



technologia wody

SYSTEMY ZAOPATRZENIA W WODĘ

ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW

BEZPIECZEŃSTWO

GOSPODARKA WODNA



WYDAWNICTWO



xylem

5 YEARS WARRANTY

Flygt Concertor®

Rozwiąż problemy swojej przepompowni raz na zawsze.

FLYGT xylem

**Inteligentne systemy pompowania zwiększają niezawodność
sieci kanalizacyjnych**

Szczegóły na stronie 79

technologia wody

SYSTEMY ZAOPATRZENIA W WODĘ
ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW
BEZPIECZEŃSTWO
GOSPODARKA WODNA

ISSN 2719-3551

kwartalnik

Rok założenia 2009

Czasopismo redaguje i wydaje Wydawnictwo 2K TECHNOLOGIE s.c.

Adres redakcji:

ul. Średzka 58, 62-025 Kostrzyn

Czasopismo jest indeksowane w:

Baztech (baztech.icm.edu.pl)

POL-index (pbn.nauka.gov.pl/polindex)

Index Copernicus (journals.indexcopernicus.com)

Za publikację artykułów w czasopiśmie „Technologia Wody” (od 2009 r.) Autorzy otrzymują 5 punktów – zgodnie z listą czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 23 grudnia 2015 r.

Redakcja

Izabela Kruszelnicka – redakcja, +48 608 021 656

Dobrochna Ginter-Kramarczyk – redakcja, +48 698 978 848

Rada programowa

- prof. dr hab. inż. **Ryszard Błażejowski**, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- prof. dr hab. inż. **Krzysztof Chmielowski**, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- prof. dr hab. inż. **Wojciech Dąbrowski**, Politechnika Krakowska
- prof. dr hab. inż. **Piotr Koszelnik**, Politechnika Rzeszowska
- prof. dr hab. inż. **Marian Kwietniewski**, Politechnika Warszawska
- prof. dr hab. inż. **Paweł Licznar**, Politechnika Warszawska
- prof. dr hab. inż. **Rafał Miłaszewski**, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
- prof. dr hab. inż. **Elżbieta Niemirycz**, Uniwersytet Gdański
- prof. dr hab. inż. **Marek M. Sozański**, Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. inż. **Barbara Tchórzewska-Cieślak**, Politechnika Rzeszowska
- prof. dr hab. inż. **Izabela Zimoch**, Politechnika Śląska w Gliwicach
- dr hab. inż. **Zbysław Dymaczewski**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Anna Głowacka**, prof. ZUT, Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie
- dr hab. inż. **Joanna Jeż-Walkowiak**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Jadwiga Królikowska**, prof. PK, Politechnika Krakowska
- dr hab. inż. **Marek Ochowiak**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Alina Pruss**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Dawid Szpak**, Politechnika Rzeszowska
- dr hab. inż. **Joanna Zembrzuska**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Monika Żubrowska-Sudoł**, prof. PW, Politechnika Warszawska
- dr inż. **Adam Masłoń**, prof. PRZ, Politechnika Rzeszowska
- dr inż. **Wiesław Gorączko**, Polskie Towarzystwo Nukleoniczne, Zarząd SIOR
- dr inż. **Krzysztof Boryczko**, Politechnika Rzeszowska
- dr inż. **Marcin Chełkowski**, Wyższa Szkoła Biznesu – National Louis University, Nowy Sącz
- dr inż. **Wojciech Góra**, Politechnika Poznańska
- dr **Eugeniusz Klaczyński**, Envirotech Sp. z o.o.
- dr inż. **Iwona Lasocka-Gomuła**, Aquanet S.A.
- dr inż. **Klara Ramm**, Politechnika Warszawska
- dr inż. **Tadeusz Rzepecki**, prezes Tarnowskich Wodociągów sp. z o.o., przewodniczący Rady IGWP (ekspert)
- dr inż. **Łukasz Weber**, Nentech
- inż. **Ryszard Szambelańczyk**, Nentech
- mgr inż. **Barbara Mulik**, Doradztwo w zakresie bezpieczeństwa i jakości wody
- mgr inż. **Zenon Świgoń**, ekspert RPO, rzeczoznawca PZITS

Czasopismo recenzowane.

Nakład 2 000 egz.

Redakcja zastrzega sobie prawo do skracania artykułów.

Materiałów niezamówionych nie zwracamy.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam i artykułów sponsorowanych.

Wytyczne dla autorów znajdują się na stronie internetowej: 2ktechnologie.pl

Warunki prenumeraty:

Prenumeratę prosimy zamawiać przez biuro@2ktechnologie.pl

WYDARZENIA

- 3 Od systemu kaucyjnego po cyberbezpieczeństwo – POLECO 2026 odpowie na najważniejsze wyzwania branży
- 4 Prawo, ekonomia i technika w służbie nowoczesnej gospodarki wodnej. Ogólnopolska konferencja naukowa w Mrągowie
- 6 We Wrocławiu na Uniwersytecie Przyrodniczym odbyła się V edycja konferencji WaterFolderDay pod hasłem: „Gdzie ludzie łączy woda”
- 8 Pożegnanie Profesora Krzysztofa Chmielowskiego

NAUKA I TECHNIKA

- 9 Powrót do przeszłości – wieloletnia zmarzlina. Część III
- 14 Wpływ regulacji ciśnienia w sieci wodociągowej w Kostrzynie na jej funkcjonowanie oraz poziom oszczędności wody
- 18 Zagospodarowanie wody opadowej za pomocą ogrodów deszczowych
- 26 IV stopień oczyszczania ścieków i innowacyjna dekarbonizacja osadów ściekowych
- 34 Czy specjacja pierwiastków w wodzie ma sens? Część XV – Formy chemiczne siarki w wodzie
- 40 Od elektroodpadów do ochrony zasobów wodnych. Czy DNA stanie się pamięcią przyszłości?
- 46 Porównanie gazowych nośników energii wykorzystywanych w nowoczesnych systemach przetwarzania ścieków, bioodpadów i nadwyżek energii odnawialnej
- 54 Ołów jako niepożądane źródło skażenia wód – analiza danych literaturowych

ZAGADNIENIA PRAWNE

- 58 Ochrona danych osobowych – z perspektywy praktyka. Upoważnienia do przetwarzania danych osobowych – zbędny formalizm czy realny nadzór?
- 62 Odpowiedzialność prawna za działania sztucznej inteligencji w sektorze wodno-kanalizacyjnym
- 64 Europejska woda w liczbach
- 68 Znaczenie stacji zlewnej dla bezpieczeństwa technologicznego komunalnych oczyszczalni ścieków
- 72 CE to za mało. Dokumenty ponadstandardowe jako podstawa rzetelnej weryfikacji oczyszczalni ścieków

PRAKTYKA I EKSPLOATACJA

- 76 CIPP UV LED – nowoczesny standard bezwykopowej renowacji sieci kanalizacyjnych
- 79 Inteligentne systemy pompowania zwiększają niezawodność sieci kanalizacyjnych
- 80 PFAS w ściekach komunalnych – od obowiązku prawnego do odpowiedzialności za całą zlewnię. Studium przypadku PWiK Oborniki
- 83 Cyberbezpieczeństwo OT w przedsiębiorstwach wodociągowych – jak chronić sieci przemysłowe przed cichą infiltracją
- 86 Od norm do praktyki – nowe rozwiązania techniczne w uzdatnianiu wody
- 89 Wody opadowe w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. Dwugłos polsko-niemiecki
- 92 Odzysk wody z popłuczyn: aspekty praktyczne i ekonomiczne
- 96 Hydranty UNO – armatura przeciwpożarowa produkowana w Polsce
- 98 Legionella spp. – niewidzialne ryzyko w wodzie, które zaczyna się od jednego przypadku (ostatnia część cyklu)
- 100 Technologie bezwykopowe – nowoczesna perspektywa renowacji infrastruktury
- 103 Oszczędność czasu – efekt uboczny technologii. Pierwsze pół roku doświadczeń ze skróconym czasem pracy w Wodociągach Chrzanowskich
- 106 Czy istniejące oczyszczalnie mogą spełnić wymagania nowej dyrektywy UE bez kosztownej rozbudowy? Wyniki pilotażu technologii VTA Nanocarbon® (IV stopień oczyszczania ścieków)

Z KART HISTORII

- 109 Historia wodą się toczy

FELIETON

- 111 Retencja zaczyna się od pytania: gdzie znika nasz deszcz?



Strony z reklamami: 25, 33, 39, 45, 52, 53, 61, 67, 76-79, 83-88, 92-97, 99-102, 105-108, 112



Grafika reklamowa na 1. stronie okładowej: Xylem Water Solutions Polska

Szanowni Państwo, Drodzy Czytelnicy,

po wakacyjnej przerwie z przyjemnością oddajemy w Państwa ręce kolejny numer „Technologii Wody”. Wrzesień tradycyjnie otwiera okres wzmożonej aktywności w branży wodociągowo-kanalizacyjnej – rozpoczynają się nowe inwestycje, wracają konferencje i szkolenia, a przedsiębiorstwa przygotowują się do wyzwań związanych z nadchodzącym sezonem jesienno-zimowym. To czas intensywnej pracy, ale również wymiany doświadczeń i poszukiwania nowoczesnych rozwiązań.

Przygotowując bieżące wydanie, postawiliśmy sobie za cel połączenie rzetelnej wiedzy naukowej z praktyką inżynierską. Znajdą w nim Państwo zarówno artykuły prezentujące wyniki badań i nowe kierunki rozwoju technologii, jak i opracowania dotyczące problemów, z którymi na co dzień mierzą się projektanci, eksploatacyjni oraz kadra zarządzająca przedsiębiorstwami wodociągowo-kanalizacyjnymi.

W tym numerze szczególną uwagę poświęcamy racjonalnemu gospodarowaniu wodą i zwiększaniu efektywności systemów. Przedstawiamy doświadczenia związane z regulacją ciśnienia w sieci wodociągowej i jej wpływem na ograniczenie strat wody, a także praktyczne i ekonomiczne aspekty odzysku wody z popłuczyn. Powracamy również do problematyki wód opadowych – zarówno w kontekście ogrodów deszczowych i rozwiązań opartych na naturze, jak i ich miejsca w planowaniu przestrzennym oraz zarządzaniu miastem.

Istotną część wydania stanowią zagadnienia związane z oczyszczaniem ścieków i gospodarką osadową. Autorzy omawiają IV stopień oczyszczania, innowacyjną dekarbonizację osadów oraz możliwości dostosowania istniejących oczyszczalni do nowych wymagań unijnych bez konieczności kosztownej rozbudowy. Uzupełnieniem tej problematyki jest analiza gazowych nośników energii wykorzystywanych w przetwarzaniu ścieków, bioodpadów i nadwyżek energii odnawialnej, a także opracowanie poświęcone znaczeniu stacji zlewnej dla bezpieczeństwa technologicznego oczyszczalni.

W numerze nie zabrakło również tematów dotyczących jakości i bezpieczeństwa wody. Zwracamy uwagę na problem obecności ołowiu w środowisku wodnym, chemiczne formy siarki, zagrożenia związane z bakteriami *Legionella* spp. oraz coraz częściej dyskutowaną obecność PFAS w ściekach komunalnych. Studium przypadku PWiK Oborniki pokazuje, że odpowiedzialność za mikrozanieczyszczenia nie kończy się na granicy oczyszczalni, lecz obejmuje całą zlewnię i wymaga współpracy wielu podmiotów.

Coraz większe znaczenie zyskują także cyfryzacja, automatyzacja i bezpieczeństwo systemów przemysłowych.

W bieżącym wydaniu podejmujemy temat odpowiedzialności prawnej za działania sztucznej inteligencji w sektorze wodociągowo-kanalizacyjnym oraz cyberbezpieczeństwa środowisk OT. Pokazujemy również, jak inteligentne systemy pompowania mogą zwiększać niezawodność sieci kanalizacyjnych i wspierać codzienną eksploatację infrastruktury.

Nie zabrakło również zagadnień prawnych i formalnych. Autorzy analizują praktyczne znaczenie upoważnień do przetwarzania danych osobowych, odpowiedzialność związaną ze stosowaniem sztucznej inteligencji oraz rolę dokumentów ponadstandardowych w rzetelnej weryfikacji oczyszczalni ścieków. W obliczu dynamicznie zmieniających się regulacji dobra znajomość przepisów staje się dziś równie ważna jak wiedza techniczna.

Szczególnie polecamy dział poświęcony praktyce i eksploatacji. Czytelnicy znajdą w nim materiały dotyczące technologii bezwykopowych i renowacji sieci kanalizacyjnych, nowych rozwiązań w uzdatnianiu wody, armatury przeciwpożarowej, a także doświadczeń organizacyjnych Wodociągów Chorzowskich związanych ze skróconym czasem pracy. To przykłady pokazujące, że rozwój branży nie polega wyłącznie na wdrażaniu nowych urządzeń, ale również na doskonaleniu sposobu organizacji pracy, zarządzania zespołami i wykorzystywania czasu.

Życzymy Państwu inspirującej lektury, wielu nowych pomysłów oraz satysfakcji z ich praktycznego wykorzystania. Mamy nadzieję, że przedstawione w tym numerze treści staną się impulsem do dalszego rozwoju, wymiany doświadczeń i podejmowania kolejnych wyzwań na rzecz nowoczesnej i bezpiecznej gospodarki wodnej.

Zapraszamy do lektury!



Od systemu kaucyjnego po cyberbezpieczeństwo – POLECO 2026 odpowie na najważniejsze wyzwania branży



Cyberbezpieczeństwo zakładów komunalnych, system kaucyjny, gospodarka odpadami, biogazownie, recykling i zielona transformacja – to kluczowe tematy POLECO 2026. Międzynarodowe Targi Ochrony Środowiska odbędą się 6-8 października 2026 roku na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich.

Program tegorocznej edycji został przygotowany z myślą o osobach, które na co dzień odpowiadają za rozwój infrastruktury komunalnej, wdrażanie nowych regulacji, inwestycje środowiskowe oraz transformację organizacji w kierunku bardziej zrównoważonego działania. Uczestnicy wydarzeń towarzyszących będą mogli wziąć udział w rozmowach poświęconych m.in. adaptacji do zmian klimatu, systemowi kaucyjnemu, transgranicznemu przemieszczaniu odpadów, metodom selektywnej zbiórki, recyklingowi, biogazowniom oraz bezpieczeństwu infrastruktury komunalnej.

W programie POLECO znajdą się także zagadnienia szczególnie istotne dla samorządów, spółek komunalnych i przedsiębiorstw, w tym ROP i jego konsekwencje dla rynku, PSZOK przyszłości, cyrkularność tworzyw sztucznych, kontrola selektywnej zbiórki odpadów, odpady budowlane i rozbiórkowe, cyfryzacja sektora komunalnego, ADR przy przekazywaniu baterii i odpadów niebezpiecznych, nowe rozporządzenia dotyczące recyklingu i odzysku pojazdów oraz ryzyko, prewencja i ubezpieczenia jako element bezpieczeństwa firm. Ważną częścią wydarzenia będą również spotkania branżowe, rozmowy z ekspertami, wymiana doświadczeń oraz networking B2B, sprzyjające nawiązywaniu nowych kontaktów i budowaniu relacji w sektorze ochrony środowiska.

POLECO to nie tylko debaty o kierunkach zmian, ale także przestrzeń prezentacji konkretnych technologii i usług. Zwiedzający będą mogli zapoznać się z ofertą wystawców reprezentujących obszary takie jak gospodarka obiegu zamkniętego, technika komunalna, odpady i recykling, system kaucyjny, zrównoważony rozwój, klimat, smart cities, woda i ścieki, bezpieczeństwo w branży komunalnej, utrzymanie czystości miast oraz rozwiązania wspierające zieloną transformację.

Na stoiskach firm będzie można zobaczyć zarówno nowoczesne technologie, jak i praktyczne rozwiązania odpowiadające na aktualne potrzeby branży.

z dostawcami technologii i usług oraz znaleźć rozwiązania dla aktualnych wyzwań organizacji.

POLECO jest skierowane do profesjonalistów, którzy na co dzień mierzą się z wyzwaniami ochrony środowiska, gospodarki komunalnej, przemysłu i administracji. Do odwiedzenia targów zapraszamy przedstawicieli administracji rządowej i samorządów, przedsiębiorstw gospodarki komunalnej, zakładów gospodarowania i przetwarzania odpadów, firm recyklingowych i organizacji odzysku, przedsiębiorstw wodociągowych, firm produkcyjnych i przetwórczych, a także firm usługowych. To właśnie tutaj znajdą praktyczne rozwiązania, technologie i wiedzę, które mogą realnie wesprzeć ich codzienną pracę oraz planowane inwestycje.

Targi są również miejscem spotkań dla osób odpowiedzialnych za zarządzanie odpadami w sektorze FMCG, przedstawicieli sieci detalicznych, izb i stowarzyszeń branżowych, konsultingu środowiskowego i prawnego, instytucji bankowych i finansowych, klastrów i grup zakupowych, a także reprezentantów świata nauki i mediów. POLECO tworzy przestrzeń do rozmów o konkretnych potrzebach rynku, wymiany doświadczeń z praktykami oraz nawiązywania wartościowych relacji biznesowych i zawodowych.

Skala poprzedniej edycji pokazuje, że POLECO jest jednym z ważnych miejsc spotkań branży ochrony środowiska w Polsce. W 2025 roku wydarzenie zgromadziło 5,5 tys. uczestników, ponad 200 wystawców z 7 krajów, 18 tys. m² ekspozycji, a program objął 25 paneli dyskusyjnych i konferencji z udziałem 125 prelegentów.

Tegoroczna edycja POLECO odbędzie się równolegle z Targami Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu GARDENIA. Dzięki jednemu biletowi uczestnicy będą mogli odwiedzić oba wydarzenia, poszerzając zakres inspiracji i kontaktów branżowych.

Udział w wydarzeniu dla profesjonalistów jest bezpłatny.

Prawo, ekonomia i technika w służbie nowoczesnej gospodarki wodnej. Ogólnopolska konferencja naukowa w Mrągowie

Magdalena Wełnic

W dniach 11-13 czerwca 2026 r. Mrągowo stało się miejscem ogólnopolskiej debaty poświęconej najważniejszym wyzwaniom stojącym przed sektorem wodociągowo-kanalizacyjnym. Konferencja naukowa „Prawo, ekonomia i technika w zarządzaniu zasobami wodnymi – wyzwania regulacyjne i infrastrukturalne sektora wodociągowego”, zorganizowana przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Mrągowie pod patronatem naukowym Wydziału Prawa i Ekonomii Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, zgromadziła przedstawicieli świata nauki, administracji publicznej oraz praktyków branży wodno-kanalizacyjnej. Wydarzenie miało również szczególny wymiar jubileuszowy, ponieważ towarzyszyło obchodom 30-lecia działalności mrągowskiego przedsiębiorstwa wodociągowego, którym od samego początku kieruje mgr inż. Andrzej Wołosz – Dyrektor Zarządu Spółki.

Program konferencji został skonstruowany wokół trzech wzajemnie przenikających się obszarów: prawa, ekonomii oraz techniki. Taka formuła pozwoliła na wieloaspektowe spojrzenie na problemy, z jakimi mierzą się współczesne przedsiębiorstwa odpowiedzialne za zaopatrzenie mieszkańców w wodę oraz odprowadzanie ścieków.

Wystąpienie otwierające konferencję wygłosił Paweł Sikorski – Prezes Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie”. Jego wystąpienie zatytułowane „Strategia branży wobec zmian legislacyjnych 2026” koncentrowało się na odniesieniu danych ekonomicznych, w tym dotyczących kondycji przedsiębiorstw wod-kan do obowiązków, jakie będą nakładane na te podmioty.

Kolejne wystąpienie Ewy Kamieńskiej – Dyrektora Departamentu Ochrony Wód było poświęcone źródłom i możliwościom w zakresie pozyskiwania środków do finansowania różnego rodzaju inwestycji i przedsięwzięć w obszarze infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej.

Znaczną część obrad poświęcono zagadnieniom legislacyjnym i regulacyjnym. Pierwszy panel został poświęcony

wod-kan w kontekście kontroli prowadzonych przez inspekcję ochrony środowiska przybliżył dr hab. Zbigniew Bukowski, prof. UKW. Prelegent przedstawił dane statystyczne oraz wnioski, jakie z nich wypływają zarówno te pozytywne, jak i negatywne. Uczestnicy mogli również zapoznać się z analizą dotyczącą prawnych aspektów zagospodarowania osadów ściekowych, przedstawioną przez dr. Jędrzeja Bujnego, a także z wystąpieniem adw. dr Magdaleny Wełnic (UKW) poświęconym granicom odpowiedzialności deliktowej przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, które koncentrowało się na omówieniu podejścia sądów do kwestii przesłanek uwalniających od odpowiedzialności.

Nie mniej istotne były zagadnienia ekonomiczne. Prof. dr hab. Sławomir Kamosiński zwrócił uwagę na rolę budowania marki przedsiębiorstw świadczących usługi publiczne, wskazując na znaczenie reputacji i zaufania społecznego w działalności sektora komunalnego. O wyzwaniach związanych z regulacją taryf wodno-ściekowych w warunkach zmienności gospodarczej mówiła dr Bogumiła Ropińska, natomiast dr Maryla Bieniek-Majka przedstawiła spółdzielczość energetyczną jako potencjalne narzędzie ograniczania kosztów funkcjonowania przedsiębiorstw wodociągowych. Panel zakończony został dyskusją moderowaną przez mgr. Grzegorza Gałabudę.

Ważnym elementem debaty były również kwestie związane z jakością wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Temat wdrażania unijnej dyrektywy 2020/2184/UE oraz obecności substancji endokrynnie czynnych w wodzie pitnej przedstawił dr hab. Maciej Nyka, szczegółowo omawiając ryzyko chorób, jakie mogą się pojawić na skutek przekroczenia wartości określonych substancji i ich związków w wodzie pitnej. Natomiast prof. dr hab. Elżbieta Zębek omówiła standardy jakości wody w świetle implementacji nowych regulacji europejskich, zwracając uwagę w szczegól-

We Wrocławiu na Uniwersytecie Przyrodniczym odbyła się V edycja konferencji WaterFolderDay pod hasłem: „Gdzie ludzi łączy woda”

Konferencja skupia się wokół tematu wody, odpowiedzialności, inwestycji, technologii oraz zieleni. Konferencję otworzył Tomasz Grochowski, prezes RetencjaPL mówiąc o wodzie, która łączy również wokół projektów, urządzeń czy nowych narzędzi, a wśród nich nowych kalkulatorów na platformie WaterFolder, które rozpoczęły zielono-niebieski kierunek rozwoju platformy. Wśród nowych narzędzi znalazł się kalkulator ogrodów deszczowych: waterfolder.com/pl/kalkulatory/ogrody-deszczowe czy kalkulator muld i powierzchni infiltracyjnych: waterfolder.com/pl/kalkulatory/muldy-i-pow-infiltracyjne.

Przy okazji rozwoju platformy WaterFolder warto wspomnieć o partnerach, którzy uwierzyli w potrzebę powstania nowoczesnych narzędzi i zapoczątkowali działanie platformy. W tym roku do platformy dołączyło kilku nowych partnerów, dzięki czemu na polskiej platformie jest już dostępnych ponad 20 kalkulatorów, które wspierają proces doboru urządzeń do inwestycji.

A o tym jak ważna jest woda w procesie inwestycji opowiedziała Renata Woźniak-Vecchie w swoim wykładzie inauguracyjnym: Woda jako dobro wspólne w procesie inwestycyjnym.

Zarządzanie wodami powinno być dziś jednym z kluczowych elementów planowania inwestycji. Odpowiednie potraktowanie wód opadowych w mieście wymaga współpracy m.in. z urbanistami, drogowcami, architektami krajobrazu, zarządzaniem kryzysowym, itd. Jak rozpocząć i kształtować taką współpracę, żeby w miastach żyło się lepiej? Czy jest to w ogóle możliwe i... zgodne z obowiązującym prawem? – na te pytania odpowiedziała prelegentka otwierając V edycję konferencji.

Następnie warsztaty ruszyły na 4 salach. W tym roku na jednej z nich odbyły się 3 debaty.

Deбата pierwsza poświęcona była roli administracji samorządowej w przekładaniu miejskiej polityki wodnej na konkretne decyzje planistyczne, inwestycyjne i organizacyjne: od standardów retencji i odwodnienia po współpracę z projektan-

skutecznych narzędzi realizowania polityki adaptacji do zmian klimatu i skalowania działań na całe miasto.

Deбата trzecia „Dialog między branżami – bariery i dobre przykłady współpracy” poświęcona była analizie tego, jak dziś wygląda współpraca pomiędzy kluczowymi uczestnikami procesu inwestycyjnego i zarządzania wodą w mieście. Uczestnicy rozmawiali o najczęstszych trudnościach organizacyjnych, formalnych i komunikacyjnych, ale także o dobrych praktykach oraz przykładach skutecznego partnerstwa, które pozwoliły wdrożyć rozwiązania zwiększające retencję i bezpieczeństwo wodne.

Deбата była okazją do wymiany doświadczeń i spojrzenia na proces inwestycyjny z różnych perspektyw – od planowania i projektowania, przez uzgodnienia administracyjne, po realizację i utrzymanie infrastruktury. Rozmowa skoncentrowała się również na tym, jak budować efektywny dialog między branżami oraz jakie działania są niezbędne, aby w polskich miastach powstawało więcej projektów retencyjnych i rozwiązań opartych na naturze, poprawiających bezpieczeństwo i jakość życia mieszkańców.

Deбаты przedzierały wykłady dotyczące spraw formalno-prawnych. Rozmawialiśmy o pozwoleniach wodnoprawnych, PFU czy odpowiedzialności prawnej. Swoim doświadczeniem podzieliła się Lucyna Osuch-Chacińska, Adam Stępkowski oraz Jędrzej Bujny.

W sali drugiej królowała zielono-niebieska infrastruktura, sesję tę rozpoczęła więc Monika Pec-Święcicka z Zarządu Zieleni we Wrocławiu, który był w tym roku współgospodarzem konferencji. Jak zagospodarować wodę zanim (lub jeżeli w ogóle) trafi do kanalizacji deszczowej pokazywała Pani Monika na przykładach z Wrocławia. Dużym zainteresowaniem cieszył się wykład Pani Ewy Burszty-Adamik, która próbowała odpowiedzieć na pytanie, czy zielono-niebieska infrastruktura działa.

Trzecia sala warsztatowa to szkolenia wokół infrastruktury, rozpoczęliśmy od pompowni i zbiorników retencyjnych,

Pożegnanie Profesora Krzysztofa Chmielowskiego

Z ogromnym smutkiem i niedowierzaniem przyjąłem wiadomość o śmierci prof. dr hab. inż. Krzysztofa Chmielowskiego. W dniu 4 czerwca 2026 roku odszedł człowiek wyjątkowy – wybitny naukowiec, autorytet w dziedzinie gospodarki ściekowej, oczyszczania ścieków, zagospodarowania osadów oraz wykorzystania procesów fermentacji metanowej do produkcji zielonej energii. Odeszła również osoba, którą wielu z nas zapamięta przede wszystkim jako człowieka niezwykle życzliwego, skromnego i serdecznego.

Profesor Krzysztof Chmielowski przez ostatnie lata związany był m.in. z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie, gdzie swoją wiedzę i doświadczeniem kształcił kolejne pokolenia inżynierów. Jego działalność naukowa nie zamykała się jednak w murach uczelni. Należał do grona tych nielicznych naukowców, którzy potrafili skutecznie łączyć świat badań i teorii z codzienną praktyką przedsiębiorstw komunalnych oraz samorządów. Dzięki temu jego dorobek miał realny wpływ na rozwój nowoczesnej gospodarki wodno-ściekowej w Polsce.

Miałem zaszczyt współpracować z Profesorem przez wiele lat przy realizacji opinii, ekspertyz i projektów związanych z działalnością Wodociągów Chrzanowskich. Za każdym razem imponowała mi nie tylko jego ogromna wiedza, ale także sposób, w jaki ją przekazywał. Nigdy nie budował dystansu wynikającego ze swojego autorytetu. Z uwagą słuchał, zadawał pytania i szukał rozwiązań. Potrafił sprawić, że nawet najbardziej skomplikowane zagadnienia technologiczne stawały się zrozumiałe, a trudne problemy znajdowały praktyczne i racjonalne rozwiązania. Profesor był człowiekiem prawdziwie oddanym swojej pracy. Z pasją mówił o nowych technologiach, gospodarce obiegu zamkniętego, wykorzystaniu energii zawartej w odpadach czy wyzwaniach związanych ze zmianami klimatycznymi. Dostrzegał przyszłość tam, gdzie inni widzieli jedynie problemy. Wskazywał kierunki rozwoju, inspirując do odważnego myślenia i poszukiwania innowacyjnych rozwiązań.

Jednak to nie imponujący dorobek naukowy, liczne publikacje czy eksperckie



Powrót do przeszłości – wieloletnia zmarzlina. Część III

Return to the past – permafrost. Part III

Antonina Kozłowska, Joanna Zembruska

Streszczenie

Tematyka dotycząca wieloletniej zmarzliny, od czasu jej odkrycia stanowi intrygujący, a zarazem nie zawsze adekwatnie rozumiany obszar. Zjawisko to definiujemy obecnie jako stan termiczny, utrzymujący się w danym okresie, materiału budulcowego, z którego jest ona złożona. Na przestrzeni czasu dyskusyjna okazała się również stosowana do opisu zagadnienia terminologia. Ostatnie dekady okazały się wyjątkowo owocne dla poszerzenia wiedzy o wiecznej zmarzlinie znajdującej się na naszych rodzimych terenach w obrębie obszaru Suwałk oraz tatrzańskiego pasma górskiego. Wraz z dynamicznie rozwijającymi się zmianami klimatu istotną staje się analiza potencjalnych konsekwencji degradacji wieloletniej zmarzliny dla środowiska naturalnego oraz jego mieszkańców.

Słowa kluczowe: wieloletnia zmarzlina, terminologia, Tatry

Abstract

The topic regarding permafrost, ever since its discovery, has made up for an intriguing, as well as not always adequately comprehended, area. The phenomenon is defined as a thermal state, maintained for a certain period, of the material that it is made up of. In the span of time, what also became debatable was the terminology used to describe the matter. The last few decades have become extraordinarily fruitful in terms of expanding our knowledge about the permafrost that can be found in our native areas, within the Suwałki and Tatra mountains region. Along with the dynamically developing climate changes, it becomes crucial to analyze the potential consequences of the degradation of permafrost for the environment as well as its inhabitants.

Keywords: permafrost, terminology, Tatra Mountains

Czym jest wieloletnia zmarzlina?

Wieloletnia zmarzlina, nazywana również permafrostem, ze względu na swoją specyfikę stanowi kłopotliwe zjawisko do jednoznacznej klasyfikacji w obrębie struktury ziemskiej. Obecnie definiuje się ją jako obszar składający się z gleby, piasku, osadu lub skały, w którego obrębie przez co najmniej dwa następujące po sobie lata utrzymywały się temperatury poniżej 0°C. Niemal wszystkie takowe obszary znajdują się na lądzie, z wyjątkiem części znajdującej się pod powierzchnią arktycznego szelfu kontynentalnego, która występuje pod wodą. Grubość zamrożonej warstwy jest zmienna i występuje w granicach od poniżej 1 m do powyżej 1500 m. Co ciekawe, współcześnie jedynym parametrem wykorzystywanym do klasyfikacji wieloletniej zmarzliny jest temperatura utrzymująca się przez konkretny okres na analizowanym obszarze. Elementy, takie jak wilgotność ziemi, a więc ilość zawartej w niej wody, obecność utrzymującego się na jej powierzchni śniegu bądź lokalizacja struktury, nie wpływają na uznanie przynależności danej powierzchni do kategorii wieloletniej zmarzliny [1].

Czynniki mające wpływ na rozległość obszaru permafrostu to niejednorodności występujące w pokrywie śniegowej znajdującej się na powierzchni części z nich, roślinność obecna na danym obszarze, budowa terenu, właściwości materiału budulcowego, czy też hydrologia terenu. Ze względu na rozproszenie ziemi dotkniętej wieloletnią zmarzliną na danym obszarze wyróżniamy poszczególne strefy, najczęściej definiowane przez udział procentowy permafrostu w ich powierzchni: ciągłą (90-100%), nieciągłą (50-90%), sporadyczną (10-50%) oraz

odizolowane połacie (do 10%). Podział na strefy stosuje się przede wszystkim do celów kartograficznych (rysunek 1).

Rzeczywisty skumulowany obszar zamrożony jest znacznie mniejszy w stosunku do obszaru, na jaki sumują się strefy, czego brak zrozumienia prowadzi do przypisywania w literaturze błędnych danych w stosunku do omawianych pojęć. Do samego końca roku 2020 spośród artykułów cytujących główne prace (Zhang et al. (2000) [3], Gruber (2012) [4], Obu, Westermann, Bartsch, et al. (2019) [5]) zawierających statystyczne dane na temat powierzchni poszczególnych obszarów, niemal 73% z 79 artykułów cytowało błędne wartości w stosunku do poruszanych kwestii.

Łącznie wszystkie strefy, na których to rozproszona jest wieloletnia zmarzlina, zajmują przypuszczalnie 23,9% powierzchni lądowej północnej półkuli, natomiast właściwa powierzchnia zamrożona dla tego samego obszaru stanowi około 15%, co globalnie przekłada się na 11% powierzchni Ziemi [6].

Pierwotnie permafrost opisywano jako podziemne złodowacenie. Obecnie ta forma charakterystyki zjawiska jest uważana za nieadekwatną. W przypadku złodowacenia efektem akumulacji masy lodowej jest powstanie lodowców. W kontekście zmarzliny mamy do czynienia z akumulacją nie lodu, a utrzymującego się w obrębie struktury chłodu. Budowa permafrostu jest związana z gradientem temperatur występujących w jej objętości. Z reguły wewnątrz obszaru utrzymują się ujemne temperatury, natomiast zarówno u podstawy, jak i przy powierzchni znajdują się warstwy graniczne utrzymujące temperaturę 0°C. Warstwy te stanowią bariery chroniące obszar przed wpływem temperatury zewnętrznej panującej

Wpływ regulacji ciśnienia w sieci wodociągowej w Kostrzynie na jej funkcjonowanie oraz poziom oszczędności wody

Impact of pressure regulation in the water distribution network in Kostrzyn on its operation and level of water savings

Monika Wojciechowska, Izabela Kruszelnicka, Wojciech Nowicki

Streszczenie

Regulacja ciśnienia w systemach wodociągowych stanowi jedno z najważniejszych narzędzi ograniczania strat wody oraz poprawy efektywności eksploatacyjnej infrastruktury. W niniejszej pracy przedstawiono analizę wpływu zmian ciśnienia w sieci wodociągowej w Kostrzynie na jej funkcjonowanie oraz poziom oszczędności wody. Badania oparto na danych pomiarowych pozyskanych w ramach „Dnia Wody 2025”, obejmujących przebiegi ciśnienia i przepływu w funkcji czasu. Wykazano, że redukcja ciśnienia na poziomie około 0,5-0,6 bar (ok. 15%) doprowadziła do ograniczenia przepływów nocnych o 15-20%, co wskazuje na istotne zmniejszenie strat wody. Jednocześnie zaobserwowano poprawę stabilności pracy systemu oraz ograniczenie wahań ciśnienia. Wyniki potwierdzają wysoką skuteczność regulacji ciśnienia jako narzędzia zarządzania sieciami wodociagowymi.

Słowa kluczowe: regulacja ciśnienia, sieć wodociągowa, straty wody, przepływ nocny, efektywność systemu

Abstract

Pressure regulation in water supply systems is one of the most important tools for reducing water losses and improving infrastructure operational efficiency. This paper presents an analysis of the impact of pressure changes in the Kostrzyn Wielkopolski water supply network on its operation and water savings. The study was based on measurement data obtained as part of "Water Day 2025", covering pressure and flow patterns over time. It was demonstrated that a pressure reduction of approximately 0.5-0.6 bar (approx. 15%) led to a 15-20% reduction in nighttime flows, indicating a significant reduction in water losses. Simultaneously, improved system stability and reduced pressure fluctuations were observed. The results confirm the high effectiveness of pressure regulation as a management tool for water supply networks.

Keywords: pressure regulation, water distribution network, water losses, night flow, system efficiency

1. Wstęp

Systemy wodociągowe pełnią kluczową rolę w funkcjonowaniu współczesnych społeczeństw, zapewniając ciągły i bezpieczny dostęp do wody przeznaczonej zarówno do celów bytowych, jak i gospodarczych. Ich prawidłowe działanie warunkuje nie tylko komfort życia mieszkańców, ale również rozwój przemysłu, usług oraz rolnictwa. Zapewnienie dostępu do bezpiecznej wody pitnej stanowi jeden z podstawowych elementów ochrony zdrowia publicznego [1].

Efektywność eksploatacyjna systemów wodociągowych ma bezpośredni wpływ na koszty ich funkcjonowania. Straty wody, określane jako woda niedochodowa (Non-Revenue Water – NRW), stanowią istotny problem techniczny i ekonomiczny. Współczesne podejścia do zarządzania sieciami wodociagowymi wskazują, że skuteczne ograniczanie strat wymaga zintegrowanych działań obejmujących zarówno aspekty techniczne, jak i organizacyjne [2].

Straty wody wynikają przede wszystkim z nieszczelności infrastruktury, awarii przewodów oraz niedoskonałości systemów pomiarowych. Szczególne znaczenie mają wycieki ukryte, które mogą pozostawać niewykryte przez długi czas, powodując znaczne straty wody. W ostatnich latach coraz częściej wykorzystuje się zaawansowane metody analizy danych oraz sztuczną inteligencję do ich wykrywania i ograniczania [3].

Jednym z kluczowych parametrów wpływających na wielkość strat jest ciśnienie w sieci wodociągowej. Badania wskazują, że nadmierne ciśnienie prowadzi do zwiększenia intensywności wycieków oraz przyspiesza degradację infrastruktury. Jednocześnie optymalizacja ciśnienia pozwala na istotne ograniczenie strat wody oraz poprawę efektywności systemu [4].

Zależność pomiędzy ciśnieniem a wielkością wycieków ma charakter nieliniowy, co oznacza, że nawet niewielkie zmiany ciśnienia mogą prowadzić do znaczących efektów w zakresie ograniczenia strat. Współczesne badania wskazują, że zastosowanie zaawansowanych metod optymalizacji, takich jak sterowanie zaworami redukcyjnymi, pozwala na skuteczne zarządzanie tym parametrem [5]. Istotny wpływ na możliwość skutecznej regulacji ciśnienia w sieci wodociągowej ma zatem strefowanie, szczególnie ważne przy występowaniu przewyższeń wysokościowych. Im większe różnice rzędnych terenu, tym trudniejsze staje się utrzymanie stabilnych i ekonomicznie uzasadnionych poziomów ciśnienia, co zwiększa straty wody i awaryjność sieci (każde 10 m różnicy wysokości odpowiada zmianie ciśnienia o ok. 0,1 MPa (1 bar), co w praktyce powoduje istotne problemy eksploatacyjne w sieciach o zróżnicowanej topografii). Brak strefowania w sieciach o zróżnicowanej topografii prowadzi między innymi do konieczności utrzymania wysokiego ciśnienia „dla punktu najwyższego”, chronicznego nadciśnienia w punktach najniższej położonych,

Zagospodarowanie wody opadowej za pomocą ogrodów deszczowych

Rainwater management using rain gardens

Julia Minicka, Tomasz Schiller

Streszczenie

Rosnąca intensywność opadów oraz wysoki stopień uszczelniania powierzchni na terenach zurbanizowanych powodują konieczność stosowania rozwiązań ograniczających odpływ wód opadowych do systemu kanalizacji i zwiększających lokalną retencję. W pracy pokazano koncepcje zagospodarowania wód opadowych za pomocą systemów retencji oraz infiltracji, przede wszystkim z wykorzystaniem ogrodu deszczowego jako głównego systemu odbioru wody opadowej. Wielkość odpływu wyznaczono na podstawie deszczu miarodajnego, zgodnie z wytycznymi IMGW oraz obowiązującymi normami projektowymi. Porównano dwa warianty koncepcyjne zagospodarowania wód opadowych. W wariantcie I zaproponowano ogród deszczowy współpracujący ze zbiornikiem retencyjnym z odpływem zdławionym, przeznaczonym do czasowego magazynowania wód opadowych. W wariantcie II zastosowano ogród deszczowy zintegrowany z dachem zielonym typu ekstensywnego oraz ogrodem wertykalnym, pełniącymi funkcję uzupełniającą system.

Przeprowadzona analiza porównawcza wykazała, że wariant II charakteryzuje się mniejszym obciążeniem hydraulicznym systemu odwodnienia. Zastosowanie dachu zielonego istotnie ogranicza ilość wód kierowanych do ogrodu deszczowego, natomiast elementy zielonej infrastruktury poprawiają lokalny bilans wodny i warunki środowiskowe terenu.

Słowa kluczowe: zagospodarowanie wód opadowych, ogrody deszczowe, zielona infrastruktura

Abstract

Increasing rainfall intensity and a high degree of surface sealing in urban areas make it necessary to implement solutions that reduce a discharge of rainwater into a sewerage system and increase local retention. This paper presents concepts for rainwater management using retention and infiltration systems, primarily utilising a rain garden as a main rainwater collection system. The runoff volume was determined on the basis of a design rainfall, in accordance with IMGW guidelines and applicable design standards. Two conceptual variants of rainwater management were compared. Option I proposed a rain garden working in conjunction with a retention tank with a throttled outflow, designed for the temporary storage of rainwater. Option II utilised a rain garden integrated with an extensive green roof and a vertical garden, which served as a complementary system.

A comparative analysis showed that Option II is characterised by a lower hydraulic load on the drainage system. The use of a green roof significantly reduces the volume of water directed to the rain garden, whilst the green infrastructure elements improve the local water balance and environmental conditions of the site.

Keywords: stormwater management, rain gardens, green infrastructure

1. Wprowadzenie

Zagospodarowanie wody opadowej za pomocą ogrodów deszczowych stanowi rozwiązanie, które spotyka się z tendencją wdrażania zrównoważonych strategii gospodarki wodami opadowymi w środowisku miejskim. Intensyfikacja zjawisk ekstremalnych, w tym ulew i nawałnic, powoduje przeciążenie systemów kanalizacji deszczowej, skutkując lokalnymi podtopieniami oraz degradacją jakości wód powierzchniowych. W literaturze podkreśla się, że „zastosowanie zielonej infrastruktury pozwala na częściowe odciążenie systemów kanalizacyjnych, a jednocześnie sprzyja zwiększaniu powierzchni biologicznie czynnych” [1]. Ogrody deszczowe, jako elementy nisko inwazyjnej infrastruktury zielonej (ang. *low-impact development – LID*), umożliwiają retencję, infiltrację oraz naturalne oczyszczanie wód opadowych, zmniejszając przepływy szczytowe i obciążenie sieci kanalizacyjnej (rysunek 1). Ich implementacja wspiera również poprawę parametrów ekologicznych przestrzeni miejskiej poprzez m.in. zwiększenie bioróżnorodności i poprawę mikroklimatu. Informowanie o cechach i korzyściach stosowania tego rozwiązania

technicznego może mieć wpływ na częstsze podejmowanie decyzji o jego zastosowaniu. Z kolei zastosowanie tego rozwiązania pełni ważną funkcję edukacyjną i społeczną, zwiększając świadomość mieszkańców na temat roli retencji i infiltracji oraz promując zachowania proekologiczne.

Celem niniejszej pracy jest pokazanie koncepcji systemu zagospodarowania wód opadowych na terenie centrum handlowego z wykorzystaniem elementów zielonej infrastruktury. Praca zmierza do oceny możliwości efektywnego zagospodarowania spływów pochodzących z powierzchni utwardzonych, w tym przede wszystkim z dachu budynku, nawierzchni z kostki brukowej oraz powierzchni parkingowej, poprzez zastosowanie rozwiązań bazujących na retencji, infiltracji i naturalnych procesach filtracyjnych.

Elementem zrealizowania zamierzonego celu pracy jest porównanie dwóch wariantów koncepcyjnych, różniących się konfiguracją zastosowanych systemów retencji. Wariant I zakłada ogród deszczowy połączony ze zbiornikiem retencyjnym pełniącym funkcję buforową dla wód opadowych, pozwalającym na ich gromadzenie i kontrolowane wykorzystanie. Wariant II oparto na ogrodzie deszczowym zintegrowany z systemem

IV stopień oczyszczania ścieków i innowacyjna dekarbonizacja osadów ściekowych

Quaternary wastewater treatment and innovative strategies for sewage sludge decarbonization

Anna Grobelak, Aleksandra Wypart-Pawul, Klaudia Całus-Makowska, Karolina Herczyk, Wiktoria Noszczyk, Stanisław Malinowski

Streszczenie

Rosnąca presja na zasoby wodne, obecność mikrozanieczyszczeń oraz wymagania Dyrektywy UE 2024/3019 wymuszają rozwój nowoczesnych technologii oczyszczania ścieków. Artykuł omawia rolę IV stopnia oczyszczania w usuwaniu substancji wskaźnikowych, w tym farmaceutyków, z wykorzystaniem technologii takich jak ozonowanie, adsorpcja na węglu aktywnym, procesy AOP, techniki membranowe i układy hybrydowe. Wskazano, że klasyczne oczyszczanie mechaniczno-biologiczne jest niewystarczające wobec trwałych mikrozanieczyszczeń, m.in. karbamazepiny czy benzotriazoli. Drugim obszarem analizy jest dekarbonizacja gospodarki osadowej poprzez ograniczanie emisji gazów cieplarnianych i energochłonności procesów. Szczególną uwagę poświęcono hydrotermalnej karbonizacji HTC, umożliwiającej przekształcanie osadów w hydrochar bez pełnego suszenia. Podkreślono również znaczenie bioreaktorów membranowych MBR w poprawie jakości odpływu i przygotowaniu ścieków do IV stopnia oczyszczania. Artykuł wskazuje, że przyszłość oczyszczalni ścieków opiera się na podejściu systemowym, łączącym usuwanie mikrozanieczyszczeń, odzysk zasobów i gospodarkę obiegu zamkniętego.

Słowa kluczowe: czwartorzędowe oczyszczanie ścieków, gospodarka osadowa, mikrozanieczyszczenia, Dyrektywa (UE) 2024/3019, HTC, MBR, dekarbonizacja, hydrochar

Abstract

Increasing pressure on water resources, the presence of micropollutants in municipal wastewater, and the requirements of Directive (EU) 2024/3019 necessitate the development of advanced wastewater treatment technologies. This article discusses the role of quaternary treatment in the removal of indicator substances, including pharmaceuticals, using technologies such as ozonation, activated carbon adsorption, advanced oxidation processes (AOPs), membrane techniques, and hybrid systems. It highlights that conventional mechanical-biological treatment is insufficient for the removal of persistent micropollutants, including carbamazepine and benzotriazoles. The second area of analysis concerns the decarbonization of sewage sludge management through the reduction of greenhouse gas emissions and energy consumption. Particular attention is given to hydrothermal carbonization (HTC), which enables the conversion of sludge into hydrochar without the need for complete prior drying. The importance of membrane bioreactors (MBR) in improving effluent quality and preparing wastewater for quaternary treatment is also emphasized. The article concludes that the modernization of wastewater treatment plants requires a systemic approach combining micropollutant removal, resource recovery, and circular economy principles.

Keywords: quaternary wastewater treatment, micropollutants, pharmaceuticals, sewage sludge management, hydrothermal carbonization, HTC, MBR, decarbonization, resource recovery, circular economy

1. Wprowadzenie

Współczesne oczyszczalnie ścieków komunalnych funkcjonują obecnie w coraz większej presji środowiskowej, technologicznej i prawnej. Oczyszczalnia nie może być już traktowana wyłącznie jako instalacja do obniżenia BZT₅, ChZT, zawiesiny oraz związków azotu i fosforu. Klasyczny model oczyszczalni ścieków staje się niewystarczający do usuwania nowych zanieczyszczeń, które są obecne w śladowych ilościach, jak farmaceutyki, substancje endokrynnie czynne (EDC; estrogeny, androgeny, progestageny, bisfenole, ftalany, alkilo- i oktylofenole i inne), PFASy, pozostałości środków higieny osobistej, mikroplastiki, czy produkty transformacji powstające podczas oczyszczania ścieków [1]. Oczyszczalnie stopniowo stają się obiektami środowiskowo-energetycznymi, których funkcją jest jednocześnie: ochrona odbiorników wodnych przed mikrozanieczyszczeniami, ograniczanie emisji gazów cieplarnianych, odzysk wody, energii i surowców oraz minimalizacja oddziaływania gospodarki osadowej.

Istotnym impulsem do transformacji sektora ściekowego jest przyjęcie Dyrektywy (UE) 2024/3019, która zmienia dotychczasowe podejście do oczyszczania ścieków komunalnych. Nowe przepisy rozszerzają zakres wymagań na mniejsze aglomeracje, wzmacniają oczyszczanie trzeciego stopnia, wprowadzają obowiązek usuwania wybranych mikrozanieczyszczeń w ramach oczyszczania czwartorzędowego oraz wiążą sektor ściekowy z celami neutralności energetycznej i redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Obowiązek oczyszczania czwartorzędowego wynika z art. 8 Dyrektywy (UE) 2024/3019. Dotyczy on usuwania wybranych mikrozanieczyszczeń ze ścieków komunalnych, a wymóg ten ma obejmować przede wszystkim większe oczyszczalnie, tj. obiekty obsługujące co najmniej 150 000 RLM, a także oczyszczalnie od 10 000 RLM, jeżeli analiza ryzyka wskazuje na zagrożenie dla środowiska lub zdrowia ludzi. Wdrażanie obowiązków ma mieć charakter etapowy, z docelowym terminem do 2045 r. [2]. Ponadto Komisja Europejska wskazuje, że IV stopień oczyszczania ma być finansowany

Czy specjacja pierwiastków w wodzie ma sens?

Część XV – Formy chemiczne siarki w wodzie

Does the speciation of elements in water make sense? Part XV – Chemical forms of sulfur in water

Jacek Rogalski, Paweł Rychlewski, Natalia Siwińska, Joanna Zembrzuska

Streszczenie

Siarka należy do grupy pierwiastków biogenych o fundamentalnym znaczeniu dla funkcjonowania biosfery, stanowiąc nieodzowny składnik wszystkich organizmów żywych. W środowisku naturalnym występuje w szerokim spektrum form chemicznych, obejmujących zarówno związki nieorganiczne, jak i organiczne, w których przyjmuje stopnie utlenienia od -2 do +6. Zdolność do występowania w tak zróżnicowanych stanach redoks sprawia, że siarka uczestniczy w licznych procesach geochemicznych i biologicznych, odgrywając kluczową rolę w globalnym obiegu materii pomiędzy atmosferą, hydrosferą, litosferą i biosferą.

Znaczenie biologiczne siarki wynika przede wszystkim z jej udziału w budowie aminokwasów siarkowych, białek, enzymów, koenzymów oraz szeregu metabolitów o istotnych funkcjach fizjologicznych. Pierwiastek ten warunkuje prawidłowy przebieg procesów metabolicznych, wpływa na wzrost, rozwój i zdolności adaptacyjne organizmów żywych. Szczególne znaczenie przypisuje się siarce w metabolizmie roślin, gdzie stanowi niezbędny element syntezy związków odpowiedzialnych za efektywność procesów fotosyntetycznych, gospodarkę azotową oraz reakcje obronne wobec czynników stresowych.

W środowisku wodnym siarka występuje w wielu formach chemicznych, między innymi jako siarczany(VI), siarczany(IV), siarczki, siarkowodor oraz związki organiczne zawierające ten pierwiastek. Poszczególne formy różnią się mobilnością, biodostępnością, reaktywnością oraz potencjalnym oddziaływaniem na organizmy wodne i procesy zachodzące w ekosystemach. Z tego względu szczególnego znaczenia nabiera specjacja siarki, rozumiana jako identyfikacja i oznaczanie jej indywidualnych form chemicznych. Analiza specjacyjna dostarcza cennych informacji dotyczących przemian biogeochemicznych zachodzących w środowisku wodnym, umożliwia dokładniejszą ocenę jakości wód oraz stanowi istotne narzędzie w badaniach ekologicznych, hydrochemicznych i środowiskowych.

Słowa kluczowe: siarka, specjacja siarki, formy chemiczne siarki, makroskładniki

Abstract

Sulfur belongs to the group of biogenic elements of fundamental importance for the functioning of the biosphere, constituting an indispensable component of all living organisms. In the natural environment, it occurs in a wide spectrum of chemical forms, including both inorganic and organic compounds, in which it exhibits oxidation states ranging from -2 to +6. The ability of sulfur to exist in such diverse redox states enables its participation in numerous geochemical and biological processes, playing a pivotal role in the global cycling of matter among the atmosphere, hydrosphere, lithosphere, and biosphere.

The biological significance of sulfur arises primarily from its involvement in the structure of sulfur-containing amino acids, proteins, enzymes, coenzymes, and a variety of metabolites with essential physiological functions. This element is indispensable for the proper functioning of metabolic pathways and influences the growth, development, and adaptive capacity of living organisms. Sulfur is of particular importance in plant metabolism, where it serves as an essential component in the synthesis of compounds responsible for photosynthetic efficiency, nitrogen utilization, and defense responses against biotic and abiotic stress factors.

In aquatic environments, sulfur exists in various chemical forms, including sulfates, sulfites, sulfides, hydrogen sulfide, and sulfur-containing organic compounds. These species differ in their mobility, bioavailability, reactivity, and potential impact on aquatic organisms and ecosystem processes. Therefore, sulfur speciation, understood as the identification and determination of individual chemical forms of sulfur, has gained considerable importance. Speciation analysis provides valuable insights into biogeochemical transformations occurring in aquatic environments, enabling a more comprehensive assessment of water quality and serving as an important tool in ecological, hydrochemical, and environmental research.

Keywords: sulfur, sulfur speciation, chemical forms of sulfur, macronutrients

Czym jest siarka?

Siarka (S) jest niemetalem należącym do VI grupy głównej układu okresowego. W środowisku naturalnym czysta chemicznie siarka występuje najczęściej pod postacią jasnożółtego proszku bądź miękkiej skały. Jest to jedna z około 30 form alotropowych, gdzie 7 atomów siatki łączy się w zwartą strukturę tworząc cykloheptasulfan (S_7). Innymi formami alotropowymi siarki są cyklooktasulfan (S_8) o kolorze jasnożółtym, cykloheksasulfan (S_6) o kolorze pomarańczowo-czerwonym

oraz formy składające się z 9-15, 18 i 20 cząsteczek siatki w pierścieniu. Dodatkowo każda z odmian alotropowych występuje w kilku odmianach krystalicznych, w których wyróżnia się struktury: α , β , γ i δ . Temperatura oraz ciśnienie są kluczowymi parametrami fizycznymi, które wpływają na to, w jakiej formie występuje siarka w środowisku. Wartościowości najbardziej charakterystyczne dla atomów S to -II, +III, +IV i +VI, jednakże atom ten może występować na innych stopniach utlenienia. Taki szeroki zestaw wartościowości pozwala siarce na tworzenie wielu różnych związków chemii organicznej oraz nieorganicznej.

Od elektroodpadów do ochrony zasobów wodnych. Czy DNA stanie się pamięcią przyszłości?

From electronic waste to water resource protection. Is DNA the future of data storage?

Olivia Dembska

Streszczenie

Ciągły, dynamiczny rozwój społeczeństwa oraz gwałtowny wzrost globalnej produkcji danych, wymagają postępów w metodach ich przechowywania. Obecnie wykorzystujemy wiele różnych rodzajów pamięci, a najpopularniejsze z nich to: dyski twarde (HDD), dyski półprzewodnikowe (SSD) oraz taśmy magnetyczne. Wszystkie te metody po zużyciu, generują ogromną liczbę elektrośmieci dostających się do środowiska. Niniejszy artykuł skupia się na toksyczności rozkładu krzemowych i magnetycznych nośników pamięci oraz analizuje technologie zapisu danych cyfrowych w syntetycznym DNA jako ekologiczną, trwałą i biodegradowalną alternatywę. W pracy zwracam szczególną uwagę na rolę bioinformatyki w tym procesie, zarówno na etapie projektowania algorytmów kodowania, jak i wykrywania oraz korygowania błędów powstających podczas sekwencjonowania oraz syntezy DNA.

Słowa kluczowe: DNA Storage, bioinformatyka, elektroodpady, centra danych, gospodarka wodna, ochrona środowiska

Abstract

The continuous development of modern society and the rapid growth of global data generation require the advancement of data storage technologies. Currently, the most widely used storage media include hard disk drives (HDDs), solid-state drives (SSDs), and magnetic tapes. At the end of their service life, all of these technologies generate substantial amounts of electronic waste that pose a growing environmental challenge. This article discusses the environmental impact associated with the degradation of silicon- and magnetic-based storage media and explores synthetic DNA data storage as an environmentally friendly, durable, and biodegradable alternative. Particular emphasis is placed on the role of bioinformatics in this process, including the design of encoding algorithms as well as the detection and correction of errors occurring during DNA synthesis and sequencing.

Keywords: DNA data storage, bioinformatics, electronic waste, data centres, water management, environmental protection

1. Środowiskowy koszt cyfryzacji – toksyczność nośników danych

Coraz szybciej rozwijające się społeczeństwo i gospodarka oraz rosnąca eksploatacja zasobów naturalnych, stały się ogromnym wyzwaniem środowiskowym, definiującym kryzys naszej ery. Sektor produkcji i wykorzystania energii odpowiada za około 73% światowych emisji gazów cieplarnianych [1]. W miarę rozwoju, gdy coraz częściej wybieramy energię odnawialną, szybko ujawnia się inny problem - sektor technologii informatycznych (IT). Infrastruktura centrów danych, obejmująca serwery oraz urządzenia pamięci masowej, jest sukcesywnie wymieniana co 2-5 lat [8]. Dzieje się tak nie dlatego, że się psują, ale najczęściej z powodu pojawiania się nowszych, szybszych i bardziej pojemnych modeli. Generuje to stale rosnącą ilość toksycznych dla środowiska elektrośmieci, a ślad węglowy generowany przez infrastrukturę cyfrową, według analiz naukowców, jest współcześnie porównywany z emisjami całego przemysłu lotniczego [2]. Szacuje się, że do 2030 roku może zostać wygenerowanych pięć milionów ton metrycznych skumulowanych e-odpadów [8].

Powstaje zatem pytanie czy technologia pomaga nam w walce z zanieczyszczaniem klimatu, czy wręcz przeciwnie – jest jego główną przyczyną [1]? Szczególnego znaczenia problem ten nabiera dla przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych oraz eksploatatorów infrastruktury komunalnej. Rozwój cyfrowych

systemów monitoringu jakości wody, inteligentnych sieci wodociągowych (*Smart Water*), systemów SCADA oraz narzędzi wykorzystujących sztuczną inteligencję powoduje lawinowy wzrost ilości archiwizowanych danych. Jednocześnie rośnie zapotrzebowanie na infrastrukturę centrów danych, których funkcjonowanie wiąże się ze znacznym zużyciem energii oraz wody wykorzystywanej do chłodzenia.

2. Destrukcja biosfery w skali makro: od śladu węglowego po skażenie ekosystemów

Odpady elektroniczne stanowią najszybciej rosnący strumień odpadów na świecie. Niepokojący jest fakt, że tylko niecałe dwadzieścia procent tych odpadów trafia do oficjalnego recyklingu [1]. Reszta ląduje na nielegalnych wysypiskach, jest spalana lub nielegalnie eksportowana. Ma to bezpośrednie konsekwencje dla jakości powietrza i wody w miejscach utylizacji. Wymywanie metali ciężkich z elektroodpadów prowadzi do wzrostu stężeń ołowiu, kadmu, rtęci, niklu oraz chromu w odciekach składowiskowych. Związki te przedostają się do wód podziemnych oraz powierzchniowych, stanowiąc dodatkowe obciążenie dla stacji uzdatniania wody oraz oczyszczalni ścieków. W wielu przypadkach usuwanie metali ciężkich wymaga stosowania zaawansowanych procesów sorpcji, koagulacji lub filtracji membranowej, co zwiększa koszty eksploatacji infrastruktury wodociągowej.

Porównanie gazowych nośników energii wykorzystywanych w nowoczesnych systemach przetwarzania ścieków, bioodpadów i nadwyżek energii odnawialnej

Comparison of gaseous energy carriers used in modern systems for wastewater, biowaste, and surplus renewable energy processing

Tymoteusz Handkiewicz, Maria Kramarczyk

Streszczenie

Artykuł przedstawia analizę porównawczą wybranych gazowych nośników energii możliwych do wykorzystania w nowoczesnych systemach przetwarzania ścieków, bioodpadów oraz nadwyżek energii odnawialnej. Omówione gazy to zielony wodór, biogaz, biometan, metan syntetyczny, gaz syntezy oraz gaz wysypiskowy. Uwzględniono substraty, procesy wytwarzania, możliwości magazynowania i transportu, wydajność energetyczną oraz potencjalne zastosowania. Szczególną uwagę poświęcono integracji tych technologii z oczyszczalniami ścieków, biogazowniami, składowiskami odpadów oraz instalacjami odnawialnych źródeł energii. Analiza wskazuje, że gazowe nośniki energii mogą pełnić funkcję uelastycznienia i stabilizacji systemu energetycznego, odzysku energii z odpadów oraz ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych. Ich rozwój wymaga odpowiedniego zlokalizowania, kontroli jakości gazu, infrastruktury magazynowania i transportu oraz wsparcia organizacyjnego i społecznego. Porównanie wykazało, że największy potencjał mają technologie kompatybilne z już istniejącą infrastrukturą komunalną i przemysłową.

Słowa kluczowe: gazowe nośniki energii, odnawialne źródła energii, biogaz, Power-to-Gas, gospodarka odpadami, oczyszczalnie ścieków

Abstract

The article presents a comparative analysis of selected gaseous energy carriers that can be used in modern systems for wastewater treatment, biowaste processing, and the utilisation of surplus renewable energy. The gases discussed include green hydrogen, biogas, biomethane, synthetic methane, syngas, and landfill gas, with consideration given to their substrates, production processes, storage and transport options, energy efficiency, and potential applications. Particular attention is paid to the integration of these technologies with wastewater treatment plants, biogas plants, landfills, and renewable energy installations. The analysis indicates that gaseous energy carriers can contribute to increasing the flexibility and stability of the energy system, recovering energy from waste, and reducing greenhouse gas emissions. However, their development requires suitable location conditions, gas quality control, storage and transport infrastructure, as well as organisational and social support. The comparison shows that technologies which can be integrated with already existing municipal and industrial infrastructure have the greatest practical potential.

Keywords: gaseous energy carriers, renewable energy sources, biogas, Power-to-Gas, waste management, wastewater treatment plants

Wstęp

W obliczu zmian klimatycznych i wzrastającej świadomości zjawiska globalnego ocieplenia, odchodzenie od paliw kopalnych i próby dekarbonizacji cyklu życia produktów stają się ważnym celem. Najbardziej dostępne Odnawialne Źródła Energii (OZE) takie jak panele fotowoltaiczne i turbiny wiatrowe są powszechnie wykorzystywane już od kilkunastu lat. Pozwoliły one na częściowe zmniejszenie udziału paliw kopalnych w energetyce, jednak w obecnej formie wciąż nie stanowią one gwarancji zaspokojenia potrzeb energetycznych Polski. Głównymi problemami są brak stabilności dostaw oraz trudności w przechowywaniu energii elektrycznej. Dobrym uzupełnieniem obecnej sieci energetycznej są biogazownie, instalacje do elektrolizy wodoru i inne instalacje Power-to-Gas (PtG). Technologie z grupy PtG działają w podobny sposób, ale różnią się wykorzystywanymi substratami i otrzymywanymi produktami. Łączy je możliwość produkcji gazowych nośników

energii. Celem artykułu jest analiza i porównanie możliwości wykorzystywania gazów powstających przy przetwarzaniu odpadów i wytworzonych przy użyciu nadwyżek energii z OZE jako nośnika i magazynu energii.

Zielony wodór

To określenie odnosi się do odnawialnego wodoru powstałego w wyniku elektrolizy zasilanej energią z OZE [1]. Istnieje wiele metod elektrolizy, ale we współpracy z nadwyżkami energii z OZE najlepszym wyborem jest metoda z zastosowaniem membrany wymiany protonowej (PEM) [2]. Przy produkcji na dużą skalę stosowana jest także metoda elektrolizy alkalicznej (AEL) [3]. Jednym z głównych ograniczeń dla produkcji H_2 z OZE jest brak ciągłości w produkcji energii elektrycznej. Opłacalność procesu zależy między innymi od ceny energii, sprawności instalacji, kosztu elektrolizera i rynkowej ceny wodoru [2,3]. AEL wykorzystuje ciekły elektrolit KOH/NaOH i jest najstarszą

Ołów jako niepożądane źródło skażenia wód – analiza danych literaturowych

Lead as an undesirable source of water contamination – a review of the scientific literature

Karolina Szymkowiak, Wojciech Małasznik

Streszczenie

W artykule przedstawiono problem zanieczyszczenia wód ołowiem w Polsce, Europie i na świecie oraz omówiono zagrożenia, jakie obecność tego metalu stwarza dla zdrowia i życia człowieka. Zakres pracy obejmuje charakterystykę właściwości fizykochemicznych ołowiu, analizę wybranych przypadków zanieczyszczenia i skażenia wód oraz identyfikację konsekwencji środowiskowych i zdrowotnych wynikających z narażenia na ten pierwiastek.

Ołów jest metalem ciężkim naturalnie występującym w skorupie ziemskiej. Jednocześnie stanowi silną neurotoksynę, która wykazuje zdolność do kumulowania się w tkankach miękkich i kościach organizmów żywych. Zanim poznano jego toksyczne właściwości, był powszechnie wykorzystywany m.in. do produkcji benzyny ołowiowej oraz rur wodociągowych. Mimo że w ostatnich dziesięcioleciach stosowanie ołowiu zostało znacząco ograniczone, skutki jego wieloletniego wykorzystania są odczuwalne do dziś i nadal stanowią istotny problem środowiskowy.

Praca opiera się na przeglądzie dostępnej literatury naukowej, który pozwolił na kompleksowe przedstawienie problemu skażenia wód ołowiem. Omówiono wybrane przypadki występujące w Polsce, w tym zanieczyszczenie Kanału Gocławskiego w Warszawie związane z emisją ołowiu pochodzącą ze źródeł komunikacyjnych oraz skażenie kanału w Dąbrówce będące następstwem odwodnienia kopalni. Przedstawiono również przykłady z innych krajów europejskich, m.in. z Holandii i Węgier. Szczególną uwagę poświęcono jednak kryzysowi wodnemu w mieście Flint w Stanach Zjednoczonych, który stał się jednym z najbardziej znanych przykładów skażenia wody pitnej ołowiem oraz jego tragicznych konsekwencji dla zdrowia mieszkańców.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury stwierdzono, że obecność ołowiu w środowisku wodnym może prowadzić do poważnych i długotrwałych skutków zarówno dla ekosystemów, jak i dla zdrowia ludzi. Przeprowadzona analiza jednoznacznie wskazuje na konieczność systematycznego monitorowania jakości wód oraz podejmowania działań ograniczających ryzyko zanieczyszczenia środowiska ołowiem.

Słowa kluczowe: ołów, skażenie wód, toksyczność, jakość wody, zatrucie ołowiem, ryzyko zdrowotne

Abstract

This article presents the issue of lead contamination of water in Poland, Europe, and worldwide, and discusses the risks that the presence of this metal poses to human health and life. The scope of the study includes the characterization of the physicochemical properties of lead, an analysis of selected cases of water contamination, and the identification of the environmental and health consequences resulting from exposure to this element.

Lead is a heavy metal that occurs naturally in the Earth's crust. However, it is also a potent neurotoxin capable of accumulating in soft tissues and bones. Before its toxic effects were fully recognized, lead was widely used in the production of leaded gasoline and water supply pipes. Although its use has been significantly reduced over recent decades, the environmental consequences of its historical application continue to pose a serious challenge.

The study is based on a comprehensive review of the available scientific literature, providing an overview of the problem of lead contamination in aquatic environments. Selected case studies from Poland are discussed, including contamination of the Gocławski Canal in Warsaw associated with lead emissions from road traffic, as well as contamination of a canal in Dąbrówka resulting from mine dewatering. Examples from other European countries, including the Netherlands and Hungary, are also presented. Particular attention is devoted to the water crisis in Flint, Michigan (USA), which has become one of the best-known examples of lead contamination in drinking water and its severe public health consequences.

The literature review demonstrates that the presence of lead in aquatic environments can have serious and long-lasting consequences for both ecosystems and human health. The findings highlight the necessity of continuous water quality monitoring and the implementation of effective measures aimed at preventing and reducing lead contamination of water resources.

Keywords: lead, water contamination, toxicity, water quality, lead intoxication, human health risk

Wprowadzenie

Ołów jest naturalnie występującym pierwiastkiem na Ziemi. Cechuje się właściwościami takimi jak odporność na korozję, wysoka gęstość oraz niska temperatura topnienia. Z tego względu ołów jest powszechnie stosowanym metalem w rurach czy akumulatorach. Jednakże, stanowi on poważne zagrożenie dla

ludzkiego życia, zdrowia oraz dla środowiska przyrodniczego. Zatrucie ołowiem odkryto pod koniec XIX wieku. Od tego czasu był on skrupulatnie wycofywany z wielu zastosowań. Ołów należy do grupy metali ciężkich. Jest neurotoksyną, która akumuluje się w tkankach miękkich i kościach, uszkadza również układ nerwowy oraz krew. Jego produkcja oraz wykorzystanie doprowadziło do poważnego skażenia wód i gleb.

Ochrona danych osobowych – z perspektywy praktyka.

Upoważnienia do przetwarzania danych osobowych – zbędny formalizm czy realny nadzór?

Magdalena Korga

1. Rola kontroli dostępu do danych osobowych

Przetwarzanie danych osobowych w przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych ma w wielu przypadkach charakter masowy. Obejmuje ono szeroki zakres danych odbiorców usług, przetwarzanych na dużą skalę, a także dane pracowników, współpracowników czy kontrahentów. Dane te są przetwarzane głównie w systemach informatycznych, co wiąże się ze zwiększoną złożonością procesów przetwarzania i stawia wyższe wymagania w zakresie zapewnienia ochrony danym.

W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera właściwe uregulowanie zasad dostępu do danych osobowych. Starannie zaprojektowane rozwiązania w tym obszarze i ich właściwa realizacja stanowią ważny element systemu zarządzania ochroną danych osobowych. Przekładają się one bowiem na zapewnienie bezpieczeństwa danym (w tym ograniczenie ryzyka naruszeń) oraz zagwarantowanie rozliczalności działań podejmowanych ochrony danych.

Jak istotne jest zapewnienie prawidłowych mechanizmów regulujących dostęp do danych potwierdza decyzja Prezesa Urzędu Ochrony Danych Osobowych (dalej również PUODO lub organ nadzorczy) z 5 lutego 2026 r. [1], w której organ nałożył na DPD Polska Sp. z o.o. karę pieniężną w wysokości ponad 5 mln zł. za stwierdzone uchybienia w obszarze nadawania upoważnień do przetwarzania danych osobowych. Decyzja ta obejmuje również odrębne naruszenie dotyczące braku umów powierzenia z częścią przewoźników, jednak na potrzeby niniejszego artykułu koncentruję się na wątku środków organizacyjnych związanych z dopuszczaniem osób do przetwarzania danych.

W świetle powyższego zasadne jest postawienie pytań o prawne i organizacyjne ramy nadawania upoważnień do przetwarzania danych osobowych. W niniejszym artykule pod-

2. Nadawanie upoważnień – obowiązek czy dobra praktyka?

Instytucja upoważnień do przetwarzania danych osobowych nie jest nowym rozwiązaniem. Funkcjonowała już na gruncie ustawy z 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych [3], która wprost nakładała na administratorów obowiązek dopuszczania do przetwarzania danych wyłącznie osób posiadających pisemne upoważnienie oraz prowadzenia ich ewidencji. RODO, jak się wydaje, przyjęło w tym zakresie podejście mniej sformalizowane.

Kluczowe znaczenie mają obecnie dwa przepisy ogólnego rozporządzenia o ochronie danych. Zgodnie z art. 29 RODO osoba działająca z upoważnienia administratora lub podmiotu przetwarzającego, która ma dostęp do danych osobowych, może przetwarzać je wyłącznie na polecenie administratora. Z kolei art. 32 ust. 4 RODO nakłada na administratora lub podmiot przetwarzający obowiązek podjęcia działań w celu zapewnienia, aby każda osoba działająca z ich upoważnienia i mająca dostęp do danych osobowych przetwarzała je wyłącznie na ich polecenie. Przepisy te nie określają jednak konkretnej formy nadawania upoważnień ani wydawania poleceń dotyczących przetwarzania danych. Może to sugerować, że na gruncie RODO administratorzy dysponują w tym zakresie większą swobodą niż na gruncie wcześniejszych regulacji. Zagadnienie to wymaga bliższej analizy.

Przywołana decyzja PUODO doprecyzowuje te kwestie. Organ wskazuje w niej, że „(...) administrator dla wykazania, iż przetwarzanie danych odbywa się wyłącznie na jego polecenie, obowiązany jest uczynić to w sposób pozwalający na potwierdzenie powyższego w przedłożonych przez niego organowi nadzorczemu dowodach, np. w dokumentach w formie papierowej lub elektronicznej. Jedną z form wykazania, że przetwarzanie danych odbywa się wyłącznie na polecenie administratora,

Odpowiedzialność prawna za działania sztucznej inteligencji w sektorze wodno-kanalizacyjnym

Igor Zborowski

Wprowadzenie

Wdrażanie autonomicznych systemów sztucznej inteligencji (ang. *artificial intelligence*, AI) w sektorze wodociągowym, stanowiącym element infrastruktury krytycznej państwa, wpływa na ich codzienne funkcjonowanie, jednocześnie generując liczne problemy natury prawnej. W sytuacji, gdy błędna decyzja sztucznej inteligencji doprowadzi do skażenia wody lub paraliżu sieci, odpowiedzialność rozprasza się pomiędzy programistę, dostawcę danych a przedsiębiorstwo wodociągowe. Stosowane aktualnie rozwiązania oparte na AI usprawniają zarządzanie siecią, wspierają analizę danych oraz umożliwiają prognozowanie awarii, a w wielu przypadkach także zapobieganie ich skutkom. Mając na uwadze szczególnie istotną rolę jaką przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne odgrywają w zapewnianiu bezpieczeństwa publicznego i ochronie zdrowia mieszkańców, najmniejsza pomyłka lub przeoczenie może nieść za sobą niebotyczne szkody. Z tego względu wykorzystanie systemów AI w tym sektorze wymaga nie tylko wysokich standardów technicznych, ale również skutecznego nadzoru oraz jasno określonych zasad odpowiedzialności prawnej. W tym artykule zostanie omówiona odpowiedzialność prawna za działania lub zaniechania w zakresie systemów AI.

Zdarzenia szkodzące

Systemy wykorzystywane w branży wodociągowej wspomagają wykrywanie awarii czy zagrożeń powodziowych. Niebezpieczeństwo utraty kontroli nad działaniem ich pracy, może prowadzić do zagrożeń natury ekologicznej, np. niekontrolowany zrzut ścieków albo zła jakość parametrów wody pitnej. Szkoła może powstać także na skutek awarii zasuw, śluz czy magistrali wodnych, których uszkodzenie może stanowić nie tylko szkodę majątkową, ale także poważne zagrożenie dla społeczeństwa. Najniebezpieczniejszym zagrożeniem niewątpliwie jest skażenie wody.

Regulacje unijne

nadzorujących sieci wodociągowe. Dane muszą być przygotowane i wprowadzone w odpowiedni sposób. W razie niezastosowania się do powyższych obowiązków, regulacja stanowi, że podmiot stosujący AI, będzie musiał ponieść karę w wysokości do 15 mln euro albo 3% jego całkowitego rocznego światowego obrotu z poprzedniego roku obrotowego. Rozporządzenie unijne przyznaje także dodatkową kompetencję Europejskiemu Inspektorowi Ochrony Danych (EIOD). Przepis art. 100 stanowi, że „Europejski Inspektor Ochrony Danych może nakładać administracyjne kary pieniężne na instytucje, organy i jednostki organizacyjne Unii objęte zakresem stosowania niniejszego rozporządzenia” [1].

Odpowiedzialność cywilna

Szkodą w polskim prawie cywilnym określamy wszelki uszczerbek w dobrach lub interesach prawnie chronionych, których poszkodowany doznał wbrew swojej woli [2]. Doktryna prawa cywilnego rozróżnia dwie podstawowe zasady odpowiedzialności odszkodowawczej, czyli zasada winy i zasada ryzyka. Przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne posługujące się systemami automatycznymi AI muszą liczyć się z ewentualną szkodą wyrządzaną przez podejmowane decyzje lub działania, niezależnie od innych podstaw prawnych.

Pierwszą zasadę, zasadę winy, opisuje art. 415 kc „Kto z winy swej wyrządził drugiemu szkodę, zobowiązany jest do jej naprawienia” [2]. Przechodząc do analizy tego przepisu, musimy wiedzieć, że winę może ponieść tylko człowiek, a nie system, ponieważ wyrządzenie szkody, o której mowa w komentowanej regulacji, musi być konsekwencją zachowania człowieka, przez co należy rozumieć zarówno działanie, jak i zaniechanie. Mówiąc o „działaniu”, wskazuje się na aktywne czynności o charakterze psychofizycznym. Zaniechanie jest natomiast negatywnym odpowiednikiem konkretnego działania, które przez daną osobę powinno być w określonych realiach podjęte. Innymi słowy, „zaniechanie” od strony negatywnej może być definiowane jako „niepodjęcie określonego działania lub zespołu działań”

Europejska woda w liczbach

Klara Ramm

Wstęp

Dane statystyczne stanowią istotne źródło informacji o funkcjonowaniu sektora wodociągowo-kanalizacyjnego. W warunkach rosnących wyzwań związanych ze zmianami klimatu, starzeniem się infrastruktury, zanieczyszczeniem środowiska oraz koniecznością zapewnienia bezpieczeństwa wodnego, wiarygodne i porównywalne dane nabierają szczególnego znaczenia zarówno dla decydentów, regulatorów, jak i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Na poziomie europejskim informacje liczbowe dotyczące sektora wodociągowo-kanalizacyjnego zbierane są przez różne podmioty. Podstawowe dane statystyczne dotyczące zasobów wodnych, poboru wody, korzystania z wody oraz presji na środowisko publikowane są przez Eurostat [1], który prowadzi zharmonizowany system statystyki środowiskowej dla państw Unii Europejskiej. Dane te służą przede wszystkim do monitorowania gospodarowania zasobami wodnymi oraz realizacji polityki środowiskowej UE. Równocześnie Europejska Agencja Środowiska (EEA) publikuje cykliczne raporty dotyczące stanu środowiska wodnego [2], koncentrując się na jakości wód, presjach antropogenicznych oraz wdrażaniu Ramowej Dyrektywy Wodnej [3] i innych aktów prawnych. Źródła te dostarczają jednak przede wszystkim informacji o zasobach i stanie środowiska, natomiast w ograniczonym zakresie opisują funkcjonowanie przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych oraz parametry techniczne infrastruktury.

Cennym uzupełnieniem raportów międzynarodowych są opracowania Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD), dotyczące finansowania usług wodnych [4], modeli zarządzania, efektywności ekonomicznej [5] oraz wyzwań inwestycyjnych sektora. Raporty OECD mają jednak najczęściej charakter problemowy i nie obejmują pełnego zestawu wskaźników technicznych dla wszystkich państw europejskich.

danych na poziomie krajowym okazało się trudnym wyzwaniem. Ponieważ każdy kraj gromadzi je z różną częstotliwością, nie ma jednego roku odniesienia, zdarza się, że pochodzą z roku 2024 czy 2023. Ponieważ jednak statystyki sektora wodnego nie zmieniają się bardzo dynamicznie, można uznać, że raport przedstawia aktualny obraz europejskiego sektora wodociągów i kanalizacji.

„Europejska Woda w Liczbach” przedstawia średnie ważone ze współczynnikami ważenia dobranymi na podstawie charakteru prezentowanych danych. W większości jest to liczba obsługiwanej ludności. Aby umożliwić wiarygodne porównania, dane historyczne przedstawione na wykresach trendów zostały przealiczone przy użyciu tej samej metody. Ekstrapolacja została zaprezentowana dla 27 członków Unii Europejskiej, a także dla większej liczby państw, które uczestniczyły w zbieraniu danych. Uwzględnia się tu kraje UE, EFTA oraz Wielką Brytanię. Członkowie stowarzyszeni z EurEau, czyli Serbia i Ukraina, nie byli w stanie dostarczyć najnowszych danych. W 2017 i 2021 r. badaniem objęto 29 krajów, w 2026 już 31. Dołączyły Islandia, Litwa i Łotwa, ale odpadła Serbia. EU oznacza ekstrapolowaną średnią lub medianę dla Unii Europejskiej.

Objaśnienie symboli krajów na prezentowanych rysunkach znajduje się w tabeli 1.

Tab. 1. Symbole krajów użyte w prezentacji wyników na rysunkach

AT Austria	BE Belgia	BG Bułgaria	CH Szwajcaria
CY Cypr	CZ Czechy	DE Niemcy	DK Dania
EE Estonia	EL Grecja	ES Hiszpania	FI Finlandia
FR Francja	HR Chorwacja	HU Węgry	IE Irlandia
IS Islandia	IT Włochy	LT Łotwa	LI Luksemburg

Znaczenie stacji zlewnej dla bezpieczeństwa technologicznego komunalnych oczyszczalni ścieków

Zenon Świgoń

W praktyce projektowej i konsultacyjnej często pojawiają się pytania wymagające nie tylko znajomości obowiązujących przepisów, lecz przede wszystkim ich właściwej interpretacji i przełożenia na rozwiązania techniczne stosowane w oczyszczalniach ścieków. Impulsem do przygotowania niniejszego opracowania było pytanie: jak należy przygotować modernizowaną oczyszczalnię ścieków do przyjmowania nieczystości ciekłych dowożonych ze zbiorników bezodpływowych oraz osadów z przydomowych oczyszczalni ścieków?

Analizowany obiekt ma zostać rozbudowany z przepustowości 400 do 800 m³/d. Obecnie do oczyszczalni dopływają ścieki o średnim stężeniu BZT₅ wynoszącym około 300 mg O₂/l, przy jednocześnie podwyższonej zawartości zawiesiny ogólnej.

Pytanie dotyczy zarówno etapu projektowania, jak i późniejszej eksploatacji modernizowanej oczyszczalni. Przez ponad dwadzieścia lat zagadnienia te regulowało Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 listopada 2002 r. w sprawie warunków wprowadzania nieczystości ciekłych do stacji zlewnych (Dz.U. Nr 188, poz. 1576).

Próbowałem policzyć, ile razy w swojej praktyce wracałem do tego zagadnienia. Po przekroczeniu pięćdziesięciu przypadków przestałem liczyć. To pokazuje, że mimo wieloletniego obowiązywania przepisów nadal rodzą one liczne wątpliwości interpretacyjne.

Dlatego warto postawić kolejne pytanie: czy obowiązujące przepisy są rzeczywiście wdrażane zgodnie z intencją ustawodawcy? A może problem nie tkwi w samych regulacjach, lecz w sposobie ich interpretacji i praktycznego stosowania?

Nie można również pominąć Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dla pojazdów asenizacyjnych, ponieważ oba akty prawne wzajemnie się uzupełniają. Czy można mówić o prawidłowo funkcjonującym systemie odbioru nieczystości ciekłych, jeżeli wymagania

rozwiązaniem od klasycznej kraty jest zastosowanie sita o prześwicie nie większym niż 1 mm, co pozwala na skuteczniejsze zatrzymanie drobnych zanieczyszczeń stałych i lepszą ochronę urządzeń technologicznych oczyszczalni. Pomiar ilości ścieków dowożonych nie stanowi obecnie większego problemu technicznego. Znacznie istotniejsze jest jednak wyposażenie stacji zlewnej w system umożliwiający kontrolę nie tylko objętości przyjmowanych ścieków, ale również podstawowych wskaźników ich jakości, w szczególności zawiesiny ogólnej oraz ChZT. Dane te mają kluczowe znaczenie dla oceny wpływu ścieków dowożonych na przebieg procesów technologicznych zachodzących w oczyszczalni.

Warto zwrócić uwagę, że już w poprzedzającym paragrafie rozporządzenia ustawodawca wskazał, iż stacje zlewne powinny być wyposażone w rozwiązania techniczne zapewniające prawidłowe funkcjonowanie zarówno samej stacji, jak i oczyszczalni ścieków. Jednocześnie eksploatacja tych obiektów nie może powodować zakłóceń stosowanej technologii oczyszczania. W praktyce oznacza to konieczność projektowania stacji zlewnej jako integralnego elementu całego układu technologicznego oczyszczalni, a nie wyłącznie miejsca odbioru ścieków dowożonych.

W tym miejscu pojawia się zasadniczy problem technologiczny. Znaczna część małych komunalnych oczyszczalni ścieków projektowana jest dla ścieków komunalnych o średnim stężeniu BZT₅ wynoszącym około 250-300 mg O₂/l (250-300 g/m³). Przy takich parametrach dopływu możliwe jest utrzymanie stabilnego przebiegu procesów biologicznych i osiągnięcie wymaganych efektów oczyszczania. Kluczowe znaczenie ma jednak wpływ ścieków dowożonych na bilans hydrauliczny i ładunkowy oczyszczalni. Brak bieżącej kontroli jakości ścieków, obejmującej podstawowe wskaźniki, takie jak ChZT, pH, przewodność oraz temperatura, utrudnia identyfikację ścieków

CE to za mało. Dokumenty ponadstandardowe jako podstawa rzetelnej weryfikacji oczyszczalni ścieków

Konrad Gojzewski

Wstęp

Rynek przydomowych i lokalnych oczyszczalni ścieków w Polsce znajduje się w momencie, w którym samo pytanie o to, czy dane urządzenie posiada wymagane dokumenty, przestaje być wystarczające. Karty katalogowe, Deklaracje Właściwości Użytkowych, oznakowanie CE oraz zapewnienia handlowe stały się standardowym elementem sprzedaży. Problem polega jednak na tym, że dokumenty te bardzo często traktowane są jako końcowy dowód jakości urządzenia, podczas gdy w praktyce powinny stanowić dopiero punkt wyjścia do dalszej weryfikacji.

Oznakowanie CE, którego podstawą jest między innymi Deklaracja Właściwości Użytkowych, potwierdza możliwość wprowadzenia wyrobu do obrotu w określonym systemie oceny, ale nie zastępuje analizy jego rzeczywistych właściwości użytkowych. Z punktu widzenia inwestora, projektanta lub zamawiającego istotne jest nie tylko to, czy dokument istnieje, lecz także kto go wystawił, na podstawie jakiego badania, dla jakiego modelu urządzenia, w jakiej konfiguracji technologicznej oraz przy jakim przepływie hydraulicznym. Równie ważne jest ustalenie, czy wyrób oferowany inwestorowi odpowiada urządzeniu faktycznie przebadanemu.

Znaczenie ma również zakres samej dokumentacji. Podstawowe parametry oczyszczania nie powinny być jedynym kryterium oceny. Coraz większego znaczenia nabiera możliwość sprawdzenia stabilności procesu biologicznego, odporności eksploatacyjnej, wymagań serwisowych, częstotliwości usuwania osadu oraz zachowania urządzenia w warunkach odbiegających od pracy nominalnej. Dopiero taka analiza pozwala odróżnić urządzenie o właściwościach potwierdzonych w badaniach od produktu, którego ocena opiera się przede wszystkim na deklaracjach producenta i dokumentach o charakterze handlowym.

Znaczenie tej weryfikacji wzrasta w związku z nową dyrektywą ściekową. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/3019 zobowiązuje państwa członkowskie do trans-

Deklaracja Właściwości Użytkowych jako punkt wyjścia, nie końcowy dowód jakości

Najczęściej przedstawianym dokumentem jest Deklaracja Właściwości Użytkowych. W wielu ofertach rynkowych pojawia się sugestia, że skoro urządzenie posiada DWU i oznakowanie CE, to jego jakość została wystarczająco potwierdzona. Takie podejście jest zbyt daleko idące.

Deklaracja Właściwości Użytkowych jest przede wszystkim dokumentem sporządzanym przez producenta, który ponosi odpowiedzialność za zgodność wyrobu z deklarowanymi właściwościami. Nie jest jednak niezależnym raportem z badań ani pełną oceną jakości urządzenia w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. W praktyce oznacza to, że treść deklaracji powinna być każdorazowo weryfikowana z dokumentami źródłowymi, w szczególności z raportem skuteczności oczyszczania. Ma to tym większe znaczenie, że konsekwencje prawne związane z nierzetelnym deklarowaniem właściwości użytkowych, choć formalnie przewidziane w przepisach, nie zawsze stanowią wystarczającą barierę dla nieuczciwych praktyk rynkowych.

Z punktu widzenia inwestora, projektanta lub zamawiającego publicznego zasadnicze znaczenie ma sprawdzenie, czy DWU została sporządzona prawidłowo, czy odnosi się do właściwego typu wyrobu oraz czy deklarowane parametry mają pokrycie w raporcie skuteczności oczyszczania. Deklaracja nie powinna być analizowana w oderwaniu od dokumentów, na podstawie których została sporządzona, ponieważ dopiero ich zestawienie pozwala ocenić wiarygodność deklarowanych właściwości użytkowych.

Formalnie nadużycia w tym zakresie mogą skutkować odpowiedzialnością administracyjną, w tym karami pieniężnymi przewidzianymi w przepisach dotyczących wyrobów budowlanych. W praktyce jednak problem polega na tym, że kontrola takich dokumentów często następuje dopiero po wprowadzeniu produktu do obrotu, a skutki zastosowania urządzenia

CIPP UV LED – nowoczesny standard bezwykopowej renowacji sieci kanalizacyjnych

Marek Borkowski, Aleksandra Dajema

Rynek technologii bezwykopowych oferuje dziś szeroki wachlarz zaawansowanych rozwiązań. Wybór odpowiedniej metody zależy zawsze od specyfiki projektu, stopnia uszkodzenia rurociągu oraz warunków terenowych. Jedną z najbardziej uniwersalnych i najdynamiczniej rozwijających się technik jest renowacja za pomocą rękawów utwardzanych na miejscu. Przybliżymy jedną z podstawowych technik wykorzystywanych w renowacji sieci kanalizacyjnych – CIPP UV LED.

Metoda umożliwia przywrócenie pierwotnych parametrów użytkowych przewodu, w tym jego szczelności oraz wymaganych właściwości konstrukcyjnych, bez potrzeby demontażu istniejącego rurociągu oraz wyeliminowaniu robót ziemnych na całej długości odnawianego odcinka. Co ważne, dzięki tej metodzie polepszamy parametry hydrauliczne przewodu.

Zastosowanie technologii CIPP UV LED w warunkach zurbanizowanych umożliwia realizację prac renowacyjnych w obrębie przewodów zlokalizowanych pod układami komunikacyjnymi oraz terenami intensywnie zabudowanymi, przy jednoczesnym ograniczeniu ingerencji w zagospodarowanie terenu, uciążliwości dla użytkowników przestrzeni oraz nakładów związanych z odtworzeniem nawierzchni.

Na czym polega proces?

Technologia CIPP UV LED stanowi odmianę metody CIPP (*Cured-In-Place Pipe*), zaliczanej do grupy bezwykopowych technik renowacji przewodów rurowych poprzez instalację wykładziny z włókna szklanego. Technologia dedykowana jest renowacji przewodów kanalizacyjnych w zakresie średnic nominalnych DN75-DN600, z uwzględnieniem przewodów o zróżnicowanej geometrii przekroju.

Proces CIPP UV LED polega na wprowadzeniu do istniejącego kanału elastycznej wykładziny rękawowej nasyczonej żywicą, która po przeprowadzeniu procesu utwardzania tworzy

samonośną wykładzinę konstrukcyjną przylegającą do wewnętrznej powierzchni odnawianego przewodu. Charakterystyczną cechą wariantu UV LED jest inicjowanie oraz prowadzenie procesu utwardzania z wykorzystaniem promieniowania ultrafioletowego emitowanego przez zestaw diod elektroluminescencyjnych przemieszczających się w osi odnawianego rurociągu, eliminując konieczność stosowania medium grzewczego w postaci gorącej wody lub pary wodnej.

Technologia CIPP UV LED cechuje się wysokim stopniem adaptacyjności do zróżnicowanych warunków sieciowych, obejmujących zarówno przewody o przekrojach nieregularnych, w tym jajowych, jak i odcinki o niejednorodnych parametrach geometrycznych oraz zmiennej charakterystyce konstrukcyjnej. Metoda znajduje zastosowanie w przypadku przewodów kanalizacyjnych, w których stwierdzono defekty eksploatacyjne i strukturalne, takie jak utrata szczelności, ubytki materiałowe czy spękania, a jej wdrożenie jest możliwe pod warunkiem zachowania drożności oraz spełnienia minimalnych wymagań geometrycznych umożliwiających bezpieczną instalację wykładziny renowacyjnej. Źródła promieniowania UV LED zapewniają skuteczną inicjację procesu utwardzania wykładzin CIPP również w przewodach o geometrii obejmującej załamania do 90°.

Od diagnostyki po finalny odbiór, czyli etapy przebiegu procesu

Każdy proces renowacji przewodów kanalizacyjnych powinien zostać poprzedzony kompleksową oceną stanu technicznego obiektu. Podstawowym narzędziem diagnostycznym jest inspekcja kamerą CCTV, umożliwiająca szczegółową identyfikację rodzaju i zakresu uszkodzeń, ocenę deformacji geometrii przekroju przewodu, wykrycie miejsc infiltracji wód gruntowych, rozpoznanie obecności osadów, wrastających

Inteligentne systemy pompowania zwiększają niezawodność sieci kanalizacyjnych

Bartłomiej Barylak

Infrastruktura kanalizacyjna coraz częściej nie nadąża za zmieniającymi się nawykami konsumentów. Chusteczki nawilżane, włókniste odpady kuchenne oraz tłuszcze gromadzą się w kanałach, powodując powstawanie blokad oraz tzw. fatbergów – trudnych do usunięcia zatorów tłuszczowych. Skutkiem są zakłócenia przepływu ścieków, uszkodzenia pomp oraz rosnące koszty eksploatacyjne. Tradycyjne metody, takie jak kampanie edukacyjne skierowane do mieszkańców, okazują się niewystarczające, by skutecznie ograniczyć skalę problemu.

Aby przeciwdziałać kosztownym zatorom jeszcze przed ich powstaniem, operatorzy coraz częściej sięgają po inteligentne technologie. Jednym z rozwiązań stosowanych w praktyce jest [Xylem Flygt Concertor](#) – zintegrowany system inteligentnego pompowania ścieków, wykorzystywany m.in. przez przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne, takie jak PWiK Brzeg.

Jak działa nowoczesna przepompownia

Standardowe przepompownie ścieków są zwykle wyposażone w dwie pompy. W przypadku obiektów narażonych na częste zatory może jednak dojść do unieruchomienia obu jednostek, co zwiększa ryzyko przelewów ścieków do środowiska. W takich sytuacjach kluczowe znaczenie ma zdolność systemu do szybkiego reagowania na zmienne warunki pracy.

W nowoczesnych przepompowniach coraz częściej wykorzystuje się rozwiązania, które analizują warunki przepływu, obciążenie silnika oraz parametry pracy w czasie rzeczywistym. Pozwala to na bieżąco dostosowywać sposób pracy urządzeń do aktualnej sytuacji.

W przypadku wykrycia zatoru system automatycznie uruchamia procedurę jego usunięcia, zanim dojdzie do całkowitej blokady pompy. Takie podejście pozwala znacząco ograniczyć konieczność interwencji serwisowych i obniżyć koszty utrzymania – nawet o 80%. Adaptacyjny tryb pracy pompy umożliwia również automatyczne dostosowanie prędkości obrotowej do

Eliminując zatory na wczesnym etapie, ograniczono ryzyko przelewów ścieków, które mogą prowadzić do zanieczyszczenia ulic, cieków wodnych i otaczających ekosystemów. W praktyce przełożyło się to również na znaczne zmniejszenie liczby wyjazdów serwisowych oraz bardziej przewidywalną eksploatację systemu kanalizacyjnego.

Od globalnego problemu do zrównoważonej infrastruktury

Problem ten wykracza daleko poza granice Polski i dotyczy operatorów sieci kanalizacyjnych na całym świecie. W Stanach Zjednoczonych chusteczki nawilżane generują około 441 mln dolarów kosztów rocznie. W Londynie odnotowuje się około 75 tys. zatorów, a w Sydney z sieci kanalizacyjnej usuwa się blisko 500 ton tego typu odpadów rocznie.

W odpowiedzi na te wyzwania coraz większą rolę odgrywają inteligentne systemy pompowania, które pozwalają nie tylko zapobiegać zatorom, ale również ograniczać zużycie energii, chronić infrastrukturę i zmniejszać ryzyko środowiskowe.

Wraz ze wzrostem obciążenia infrastruktury i zmianą nawyków konsumentów inteligentne systemy przestają być jedynie opcją – stają się standardem w nowoczesnej gospodarce wodno-ściekowej. Przykład Brzegu pokazuje, że ich wdrożenie może szybko przełożyć się na wymierne oszczędności oraz większą niezawodność systemu.

Dla mieszkańców oznacza to mniej zakłóceń w funkcjonowaniu sieci, niższe ryzyko skażeń środowiskowych oraz większą pewność działania usług kluczowych dla codziennego życia.

! Xylem Water Solutions Polska wspiera klientów komunalnych i przemysłowych w całym kraju, oferując specjalistyczną wiedzę w zakresie przesyłu ścieków, projektowania przepompowni, doboru pomp oraz usług serwisowych. Działając poprzez biuro i centrum serwisowe w Warszawie, firma pomaga przedsiębiorstwom wod-kan zwiększać niezawodność, efektywność i wydajność infrastruktury kanalizacyjnej.

PFAS w ściekach komunalnych – od obowiązku prawnego do odpowiedzialności za całą zlewnię. Studium przypadku PWiK Oborniki

Krzysztof Nowacki

Czy przyszłość bezpieczeństwa wody zaczyna się na oczyszczalni ścieków?

Jeszcze kilka lat temu substancje per- i polifluoroalkilowe (PFAS) były w branży wodociągowo-kanalizacyjnej tematem niszowym, pojawiającym się głównie w publikacjach naukowych i dyskusjach ekspertów zajmujących się toksykologią środowiska. Dziś sytuacja zmienia się diametralnie. Nowa Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/3019 dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych sprawia, że PFAS stają się jednym z kluczowych elementów zarządzania ryzykiem środowiskowym.

Co ciekawe, ustawodawca europejski nie nakłada jeszcze obowiązku ich usuwania ani nie określa dopuszczalnych wartości emisji do środowiska. Zdecydował się jednak na krok, który może okazać się znacznie ważniejszy, obowiązkowy monitoring, budowę bazy wiedzy i analizę ryzyka. To właśnie dane zgromadzone w najbliższych latach będą fundamentem przyszłych regulacji.

W Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji w Obornikach postanowiliśmy nie czekać na obowiązek ustawowy. Wykonaliśmy badania ścieków odprowadzanych do zlewni rzeki Warty, traktując je nie jako formalność, lecz jako element świadomego zarządzania bezpieczeństwem wodnym.

PFAS – problem, który nie znika

PFAS to grupa licząca kilka tysięcy związków chemicznych wykorzystywanych od dziesięcioleci m.in. w przemyśle tekstylnym, papierniczym, lotniczym, elektronicznym, kosmetycznym oraz przy produkcji opakowań żywności i pian gaśniczych. Ich największą zaletą jest odporność na wodę, tłuszcze i wysokie temperatury. Ta sama cecha sprawia jednak, że praktycznie nie ulegają biodegradacji.

Najważniejsze zmiany obejmują:

- obowiązek prowadzenia monitoringu PFAS na wlotach i wylotach oczyszczalni obsługujących aglomeracje powyżej 10 000 RLM (art. 21 ust. 3 lit. b),
- możliwość oznaczania „PFAS ogółem”, „sumy PFAS” lub obu parametrów równocześnie,
- szczególny priorytet dla oczyszczalni odprowadzających ścieki do zlewni wykorzystywanych do poboru wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (motyw 45),
- możliwość odstąpienia od monitoringu jedynie po udokumentowaniu braku występowania PFAS,
- wykorzystanie wyników monitoringu do budowy przyszłego systemu rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP), który może przenieść koszty usuwania tych substancji na producentów.

Harmonogram wdrażania jest już znany:

- 27 listopada 2024 r. – przyjęcie dyrektywy,
- 1 stycznia 2025 r. – wejście w życie części przepisów,
- 1 sierpnia 2027 r. – rozpoczęcie pełnego stosowania nowych regulacji zastępujących dyrektywę 91/271/EWG.

Dlaczego Oborniki zdecydowały się na badania wcześniej?

PWiK Oborniki znajduje się w wyjątkowej sytuacji hydrologicznej. Oczyszczone ścieki trafiają do zlewni rzeki Warty. Jednocześnie przedsiębiorstwo produkuje wodę pitną z ujęcia infiltracyjnego zasilanego wodami rzeki Wełny. Oznacza to, że spółka funkcjonuje jednocześnie jako podmiot odprowadzający ścieki i odbiorca jakości środowiska wodnego. To praktyczny przykład gospodarki o obiegu zamkniętym.

Jeżeli oczekujemy odpowiedzialności od podmiotów znajdujących się powyżej naszego ujęcia na Wełnie, sami również musimy wykazać odpowiedzialność wobec użytkowników

Cyberbezpieczeństwo OT w przedsiębiorstwach wodociągowych – jak chronić sieci przemysłowe przed cichą infiltracją

Marek Krzyżanowski

Rosnące zagrożenie dla sektora wodnego

Ciągłość działania zależy od bezpiecznej pracy urządzeń, systemów sterowania, telemetrii, sterowników PLC oraz innych kluczowych zasobów OT. Z upływem czasu sieci OT rozrastają się i komplikują, a widoczność zasobów, dokumentacja sieci i monitoring często ulegają fragmentacji. Wraz z rosnącą liczbą cyberzagrożeń wymierzonych w infrastrukturę OT nieznane zasoby, niemonitorowane połączenia i nietypowe wzorce komunikacji tworzą realne ryzyko operacyjne.

Dane są jednoznaczne: w 2025 roku CSIRT NASK obsłużył 94 incydenty w branży wodociągowej, wobec 59 rok wcześniej – to wzrost o ponad połowę w ciągu dwunastu miesięcy [1]. Na początku 2025 roku prorosyjskie grupy opublikowały nagrania z ataków na stacje uzdatniania w Tolkmicku, Małdytach i Sierakowie, a 14 października 2025 roku doszło do przejęcia panelu sterowania w oczyszczalni ścieków w Chodaczkowie. Napastnicy manipulowali m.in. ciśnieniem, ustawieniami filtracji oraz kodami dostępu.

Choć bezpośrednie skutki dla mieszkańców były ograniczone, znaczenie takich zdarzeń wykracza poza pojedynczy incydent. Każdy skuteczny dostęp do infrastruktury OT pozwala atakującemu poznawać architekturę systemu, sposób działania zabezpieczeń i reakcję operatora. Kolejne działania mogą być już bardziej precyzyjne i nastawione na zakłócenie procesu technologicznego.

Dodatkowym wyzwaniem jest charakter samej infrastruktury przemysłowej. Wiele systemów OT projektowano z myślą o wieloletniej, nieprzerwanej eksploatacji, a nie o współczesnych wymaganiach cyberbezpieczeństwa. W praktyce oznacza to obecność nieszyfrowanych protokołów komunikacyjnych, urządzeń trudnych do aktualizacji oraz coraz większej liczby połączeń pomiędzy środowiskiem produkcyjnym a systemami zewnętrznymi.

niezabezpieczone porty serwisowe, występowały aż w 83% badanych środowisk.

W 64% analizowanych sieci znajdowały się urządzenia posiadające bezpośredni dostęp do Internetu, w tym publicznie osiągalne adresy IP i otwarte porty. W części przypadków problemowi temu towarzyszył brak odpowiedniej izolacji pomiędzy siecią produkcyjną a infrastrukturą biurową. W 61% środowisk włączony był protokół UPnP, stanowiący potencjalny wektor ataku, a w 42% wykryto nieszyfrowany ruch SNMP.

W badanych środowiskach pojawiały się również urządzenia i usługi, których obecność w sieci OT powinna co najmniej skłonić administratorów do ponownej oceny architektury i segmentacji m.in. komunikacja IPv6 czy kamery CCTV podłączone bezpośrednio do infrastruktury przemysłowej (rysunek 1).

Każda z tych nieprawidłowości może zwiększać powierzchnię ataku. Sama obecność podatnego urządzenia nie oznacza jeszcze kompromitacji środowiska, ale w połączeniu z niewłaściwą segmentacją, dostępem zewnętrznym czy brakiem monitoringu może stworzyć atakującemu ścieżkę prowadzącą w głąb sieci produkcyjnej.

Wspólnym mianownikiem wielu takich problemów pozostaje brak widoczności. Organizacja nie może skutecznie zarządzać ryzykiem związanym z zasobem, o którego istnieniu nie wie albo którego zachowania nie obserwuje.

Monitoring bez ingerencji w proces technologiczny jako fundament

Jednym z podstawowych wyzwań związanych z ochroną sieci przemysłowych jest ograniczona możliwość stosowania metod powszechnych w środowiskach IT. Sieci OT nie można skanować równie swobodnie (jak typowej sieci biurowej). Intensywne

Od norm do praktyki – nowe rozwiązania techniczne w uzdatnianiu wody

Małgorzata Mikuła, Paweł Żyra, Tomasz Sionkowski

Nowe podejście do zarządzania jakością wody, zdefiniowane ponad pięć lat temu w przepisach unijnych, zostały wdrożone do polskiego porządku prawnego. Przepisy wprowadzają podejście oparte na analizie ryzyka, rozszerzony monitoring jakości wody jak również nowe wymagania dotyczące materiałów i technologii stosowanych w systemach zaopatrzenia w wodę. Zmiany są wielopłaszczyznowe, bo obejmują dodatkowe badania ale przede wszystkim zmianę filozofii postrzegania odpowiedzialności za jakość dostarczanej wody. Zmiany przepisów wymagają nie tylko inwestycji w infrastrukturę, ale również dostosowania procedur kontroli i raportowania. W efekcie zagadnienia związane z jakością wody i jej uzdatnianiem stają się ważnym elementem strategii zrównoważonego rozwoju zarówno dla samorządów, jak i przedsiębiorstw.

W nowych przepisach nacisk położono przede wszystkim na zapobieganie zagrożeniom na każdym etapie produkcji i dystrybucji wody. Oznacza to dla przedsiębiorstw wodociągowych **konieczność rozszerzenia monitoringu** oraz dostosowania infrastruktury do nowych wymagań.

Dozowanie chemikaliów w uzdatnianiu wody

Precyzyjne dozowanie chemikaliów jest jednym z filarów nowoczesnego uzdatniania wody. Niezależnie od tego, czy mowa o dezynfekcji wody pitnej podchlorynem sodu, korekcie pH, koagulacji, czy kondycjonowaniu wody chłodniczej biocydami – skuteczność całego procesu zależy od tego, czy **właściwa dawka reagenta trafi do instalacji we właściwym momencie**. Przedawkowanie oznacza niepotrzebne koszty, ryzyko przekroczenia norm jakości wody i zagrożenie dla zdrowia; niedodozowanie – nieskuteczną dezynfekcję i ryzyko rozwoju mikroorganizmów, w tym bakterii z rodzaju *Legionella*.

Przez dziesięciolecia standardem były mechaniczne pompy membranowe, w których wydajność regulowano długością lub częstotliwością skoku membrany. Rozwiązania te, choć

a jednocześnie często nie analizowanych na etapie projektowania instalacji, jest zapowietrzanie pomp dozujących. Zjawisko to zakłóca ciągłość procesu dezynfekcji a do usunięcia usterki konieczna interwencja w terenie, generując dodatkowe koszty oraz nakład pracy. Szczególnie problematyczne są obiekty bezobsługowe lub oddalone od głównych zakładów, takie jak wieże ciśnień, zbiorniki czy stacje dochlorowania zlokalizowane na końcówkach sieci.

Niebezpieczeństwo zapowietrzania pomp wzrasta przy niskich przepływach lub podczas dłuższych przerw w pracy a także w okresach wyższych temperatur otoczenia. Zapowietrzania pomp zatem częściej zdarzają się w weekendy lub latem, gdy wysokie temperatury przyspieszają degradację podchlorynu.

Zakłócenie lub nawet zatrzymanie podawania podchlorynu sodu może wynikać również z zarastania lancy podającej podchloryn do strumienia wody. Przy podwyższonym pH cieczy, na zakończeniu lancy wtryskowej wytrącają się węglany, początkowo ograniczając przepływ, z czasem całkowicie blokując możliwość iniekcji. Lokalny wzrost pH jest wynikiem zaburzenia proporcji podchloryn / woda, do którego najczęściej dochodzi w dwóch sytuacjach:

- niewystarczające wymieszanie podchlorynu z wodą wynikające z umieszczenia lancy dozującej poza środkiem strumienia wody – przy ściankach rurociągu przepływ jest laminarny, następuje lokalny wzrost pH, co sprzyja wytrącaniu osadów,
- ilość dozowanego podchlorynu nie jest skorelowana z przepływem wody, a nawet czasem dozowany jest przy braku jej przepływu, co również prowadzi do lokalnego wzrostu stężenia dezynfektanta i sprzyja wytrącaniu węglanów.

Dodatkowo ciśnienie pracującej pompy przy zatkanej lancy będzie szukać innego ujścia, co niemal na pewno doprowadzi do wycieków. Więcej o szkodliwości uwolnionych tą drogą związków można dowiedzieć się z literatury branżowej

Wody opadowe w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. Dwugłos polsko-niemiecki

Jacek Nałaskowski, Anna Michałowska

Wstęp

O wodach opadowych napisano już chyba niemal wszystko. Na dziesiątkach konferencji i szkoleń – w części z nich miałem przyjemność uczestniczyć jako prelegent – omawiano różne aspekty gospodarowania wodami opadowymi. W Polsce konkretne rozwiązania w tej dziedzinie promowało przede wszystkim środowisko inżynierskie, czerpiąc wiedzę i doświadczenia z krajów, w których zagadnienie to rozwijane jest od wielu lat.

Problem jest jednak na tyle złożony, że bez podejścia interdyscyplinarnego skuteczne i racjonalne gospodarowanie wodami opadowymi staje się niepotrzebnie trudne, a często także mniej efektywne. Od czego zatem należałoby zacząć, aby ten stan rzeczy poprawić?

Spójrzmy, jak do zagadnienia ekologicznie efektywnego zagospodarowania wód opadowych podchodzą Niemcy – z perspektywy praktyka uczestniczącego przez wiele lat w procesach planistycznych.

Część I: Stan prawny i praktyka w Niemczech

Wody opadowe – krok pierwszy: *Bebauungsplan*

Podstawowym instrumentem kształtowania gospodarki wodami opadowymi na poziomie gminy jest *Bebauungsplan (BP)*, czyli odpowiednik polskiego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (MPZP). Jako akt prawa miejscowego musi on pozostawać w zgodności zarówno z przepisami federalnymi, jak i landowymi. Federalna ustawa budowlana (*Baugesetzbuch – BauGB*) wskazuje między innymi na konieczność ochrony środowiska oraz przeciwdziałania negatywnym skutkom zmian klimatu (§ 1a ust. 5 BauGB).

W kontekście gospodarowania wodami opadowymi szczególne znaczenie mają zapisy zobowiązujące do uwzględnienia w zakresie:

Wody opadowe w procesie planistycznym – doświadczenia praktyczne

Poniższy opis stanowi syntezę doświadczeń wyniesionych z realizowanych przeze mnie projektów. Choć odnosi się przede wszystkim do praktyki obowiązującej w Badenii-Wirtembergii, odzwierciedla jednak powszechną, niemiecką praktykę.

Faza przygotowawcza

Jednym z podstawowych wymogów stawianych miejscowym planom zagospodarowania przestrzennego jest ich techniczna i prawna wykonalność. Oznacza to konieczność przeprowadzenia odpowiednich analiz jeszcze przed rozpoczęciem właściwych prac planistycznych, w następujących krokach:

- ścieki sanitarne – analiza stanu hydraulicznego sieci kanalizacyjnej, budowli odcinających (przelewy, zbiorniki przelewowe) i oczyszczalni;
- wody opadowe (w Niemczech ścieki opadowe) – analiza hydrauliczna sieci deszczowej, wymogów odbiornika (wody powierzchniowe), badania gruntu pod kątem rozsączania (wodoprzepuszczalność, poziom wody gruntowej).
- analiza ponadregionalnych planów ochrony przeciwpowodziowej.

Na tym etapie ważna jest również współpraca z władzami wodnym celem potwierdzenia koncepcji odwodnieniowej oraz parametrów technicznych, istotnych dla zagospodarowania wód opadowych.

Opracowanie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego

Ochrona przeciwpowodziowa

Analiza map zagrożenia i ryzyka powodziowego pozwala wykluczyć nową zabudowę na terenach zagrożonych powodzią o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na ponad 100 lat. W przypadku terenów już zabudowanych plan zwykle wskazuje konieczność podejmowania indywidualnych działań zabez-

Odzysk wody z popłuczyn: aspekty praktyczne i ekonomiczne

Marcin Koc

W poprzednim numerze *Technologii Wody* opisaliśmy, w jaki sposób odzysk wody z popłuczyn staje się integralnym elementem nowoczesnego projektowania stacji uzdatniania wody. Teraz czas na opisanie jednej z ostatnich realizacji i podzielenie się realnymi wynikami z pracy układu odzysku opartego o membrany ceramiczne.

Zakład Usług Komunalnych w gminie Dopiewo w województwie wielkopolskim zdecydował o poszerzeniu modernizacji SUW Joanka o dodanie układu odzysku popłuczyn z płukania filtrów samopłuczających. Duża ilość popłuczyn miała się jeszcze zwiększyć po oddaniu drugiego stopnia filtracji z filtrami ciśnieniowymi. Odzyskanie choćby części popłuczyn mogłoby znacząco poprawić dostępność wody w systemie.

Początkiem realizacji było zaprojektowanie układu w taki sposób, aby możliwie najbardziej ograniczyć prace budowlane. Wykorzystany został istniejący zbiornik (odstojnik) popłuczyn, w którego bezpośrednim sąsiedztwie wykonano płytę fundamentową pod kontenerową stację odzysku popłuczyn.

Wszystkie sieci (doprowadzenie popłuczyn, wody, odbiór osadu i odzyskanej wody, zasilanie elektryczne, sieć teleinformatyczna) wykonano pod ziemią przy okazji przygotowania płyty fundamentowej, w taki sposób, aby idealnie pasowały do prefabrykowanego kontenera (rysunek 1).



Rys. 2. Dostawa kontenera (fot. Cempuro)



Rys. 3. Układ gotowy do pracy (fot. Cempuro)

badań w zakresie zawężonym do kontroli żelaza i manganu. Oczywiście okresowo sprawdzano też pozostałe parametry.

Niezależnie od oceny jakościowej, trwała optymalizacja pracy układu w kierunku możliwie najbardziej efektywnej pracy. Sprawność mierzono przede wszystkim stopniem odrzysku, czyli



Hydranty UNO – armatura przeciwpożarowa produkowana w Polsce

Andrzej Mendrek

Sprawność systemów przeciwpożarowych zależy nie tylko od dostępności źródła wody, ale również od niezawodności elementów infrastruktury sieciowej. Wśród nich szczególnie znaczenie mają hydranty, które stanowią podstawowe źródło poboru wody w czasie akcji gaśniczych. Współczesne oczekiwania eksploataatorów sieci wodociągowych wykraczają jednak daleko poza spełnienie tych wymagań. Liczy się trwałość, odporność na korozję, łatwość obsługi oraz minimalizacja kosztów eksploatacji.

Odpowiedzią na te potrzeby jest rodzina hydrantów UNO produkowanych przez Fabrykę Armatury Hawle. Co istotne, zarówno hydrant podziemny KR241, jak i hydranty nadziemne KR221 i KR231 są wytwarzane w Koziegłowach, co pozwala na pełną kontrolę jakości, krótsze terminy dostaw oraz dostosowanie rozwiązań do wymagań krajowych przedsiębiorstw wodociągowych.

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na pochodzenie stosowanych wyrobów infrastrukturalnych. Produkcja realizowana w Polsce oznacza wsparcie lokalnego przemysłu.

Hydrant podziemny UNO KR241

Hydranty podziemne pozostają najczęściej stosowanym rozwiązaniem na terenach miejskich oraz wszędzie tam, gdzie istotne jest zachowanie estetyki przestrzeni i ograniczenie ryzyka uszkodzeń mechanicznych.

Na szczególną uwagę zasługują rozwiązania wpływające na trwałość eksploatacyjną:

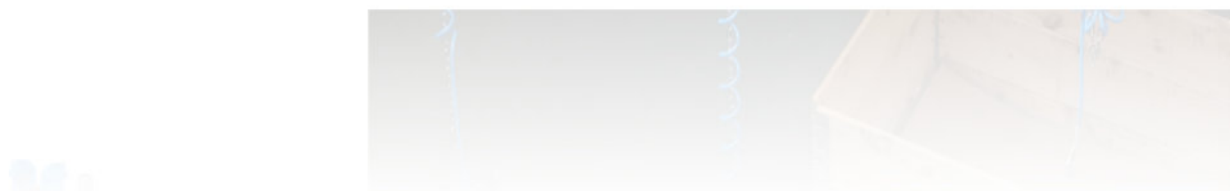
- elementy żeliwne zabezpieczane są metodą fluidyzacyjnego nanoszenia powłoki epoksydowej zgodnie z wytycznymi GSK,
- zastosowanie materiałów odpornych na korozję w elementach konstrukcyjnych,
- wysoki współczynnik przepływu przekraczający wymagania zawarte w normie,
- obrobiona mechanicznie stopa zapewniająca szczelne zamknięcie tłoka.

W praktyce eksploatacyjnej oznacza to ograniczenie ryzyka awarii oraz utrzymanie parametrów hydraulicznych przez wiele lat użytkowania. Hydranty KR241 (rysunek 1) dostępne są w kilku wersjach głębokości zabudowy.

Hydranty nadziemne UNO KR221 i KR231

Seria UNO obejmuje modele KR221 i KR231 o średnicach DN80 i DN100 i różnych głębokościach zabudowy (rysunek 2).

Konstrukcja hydrantów została opracowana z myślą o łatwej eksploatacji oraz ograniczeniu kosztów utrzymania. Wszystkie elementy wewnętrzne wykonano z materiałów odpornych na korozję, a zespół uruchamiający można wymienić bez konieczności odkopywania hydrantu. Takie rozwiązanie znacząco skraca czas prac serwisowych i ogranicza ingerencję w nawierzchnię.



***Legionella* spp. – niewidzialne ryzyko w wodzie, które zaczyna się od jednego przypadku (ostatnia część cyklu)**

Agnieszka Dybała-Kamińska

Ten tekst domyka cykl poświęcony *Legionelli* – patogenowi, który konsekwentnie wymyka się klasycznemu sposobowi myślenia o chorobach zakaźnych. W poprzednich częściach mówiliśmy o obecności bakterii w instalacjach wodnych, o biofilmie, sprzyjających namnażaniu temperaturach oraz o tym, jak infrastruktura techniczna budynków staje się środowiskiem biologicznym. Drugi artykuł pokazał skuteczne metody dezynfekcji, ich mocne strony i ograniczenia oraz sposób dopasowania strategii do rodzaju budynku i stanu technicznego instalacji.

Teraz punkt ciężkości przesuwamy dalej – z samego systemu wodnego na jego konsekwencje epidemiologiczne, kliniczne i organizacyjne. Artykuł porusza także kwestie odpowiedzialności cywilnej i praktycznego oceniania ryzyka, które w codziennym zarządzaniu dotyczy już nie tylko mikrobiologii, lecz całego budynku jako złożonego organizmu.

Woda w instalacjach ciepłej wody użytkowej rzadko budzi emocje. Jest elementem codzienności – technicznym, przewidywalnym, niemal przezroczystym w doświadczeniu użytkownika. A jednak w tej właśnie „niewidzialnej” przestrzeni infrastruktury rozgrywa się jeden z najbardziej konsekwentnych i niedocenianych problemów zdrowia publicznego: obecność bakterii z rodzaju *Legionella* spp. To patogen, który nie funkcjonuje w klasycznym modelu epidemii, ponieważ nie przenosi się między ludźmi. Jego środowiskiem jest infrastruktura wodna, a ryzyko zaczyna się tam, gdzie woda przestaje być dynamiczna, a staje się systemem stagnacji, temperatury i biofilmu.

Legionella spp. naturalnie występuje w środowisku wodnym – w jeziorach, rzekach i glebie. W warunkach naturalnych jej obecność nie stanowi zagrożenia. Przełom zaczyna się dopiero wtedy, gdy bakteria trafia do użytkowych instalacji wodnych: systemów ciepłej wody użytkowej, pryszniców, łazien, włącz chłodniczych czy instalacji klimatyzacyjnych. Tam

wodnego, czyli wdychanie mikroskopijnych kropelek powstających podczas prysznica, pracy kranu czy działania urządzeń generujących mgłę wodną. Cząstki poniżej 5 mikrometrów mogą docierać do dolnych dróg oddechowych i tam inicjować proces chorobowy. Oznacza to, że ryzyko nie wynika z „kontaktu z wodą”, lecz z jej transformacji w aerozol.

Obraz kliniczny legionellozy jest nieswoisty i przez to diagnostycznie wymagający. Występują dwie główne postaci choroby: ciężka – tzw. choroba legionistów, czyli zapalenie płuc o śmiertelności szacowanej na około 5-15%, oraz łagodniejsza – gorączka Pontiac, która ma charakter samoograniczający się i często przypomina infekcję wirusową. Okres inkubacji wynosi zwykle 2-10 dni, co dodatkowo utrudnia powiązanie przypadku z konkretną ekspozycją środowiskową, szczególnie w kontekście podróży.

W diagnostyce kluczowe znaczenie ma wykrywanie antygenu *Legionella pneumophila* w moczu, umożliwiające szybkie potwierdzenie podejrzenia, natomiast złotym standardem pozostaje hodowla próbek pochodzących z dolnych partii płuc, takich jak płwocina, czy popłuczyny oskrzelowo-pęcherzykowe. Ta metoda ma znaczenie nie tylko kliniczne, ale przede wszystkim epidemiologiczne, ponieważ umożliwia typowanie szczepów i łączenie przypadków z konkretnymi źródłami środowiskowymi. Istotne jest również to, że standardowe antybiotyki β-laktamowe są nieskuteczne – konieczne jest stosowanie leków penetrujących do wnętrza komórek, takich jak makrolidy lub fluorochinolony.

Z epidemiologicznego punktu widzenia *Legionella* ma jedną cechę, która zmienia całą logikę analizy: nie przenosi się między ludźmi. Każdy przypadek nie jest elementem łańcucha transmisji, ale niezależnym sygnałem ekspozycji środowiskowej. Oznacza to, że dochodzenie epidemiologiczne nie koncentruje się na kontaktach chorego, lecz na jego otoczeniu technicznym – przede wszystkim systemach wodnych budynków

Technologie bezwykopowe – nowoczesna perspektywa renowacji infrastruktury

Paulina Stopa

Wprowadzenie

Bezwykopowe technologie renowacji rurociągów stanowią obecnie jeden z najważniejszych kierunków rozwoju infrastruktury wodno-kanalizacyjnej. Wśród dostępnych metod szczególne znaczenie zyskała technologia CIPP (ang. *Cured-In-Place Pipe*), polegająca na instalacji elastycznej wykładziny nasączonej żywicą wewnątrz istniejącego przewodu oraz jej późniejszym utwardzeniu w celu uzyskania nowej, szczelnej struktury rurowej [1,2].

Rozwiązania CIPP pozwalają ograniczyć zakres robót ziemnych, skrócić czas prowadzenia prac oraz zmniejszyć wpływ inwestycji na otoczenie w porównaniu z tradycyjną wymianą przewodów [3].

Jednym z podmiotów zajmujących się produkcją wykładzin stosowanych w technologii CIPP jest firma POLINER Sp. z o.o., oferująca rozwiązania materiałowe wykorzystywane w procesach renowacji infrastruktury podziemnej. W strukturze produkowanych wykładzin dominują obecnie rozwiązania wzmacniane włóknem szklanym, stanowiące około 90-95% całkowitej produkcji, natomiast pozostałą część stanowią wykładziny wykonywane na bazie włókien poliestrowych o strukturze filcowej. Analiza zmian zachodzących w ostatnich latach wskazuje na stopniowe ograniczanie udziału wykładzin filcowych przy jednoczesnym wzroście znaczenia wykładzin wzmacnianych włóknem szklanym. Obserwowana tendencja może wskazywać na rosnące wykorzystanie materiałów kompozytowych w renowacji przewodów, związane z ich właściwościami mechanicznymi oraz wymaganiami stawianymi współczesnym systemom CIPP.

Wykładzina CIPP jako konstrukcja kompozytowa

Wykładzina CIPP po procesie utwardzania nie jest jedynie warstwą uszczelniającą, lecz może stanowić samonośną konstrukcję przejmującą obciążenia działające na przewód [1].

Jej właściwości wynikają z odpowiedniego połączenia kilku elementów:

- materiału wzmacniającego, tzn. zbrojenia w postaci matotkanki z włókna szklanego lub włókniny poliestrowej,
- systemu żywicznego,
- folii ochronnych,
- dodatków technologicznych wpływających na proces utwardzania i eksploatację.

Właściwy dobór komponentów wpływa bezpośrednio na parametry mechaniczne, takie jak moduł sprężystości, wytrzymałość na zginanie oraz na odporność chemiczną [1,4]. Zgodnie z wymaganiami normowymi dotyczącymi systemów CIPP, projektowanie wykładziny powinno uwzględniać warunki istniejącego przewodu, obciążenia gruntem, poziom wód gruntowych oraz przewidywany okres użytkowania [1].

Automatyzacja procesu produkcji wykładzin CIPP – linia modułowa do składania rękawa

Jednym z etapów zapewnienia wysokiej jakości wykładzin CIPP jest precyzyjne przygotowanie struktury rękawa przed procesem impregnacji żywicą oraz jego instalacją w miejscu realizacji inwestycji. Stabilność parametrów materiału na etapie produkcji ma bezpośredni wpływ na późniejsze



Oszczędność czasu – efekt uboczny technologii. Pierwsze pół roku doświadczeń ze skróconym czasem pracy w Wodociągach Chrzanowskich

Łukasz Brzózka, Barbara Boba

Nowe spojrzenie na wartość czasu

Zainteresowanie skróconym czasem pracy nie pojawiło się u nas z dnia na dzień. Jeszcze zanim w Polsce ogłoszono rządowy pilotaż, temat ten był jedną z najczęściej dyskutowanych kwestii dotyczących przyszłości rynku pracy. Z dużym zainteresowaniem śledziliśmy tę debatę.

Od dawna wychodzimy z założenia, że największą wartością przedsiębiorstwa są ludzie. To od ich zaangażowania, wiedzy i motywacji zależy jakość usług, które każdego dnia dostarczamy mieszkańcom. Dlatego kiedy wokół skróconego czasu pracy zaczęło pojawiać się coraz więcej pozytywnych doświadczeń i argumentów, uznaliśmy, że warto przyrzeć się temu rozwiązaniu bliżej.

Postawiliśmy sobie pytanie, czy zmiana organizacji pracy może przełożyć się na wzrost efektywności? Innymi słowy – czy można pracować mniej, ale skuteczniej?

Współczesne wodociągi to nie tylko sieć rur, lecz organizm wyposażony w tysiące cyfrowych zmysłów. Coraz więcej procesów jest zautomatyzowanych, rozwijają się systemy monitoringu i zarządzania siecią, a nowoczesne technologie pozwalają wykonywać wiele zadań szybciej i skuteczniej. Naturalne stało się więc kolejne pytanie: czy postęp technologiczny powinien przekładać się wyłącznie na wzrost wydajności? Być może część korzyści, które dzięki nim osiągamy, powinna wracać do ludzi w postaci czasu – zasobu, który w dzisiejszym świecie staje się coraz cenniejszy.

Jako spółka infrastruktury krytycznej nie możemy jednak pozwolić sobie na eksperymentowanie kosztem mieszkańców. Wiele firm może wdrażać nowe rozwiązania metodą prób i błędów. My, jako przedsiębiorstwo odpowiedzialne za dostarczanie wody, musimy mieć pewność, że każda zmiana jest dobrze przygotowana, monitorowana i zabezpieczona na wypadek nieprzewidzianych sytuacji.

rozpoczęliśmy kilka miesięcy przed uruchomieniem pilotażu, już na etapie opracowywania wniosku, w którym musieliśmy przedstawić szczegółowy plan działania. Szybko okazało się, że skrócony czas pracy nie zaczyna się od kalendarza. Zanim zaczęliśmy rozmawiać o harmonogramach czy liczbie dni pracy, musieliśmy oddzielić mechanizmy napędzające rozwój przedsiębiorstwa od tych, które przez lata obrastały osadem przyzwyczaję. Zastanawialiśmy się, czy potencjał naszych pracowników jest wykorzystywany w pełni efektywnie oraz jakie zmiany organizacyjne mogłyby usprawnić codzienne funkcjonowanie spółki. Bardzo ważnym elementem były rozmowy z kierownikami i pracownikami. To oni najlepiej znają codzienne procesy, potrafią wskazać potencjalne zagrożenia i praktyczne rozwiązania.

Po podpisaniu umowy z Ministerstwem rozpoczęliśmy przygotowania formalne i organizacyjne. Opracowaliśmy regulamin pilotażu oraz wdrożyliśmy zmiany w organizacji pracy. Wymagało to również odpowiedniego dostosowania regulaminów wewnętrznych i dokumentacji pracowniczej, związanej m.in. ze zmianami stanowisk i przesunięciami pracowników pomiędzy jednostkami organizacyjnymi. Tam, gdzie reorganizacja i automatyzacja nie były wystarczające, zatrudniliśmy dodatkowych pracowników. Pod koniec 2025 roku rozpoczęliśmy również pierwsze inwestycje technologiczne finansowane ze środków pozyskanych w ramach pilotażu, które nadal kontynuujemy.

Dwie dyspozytornie, jeden cel: pełna kontrola nad wodą i ściekami

Jednym z najważniejszych przedsięwzięć realizowanych w ramach pilotażu skróconego czasu pracy była modernizacja systemów monitoringu i zarządzania procesami technologicznymi.

Czy istniejące oczyszczalnie mogą spełnić wymagania nowej dyrektywy UE bez kosztownej rozbudowy? Wyniki pilotażu technologii VTA Nanocarbon® (IV stopień oczyszczania ścieków)

Aleksandra Dębska, Bartłomiej Nowakowicz, Przemysław Nowakowicz

1. Nowe wyzwania dla oczyszczalni ścieków

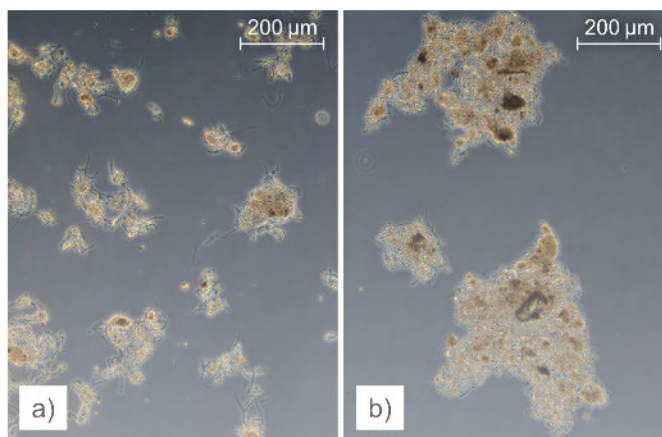
Nowelizacja Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych wyznacza nowe wymagania dla sektora wodno-kanalizacyjnego. Oprócz utrzymania wysokiej skuteczności usuwania związków biogenych, coraz większy nacisk kładzie się na ograniczenie emisji mikrozanieczyszczeń, takich jak pozostałości farmaceutyków, substancje per- i polifluoroalkilowe (PFAS), mikroplastik czy wybrane patogeny. Dla wielu oczyszczalni oznacza to konieczność wdrożenia tzw. czwartego stopnia oczyszczania.

Najczęściej rozważane technologie IV stopnia obejmują ozonowanie, adsorpcję na węglu aktywnym (GAC/PAC) oraz procesy membranowe. Rozwiązania te charakteryzują się wysoką skutecznością usuwania wielu grup mikrozanieczyszczeń, jednak ich wdrożenie wiąże się z istotnymi nakładami inwestycyjnymi, zwiększonym zużyciem energii, koniecznością budowy nowych obiektów technologicznych oraz dodatkowymi wymaganiami eksploatacyjnymi.

Alternatywę mogą stanowić technologie zintegrowane z istniejącym procesem biologicznego oczyszczania ścieków, niewymagające rozbudowy infrastruktury. Jednym z takich rozwiązań jest VTA Nanocarbon®, preparat oparty na nanostrukturach węgla, którego działanie wykorzystuje zjawiska adsorpcji oraz oddziaływania z kłaczkami osadu czynnego. Dzięki dozowaniu bezpośrednio do istniejącego układu biologicznego możliwe jest wspomaganie procesu oczyszczania bez konieczności budowy dodatkowych instalacji technologicznych.

2. Czy można zwiększyć skuteczność istniejącego procesu biologicznego?

Podstawowym założeniem technologii VTA Nanocarbon® jest wykorzystanie istniejącego procesu osadu czynnego jako aktyw-



Rys. 1. Struktury kłaczków: a) przed dozowaniem, b) po 4 tygodniach dozowania preparatu VTA Nanocarbon® (fot. BGB Tech)

na obciążenia hydrauliczne i ładunkowe przekłada się na większą stabilność pracy oczyszczalni, szczególnie w okresach zwiększonego dopływu ścieków lub chwilowych przeciążeń technologicznych.

W efekcie zastosowanie VTA Nanocarbon® jednocześnie wspiera proces usuwania mikrozanieczyszczeń oraz poprawia parametry eksploatacyjne oczyszczalni, obejmujące jakość ścieków oczyszczonych, właściwości sedymentacyjne osadu czynnego oraz efektywność energetyczną procesu biologicznego (rysunki 2 i 3).



Historia wodą się toczy

Jakub Skrzypczak

1001 lat minęło od koronacji pierwszego króla Polski, Bolesława Chrobrego. Czy to pretekst, by trochę pogawędzić o miejscu, gdzie Polska się zaczęła? Bądźmy uczciwi, ten aspekt naszej historii jest na tyle zajmujący i kluczowy, że pretekstu, wyznaczonego przez czasową cezurę, szukać nie trzeba, ale przyjmijmy, że rozpoczęcie odliczania kolejnego tysiąca lat od koronacji, będzie do tego pobudką. I choć o Chrobrym pomówimy innym razem, przenieśmy się na Ostrów Tumski w Poznaniu.

Jak pisałem w pierwszym artykule z poznańskiej serii, życiodajna rola wody jest niepodważalna. Wokół wody powstają nie tylko wielkie cywilizacje, ale i Poznań. Oddajmy sprawiedliwość historyczną miejscu, na którym osiedla się pierwszy historyczny władca Polski, Mieszko I, ojciec wspomnianego Bolesława. Dzieje się to na dzisiejszym Ostrowie Tumskim w Poznaniu. I od razu musimy wyjaśnić, czym tak naprawdę jest Ostrów Tumski. Znamy inne „Ostrowy Tumskie” w Polsce? Zapewne przychodzi nam do głowy Wrocław i jest to skojarzenie jak najbardziej trafne. Tu rodzi się zasadnicze pytanie: kto komu podkradł nazwę? Poznań Wrocławowi, czy Wrocław Poznaniowi? Lokalny patriotyzm nie może przykryć rzetelnego oglądu sprawy, więc choć serce poznańskiego przewodnika nakazywałoby powiedzieć „Wrocław Poznaniowi”, to absolutnie nie! Czy wobec tego oznacza to, że wrocławski Ostrów Tumski był pierwszy? Też nie! O co więc chodzi? Wyjaśnijmy znaczenie frazy „Ostrów Tumski”. Ostrów odnosi się bowiem do staropolskiego słowa oznaczającego wyspę, a Tum, to z kolei niemieckie określenie kościoła katedralnego. Wobec tego „Ostrów Tumski” oznacza zwyczajnie wyspę katedralną. I Poznań ma wyspę katedralną, i Wrocław, więc nikt nikomu niczego podkładać nie musiał. Nie zmienia to faktu, że historia poznańskiego Ostrowa Tumskiego jest znacznie dłuższa! Bowiem właśnie tu, jak już ustaliliśmy, osiedla się

pierwszy z władców Polski, książę Mieszko I. Dlaczego na wyspie, a nie na stałym lądzie? Z oczywistego względu-atutu, którym jest występowanie wody wokół obszaru jego osady. Woda w tym przypadku nie tylko staje się źródłem życia, ale i PRZEżycia. Rzeki otaczające wyspę tworzą bowiem naturalną fosę, która jest niebagatelnym atutem militarnym, utrudniającym dostęp agresorom. A było się wówczas przed kim bronić... To jednak Mieszkowi nie wystarcza. Buduje wał obronny, gruby na 40 metrów i wysoki na 12! Wały tworzą cztery pierścienie okalające Ostrów Tumski. Skąd o tym wiemy? Za sprawą badań, które na Ostrowie Tumskim prowadziła prof. dr hab. Hanna Kóčka-Krenz z Wydziału Archeologii UAM. I to odkrycie okaże się kolejnym kamyczkiem do budowy istotnego obrazu Poznania jako głównej siedziby pierwszych władców Polski. Kóčka-Krenz [1] tłumaczy, że rozmiar wału wpisuje się nie tylko w założenie obronne, ale także przeciwpowodziowe. Jeden z pierścieni tworzy sekcję przeznaczoną dla władcy i jego najbliższej świty, drugi to szeroko rozumiana przestrzeń katedralna, trzecia powstaje na Zagórze, a czwarta rozciąga się w okolicach dzisiejszej ulicy Księdza Ignacego Posaźskiego, gdzie dziś możemy podziwiać przekrój archeologiczny wspomnianych wałów, w Rezerwacie Genius Loci. Sama wielosegmentowość nadwarciańskiego grodu świadczyła także o jego roli i prestiżu. Poznań stanowił gród-serce państwa Mieszka. Jedynie najważniejsze grody posiadały skomplikowaną konstrukcję, w skład której wchodziło wiele członów (rysunek 1), ale to właśnie Poznań posiadał ich aż cztery! Wszystko to w nierozdzielnej łączności z okalającą wyspę wodą. Do historii pierwszych Piastów z pewnością wrócimy w kolejnych artykułach, ale na ten moment pozwólm, by wiele wody w Warcie upłynęło, aby dostrzec epokową konwergencję jednego z omawianych dziś zjawisk.

Retencja zaczyna się od pytania: gdzie znika nasz deszcz?

Anna Michałowska

O potrzebie retencji mówimy coraz częściej. Powstają strategie adaptacji do zmian klimatu, miasta inwestują w zielono-niebieską infrastrukturę, a producenci oferują coraz więcej rozwiązań wspierających zatrzymywanie wody. Branża jest świadoma potrzeby wdrażania działań wspierających retencję, także tą w skali mikro, ale czy społeczeństwo je rozumie? Podczas prowadzonych przeze mnie warsztatów okazuje się, że nie zawsze potrafimy odpowiedzieć na jedno, pozornie bardzo proste pytanie: co właściwie dzieje się z deszczem w mieście? A właśnie od tej odpowiedzi warto rozpocząć edukację o retencji.

Gdzie trafia deszcz, który spadnie na nasz dach?

To jedno z pierwszych pytań, jakie zadają podczas warsztatów prowadzonych dla dzieci, nauczycieli i całych rodzin. Najczęściej zapada cisza. Pojawiają się odpowiedzi: „do ziemi”, „do oczyszczalni”, „do rzeki”. Wszystkie są po części prawdziwe, ale niewiele osób potrafi opowiedzieć całą drogę, jaką pokonuje woda opadowa w mieście i wyjaśnić, jak naprawdę działa kanalizacja deszczowa.

Co ciekawe, ten brak wiedzy dotyczy nie tylko dzieci. Bardzo często również dorośli po raz pierwszy zastanawiają się nad tym, że deszcz, który właśnie spadł na dach ich domu czy szkoły, niemal natychmiast znika z pola widzenia. A skoro go nie widzimy, przestajemy o nim myśleć, a tymczasem to świadomość wpływa na nasze codzienne decyzje.

Zmiany klimatu dotyczą nas wszystkich. Miasta i ich mieszkańcy coraz częściej doświadczają długich okresów suszy oraz ekstremalnie wysokich temperatur. Coraz częściej występują również krótkotrwałe, ale bardzo intensywne opady, które powodują lokalne podtopienia, zamiast realnie uzupełniać zasoby wody w środowisku. Paradoksalnie, mimo że deszczu czasami spada bardzo dużo, po kilku dniach znów zaczyna brakować wody w środowisku. A przecież zieleń miejska – parki, skwery i wszelka roślinność – która każdego dnia pracuje na poprawę lokalnego klimatu – także potrzebuje dostępu do wody.

Podczas warsztatów tłumaczę uczestnikom, że kanalizacja deszczowa nie została zaprojektowana do magazynowania

To właśnie obserwacja sprawia, że uczestnicy sami dochodzą do wniosków. Nawet najmłodsze dzieci bardzo szybko zaczynają dostrzegać zależności między opadem, zielenią i temperaturą otoczenia. Nie potrzebują skomplikowanych definicji. Wystarczy pozwolić im zobaczyć, jak zachowuje się woda na różnych nawierzchniach i jaką temperaturę osiągają te powierzchnie w cieple dzień.

To doświadczenie pokazuje również nauczycielom, że temat retencji można z powodzeniem omawiać już w przedszkolu. Odpowiednio dobrane doświadczenia, rozmowa i obserwacje prowadzone przez dłuższy czas są dla dzieci znacznie bardziej zrozumiałe niż nawet najbardziej rozbudowana prezentacja.

Co najbardziej zaskakuje uczestników?

Największe emocje wywołują zawsze doświadczenia realizowane „na żywo”. Uczestnicy obserwują, że zbita, przesuszona i pozbawiona roślinności gleba wcale nie „pije” wody. Wręcz przeciwnie – często ją odpycha, a jej temperatura jest wyraźnie wyższa niż temperatura trawnika. Widzą, że teren pokryty roślinnością znacznie lepiej zatrzymuje wodę opadową.

Przekonują się, że montaż beczki na deszczówkę jest prostym rozwiązaniem, które może realnie ograniczyć zużycie wody wodociągowej do podlewania roślin. Dużym zaskoczeniem jest również fakt, że woda spływająca z dachu w większości przypadków ma jakość w pełni wystarczającą do podlewania zieleni, a samo wykorzystanie jej w ten sposób nie wymaga żadnych dodatkowych czyszczeń i filtracji.