE POMIESZCZEŃ

KRZYSZTOF T. JANUSZKIEWICZ

Przedstawione opracowanie jest pierwszym w polskim piśmiennictwie studium poświęconym temu tematowi i ma na celu wypełnienie istniejącej luki oraz właściwe przedstawienie zagadnień związanych z budową, charakterystycznymi właściwościami urządzeń, jak również projektowaniem elektrycznego ogrzewania akumulacyjnego. Format B5, str. 224. Cena 20 zł (Vat 0%).

Sprzedaż prowadzi Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”

02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax (22) 843 77 71; wydawnictwo@informacjainstal.com.pl



Recenzowana książka pt. „Węzły ciepłe w miejskich systemach ciepłowniczych” stanowi kompendium nowoczesnej wiedzy z zakresu rozwiązań doprowadzenia ciepła z sieci ciepłych do budynków. Prezentowane rozwiązania uwzględniają wymagania racjonalnego gospodarowania energią, efektywności ekonomicznej i właściwej współpracy z systemem ciepłowniczym.

W książce przedstawiono w sposób logiczny, uporządkowany i przejrzysty całość zagadnień związanych z projektowaniem i eksploatacją współczesnych indywidualnych węzłów ciepłych, które poprzedzono przypomnieniem niezbęd-

nych podstaw teoretycznych. Zawarto w niej kolejno:

- podstawy teoretyczne z zakresu wymiany ciepła i masy w otwartych układach termodynamicznych,
- podstawy doboru i symulacji działania wymiennika ciepła,
- rodzaje i podstawowe schematy węzłów ciepłych,
- procedury projektowania węzłów ciepłych z podziałem na elementy wspólne i z uwzględnieniem specyfiki projektowania wielofunkcyjnych wymiennikowych węzłów ciepłych oraz węzłów zmieszania pompowego na cele ogrzewania,
- podstawowe rodzaje urządzeń pomiarowych, charakterystyki statyczne i dynamiczne urządzeń węzła ciepłego, stosowane w węzłach układy automatycznej regulacji oraz zasady doboru ich podstawowych elementów,

## „Węzły ciepłe w miejskich systemach ciepłowniczych”

Autor: Kazimierz Żarski

- najważniejsze zagadnienia współpracy węzła ciepłego z siecią ciepłowniczą, rzutujące na wzajemne racjonalne współdziałanie,
- wymagania dotyczące pomieszczeń węzłów ciepłych.

Użyłarnym podsumowaniem książki są przykłady obliczeń węzłów ciepłych wraz z przykładami obliczeń przy pomocy programu komputerowego WEZEL\_X.

W zakresie procedur projektowania i zagadnień współpracy węzła ciepłego z siecią ciepłowniczą Autor prezentuje wyniki własnych badań i przemyśleń. Książka stanowi, zgodnie z zapowiedzią, uwieńczenie i podsumowanie Jego dorobku z tego zakresu, choć, moim zdaniem, nie powinna jeszcze oznaczać zakończenia kariery naukowej i zawodowej.

Fragm. recenzji  
prof.dr hab.inż. Haliny Koczyk  
Politechnika Poznańska

Książka została wydana w twardej oprawie w formacie B-5. Cena książki 68 zł + 5% VAT

Zamówienia przyjmuje Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”

02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel. (22) 843-77-71, email: wydawnictwo@informacjainstal.com.pl

**Wydawca i Redakcja**

**Ośrodek Informacji  
„Technika instalacyjna  
w budownictwie”  
02-674 Warszawa  
ul. Marynarska 14  
e-mail:  
redakcja@informacjainstal.com.pl  
wydawnictwo@informacjainstal.com.pl**

**Redaktor Naczelny Janusz Wróblewski  
601 231 235**

**Redaktorzy Tematyczni prof. dr hab. inż.  
Wojciech Dąbrowski  
– Politechnika Krakowska  
prof. dr hab. inż.  
Władysław Szafflik  
– Zachodniopomorski  
Uniwersytet Techniczny  
w Szczecinie**

**Redaktor językowy mgr Kamila Nawrot**

**Korekta j. angielskiego Jacek Sobolewski**

**Redaktor Statystyczny dr hab. inż. Anna  
Głowacka, prof. ZUT  
w Szczecinie**

**Prenumerata Jolanta Sobieraj  
603 975 098**

**Informacje dla autorów, lista recenzentów  
i zasady recenzji na naszej stronie internetowej  
Wersja pierwotna czasopisma - papierowa**

**Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń  
i artykułów sponsorowanych**

**Czasopismo recenzowane  
70 pkt. w klasyfikacji MeIN dla autorów za publikacje**

**Znajdujemy się w bazach czasopism:  
BazTech, IndexCopernicus, POL Indeks oraz CrossRef  
– artykuły naukowe opatrzone są cyfrowym  
identyfikatorem DOI, który prosimy podawać  
w pozycjach literatury.**

**© Wszelkie prawa zastrzeżone  
Ośrodek Informacji "Technika instalacyjna w budownictwie"**

**Więcej informacji na stronie  
www.informacjainstal.com.pl**



1	Poradnik wykonywania instalacji wodociągowych, ogrzewczych i gazowych z rur miedzianych (wyd. III, październik - 2000 r.)	30 zł
2	Katalog Nakładów Rzeczowych - instalacje wodociągowe, gazowe i centralnego ogrzewania z rur miedzianych (wyd. I - 1996 r.)	30 zł
3	Warunki techniczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji sieci ciepłowniczych z rur i elementów preizolowanych (wyd. I - 1996 r.)	22 zł
4	Pompy ciepła. Poradnik (wyd. III- marzec 2006 r.)	40 zł
5	Elektryczne akumulacyjne ogrzewanie pomieszczeń (wyd. I,- 1998 r.)	20 zł
6	Książka obiektu budowlanego /Zgodna z rozporządzeniem MSWiA/	12 zł
7	Termomodernizacja instalacji w budownictwie przemysłowym i użyteczności publicznej (wyd. I - wrzesień 1999 r.)	32 zł
8	Obiegi wodne i parowe w kotłowniach. Poradnik projektanta. (wyd. I – styczeń 2000 r.)	35 zł
9	Zalecenia dla projektantów instalacji zimnej i ciepłej wody wodociągowej oraz instalacji ogrzewania w zakresie wyboru i łączenia materiałów, uwzględniające agresywność korozyjną wód wodociągowych w 53 miastach w Polsce (wyd. I 2000 r.)	25 zł
10	METROLOGIA mikroklimatu pomieszczenia i środowiskowych wielkości fizycznych. (wyd. I, 2003/2004 Opole)	40 zł
11	TERMODYNAMIKA – Zagadnienia praktyczne w ogrzewnictwie i klimatyzacji (wyd. I 2005 r.)	35 zł
12	WT COBRTI INSTAL Zeszyt 1. Komentarz do normy PN-92/B-01706/AzI:1999 „Zabezpieczenie wody przed wtórnym zanieczyszczeniem” (wyd. I, czerwiec 2001 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
13	WT COBRTI INSTAL Zeszyt 2. „Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania” (wyd. I, sierpień 2001 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	40 zł
14	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 3. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru sieci wodociągowych” (wyd. I, wrzesień 2001 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	25 zł
15	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 5. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych” (wyd. I wrzesień 2002 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
16	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 6. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych” (wyd. I, maj 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	40 zł
17	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 7. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji wodociągowych” (wyd. I, wrzesień 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	35 zł
18	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 8. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru węzłów ciepłowniczych” (wyd. I, wrzesień 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
19	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 9. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru sieci kanalizacyjnych” (wyd. I, wrzesień 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
20	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 10. „Wytyczne stosowania i projektowania instalacji z rur miedzianych” (wyd. I, styczeń 2004 r.)	40 zł
21	WT COBRTI INSTAL Zeszyt 11. „Zalecenia do projektowania instalacji ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji minimalizujące namnażanie się bakterii Legionella” (wyd. I, 2005 r.)	30 zł
22	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 12. „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji kanalizacyjnych” (wyd. I, wrzesień 2006 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
23	Wymagania Techniczne. Zeszyt 1” Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji sprężonego powietrza” (wyd. I, grudzień 2012 r.)	40 zł
24	Wymagania Techniczne. Zeszyt 2 „Warunki techniczne wykonania, odbioru i eksploatacji rurociągów preizolowanych w płaszczu osłonowym HDPE układanych bezpośrednio w gruncie” (wyd.I, 2013 r.)	48 zł
25	BIOZ – bezpieczeństwo i ochrona zdrowia na budowie (wyd.I, wrzesień 2006 r.)	35 zł
26	MECHANIKA PŁYNÓW – Wybrane zagadnienia w ujęciu komputerowym (wyd. I 2007 r.)	40 zł
27	Rozliczanie kosztów zużycia ciepła i wody w budynkach. Poradnik Zarządcy Budynku (wyd. I 2008 r.)	36 zł
28	LEGIONELLA w instalacjach budynków (wyd. I 2009 r.)	45 zł
29	Jak korzystać z podzielników kosztów ogrzewania. Poradnik użytkownika lokalu (wyd. I, październik 2009 r.)	20 zł
30	Charakterystyka energetyczna budynków + CD (wyd. I, luty 2010 r.)	65 zł
31	Projektowanie instalacji ciepłej wody w budynkach mieszkalnych (wyd. 2011 r.)	60 zł
32	WĘZŁY CIEPLINE w miejskich systemach ciepłowniczych (wyd. II, 2014 r.)	68 zł
33	Racjonalizacja zużycia energii w budownictwie mieszkaniowym (wyd.I, 2016r.)	64 zł
34	Ogrzewanie podłogowe. Poradnik (wyd. I, 2020 r.)	76 zł

**Czasopisma:**

Budownictwo i Prawo (kwartalnik) – prenumerata w 2022 r.	100 zł
INSTAL (miesięcznik)	– prenumerata w 2022 r.:
– zwykła	360 zł
– z CD na koniec roku	400 zł
– ciągła (z CD na koniec roku)	320 zł
– półroczna	190 zł
– z czterocznym dostępem do archiwum	460 zł
– dla studentów	180 zł
– elektroniczna	250 zł

**Do podanych cen doliczamy podatek VAT – dla książek 5%, a dla czasopism 8%. Przy realizacji zamówienia doliczamy koszty wysyłki płatne przez Zamawiającego (z wyjątkiem prenumeraty). Termin realizacji zamówienia do 14 dni.**

**ZAMÓWIENIA NA WYDAWNICTWA NALEŻY SKŁADAĆ POD ADRESEM:**

**Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”  
02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax (22) 843 77 71  
e-mail: redakcja@informacjainstal.com.pl, wydawnictwo@informacjainstal.com.pl**



# INSTALACJE

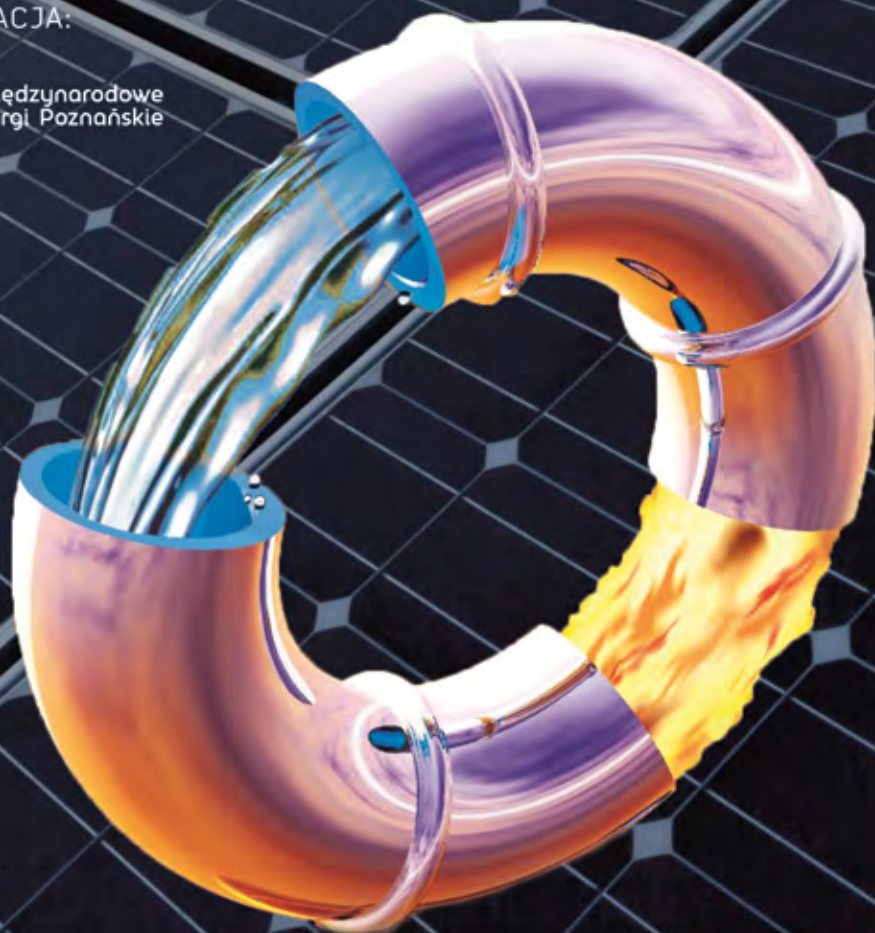
MIĘDZYNARODOWE TARGI INSTALACYJNE

25-27.04.2022

LOKALIZACJA:



Międzynarodowe  
Targi Poznańskie



ODNAWIALNE  
ŹRÓDŁA ENERGII



STREFA INWESTORA  
INDYWIDUALNEGO



SMART  
DOM



KOTŁY,  
POMPY CIEPŁA



KLIMATYZACJA  
I WENTYLACJA



TECHNIKA  
GAZOWNICZA

W TYM SAMYM CZASIE:



[www.instalacje.com](http://www.instalacje.com)

ZAPRASZA

mtp  
GRUPA



sto lat dobrze  
zaprojektowanych  
wydarzeń





®

# ZPUM

EKSPERT W REALIZACJI  
PREIZOLOWANYCH SYSTEMÓW CIEPŁOWNICZYCH



## Tysiące kilometrów ułożonych ciepłociągów!



Zakład Produkcyjno Usługowy Międzyrzecz  
**POLSKIE RURY PREIZOLOWANE Sp. z o.o.**



**WWW.ZPUM.PL**