

TEMAT NUMERU | OCZYSZCZALNIA NA DZIŚ I NA JUTRO

# NOWOCZESNA, EFEKTYWNA, NEUTRALNA ENERGETYCZNIE...

- | AI w oczyszczalni
- | deamonifikacja wód odciekowych z gospodarki osadowej
- | biometan – zielone paliwo przyszłości



# Już teraz zadbaj o swobodę cyfryzacji

i rozwoju Twojej organizacji



KROK I

Zeskanuj kod QR



KROK II

i pobierz e-Book



Dowiedz się, jakie możliwości cyfryzacji  
zapewnia **platforma nAxiom.**

Śledź nas na:





**KIERUNEK  
WOD-KAN**
**Z ŻYCIA BRANŻY**

- 10 | **Efekty kontroli obiegu nieczystości płynnych w gminach**  
Anna Michałowska
- 12 | **Formalnoprawna analiza wniosku taryfowego. Co to w praktyce oznacza?**  
Łukasz Lipiec
- 14 | **Wody Polskie – nowe otwarcie**  
Rozmowa z Joanną Kopczyńską, prezeską PGW Wody Polskie
- 20 | **Razem dla wody. Inicjatywa klubu kobiet i cieszyńskich wodociągów**  
Ewa Stępniewicz

**TEMAT NUMERU: OCZYSZCZALNIA NA DZIŚ I NA JUTRO**

- 24 | **AI w oczyszczalni. Uczenie maszynowe jako element sztucznej inteligencji**  
Bartosz Szelaąg, Krzysztof Barbusiński
- 28 | **Deamonifikacja wód odciekowych z gospodarki osadowej w dążeniu GOŚ Dębogórze do samowystarczalności energetycznej**  
Anna Remiszewska-Skwarek, Przemysław-Kowal
- 42 | **Modernizacja oczyszczalni ścieków w Opolu**  
Kamil Olszewski, Marek Nylec
- 52 | **Kofermentacja jako element energetycznego zarządzania obiektami ściekowymi na przykładzie Aquanet S.A**  
Przemysław Magda, Tomasz Kurant, Aneta Wysocka-Kaczmarek
- 57 | **Czemu warto być wytrwałym?**  
Rozmowa ze Stanisławem Zdanowiczem, prezesem HYDROSFERY
- 62 | **Biometan – zielone paliwo przyszłości**  
Anna Tronina
- 66 | **Ograniczenie emisji odorów do środowiska. Metody biologiczne**  
Krzysztof Barbusiński, Anita Parzentna-Gabor
- 72 | **Rola technologii w podniesieniu efektywności energetycznej**  
Krzysztof Kubicki
- 74 | **Czwarty stopień oczyszczania ścieków może wkrótce być obowiązkowy!**  
WILO

**CYFROWY WOD-KAN**

- 78 | **Chat GPT o infrastrukturze krytycznej**  
Karolina Wojtasik

**JAKOŚĆ WODY**

- 82 | **Mikroorganizmy w procesie uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi**  
Iwona Lasocka-Gomuła
- 88 | **Woda i pestycydy**  
Paweł Cieślak

**EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA**

- 92 | **Wod-kan na rynku energii**  
Daniel Raczkiewicz

**PRAWO**

- 96 | **Zapowiedź kryzysu wizerunkowego branży wod-kan, czyli obawa o wystąpienie nieuniknionego w związku z nowelizacją ustawy zaopatrzeniowej**  
Marcin Błędzki

**GOSPODARKA OBIEGU ZAMKNIĘTEGO**

- 102 | **Ponowne wykorzystanie wody odzyskanej ze ścieków**  
Klara Ramm

**FELIETON**

- 105 | **Harce**  
Paweł Chudzinski
- 106 | **Darmocha**  
Michał Rżanek

**Z ŻYCIA BRANŻY**


Fot. Wody Polskie

14

**WODY POLSKIE – NOWE OTWARCIE**

Rozmowa z Joanną Kopczyńską, prezeską PGW Wody Polskie

**TEMAT NUMERU: OCZYSZCZALNIA NA DZIŚ I NA JUTRO**


Fot. obraz wygenerowany przez AI

24

**AI W OCZYSZCZALNI. UCZENIE MASZYNOWE JAKO ELEMENT SZTUCZNEJ INTELIGENCJI**

Bartosz Szelaąg, Krzysztof Barbusiński

**CYFROWY WOD-KAN**


Fot. 123rf

78

**CHAT GPT O INFRASTRUKTURZE KRYTYCZNEJ**

Karolina Wojtasik



### Przemysław Płonka

redaktor naczelny  
tel. 32 415 97 74 wew. 28  
e-mail: przemyslaw.plonka@e-bmp.pl

## Rozwiązania nowoczesne i sprawdzone

Konieczność racjonalnej gospodarki wodą, wobec zmian klimatycznych, których konsekwencje coraz częściej odczuwamy, jest wielokrotnie poruszana w bieżącym wydaniu. Opisujemy w nim m.in. działania, inwestycje realizowane przez branżę wod-kan, zwłaszcza w kontekście oczyszczalni ścieków.

„Ponowne wykorzystanie wody jest jednym z podstawowych obszarów transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym w sektorze wodociągowo-kanalizacyjnym (...). Jednym z najbardziej obiecujących obiektów, ze znaczącym potencjałem do odzysku wody, są oczyszczalnie ścieków komunalnych. Coraz częściej traktuje się je jako biofabryki, czyli miejsca, w których nie tylko produkuje się biogaz czy energię elektryczną, ale również odzyskuje wodę, biogeny, piach, celulozę, ciepło itd.” – pisze Klara Ramm z Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie. Budowę oczyszczalni, traktowanych m.in. jako źródło surowców, wymusza unijna dyrektywa ściekowa. Stąd też teraz „nacisk zostanie położony na kwestie związane z wykorzystaniem energii, na zagospodarowanie odpadów po oczyszczeniu ścieków. Oczyszczalnie muszą zmienić się bowiem w zakłady funkcjonujące w gospodarce obiegu zamkniętego” – podkreśla Joanna Kopczyńska, prezes Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie (wywiad na str. 14).

Oczyszczalnie zwracają więc w stronę GOZ – niektóre mają już za sobą spory kawałek drogi (często – nietawnej). Kamil Olszewski i Marek Nylec opisują zakończoną niedawno modernizację oczyszczalni ścieków w Opolu, która „jest obecnie jednym z najnowocześniejszych obiektów tego typu w Polsce, bardzo dobrym do prac nad spełnieniem wymagań nowej dyrektywy ściekowej” (art. na str. 42).

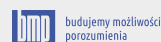
Nowoczesna jest także oczyszczalnia w Józefowie (patrz wywiad na str. 57) czy gdyńska oczyszczalnia „Dębogórze”. O doświadczeniach eksploatacyjnych z podczyszczania odcieków z odwadniania piszą Anna Remiszewska-Skwarek i Przemysław-Kowal, którzy zaznaczają, że „instalacja przyniosła znaczące korzyści w kontekście efektywności energetycznej,

redukcji kosztów operacyjnych oraz uzyskania stabilności procesowej, co stanowi jeden z kluczowych etapów transformacji istniejących oczyszczalni komunalnych w aspekcie modelowego wdrażania założeń GOZ oraz celów zrównoważonego rozwoju UE”.

Zachęcam także do przeczytania „mniej technicznego”, ale pełnego pozytywnej energii artykułu Ewy Stępniewicz, gdzie również mowa o zmianach klimatycznych i sposobach przeciwdziałania. „W dobie narastającego kryzysu klimatycznego każda inicjatywa mająca na celu ochronę zasobów naturalnych jest na wagę złota. Stowarzyszenie Klub Kobiet Kreatywnych z Cieszyna postanowiło odpowiedzieć na to wyzwanie, proponując projekt edukacyjny skierowany do dorosłych mieszkańców, promujący oszczędzanie wody. Współpraca z Wodociągami Ziemi Cieszyńskiej, które z entuzjazmem przyjęły propozycję Stowarzyszenia, jest ważnym krokiem pokazującym, że zjednoczone działania różnych lokalnych podmiotów mogą przynieść wymierne korzyści dla środowiska” (str. 20).

Członkinie Klubu Kobiet Kreatywnych z Cieszyna, podczas wizyty w hiszpańskiej Andaluzji, miały okazję zobaczyć m.in. prace związane z odtworzeniem dawnych systemów irygacyjnych, zbudowanych przez Maurów w VIII wieku. Jak pisze Ewa Stępniewicz: „w obliczu zmieniającego się klimatu i rosnących wyzwań związanych z zasobami wodnymi, starożytne techniki irygacyjne mogą oferować cenne lekcje na temat zrównoważonego zarządzania wodą”.

Przykład ten pokazuje, że w dążeniu do neutralności klimatycznej, do gospodarki obiegu zamkniętego czy walce z suszą, sięgać należy nie tylko do nowoczesnych rozwiązań (łącznie z, również opisywaną na naszych łamach, sztuczną inteligencją), ale i do tych wynalezionych wieki temu. I nie mam na myśli jedynie wspomnianych systemów z Andaluzji, ale przede wszystkim współpracę, dialog, edukację pozwalającą na zmianę przyzwyczajzeń, do czego nie potrzeba wielkich środków z Unii.



Wydawca:  
BMP Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.

KRS: 0000406244, REGON: 242 812 437  
NIP: 639-20-03-478  
ul. Morcinka 35  
47-400 Racibórz  
tel./fax 32 415 97 74  
tel. 32 415 29 21, 32 415 97 93  
e-mail: kierunekwodkan@e-bmp.pl  
www.kierunekWODKAN.pl

BMP to firma od ponad 30 lat integrująca środowiska branżowe, proponująca nowe formy budowania porozumienia, integrator i moderator kontaktów biznesowych, wymiany wiedzy i doświadczeń. To organizator branżowych spotkań i wydarzeń – znanych i cenionych ogólnopolskich konferencji branżowych, webinarów, wydawca profesjonalnych magazynów i portali.

#### Rada Programowa:

prof. dr hab. inż. Marek Gromiec – członek Krajowej Rady Gospodarki Wodnej, doradca Komisji Środowiska Senatu RP

Marek Kornatowski – Prezes Zarządu, Fundacja „Dolnośląskie Forum Wodociągowe”

Andrzej Malinowski – Prezes Zarządu, Stowarzyszenie Wodociągowców Województwa Śląskiego

Michał Rżanek – Prezes Piotrkowskich Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.

Klara Ramm – przedstawiciel Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie” w EURAU

Piotr Ziętara – Prezes Zarządu MPWiK S.A. w Krakowie

Prezes zarządu BMP Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.  
Mateusz Grzeszczuk

Redaktor naczelny  
Przemysław Płonka  
Redakcja techniczna  
Marcelina Gąsior

Kolportaż  
rafał.ruczaj@e-bmp.pl

Sprzedaż:  
Magda Widzińska, Marta Mika, Ewa Dombek,  
Jolanta Mikołajec-Piela, Krzysztof Sielski,  
Monika Majewska

Redakcja nie odpowiada za treść reklam.  
Niniejsze wydanie jest wersją pierwotną czasopisma

Wykorzystywanie materiałów i publikowanie reklam opracowanych przez wydawcę wyłącznie za zgodą redakcji. Redakcja zastrzega sobie prawo do opracowywania nadesłanych tekstów oraz dokonywania ich skrótów, możliwości zmiany tytułów, wyróżnień i podkreśleń w tekstach. Artykułów niezamówionych redakcja nie zwraca.

Druk:  
FISCHER Poligrafia

Fot. na okładce:  
123rf.com



### OCZYSZCZALNIA W OPOLU DO MODERNIZACJI

Oczyszczalnia ścieków w Opolu, po zakończonej modernizacji, jest obecnie jednym z najnowocześniejszych obiektów tego typu w Polsce, o możliwości oczyszczalnia ścieków na poziomie 290 000 RLM. Więcej na temat przeprowadzonej inwestycji – w artykule na stronie 42

Fot. BMP





## 8 TYSIĘCY ZWIEDZAJĄCYCH, PONAD 200 WYSTAWCÓW, TECHNOLOGIE PRZYSZŁOŚCI...

Nowe sposoby odzyskiwania wody ze ścieków, dron z kamerą 5K kontrolujący sieć kanalizacyjną, komunikacja w chmurze... W dniach 27-29 maja 2024 r. w Bydgoszczy odbyły się XXX Międzynarodowe Targi WOD-KAN – największa tego typu impreza branżowa w Polsce i jedna z największych w Europie.

– To budujące, że nasze targi cieszą się tak dużym zainteresowaniem wśród wystawców, przedsiębiorstw wod-kan oraz osób zainteresowanych nowymi rozwiązaniami technicznymi i innowacjami – mówi Paweł Sikorski, prezes Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie”, która organizowała wydarzenie. – To inspirujące miejsce, gdzie warto być. Jak pokazały poprzednie edycje wydarzenia – spotkania podczas targów owocują kontraktami i długofalową współpracą – dodaje.

Targi to ponad 200 wystawców, możliwość wymiany poglądów, zawarcia nowych umów, poznanie najnowszych rozwiązań technicznych, konsultacje ekonomiczno-prawne, konferencje.

– W tegorocznej edycji Strefy Nowych Technologii zaprezentowano 13 nowatorskich rozwiązań dotyczących



między innymi systemu odczytu wodomierzy, przekazu danych, biomonitoringu. Wśród prezentowanych rozwiązań były te nagrodzone Grand Prix – zaznacza dr inż. Tomasz Cichoń, dyrektor techniczny Wodociągów Miasta Krakowa, prowadzący tę część targów.

Nagrodę w kategorii „urządzenia” otrzymały firmy: CT2MC (pływający dron z kamerą 5K kontrolujący sieć kanalizacyjną), Nodigmarket24 Damian Sobczak (maszyna przeciskowa z głowicą kontrolowaną MMP-35), Diehl Metering (IZAR IOT GATEWAY PREMIUM). W kategorii „technologia” jury przyznało nagrodę dla AIUT (WaterPrime). Grand Prix otrzymały także: ESMIL Group, WOFIL oraz Fabryka Armatur Jafar.

Dużym zainteresowaniem cieszył się zaprezentowany podczas targów projekt ReNutriWater, którego liderem jest Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”. To pilotażowe





rozwiązanie dotyczące odzysku wody ze ścieków i wykorzystanie jej przez samorządy i podmioty prywatne.  
– Projekt jest odpowiedzią branży na zmiany klimatu powodujące niedobory wody. Ma pokazać operatorom oczyszczalni ścieków, że ze ścieków można pozyskać wodę bezpiecznie i – co najważniejsze – lokalnie – przekonuje dr Klara Ramm z Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie”.

Podczas targów odbyła się konferencja „Must have branży wod.-kan. Wodociągowcy Wodociągowcom”. W wydarzeniu wystąpiły trzy przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne oraz firmy na co dzień współpracujące z tymi konkretnymi spółkami. – Mieliliśmy tutaj przykład współpracy zapoczątkowanej na targach w 2022 roku pomiędzy Zakładem Inżynierii Komunalnej z Trzcianki a firmą Prodeko-Etk. Choć realizacja wspólnego przedsięwzięcia zakończyła się z sukcesem po kilku miesiącach od pierwszego spotkania, to dla firmy Prodeko-Etk stanowiła cenne źródło kontaktów i kolejne kontrakty branżowe – dodaje Paweł Sikorski, prezes IGWP.  
– Dlatego w Bydgoszczy warto być! – pointuje prezes Izby.

– Cieszę się, że w Bydgoszczy, po raz kolejny mogliśmy gościć przedstawicieli tak ważnej branży. Targi od lat cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem. Obecna edycja jest tego przykładem. Dzięki temu do naszego miasta zjeżdżają czołowe firmy z Polski i nie tylko. To także duża promocja dla Bydgoszczy – zaznacza Rafał Bruski, prezydent miasta.

W jubileuszowej edycji wydarzenia wzięli udział przedsiębiorcy z: Czech, Słowacji, Francji, Niemiec, Norwegii, Szwecji, Włoch, Tajwanu.

Patronat Honorowy nad targami objęli: Rafał Bruski, Prezydent Miasta Bydgoszczy, Michał Szybel, Wojewoda Kujawsko-Pomorski oraz Ministerstwo Infrastruktury. Podczas wystawy goszczono również Roberta Gajdę (Zastępcę Prezesa Zarządu NFOŚ i Gospodarki Wodnej), Alfa Thomassena – Attache Ambasady Danii, prof. Monikę Żubrowską-Sudoł (Politechnika Warszawska), prof. Marka Sozańskiego (Politechnika Poznańska), prof. Magdalenę Gajewską (Politechnika Gdańska).

*Źródło, fot.: materiały organizatorów*



## POSZUKIWANIE ARTYSTÓW DO STWORZENIA MURALU

Wodociągi Chrzanowskie ogłosiły wyjątkową inicjatywę, która łączy sztukę z ekologią. W ramach zakończenia remontu i modernizacji oczyszczalni Libiąż A, zarząd spółki planuje ozdobienie elewacji jednego z budynków. Obiekt, który niegdyś służył jako miejsce filtracji wody, przejdzie metamorfozę i zyska nowy, artystyczny wygląd.



Na elewacji budynku powstanie mural, którego projekt został stworzony przez jednego z pracowników Wodociągów Chrzanowskich. W związku z tym spółka poszukuje artystów, którzy podejmą się realizacji tego zadania. Wodociągi zapewniają niezbędne materiały oraz wynagrodzenie dla wykonawcy (lub wykonawców). Szczegóły dotyczące współpracy będą ustalane bezpośrednio z wybranymi artystami.

Źródło i fot.: Wodociągi Chrzanowskie

## ZIELONOGÓRSKIE WODOCIĄGI Z KOLEJNĄ INWESTYCJĄ WSPIERAJĄCĄ ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ MIASTA

26 sierpnia w Warszawie miało miejsce uroczyste podpisanie umowy pomiędzy spółką „Zielonogórskie Wodociągi i Kanalizacja” (ZWIK) a Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW).

Umowa dotyczy dofinansowania projektu „Uporządkowanie gospodarki wodami opadowymi przy ul. Zjednoczenia w Zielonej Górze” w ramach Programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021-2027.

Projekt, którego realizacja planowana jest do końca 2025 roku, ma na celu poprawę systemu gospodarowania wodami opadowymi w Zielonej Górze, z uwzględnieniem wykorzystania zielono-niebieskiej infrastruktury. Inwestycja obejmuje budowę nowoczesnej kanalizacji deszczowej z retencyjno-rozsączającymi zbiornikami, które umożliwią wykorzystanie wody opadowej do nawadniania zieleni miejskiej. Dodatkowo, planowane jest przebudowanie parkingu i chodników poprzez zastosowanie nawierzchni przepuszczalnych, co pozwoli na naturalne wsiąkanie wody deszczowej do gruntu. Projekt zakłada również adaptację terenów zielonych, które wzbogacone zostaną o nowe nasadzenia drzew oraz elementy małej architektury, takie jak ławki, śmietniki czy stojaki na rowery.

Oprócz inwestycji infrastrukturalnych przewidziane są także działania edukacyjne mające na celu promocję racjonalnego gospodarowania wodami opadowymi, w tym ich zatrzymanie i efektywne wykorzystanie w miejscu powstawania.

Źródło: Wodociągi Zielona Góra



## PWIK KUTNO PRZYPOMINA, CZEGO NIE NALEŻY WRZUCAĆ DO TOALETY, ZLEWU CZY UMYWALKI

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o.o. w Kutnie zмага się z rosnącą liczbą awarii w sieci kanalizacyjnej, wynikających z nieprawidłowego użytkowania urządzeń sanitarnych przez mieszkańców. Zatory w przewodach kanalizacyjnych oraz uszkodzenia pomp ściekowych to główne problemy, które powstają na skutek wrzucania do kanalizacji odpadów, które nie powinny tam trafiać.

Aby przeciwdziałać temu zjawisku, PWiK Kutno prowadzi kampanię edukacyjną, mającą na celu zmianę nawyków użytkowników. Spółka apeluje do mieszkańców, aby nie wrzucali do kanalizacji odpadów higienicznych, resztek jedzenia, tłuszczów, olejów, farb, chemikaliów oraz odpadów po remoncie. Substancje te nie tylko powodują zatory w rurach, ale także mogą uszkodzić urządzenia kanalizacyjne i zanieczyszczać środowisko. Codzienne decyzje każdego z nas mają realny wpływ na stan sieci kanalizacyjnej oraz koszty jej utrzymania. Dlatego tak ważne jest, abyśmy wszyscy dbali o właściwe użytkowanie urządzeń sanitarnych, co przyczyni się do poprawy jakości życia w naszej społeczności.

Źródło: PWiK Kutno

Fot. AI

## ŚWIATOWY DZIEŃ FOTOGRAFII. PONAD 150 LAT HISTORII MPWIK W OBIEKTYWIE

19 sierpnia, z okazji Światowego Dnia Fotografii, MPWiK Wrocław zaprosiło na sentymentalną podróż w czasie. Na archiwalnych fotografiach można było zobaczyć, jak na przestrzeni lat zmieniał się Wrocław i wodociągi.

Na archiwalnych fotografiach pokazano najważniejsze wydarzenia ze 150-letniej historii spółki. Ta podróż w czasie rozpoczyna się w 1860 roku, kiedy to zdecydowano o ulokowaniu centralnego systemu wodociągowego, co miało zapewnić wodę rosnącej liczbie mieszkańców. Za oficjalną datę powstania przedsiębiorstwa przyjmuje się 1 sierpnia 1871 roku. Wtedy uruchomiono pierwszy mechaniczny wodociąg centralny Dolnego Śląska i jeden z pierwszych w obecnej Polsce. 10 lat później z kolei powstał system kanalizacyjny Wrocławia.

Źródło: informacja prasowa MPWiK Wrocław



## UJĘCIE WODY NA LIŚCIE UNESCO

Ujęcie wody Koehler, należące do Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Tarnowskich Górach, jest pierwszym tego typu obiektem w Polsce, który został wpisany na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Niezwykłość ujęcia wody Koehler polega na innowacyjnym, jak na czas powstania, wykorzystaniu wód pogórnich do zaopatrzenia ludności w wodę pitną.

Tarnowskie Góry to miasto o bogatej historii górniczej, związanej z wydobywaniem rud srebra, ołowiu i cynku. Przez wieki mieszkańcy zaopatrywali się w wodę ze studni kopanych, jednak pod koniec XVIII wieku doszło do obniżenia poziomu wód gruntowych w wyniku prac odwadniających prowadzonych w kopalniach. Sytuacja stała się krytyczna, gdy miejskie studnie wyschły, zmuszając ludność do sprowadzania wody z innych źródeł.



W 1832 roku urząd górniczy rozpoczął budowę wodociągu zaopatrującego miasto w wodę.

Ujęcie wody (studnia głębinowa/sztolniowa o głębokości rzędu 56 m, zasilana wodą z pokładów czwartorzęd/trias) powstało w latach

1808-1809 na najwyższym punkcie miasta: wzgórzu Redena. Stamtąd, przez szyby Koehlera, czerpano za pomocą potężnej pompy parowej wodę ze sztolni „Boże wspomóż”. Ujęcie to od roku 1835 było przeznaczone do zasilania sieci miejskiej w Tarnowskich Górach, gdyż dzięki naturalnemu spadkowi woda z Koehlera dopływała rurami do zbiorników miejskich. W krótkim czasie doprowadzono ją do większości budynków w mieście, które jednak rozrastało się i sieć wodociągowa stała się niewydolna. W 1925 roku podjęto więc decyzję o wybudowaniu przy ujęciu Koehler wieży wodnej, która pozwoliła rozwiązać problem z zanikaniem i słabym ciśnieniem wody w sieci.

W 2017 roku pogórnice zabytki Tarnowskich Gór, w tym ujęcie wody Koehler wraz z wieżą ciśnieniową, zostały wpisane na listę światowego dziedzictwa UNESCO. To wielkie wyróżnienie dla tego niezwykłego obiektu, będącego świadectwem górniczej przeszłości miasta i inżynierskich rozwiązań z przełomu XVIII i XIX wieku. Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Tarnowskich Górach, należące do Grupy Veolia Polska, z dumą pielęgnuje ten zabytek, który od prawie 200 lat niezmiennie służy do zaopatrywania mieszkańców w wodę pitną.

Źródło i fot.: Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Tarnowskich Górach

## 38-78 MLD EURO ROCZNIE

to szacowane korzyści z całego systemu produkcji biometanu w Unii Europejskiej w 2030 roku (wg szacunków Europejskiego Stowarzyszenia Biogazu EBA)

.....

”

Zdaję sobie sprawę – po wysłuchaniu branży – że faktycznie niejednokrotnie zabrakło partnerskiej rozmowy, co nie powinno mieć miejsca. Nowoczesna administracja to dialog, to wsparcie drugiej strony i nastawienie na wspólne rozwiązanie problemów. To nie nakazowe zarządzanie, pozbawione dyskusji, bez próby znalezienia kompromisu

– **Joanna Kopczyńska,**

prezes Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie

wywiad na str. 14

## PRACE PRZY MODERNIZACJI OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MYŚLENICACH

Gmina Myślenice na realizację dwóch inwestycji realizowanych w ramach zadania pn. „Zmiana zagospodarowania terenów przemysłowych i infrastruktury towarzyszącej w przestrzeni publicznej w strefie przemysłowej w Myślenicach” pozyskała środki z Rządowego Funduszu Polski Ład: Programu Inwestycji Strategicznych. Całość robót wykonywanych przez firmę Inżynieria Rzeszów S.A. opiewa na kwotę 127.760.100,00 zł.

Obiekt należący do MZWiK Myślenice, użytkowany jako oczyszczalnia ścieków w Myślenicach, został wybudowany jeszcze w latach 70. ubiegłego wieku i obecnie pozostaje w złym stanie technicznym. W ramach wspomnianego zadania, związanego z modernizacją budynków, zostanie wykonany nowy układ technologiczny ze stacją krat wstępnych, przepompownią ścieków, fazą oczyszczania mechanicznego z odzyskiem piasku, trzema ciągami reaktorów biologicznych, komorą stabilizacji tlenowej, stacją odwadniania osadu wyposażoną w prasy. Nowością stanowią będą solarne suszarnie osadu oraz farma fotowoltaiczna. Powstanie również pompownia i zbiornik wody wykorzystujący wodę oczyszczoną do celów technologicznych na obiekcie. Całość stanowić będzie zwięzły i kompatybilny zapewniający dobre efekty oczyszczania oraz wysoki stopień odwodnienia osadu system technologiczny.

Źródło: Miasto i Gmina Myślenice

## RACIBORSKIE WODOCIĄGI INWESTUJĄ W OZE

Wodociągi Raciborskie kontynuują swoje inwestycje w OZE. Dzięki wsparciu z WFOŚiGW w Katowicach uruchomiono już czwartą farmę fotowoltaiczną, która zasilą ujęcie wody w Strzybniku.

Wodociągi Raciborskie, realizując swoją strategię zrównoważonego rozwoju, oddały do użytku czwartą farmę fotowoltaiczną, tym razem zlokalizowaną przy ujęciu wody w Strzybniku. Nowa instalacja o mocy 78,72 kWp została sfinansowana z dwóch projektów realizowanych przy wsparciu Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach. Dzięki temu łączna moc czterech działających farm fotowoltaicznych wynosi już 394,55 kWp. Warto podkreślić, że Wodociągi Raciborskie nie tylko korzystają z energii słonecznej, ale także produkują energię elektryczną z biogazu uzyskiwanego ze ścieków.

Źródło: fb Wodociągi Raciborskie

# Efekty kontroli obiegu nieczystości płynnych w gminach

9 sierpnia 2024 r. upłynął termin pierwszego cyklu kontrolnego, nakładającego na gminy obowiązek ewidencjonowania zbiorników bezodpływowych oraz przydomowych oczyszczalni ścieków, a także umów zawartych pomiędzy właścicielami posesji wyposażonych w ww. urządzenia z firmami asenizacyjnymi, celem weryfikacji regularności ich opróżniania. Sprawdźmy, czy mogło się to udać.

Zobowiązanie realizacji kontroli wprowadziła nowelizacja ustawy Prawo wodne i niektórych innych ustaw (m.in. ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach), które weszły w życie 9 sierpnia 2022 roku. Zmiany te miały za zadanie dostosowanie przepisów krajowych do wymagań unijnych, które narzuca dyrektywa w spr. oczyszczania ścieków komunalnych (dyrektywa 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r.), a także wdrożenie wniosków pokontrolnych NIK dotyczących odbioru nieczystości ciekłych ze zbiorników bezodpływowych oraz nadzoru przydomowych oczyszczalni ścieków. Celem nadrzędnym jest uszczelnienie obiegu ścieków bytowych na terenach nieskanalizowanych i tym samym zabezpieczenie środowiska naturalnego ze strony niekontrolowanej emisji tych zanieczyszczeń.

Fot. zasoby autora



## Anna Michalowska

Z wykształcenia technolog wody, inżynier środowiska i hydrolog. Od 17 lat zawodowo związana z działaniami na rzecz równowagi gruntowo-wodnej przy inwestycjach liniowych. Na co dzień mierzy się z okołowodnymi wyzwaniami na etapach: projektowania, realizacji i utrzymania inwestycji. Autorka bloga „Jesteś wodą”, gdzie porusza tematy związane ze świadomym zarządzaniem zasobami wodnymi i inspirowanie do oszczędzania wody

## Przedmiot kontroli

Na mocy znowelizowanej ustawy z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach – wójt, burmistrz lub prezydent prowadzi ewidencje i co roku przekazuje do WIOŚ i RZGW sprawozdanie z m.in. liczby zbiorników bezodpływowych oraz przydomowych oczyszczalni ścieków działających na terenie gminy, liczby mieszkańców korzystających z tych instalacji, ilości zebranych nieczystości ciekłych czy wody pobranej przez użytkowników niepodłączonych do sieci kanalizacyjnej. Władze gmin mają ponadto obowiązek prowadzić kontrolę (co najmniej raz na dwa lata) w zakresie zawieranych przez właścicieli nieruchomości – wyposażonych



w zbiorniki bezodpływowe i przydomowe oczyszczalnie ścieków – umów na ich opróżnianie, częstotliwości tych czynności oraz dowodów uiszczenia opłat.

### Wyniki kontroli wg badania ankietowego IES

Badania zrealizowane przez Instytut Edukacji Środowiskowej (IES), które bazowały na ankietach z niemal połowy gmin w Polsce, dotyczyły postępu prac związanych z nałożoną na nie kontrolą gospodarki obiegu nieczystości płynnych. Według uzyskanych danych, w badanych gminach funkcjonuje nawet 900 sztuk zbiorników, które wymagają opróżniania (w gminach turystycznych jest ich nawet 3000).

Ustawa zakłada realizację kontroli na podstawie planu zatwierdzonego uchwałą władarzy gminy, a takich planów zadeklarowało 60% gmin biorących udział w ankiecie. Co najistotniejsze – w ciągu 2023 roku gminy skontrolowały zaledwie 25% nieruchomości. Oznacza to, że do połowy tego roku pozostało do realizacji większość kontroli wymaganych do wykonania do 9 sierpnia 2024 r.

### Wyzwania związane z realizacją kontroli i co dalej?

Największym wyzwaniem okazuje się ilość oraz czasochłonność prac związanych z realizacją tych kontroli. Przygotowanie i uchwalenie planów kontroli, a następnie ich realizacja (minimum 500 w ciągu roku), wymaga nakładów osobowych oraz finansowych w gminach. Wyzwaniem bywa trudna współpraca z właścicielami posesji i zdobywanie oraz weryfikacja poprawności wymaganych dokumentów.

W świetle powyższego ustalony czas na realizację pierwszej kontroli wydaje się niedostateczny, ponieważ nie uwzględnił okresu potrzebnego na zapewnienie kadry i przygotowanie planu realizacji kontroli, który poprawi ich efektywność. Za zobowiązaniami po stronie samorządów winny iść zobowiązania po stronie właścicieli nieruchomości, którzy mają zapewnić utrzymanie czystości i porządku na swojej posesji (konieczne są skuteczne narzędzia administracyjne do respektowania tych wymogów).

” Największym wyzwaniem jest ilość oraz czasochłonność prac związanych z realizacją kontroli gospodarki obiegu nieczystości płynnych

Patrząc na liczbę miejsc objętych obowiązkową kontrolą, działania na taką skalę winny być zabezpieczone narzędziami do ich realizacji i usprawnieniami w prowadzeniu oraz aktualizacji ewidencji. Należy liczyć, że takie wnioski zostaną wyciągnięte przez ustawodawcę, gdyż wdrożenie rozwiązania w postaci kar finansowych tylko dociąży gminę, a z pewnością nie da oczekiwanych rezultatów.

Źródło: <https://ies.edu.pl/raport-stan-przeprowadzania-kontroli-oprozniwania-zbiornikow-bezodplywowych-i-przydomowych-oczyszczalni-sciekow/>

# Formalnoprprawna analiza wniosku taryfowego. Co to w praktyce oznacza?

Rok 2024 jest czasem dla wielu przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych na złożenie wniosków o zatwierdzenie taryfy za zbiorowe zaopatrzenie w wodę i zbiorowe odprowadzanie ścieków. W praktyce – to chwila prawdy dla wodociągów, jak „Organ” oceni wniosek i czy poprzestanie tylko na ocenie formalnej.

Jak już wielokrotnie wspominałem na łamach kwartalnika, Wody Polskie – w wyniku zmian w ustawie o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków – stały się podmiotem uprawnionym do zatwierdzania taryf za zbiorowe zaopatrzenie w wodę i zbiorowe odprowadzanie ścieków. Zyskały kompetencje do oceny wniosków taryfowych składanych przez przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne. Ocena ta – rzecz jasna – jest dokonywana w granicach i na podstawie prawa, a ustawodawca przewidział, że organ ma uprawnienie tylko – albo i aż – do formalnej oceny wniosku pod kątem jego zgodności z przepisami prawa. Stanowi o tym wprost art. 24 c ust. 1 pkt 1 lit. a i b przywołanej na wstępie ustawy.

Uprawnienia kontrolne organu w zakresie oceny wniosku taryfowego zestawiać należy z obowiązkami przedsiębiorstwa wodociągowego w zakresie opracowania taryfy, która ma zapewnić m.in.

Fot. zasoby autora



## Lukasz Lipiec

Radca prawny ZWIK Sp. z o.o. w Swinoujściu. Studia prawnicze ukończył na Wydziale Prawa i Administracji Uniwersytetu Szczecińskiego. Od 2019 roku wykonuje zawód radcy prawnego. W spektrum zainteresowań jest prawo ochrony środowiska, w szczególności kwestie związane z zaopatrzeniem w wodę i odprowadzaniem ścieków. W prywatnej praktyce dużo uwagi poświęca zagadnieniom z prawa cywilnego i rodzinnego. W czasie wolnym aktywnie spędza czas z dziećmi, pływa, a zimą jeździ na nartach.

ochronę odbiorców usług przed nieuzasadnionym wzrostem cen i stawek opłat. Istotne jest oczywiście owe zapewnienie ochrony interesów odbiorców przed nieuzasadnionym wzrostem cen, ale już nie przed każdym wzrostem. Ten uzasadniony jest przecież dopuszczony przez samego ustawodawcę.

Ocena taryfy ma odbywać się tylko pod kątem zgodności z prawem, organ nie dostał uprawnień do współtworzenia taryfy. Tymczasem niezwykle często – w trakcie postępowania administracyjnego zmierzającego do zatwierdzenia taryfy – dochodzi do sytuacji, w której organ wzywa do poprawienia wniosku poprzez zastosowanie innych metod, na przykład alokacji kosztów, gdyż te użyte przez przedsiębiorstwo mają powodować nieuzasadniony wzrost cen dla odbiorcy usług. A przecież ten uzasadniony wzrost cen to taki, który bazuje na obiektywnych podstawach. To też taki wzrost cen, jaki pozwoli osiągnąć przedsiębiorstwu niezbędne



przychody na kolejne inwestycje. Wszystkie te argumenty stanowią elementy taryfy, które składają się na uzasadnienie dla wniosku taryfowego. Negowanie przez organ przyjętych i uzasadnionych metod rozliczania kosztów pomiędzy taryfowe grupy odbiorców usług sprowadza się do wpływania na wniosek taryfowy, a organ miał ocenić złożony wniosek tylko (albo i aż) pod względem przepisów prawa.

Zapomnieć nie można, że organy w swoich poczynaniach dążą także do ujednoczenia rynku wodno-ściekowego. To niezwykle częsty argument, który – jak mogę stwierdzić po lekturze wydawanych decyzji – udaje się organom osiągać, wykorzystując trudną sytuację ekonomiczną przedsiębiorstw.

Ale jak to? Postępowanie administracyjne to czas, a postępowanie sądowo-administracyjne – dużo czasu. Nowa taryfa to przychody, które pozwalają przedsiębiorstwu zaktualizować i dostosować cenę za świadczoną usługę do realiów rynkowych (rosnących cen za materiały, usługi, wzrastające koszty osobowe, itd.).

Zestawiając te argumenty, przedsiębiorstwa bardzo często decydują się uwzględnić wizję regulatora po to, żeby taryfę wprowadzić jak najszybciej i „cieszyć się” wyższymi stawkami za wodę i ścieki, za cenę niepełnego pokrycia kosztów działalności, co będzie i tak lepsze od przedłużającego się postępowania. Możemy sobie przecież wyobrazić, jakie skutki dla wodociągów miałyby postępowanie o zatwierdzenie taryfy, które trwałoby 15 miesięcy albo i dłużej, zamiast 4 miesięcy, które rozpoczynają swój bieg jeszcze przed zakończeniem obowiązywania dotychczasowej taryfy. W czasie

przedłużającego się postępowania przedsiębiorstwo stosuje dotychczasową taryfę, a koszty są na poziomie cen i stawek obowiązujących w dacie ich poniesienia.

Postępowanie przed wojewódzkim sądem administracyjnym to na pewno kolejne 6 miesięcy, a czas rozpoznania skargi kasacyjnej przed NSA to – uwaga! – nawet 4 lata. Jaki sens miałoby toczenie takiego boju? W takich realiach trudno dziwić się organowi, że udało się spełnić jedną ze wspomnianych zasad, które powierzono Wodom Polskim, a mianowicie dążenie do ujednoczenia rynku wodno-ściekowego. Tylko czy cel zawsze musi uświęcać środki?

”

Warto rozważyć, czy organ regulacyjny nie powinien tylko opiniować wniosku taryfowego, a kompetencja do jej uchwalenia byłaby po stronie rady miasta

Kolejny raz dochodzę do wniosku, że naprawdę warto rozważyć, czy organ regulacyjny nie powinien tylko opiniować wniosku taryfowego, a kompetencja do jej uchwalenia byłaby po stronie rady miasta, która z pewnością dbałaby o interes swoich mieszkańców. W przeciwnym razie szybko zostałaby przez nich rozliczona.

# WODY POLSKIE – nowe otwarcie

– Zdaję sobie sprawę, że w przeszłości niejednokrotnie zabrakło partnerskiej rozmowy między branżą a Wodami Polskimi. Nowoczesna administracja natomiast to dialog, to wsparcie drugiej strony i nastawienie na wspólne rozwiązanie problemów. To nie nakazowe zarządzanie, pozbawione dyskusji, bez próby znalezienia kompromisu – mówi

**Joanna Kopczyńska**, prezes Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie.



Fot. Wody Polskie

**JOANNA  
KOPCZYŃSKA**  
prezes  
Państwowego  
Gospodarstwa  
Wodnego Wody  
Polskie

**Przemysław Płonka:** Jaki wyraz, według pani, pojawiłby się w plebiscycie na najpopularniejsze słowo ostatnich miesięcy w branży wodociągowej?

**Joanna Kopczyńska:** Zapewne „taryfa”. Tak, słowo to wywołało sporo emocji.

Teraz taryfy mają ponownie być zatwierdzane przez gminy. Nie wszyscy popierają to rozwiązanie, przypominając spory, które się pojawiały, gdy do gry wchodziła lokalna polityka.

Rzeczywiście, jeżeli burmistrz czy prezydent reprezentowali inną opcję niż rada miasta, dyskusje bywały burzliwe. Uważam jednak, że sam pomysł przeniesienia kompetencji do zatwierdzania taryf do organu stanowiącego gminy – jest dobry.

Chciałabym tu przypomnieć, że owa taryfa to efekt końcowy – ocena tego, w jaki sposób dane przedsiębiorstwo jest zarządzane. Zaznaczę też, że cena za wodę, jak i za zbiorowe odprowadzanie ścieków na danym terenie, powinna być „możliwa do udźwignięcia” przez gospodarstwo domowe. I tak też mówi dyrektywa wodno-ściekowa: tylko tam mamy sieć zbiorczą, gdzie jest to uzasadnione ekonomicznie, czyli gospodarstwa domowe nie są nadmiernie obciążone



finansowo. Zgodnie z tym każdy wniosek o przyznanie dofinansowania ze środków UE na inwestycję w wod-kan zawierał część dotyczącą prognozy taryf na 20 lat po zakończeniu projektu. Z tego też powodu we wnioskach tych nie przewidywano znaczących wzrostów cen, gdyż było to uzasadnieniem do podniesienia stawki dofinansowania ze środków UE. Życie pokazało natomiast, już po 5 latach od zakończenia projektów unijnych, że taryfy bardzo często rosły, gdyż uwzględniały np. koszty amortyzacji lub też znaczące były koszty obsługi nowej infrastruktury.

Warto podkreślić, że w większości przypadków spółki wod-kan są właściwie zarządzane. Zwłaszcza te duże, gdzie występują korzyści skali. Tam ceny mogą być bardziej umiarkowane niż w miejscowościach mniejszych, gdzie zabudowa jest bardziej rozproszona i mniej osób podłączonych na kilometr sieci.

### Jaka ma być, po zmianach w przepisach, rola regulatora? Będzie ingerował w proces zatwierdzania taryf w momencie, gdy pojawia się trudności?

Regulator ma czuwać nad rynkiem, jednak jego działania będą podejmowane w ściśle określonej ustawą sytuacji. W tych przypadkach, w których spółka jest dobrze zarządzana, a cena nie jest znacznie wyższa niż inne ceny w regionie, nie ma potrzeby interwencji. Nie możemy natomiast zapominać, że część przedsiębiorstw nie do końca radzi sobie z bieżącą działalnością – pojawiają się zaszłości, trudności w zarządzaniu, w doborze kadry menadżerskiej. Zdarzają się również przypadki nietrafionych decyzji inwestycyjnych, które wpływają potem na stan finansowy spółki.

Mówiąc ogólnie, jeśli cena zaproponowana w nowej taryfie odbiega od średniej w regionie wodnym o 15%, wtedy następuje uzgodnienie z Wodami Polskimi. W tym uzgodnieniu regulator – jako organ niezależny od rady gminy, prezydenta, burmistrza, wójta – sprawdzi, czy wszystko zostało prawidłowo obliczone. Czy elementy, które znalazły się w taryfie, rzeczywiście powinny się w niej znaleźć. Oczywiście, zdają sobie sprawę, że różna jest wiedza radnych co do funkcjonowania spółek – najgorzej, gdy koncentrują się tylko na negocjacji ceny, nie patrząc na to, co za tą ceną stoi. W niektórych przypadkach samorządy odziedziczyły spłatę wspomnianych nietrafionych decyzji inwestycyjnych sprzed lat i bardzo trudno rozwiązać ten problem, jednocześnie mając na uwadze konieczność ponoszenia wydatków, które pozwalają na zapewnienie środków na utrzymanie sieci, bieżące remonty, nieprzerwane dostawy wody. W takim przypadku wsparciem dla samorządów będzie opinia regulatora oraz jego ew. uwagi co do jej kalkulacji. Wysoki wzrost taryfy może być np. spowodowany inwestycjami – spłatą kredytu – i wtedy niezależna opinia Wód Polskich rozwieje ewentualne wątpliwości. Wspomoże radę gminy czy miasta w racjonalnym podejmowaniu decyzji.

### Mówiła pani o „nietrafionych inwestycjach”. Co ma pani na myśli?

Przed wszystkim będą to inwestycje w takich aglomeracjach, w których kanalizacyjna sieć zbiorcza została nadmiernie rozbudowana, np. objęto nią obszary, na których nie jest to ekonomicznie wykonalne, gdzie wydatki na utrzymanie sieci oraz energię i naprawy są bardzo wysokie, co przekłada się później na wysokie stawki w taryfie. Gdzie *de facto* tańszym rozwiązaniem byłoby zapewnienie wywozu nieczystości ze szczelnych zbiorników przydomowych do miejscowej oczyszczalni lub do stacji zlewnej.

Mówiąc obrazowo: w podróż możemy wyruszyć tańszym samochodem – może mniej komfortowo i szybko, ale ostatecznie osiągniemy cel. Możemy też kupić najdroższy model, na którego utrzymanie jednak nie będzie nas stać.



Regulator nie może podchodzić do tego, co dzieje się w danym przedsiębiorstwie, na zasadzie fotografii dnia dzisiejszego. Czasem trzeba uwzględnić np. uwarunkowania regionalne, jak choćby zaszłości związane z kredytami zaciągniętymi na inwestycje

**Czyli – mniej obrazowo – zdarzało się, że niektóre samorządy inwestowały w zbyt drogie instalacje, by po jakimś czasie zdać sobie sprawę, że na ich utrzymanie, konserwację, wymianę części po prostu ich nie stać?**

Tak, mamy do czynienia z takimi przypadkami.

### Chodzi o inwestycje w sieci czy w oczyszczalnie ścieków?

Niektóre inwestycje były przeszacowane i dotyczy to nie tylko gęstości sieci kanalizacyjnej, ale także oczyszczalni ścieków wyposażonych w najnowocześniejszą aparaturę, drogą w eksploatacji. Zdarza się także, i to dość często, że technologia oczyszczania jest niedostosowana do ilości ścieków wpływających do oczyszczalni – może być ona przewymiarowana, czyli trafia do niej zbyt mało ścieków, co skutkuje tzw. niedociążeniem hydraulicznym. Wynika to np. z braku zbiorczych systemów odprowadzania ścieków na terenie aglomeracji, w której funkcjonuje ta instalacja, lub wprost z błędów popełnionych w jej projektowaniu (np. nieuwzględnienie trendów demograficznych na danym obszarze). Przeciążenie, jak i niedociążenie oczyszczalni ma wpływ na skuteczność procesów

oczyszczania ścieków. W przypadku dopływu innej ilości ścieków niż ta, która była zakładana przy projektowaniu obiektu, może to przynieść szereg negatywnych skutków i znacznie pogorszyć proces oczyszczania.

Natomiast faktem jest, że przy okazji inwestycji często nie zwracano uwagi na np. możliwość wykorzystania komercyjnego pozostałości z procesu oczyszczania. Modernizacja oczyszczalni mogła być okazją do rozwoju własnej produkcji energii lub choćby odzysku fosforu. Mielśmy wprowadzić taki okres w funduszach unijnych, kiedy z powodu zagrożenia wystąpienia pomocy publicznej nie można było wykorzystywać energii pochodzącej np. z metanu powstającego w procesach technologicznych, ale na szczęście to się już zmieniło. Nowa dyrektywa określa, że odzysk energii i surowców będzie musiał być uwzględniony całościowo. Czyli mówimy już nie tylko o oczyszczaniu ścieków, ale i o tym, jakie dodatkowe korzyści możemy z tego procesu pozyskać (np. odzysk energii, ciepła).

### Świadomość branży w tym zakresie również się zmienia.

Tak, co jest bardzo ważne w kontekście przyszłości. Nawet jeżeli będziemy oszczędzać wodę, to *de facto* dla kosztów funkcjonowania danej instalacji nie ma to znaczenia, ponieważ trzeba ją utrzymywać, a koszty będą co najmniej tak samo wysokie jak obecnie. W związku z tym należy szukać innych źródeł dochodu, do czego Wody Polskie będą z pewnością zachęcać.

### Wróćmy jeszcze do taryf. Wielu przedstawicieli branży zwraca uwagę, że wodociągi starające się np. o ich skrócenie, nie były traktowane po partnersku. Musiały prowadzić wielomiesięczne boje z Wodami Polskimi.

Wszystkie spory pomiędzy branżą a regulatorem rozgrywały się na poziomie decyzji o zatwierdzeniu złożonych wniosków taryfowych. Nie chciałym jed-

nak generalizować, gdyż każdy przypadek należałoby rozpatrywać indywidualnie. Zdaję sobie natomiast sprawę – po wysłuchaniu branży – że faktycznie niejednokrotnie zabrakło tu partnerskiej rozmowy, co nie powinno mieć miejsca. Nowoczesna administracja to dialog, to wsparcie drugiej strony i nastawienie na wspólne rozwiązanie problemów. To nie nakazowe zarządzanie, pozbawione dyskusji, bez próby znalezienia kompromisu.

### „Szanowni Państwo. Ta strona internetowa jest archiwalna! (...) Od 1 marca 2024 r. nowa strona PGW Wody Polskie znajduje się pod adresem: [www.gov.pl/wody-polskie](http://www.gov.pl/wody-polskie)” – taki komunikat pojawia się w internecie. To takie symboliczne „otwarcie nowego rozdziału”? Podejście Wód Polskich do rozmów z branżą również się zmieniło?

Regulatorowi zależy na tym, żeby woda była dostarczona, a ścieki oczyszczone i by jak największa liczba osób mogła w Polsce korzystać z tego typu usług. Jednocześnie musi stać na straży cenowej ich dostępności. Regulator nie może podchodzić do tego, co dzieje się w danym przedsiębiorstwie, na zasadzie fotografii „dnia dzisiejszego”. Czasem trzeba uwzględniać np. uwarunkowania regionalne, jak choćby wspomniane przeze mnie zaszłości związane z kredytami zaciągniętymi na inwestycje. Regulator powinien dobrze znać historię partnera w dialogu – samorządu. Dopiero z tą wiedzą można racjonalnie ocenić całość i stwierdzić, czy ewentualne wysokie ceny wynikają np. ze sposobu zarządzania, ze sposobu kalkulowania taryfy. Może popełniono wiele lat wcześniej jakies błędy, a to, co dzisiaj kalkuluje się w taryfie, jest ich konsekwencją.

Tu – powtarzam – istotny jest dialog, obie strony powinny czuć formę partnerstwa w tej dyskusji pomimo tego, że zatwierdzenie taryfy to typowe działanie w ramach stosunku administracyjnoprawnego, który

#### NADCHODZĄ INWESTYCJE

Wkrótce, dzięki funduszom unijnym, pojawiają się nowe inwestycje w branży wod-kan, choć nakłady na rozbudowę sieci czy oczyszczalnie ścieków nie będą tak znaczne, jak w przeszłości. Teraz nacisk zostanie położony na kwestie związane z wykorzystaniem energii, na zagospodarowanie odpadów po oczyszczaniu ścieków



Fot. 123rf

z zasady charakteryzuje się brakiem równorzędności podmiotów. Nie powinno jednak dochodzić do sytuacji, że urząd centralny pokazuje swoją wyższość i sprawczość jedynie z powodu faktu, że może pewne rzeczy regulować nakazowo. Nie chciałabym, żeby tak funkcjonowały Wody Polskie. Oczywiście, są określone wymogi prawne, jakie przedsiębiorstwa wodociągowe muszą spełnić, i od tego nie ma odstępstwa. Natomiast nic nie stoi na przeszkodzie, aby regulator wspierał spółki komunalne w poprawnym konstruowaniu taryfy.

**Na „nowe otwarcie” i dialog liczy m.in. prezes Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie. Wspominając w jednym z wywiadów spotkanie z panią na początku roku, Paweł Sikorski mówi, że „ma nadzieję, że było ono początkiem nowej taryfowej rzeczywistości dla przedsiębiorstw wod-kan”.**

Aktywnie współpracujemy z Izbą, również w zakresie spełnienia wymogów ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków. Mamy tu na uwadze, że Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie skupia tych największych, którzy mają zupełnie inną sytuację niż ci mali, a również ich problemy i wyzwania chcemy znać. Tutaj regulator musi być bardziej wyczulony choćby na sprawy społeczne i zapobiegać sytuacjom, w których dana grupa odbiorców mogłaby mieć ograniczony dostęp do wody. Z oczyszczaniem ścieków jest już trochę inaczej, gdyż tu nie zawsze uzasadnione jest budowanie sieci kanalizacyjnej – mam na myśli np. przewymiarowane inwestycje, z kanalizacją pociągniętą na tereny o bardzo rozproszonej zabudowie, co w istotny sposób oddziałuje na taryfę.

**Zagospodarowanie terenu to polska bolączka.**

Faktycznie, wszystko zaczyna się od prawidłowego przygotowania planu zagospodarowania przestrzennego. Wiemy, że plany te mają dużo braków, ale jakkolwiek plan jest lepszy niż kształtowanie przestrzeni za pomocą doraźne wydawanych decyzji o warunkach zabudowy. Wielokrotnie już podejmowano próby prawnego rozwiązania tego problemu, na razie bez widocznych rezultatów, co widać chociażby wokół Warszawy. W okolicznych miejscowościach odrolnia się długie i wąskie działki, budując następnie tzw. osiedla łańcuchowe. Wyrastają obok pustych terenów rolnych, ze znacznym zagęszczeniem osób, ze skoncentrowanymi ściekami, które trzeba odebrać. Koszt podłączenia takiego osiedla jest jednak bardzo wysoki, gdyż ta zabudowa nie jest zwarta i w rezultacie na 1 km sieci często przypada zbyt mało mieszkańców. Sprawia to, że kanalizacja zbiorcza staje się niewykonalna ekonomicznie, jej budowa i utrzymanie pociągałoby za sobą zbyt wysokie koszty, a co za tym idzie bardzo wysokie opłaty za świadczenie tej usługi. W takich przypadkach zaczynają się spory, kto ma wybudować potrzebną infrastrukturę, kto ma być jej właścicielem, zarządcą

itd. Mamy taki przypadek na granicy Warszawy i gminy ościennej, gdzie zbudowano osiedle, które obecnie zrzuca ścieki do rowu melioracyjnego, co zdecydowanie nie powinno mieć miejsca. Jednocześnie trwa spór o to, kto powinien podłączyć do kanalizacji omawiane osiedle: deweloper czy spółka miejska.

Zatem, jeśli gmina chce prowadzić racjonalną gospodarkę wodno-ściekową, najpierw musi uporządkować kwestie związane z zagospodarowaniem przestrzennym. Wyznaczyć, na jakich terenach będą realizowane budowy wymagające odprowadzania ścieków. W pozostałych przypadkach wystarczyłyby natomiast szczelne zbiorniki bezodpływowe, kontrolowane przez gminę, z których nieczystości byłyby regularnie wywożone.

”

Nie powinno dochodzić do sytuacji, że urząd centralny pokazuje swoją wyższość i sprawczość jedynie z powodu faktu, że może pewne rzeczy regulować nakazowo. Nie chciałabym, żeby tak funkcjonowały Wody Polskie

**Mówi pani o dużym zróżnicowaniu w zależności od położenia, sytuacji gminy. W związku z tym nie jest pani zwolenniczką ujednoczenia cen za wodę i ścieki?**

To niemożliwe i to podstawowy błąd w argumentacji wysuwanej zwłaszcza przez osoby zajmujące się np. cenami w energetyce. Tam bowiem mamy do czynienia z sytuacją, gdzie prawo europejskie przewiduje rozwiązanie mówiące o dostępie do sieci strony trzeciej. Sieć dystrybucyjna zatem nie należy do wytwórcy czy podmiotu świadczącego usługę dostarczania energii. Z sieci tej korzysta określona grupa wytwórców, którzy również mogą być odbiorcami, gdyż np. dysponują instalacjami OZE. W wod-kanie mamy do czynienia z naturalnym monopolem, gdzie nie jest możliwe zapewnienie dostępu strony trzeciej zarówno w zakresie dostarczania wody, jak i oczyszczania ścieków. Nie wyobrażam sobie, żeby ktoś zainwestował ogromne pieniądze i startował w przetargu z oczyszczalnią bez gwarancji, że wygra. W związku z tym nie ma możliwości wprowadzenia jednolitej ceny, będzie ona bowiem zależała od kosztów funkcjonowania instalacji na danym obszarze. Nie oznacza to jednak, że nie jest potrzebna tu kontrola państwa. Tak jak i zresztą nad rynkiem energii, choć tam wygląda zupełnie inaczej. Należy pamiętać, że zadaniem regulatora jest także ochrona mieszkańców przed praktykami monopoli-



stycznymi ze strony świadczących usługi z zakresu wod-kan na danym terenie.

### Inaczej do sprawy podeszła np. Portugalia.

Tak, tam ceny ustala się na poziomie regionu – odpowiedniku naszego województwa – natomiast infrastruktura w 51% udziałów należy do państwa, tj. administracji rządowej, pozostała jest samorządowa. Korzyści płynące z takiego systemu to kontrola nad tym, aby nie rozbudowywać np. sieci na obszarach, na których jest to nieopłacalne. Nadzór sprawuje więc administracja rządowa, niewykłana w miejscowe historie. Równocześnie w regionie obowiązuje jedna taryfa. Mieszkańcy większych aglomeracji ponoszą nieco wyższe koszty tych usług niż wynikające z kalkulacji dla instalacji na ich obszarze, ale cena w regionie jest jednolita, także dla tych mniejszych miejscowości, gdzie koszty funkcjonowania instalacji *per capita* są wyższe.

”

Ułożenie taryfy na trzy lata nie jest łatwe, co nie znaczy jednak, że jeśli ktoś wykona tę pracę, a życie skoryguje dane, które były brane pod uwagę – nie można jej uaktualnić

W Polsce to rozwiązanie nie jest możliwe. W Portugalii taka konsolidacja powstała na poziomie państwa, zanim zaczęto przyznawać dofinansowanie ze środków UE. Środki unijne były bowiem traktowane jako wkład państwa do regionalnych spółek, a w naszym kraju jedynymi ich właścicielami są dziś samorządy. Kilka takich prób konsolidacji na poziomie lokalnym (w drodze porozumienia) zostało mimo to w Polsce podjętych, niestety z nie najlepszym skutkiem – kończyły się bardzo wysokimi taryfami dla mniejszych gmin, które do takiego porozumienia dołączyły.

### Ponownie wracając do taryfy... Powinna obowiązywać na rok, dwa, trzy lata?

W obecnych przepisach prawa mamy możliwość skrócenia okresu obowiązywania, jeśli zmieniają się warunki ekonomiczno-finansowe. Przyznaję, że ułożenie taryfy na trzy lata nie jest łatwe, co nie znaczy jednak, że jeśli ktoś wykona tę pracę, a „życie” skoryguje dane, które były brane pod uwagę – nie można jej uaktualnić. W uzasadnionych przypadkach, jako regulator wyrażamy zgodę na podwyższenie taryfy, jeśli wiąże się to z koniecznością poniesienia większych

kosztów związanych chociażby z bezpieczeństwem dostarczania wody.

Branża pokazywała takie „uzasadnione przypadki”, co jednak nie kończyło się szybkimi zmianami w taryfach. Prezes pewnej spółki wod-kan w jednej z rozmów – na pytanie o wyzwania – mówi, że „najtrudniej rozwiązać problemy, które zrodziły się w wyniku decyzji WP. Niezatwierdzenie taryf lub ich zatwierdzenie na zbyt niskim poziomie spowodowało dotkliwe straty finansowe w przedsiębiorstwach wod-kan, zburzyło procesy planowania i realizacji, wywarło bezpośrednie skutki na plany inwestycyjne (...)”.

Powtórzę, że trudno mi się wypowiadać ogólnie. Konieczne jest analizowanie każdego przypadku osobno, by stwierdzić, że konieczność zmiany taryfy rzeczywiście była uzasadniona. To są bardzo indywidualne sprawy i wołałabym unikać generalizowania. Jestem natomiast pewna, że regulator każdorazowo wnikliwie badał koszty funkcjonowania.

Chciałabym się odnieść jeszcze do sygnalizowanego przez branżę spadku liczby inwestycji w infrastrukturę.

### No właśnie. Na powrót boomu inwestycyjnego nie ma raczej co liczyć?

Myślę, że branża – a także firmy dostarczające rozwiązania dla wod-kanu – wciąż pamięta czasy po 2004 r. Od tego momentu zainwestowano bowiem – jak podaje Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych – ponad 80 mld złotych i to jedynie w infrastrukturę ściekową (sieć i oczyszczalnie). Do tego należy dołożyć prace w zakresie dostarczania wody pitnej. Firmy sprzedające rozwiązania, nowe technologie trochę się przyzwyczaiły, że ten rynek oferuje masę kontraktów i możliwości, natomiast nadszedł moment, kiedy został on już wysycony. Położonych przez ostatnie 20 lat rur nie trzeba jeszcze dziś zmieniać.

### Ale jest szansa, że wkrótce i środków, i inwestycji pojawi się więcej.

Tak, inwestycje się pojawiają, dzięki funduszom unijnym, natomiast nie będą to już takie nakłady na rozbudowę sieci czy oczyszczalnie ścieków, jakie mieliśmy wcześniej. Teraz nacisk zostanie położony na wspomniane kwestie związane z wykorzystaniem energii, na zagospodarowanie odpadów po oczyszczeniu ścieków. Oczyszczalnie muszą zmienić się bowiem w zakłady funkcjonujące w gospodarce obiegu zamkniętego. Przed wod-kanem więc też swego rodzaju „nowe otwarcie”.

Rozmawiał Przemysław Płonka,  
redaktor naczelny BMP

# Rozwiązania dla czystej wody, gleby i powietrza

Kurczące się zasoby naturalne powodują zwiększenie nacisku na zrównoważone rozwiązania oczyszczania wody, gleby i powietrza.

Spełnienie nowych regulacji zaczynając od odzysku wody a na usuwaniu PFAS kończąc staje się oraz pilniejsze i bardziej skomplikowane.

To nasze zadanie. Poprzez globalny zasięg, wiedzę oraz sprawdzone produkty jesteśmy Twoim kompetentnym partnerem w uzdatnianiu wody, gleby i powietrza.

Skontaktuj się z nami i dowiedz, jak możemy spełnić Twoje potrzeby w zakresie zrównoważonego rozwoju.

[water-treatment.pl@brenntag.com](mailto:water-treatment.pl@brenntag.com)

# RAZEM DLA WODY

## Inicjatywa klubu kobiet i cieszyńskich wodociągów

Ewa Stępniewicz

coach, psychoterapeuta, Terapiosfera.pl

W dobie narastającego kryzysu klimatycznego każda inicjatywa mająca na celu ochronę zasobów naturalnych jest na wagę złota. Stowarzyszenie Klub Kobiet Kreatywnych z Cieszyna postanowiło odpowiedzieć na to wyzwanie, proponując projekt edukacyjny skierowany do dorosłych mieszkańców, promujący oszczędzanie wody. Współpraca z Wodociągami Ziemi Cieszyńskiej, które z entuzjazmem przyjęły propozycję Stowarzyszenia, jest ważnym krokiem pokazującym, że zjednoczone działania różnych lokalnych podmiotów mogą przynieść wymierne korzyści dla środowiska.



Fot. 123f



Coraz częstsze okresy suszy zmuszają władze i organizacje ekologiczne do apeli o ograniczenie zużycia wody, zwłaszcza w kontekście podlewania ogrodów. W wielu regionach wprowadzane są zakazy i ograniczenia mające na celu ochronę cennych zasobów wodnych. Edukacja społeczeństwa na temat odpowiedzialności korzystania z wody jest kluczowa, aby zapobiegać jej marnotrawieniu i przeciwdziałać negatywnym skutkom suszy. Nic więc dziwnego, że kiedy Stowarzyszenie Klub Kobiet Kreatywnych przygotowywało kolejny projekt pt.: „Jak oszczędzać wodę w dobie kryzysu klimatycznego – wykorzystanie hiszpańskich doświadczeń w edukacji ekologicznej osób dorosłych”, zaprosiło do udziału przedstawicieli Wodociągów Ziemi Cieszyńskiej.

– Hiszpania to kraj zmagający się z suszą, który robi wszystko, by odzyskać każdą kroplę wody. Zobaczenie, jak wygląda dziś w tym kraju walka między innymi o zasoby wodne to cenne doświadczenie. Cieszyńskie Stowarzyszenie Klub Kobiet Kreatywnych wykazało się niezwykłą inicjatywą, zwracając się do nas z propozycją współpracy przy tym projekcie. To niezwykle cenne, że ktoś potraktował wodociągi jako partnera merytorycznego w działaniach proekologicznych – mówi Beata Halama, prezes WZC.

W projekcie: „Jak oszczędzać wodę w dobie kryzysu klimatycznego – wykorzystanie hiszpańskich doświadczeń w edukacji ekologicznej osób dorosłych”, współfinansowanym przez Unię Europejską w programie ERASMUS+, uczestniczyło 10 kobiet związanych ze Stowarzyszeniem Klub Kobiet Kreatywnych z Cieszyna, będących niezawodową kadrą edukacji osób dorosłych. W tym kolejnym już projekcie cieszyńskiego klubu poznawały one metody pracy w zakresie edukacji ekologicznej hiszpańskiej organizacji EUTEKA i współpracujących z nią partnerskich instytucji zajmujących się gospodarką wodną i zmianami klimatycznymi.

### Globalne wyzwania – lokalne działania

Ochrona klimatu to jedno z najważniejszych wyzwań współczesnego świata. Dotyczy działań mających na celu ograniczenie negatywnego wpływu działalności człowieka na klimat oraz adaptację do już zachodzących zmian. Właśnie temu aspektowi poświęcona była wizyta polskich działaczek w Hiszpanii.

– Udział w tym projekcie był dla nas nie tylko edukacyjną przygodą, ale także ogromnym krokiem naprzód w walce o ochronę zasobów wodnych. Hiszpania, ze swoim zaawansowanym systemem zarządzania wodą, dostarczyła nam wielu inspiracji. Nasze obserwacje w Andaluzji pokazują, jak można radzić sobie z wyzwaniami klimatycznymi, a teraz pragniemy upowszechnić te rozwiązania na Śląsku Cieszyńskim. W tym zakresie liczymy na wsparcie WZC. Ich zaangażowanie pozwoliło nam uzyskać ekspozycję na sieć kontaktów umożliwiających nawiązanie współpracy

z hiszpańskimi organizacjami. Wiedza i doświadczenie przedstawicieli WZC wsparły merytoryczną stronę naszej misji edukacyjnej – mówi Roma Rojowska, koordynatorka projektu, prezeska Stowarzyszenia Klubu Kobiet Kreatywnych z Cieszyna.

### Jak to robią w Andaluzji?

Miejsce, do którego dotarły uczestniczki projektu, to Andaluzja. Jest ona jednym z tych obszarów Hiszpanii, które doświadczają niedoboru wody, co związane jest z wysokimi temperaturami, małą ilością opadów i trudnościami w retencji. Z tego powodu Hiszpania musi skutecznie walczyć ze zmianami klimatycznymi i stawić czoła kryzysowi klimatycznemu.

”

W obliczu zmieniającego się klimatu i rosnących wyzwań związanych z zasobami wodnymi, starożytne techniki irygacyjne mogą oferować cenne lekcje na temat zrównoważonego zarządzania wodą

Pierwszy z problemów to wzrost temperatury – średnia temperatura w Hiszpanii wzrosła o około 1,7°C od epoki przedprzemysłowej. Kolejny to zmiany w opadach atmosferycznych – ich ogólna ilość umiarkowanie zmniejszyła się, ale zachodzą istotne zmiany w ich rocznym rozmieszczeniu, z tendencją do wcześniejszego pojawiania się deszczów wiosennych i zmniejszenia opadów letnich. Dodajmy do tego wydłużenie lata – średnio dziewięć dni na dekadę. Teraz trwa prawie pięć tygodni dłużej niż na początku lat osiemdziesiątych. W Hiszpanii wzrasta również liczba ciepłych nocy, w których temperatura minimalna wynosi 25°C lub więcej. Oczywiście jest, że takie zmiany mają wpływ na rolnictwo, hodowlę, leśnictwo czy turystykę, a także negatywnie oddziałują na zdrowie ludności. Z drugiej strony kraj ten posiada jeden z największych potencjałów w zakresie zasobów odnawialnych w UE, w tym różnorodną geografie, korzystne wiatry, wysoki poziom nasłonecznienia, mocne struktury biznesowe, technologiczne i badawcze w sektorze energetycznym.

Hiszpania uznaje adaptację do zmian klimatu za kwestię kluczową. Tamtejsze władze od lat podejmują działania zorientowane na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych oraz kroki na rzecz bardziej energooszczędnego życia. Inwestują w rozwój technologii wykorzystujących energię odnawialną, skupiając się na jej produkcji z paneli słonecznych, turbin wiatrowych i energii falowej. – Z tego powodu podglądanie,

w jaki sposób ten kraj rozwiązuje problemy związane z adaptacją do zmian klimatu, było bardzo cenne. Dla mnie niezwykle istotne jest, które z tych działań można implementować do naszego lokalnego środowiska. Chciałyśmy zobaczyć, jak wyglądają działania skierowane do obywateli, jak samorządy lokalne włączają się do programów działania na rzecz łagodzenia i przystosowania się do zmian klimatycznych – mówi Roma Rojowska.

Aktualnie Hiszpania implementuje programy zarządzania wodą, które obejmują m.in. modernizację infrastruktury wodnej, tworzenie zbiorników retencyjnych, promowanie efektywności w zakresie użytkowania wody w rolnictwie i przemyśle oraz rozwój systemów odsalania wody morskiej.

– To właśnie najpierw w Maladze, wraz z koleżankami ze Stowarzyszenia KKK, miałam możliwość poznać innowacyjny i już nagradzany projekt „AdSol”. Dzięki niemu możliwe jest odsalanie wody morskiej w procesie kondensacji z pozyskaniem zielonego wodoru. Twórcami tego projektu są młodzi studenci z Uniwersytetu w Maladze, których również miałam przyjemność poznać. Technologia opracowana przez hiszpańskich naukowców pozwala znacznie zredukować zużycie energii w procesie odsalania, dzięki wykorzystywaniu głównie energii słonecznej. Jest ona alternatywą do najpopularniejszej metody odsalania

wody morskiej w procesie odwróconej osmozy: energochłonnej i generującej szkodliwą dla ekosystemów morskich solankę – mówi Danuta Horowska, uczestniczka projektu z WZC.

### Starożytne systemy irygacyjne

Członkinie Klubu Kobiet Kreatywnych z Cieszyna, podczas wizyty w hiszpańskiej Andaluzji odwiedziły też malowniczą gminę Pampaneira w górach Sierra Nevada. Tam spotkały się z prof. Jose Maria Civantosem z Uniwersytetu w Maladze, który opowiedział o swojej pracy wraz z lokalną społecznością, związanej z odtworzeniem starożytnych arabskich systemów irygacyjnych. – Zobaczenie na własne oczy, wysoko w górach, systemów irygacyjnych z VIII wieku zrobiło wrażenie. Te starożytne arabskie systemy, szczególnie w regionie Sierra Nevada, są niezwykle interesującym i znaczącym elementem dziedzictwa kulturowego i technicznego tego obszaru. Znane jako „acequias” zostały wprowadzone przez Maurów podczas ich panowania na Półwyspie Iberyjskim, które trwało od VIII do XV wieku. Rozwiązania te zostały zaprojektowane z myślą o efektywnym zarządzaniu ograniczonymi zasobami wodnymi w regionie o suchym klimacie. Acequias były (i nadal są) używane do nawadniania pól, dostarczania wody pitnej oraz do celów przemysłowych, takich jak młyny wodne.

**ACEQUIAS**  
to systemy  
kanatów  
i akweduktów,  
które dostarczały  
wodę z górskich  
źródeł do dolin  
i pól uprawnych



Foto: Archiwum Stowarzyszenia KKK w Cieszynie

Wykorzystują one naturalne nachylenie terenu, aby transportować wodę grawitacyjnie z wyższych partii gór do niżej położonych obszarów. System ten więc pozwala na precyzyjne kontrolowanie przepływu wody, co jest kluczowe w suchym klimacie – mówi koordynatorka projektu.

Systemy irygacyjne wprowadzone przez Maurów były znacznie bardziej zaawansowane niż te używane w Europie w tamtym czasie. Wpływ ten można zauważyć w wielu regionach Hiszpanii, nie tylko w Sierra Nevada. Pomimo upływu stuleci, wiele z tych systemów jest nadal w użyciu, co świadczy o ich solidności i przemysłanej konstrukcji. W obliczu zmieniającego się klimatu i rosnących wyzwań związanych z zasobami wodnymi, starożytne techniki irygacyjne mogą oferować cenne lekcje na temat zrównoważonego zarządzania wodą. Inicjatywy związane z ochroną i konserwacją acequias są ważne dla zachowania tego cennego dziedzictwa dla przyszłych pokoleń.

### Z ziemi hiszpańskiej do Polski

– Starożytne arabskie systemy irygacyjne w Sierra Nevada to fascynujący przykład inżynierii wodnej, który przetrwał wieki i nadal jest używany. Ich znaczenie techniczne, kulturowe i historyczne czyni je ważnym elementem dziedzictwa tego regionu. Współczesne wysiłki na rzecz ich ochrony i konserwacji są kluczowe dla zapewnienia, że te unikalne systemy będą służyć przyszłym pokoleniom – mówi Beata Halama. – Jest to jeden z przykładów tego, co możemy zrobić, by uwrażliwić przyszłe pokolenia w kontekście innego zarządzania wodą. Od kilku lat na terenie działania mojego przedsiębiorstwa również prowadzę programy dla najmłodszych pokoleń uczące je zarządzania zasobami wodnymi. W ubiegłym roku powstały ogrody deszczowe przy szkołach, budowane wraz z dziećmi. Kształtowanie świadomości młodych pokoleń i edukowanie mieszkańców to dla mnie jedno z najważniejszych wyzwań. Zobaczenie, jak to robią Hiszpanie zainspirowało mnie do jeszcze większego wysiłku w tym zakresie. Kryzys klimatyczny to obecnie największe wyzwanie stojące przed nami wszystkimi. Podczas wyjazdu przekonałam się i zabieram to ze sobą, że kierunek: walczmy globalnie a działajmy lokalnie, ma wielkie znaczenie – podsumowuje prezeska WZC.

Ochrona klimatu wymaga współpracy na wszystkich poziomach – od międzynarodowych porozumień, przez krajowe polityki, lokalne inicjatywy, aż po indywidualne działania. Każdy z nas może przyczynić się do ochrony klimatu poprzez codzienne decyzje i zachowania. Pomaga to nie tylko w walce z globalnym ociepleniem, ale także przynosi korzyści w postaci czystszej powietrza, lepszej jakości życia i bardziej zrównoważonej gospodarki.

– To było kilka niezwykle ważnych dla mnie dni, kiedy mogłam wraz z koleżankami odwiedzić miejsca i poznać ludzi, którzy pracują nad rozwiązaniami dotyczącymi zarówno oszczędzania wody, jak i przeciw-

Projekt Stowarzyszenia Klub Kobiet  
Kreatywnych w programie Erasmus+

Realizacja: 18 miesięcy 01.10.2023 – 31.03.2025.

Dziedzina: Edukacja dorosłych.

Krótkoterminowe projekty na rzecz mobilności dorosłych osób uczących się i kadry w sektorze edukacji dorosłych.

Tytuł projektu: Jak oszczędzać wodę w dobie kryzysu klimatycznego – wykorzystanie hiszpańskich doświadczeń w edukacji ekologicznej osób dorosłych.

Koordynatorka projektu: Roma Rojowska.

działania zmianom klimatycznym. Mimo że ta kwestia nie dotyka nas tak boleśnie jak Hiszpanów, to bycie tam i rozmowa z nimi oraz obserwacja ich pracy uzmysławia wyzwania, przed jakimi stoimy i pokazuje, jak edukować – mówi Roma Rojowska, koordynatorka projektu.

Lokalne działaczki z KKK uwierzyły, że wspólnie z Wodociągami Ziemi Cieszyńskiej mogą wprowadzić skuteczną i innowacyjną edukację ekologiczną o wodzie, która przyniesie korzyści zarówno dla środowiska, jak i lokalnej społeczności.

– Wodociągi Ziemi Cieszyńskiej odegrały kluczową rolę jako partner logistyczny i merytoryczny. Ich specjalistki, członkinie Stowarzyszenia KKK, uczestniczyły w naszych spotkaniach, dzieląc się wiedzą i doświadczeniem, co pozwoliło nam lepiej zrozumieć hiszpańskie metody zarządzania wodą i dostosować je do polskich realiów. Razem analizowaliśmy miejscowe systemy retencji i nawadniania oraz metody edukacji społeczeństwa, co otworzyło przed nami nowe perspektywy – dodaje Roma Rojowska.

Taka współpraca pozwoliła uczestniczkom projektu na lepsze poznanie potrzeb i wyzwań regionu. – Zrozumiałymy, że tylko przez współpracę możemy stawić czoła kryzysowi klimatycznemu m.in. poprzez zmianę naszych nawyków w korzystaniu z naturalnych zasobów. Naszą edukację ekologiczną o wodzie prowadzimy poprzez wiele mediów, od pół roku także w formie narracji filmowej na Tiktok: <https://www.tiktok.com/@kreatywnecieszyn>. Autorkami filmików i rozbudowanych merytorycznych opisów dotyczących wody są członkinie naszego Stowarzyszenia KKK. Oby tak dalej – cieszy się prezeska Stowarzyszenia KKK.

– Jesteśmy dumne, że mogłyśmy być częścią tego projektu i widzimy, jak wiele możemy osiągnąć, działając razem. Warto rozglądać się wokół za tego typu organizacjami, aby nie tylko promować działania, które podejmujemy sami, ale także propagować je wspólnie z innymi podmiotami. Taka współpraca może przynieść znacznie większe efekty i korzyści całej społeczności – kończy Beata Halama, prezeska WZC. ■



# AI W OCZYSZCZALNI

## Uczenie maszynowe jako element sztucznej inteligencji

dr hab. inż., prof. uczelni Bartosz Szełağ  
Politechnika Świętokrzyska, Kielce

prof. dr hab. Krzysztof Barbusiński  
Politechnika Śląska, Gliwice

Oczyszczalnie ścieków w przyszłości, poza usuwaniem zanieczyszczeń organicznych i biogenów, będą musiały dążyć do samowystarczalności energetycznej, ograniczenia emisyjności gazów cieplarnianych, a także usuwania mikrozanieczyszczeń oraz odzysku surowców ze ścieków i osadów ściekowych. Do osiągnięcia tych celów niezbędne będzie w coraz szerszym zakresie wdrażanie – przy projektowaniu i eksploatacji oczyszczalni – metod uczenia maszynowego jako elementu stosowania sztucznej inteligencji.

Uczenie maszynowe (*Machine Learning*; ML) to grupa metod analizy danych, która polega na automatycznym tworzeniu modeli analitycznych. Uczenie maszynowe – zakładające, że algorytmy potrafią samodzielnie się uczyć – jest częścią sztucznej

inteligencji (*Artificial Intelligence*; AI) [1]. Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe są zresztą ze sobą bardzo ściśle powiązane i połączone – ML jest traktowane jako podzbiór sztucznej inteligencji. Inaczej mówiąc, uczenie maszynowe to zastosowanie sztucz-

nej inteligencji, to używanie matematycznych modeli danych w celu ułatwienia komputerowi uczenia się bez bezpośrednich instrukcji.

Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe umożliwiają odnajdywanie cennych informacji w szerszym zakresie źródeł danych. Połączenie AI oraz ML pomaga przewidywać trendy i wzorce zachowania, odkrywając relacje przyczynowo-skutkowe w uzyskanych danych. Połączenie między sztuczną inteligencją a uczeniem maszynowym zapewnia zaawansowane korzyści niemal w każdej branży [2].

Nowa dyrektywa unijna [3] będzie zobowiązywać oczyszczalnie komunalne do zwiększenia efektywności usuwania ze ścieków zanieczyszczeń biogenych i mikrozanieczyszczeń, do osiągnięcia w określonym przedziale czasowym samowystarczalności energetycznej, a także do wprowadzania elementów gospodarki o obiegu zamkniętym, w tym odzysku wody oraz innych surowców ze ścieków i osadów ściekowych. Nacisk zostanie również położony na ograniczanie emisji gazów cieplarnianych. Te wymogi wiążą się z koniecznością istotnej modernizacji oraz zmiany podejścia do projektowania rozwiązań technologicznych oczyszczalni ścieków. Układy technologiczne będą jeszcze bardziej skomplikowane, a dla uzyskania wymienionych wyżej celów oraz optymalizacji ekonomicznej działania omawianych obiektów konieczne będzie ściśle współdziałanie ze sobą aparatury kontrolno-pomiarowej oraz systemów sterowania i predykcji.

Rozwój budownictwa mieszkaniowego i usług wiąże się nie tylko z coraz większą ilością, ale także nierównomiernością dopływających ścieków i zawartych w nich ładunków zanieczyszczeń. Stawia to coraz trudniejsze wymagania odnośnie projektowania i eksploatacji oczyszczalni. W tym celu niezbędne będzie stosowanie sztucznej inteligencji i metod uczenia maszynowego do tworzenia, zarządzania i sterowania wszystkimi inteligentnymi rozwiązaniami pracy oczyszczalni, które będą elastycznie reagować na zmieniające się warunki na dopływie. Sztuczna inteligencja będzie również przydatna do wspomaganie pracy operatorów oczyszczalni w zakresie podejmowania optymalnych decyzji.

### Metody uczenia maszynowego a modele mechanistyczne

Obecnie jednym z najczęściej stosowanych narzędzi do modelowania procesów w bioreaktorach osadu czynnego są modele ASM (*Activated Sludge Model*), które bazują na równaniach różniczkowych opisujących procesy biochemiczne w bioreaktorach. Chociaż modele te wiernie odzwierciedlają dynamikę

owych procesów, wymagają zebrania dużej ilości danych pomiarowych, które stanowią podstawę ich kalibracji. To bardzo złożone i żmudne zadanie, gdyż modele mechanistyczne, tj. ASM, są przeparametryzowane (nadmiernie złożone w stosunku do rozmiaru zestawu danych wejściowych), co prowadzi do problemów z ich kalibracją, pomimo wprowadzenia do nich licznych danych pomiarowych. Mając na uwadze powyższe ograniczenia, obecnie jednym z intensywnie rozwijanych kierunków badań naukowych w procesach oczyszczania ścieków jest wykorzystanie metod uczenia maszynowego do ich prognozy.

”

Rośnie zainteresowanie metodami uczenia maszynowego, zwiększa się też potrzeba tworzenia uniwersalnych modeli, które będzie można zastosować dla szerszego spektrum oczyszczalni

Modele uczenia maszynowego (ML) można podzielić na dwie grupy: nadzorowane i nienadzorowane. W metodach uczenia nadzorowanego tworzone są modele regresyjne, klasyfikacyjne, w których w oparciu o zebrane dane pomiarowe wyznacza się zależności: wejście – wyjście. Obecnie dostępne są również modele i techniki obliczeniowe umożliwiające opracowanie modeli nadzorowanych – jednocześnie z wieloma wyjściami. Modele nienadzorowane to podejście zaliczane do wielowymiarowej analizy danych, w której stosując odpowiednie algorytmy klastrowania wydzielane są grupy danych o podobnej specyfice – klastry. Klastrowanie to podstawowa technika uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji, która odnosi się do procesu organizowania punktów danych lub obiektów w grupy lub klastry w oparciu o podstawowe wzorce czy podobieństwa.

### Preprocessing (przygotowanie) danych

Kluczowym etapem budowy modelu jest wstępna analiza danych, która ma na celu ocenę ich użyteczności do modelowania. Powinna być ona wykonana bezwzględnie w ścisłej współpracy z technologiem, bowiem większość obecnie stosowanych modeli ML to tzw. czarne skrzynki, w których relacja wejście – wyjście jest ukryta w strukturze modelu, ale wy-



maga to dodatkowych analiz. To właśnie technolog powinien wstępnie zweryfikować uzyskane wyniki korelacji – czy są akceptowalne. Niepewne korelacje mogą wskazywać na błędy w działaniu sensorów zamontowanych na oczyszczalni ścieków lub wystąpienie innych czynników fałszujących dane wejściowe. W tym kontekście nie zawsze kierowanie się czystą statystyką jest celowe. Istotne znaczenie ma przede wszystkim interpretacja mechanizmów procesowych w bioreaktorze. Na etapie wstępnej weryfikacji konieczna jest analiza danych w celu wyeliminowania błędów pomiarowych na skutek wadliwego działania sensorów lub innych czynników. Powinna ona obejmować równocześnie wszystkie dane wejściowe – wyjściowe, które mają być modelowane. Do tego celu zastosowanie znajdują metody wielowymiarowej analizy danych typu analiza składowych głównych (PCA), analiza klastrow i ich modyfikacje. Prawidłowo wykonana analiza ma często większe znaczenie niż sam etap budowy modelu, bowiem obowiązuje tu prosta zależność: błędne dane wejściowe to błędny model. Na tym etapie bezcenna okazuje się także wiedza technologiczna i znajomość biochemii procesów zachodzących w bioreaktorze.

#### Uczenie nadzorowane

Do jednych z najprostszych metod uczenia nadzorowanego należą modele liniowej i nieliniowej regresji wielorakiej z modyfikacjami, a jednymi z najczęściej stosowanych w modelowaniu oczyszczalni są metody MARS (*Multivariate Adaptive Regression Splines*) [4].

W przypadku ograniczonych zdolności predykcyjnych opracowanych narzędzi dostępny jest szereg modeli ML, które generalnie bazują na dwóch podejściach: metodzie sztucznych sieci neuronowych i drzew regresyjnych. W pierwszym z nich model opiera się na neuronach w warstwach ukrytych, bardziej zaawansowane modele uwzględniają moduły z pamięcią długo- i krótkookresową, co ma duże znaczenie w modelowaniu procesów biochemicznych

w reaktorach biologicznych (modele LSTM; *Long Short Term Memory*, GRU; *Gate Recurrent Unit*). Uproszczeniem tych modeli są podejścia typowo autoregresyjne, w których w oparciu o dane w krokach poprzedzających prognozowane są wartości kolejne biogenów na odpływie, parametrów operacyjnych, indeksu osadu, emisji podtlenku azotu, anammox itp. Modele autoregresyjne odgrywają szczególnie duże znaczenie przy tworzeniu systemów kontroli, monitoringu i wczesnego ostrzegania dla procesów biochemicznych w reaktorach w czasie rzeczywistym.

W drugim przypadku (modele drzew regresyjnych), jak sama nazwa wskazuje, uzyskany model ma strukturę drzewa. Jest on wrażliwy na potencjalne nieciągłości w danych, co może prowadzić do problemów z uzyskaniem zależności wejście – wyjście zgodnej z modelem mechanistycznym. Mając to na uwadze, w modelach drzew regresyjnych w prognozie procesów zachodzących w reaktorach biologicznych zastosowano szereg modyfikacji (zwiększenie liczby drzew w układzie równoległym – las; w układzie szeregowym – tzw. boosting, wzmocnienie), które prowadziły do poprawy zdolności predykcyjnych opracowanych modeli ML do prognozy usuwania ze ścieków biogenów i mikrozanieczyszczeń, a także ograniczania emisji gazów cieplarnianych.

Modele uczenia nadzorowanego znajdują również szerokie zastosowanie w identyfikacji m.in.: pęcznienia osadu czynnego, błędnych pomiarów, przekroczenia dopuszczalnych wartości stężeń biogenów na odpływie czy utraty stabilności procesów oczyszczania ścieków.

#### Uczenie nienadzorowane

Metody uczenia nadzorowanego znajdują szerokie zastosowanie w oczyszczaniu ścieków przy identyfikacji szlaków metabolicznych generowania i emisji gazów cieplarnianych. Umożliwiają one wstępną identyfikację zależności wejście – wyjście i stanowią rozszerzenie analizy korelacji. Uzyskane relacje za pomocą modeli uczenia nienadzorowanego nie mają charakteru regresyjnego, ale pozwalają na głębsze zrozumienie procesu. Omawiane metody wykorzystywano do identyfikacji błędów pomiarowych sensorów, a także – w skali technicznej – do oceny wpływu parametrów operacyjnych bioreaktorów na skuteczność usuwania azotu i dobór algorytmu sterowania w układzie SBR [5].

#### Badanie zależności wejście – wyjście

Kluczowy etap oceny prognoz za pomocą opracowanego modelu ML stanowi weryfikacja uzyskanej zależności wejście – wyjście, wykorzystując wiedzę technologiczną lub wyniki symulacji wykonane za pomocą modeli mechanistycznych. Najbardziej wiarygodne wydaje się porównanie zależności wejście – wyjście, uzyskanych za pomocą modelu uczenia maszynowego i modelu mechanistycznego. Do tego celu dostępnych jest kilka metod statystycznych: wyznaczenie tzw. *partial dependence plot* lub wykonanie

#### AI DO PROJEKTOWANIA I EKSPLOATACJI OCZYSZCZALNI

Rozwój budownictwa mieszkaniowego i usług wiąże się nie tylko z coraz większą ilością, ale także nierównomiernością dopływających ścieków i zawartych w nich ładunków zanieczyszczeń. Stawia to coraz trudniejsze wymagania odnośnie projektowania i eksploatacji oczyszczalni. W tym celu niezbędne będzie stosowanie sztucznej inteligencji i metod uczenia maszynowego do tworzenia, zarządzania i sterowania wszystkimi inteligentnymi rozwiązaniami pracy oczyszczalni





obliczenia globalnej analizy wrażliwości wyznaczając indeksy Sobola, Morrisa lub Shapley'a. Podejściem dedykowanym dla modeli ML jest metoda indeksów Shapley'a, której złożoność obliczeniowa i czasochłonność jest wielokrotnie mniejsza niż indeksy Sobola. Porównując obliczone indeksy Shapley'a modelami uczenia maszynowego i modelem mechanistycznym można ocenić poprawność prognoz modelem ML. Pomimo tego, że funkcje te dostępne są w powszechnie stosowanych pakietach statystycznych, to w dalszym ciągu główny nacisk w rozwijaniu technik sztucznej inteligencji (AI) jest kładziony na nowsze, dokładniejsze i szybsze modele, a aspekt analizy wejście – wyjście jest marginalizowany, co rodzi obawy w odniesieniu do faktu, czy otrzymany model poprawnie prognozuje proces. Dane literaturowe [6] potwierdzają, że to właśnie analizy wejście – wyjście, bazujące na obliczeniach metodą globalnej analizy wrażliwości, powinny stanowić podstawę doboru modeli uczenia maszynowego do prognozy procesów w bioreaktorach osadu czynnego, jako alternatywa dla modeli mechanistycznych.

### Modele hybrydowe

Modele hybrydowe stanowią ciekawą alternatywę w przypadku ograniczonej ilości danych pomiarowych i bazują na modelu mechanistycznym oraz uczenia maszynowego [4, 5]. Uzyskuje się je również przez integrację z modelami nienadzorowanymi. Podejścia te są użyteczne w sytuacji, gdy przemiany biochemiczne w bioreaktorze warunkują zróżnicowane szlaki metaboliczne. Z uwagi na to, że modelowanie przy pomocy modelu hybrydowego (uczenie nienadzorowane – nadzorowane) jest bardziej złożonym rozwiązaniem niż podejścia klasyczne, nie jest ono powszechne, pomimo że warunkuje poprawne zależności wejście – wyjście. To właśnie modele hybrydowe i zachowanie poprawnych zależności wejście – wyjście stanowi odpowiedź, czy model ML można wdrożyć w oczyszczalni i wykorzystać do prognozy potencjalnych problemów z pracą bioreaktora. W tym ujęciu duże znaczenie odgrywa prawidłowa prognoza ilości i jakości ścieków na dopływie, co pozwoli na identyfikację z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym zmienności dopływającego ładunku i optymalny dobór parametrów operacyjnych układu technologicznego.

### Augmentacja danych

Techniki augmentacji danych (*Data Augmentation*, DA), wzbogacania danych, stanowią bardzo ciekawe rozwiązanie w przypadku ograniczonej ilości danych pomiarowych. Stosując metody DA można opracować symulatory do prognozy dowolnej ilości danych w układzie wejście – wyjście na etapie tworzenia modeli ML. Wykorzystując techniki DA można poprawić zdolności predykcyjne modelu. W tym kontekście pozostaje jednak wiele nierozwiązanych problemów. Z punktu tworzenia modeli ML wydaje się celowe określenie minimalnej długości okresu prowadzenia badań

w celu wykorzystania technik augmentacji oraz jaki model zastosować, aby długość okresu pomiarowego pozwoliła na opracowanie symulatora danych i budowę modelu do prognozy procesu, umożliwiającego jego kontrolę. Przed augmentacją danych, pomimo że umożliwia generowanie dodatkowych danych do tworzenia modelu, stawia się kolejne wyzwania odnośnie poboru danych do tworzenia modelu, ich ilości i reprezentatywności tak, aby wygenerowane dane umożliwiły opracowanie użytecznego modelu.

\*\*\*

Opracowanie użytecznego modelu ML do prognozy działania oczyszczalni ścieków jest złożonym zadaniem, ponieważ wymaga zebrania poprawnych danych technologicznych, ich weryfikacji przez technologa i eliminacji błędów pomiarowych. Stąd też na etapie wdrażania modeli ML kluczowe znaczenie odgrywa aparatura kontrolno-pomiarowa. Należy mieć na uwadze, że model będzie na tyle użyteczny, na ile wiarygodne są dane wejściowe. Aby je uzyskać konieczna jest budowa zintegrowanych systemów gromadzenia danych i kontroli ich jakości, na co pozwalają techniki sztucznej inteligencji.

Rośnie zainteresowanie metodami uczenia maszynowego, rośnie też potrzeba tworzenia uniwersalnych modeli, które będzie można zastosować dla szerszego spektrum oczyszczalni. Stwarza to coraz większe wyzwania w stosunku do oczekiwań stawianych modelom ML, a także danym, jakie są wymagane do ich tworzenia. Metaanalizy, czyli integracja wyników wielu badań naukowych, znajdują coraz szersze zastosowanie na etapie modelowania oczyszczalni ścieków. Gromadząc dane z szeregu publikacji naukowych możliwe jest opracowanie uniwersalnych modeli wspomagających dobór rozwiązania technologicznego oczyszczalni, które będzie można wykorzystać na etapie projektowania, eksploatacji i modernizacji obiektu, co jest głównym zadaniem stosowania sztucznej inteligencji i metod uczenia maszynowego.

### Literatura

1. <https://thetory.is/pl/journal/czym-jest-machine-learning/>
2. <https://azure.microsoft.com/pl-pl/resources/cloud-computing-dictionary/artificial-intelligence-vs-machine-learning>
3. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance\\_pleniere/textes\\_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9\\_TA\(2024\)0222\\_PL.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9_TA(2024)0222_PL.pdf)
4. Szelaż B., Zaborowska E., Mąkinia J.: *Journal of Water Process Engineering*, 54, 103939, 2023. doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.103939.
5. Mehrani M.J., Bagherzadeh F., Zheng M., Kowal P., Sobotka D., Mąkinia J.: *Process Safety and Environmental Protection*, 162, 1015-1024, 2022. doi.org/10.1016/j.psep.2022.04.058.
6. Kwon Y., Zou J.Y.: *Adv. Neural. Inf. Process. Syst.*, 35, 34363-34376, 2022. ■

# DEAMONIFIKACJA WÓD ODCIEKOWYCH Z GOSPODARKI OSADOWEJ

w dążeniu GOŚ „Dębogórze”  
do samowystarczalności energetycznej

dr inż. Anna Remiszewska-Skwarek, dr inż. Przemysław-Kowal

PEWIK Gdynia Sp. z o.o., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

W gdyńskiej oczyszczalni „Dębogórze” od ponad dwóch lat wykorzystywana jest pełnoskalowa instalacja łącząca aktywność procesów częściowej nitrytacji oraz anammox (PNA), realizowanych w jednostopniowym reaktorze ze złożem ruchomym MBBR. Jakie są doświadczenia eksploatacyjne z podczyszczania odcieków z odwadniania?





Gospodarka osadowa w oczyszczalniach ścieków generuje wody poosadowe, które zawierane na początek układu technologicznego wnoszą znaczne ilości azotu amonowego i fosforu. Zastosowanie konwencjonalnych technologii, opierających się na wykorzystaniu procesu nitryfikacji i denitryfikacji do oczyszczania tych wód, jest limitowane z uwagi na wysokie koszty napowietrzania oraz ograniczoną dostępność związków węgla. Skuteczną alternatywę stanowią rozwiązania techniczne bazujące na promowaniu aktywności mikroorganizmów zdolnych do realizacji tzw. skróconej ścieżki usuwania azotu, takie jak np. proces anammox.

W artykule przedstawiono ponaddwuletnie doświadczenia eksploatacyjne podczyszczania odcieków z odwadniania w pełnoskalowej instalacji łączącej aktywność procesów częściowej nitrytacji oraz anammox (PNA), realizowanych w jednostopniowym reaktorze ze złożem ruchomym MBBR w GOŚ „Dębogórze”. Wypracowano wysoką efektywność usuwania azotu amonowego na poziomie 69-80%, przy jednoczesnym spadku wskaźnika zużycia energii na utlenienie jednostkowego ładunku azotu amonowego do wartości 54% względem głównego ciągu oczyszczania ścieków. Uzyskane wyniki wskazują trwałe korzyści płynące z wdrożenia technologii deamonifikacji na ciągu bocznym oraz na dalsze możliwości optymalizacji procesów, które wymiennie wpłyną na spadek

energochłonności oczyszczania ścieków, zgodnie z założeniami zatwierdzonej w kwietniu 2024 przez Parlament Europejski znowelizowanej Dyrektywy Ściekowej (91/271/EWG).

”

Poprawna eksploatacja instalacji deamonifikacji pozwoliła zmniejszyć zapotrzebowanie na energię do napowietrzania ścieków w reaktorach biologicznych o około 14%

#### Podczyszczanie odcieków

Jednym z głównych problemów operacyjnych nowoczesnych oczyszczalni ścieków jest efektywne zagospodarowanie odcieków generowanych w procesach przetwarzania osadów ściekowych. Odcieki z procesów odwadniania osadów charakteryzują się podwyższonymi stężeniami azotu amonowego oraz fosforanów, przy jednocześnie obniżonej koncentracji związków węgla [1]. Według podstawowych założeń funkcjonowania oczyszczalni ścieków, strumień





odcieków zwracany jest do głównego ciągu technologicznego. O ile, rozpatrując kryteria hydrauliczne, udział strumienia odcieków w odniesieniu do całkowitego przepływu stanowi zwykle około 1-2%, o tyle ładunek azotu zwracanego do układu wraz odciekami może stanowić około 15-20% całkowitego ładunku obciążającego oczyszczalnię [2,18]. Z tego względu zasadne jest wykorzystanie technologii pozwalających na podczyszczenie odcieków przed ich ponownym wprowadzeniem do głównego ciągu. Z uwagi na wysokie zapotrzebowanie na tlen oraz niekorzystną proporcję związków węgla do azotu (rozpuszczone  $ChZT/N < 2$ ), klasyczny układ bazujący na wykorzystaniu procesu nitrifikacji/denitryfikacji nie znajduje praktycznego zastosowania w powyższym zakresie [3].

”

Nadzór kadry technologicznej, wsparcie analityczne i dopracowanie protokołów eksploatacji urządzeń pomiarowych pozwoliły osiągnąć maksymalny stopień obciążenia instalacji ładunkiem azotu i korzystne wskaźniki efektywności energetycznej

Obecnie najbardziej rozpowszechnione w zastosowaniu są technologie oparte na tzw. skróconej ścieżce usuwania azotu, bazujące najczęściej na połączeniu procesów częściowej nitrifikacji oraz beztlenowego utleniania amoniaku (ang. *anaerobic ammonium oxidation – anammox*), realizowane przez autotroficzne bakterie nitrifikacyjne pierwszej fazy (ang. *ammonium oxidizing bacteria – AOB*) oraz bakterie anammox (ang. *anaerobic ammonium oxidizing bacteria AnAOB* lub *AMX*) [4]. Wspomniane procesy mogą zachodzić w osobnych reaktorach lub symultanicznie w pojedynczym reaktorze. Najczęściej wykorzystywane jest połączenie częściowej nitrifikacji I fazy (nitratacja) z procesem anammox, nazywane w literaturze anglojęzycznej skrótem PNA (ang. *partial nitrification – anammox*). PNA uznawany jest za efektywny pod względem kosztów procesowych przy jednoczesnym zapewnieniu satysfakcjonujących efektów usuwania związków azotu. Rozpatrując stechiometrię procesu PNA, nitrifikatory I fazy utleniają szacunkowo 57% dopływającego do układu azotu amonowego ( $N-NH_4$ ) do azotynów ( $N-NO_2$ ) w warunkach ograniczonego napowietrzania. Równolegle bakterie anammox zaczynają utleniać pozostałe jony  $N-NH_4$  do azotu gazowego  $N_2$ , wykorzystując wytworzone azotyny ( $N-NO_2$ ) jako akceptor elektronów. Dodatkowo, w wyniku aktywności bakterii anammox, pewna pula azotu amonowego utleniana jest

do azotanów ( $N-NO_3$ ), która na podstawie charakterystyki metabolicznej tej grupy mikroorganizmów została oszacowana na poziomie ~11% [5]. Zgodnie z danymi literaturowymi [6] technologia PNA powinna charakteryzować się około 57% niższym zużyciem powietrza względem klasycznych układów nitrifikacja/denitryfikacja oraz o 86% zmniejszonym zapotrzebowaniem na organiczne związki węgla na potrzeby denitryfikacji oraz procesy wzrostu biomasy. Ograniczona zawartość związków węgla, którymi charakteryzują się odcieki z odwadniania osadów, w przypadku zastosowania konwencjonalnych układów bazujących na denitryfikacji, wymagałyby zastosowania dodatku zewnętrznego źródła węgla.

W przypadku technologii opierających się na procesie PNA, realizowanych zarówno w pojedynczym reaktorze, jak i układzie dwustopniowym, możliwe jest zastosowanie biomasy wzrastającej w postaci osadu (najczęściej granulowanego) lub biofilmu. Najpowszechniej wykorzystywanym w praktyce rozwiązaniem bazującym na wzroście bakterii (jako biofilm) są reaktory w systemie złoża ruchomego (ang. *moving bed biofilm reactor, MBBR*). W tego typu systemach mikroorganizmy odpowiedzialne za procesy usuwania biogenów kolonizują dedykowane nośniki/kształtki (wytwarzane z różnego rodzaju tworzyw sztucznych). Dodatkowo, poprzez utrzymywanie ograniczonego stężenia tlenu, w zakresie od 0,5 do 1,5 mg/L, możliwe jest zapewnienie warunków umożliwiających przebieg częściowej nitrifikacji i procesu anammox w reaktorze jednostopniowym. Fakt ten wynika ze specyficznej struktury biofilmu, gdzie tlenowe bakterie nitrifikacyjne rozwijają się w jego powierzchniowej części, natomiast wraz z ograniczeniem dostępu tlenu do głębszych warstw powstają warunki dogodne dla rozwoju mikroorganizmów dostosowywanych do warunków anoksycznych (w tym bakterii *AMX*) lub beztlenowych [7].

### Trudny rozruch i utrzymanie procesu

Rozruch systemu PNA, jak również utrzymanie jego efektywności procesowej, jest trudne i wynika z szeregu uwarunkowań: (1) wolnego tempa wzrostu bakterii *AMX*, (2) kwestii doboru odpowiedniego inokulum, (3) utrzymania stabilnej populacji oraz aktywności bakterii *AMX* i nitrifikatorów I fazy, przy jednoczesnym zapewnieniu warunków tłumiących rozwój nitrifikatorów II fazy (ang. *nitrite oxidizing bacteria, NOB*) oraz bakterii heterotroficznych (*HET*), (4) trudności doboru warunków operacyjnych pozwalających na ukierunkowane modulowanie aktywności poszczególnych grup bakteryjnych [8].

Wzrost bakterii anammox jest powolny. W zależności od konfiguracji systemu i lokalnych warunków operacyjnych szacowany czas podwojenia ich populacji mieści się w przedziale od 2 do 14 dni [9,10]. Fakt ten przekłada się na długi okres rozruchu instalacji pełnoskalowych, który w przypadku braku materiału

do zaszczepienia oraz przy wykorzystaniu odcieków jako głównego źródła bakterii AMX może wydłużyć się do około 1 roku. Okres ten może być skrócony do 5-6 miesięcy poprzez zastosowanie zaszczepień osadem czynnym [11]. Skrócenie rozruchu do około 2-4 miesięcy może zostać osiągnięte w przypadku zastosowania do zaszczepień wyselekcjonowanej biomasy wzbogaconej o bakterie AMX w postaci osadu granulowanego lub częściowo skolonizowanych nośników z biofilmem [12]. Szacowany udział zasiedlonych nośników, wymagany do efektywnego rozruchu instalacji, mieści się zazwyczaj w przedziale od 3% do 15% całkowitej projektowej objętości nośników stanowiących wypełnienie bioreaktora [13].

Zastosowanie zaszczepienia biomasą wzbogaconą bakteriami AMX jest szczególnie efektywne w przypadku układów MBBR, charakteryzujących się wydłużonym czasem retencji biomasy. Jednocześnie, w przypadku utraty sprawności procesowej przez instalację PNA, proces inokulacji może stanowić skuteczne działanie naprawcze, umożliwiające szybki powrót układu do pełnej wydajności.

### Kontrola procesowa

W odniesieniu do kontroli procesowej, kluczowymi parametrami wymagającymi stałego nadzoru są: pH, temperatura, stężenia rozpuszczonego tlenu oraz poszczególnych form azotu (azotanów, azotynów oraz jonów amonowych) [14]. Monitoring wymienionych parametrów jest szczególnie istotny na etapie rozruchu instalacji z uwagi na wrażliwość układu wynikającą z niskiej początkowej koncentracji biomasy oraz niskich jednostkowych szybkości procesów biochemicznych. Z kolei na etapie właściwej eksploatacji poprzez dobór strategii napowietrzania oraz stopień obciążenia reaktora ładunkiem azotu, możliwe jest modulowanie stężeń wolnego amoniaku i kwasu azotowego (III), które z kolei w sposób selektywny oddziałują na aktywność głównych grup bakteryjnych.

Kluczowe dla rozwoju strategii selektywnej inhibicji aktywności mikroorganizmów były eksperymenty Anthonisena i in. [15], którzy scharakteryzowali dynamikę powstawania wolnego amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) w zależności od temperatury, pH i stężenia azotu amonowego ( $\text{NH}_4^+-\text{N}$ ). Dalsze badania wykazały, że bakterie AOB oraz AMX wykazują większą tolerancję względem wolnego amoniaku (odpowiednio 10-150 mg  $\text{N-NH}_3/\text{L}$  i 2-150 mg  $\text{N-NH}_3/\text{L}$ ) niż bakterie nitryfikacyjne drugiej fazy (0,1-1,0 mg  $\text{N-NH}_3/\text{L}$ ) [16]. Dodatkowo nitryfikatory I fazy wykazują silniejsze powinowactwo do rozpuszczonego tlenu niż NOB; z tego względu poprzez ograniczenie napowietrzania możliwe jest jednoczesne hamowanie ich aktywności oraz zapewnienie odpowiedniego obniżenia poziomu tlenu w głębszych warstwach biofilmu/granul dla rozwoju bakterii anammox [17]. Zastosowanie połączonej strategii ograniczenia napowietrzania oraz podwyższonego stężenia wolnego amoniaku należy uznać za kluczowe



### NOWOCZESNA OCZYSZCZALNIA

GOŚ „Dębogórze” jest jednym z kluczowych obiektów zapewniających czystość wód Zatoki Gdańskiej. W grudniu 2023 roku zakończono tu realizację projektu pt. „Modernizacja ciągu gospodarki osadowej i innych obiektów oczyszczalni ścieków Dębogórze oraz rozwój sieci kanalizacji sanitarnej PEWIK GDYNIA”

dla poprawnego rozruchu oraz utrzymania sprawności procesowej systemów PNA.

Oprócz dobrze poznanych podstaw teoretycznych, technologicznych oraz przemyślanego automatycznego programu sterującego z perspektywy właściwego użytkownika instalacji PNA, dla zapewnienia skuteczności pracy układu należy uwzględnić aspekty techniczne i organizacyjne. W szczególności trzeba zapewnić dobór sprawdzonych urządzeń pomiarowych, wdrożenie ścisłego monitoringu składu surowych i oczyszczonych odcieków oraz wysoki stopień przeszkolenia personelu odpowiedzialnego za eksploatację, jak i serwisującego urządzenia monitorujące proces. Ważnym aspektem jest również rozważenie realizacji badań pilotowych, które umożliwiają weryfikację zasadności zastosowania deamonifikacji na danym obiekcie oraz pozwalają uzyskać „urealnione” dane dotyczące oczekiwanych jednostkowych szybkości poszczególnych procesów i obciążeń ładunkiem zanieczyszczeń [18].

### Charakterystyka instalacji PNA oraz oczyszczalni GOŚ „Dębogórze”

GOŚ „Dębogórze” jest jednym z kluczowych obiektów zapewniających czystość wód Zatoki Gdańskiej. Przyjmuje i oczyszcza ścieki komunalne z terenu aglomeracji Gdynia (miast: Gdynia, Rumia, Reda, Wejherowo oraz gmin: wiejska gmina Wejherowo, część gminy Puck, gmina Kosakowo oraz gmina Szemud). Zgodnie z założeniami projektowymi oczyszczalnia przewidziana została do obsługi 550 00 RLM, przy średniej ilości dopływających ścieków na poziomie 65 000  $\text{m}^3/\text{d}$  oraz przepustowości hydraulicznej szacowanej na 135 000  $\text{m}^3/\text{d}$ . Procesy biologicznego usuwania biogenów odbywają się w bloku reaktorów biologicznych o łącznej pojemności 104 000  $\text{m}^3$ , zaprojektowanych

w technologii BARDENPHO z symultaniczną denitryfikacją w systemie CARROUSEL. System umożliwia również częściowe pominięcie komory beztlenowej przez ścieki surowe i skierowanie ich bezpośrednio do strefy denitryfikacji/nitryfikacji. Fosfor, oprócz procesów biologicznych, usuwany jest poprzez strącanie z wykorzystaniem siarczynu żelaza.

Oczyszczalnia spełnia kryteria dotyczące jakości ścieków oczyszczonych określone w dyrektywie Unii Europejskiej w sprawie ścieków komunalnych (91/271) dla dużych oczyszczalni ścieków, w tym stężenie azotu całkowitego (ang. *total nitrogen*, TN) wynoszące <10 mg N/L i stężenie fosforu całkowitego (ang. *total phosphorus*, TP) wynoszące <1 mg P/L. Obiekt nie tylko zapewnia najwyższe standardy jakości oczyszczania ścieków, ale posiada również zaawansowaną gospodarkę osadową, w tym spalarnię odwodnionych osadów ściekowych.

W grudniu 2023 roku zakończono realizację projektu pt. „Modernizacja ciągu gospodarki osadowej i innych obiektów oczyszczalni ścieków Dębogórze oraz rozwój sieci kanalizacji sanitarnej PEWIK GDYNIA” (nr POIS.02.03.00-00-0023/17). Dzięki dofinansowaniu z unijnego Funduszu Spójności, środków własnych spółki oraz pożyczki z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie, przy koszcie całkowitym 120,9 mln zł brutto (63 mln zł – dofinansowanie, 29 mln zł – pożyczka NFOŚiGW) zmodernizowano kluczowe obiekty gospodarki osadowej. Strategicznym elementem infrastruktury oddanym do użytku w ramach projektu był węzeł stabilizacji beztlenowej składający się z trzech zamkniętych komór fermentacyjnych o pojemności jednostkowej 6 400 m<sup>3</sup>. Zwiększenie objętości czynnej ZKF-ów (z 11 000 m<sup>3</sup> – „stara” instalacja do 19 200 m<sup>3</sup> – nowe komory) pozwoliło wydłużyć minimalny czas zatrzymania osadów w fermentacji mezofilowej do 23 dni i uzyskać pełną stabilizację osadów, jednocześnie intensyfikując ładunki azotu w odciekach. W wyniku odwadniania ustabilizowanego osadu produkowane jest około 800 m<sup>3</sup> odcieków na dobę, co w odniesieniu do średniego przepływu ścieków stanowi około 1,25%

całkowitego przepływu oczyszczalni, podczas gdy ładunek azotu w generowanych odciekach stanowi 11,4% ± 1,3% ładunku azotu amonowego dopływającego do reaktorów biologicznych.

W celu zapewnienia stabilności i utrzymania wysokiej skuteczności oczyszczania ścieków komunalnych dopływających do GOŚ „Dębogórze” równie ważnym elementem projektu była budowa instalacji do podczyszczania odcieków generowanych w trakcie odwadniania osadu przefermentowanego, w technologii bazującej na wykorzystaniu bakterii anammox.

### Instalacja PNA MBBR i jakość odcieków

Odcieki z odwadniania osadów ściekowych transportowane są grawitacyjnie do zamkniętego zbiornika buforowego o objętości 300 m<sup>3</sup>. Zbiornik wyposażony jest w mieszadło oraz układ dwóch pomp pracujących naprzemiennie o wydajności 35 m<sup>3</sup>/h każda, które zasilają reaktor PNA/MMBR. Częstotliwość pracy pomp reguluje się za pomocą falowników, a przepływ uzależniony jest od ładunku azotu w dopływających oraz oczyszczonych odciekach. Reaktor ma objętość czynną 800 m<sup>3</sup>, wyposażony jest w systemy mieszania i napowietrzania. Przepływ powietrza kontroluje się od pomiaru stężenia amoniaku i reguluje za pomocą modulacji częstotliwości pracy dmuchaw.

Po zakończeniu procesu odcieki kierowane są do głównego ciągu oczyszczalni, przed osadniki wstępne. Pomiary temperatury, pH, rozpuszczonego tlenu, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub> oraz N-NO<sub>3</sub> monitoruje się za pomocą zestawu czujników on-line.

Podsumowanie parametrów projektowych instalacji PNA zestawiono w tabeli 1. Rzeczywisty wygląd instalacji oraz schemat technologiczny instalacji przedstawiono na fot. 1 i na rysunku 1. Jak wynika z tabeli 2, skład odcieków generowanych w trakcie odwadniania osadów ściekowych na GOŚ „Dębogórze” jest względnie stabilny, ze średnim stężeniem azotu amonowego na poziomie 569 ± 69 mg NH<sub>4</sub>-N/L. Pozostałe formy azotu mineralnego występują w stężeniach śladowych. Zawartość związków organicznych wyrażona w postaci ChZT jest relatywnie niska. Proporcja ChZT/N dla ChZT całkowitego wynosi typowo <1,0, a dla frakcji rozpuszczonej <0,5. Odcieki z pras dodatkowo charakteryzują się względnie niskimi, ale zmiennymi stężeniami zawiesiny ogólnej (średnia 175 ± 180 mg s.m./L), pH na poziomie 7,19 ± 0,07 oraz korzystną dla procesu PNA zasadowością >2000 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

W wszystkie dni robocze realizowane są analizy laboratoryjne (pH, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub> oraz N-NO<sub>3</sub>) na potrzeby dodatkowej kontroli technologicznej oraz weryfikacji układów pomiarowych. Z mniejszą częstotliwością oznaczane są stężenia zawiesiny ogólnej, fosforanów, zasadowość oraz stężenie związków organicznych (ChZT) zarówno w odciekach surowych, jak i oczyszczonych. Na podstawie wyników analiz laboratoryjnych estymuje się poziomy stężeń

TAB. 1  
Podstawowe parametry projektowe instalacji PNA MBBR

Parametr	Jednostka	Wartość
Zbiornik buforowy		
Objętość	m <sup>3</sup>	300
Reaktor		
Powierzchnia x głębokość	[m <sup>2</sup> x m]	160 m <sup>2</sup> x 7,1 m
Maks. ładunek	[kg N/d]	606
Typ nośnika	[-]	Anox™K5
Chroniona powierzchnia nośnika	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	800
Udział objętościowy nośnika	[%]	do 50%
Średni przepływ	[m <sup>3</sup> /h]	33



# Budujemy trwałe rozwiązania na przyszłość\*

\* Jutrzejsza rzeczywistość jest konsekwencją dzisiejszych wyborów



## Trwałość

**Żeliwo sferoidalne** charakteryzuje się wyjątkowymi właściwościami mechanicznymi, m.in. wysoką udurowieniem, wytrzymałością na rozciąganie czy owalizację. Dzięki tym cechom nadaje się do wszystkich rodzajów terenu i może wytrzymać wysokie naprężenia bez uszkodzeń.

## Ekologia

Rurociągi z żeliwa sferoidalnego, których większość jest produkowana z materiałów wtórnych, podlegają w **100% ponownemu przetworzeniu** bez zmiany ich właściwości mechanicznych, co daje nieograniczone możliwości recyklingu.

## BioZinalium®

Wszystkie rury Saint-Gobain PAM pokryte są aktywną powłoką **BioZinalium®**, która posiada zdolność przywracania ciągłości warstwy ochronnej w przypadku powstania uszkodzeń oraz stanowi trwałą ochronę przed biokorozją.



Dowiedz się więcej:  
[www.sgpam.pl](http://www.sgpam.pl)



# DuoBent

ECO-INNOVATIVE WASTEWATER SOLUTIONS

## DuoBent – optymalizacja i oszczędności



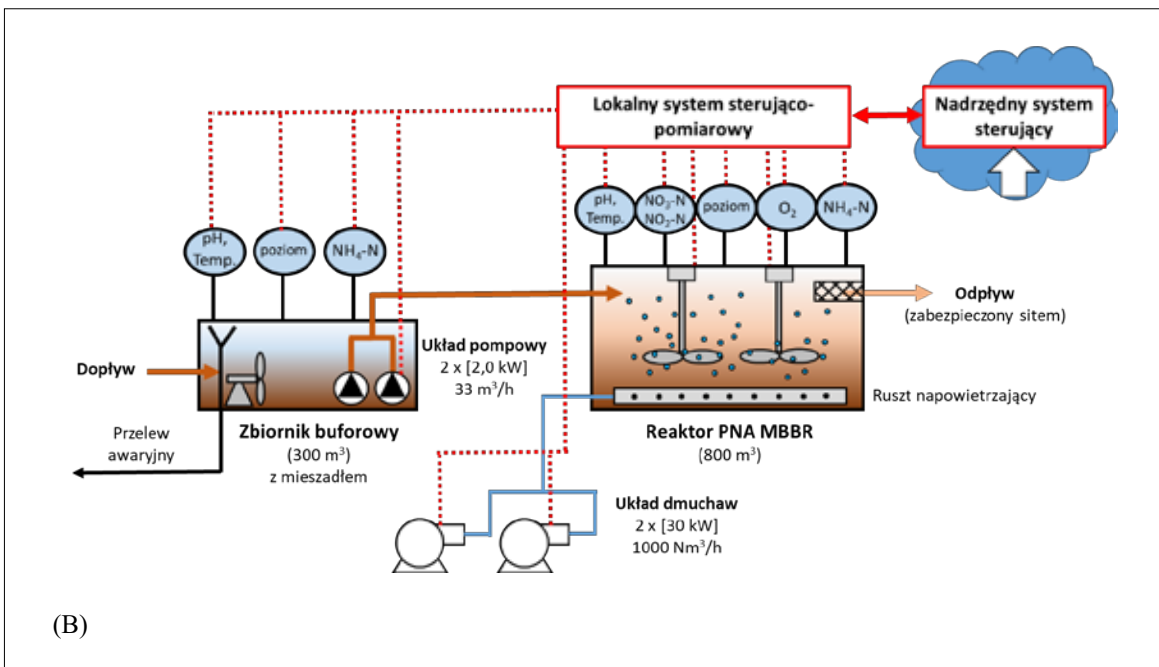
### Kompleksowa optymalizacja procesu oczyszczania ścieków przy pomocy DuoBent :

- interwencyjnie szybka oraz stabilna poprawa sedymentacji osadu czynnego – nawet przy puchnięciu nitkowatym, zwiększonym napływie ścieków/wód opadowych, ograniczeniach przepustowości, modernizacjach czy występowaniu przemysłowych ścieków kampanijnych
- obniżenie opłat środowiskowych poprzez redukcję ładunku zanieczyszczeń w ścieku oczyszczonym m.in. zawiesina, azot ogólny, ChZT, metale ciężkie = **dodatkowe oszczędności**
- optymalizacja zużycia środków na oczyszczalni m.in. polimeru do zagęszczenia osadu nadmiernego oraz PIX do redukcji fosforu = **dodatkowe oszczędności**
- optymalizacja zużycia prądu poprzez ograniczenie poziomu recyrkulacji wewnętrznej, jak i zewnętrznej = **dodatkowe oszczędności**
- redukcja kożucha na powierzchni reaktora biologicznego oraz osadnika wtórnego
- zapobieganie flotacji osadu oraz zjawisku tzw. wtórnej denitryfikacji w OW = **czyste osadniki wtórne**





FOT. 1  
Instalacja  
PNA MBBR na  
oczyszczalni GOŚ  
„Dębogórze”



RYS. 1  
Schemat  
technologiczny  
instalacji PNA  
MBBR

Parametr	Jednostka	2022	2023	2024	Średnia
pH	-	7.19 ±0.07	7.21 ±0.12	7.22 ±0.14	7.20 ±0.11
N-NH <sub>4</sub>	mg N-NH <sub>4</sub> /L	504 ±45	599 ±56	599 ±58	569 ±69
ChZT całkowity	mg O <sub>2</sub> /L	NA*	542 ±49	470 ±49	<b>508 ±118</b>
ChZT rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /L	343 ±76	330 ±77	280 ±25	<b>320 ±77</b>
Zawiesina ogólna	mg s.m./L	130 ±30	179 ±45	229 ±180	<b>175±180</b>
P-PO <sub>4</sub>	mg P-PO <sub>4</sub> /L	190 ±30	200 ±32	183 ±57	<b>193 ±29</b>
N-NO <sub>2</sub>	mg N-NO <sub>2</sub> /L	NA*	0.23 ±0.28	0.09 ±0.04	<b>0.16 ±0.21</b>
N-NO <sub>3</sub>	mg N-NO <sub>3</sub> /L	NA*	0.70 ±0.33	1.31 ±0.43	<b>1.05 ±0.41</b>
Zasadowość	mg CaCO <sub>3</sub> /L	NA*	2329 ±179	2346 ±320	2342 ±274

TAB. 2  
Uśredniony  
skład odcieków  
w poszczególnych  
latach oraz okresie  
od kwietnia 2022 do  
lipca 2024 roku

NA\* nie analizowano w danym okresie



wolnego amoniaku i kwasu azotowego (III) zgodnie z metodyką opisaną przez Anthonisena i in. (1976).

### Doświadczenia eksploatacyjne. Rozruch technologiczny i ruch próbny

W styczniu 2022 roku, po zakończeniu prac budowlano-montażowych oraz pomyślnym odbiorze instalacji przez dostawcę technologii, przystąpiono do uruchomienia reaktora PNA MBBR. Proces ten poprzedziło zasycanie i zaszczepienie kształtek, co było kluczowym etapem przygotowania instalacji do pracy. Rozruch technologiczny, nadzorowany przez partnera technologicznego oraz wykonawcę instalacji, obejmował dokładne monitorowanie parametrów operacyjnych i dostosowanie ich do optymalnych warunków, co miało na celu uzyskanie parametrów projektowych. Mając na uwadze poprawę bilansu energetycznego oraz efektywności usuwania azotu, etap ten był istotnym krokiem w integracji nowej technologii z istniejącymi procesami oczyszczania.

Po uzyskaniu optymalnych parametrów technologicznych w kwietniu 2022 roku, przeprowadzono tygodniowy tzw. „ruch próbny”. Testy potwierdziły osiągnięcie zakładanego efektu redukcji azotu amonowego o 80%, co umożliwiło przekazanie instalacji do „wstępnej eksploatacji” prowadzonej przez PEWiK GDYNIA Sp z o.o.

### I faza eksploatacji

W ciągu pierwszej fazy eksploatacji dwukrotnie doszło do załamania procesu PNA, co skutkowało obniżeniem efektywności usuwania azotu amonowego oraz wydajności instalacji. Bakterie anammox są bardzo wrażliwe na zmiany parametrów procesu i charakteryzują się powolnym wzrostem, a to sprawia, że stają się podatne na zakłócenia. Jednym z podstawowych problemów operacyjnych zidentyfikowanych w pierwszym roku eksploatacji były trudności związane z zapewnieniem prawidłowych odczytów sond pomiarowych monitorujących stężenia azotu amonowego, pH oraz azotanów, których wskazania były odpowiedzialne za sterowanie procesem. Wstępnie opracowane procedury eksploatacyjne, obejmujące w swoim zakresie procesy czyszczenia, kalibracji oraz wymiany elektrod, nie przynosiły pożądanych rezultatów, a wskazania sond charakteryzowały się wahaniami stabilności.

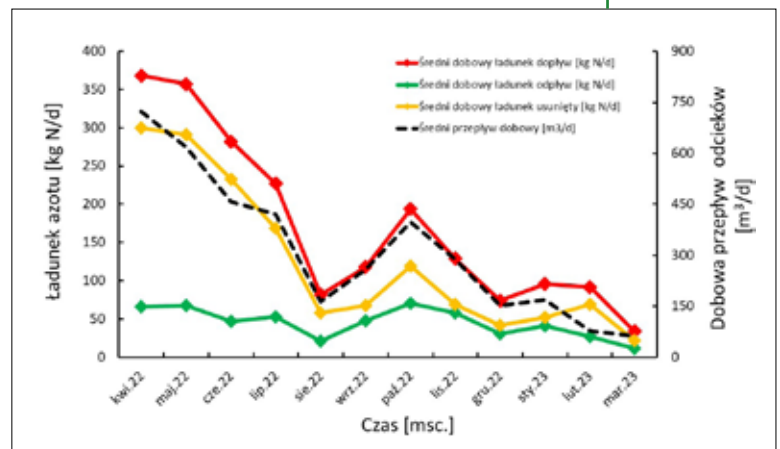
Jako działanie naprawcze wprowadzono codzienne analizy krytycznych parametrów jakości oczyszczania odcieków, które posłużyły do walidacji procesu oraz kontroli jakości sygnałów pomiarowych sond zamontowanych na obiektach. Niemniej do połowy 2023 roku instalacja do podczyszczania odcieków charakteryzowała się obniżoną wydajnością. Średni dobowy przepływ w okresie od stycznia do maja wynosił 114,3 m<sup>3</sup>/d, co przy średnim stężeniu azotu amonowego w odciekach na poziomie 527,4 mg N/dm<sup>3</sup> odpowiadało obciążeniu reaktora ładunkiem azotu na

poziomie 68,5 g N/m<sup>3</sup> · d. Efektywność usuwania azotu amonowego przy takim obciążeniu wynosiła 67%. Taki sposób prowadzenia procesu skutkowało osiągnięciem jedynie około 10% wartości projektowego obciążenia układu azotem oraz niskim stopniem kolonizacji kształtek (<30%) wypełniających reaktor.

Oprócz problemów związanych z utrzymaniem jakości i stabilności sygnałów sond pomiarowych odpowiedzialnych za sterowanie pracą układu, obserwowano okresowe pogorszenie jakości odcieków. Fakt ten objawiał się zwiększonymi stężeniami zawiesiny oraz związków organicznych (wyrażonych jako ChZT), negatywnie wpływając na stabilność procesową. Takie sytuacje miały miejsce głównie w przypadku wadliwie działającego układu odwaniania osadów.

Jednym z błędnych założeń technologicznych przyjętych w I fazie eksploatacji było nadmierne ograniczanie napływu odcieków. Od czerwca 2022 roku zmieniono ciągłe dozowanie odcieków na pulsacyjne (1 h 40 min napływ/40 min pauza; przy przepływie odcieków 26 m<sup>3</sup>/h), a od sierpnia dodatkowo znacząco zredukowano długość fazy dozowania odcieków oraz ograniczono przepływ (20 min napływ/1 h pauza; przy przepływie odcieków 20 m<sup>3</sup>/h). W efekcie, w ciągu 4 miesięcy od zakończenia ruchu próbnego średni dobowy ładunek azotu doprowadzany do reaktora został zredukowany z 368 kg N/d do 82 kg N/d (rysunek 2), przy ograniczeniu usuwanego ładunku azotu z 300 kg N/d do 58 kg N/d oraz przepływu odcieków z 723 m<sup>3</sup>/d do 164 m<sup>3</sup>/d. Efektywność redukcji stężenia N-NH<sub>4</sub> spadła w omawianym okresie do wartości w przedziale 53–66%. W kolejnych miesiącach podejmowano próby zwiększenia przepływu odcieków w fazie zasilania (wrzesień 2022) oraz powrócono do ciągłego dozowania odcieków (październik – listopad 2023), co przyniosło okresową poprawę pracy instalacji (w październiku 2022 odnotowano podwojenie usuwanego ładunku odcieków do 119 kg N/d). Od grudnia powrócono do pulsacyjnego dozowania odcieków, co okazało się strategią nieskuteczną i doprowadziło do znaczącego obniżenia wydajności i skuteczności procesowej instalacji. W marcu 2023 roku średni dobowy

**RYS. 2**  
Średnie dobowe ładunki azotu (doprowadzane, odprowadzane, usuwane) oraz wartości przepływu odcieków charakteryzujące pracę reaktora PNA MBBR w okresie od kwietnia 2022 do marca 2023



Parametr	Średnie stężenie (dopływ) $\text{NH}_4\text{-N}$	Średnie stężenie (reaktor) $\text{NH}_4\text{-N}$	Średnie stężenie (reaktor) $\text{NO}_2\text{-N}$	Średnie stężenie (reaktor) $\text{NO}_3\text{-N}$	Udział $\text{NO}_3\text{-N}$	HRT	Redukcja stężenia $\text{NH}_4\text{-N}$	Obciążenie reaktora N
Jednostka/ Data	[mg N/L]	[mg N/L]	[mg N/L]	[mg N/L]	[%]	[d]	[%]	g $\text{NH}_4\text{-N}$ / $\text{m}^3\cdot\text{d}$
kwiecień 22	512	95	1.9	18	4%	1	82%	418
maj 22	588	108	1.8	41	9%	1	82%	406
czerwiec 22	583	101	1.5	40	8%	2	83%	320
lipiec 22	522	118	0.9	54	13%	2	77%	250
sierpień 22	488	130	0.5	48	13%	5	73%	90
wrzesień 22	455	192	0.7	29	11%	3	58%	130
październik 22	475	173	1.2	25	8%	2	63%	214
listopad 22	466	217	0.9	18	7%	3	54%	142
grudzień 22	472	198	0.9	8	3%	5	58%	82
styczeń 23	538	237	1.2	19	6%	5	56%	106
luty 23	520	160	1.0	19	5%	10	70%	113
marzec 23	551	178	1.2	13	4%	13	67%	38

**TAB. 3**  
Średnie stężenia form azotu w odpływie z reaktora PNA MMBR w okresie od kwietnia 2022 do marca 2023 roku

usuwany ładunek azotu oraz przepływ odcieków osiągnęły najniższe obserwowane wartości, odpowiednio 22 kg/N i 62 m<sup>3</sup>/d.

Drugim błędnym założeniem technologicznym było nadmierne ograniczenie stopnia napowietrzania odcieków, gdzie początkowo stosowane ciągle napowietrzanie zastąpiło, od sierpnia 2022, napowietrzanie naprzemienne. Było to działanie zaradcze na stale rosnące stężenia azotanów w odpływie. Zmiana miała charakter gwałtowny, długość fazy napowietrzania została ograniczona do 5 min przedzielonych 25 min fazy mieszania. Ograniczone napowietrzanie stosowano do marca 2023 roku, gdzie długość fazy napowietrzania została zredukowana do 1 min przy 20 min mieszania.

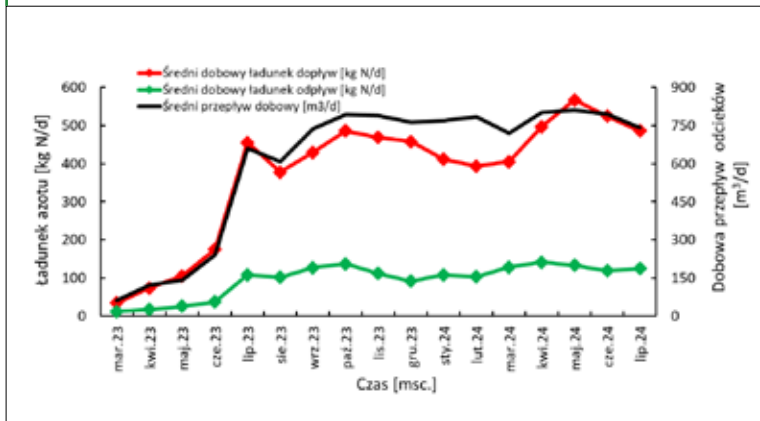
Współdziałanie omówionych powyżej czynników doprowadziło do ukształtowania się niekorzystnego profilu aktywności metabolicznej bakterii odpowiedzialnych za usuwanie związków azotu. Bakterie anammox, charakteryzujące się wrażliwością na zmiany środowiskowe i powolnym wzrostem, zostały zdominowane przez bakterie nityfikacyjne II fazy (NOB). W efekcie obserwowano akumulację azotanów w odpływie z reaktora. Nadmierne ograniczenie napowietrzania spowalniało przebieg I fazy nityfikacji, a w konsekwencji limitowało produkcję azotynów niezbędnych do podtrzymania aktywności bakterii anammox. Jako główną przyczynę niepowodzenia zastosowanej strategii obniżania obciążenia reaktora należy uznać nadmierne ograniczenie stężenia wolnego amoniaku, przez co nie można było uzyskać wystarczającego stopnia supresji bakterii NOB, pomimo ograniczenia stopnia napowietrzania.

Analiza uśrednionych stężeń form azotu w odpływie z reaktora oraz hydraulicznego czasu zatrzymania (ang. Hydraulic Retention Time; HRT) odcieków w instalacji, w okresie od kwietnia 2022 do marca 2023 roku (tabela 3) potwierdza przedstawione powyżej spostrzeżenia. Przyjęty w fazie rozruchu poziom stężenia azotu amonowego w reaktorze, około 100 mg N-NH<sub>4</sub>/L, okazał się niewystarczający do uzyskania inhibicji aktywności nityfikatorów II fazy, co przekładało się na wzrost udziału azotanów w odniesieniu do usuwanego ładunku azotu amonowego z 4% do 13% pod koniec lipca 2023. Redukcja obciążenia reaktora ładunkiem azotu z początkowych około 400 g N-NH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>·d do 90 g N-NH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>·d (sierpień 2022 r.) pozwoliła ograniczyć udział azotanów w odpływie, jednocześnie jednak spadła efektywność usuwania azotu z 82 do 73%. Pomimo utrzymywania obniżonego obciążenia reaktora (min. 38 g N-NH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>·d; marzec 2023) i rosnącego HRT (od 1 d do 13 d) obserwowano stały wzrost stężenia amoniaku w odpływie z układu (maks. 223 mg N-NH<sub>4</sub>/L; styczeń 2023 r.) oraz dalsze obniżanie efektywności usuwania azotu (do 54%). Powyższe efekty należy łączyć przede wszystkim z nadmiernie ograniczonym stopniem napowietrzania, który spowodował zahamowanie aktywności nityfikatorów I fazy (o czym dodatkowo świadczą niskie stężenia azotynów <1,0 mg N-NO<sub>2</sub>/L). W konsekwencji występowała ograniczona podaż substratów niezbędnych dla podtrzymania aktywności bakterii anammox.

Podjęto szereg działań naprawczych mających na celu poprawę funkcjonowania instalacji, w tym rozszerzenie współpracy z dostawcą technologii. Obejmowała ona zarówno wsparcie merytoryczne, jak i przejęcie

**RYS. 3**

Średnie dobowe ładunki azotu (doprowadzane, odprowadzane, usuwane) oraz wartości przepływu odcieków charakteryzujące pracę reaktora PNA MBBR w okresie od marca 2023 do lipca 2024



nadzoru nad realizacją procesu technologicznego za pomocą nadrzędnego systemu sterującego. Umożliwiono dynamiczną korektę parametrów operacyjnych reaktora w odpowiedzi na zmiany jakości odcieków oraz modulację profilu metabolicznego bakterii realizujących procesy usuwania azotu. Na podstawie wyników codziennych analiz laboratoryjnych zrewidowano zakres i częstotliwość rutynowych czynności eksploatacyjnych, takich jak czyszczenie i kalibracja urządzeń pomiarowych. Dzięki temu zapewniono wysoką zgodność wskazań pomiarów on-line z pomiarami kontrolnymi.

Z uwagi na krytyczne znaczenie pomiaru stężenia amoniaku dla kontroli procesu, zainstalowano dodatkowo analizator N-NH<sub>4</sub> w reaktorze PNA MBBR. Podwójny pomiar umożliwił wybór nadrzędnego urządzenia do realizacji procesu, w zależności od zgodności jego wskazań z wynikami analiz laboratoryjnych. Do lokalnego systemu kontrolnego dodano moduł kontroli jakości sygnałów pomiarowych. Wprowadzono również procedury umożliwiające automatyczne przejście reaktora w tryb bezpieczeństwa w przypadku utraty lub pogorszenia jakości pomiarów krytycznych. Poprawiono również komunikację między lokalnym systemem kontrolnym a algorytmem nadrzędnym.

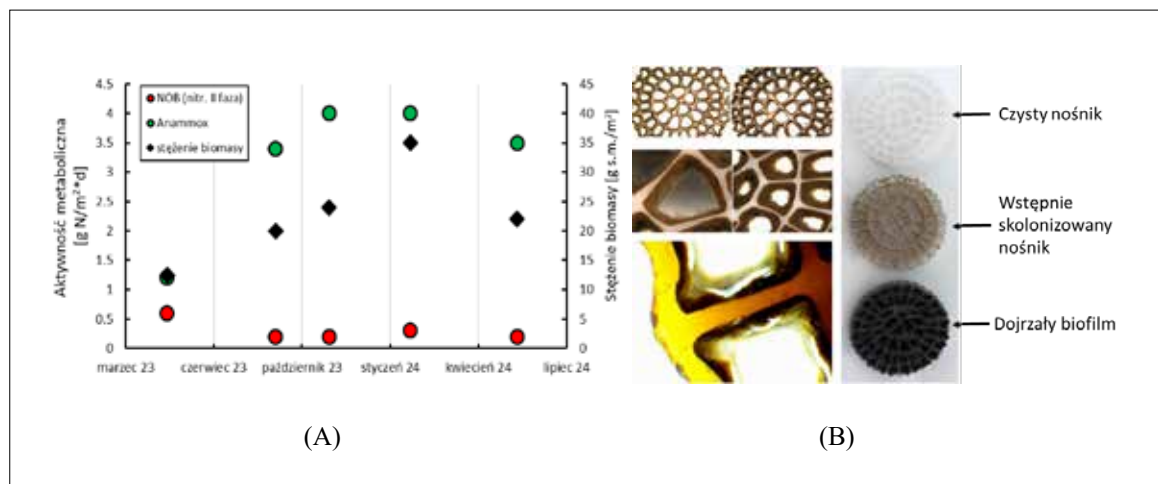
**II faza eksploatacji**

Wprowadzenie procedur naprawczych opisanych w poprzednim rozdziale zainicjowało II fazę eksploatacji, która rozpoczęła się od maja 2023 roku. Jej celem było przywrócenie sprawności procesowej instalacji PNA MBBR, przede wszystkim pod względem zwiększenia obciążenia reaktora ładunkiem azotu przy jednoczesnym skróceniu czasu zatrzymania odcieków (rysunek 3 i tabela 4). Względem kwietnia 2023 roku zmieniono sposób dozowania odcieków z pulsacyjnego na ciągły, stosując napowietrzanie naprzemienne. W kolejnych dwóch miesiącach (maj i czerwiec 2023 r.) podwyższono średni ładunek azotu dopływający do

**TAB. 4**  
Średnie stężenia form azotu w odpływie z reaktora PNA MBBR w okresie od kwietnia 2023 do lipca 2024 roku

Parametr	Średnie stężenie (dopływ) NH <sub>4</sub> -N	Średnie stężenie (reaktor) NH <sub>4</sub> -N	Średnie stężenie (reaktor) NO <sub>2</sub> -N	Średnie stężenie (reaktor) NO <sub>3</sub> -N	Efektywność usuwania N	Udział NO <sub>3</sub> -N	HRT	Redukcja stężenia NH <sub>4</sub> -N	Obciążenie reaktora N
Jednostka/ Data	[mg N/L]	[mg N/L]	[mg N/L]	[mg N/L]	[%]	[%]	[d]	[%]	g NH <sub>4</sub> N /m <sup>3</sup> ·d
kwiecień 23	596	146	1.4	45	68%	10%	7	76%	84
maj 23	7	179	2.2	32	71%	6%	6	76%	116
czerwiec 23	730	159	1.7	35	73%	6%	3	78%	199
lipiec 23	668	158	2.4	32	72%	6%	1	76%	500
sierpień 23	607	167	2.9	24	69%	5%	1	72%	415
wrzesień 23	584	178	2.8	29	65%	7%	1	69%	488
październik 23	594	168	2.7	35	66%	8%	1	72%	534
listopad 23	595	146	2.7	36	69%	8%	1	75%	533
grudzień 23	581	117	3.0	42	73%	9%	1	80%	503
styczeń 24	517	140	2.7	36	66%	9%	1	73%	452
luty 24	539	144	3.3	38	66%	10%	1	73%	433
marzec 24	544	169	2.6	39	62%	10%	1	69%	445
kwiecień 24	619	181	3.2	32	66%	7%	1	71%	546
maj 24	677	159	3.4	32	72%	6%	1	77%	623
czerwiec 24	660	155	2.8	31	72%	6%	1	77%	576
lipiec 24	635	163	2.8	29	70%	6%	1	74%	534





**RYS. 4**  
Profil aktywności głównych grup bakterii (nityfikatory II fazy i anammox) oraz zmiany stężenia biomasy w okresie 2023-2024 (A); rozwój biomasy na nośnikach (B)

układu z 74 kg N/d do 175 kg N/d. Przełożyło się to na wzrost obciążenia reaktora z 84 do 199 g N-NH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>·d. Systematycznie wydłużano także czas napowietrzania odcieków. Wraz z dostawcą technologii podjęto decyzję o wprowadzeniu dodatkowych 22 m<sup>3</sup> zaszczepionych nośników, w celu przyspieszenia naprawy procesu. Dodatkowe zaszczepienie zrealizowano na przełomie czerwca i lipca 2023 roku.

Dodatkowe zaszczepienie reaktora umożliwiło przejście na napowietrzanie ciągłe (stopień napowietrzania uzależniony jest w głównym stopniu od ładunku azotu dopływającego i odpływającego z układu) oraz, w przeciągu dwóch miesięcy, oczyszczanie maksymalnej dostępnej objętości odcieków. Hydrauliczny czas zatrzymania odcieków został przywrócony do wartości z fazy rozruchu, tj. 1. doby. Od września 2023 roku objętość dobowa produkowanych i poddawanych oczyszczaniu wód odciekowych ukształtowała się na uśrednionym poziomie 773 ± 30 m<sup>3</sup>/d (około 25,8 m<sup>3</sup>/h). Odpowiadało to uśrednionemu obciążeniu reaktora ładunkiem azotu wynoszącym 506 g N-NH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>·d. W okresie od kwietnia 2024 do dziś, z uwagi na wzrost stężenia azotu amonowego w surowych odciekach (do 677 mg N-NH<sub>4</sub>/L) aktualny ładunek mieści się w przedziale od 486 kg N/d do 567 kg N/d. Niezależnie od odnotowanego w ostatnim okresie wzrostu obciążenia reaktora, średni dobowy ładunek azotu w odpływie utrzymuje się na stabilnym poziomie 118 ± 15 kg N/d. Uzyskiwana jest w ten sposób wysoka efektywność usuwania azotu amonowego (od 69% do 80%) oraz niski udział azotanów w odniesieniu do usuwanego ładunku azotu amonowego (≤10%).

Dodatkowo, w ramach współpracy z partnerem technologicznym, monitorowano profil aktywności głównych grup mikrobiologicznych oraz przyrost biomasy na nośnikach (rysunek 4).

Wyniki analiz wykazały systematyczny przyrost stężenia biomasy z 12 g s.m./m<sup>2</sup> do 35 g s.m./m<sup>2</sup> (pod koniec lutego 2024) oraz aktywności bakterii anammox z 1,2 g N/m<sup>2</sup>·d do 4,0 g N/m<sup>2</sup>·d. W ostatniej próbie z lipca 2024 oznaczenie stężenia biomasy

Wskaźniki zużycia energii elektrycznej

	Główny ciąg technologiczny	Rektor PNA MMBR	PNA MBBR/główny ciąg
Jednostka/Rok	[kWh/kgNH <sub>4</sub> -N]	[kWh/kgNH <sub>4</sub> -N]	[%]
2022	3,61	2,03	44%
2023	3,13	1,52	52%
2024	3,10	1,43	54%

wyniosło 22 g s.m./m<sup>2</sup> oraz odnotowano wysoką aktywność bakterii anammox, utrzymującą się na poziomie 3,5 g N/m<sup>2</sup>·d. Jednocześnie, z wyjątkiem pierwszej próbki z kwietnia 2023 roku, w której aktywność nityfikatorów II fazy została oszacowana na 0,6 g N/m<sup>2</sup>·d, zidentyfikowano około 60% redukcję ich aktywności do wartości 0,2 g N/m<sup>2</sup>·d. Dodatkowo obserwowano intensywny rozwój biofilmu i zwiększony stopień kolonizacji nośników sięgający 80-100% ich powierzchni (rysunek 4B).

Optymalizacja technologii PNA MBBR przyczyniła się do sukcesywnego spadku zużycia energii elektrycznej. Procesy zachodzące w instalacji PNA MBBR, bazujące na symbiozie bakterii odpowiedzialnych za nityfikację, anammox i denityfikację, były bardziej efektywne energetycznie w porównaniu do tradycyjnych metod w głównym ciągu technologicznym. W 2022 roku wskaźnik zużycia energii dla instalacji PNA MBBR wyniósł 2,03 kWh/kg N-NH<sub>4</sub> i był o 44% niższy w odniesieniu do zużycia energii na napowietrzanie w głównym ciągu technologicznym. Natomiast od stycznia do lipca 2024 odnotowano dalsze zmniejszenie jednostkowego zużycia energii/kg N-NH<sub>4</sub> o kolejne 8% (tabela 5), pomimo znaczącego dociążenia instalacji PNA MBBR ładunkiem azotu. Uruchomienie instalacji podczyszczania wód poosadowych miało również przełożenie na ograniczenie zużycia energii elektrycznej na napowietrzanie ścieków w ciągu głównym. Jest to szczególnie widoczne przy porównaniu

**TAB. 5**  
Wskaźniki zużycia energii elektrycznej na napowietrzanie ścieków w ciągu głównym oraz instalacji PNA MBBR w latach 2022-2024

wskaźników zużycia energii elektrycznej pomiędzy rokiem 2022 i 2024, gdzie jego wartość została zredukowana o około 14%.

\*\*\*

Rosnące wymagania dotyczące jakości oczyszczanych ścieków, przy jednoczesnej konieczności zapewnienia ograniczonego zużycia energii i materiałów, szczególnie w kontekście dostosowania do zapisów nowej dyrektywy unijnej, wymuszają na przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych wdrażanie długofalowych planów i strategii modernizacji posiadanej infrastruktury. Efektywne zagospodarowanie odcieków z procesów odwadniania osadów pozostaje jednym z kluczowych wyzwań stawianym operatorom nowoczesnych oczyszczalni komunalnych. Przedstawione w artykule doświadczenia eksploatacyjne implementacji instalacji deamonifikacji w GOŚ „Dębogórze” są przykładem efektywnego zarządzania poprzez wprowadzanie najlepszych dostępnych technologii, które w sposób efektywny pozwalają dążyć do samowystarczalności energetycznej zakładu. Ścisły nadzór wykwalifikowanej kadry technologicznej, wsparcie analityczne i dopracowanie protokołów eksploatacji urządzeń pomiarowych pozwoliły osiągnąć zarówno maksymalny (na chwilę obecną) stopień obciążenia instalacji ładunkiem azotu (do około  $620 \text{ g N-NH}_4/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ), jak również korzystne wskaźniki efektywności energetycznej (o 54% mniejsze zużycie energii niż w głównym ciągu technologicznym dla wskaźnika  $1,43 \text{ kWh/kg N-NH}_4$ ). Poprawna eksploatacja instalacji deamonifikacji pozwoliła PEWiK GDYNIA Sp z o.o. zmniejszyć zapotrzebowanie na energię do napowietrzania ścieków w reaktorach biologicznych o około 14%. Oprócz korzyści związanych z ograniczeniem energii elektrycznej możliwe jest przyjmowanie zwiększonej objętości ścieków dopływających z aglomeracji Gdynia, bez konieczności zwiększania kubatury reaktorów biologicznych w głównym ciągu technologicznym.

Reasumując, instalacja deamonifikacji wód posadowych na GOŚ „Dębogórze” przyniosła znaczące korzyści w kontekście efektywności energetycznej, redukcji kosztów operacyjnych oraz uzyskania stabilności procesowej, co stanowi jeden z kluczowych etapów transformacji istniejących oczyszczalni komunalnych w aspekcie modelowego wdrażania założeń GOZ (gospodarki obiegu zamkniętego) oraz celów zrównoważonego rozwoju UE.

## Literatura

- [1] Wu B, Dai X, Chai X. Critical review on dewatering of sewage sludge: Influential mechanism, conditioning technologies and implications to sludge re-utilizations. *Water Res.* 2020 Aug 1;180:115912. doi: 10.1016/j.watres.2020.115912. Epub 2020 May 10. PMID: 32422413.
- [2] Makinia J, Czerwionka K, Oleszkiewicz J, Kulbat E, Fudala-Książek S. A distillery by-product as an external carbon source for enhancing denitrification in mainstream and sidestream treatment processes. *Water Sci Technol.* 2011;64(10):2072-9. doi: 10.2166/wst.2011.624. PMID: 22105131.
- [3] Czerwionka K, Luczkiewicz A, Majtacz J, Kowal P, Jankowska K, Ciesielski S, Pagilla K, Makinia J. Acclimation of denitrifying activated sludge to a single vs. complex external carbon source during a start-up of sequencing batch reactors treating ammonium-rich anaerobic sludge digester liquors. *Biodegradation.* 2014 Nov;25(6):881-92. doi: 10.1007/s10532-014-9707-0. Epub 2014 Aug 27. PMID: 25161071.
- [4] Sharif Shourjeh M, Kowal P, Lu X, Xie L, Drewnowski J. Development of Strategies for AOB and NOB Competition Supported by Mathematical Modeling in Terms of Successful Deammonification Implementation for Energy-Efficient WWTPs. *Processes.* 2021; 9(3):562. <https://doi.org/10.3390/pr9030562>
- [5] Lackner S, Gilbert EM, Vlaeminck SE, Joss A, Horn H, van Loosdrecht MC. Full-scale partial nitrification/anammox experiences--an application survey. *Water Res.* 2014 May 15;55:292-303. doi: 10.1016/j.watres.2014.02.032. Epub 2014 Feb 25. PMID: 24631878.
- [6] Fux C, Siegrist H. Nitrogen removal from sludge digester liquids by nitrification/denitrification or partial nitrification/anammox: environmental and economical considerations. *Water Sci Technol.* 2004;50(10):19-26. PMID: 15656291.
- [7] Kowalski MS, Devlin TR, Oleszkiewicz JA. Start-up and long-term performance of anammox moving bed biofilm reactor seeded with granular biomass. *Chemosphere.* 2018 Jun;200:481-486. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.02.130. Epub 2018 Feb 22. PMID: 29501885.
- [8] Dimitrova I, Dabrowska A, Ekström S. Start-up of a full-scale partial nitrification-anammox MBBR without inoculum at Klagshamn WWTP. *Water Sci Technol.* 2020 May;81(9):2033-2042. doi: 10.2166/wst.2020.271. PMID: 32666956.
- [9] Strous M, Heijnen JJ, Kuenen JG, Jetten MSM. The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms. *Appl Microbiol Biotechnol* 50: 589-596. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 50: 589-596. doi: 10.1007/s002530051340.
- [10] Zhang L, Narita Y, Gao L, Ali M, Oshiki M, Okabe S. Maximum specific growth rate of anammox bacteria revisited. *Water Res.* 2017 Jun 1;116:296-303. doi: 10.1016/j.watres.2017.03.027. Epub 2017 Mar 14. PMID: 28347953.
- [11] Mehrdad M, Park H, Ramalingam K, Fillos J, Beckmann K, Deur A, Chandran K. Anammox moving bed biofilm reactor pilot at the 26th Ward wastewater treatment plants in Brooklyn, New York: start-up, biofilm population diversity and performance optimization. *Water Sci Technol.* 2014;70(9):1448-55. doi: 10.2166/wst.2014.362. PMID: 25401307.
- [12] Christensson M, Ekström S, Andersson Chan A, Le Vaillant E, Lemaire R. Experience from start-ups of the first ANITA Mox plants. *Water Sci Technol.* 2013;67(12):2677-84. doi: 10.2166/wst.2013.156. PMID: 23787303.
- [13] Yao Y, Han B, Liu B, Wang Y, Su X, Ma L, Zhang T, Niu S, Chen X, Li Z. Global variations and controlling factors of anammox rates. *Glob Chang Biol.* 2023 Jul;29(13):3622-3633. doi: 10.1111/gcb.16715. Epub 2023 Apr 23. PMID: 37040076.
- [14] Anthonisen AC, Loehr RC, Prakasam TB, Srinath EG. Inhibition of nitrification by ammonia and nitrous acid. *J Water Pollut Control Fed.* 1976 May;48(5):835-52. PMID: 948105.
- [15] Jaroszynski LW, Cicek N, Sparling R, Oleszkiewicz JA. Impact of free ammonia on anammox rates (anoxic ammonium oxidation) in a moving bed biofilm reactor. *Chemosphere.* 2012 Jun;88(2):188-95. doi: 10.1016/j.chemosphere.2012.02.085. Epub 2012 Apr 6. PMID: 22483855.
- [16] Rikmann E., Zekker I., Tenno T. et al. Inoculum-free start-up of biofilm- and sludge-based deammonification systems in pilot scale. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 2018 15, 133-148 <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1374-3>.
- [17] Remiszewska-Skwarek A., Fudala-Książek S., Ocena skuteczności usuwania azotu amonowego w technologii AnitaMox z wód posadowych na podstawie badań w skali półtechnicznej w GOŚ „Dębogórze”. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, rok 2016, TOM nr. 12, str. 466-471, doi 10.15199/17.2016.12.6. ■

## Filtry dyskowe AZUD HELIX AUTOMATIC

W pełni automatyczne filtry przeznaczone do filtracji ciągłej w różnych aplikacjach



**Dzięki technologii dyskowej, szerokiemu wyborowi przepływów i dokładności gwarantują jakość filtracji niezbędną do pracy chronionych urządzeń.**

- w pełni automatyczne
- efektywne do 5  $\mu\text{m}$
- płukane bez przerywania filtracji
- odporne na korozję
- oszczędne – minimalna ilość poptuczyn
- kompaktowe, łatwe w instalacji i serwisowaniu
- do trudnych wód, płukane wodą i powietrzem\*

\*opcja

Przykłady zastosowań filtrów AZUD HELIX AUTOMATIC w przemyśle:



Zaopatrzenie w wodę



Ochrona w obiegach wymiany ciepła



Ochrona filtrów złożowych



Ochrona w obiegach chłodniczych



Ochrona procesów membranowych



Recykling i reusing wody



Ochrona dysz



Odzysk zawiesiny



# MODERNIZACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W OPOLU

**Kamil Olszewski**

kierownik Działu Oczyszczalni Ścieków,  
Wodociągi i Kanalizacja w Opolu Sp. z o.o.

**Marek Nylec**

kierownik Rozruchu, WTE Polska

Oczyszczalnia ścieków w Opolu jest obecnie jednym z najnowocześniejszych obiektów tego typu w Polsce, bardzo dobrym do prac nad spełnieniem wymagań nowej dyrektywy ściekowej. Jak wyglądała jej modernizacja? Z jakich kluczowych elementów się składa?

OCZYSZCZALNIA  
ŚCIEKÓW OPOLE  
CZ. B,  
po modernizacji

W historii oczyszczalni ścieków w Opolu warto odnotować cztery najważniejsze wydarzenia. To przede wszystkim jej budowa w 1908 r. Obiekt był wówczas zlokalizowany na uboczu miasta,

na zachodnim brzegu rzeki Odry. Istotnym momentem było także przeniesienie oczyszczalni z ul. Bonczyka na ul. Wrocławską (1974-1975), kiedy to zapadła decyzja o wyłączeniu starej oczyszczalni z użytku i budowie no-



Rok	RLM jako 85 percentyl	RLM	Napływ	$Q_{\text{śr d}}$	$Q_{\text{min d}}$	$Q_{\text{max d}}$
		max	m <sup>3</sup> /rok	m <sup>3</sup> /d		
2013	197 000	306 000	11 394 976	31 305	20 114	86 992
2014	212 000	422 000	9 932 600	27 206	20 024	73 978
2015	264 000	309 000	9 686 266	26 524	15 501	46 856
2016	232 000	276 000	10 426 220	28 527	21 276	58 380
2017	283 000	387 000	11 379 574	31 201	22 455	78 865
2018	312 000	426 000	9 931 153	27 203	21 435	46 890
2019	224 000	379 000	10 349 049	28 384	20 535	49 490
2020	241 000	285 000	11 404 737	31 107	20 862	88 985
2021	203 000	324 000	11 111 674	30 477	22 840	58 360
2022	248 000	359 000	11 421 289	31 307	24 403	67 165
2023	241 000	331 000	12 352 417	33 852	24 070	70 549

**TAB. 1**  
Charakterystyka  
napływów  
z aglomeracji  
Opole

wej, w najbliższym sąsiedztwie. I tak w roku 1974 powstała nowa oczyszczalnia, najpierw mechaniczna, a w 1975 mechaniczno-biologiczna, jako cz. A oczyszczalni, a za kanałem Ulgi część osadowa, jako cz. B oczyszczalni.

Na koniec lat dziewięćdziesiątych po raz kolejny zmodernizowano obiekt, kiedy rozwój miasta wymusił podjęcie działań w zakresie zwiększenia przepustowości i poprawy jakości oczyszczanych ścieków. W 2002 roku została uruchomiona oczyszczalnia, która na ówczesne czasy była bardzo nowoczesną jednostką, ale w momencie przystąpienia Polski do Unii Europejskiej, kiedy zaczęła obowiązywać dyrektywa 91/271/EWG dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych, okazało się, że obiekt nie wypełnia zapisów tego dokumentu.

Podjęmowane były różne czynności, aby spełnić wymagania zapisane we wspomnianej dyrektywie. Równocześnie następował intensywny rozwój aglomeracji Opole – przy wsparciu środków unijnych skanalizowane zostały peryferyjne dzielnice miasta i okoliczne gminy. W 2015 roku zapadła decyzja o dużej modernizacji oczyszczalni ścieków Opole.

Od początku swego istnienia oczyszczalnia borykała się z problemem wynikającym z lokalizacji. Pomimo zajmowanego obszaru – około 8 ha przy ul. Wrocławskiej – gospodarka osadowa zlokalizowana została z dala od rozrastającego się miasta, przy ul. Ceglanej, po drugiej stronie kanału Ulgi. Wszystkie osady musiały być transportowane pod kanałem na drugą część oczyszczalni, a powrotnie – odcieki z odwadniania osadów. Dodatkowo w 2014 roku, na części B, za kanałem, powstała suszarnia osadów.

### Podstawy prawne funkcjonowania oczyszczalni ścieków w Opolu

Podstawowymi dokumentami wymuszającymi działania kontrolne i inwestycyjne w zakresie oczyszczalni ścieków są: zatwierdzona aglomeracja Opole

oraz decyzja pozwolenie wodnoprawne, w której zawarte są wymogi z dyrektywy 91/271/EWG dotyczące oczyszczania ścieków komunalnych. Aglomeracja Opole wyznaczona została w 2018 roku i określa wielość aglomeracji Opole na poziomie 301 893 RLM; obejmuje swym zakresem gminy Opole, Chrząstowice, Dąbrowa, Komprachcice oraz częściowo gminy Łubniany, Prószków, Tarnów Opolski.

### Szacowanie potrzeb

Problemy, z którymi zaczęła borykać się oczyszczalnia, stawały się coraz bardziej uciążliwe:

- brak spełnienia wymogów obowiązującej dyrektywy w zakresie możliwości oczyszczania dopływającego ładunku zanieczyszczeń. Oczyszczalnia zaprojektowana była na 225 tys. RLM i na usuwanie azotu do poziomu 18 gN/m<sup>3</sup>,
- rozrastająca się aglomeracja Opole – do blisko 240 tys. RLM,
- uciążliwość odorowa obiektu, który w przeciągu swego ponad 100-letniego istnienia został otoczony rozrastającym się miastem,
- starzejące się i mało efektywne energetycznie urządzenia stały się również zauważalnym problemem,
- nierównomierność napływu ścieku do oczyszczalni ścieków, wahająca się w granicach od około 20 000 m<sup>3</sup>/d do blisko 89 000 m<sup>3</sup>/d, spowodowana istniejącą w aglomeracji Opole kanalizacją ogólnospławną.

Powyższe elementy przyczyniły się do podjęcia działań związanych z modernizacją obiektu.

### Przyjęte założenia

Podczas planowania modernizacji oczyszczalni ścieków braliśmy pod uwagę różne warianty: począw-



szy od przeniesienia jej w mniej zurbanizowany rejon aglomeracji Opole, poprzez ograniczenie się tylko do wymiany zamontowanych elementów, do wariantu, który został ostatecznie przyjęty i wykonany.

W założeniach modernizacji przyjęto:

- zminimalizowanie kosztów inwestycyjnych poprzez maksymalne wykorzystanie istniejącej infrastruktury,
- konieczność utrzymania ciągłości pracy obiektu w czasie wszystkich prac związanych z modernizacją obiektu,
- niezawodność – wszystkie urządzenia, ciągi technologiczne miały być zdublowane, celem uzyskania pełnej niezawodności pracy lub przy niewielkim pogorszeniu uzyskiwanych parametrów oczyszczania; dotyczy to ciągów komór oczyszczania biologicznego, gdzie jednocześnie zapewniona miała być możliwość przepustowości hydraulicznej przez jeden ciąg, a dodatkowo każdy z obiektów posiada swój bypass, umożliwiający jego ominięcie i zachodzących tam procesów,
- hermetyzację całości części mechanicznej oczyszczalni i wybranych obiektów części osadowej,
- dążenie do samowystarczalności energetycznej oczyszczalni,
- optymalizacja pracy oczyszczalni ścieków poprzez wprowadzenie nadrzędnego systemu sterowania oczyszczalnią ścieków,
- optymalizację procesów pod względem energetycznym poprzez zastosowanie falowników na pompach i mieszadłach.

Przygotowania do realizacji inwestycji poprzedziły liczne wizyty na innych oczyszczalniach ścieków w Polsce i za granicą, konsultacje z eksploatatorami i niekończące się dyskusje z dostawcami.

### Finansowanie

Spółka Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. w Opolu w dniu 30.03.2017 r. zawarła umowę z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej o dofinansowanie projektu pod nazwą: „Kompleksowa modernizacja oczyszczalni ścieków w Opolu

wraz z poprawą gospodarki wodno-ściekowej”. 17.04.2019 r. podpisana została umowa na realizację przedsięwzięcia z wykonawcą. Projekt, którego wartość wyniosła około 170 mln zł brutto, realizowany był w ramach przedsięwzięć inwestycyjnych w sektorze wodno-ściekowym z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020, oś priorytetowa II „Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu” – Działanie 2.3 „Gospodarka wodno-ściekowa w aglomeracjach”.

Modernizacja realizowana była na podstawie umowy żółty FIDIC – zaprojektuj – wybuduj, w oparciu o przygotowany przez nas program funkcjonalno-użytkowy.

Zakres modernizacji podzielono na cztery główne części.

### I. Część – mechaniczna

Zakres rzeczowy:

- wyłączenie z eksploatacji istniejącego, wysłużonego zbiornika retencyjnego o pojemności około 1600 m<sup>3</sup>. Zbiornik eksploatowany był od 1908 r. jako zaadaptowane dawne komory osadu czynnego po pierwszej oczyszczalni ścieków. Mała pojemność zbiornika, wystarczająca na przechwycenie około 15 minut napływu w czasie dużych opadów atmosferycznych, oraz zły stan techniczny przyczyniły się do decyzji o wyłączeniu z eksploatacji,
- likwidacja starej ręcznej kraty rzadkiej o prześwicie około 150 mm,
- likwidacja dwóch wysłużonych krat gęstych, których eksploatacja w warunkach zwiększonych napływów wymagała ciągłego nadzoru dwóch pracowników obsługi oczyszczalni,
- likwidacja starych punktów przyjęcia ścieków dowożonych,
- likwidacja istniejącego piaskownika wraz z separacją piasku i punktem gromadzenia piasku,
- budowa dwóch nowych, w pełni zautomatyzowanych i zhermetyzowanych punktów przyjęcia ścieków dowożonych,
- budowa punktu przyjęcia ścieków pochodzących z czyszczenia kanalizacji sanitarnej i deszczowej,

OCZYSZCZALNIA  
ŚCIEKÓW OPOLE  
CZ. A,  
po modernizacji





- budowa nowego zhermetyzowanego budynku kratowni z wyposażeniem: dwóch krat rzadkich, każda o prześwicie 60 mm – jedna działająca i druga rezerwowa, każda o przepustowości 5 000 m<sup>3</sup>/h, wyposażonych w rynnę spłukiwaną i dwie prasopłuczki skratek – jedna działająca druga rezerwowa; dwóch krat gęstych, każda o prześwicie 6 mm i przepustowości 2 500 m<sup>3</sup>/h, działające w sposób zautomatyzowany w zależności od bieżącego napływu – jedna krata dla napływów do 2500 m<sup>3</sup>/h – i jednoczesnej pracy dwóch krat przy napływie przekraczającym przepustowość pojedynczej kraty. Kraty wyposażono w rynnę spłukiwaną oraz dwie prasopłuczki skratek – jedna działająca, druga rezerwowa; wydzielonego i zhermetyzowanego stanowiska gromadzenia skratek, wspólnego dla skratek pochodzących z krat rzadkich i gęstych,
- montaż nowego automatycznego próbopobieraka do poboru prób ścieku surowego, po kratkach,
- budowa nowego napowietrzanego, zhermetyzowanego piaskownika opartego o cztery niezależne koryta, wyposażonego w zgarniacz denny sedymentującego piasku oraz zgarniacz powierzchniowy do usuwania flotatu – działające w sposób zautomatyzowany w zależności od bieżącego obciążenia hydraulicznego oczyszczalni – praca dwóch koryt dla napływu do 2 300 m<sup>3</sup>/h i praca kolejnych koryt piaskownika dla przepływów większych,
- zabudowa dwóch niezależnych separatorów piasku na potrzeby oczyszczania piasku pochodzącego z piaskowników, jak i punktu przyjęcia ścieków pochodzących z czyszczenia kanalizacji sanitarnej i deszczowej,
- modernizacja pompowni dopływu poprzez podniesienie rzędnych pracy obiektu, zhermetyzowanie i wymianę pomp szybowych wraz z szybami pompowymi,
- wyposażenie przelewu awaryjnego (umożliwiającego ochronę oczyszczalni przed ponadnormalnym obciążeniem hydraulicznym) w elektromagnetyczny przepływomierz pozwalający na pomiar przepływu grawitacyjnego, w przypadku niskiego stanu odbiornika, jak i ciśnieniowego wpompowania ścieku do odbiornika w przypadku wysokiego stanu,
- wymiana istniejącego przepływomierza po pompowni dopływu i montaż dodatkowego przepływomierza umożliwiającego dokładny pomiar rozdziału ilości ścieków na poszczególne osadniki wstępne,
- modernizację istniejącego osadnika wstępnego poprzez podniesienie rzędnych obiektu, zhermetyzowanie, wymianę pomostu wraz ze zgarniaczami osadu wstępnego i flotatu,
- budowa drugiego bliźniaczego osadnika wstępnego wraz z wyposażeniem i hermetyzacją oraz przystosowanie go do pracy dającej możliwość



**HERMETYCZNY  
PUNKT  
PRZYJĘCIA  
ścieków  
dowożonych**

zniwelowania nierównomierności napływów do oczyszczalni ścieków,

- montaż automatycznego próbopobieraka po części mechanicznej.

### Opis oczyszczania mechanicznego

Ścieki dopływają do oczyszczalni istniejącym kanałem ściekowym. Następnie kierowane są do budynku krat w celu oczyszczenia mechanicznego z zanieczyszczeń stałych. Oczyszczanie odbywa się na nowej automatycznej kratce rzadkiej (jednej z dwóch) i dwóch automatycznych kratkach gęstych (praca jednej albo dwóch, w zależności od wielkości napływu). W sytuacjach awaryjnych ścieki oczyszczane mogą być na kratce ręcznej, zamontowanej na bypassie. Skratki z krat rzadkich i gęstych są przesyłane nowym spłukiwanym systemem transportu do nowej płuczki skratek o wydajności nominalnej 1,5-2,5 m<sup>3</sup>/h. Po wypłukaniu, z wykorzystaniem wody technologicznej, są higienizowane środkiem mikrobiologicznym i zasypywane do kontenera o pojemności 12 m<sup>3</sup>, z odciążeniem odorów do biofiltra.

Nowy budynek krat pełni funkcje:

- mechanicznego oczyszczania ścieków ze skratek,
- obróbki skratek (sucha masa po wypłukaniu i sprasowaniu to minimum 35% s.m.),

**PUNKT  
PRZYJĘCIA  
ŚCIEKÓW  
z czyszczenia  
kanalizacji**





KRATOWNIA

- separacji i obróbki piasku,
- gromadzenia piasku i skrtek w oddzielnych kontenerach.

Przy budynku krat znajduje się również zhermetyzowany automatyczny punkt zrzutu ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym. W punkcie tym zamontowano dwa niezależne stanowiska do zrzutu ścieków dowożonych, z automatycznym opomiarowaniem jakości ścieków w zakresie elektroprzewodności, pH, temperatury.

Kolejno ścieki przepływają do nowego, napowietrzanego czterekomorowego piaskownika, wyposażonego w denno system zgarniania piasku, umożliwiającego równomierne obciążenie separatorów (zgarniacz łańcuchowy). Na piaskowniku zamontowany został również zgarniacz flotatu, który usuwa wyflotowane części z układu oczyszczania ścieków. Flotat trafia do komory mieszania osadów zagęszczonych albo jest wywożony samochodami asenizacyjnymi do wspomaganie fermentacji na cz. B oczyszczalni. Ilość czynnych koryt regulowana jest automatycznie w zależności od wielkości przepływu ścieków – piaskowniki odcinane są zastawkami z napędami elektrycznymi. Piaskownik zapewni 95% usuwanie piasku o średnicy ziaren > 0,2 mm:

- dla przepływu deszczowego przy pracujących czterech komorach,
- dla przepływu bezdeszczowego przy pracujących dwóch komorach.

Każda z czterech zaprojektowanych komór to kompletne urządzenie. Zgarnięty piasek jest usuwany pompowo do zespołu dwóch separatorów – płuczek, o wydajności w przeliczeniu na ciężar piasku 3000 kg/h, zabudowanych w budynku krat. Wyflukany (z użyciem wody technologicznej) piasek, o gwarantowanej redukcji części organicznych do poziomu < 3% strat przy prażeniu, po odwodnieniu zrzucany jest do kontenera o pojemności 12 m<sup>3</sup>, znajdującego się w wydzielonym stanowisku w budynku krat. Dodatkowo zabudowany jest nowy punkt przyjęcia

ścieków dowożonych samochodami dwufunkcyjnymi, pochodzącymi z czyszczenia kanalizacji. Wbudowany w układ separator bębnowy ma wydajność 4 m<sup>3</sup>/h.

Punkt przyjęcia osadów połączono z zespołem separatorów piaskownika – płuczek, zabudowanych w budynku krat, obsługujących piaskownik. Kolejno ścieki przepływają do zmodernizowanej pompowni ścieków o wydajności nie mniejszej niż 4000 m<sup>3</sup>/h. Z pompowni ścieki podane są do zespołu sedimentacji wstępnej, a nadmiar kierowany do odbiornika poprzez przelew automatyczny. Dobudowany został drugi osadnik wstępny, a istniejący poddano modernizacji. Ścieki rozdzielane są z wykorzystaniem nowej komory rozdzielczej. Każda linia ma możliwość przejścia całości ścieków – automatycznie regulowane obejście. Po kratowni, a przed piaskownikiem została usytuowana automatyczna stacja poboru prób do kontroli jakości ścieków na wlocie do oczyszczalni.

## II. część – biologiczna

Zakres rzeczowy:

- wyburzenie dwóch istniejących małych i płytkich komór osadu czynnego, wybudowanie w ich miejscu dwóch dużych komór osadu czynnego,
- podniesienie rzędnych korony czterech komór celem zwiększenia objętości,
- zmiana układu technologicznego komór osadu czynnego z SYMBIO™ na układ przepływowy,
- wymiana systemu napowietrzania,
- likwidacja starych dmuchaw i zastosowanie nowych, energooszczędnych,
- dostosowanie części starego budynku dmuchaw do funkcji rozdzielni niskiego napięcia i montaż nowych transformatorów średniego napięcia,
- montaż przepływomierzy elektromagnetycznych celem równomiernego dociążenia osadników wtórnych,
- podniesienie rzędnych koron istniejących osadników wtórnych, wymiana pomostów i zgarniaczy denno i flotatu,
- modernizacja pompowni wody technologicznej z dostosowaniem wydajności do obecnego zapotrzebowania,
- wymiana przepływomierza elektromagnetycznego na wylocie z oczyszczalni ścieków,
- modernizacja pompowni wysokich stanów – odświeżenie budynku i remont pomp,
- montaż nowego próbopobieraka na wylocie z nowym AKPiA – NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, pH, temperatura, NO<sub>3</sub>, gęstość.

## Opis oczyszczania biologicznego

Ścieki pozbawione części zanieczyszczeń kolejno kierowane są do zespołu reaktorów biologicznych, realizujących również wielofazowe usuwanie związków azotu i fosforu. Pobór ścieków do analizy po mechanicznym oczyszczaniu następuje przed komorami pre-denitryfikacji przez automatyczną, stacjonarną stację

poboru prób. Przewidziano układ z wydzieleniem komór predenitryfikacji, defosfatacji, denitryfikacji i nityfikacji:

- predenitryfikacja – dwie komory o objętości łącznie 1 100 m<sup>3</sup>,
- defosfatacja – dwie komory o objętości łącznie 1 900 m<sup>3</sup>,
- denitryfikacja – dwie komory o objętości łączej 14 400 m<sup>3</sup>
- komory dwufunkcyjne – cztery komory,
- komory nityfikacji – cztery komory o objętości łączej 17 600 m<sup>3</sup>.

Wiek osadu ma wartość 16,3 d, a obciążenie osadu czynnego wynosi 0,105 kgBZT<sub>5</sub>/kg s.m.d. Komory nityfikacji wyposażone są w mieszadła i mogą pracować jako niedotlenione (denitryfikujące) lub w systemie fazowym – naprzemienna nityfikacja i denitryfikacja z wyłączonym systemem napowietrzania.

Wyposażenie w urządzenia pomiarowe jest następujące:

- pomiar potencjału redoks – wszystkie komory defosfatacji, denitryfikacji (bez napowietrzania) i nityfikacji;
- pomiar optyczny stężenia tlenu rozpuszczonego – wszystkie komory dwufunkcyjne oraz wszystkie komory nityfikacji (po trzy tlenomierze w każdej komorze nityfikacji);

#### MIESZADŁO

w komorze defosfatacji



KOMORY osadu czynnego

- pomiar optyczny stężenia azotanów – wszystkie czołowe komory denitryfikacji, wszystkie komory nityfikacji;
- pomiar azotu amonowego (metodą kolorymetryczną) – wszystkie komory napowietrzania;
- pomiar temperatury (dedykowany – certyfikowany) – wszystkie komory nityfikacji;
- pomiar stężenia zawiesiny – wszystkie komory nityfikacji;
- pomiar stężenia fosforu na odpływie. Obiekty są podłączone do systemów oczyszczalni – AKPiA.

System napowietrzania dyfuzorów jest typu panelowego z membranami do napowietrzania drobno-pęcherzykowego o niskim obciążeniu, wykonanymi z poliuretanu i przystosowanymi do pracy w zakresie obciążenia powierzchni: od minimalnego – nie więcej niż 4,0 Nm<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> (dyfuzora), do maksymalnego – nie mniej niż 40 Nm<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> (dyfuzora), gwarantujących jak najwyższą sprawność systemu napowietrzania. W celu poprawy jakości ścieków w zakresie zawartości fosforu ogólnego jest możliwość stosowania PIX lub PAX, przy wykorzystaniu zmodernizowanej stacji chemicznej. Napowietrzanie nowego układu odbywa się ze zmodernizowanej stacji dmuchaw, wyposażonej w energooszczędne dmuchawy na łożyskach elektromagnetycznych w ilości 5 szt. (4 podstawowe + 1 rezerwowa), zapewniających podaż powietrza w wysokości średnio 18 000 Nm<sup>3</sup>/h.

Po procesach biologicznego oczyszczania ścieki transportowane są kanałami do czterech zmodernizowanych osadników wtórnych, gdzie następuje rozdzielanie osadu czynnego od oczyszczonych ścieków. Na osadnikach zamontowany jest system ewakuacji frakcji pływającej – śruby zgarniające. Maksymalny godzinowy przepływ podczas deszczu – 4 165 m<sup>3</sup>/h. Kolejno osad z osadników wtórnych zawrócony jest





**ŚCIANA  
SYNOPTYCZNA**  
w dyspozytorni

do reaktorów na część predenitryfikacji z wykorzystaniem zmodernizowanej, istniejącej pompowni osadu recyrkulowanego. Część osadu skierowana jest, jako osad nadmierny, do usunięcia.

Z kanału odpływowego ścieków oczyszczonych, część wody po przeffitowaniu i opomiarowaniu zawracana jest poprzez zmodernizowaną pompownię wody technologicznej do wykorzystania na potrzeby własne oczyszczalni ścieków (również cz. B oczyszczalni). Reszta oczyszczonych ścieków, grawitacyjnie lub z wykorzystaniem pompowni wysokich stanów (podczas wysokich stanów Odry), po opomiarowaniu kierowana jest do odbiornika. Zakres pomiarowy przepływomierza na wylocie z oczyszczalni to 420-13 680 m<sup>3</sup>/h.

Wszystkie wody deszczowe pochodzące z terenu oczyszczalni ścieków, odcieki z zagęszczania i odwadniania osadów oraz ścieki bytowo-gospodarcze powstające na oczyszczalni tłoczone są przy pomocy dwóch zmodernizowanych pompowni, bezpośrednio przed kraty.

### III. część – osadowa

Zakres rzeczowy:

- montaż przepływomierzy elektromagnetycznych na przewodach odpływowych osadu z osadników wtórnych,
- wymiana pomp, armatury i montaż sond gęstości w obiekcie pompowni osadu recyrkulowanego,
- budowa zagęszczacza grawitacyjnego osadu wstępnego z odprowadzeniem LKT do komór osadu czynnego,
- budowa pompowni osadu wstępnego,
- modernizacja obiektu zagęszczania osadu poprzez likwidację trzech wysłużonych zagęszczarek bębnowych i zastąpienie ich dwoma wirówkami zagęszczającymi (jedna działająca, druga rezerwowa),
- budowa pompowni przetłaczania osadu zagęszczonego z cz. A oczyszczalni na cz. B oczyszczalni, opartej na trzech trójstopniowych pompach

mimośrodowych, przy założeniu pracy jednego zestawu i dwóch rezerwowych,

- wybudowanie dwóch nowych komór fermentacyjnych, każdej o pojemności 7500 m<sup>3</sup>, z bezpiecznikami cieczowymi, instalacją do gaszenia piany oraz z pompownią nadawy, pompownią cyrkulacyjną i wymiennikowniami,
- budowa dwóch nowych zbiorników buforowych osadu zmieszanego, jednego o pojemności 300 m<sup>3</sup> dla osadu zagęszczonego trafiającego z cz. A oczyszczalni i o pojemności 20 m<sup>3</sup> kofermentatu do poprawy procesów fermentacji metanowej,
- budowa punktu przyjęcia kofermentatu do wspomaganie fermentacji metanowej w wydzielonych komorach fermentacyjnych,
- modernizacja istniejących zbiorników osadu przefermentowanego 2 x 5000 m<sup>3</sup>: jeden działający, drugi awaryjny,
- budowa systemu przerzutu osadu odwodnionego na tymczasowe składowisko osadów, wykorzystującego pompę mimośrodową wspomaganą sprężonym powietrzem i polimerem,
- budowa stacji chemicznej do podawania PIX celem neutralizacji struwitu w WKF,
- budowa instalacji do podawania środków mikrobiologicznych celem wspomaganie fermentacji i higienizacji osadu,
- modernizacja dwóch przepompowni wód opadowych, odcieków z odwadniania osadów i zagęszczania osadów oraz ścieków bytowych powstających na oczyszczalni ścieków,
- wyburzenie starego WKF na cz. A oczyszczalni,
- zaadaptowanie drugiego WKF na potrzeby awaryjnego zbiornika osadu zmieszanego, w przypadku problemów z tłoczeniem na cz. B oczyszczalni.

### Opis gospodarki osadowej

Osad wstępny w ilości 13 608 kg/d, odebrany za pomocą pompowni osadu wstępnego z osadników wstępnych, podawany jest do zagęszczacza grawitacyjnego, gdzie podlega hydrolizie i zagęszczeniu. W tym celu węzeł zagęszczania grawitacyjnego wyposażono w układ recyrkulacji osadu przed zagęszczaczem i osadniki wstępne. Łączny wiek osadu w kompleksie: zagęszczacz osadniki wynosi cztery dni. Odcieki z zagęszczacza kierowane są wprost do reaktorów biologicznych: do komór predenitryfikacji, defosfatacji lub denitryfikacji, zależnie od decyzji obsługi. Zagęszczacz jest zhermetyzowany, a zanieczyszczone powietrze odprowadzone do systemu biofiltracji. Zagęszczony osad wstępny, rozdrobniony poprzez maceratory, trafia do zbiornika osadu zmieszanego – komory mokrej osadu zagęszczonego – tłoczonego na cz. B oczyszczalni razem z zagęszczonym osadem nadmiernym (w ilości 9642 kg/d) i osadem chemicznym (warunkowo w ilości 570 kg/d). Osad nadmierny odebrany jest z pompowni recyrkulacji i podawany do zmodernizowanej stacji zagęszczania, wyposażonej w dwie wirówki zagęsz-

czające, każda o wydajności 60-80 m<sup>3</sup>/h. Stopień zagęszczenia po wirówkach: od 5-6% s.m., maksymalnie 7% s.m. Odcieki z zagęszczania kierowane są do kanalizacji zakładowej i trafiają przed budynek krat. Osad po zagęszczeniu na wirówkach podawany jest do zbiornika osadu zmieszanego – komory mokrej osadu zagęszczonego i tłoczonego na cz. B oczyszczalni. Do tego zbiornika podaje się również osad wstępny, zagęszczony w zagęszczaczu grawitacyjnym, oraz wszelkie flotaty z osadników wtórnych, z osadnika wstępnego i piaskowników. Osad zagęszczony z cz.



**POMPOWNIĄ**  
osadu recykulowanego



**POMPOWNIĄ**  
osadu zmieszanego z cz. A na cz. B



**WYMIENNIKOWNIA WKF**

A oczyszczalni na cz. B transportowany jest przewodem tłocznym Dz225 mm/Dz180 mm przy pomocy nowej pompowni osadu zagęszczonego zmieszanego.

Na cz. B oczyszczalni znajduje się dwukomorowy zbiornik buforowy osadów służący do gromadzenia i uśredniania osadów przed procesem fermentacji metanowej w wydzielonych komorach fermentacji. Fermentacja wspomagana jest podawaniem środka mikrobiologicznego celem poprawy procesów fermentacji i higienizacji osadu. Do WKF podawany jest również PIX, celem neutralizacji struwitu. Do jednego zbiornika kierowane są osady zagęszczone z cz. A, do drugiego – ścieki ze stanowiska odbioru osadów dowiezionych, co ma na celu wspomaganie fermentacji.

Stanowisko odbioru osadów dowiezionych wyposażone jest w komorę retencyjną. Do tego zbiornika trafiać mogą również flotaty z piaskownika, przewożone taborem samochodowym z cz. A oczyszczalni. Osady kierowane są do procesu fermentacji mezofilowej w nowych komorach fermentacyjnych zamkniętych, zlokalizowanych na części B oczyszczalni.

Mezofilowa fermentacja beztlenowa osadu prowadzona jest w zespole nowych, zamkniętych żelbetonowych komór o pojemności 7 500 m<sup>3</sup> każda, w temperaturze około 38-39°C i czasie fermentacji ponad 26 dni, z instalacją odbioru biogazu. Po fermentacji osady transportuje się grawitacyjnie do zmodernizowanego zbiornika osadu przefermentowanego, a z niego kierowane są do odwadniania na istniejących wirówkach (3 szt.; każda o wydajności maksymalnej 15 m<sup>3</sup>/h). Następnie odwodniony osad tłoczony jest i magazynowany pod wiatę, w celu dalszego wywiezienia.

Ilość osadu przefermentowanego wynosi około 26 500 Mg/rok, o uwodnieniu 26% s.m. Osad odwodniony jest składowany na placu o wymiarach 25 m x 25 m, zadaszonym. Później wywożony jest do zagospodarowania, ale możliwe jest także suszenie osadu w suszarni.

Stacja suszenia osadów stanowi samodzielny obiekt technologiczny, zlokalizowany na cz. B oczyszczalni. Jego funkcją zasadniczą jest zmniejszenie ilości osadu ściekowego poprzez suszenie. W tym celu zastosowano instalacje do średnotemperaturowego suszenia osadów, umożliwiające uzyskanie w osadzie po procesie zawartości wody na poziomie 8%. Wydajność dwóch nitek suszenia wynosi po maksymalnie 1,5 Mg/h. Osad wysuszony gromadzony jest w silosie, skąd wywożony jest do dalszej utylizacji.

#### IV. część – biogazowa

Zakres rzeczowy:

- montaż dwóch przepływomierzy do pomiaru produkcji biogazu z analizą składu biogazu na każdym z WKF,
- budowa nowej odsiarczalni biogazu z analizatorem biogazu,
- budowa nowego zbiornika biogazu o pojemności 3000 m<sup>3</sup> celem zwiększenia retencji i efektywności



wykorzystania biogazu w procesach technologicznych,

- likwidacja istniejącego zbiornika biogazu o pojemności 1500 m<sup>3</sup>, związana z przeniesieniem gospodarki biogazowej na cz. B oczyszczalni,
- budowa stacji osuszania biogazu i usuwanie siloksanów,
- przeniesienie istniejącej stacji podniesienia ciśnienia biogazu wraz z awaryjną pochodnią,
- montaż analizatora biogazu po uzdatnieniu,
- podmiana istniejących trzech jednostek kogeneracyjnych działających na gazie ziemnym na jednostki funkcjonujące na biogazie, o mocy elektrycznej 850 kW, oraz wyremontowanie i przeniesienie dwóch istniejących jednostek kogeneracyjnych biogazowych o mocach elektrycznych 370 kW i 192 kW na cz. B oczyszczalni,
- dostosowanie istniejącego kotła 1,6 MW do spalania biogazu i gazu ziemnego.

### Opis gospodarki biogazowej

Ujmowany biogaz wytworzony w wydzielonych komorach fermentacji o objętości 10 tys. m<sup>3</sup>/d, z wykorzystaniem dedykowanej sieci, poddawany jest odsiarczaniu, gromadzony w niskociśnieniowym zbiorniku membranowym o pojemności 3000 m<sup>3</sup>, dostosowany

do przepływu biogazu na poziomie 600 m<sup>3</sup>/h. Zbiornik służy do uśrednienia składu biogazu oraz stabilizacji sieci (wyrównanie ciśnień) i pracy odbiorników. W celach bezpieczeństwa zbiornik biogazu zabezpieczony jest bezpiecznikiem cieczowym; istnieje możliwość spalania nadmiaru na pochodni gazowej. Biogaz pobierany ze zbiornika jest osuszany, sprężany i kierowany na filtr siloksanów, a następnie trafia na agregaty kogeneracyjne lub kocioł. Do produkcji energii cieplnej dla potrzeb prowadzenia procesów technologicznych – grzanie wydzielonych komór fermentacyjnych, pomieszczeń – wykorzystywane są trzy moduły kogeneracyjne z silnikami biogazowymi: nowa jednostka 850 kW oraz dwie wyremontowane jednostki przeniesione z cz. A o mocach 370 kW i 192 kW. W sytuacjach awaryjnych biogaz wypalany jest na pochodni awaryjnej, przeniesionej z części A oczyszczalni ścieków w Opolu, o wydajności maksymalnej 600 m<sup>3</sup>/h. Oczyszczalnia kontrolowana jest poprzez nowy system automatyki i sterowania.

### Efekty osiągnięte po modernizacji

Poniżej przedstawiono rezultaty przeprowadzonej modernizacji:

- po modernizacji oczyszczalnia ścieków w Opolu ma możliwość oczyszczania ścieków na poziomie 290 000 RLM,
- spełnienie wymogów dyrektywy 91/271/EWG dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych,
- osiągnięcie gotowości do spełnienia wymogów przyszłej dyrektywy dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych, w zakresie usuwania biogenów i samowystarczalności energetycznej oczyszczalni ścieków,
- zwiększenie możliwości przyjmowania większego ładunku zanieczyszczeń w ściekach,
- zmniejszenie uciążliwości odorowej oczyszczalni ścieków,
- poprawa efektywności energetycznej zainstalowanych urządzeń oraz prowadzonych procesów,
- uzyskanie wysokiej niezawodności pracy oczyszczalni ścieków,
- wymiana wszystkich urządzeń na nowe, odświeżenie i lepsze wykorzystanie istniejących obiektów,
- uporządkowanie gospodarki osadowej i energetycznej,
- wyeliminowanie z eksploatacji urządzeń wymagających dużego nakładu pracy ze strony obsługi oczyszczalni,
- wprowadzenie standaryzacji w zakresie doboru urządzeń: pomp, mieszadeł, maceratorów, AKPiA,
- zwiększenie objętości komór osadu czynnego z 16 300 m<sup>3</sup> do 35 000 m<sup>3</sup>,
- ograniczenie kosztów eksploatacyjnych poprzez zastosowanie nowych urządzeń,
- poprawa zagęszczania osadów wstępnych poprzez wybudowanie zagęszczacza grawitacyjnego oraz osadu nadmiernego przez wykorzystanie wirówek

AGREGAT  
KOGENERACYJNY  
850 kW





AGREGATY  
KOGENERACYJNE  
370 kW i 192 kW



- zagęszczających, które dodatkowo uzyskują efekt wstępnej dezintegracji osadu, a co za tym idzie – poprawę fermentacji metanowej,
- zwiększenie czasu przetrzymania w wydzielonych komorach fermentacyjnych z 13 dni do 31 dni – wzrost objętości z 6 500 m<sup>3</sup> do 15 000 m<sup>3</sup>,
- wykonanie systemu transportu osadu odwodnionego bezpośrednio pod wiatę,

- zastosowanie urządzeń niewymagających kosztownych przeglądów okresowych (np. dmuchawy, zgarniacze).

#### Wnioski

Oczyszczalnia ścieków w Opolu jest obecnie jednym z najnowocześniejszych obiektów tego typu w Polsce, bardzo dobrym do prac nad spełnieniem wymagań nowej dyrektywy ściekowej.

Oczyszczalnia została oddana do użytku 31.05.2024 r. Dziś, po przejęciu jej do eksploatacji, uczymy się nowego obiektu obserwując pracę urządzeń, współpracę obiektów, wyłapując zauważone błędy utrudniające eksploatację. Aktualnie trwają prace związane z ich usunięciem.

Okres pracy oczyszczalni jest zbyt krótki, żeby prowadzić analizę porównawczą z obiektem sprzed modernizacji. Jednakże można stwierdzić, że największy efekt osiągnięto poprzez:

- wymianę dmuchaw napowietrzających,
- wymianę systemu napowietrzania,
- zwiększenie objętości komór osadu czynnego,
- zwiększenie objętości wydzielonych komór fermentacyjnych,
- zastosowanie falowników we wszystkich energochłonnych urządzeniach,
- wymianę urządzeń na energooszczędne,
- zastosowanie wirówek w procesie zagęszczania osadu.

Po przepracowaniu pełnego roku, po usunięciu usterek mających wpływ na eksploatację obiektu, będzie można przeprowadzić analizę osiągniętych korzyści płynących z przeprowadzonej modernizacji.

O osiągniętych wynikach będzie mowa w przyszłości, w kolejnym artykule. ■

Fot. WiK w Opolu 



GOSPODARKA BIOGAZOWA  
i zbiornik PIX



AGREGAT KOGENERACYJNY  
850 kW



# KOFERMENTACJA

jako element energetycznego zarządzania obiektami ściekowymi na przykładzie Aquanet S.A.

Przemysław Magda, Tomasz Kurant, Aneta Wysocka-Kaczmarek  
Aquanet S.A.

Poznański Aquanet, chcąc nadal być jednym z największych w Polsce wytwórców biogazu, aktywnie poszukuje nowych dostawców odpadów oraz realizuje projekty mające na celu wzrost produkcji odnawialnego paliwa na swoich instalacjach, jak i podnoszących efektywność energetyczną.





W eksploatacji Aquanet S.A. znajduje się obecnie 7 oczyszczalni, na których w procesie oczyszczania ścieków powstaje 80 tys. ton ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych (kod odpadu 19 08 05). 70% z nich zostaje zagospodarowanych w procesie kompostowania w ramach Grupy Kapitałowej, przy udziale spółki Mycela S.A. 30% trafia do Stacji Termicznego Suszenia Osadów znajdującej się terenie Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Koziegłowach oraz do zagospodarowania przez firmy zewnętrzne.

W Wydzielonych Komorach Fermentacji, znajdujących się na terenie Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Koziegłowach, w wyniku procesu fermentacji powstaje biogaz, który może być kierowany:

- do zespołów prądotwórczych w celu produkcji energii elektrycznej i energii cieplnej,
- do Stacji Termicznego Suszenia Osadów,
- do kotłowni, .

Analogiczny proces zachodzi w Zamkniętych Komorach Fermentacji znajdujących się na terenie Lewobrzeżnej Oczyszczalni Ścieków w Poznaniu. Powstający tam biogaz trafia:

- do zespołów prądotwórczych w celu produkcji energii elektrycznej i energii cieplnej,
- do kotłowni.

Wykorzystanie produkcji biogazu do celów energetycznych uzależnione jest od aktualnych potrzeb przed-

siębiorstwa. Pierwszeństwo ma zastosowanie do wytwarzania energii elektrycznej na cele własne, a w dalszej kolejności – jako paliwo dla innych odbiorników.

”

Aquanet podejmuje szereg zadań mających na celu uzyskanie niezależności energetycznych na swoich obiektach technologicznych

#### Elastyczne stawki

Zarówno na terenie Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Koziegłowach, jak i w Lewobrzeżnej Oczyszczalni Ścieków w Poznaniu prowadzona jest kofermentacja, polegająca na przyjęciu odpadów pochodzących od dostawców zewnętrznych. Proces ten pozwala na uzyskanie większej ilości powstałego biogazu podczas fermentacji. Ze względu na zróżnicowanie dostarczanego odpadu, spółka Aquanet opracowała cennik, który określa jednostkowy koszt przyjęcia odpadu. Cena ulega zróżnicowaniu ze względu na zawartość suchej masy oraz suchej masy organicznej. Im niższa sucha masa, tym niższa jest stawka, którą podmiot zewnętrzny musi zapłacić. Dotyczy to również zawartości związków organicznych (im mniej, tym cena jest niższa).







# ZAUF AJ TECHNOLOGII, KTÓRA PRACUJE DLA CIEBIE

Pompy i mieszadła KSB to gwarancja efektywności, niezawodności i oszczędności. Nasze zaawansowane urządzenia i systemy oferują:

- **OPTIMALIZACJĘ PROCESÓW:** szeroki program produkcji pozwala na wybór optymalnego urządzenia bądź systemu i uzyskanie maksymalnej efektywności z jednoczesną redukcją zużycia energii.
- **WYTRZYMAŁOŚĆ I TRWAŁOŚĆ:** Nasze produkty są wykonane z najwyższej jakości materiałów, co gwarantuje długowieczność i bezawaryjność nawet w najtrudniejszych warunkach.
- **BEZPIECZEŃSTWO I ZDALNE ZARZĄDZANIE:** Inteligentne systemy monitorowania i diagnostyki zapewniają ciągły nadzór nad stanem technicznym urządzeń, minimalizując ryzyko awarii i przestojów.

Wybierz nasze produkty, aby zwiększyć efektywność swoich procesów i zredukować koszty działalności. Skontaktuj się z nami już dziś, aby dowiedzieć się więcej i zainwestować w przyszłość swojej firmy!

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

Inteligentne  
**POMPY**  
i mieszadła  
**KSB**

Twoje  
rozwiązanie  
na miarę  
przyszłości





# APLIKACJA BMP

**BEZPŁATNE NARZĘDZIE  
dla uczestników konferencji**



budujemy możliwości  
porozumienia

## Aktualne informacje o wydarzeniu

termin, program, miejsce, prelegenci, plan stoisk

## Funkcje interaktywne

komentowanie debat, wymiana wizytówek

## Budowanie relacji

aranżowanie spotkań między  
uczestnikami



**ZESKANUJ  
i POBIERZ**

Google Play

App Store





# CZEMU WARTO BYĆ WYTRWAŁYM?

O tym, dlaczego warto być wytrwałym, czyli jak długo trzeba czekać na właściwą cenę hurtową za odbiór ścieków – mówi **Stanisław Zdanowicz**, prezes HYDROSFERY Józefów sp. z o.o., która od 5 lat eksploatuje własną oczyszczalnię, a niedawno wygrała proces o zawyżoną cenę ze strony otwockiego OPWiK.

**Przemysław Płonka:** Mija właśnie 5 lat od oddania do użytku oczyszczalni w Józefowie. Obiekt ten pewnie by nie powstał, gdyby nie wasza – mówiąc delikatnie – nie najlepsza współpraca z wodociągami w Otwocku...

**Stanisław Zdanowicz:** W 2011 r., gdy przyszedłem do HYDROSFERY, nasza spółka nie dysponowała własną oczyszczalnią, a ścieki – na podstawie porozumienia między miastami – płynęły do oczyszczalni w Otwocku. W ciągu roku zawarliśmy więc umowę z OPWiK na odbiór ścieków, z uwzględnieniem ich ilości, jakości i sposobu naliczania kosztów za tę usługę. Jednak już od 2012 r., gdy podpisywaliśmy kolejne roczne aneksy, zaczęły się w nich pojawiać niezrozumiałe dla nas, wysokie ceny, które znacznie odbiegały od wyliczeń z ogólnie przyjętych wzorów rozliczeń pomiędzy firmami wodociągowymi.

Liczyliśmy, że w miarę wzrostu wolumenu ścieków w skali roku, cena jednostkowa usługi będzie malała, tymczasem było wręcz przeciwnie. Rosła wraz z ilością dostarczanych ścieków, osiągając poziom 5,87 zł/m<sup>3</sup>.

## Jak reagowaliście?

Co roku wysyłaliśmy zapytanie o cenę na następne 12 miesięcy i wnioskowaliśmy o choćby zmniejszenie marży, która wynosiła 10%.

## I co odpowiadał OPWiK?

Każdorazowo otrzymywałem odpowiedź na piśmie, że cena wynosi tyle, gdyż rosną koszty oczyszczania i inwestycji. Nie było negocjacji, nie było dyskusji – zmuszeni byliśmy płacić, bo kwotę na wystawionej fakturze trzeba uiścić.



**STANISŁAW ZDANOWICZ**  
prezes  
HYDROSFERY  
Józefów sp. z o.o.

Fot. BMP

W 2016 roku, w styczniu, złożyliśmy sprawę do sądu o zawyżoną cenę ze strony OPWiK. Dodam tylko, że kilka lat wcześniej, gdy zauważyliśmy, że sprawy przybierają zły dla nas obrót, burmistrz Józefowa upoważnił mnie do szukania rozwiązania problemu, np. budowy własnej oczyszczalni. Podszedłem do tematu poważnie, zaprosiłem burmistrza do wspólnych delegacji i zjeżdżiliśmy kawał Polski, odwiedzając w sumie kilka oczyszczalni ścieków z różnymi technologiami, działającymi w miastach o wielkości zbliżonej do Józefowa.

Równocześnie, ponieważ wieści w branży się szybko rozchodzą, zaczęliśmy otrzymywać propozycje współpracy od firm działających w obszarze oczyszczania ścieków. Do dziś przechowuję segregator z tymi ofertami i różnymi technologiami.

### Nie rozpatrywaliście innej opcji? Np. kierowania ścieków do nowej lokalizacji?

Analizowaliśmy jeszcze możliwość transportowania ścieków do Warszawy. Nie było jednak takiej rury, do której można by się było podłączyć i przesyłać ścieki do oczyszczalni. Wręcz przeciwnie – niektórzy mieszkańcy stolicy, mieszkający na granicy Józefowa, są dziś podłączeni do naszej sieci i oczyszczalni, ale to osobna historia.

Była jeszcze oczyszczalnia w Wiązownie, która mogłaby odebrać ścieki, ale konieczne byłoby tu odwrócenie kierunku przepływu ścieków i przejście przez Mazowiecki Park Krajobrazowy. To zbyt skomplikowane, poza tym bardzo chcieliśmy stać się niezależni, chcieliśmy zrealizować tę inwestycję na własny rachunek, z uwzględnieniem naszych koncepcji, najlepiej odpowiadającym lokalnym warunkom i potrzebom.

Czym dysponowaliśmy w momencie „startu”? Mieliśmy ścieki doprowadzone do jednego punktu, czyli przepompownię główną, mieliśmy działkę do

pozyskania ze Skarbu Państwa, na której mogliśmy zbudować oczyszczalnię. Wiedzieliśmy, że nie może być ona przewymiarowana, a z racji lokalizacji – musi zawierać najlepsze rozwiązania techniczne ograniczające jej oddziaływanie na środowisko. Pamiętaliśmy też o wpisaniu się w krajobraz miasta, dlatego budynki oczyszczalni mają dachy wielospadowe i nawiązują do „stylu świdermajer”. I tak też powstał „świdermajer przemysłowy”...

### Ta lokalizacja to sąsiedztwo plaży na rzece Świder, hotelu czy pola golfowego. W tej sytuacji pojawili się pewnie krytycy waszej koncepcji.

Tak, ale ostatecznie stała się ona naszym atutem, motywacją do spełnienia najwyższych wymagań co do minimalizowania uciążliwości oczyszczalni. Na przykład – czemu dziwili się niektórzy koledzy z branży – zrezygnowaliśmy z punktu zlewnego, żeby wyeliminować ruch szambiarek. Na obiekcie wykorzystano natomiast rozwiązania przyjazne dla środowiska, np. odzysk ciepła ze ścieków (pompa ciepła), instalacje fotowoltaiczne na dachach budynków, instalacje antyodorowe. Zadbaliśmy o bardzo dobrą gospodarkę osadową, zakończoną prasą z wysokim stopniem odwodnienia osadu, co powoduje, że ograniczyliśmy transport osadów poprodukcyjnych. Osady są zagospodarowane na kompostowni.

Dziś dysponujemy nowoczesną oczyszczalnią, uszytą na miarę, zaprojektowaną na 2500-3000 m<sup>3</sup>/dobę. Do tej wielkości dobierane były wszystkie wskaźniki, a ponieważ planowaliśmy wyjść ze 100-tysiecznej aglomeracji otwockiej, założyliśmy, że nasza technologia będzie też spełniała wymogi dla oczyszczalni, która ma 100 tys. RLM. Nie chcieliśmy kolejnego zarzutu, że pogarszamy jakość ścieków odprowadzanych do środowiska.

**PIĘCIOLATKA**  
Mija 5 lat od momentu uruchomienia oczyszczalni w Józefowie. To nowoczesny obiekt, który jednak będzie miał wkrótce zmodernizowaną instalację dezodoryzacji i hermetyzacji



Fot. HYDROSFERA

## Wróćmy jeszcze do początków inwestycji. Gdy zaczęliście poważnie myśleć o własnej oczyszczalni, OPWiK nie zmienił swojego stanowiska?

Nie zmienił, a wręcz przeciwnie – niejednokrotnie słyszeliśmy stamtąd głosy, że nasza inwestycja na pewno się nie uda. Za tymi słowami szły zresztą i konkretne działania, które miały uniemożliwić realizację naszego projektu... Cóż, spółka ta miała perspektywę utraty znacznego, corocznego wpływu do swojego budżetu – około 4-5 mln zł.

Wracając do inwestycji... Mieliśmy wybraną koncepcję, zrobiony projekt i przyznane w 2015 r. dofinansowanie z oszczędności projektu Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska, w wysokości 13,5 mln zł. Warunkiem jego otrzymania było dotrzymanie terminu, który mijał z końcem 2015 r.

## Nie zdążyliście...

Nie, ponieważ Otwock zablokował nam pozwolenie na budowę, słał wszelkiego rodzaju skargi, aktywizował przeciwników naszej inwestycji. Cóż z tego, że wygrywaliście wszystkie procesy, które były zakładane w tej sprawie, skoro wskazany termin przestał być realny? Józefów musiał zrezygnować z dofinansowania.

Jak mówiłem, w styczniu 2016 r. złożyliśmy sprawę do sądu o nienależytą cenę za hurtowy odbiór ścieków i ich oczyszczanie. Sprawę złożyliśmy też do UOKiK, ale bez efektu.

Miasto Józefów wystąpiło o dofinansowanie w konkursie NFOŚiGW, który jednak trwał, trwał i nie był rozstrzygany. Pomimo pozytywnej oceny 1. stopnia byliśmy tak blokowani politycznie, że ostatecznie i tego dofinansowania nie otrzymaliśmy. W 2017 r. burmistrz, wraz z radą miasta, podjął decyzję o budowie oczyszczalni ze środków własnych. Ogłosiliśmy przetarg, potem rozpoczęliśmy prace.

## Ile w sumie kosztowała cała inwestycja?

27 mln zł netto. Po pierwszych miesiącach funkcjonowania – pod koniec 2019 r. – zmieściliśmy się z kosztami oczyszczania w kwocie 3,08 zł/m<sup>3</sup>, a więc osiągnęliśmy cel finansowy, gdyż założyliśmy, że jeżeli koszty te nie przekroczą 4 zł/m<sup>3</sup>, to spełnimy nasze warunki finansowe. Potem oczywiście trochę rosły, wraz ze zwiększaniem się np. cen materiałów i energii. Dane te gromadzimy od samego początku działania oczyszczalni stąd wiem, w którym momencie inwestycja nam się zwróciła.

## Skoro jesteście przy pieniądzach. Ostatecznie sprawę z Otwockiem wygraliście i otrzymaliście niemałe odszkodowanie.

Pierwszy wyrok zapadł w listopadzie 2022 r., Otwock zaskarżył go do sądu II instancji. 27.02.2024 r. usłyszeliśmy ostateczny wyrok, korzystny dla naszej spółki. Pamiętam te emocje. To było dla całej HYDROS-

FERY, dla mnie osobiście – duże zwycięstwo. Udowodniliśmy, że mieliśmy rację: i odnośnie zbyt wysokich cen, monopolistycznych praktyk OPWiK-u, i budowy własnej oczyszczalni.

26 kwietnia 2023 r. otrzymałem informację, że Otwock wpłaca całą kwotę, wraz z odsetkami. Zapłaci także za koszty związane z postępowaniem sądowym.

## Co wpłynęło na to, że ostatecznie wygraliście?

Przystępując do złożenia tej sprawy byliśmy bardzo dobrze przygotowani. Dysponowaliśmy m.in. dokumentami świadczącymi o tym, że co roku pytaliśmy o cenę i występowaliśmy o rzetelne przedstawienie kosztów. Ponadto wykonaliśmy zewnętrzną ekspertyzę, która pokazała, na jakim poziomie powinny być przedmiotowe opłaty, jaka winna być wysokość stawki za odprowadzanie ścieków. Wynikało z niej, że w granicach 3,43 zł m<sup>3</sup>. Wnioskowaliśmy zatem o wypłatę różnicy między ceną wyliczoną przez naszych ekspertów a tą, jaką płaciliśmy Otwockowi. Zaznaczę, że wszystkie faktury regulowaliśmy w terminie, bez opóźnień.

”

Pokazaliśmy – również całej branży – że należy ze sobą współpracować na uczciwych, jasnych zasadach, zachowując twarz w biznesie

Sąd brał pod uwagę nie tylko nasze dokumenty, ale chciał mieć i własną wizję sprawy, więc powołał biegłą. Była nią osoba bardzo dobrze zorientowana w relacjach między otwockim OPWiK-iem a kontrahentami. Mając dostęp do dokumentów, do których nasi eksperci nie mieli wglądu, wyliczyła różnicę między ceną, jaką płaciliśmy, a tą, jaka powinna obowiązywać na podstawie ogólnie przyjętych zasad, wzorów.

Linia obrony Otwocka – do samego końca, do ostatniej rozprawy – bazowała na argumentacji, że za przyjętą polityką cenową stały dawne władze spółki, odwołani już prezesi. Ponadto Otwock – w niezrozumiały dla mnie sposób – uzasadniał swoją cenę faktem, że cały czas modernizował i rozbudowywał swoje obiekty, by przyjmować również nasze ścieki i zapewnić jak najlepszy rozwój własnej oczyszczalni. Tymczasem koszty można ponosić od wytworzonego już majątku trwałego, na co sąd też zwracał uwagę. Nie można zarabiać na klientach, by dopiero wykonać jakąś inwestycję.

## Cała sprawa trwała długo – od stycznia 2016 do listopada 2022 r. 6 lat...

Stąd też tytuł mojego referatu, który wygłoszę na konferencji Oczyszczalnie Przyszłości: „Warto być



wytrwałym, czyli jak długo trzeba czekać na właściwą cenę hurtową za odbiór ścieków”.

Tak, byliśmy wytrwali, choć pojawiły się momenty, że zaczynałem wątpić w pozytywne zakończenie. Czasami można się też nie doczekać i trzeba wówczas zrobić coś innego.

**Proces ten był śledzony i dość szeroko komentowany przez branżę wod-kan. Czy odwiedzają was koledzy z innych wodociągów, którzy zmagają się z podobnymi problemami, prosząc o wskazówki?**

Miałem co najmniej kilka, jeśli nie kilkanaście delegacji z różnych wodociągów, które są w podobnej sytuacji. Gdzie „mniejsi” płacą „dużym” tak znaczne kwoty, że zaczynają zastanawiać się nad innymi rozwiązaniami, w tym nad budową własnej oczyszczalni.

Na początek radzę im, żeby próbowali się jednak dogadać, choć z reguły takie próby były już podejmowane i nie przyniosły rezultatu. Wówczas zwracam uwagę na konieczność prowadzenia dokładnej i szczegółowej dokumentacji, która pomoże np. udowodnić, że podejmowano starania o uzyskanie niższej ceny za usługę. Że wysuwano prośby o jej uzasadnienie.

**Jak zamierzacie wykorzystać przyznane odszkodowanie?**

Pieniądze te przewidziane są tylko na inwestycje. Przygotowane wcześniej projekty stały się wsadem do wieloletniego programu, który złożyliśmy właścicielowi, a ten go zaakceptował. Niedawno podpisaliśmy kontrakt na modernizację dużej przepompowni ścieków – zamierzamy zastąpić mokrą przepompownię – tłocznia, w centrum Józefowa. Rozbudowujemy też – w porozumieniu z miastem – sieć wodociągową, modernizujemy ponadto instalację dezodoryzacji i hermetyzacji na oczyszczalni, gdyż po 5 latach okazuje się, że nasze potrzeby są inne niż projektowe. Nieustannie dbamy o to, by oczyszczalnia nie była źródłem nieprzyjemnych zapachów, zwłaszcza, że tuż obok niej powstał w zeszłym roku piękny plac rekreacyjny, z którego chętnie korzystają nasi mieszkańcy.

**Stosujecie – oprócz instalacji wewnętrznych, które wyłapują powietrze złowonne – również instalację zamgławiania.**

Tak, wypuszczamy mgłę wodną z różnymi zapachami. Gdy oprowadzaliśmy grupę wycieczkową dwa lata temu, akurat pachniało gumą balonową i wszyscy żartowali, że to specjalnie z okazji wizyty (*śmiech*). Przeważnie bowiem używamy zapachów kwiatowych lub sosnowych.

Warto dodać, że przystosowujemy również nasz obiekt do postępujących zmian klimatycznych, wydłużając czas przebywania ścieków oczyszczonych na oczyszczalni i planując ich wtórne wykorzystanie. Już stosujemy je do potrzeb technologicznych, mamy też

świeże pozwolenie wodnoprawne, by podlewać nimi zieleni miejską. Ścieki oczyszczone są w pełni bezpieczne – na końcowym odcinku oczyszczania mamy zamontowaną lampę UV, która daje prawie 100% efekt redukcji bakterii.

**Na zakończenie chciałbym spytać o emocje, o których była już niejednokrotnie mowa. Obawa, czasem zwątpienie, a ostatecznie radość... Emocji nie brakowało też podczas rozmów z kolegami z branży wodociągowej, która przypatrywała się waszemu procesowi.**

Tak, postępowanie sądowe wzbudzało sporo komentarzy, wiele pytań. Część branży nam kibicowała, część – niestety nie. Faktem jest, że poszczególne spółki wod-kan nie są dla siebie konkurencją. Wymieniamy się doświadczeniami, podglądamy rozwiązania, dzielimy wiedzą, np. na konferencjach. To bardzo cenne, jednoczące branżę. A jednak były osoby, które nie do końca pochwalały naszą politykę.

”

Przystosowujemy oczyszczalnię do postępujących zmian klimatycznych, wydłużając czas przebywania ścieków oczyszczonych i planując ich wtórne wykorzystanie

**To znaczy?**

Pamiętam na przykład taki moment, gdy – przyznam – poczułem się bardzo źle. Na jednej z konferencji, 3-4 lata temu, gdy sprawa już się toczyła, podczas panelu dyskusyjnego zostałem zapytany, czy nie czuję się destrukтором środowiska wodociągowego, gdyż wystąpiłem przeciwko innej spółce wodociągowej. Odpowiedziałem wówczas, że absolutnie tak tego nie odbieram, że po prostu walczę o sprawiedliwość. Dziś, po zakończeniu procesu, gdy udowodniliśmy naszą rację, uważam się za moralnego zwycięzcę. Pokazaliśmy – również całej branży – że należy ze sobą współpracować na uczciwych, jasnych zasadach, zachowując twarz w biznesie. Jak wspomniałem, nasz przypadek nie jest odosobniony; pokazuje, że gdy firmy są na siebie skazane, ci „duzi” nie muszą i nie powinni wykorzystywać „mniejszych”. Dobra współpraca jest możliwa, ale na partnerskich zasadach, a nie według prawa: „duży może więcej”. Życzę tego całej branży wodociągowej.

*Rozmawiał Przemysław Płonka,  
redaktor naczelny BMP*



**SUCCESS IS...**  
**WHEN EVERYTHING**  
**IS CLEAR.**

**DEKANTERY FLOTTWEG DO  
OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW**

- Oszczędność energii do 30 %
- Wysoka wydajność separacji
- Minimalne zużycie polielektrolitu
- Osiąganie najwyższej suchej masy
- Wysoka wydajność
- Niższe koszty utylizacji osadu
- Możliwe zabudowy mobilne



 **Flottweg**

Engineered For Your Success





Fot. Veolia

# BIOMETAN

## ZIELONE PALIWO PRZYSZŁOŚCI

**Anna Tronina**

dyrektor komunikacji, Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Tarnowskich Górach

Transformacja energetyczna to jedno z kluczowych wyzwań stojących obecnie przed Polską, ale i całym światem. W dążeniu do neutralności klimatycznej niezbędne jest poszukiwanie alternatywnych, odnawialnych źródeł energii. Jednym z nich jest biometan – paliwo gazowe produkowane z biogazu, będącego produktem przetwarzania odpadów organicznych.

**N**owa dyrektywa ściekowa stawia przed sektorem oczyszczalni ścieków liczne wyzwania. Jednym z kluczowych aspektów są ambitne cele dotyczące neutralności energetycznej, które mają być osiągnięte poprzez produkcję energii odnawialnej. Harmonogram zakłada, że do 2035

roku oczyszczalnie powinny pokrywać 40% swojego rocznego zapotrzebowania na energię, do 2040 roku – 70%, a docelowo – 100%. Warto podkreślić, że oprócz dążenia do efektywności energetycznej, obiekty te muszą sprostać również innym wyzwaniom. Obejmują one realizację zasad gospodarki



obiegu zamkniętego oraz skuteczne ograniczenie ilości biodegradowalnej materii organicznej, a także zmniejszenie ładunku fosforu i azotu w ściekach. Te kompleksowe wymagania mają na celu nie tylko poprawę efektywności energetycznej oczyszczalni, ale także zwiększenie ich ogólnej wydajności i zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko.

Aby osiągnąć pełną neutralność energetyczną oczyszczalni, niezbędne jest wykorzystanie potencjału biogazu. Ta technologia zapewnia wyższą efektywność energetyczną, ale również lepiej dostosowuje się do specyfiki pracy oczyszczalni. Bez integracji produkcji biogazu w procesie oczyszczania ścieków, osiągnięcie ambitnych celów neutralności energetycznej będzie niezwykle trudne, jeśli nie niemożliwe. Wielu zarządców tych obiektów wciąż waha się przed podjęciem decyzji o wdrożeniu wspomnianej technologii.

### Potencjał biometanu w Polsce

Według szacunków pełnomocnika rządu ds. odnawialnych źródeł energii, potencjał produkcji biogazu z odpadów w Polsce wynosi około 13-15 mld m<sup>3</sup> rocznie, co odpowiada około 8 mld m<sup>3</sup> biometanu. To ilość, która mogłaby pokryć niemal połowę aktualnego zużycia gazu ziemnego w naszym kraju. Jak dotąd jednak nie powstała w Polsce żadna instalacja wytwarzająca biometan na skalę przemysłową, tymczasem w Europie na koniec 2022 roku funkcjonowało już 1067 takich obiektów.

Jedną z kluczowych barier hamujących rozwój rynku biometanowego w Polsce był brak odpowiednich regulacji prawnych. Sytuacja ta zaczęła się zmieniać pod koniec 2022 roku, kiedy to uchwalono nowelizację ustawy o odnawialnych źródłach energii. Wprowadziła ona system wsparcia dla wytwórców biometanu w postaci dopłat do każdej megawatogodziny wtłoczonego do sieci gazu. Stawka ta wynosi aż 548 zł/MWh dla biometanu nierolniczego, co czyni jego produkcję opłacalną w stosunku do ceny gazu ziemnego.

Dodatkowym impulsem dla rozwoju tej branży są nieprzewidywalne wahania cen gazu ziemnego, spowodowane zawirowaniami geopolitycznymi.

### Czym jest biometan?

Biometan to biogaz produkowany z odnawialnych źródeł energii, o parametrach gazu ziemnego (gazu wysokometanowego typu E – o zawartości metanu powyżej 95%), który powstaje poprzez oczyszczanie biogazu ze związków siarki i dwutlenku węgla. Proces ten określany jest jako uszlachetnianie. Stosowany do produkcji biometanu biogaz uzyskuje się w wyniku fermentacji beztlenowej różnych surowców: biomasy rolniczej (produkty uboczne, odpady rolne, obornik zwierzęcy), rolno-przemysłowej (odpady z przetwórstwa spożywcze-go), a w przypadku naszej branży – z frakcji organicznej odpadów komunalnych, a także odpadów organicznych z oczyszczalni ścieków.

Biometan jest odnawialnym gazem, który może mieć formę: bioLNG (skroplony biometan) lub bioCNG (sprężony biometan – mieszanina sprężonych gazów węglowodorowych wytworzonych z biomasy). Zgodnie z projektowanymi zmianami do ustawy o odnawialnych źródłach energii (OZE) proponowana definicja prawna biometanu to: gaz uzyskany z biogazu lub biogazu rolniczego, którego wartość ciepła spalania wynosi nie mniej niż 34,0 MJ/m<sup>3</sup>.

Biometan, podobnie jak biogaz, z którego powstaje, to surowiec energetyczny uznawany za odnawialne źródło energii, doskonale wpisujący się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Użytkowanie biometanu nie wiąże się z emisją netto dwutlenku węgla. Wytwarzana w produkcji biogazu materia organiczna rośnie z wykorzystaniem CO<sub>2</sub> w powtarzalnym, bezstratnym cyklu. Taka sama ilość dwutlenku węgla jest absorbowana z atmosfery, jak ilość uwalniana podczas spalania biometanu. Oznacza to, że biometan jest traktowany jako paliwo zeroemisyjne i ekologiczny zamiennik gazu ziemnego. Dodatkowym produktem powstającym przy produkcji biometanu jest poferment – bogaty w składniki odżywcze nawóz organiczny. Ponadto w procesie oczyszczania biogazu wychwytywany jest dwutlenek węgla, który może znaleźć zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu.



Oczyszczalnie ścieków dysponują ogromnym potencjałem do odegrania kluczowej roli w zielonej transformacji sektora wodno-ściekowego

### Perspektywy rozwoju biometanu

Pomimo istniejących jeszcze barier biometan ma ogromny potencjał, by stać się jednym z kluczowych zielonych paliw przyszłości. Dzięki takim samym właściwościom jak gaz ziemny może być w łatwy sposób zatłaczany do istniejących sieci gazowych i wykorzystywany w energetyce, ciepłownictwie oraz transporcie. Jego rozwój przyczyni się do uniezależnienia Polski od importu surowców, zwiększy bezpieczeństwo energetyczne kraju i pozwoli na skuteczną dekarbonizację gospodarki.

Według szacunków Europejskiego Stowarzyszenia Biogazu (EBA) korzyści z całego systemu produkcji biometanu w Unii Europejskiej mogą wynieść w 2030 roku 38-78 mld euro rocznie, a w 2050 roku wzrosnąć nawet do 133-283 mld euro. Produkt ten stanowi nie

tylko ekologiczną, ale i opłacalną ekonomicznie alternatywę dla paliw kopalnych.

### Biometan szansą dla branży wodociągowej

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Tarnowskich Górach, dostrzegając potencjał biometanu, podjęło decyzję o realizacji pionierskiej inwestycji. Projekt zakłada wyposażenie Centralnej Oczyszczalni Ścieków w pierwszą w Polsce instalację do produkcji biometanu z wykorzystaniem innowacyjnej technologii MemGas™.

– Jako część międzynarodowej Grupy Veolia jesteśmy w uprzywilejowanej sytuacji, mając dostęp do zaawansowanych technologii i rozwiązań w zakresie zrównoważonego gospodarowania zasobami i ochrony środowiska – mówi Radosław Czajka, wiceprezes PWiK. – Biometan stanowi jeden z kluczowych elementów transformacji ekologicznej, dlatego zamierzamy rozbudować instalację do jego produkcji na eksploatowanej przez nas oczyszczalni ścieków. Będziemy mogli skorzystać z opatentowanej przez Grupę technologii membranowej MemGas™, która pozwala na uzyskanie biometanu o zawartości metanu przekraczającej 97%. To ogromna szansa na wzmocnienie naszego wkładu w budowę gospodarki o obiegu zamkniętym i ograniczenie śladu węglowego – dodaje.

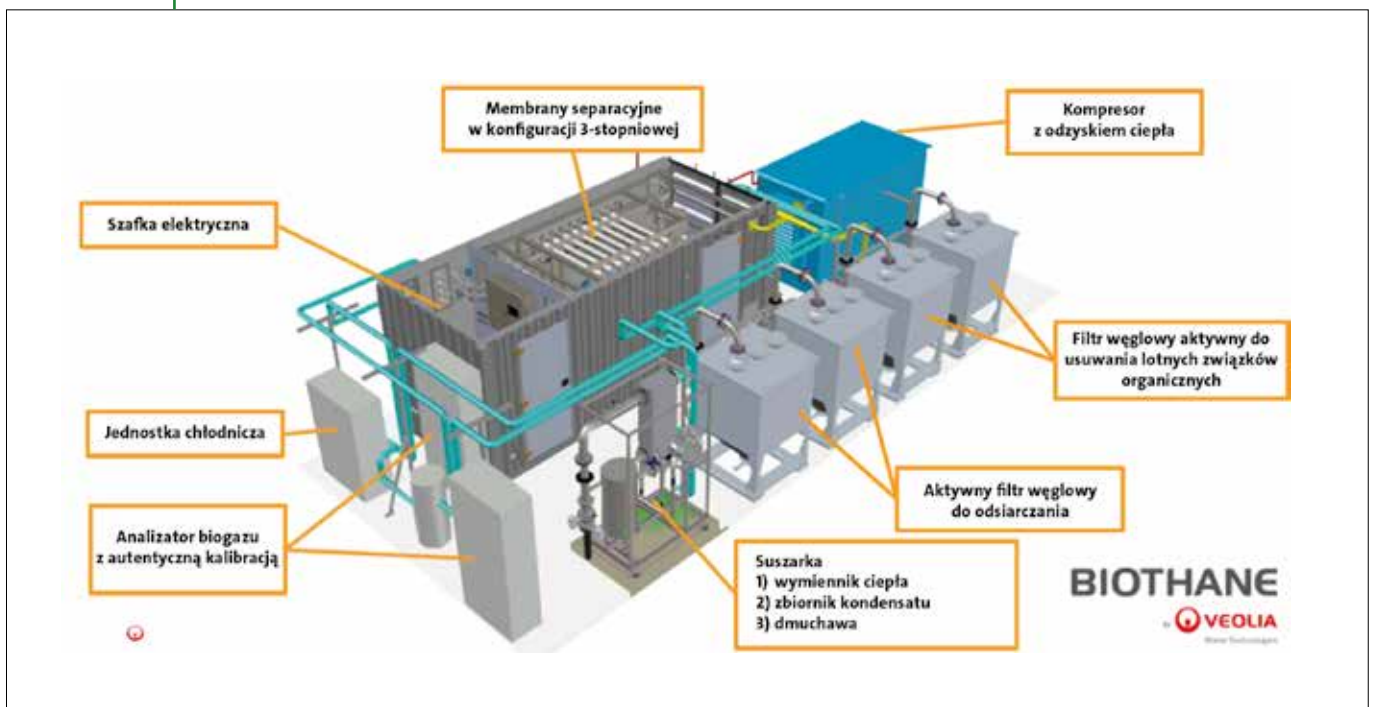
Technologia membranowa MemGas™ cieszy się uznaniem na rynkach międzynarodowych. Została z sukcesem wdrożona w wielu instalacjach referencyjnych, głównie we Francji, ale także w Czechach. Dzięki zmianom w polskim prawie otwierają się nowe możliwości realizacji tego typu inwestycji również na rodzimym rynku.

Tarnogórskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji, należące do międzynarodowej Grupy Veolia, zamierza zaadaptować opatentowane rozwiązanie membranowe MemGas™ na gruncie polskim. W tym celu przeprowadzono szczegółową analizę wykonalności inwestycji na obiekcie lokalnej oczyszczalni ścieków. Opracowano biznesplan, określając źródła finansowania oraz potencjalne korzyści ekonomiczne i środowiskowe projektu. W lutym bieżącego roku Grupa przychyliła się do realizacji przedsięwzięcia, stawiając jednak warunek uzupełnienia koncepcji o instalację fotowoltaiczną, która zaspokoi zapotrzebowanie energetyczne planowanej instalacji do produkcji biometanu. – Obecnie trwają negocjacje ze spółką Biothane, będącą dostawcą technologii. Planowany termin realizacji całego zadania to 54 tygodnie w formule „projektuj i buduj”. Pierwszym etapem będzie wykonanie dokumentacji projektowej, co potrwa około 12 tygodni. Następnie realizacja zadania, produkcja poszczególnych elementów, montaż i uruchomienie. Planowana produkcja biometanu ruszy od stycznia 2026 roku. Instalacja, która powstanie w Tarnowskich Górach, będzie rozwiązaniem referencyjnym, które ma pokazać potencjał tej technologii – podkreśla wiceprezes Czajka.

### Rozwiązanie w Tarnowskich Górach

Centralna Oczyszczalnia Ścieków w Tarnowskich Górach, eksploatowana przez PWiK, posiada instalację WKFz (osobny zamknięty zbiornik fermentacyjny), dzięki której biogaz powstający w wyniku podstawowego procesu stosowanego w traktowaniu osadu, tj. fermentacji metanowej, jest wykorzystywany do

RYS. 1  
Schemat instalacji do produkcji biometanu



produkcji ciepła. Energię cieplną wytworzoną w tym procesie wykorzystuje się nie tylko do podgrzewania zbiornika fermentacyjnego, ale również do zaspokojenia innych potrzeb oczyszczalni ścieków. Służy ona np. do zasilania systemu centralnego ogrzewania oraz zapewnienia ciepłej wody użytkowej w budynkach technicznych kompleksu.

Przekształcanie biogazu w biometan obejmuje trzy główne etapy: wstępne traktowanie, sprężanie i separację metanu. Membranowa separacja biogazu to sprawdzona, najnowocześniejsza technologia produkcji biometanu, która opiera się na przepuszczalności i selektywności membrany względem różnych gazów. Biogaz jest wstępnie traktowany w etapie suszenia i czyszczenia w celu usunięcia niepożądanych składników, takich jak  $H_2S$ , VOC i  $H_2O$ . Po sprężeniu do 12-16 barów przechodzi przez wysokociśnieniowe membrany separujące gazy. Są one ułożone w cylindrycznych wkładach zamontowanych w opatentowanej konfiguracji 3-stopniowej.

Separacja biogazu za pomocą membran to sprawdzona, nowoczesna technologia do produkcji biometanu, która z powodzeniem została wdrożona przez Biothane w szerokim zakresie obiektów produkujących biogaz: od oczyszczalni ścieków po przetwórstwo agrospożywcze.

Dla tarnogórskiego PWiK istotną jest dostępność do „własnej technologii”, w ramach Grupy Veolia, co pozwala na realizację tej inwestycji przy dużej oszczędności kosztów. Szacowany potencjał produkcji biogazu na oczyszczalni w Tarnowskich Górach to 300 tys.  $m^3$ /rok, z czego zakłada się uzyskanie około 170 tys.  $m^3$  biometanu, który będzie przekazywany do działającego już silnika kogeneracyjnego. Jednocześnie spółka wystąpiła już o warunki przyłączenia do sieci dystrybucyjnej PSG w celu zatłaczania biometanu. Wykonanie samego przyłącza ma zająć około 36 miesięcy.

### Nowe regulacje prawne

Czynnikiem decydującym o wykorzystaniu biometanu w przemyśle gazowym będą względy ekonomiczne, w szczególności cena biometanu uwzględniająca wszystkie koszty związane z jego produkcją, oczyszczaniem i wprowadzeniem do sieci dystrybucyjnej.

23 września 2022 roku weszło w życie Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 sierpnia 2022 roku, zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków prowadzenia działalności systemowej gazowej (zwane dalej „rozporządzeniem nowelizującym”). Głównym celem zmian jest umożliwienie wtłaczania biometanu do sieci gazowej oraz określenie wymagań jakościowych dla związków chemicznych w nim obecnych.

Twórcy rozporządzenia nowelizującego zdecydowali się na elastyczne rozwiązanie dla operatorów systemu gazowego. Zgodnie z nowym przepisem § 38 ust. 1a rozporządzenia systemowego, paliwa gazowe mogą zawierać nie więcej niż 10% [mol/mol] wodoru

pod warunkiem, że urządzenia, instalacje i sieci do pomiaru oraz rozliczania są przystosowane do przesyłania paliw gazowych o wyższej zawartości wodoru w sposób zapewniający bezpieczeństwo urządzeń końcowych użytkowników. Zrezygnowano z wymogu dla operatorów testowania poszczególnych parametrów jakościowych w punktach sieci przesyłowej i dystrybucyjnej, gdzie możliwa jest znacząca zmiana jakości biometanu. Uzasadnieniem zmiany jest to, że jeśli paliwo gazowe ma odpowiednie parametry w punkcie wejścia do systemu, nie wpłynie to na działanie sieci w innym miejscu.

”

Aby osiągnąć pełną neutralność energetyczną oczyszczalni, niezbędne jest wykorzystanie potencjału biogazu

### Kierunek na zieloną transformację

Oczyszczalnie ścieków stanowią kluczowy element zrównoważonej transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Osady pościekowe, będące produktem ubocznym ich działalności, przestają być traktowane jako odpad, a stają się cennym surowcem do produkcji biometanu – paliwa przyszłości o neutralnym śladzie węglowym. Wytwarzanie tej odnawialnej formy energii nie tylko przyczynia się do ochrony środowiska poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, ale również umożliwia efektywne zagospodarowanie odpadów w myśl zasad gospodarki cyrkularnej.

Istotną korzyścią płynącą z rozwoju instalacji do produkcji biometanu na oczyszczalniach ścieków jest wzrost bezpieczeństwa energetycznego kraju. Biometan może stanowić cenny dodatek lub substytut dla gazu ziemnego w sieciach dystrybucyjnych, przyczyniając się do dywersyfikacji źródeł energii i zmniejszenia uzależnienia od paliw kopalnych.

\*\*\*

Oczyszczalnie ścieków dysponują ogromnym potencjałem do odegrania kluczowej roli w zielonej transformacji sektora wodno-ściekowego. Wpisując się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym, mogą nie tylko efektywnie zagospodarowywać odpady, ale również dostarczać społeczeństwu bezemisyjne paliwo przyszłości, przyczyniając się tym samym do budowy zrównoważonej i niskoemisyjnej gospodarki. ■



# OGRANICZANIE EMISJI ODORÓW DO ŚRODOWISKA

## Metody biologiczne

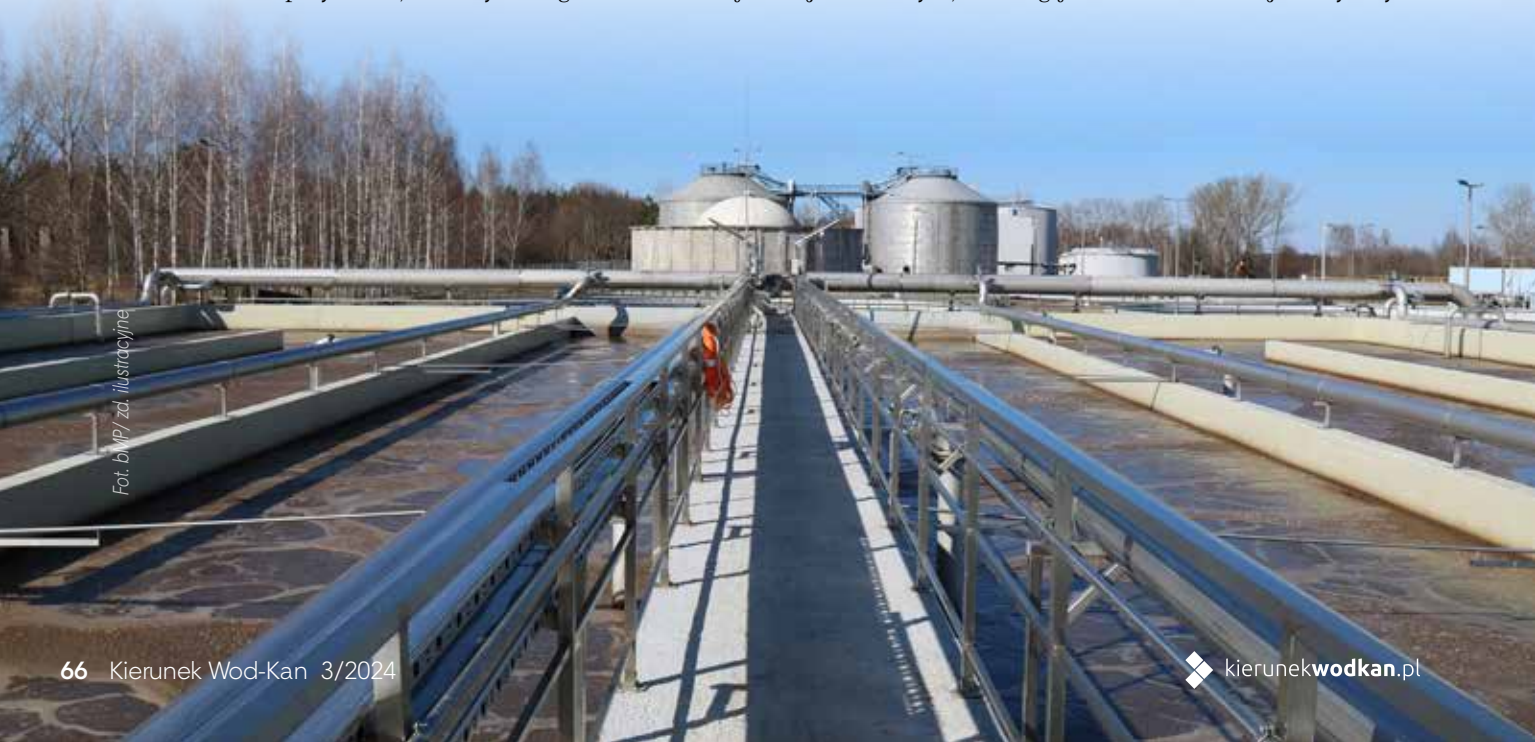
**prof. dr hab. inż. Krzysztof Barbusiński**  
Politechnika Śląska, Gliwice

**mgr inż. Anita Parzentna-Gabor**  
Ekoinwentyka sp. z o.o.

Biologiczne metody oczyszczania gazów bazują na naturalnych procesach rozkładu związków organicznych, zachodzących w wyniku aktywności metabolicznej mikroorganizmów. Poprzez zapewnienie optymalnych warunków do wzrostu i rozwoju tych mikroorganizmów możliwa jest maksymalizacja efektywności biodegradacji zanieczyszczeń. W tym celu istotne jest utrzymywanie odpowiednich proporcji składników odżywczych, w tym pierwiastków biogennych, temperatury, pH, wilgotności oraz dostępu tlenu.

Z względu na ekonomiczność, czystość ekologiczną, brak generowania dodatkowych zanieczyszczeń oraz z uwagi na wysoką efektywność wykorzystania procesów naturalnie występujących w przyrodzie, metody biologiczne uważa się za naj-

korzystniejsze do degradacji odorów i LZO. Mają one jednak pewne ograniczenia. Usuwane z gazów odlotowych zanieczyszczenia muszą być podatne na rozkład biologiczny, być rozpuszczalne w środowisku wodnym, nie mogą zawierać substancji toksycznych



dla mikroorganizmów ani związków inhibujących procesy biologiczne. Ponadto, gazy poddawane oczyszczaniu muszą mieć temperaturę, która nie hamuje aktywności mikroorganizmów.

Prezentowana publikacja jest kontynuacją artykułu dotyczącego fizykochemicznych metod usuwania odorów, który ukazał się w czasopiśmie BMP – Kierunek Wod-Kan 2/2024.

### Biologiczne metody oczyszczania gazów: biofiltry

Wyróżnia się trzy główne metody stosowane do biooczyszczania powietrza: z użyciem biofiltrów, bioskruberów oraz z wykorzystaniem bioreaktorów ze złożem zraszanym. Różnią się one między sobą typem nośników i faz ruchomych oraz umiejscowieniem mikroorganizmów degradujących zanieczyszczenia [1-3].

Biofiltry są najstarszą metodą biologicznego oczyszczania gazów polegającą na przepuszczaniu zanieczyszczonego gazu przez stałe złożo, w którym znajdują się mikroorganizmy zdolne do degradacji odorów. Zanieczyszczenia dyfundują do biofilmu bakteryjnego, tworzonego przez unieruchomione na złożu mikroorganizmy, w którym zachodzi biologiczne utlenianie zanieczyszczeń [3, 4]. Istnieją dwa główne rodzaje biofiltrów:

- biofiltry otwarte – są to kontenery bez górnej pokrywy narażone bezpośrednio na działanie czynników atmosferycznych, dlatego proces oczyszczania jest trudny do kontrolowania. Istnieje obawa, że podczas opadów złożo biofiltra może być zbyt mokre, natomiast podczas upałów – zbyt suche.
- Biofiltry zamknięte – to stalowe lub plastikowe zamknięte kontenery, w których kontrolowanie procesu i efektywności oczyszczania gazów (poprzez pomiary przepływu fazy ciekłej, temperatury i wilgotności oraz składu cieczy) jest dużo łatwiejsze.

Bakteriom tworzącym biofilm na powierzchni złoża należy zapewnić odpowiednie warunki do wzrostu i rozwoju. Wilgotność złoża powinna mieścić się w zakresie 30-60%, dlatego konieczne jest zastosowanie systemu nawilżania powietrza przed wprowadzeniem do biofiltrów. W tym celu stosuje się skrubery przed biofiltrami, które nawadniają oczyszczane gazy lub strumień zanieczyszczonych gazów miesza się ze strumieniem pary wodnej [5]. Wilgotność złoża nie powinna być za wysoka, ponieważ może przyczynić się do powstawania stref beztlenowych i w konsekwencji do zakłócania rozwoju odpowiednich grup mikroorganizmów. Może ponadto prowadzić do zagniwania złoża i do zwiększania oporów przepływu gazu przez złożo [6]. Temperatura winna mieścić się w zakresie 30-40°C, a gazy dolotowe nie mogą powodować wahań temperatury złoża. Bardzo istotnym parametrem warunkującym rozwój mikroorganizmów zasiedlających biofilm jest odpowiednie pH (zazwyczaj pH = 5 - 8) [7],

brak substancji toksycznych w zanieczyszczonym gazie, a także dostępność i odpowiednie proporcje pierwiastków biogenych. Stosunek C:N:P powinien wynosić 100:5:1.

Złożo biofiltra jest kluczowym elementem, który warunkuje skuteczność i długość pracy instalacji. Złożo powinno charakteryzować się wysoką porowatością (powyżej 90% objętości porów), luźną strukturą, małymi oporami przepływu gazu, średnicą ziaren większą niż 4 mm, a materiał winien się składać w ponad 55% z materiału organicznego [5]. Musi być łatwo dostępny i stosunkowo tani.

Złożo w większości przypadków stanowią materiały organiczne: kora drzew, torf, słoma, spulchniona gleba, kompost, włókno kokosowe i węgiel aktywny. Należy je usypać od jednej do kilku warstw w taki sposób, aby zapewnić kontakt całego strumienia gazu ze złożem oraz aby utrzymać równomierne napowietrzenie złoża. Konieczność spełnienia wymienionych warunków wynika z potrzeby zapobiegania rozwojowi bakterii beztlenowych, powodujących gnicie złoża oraz tworzenie się kanałów drenażowych [8]. Dlatego ważne jest zapewnienie optymalnego ciśnienia i prędkości przepływu gazu.



W zależności od rodzaju i ilości zanieczyszczeń w gazie wlotowym można stosować różne bioreaktory, charakteryzujące się zmienną wydajnością i opłacalnością

Biofiltry powszechnie stosuje się w oczyszczalniach ścieków, ponieważ są stosunkowo niedrogie i skuteczne w usuwaniu zarówno zanieczyszczeń organicznych (m.in. toluenu, ksylenu, alkoholi, aldehydów, kwasów organicznych i amin), jak i związków nieorganicznych, takich jak siarkowodór i amoniak [9]. W przypadku zanieczyszczeń nieorganicznych konieczna jest jednak kontrola stężenia, z uwagi na produkty powstające w wyniku ich rozkładu, które powodują zakwaszenie środowiska biofiltra.

Metoda biofiltracji ma również pewne ograniczenia. Biofiltry są zwykle stosowane do oczyszczania dużych strumieni gazów, o niskim stężeniu odorów i LZO [1]. Ponadto technologia ta charakteryzuje się utrudnioną kontrolą procesu w utrzymaniu odpowiedniej wilgotności oraz pH złoża. Dobór wypełnienia i właściwych warunków do rozwoju mikroorganizmów może zapewnić wysoką efektywność degradacji zanieczyszczeń, przy czym konieczna jest regularna wymiana i utylizacja złoża biofiltra.

W niektórych przypadkach wykorzystywane są systemy hybrydowe z użyciem biofiltrów. Jednym z tego typu rozwiązań są biofiltry wyposażone w bufor w formie wstępnego filtra z węglem aktywnym. Zastosowanie znajdują też systemy biofiltracji wspomagane utlenianiem fotokatalitycznym, w którym zanieczyszczenia odporne na biodegradację są rozkładane do produktów biodegradowalnych, które następnie doprowadza się do biofiltra, gdzie następuje ich rozkład biologiczny [10].

”

Ciekawymi rozwiązaniami są układy hybrydowe, w których przed bioreaktorami stosuje się wstępne filtry z węglem aktywnym

### Bioskrubery

Degradacja odorów w bioskruberach (biopłuczakach) obejmuje absorpcję zanieczyszczeń z gazu do cieczy oraz biodegradację zanieczyszczeń przez mikroorganizmy. Proces zazwyczaj prowadzony jest w odrębnych komorach [3, 11]. W pierwszej (w absorberze) zanieczyszczenia gazowe są absorbowane do fazy ciekłej, która następnie trafia do komory drugiej (bioreaktora), wypełnionej wodną zawiesiną mikroorganizmów (najczęściej osadem czynnym), gdzie zachodzi biodegradacja zanieczyszczeń. Ciecz cyrkuluje przez zbiorniki, do których doprowadzane jest powietrze, pożywki dla bakterii i roztwory regulujące pH. Nadmiar powstającego osadu czynnego zostaje odprowadzony poza układ. Proces jest prowadzony zwykle w przeciwnym kierunku, a ciecz okresowo regenerowana.

Stopień napowietrzenia to czynnik warunkujący odpowiednią efektywność redukcji zanieczyszczeń. Stabilizacja pH i utrzymanie optymalnej temperatury to warunki konieczne dla utrzymania aktywności mikroorganizmów, osiągnięcia wysokiej efektywności i uniknięcia inhibicji biodegradacji zanieczyszczeń. Mikroorganizmy degradujące zanieczyszczenia są wrażliwe na brak ciągłości w dostawie substratów, stąd też niewskazane są przerwy w pracy bioskruberów [3]. Niewątpliwie ich zaletą jest stabilność operacyjna i możliwość precyzyjnej kontroli parametrów pracy, takich jak pH, skład pożywki i stopień napowietrzenia. Ponadto aparatura jest niewielkich rozmiarów, co w porównaniu do biofiltrów stanowi istotną zaletę. Nie występuje też obawa o zbijanie się materiału filtracyjnego. Bioskrubery jednakże generują duże ilości produktów ubocznych, takich jak osad nadmierny oraz zanieczyszczona, recykulowana

ciecz. Ponadto koszty operacyjne utrzymania takiej instalacji są wyższe niż w przypadku biofiltrów [1, 12].

Bioskrubery to efektywna metoda także dla oczyszczania dużych strumieni gazów, o wysokich stężeniach zanieczyszczeń. Ze względu na krótki czas przebywania zanieczyszczeń w absorberze są jednak bardziej odpowiednie dla związków dobrze rozpuszczalnych w wodzie.

Dotychczasowe doniesienia naukowe wskazują, że stosowanie bioskruberów jest efektywną metodą usuwania odorów pochodzenia komunalnego (w szczególności  $H_2S$  i  $NH_3$ ), która jednak generuje duże ilości produktów ubocznych, wymagających oczyszczenia przy użyciu metod chemicznych. Z tego względu stosuje się różne kombinacje bioskruberów z innymi systemami. Przykładowo, w jednej z oczyszczalni zastosowano 3-stopniową instalację złożoną z dwóch bioskruberów wypełnionych materiałem wulkanicznym oraz trzeciego skrubera chemicznego, w którym następowało doczyszczanie produktów ubocznych powstałych w I i II stopniu. Uzyskano usunięcie odorów z efektywnością 92,8% po I bioskruberze, 99,6% po dwóch bioskruberach i 100% dla całej instalacji trójstopniowej [13].

### Bioreaktory ze złożem zraszanym

Metodą konkurencyjną do stosowania biofiltrów i bioskruberów jest oczyszczanie gazów w bioreaktorach ze złożem zraszanym (strużkowych). Proces absorpcji zanieczyszczeń do fazy ciekłej i ich biodegradacja wraz z regeneracją cieczy przebiega tu jednocześnie w jednym urządzeniu. Zanieczyszczony gaz wprowadzony do bioreaktora płynie współprądowo lub przeciwnieprądowo do cyrkulującej cieczy, w której następuje absorpcja zanieczyszczeń. Ciecz zawierająca składniki odżywcze niezbędne dla rozwoju mikroorganizmów wraz z zaabsorbowanymi zanieczyszczeniami przepływa w sposób ciągły, w postaci cienkiej warstwy po powierzchni złoża (wypełnienia) z rozwiniętym biofilmem, w którym zachodzi biodegradacja zanieczyszczeń. Krążąca w instalacji ciecz jest stale recykulowana.

Złoże składa się z materiałów obojętnych chemicznie, takich jak pierścienie ceramiczne Raschiga, szklane kulki lub specjalnie ukształtowane elementy z tworzywa sztucznego (pierścienie Palla, Bialeckiego). Ponadto powinno charakteryzować się ono dużą powierzchnią właściwą, odpowiednią do immobilizacji biofilmu, stabilnością chemiczną, wytrzymałością, małą masą oraz niską ceną. W celu maksymalizacji efektywności biooczyszczania powietrza konieczne jest utrzymywanie odpowiednich warunków do wzrostu i rozwoju mikroorganizmów. Dotyczy to temperatury (zwykle w zakresie 10-40°C), pH, natlenienia i stężenia składników odżywczych [1, 2, 4, 14].

Istotną zaletą bioreaktorów ze złożem zraszanym jest możliwość kontroli warunków pracy panujących w reaktorze, takich jak odpowiednie pH, temperatura,



Technologia	Zalety	Wady
Biofiltry	Odpowiednie dla dużych strumieni gazów o niewielkim stężeniu zanieczyszczeń; możliwość oczyszczania szerokiej gamy zanieczyszczeń; małe spadki ciśnienia; niskie koszty inwestycyjne i operacyjne.	Niska efektywność technologii dla wysokich stężeń zanieczyszczeń; trudności w kontroli procesu; ryzyko zakwaszenia i zatkania złoża; konieczność regularnej wymiany złoża; duże rozmiary instalacji.
Bioskrubery	Wysoka efektywność oczyszczania dużych strumieni gazów i wysokich stężeń zanieczyszczeń; łatwa kontrola procesu (pH, temperatura, składniki odżywcze); stabilność procesu; mniejsze rozmiary instalacji w porównaniu z biofiltrami.	Niska efektywność oczyszczania słabo rozpuszczalnych zanieczyszczeń; generowanie produktów ubocznych (osad nadmierny); wysokie koszty operacyjne.
Bioreaktory ze złożem zraszanym	Niskie koszty eksploatacyjne; mała energochłonność i łatwość kontrolowania procesu; stosunkowo małe rozmiary instalacji; realizacja procesu w jednym zbiorniku; brak produktów ubocznych; długi czas życia i wytrzymałość złoża.	Ryzyko nadmiernego przyrostu biomasy i zatkania złoża.

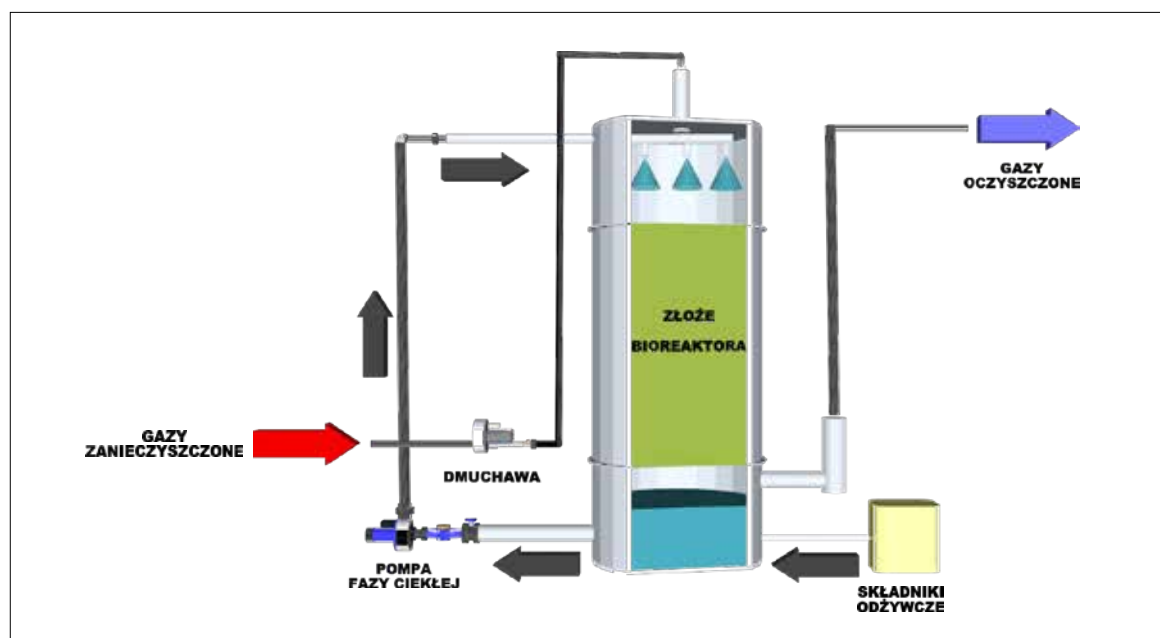
**TAB. 1**  
Porównanie biologicznych metod oczyszczania gazów, na podstawie [16, 17]

skład soli mineralnych cieczy cyrkulującej w bioreaktorze, a także uzyskiwanie bardzo wysokich efektów oczyszczania, nawet przy bardzo dużych wahaniami ilości i ładunków zanieczyszczeń w doprowadzanym gazie. Omawiane bioreaktory nie generują dodatkowych odpadów, nadmiernych kosztów eksploatacji, nie wymagają regeneracji złoża, jak w przypadku biofiltrów, ani utylizacji odcieków (jak przy bioskruberach). Natomiast wadą jest możliwość nadmiernego przyrostu biomasy, co może prowadzić do zatkania złoża i spadku efektywności oczyszczania. Dla przeciwdziałania tym zagrożeniom możliwe jest chwilowe zwiększanie przepływu fazy ciekłej w celu zerwania części biofilmu z wypełnienia lub odpowiedni dobór mikroorganizmów (np. pierwotniaków), eliminujących nadmierny wzrost biofilmu.

Jednym ze sposobów zwiększenia efektywności biofiltracji jest też zastosowanie specjalnych dodatków, np. surfaktantów, ułatwiających rozpuszczalność zanieczyszczeń w wodzie, co poprawia ich biodostępność i w efekcie sprawność biodegradacji [10]. Bada się też zastosowanie płynu polidimetylosiloksanu, który zwiększa aktywność metaboliczną mikroorganizmów poprzez lepszy transfer tlenu i LZO do biofilmu [15]. Wady i zalety biologicznych metod oczyszczania powietrza, zestawiono w tabeli 1.

### Kompaktowe Bioreaktory Trójfazowe

Kompaktowe Bioreaktory Trójfazowe (KBT) są innowacyjną modyfikacją bioreaktorów ze złożem zraszanym. Zanieczyszczony gaz jest przepuszczany współprądowo przez złożo złożone z pierścieni po-



**RYS. 1**  
Schemat Kompaktowego Bioreaktora Trójfazowego [18]

lietylenowych z immobilizowaną biomasą mikroorganizmów (biofilm), stale zwilżane cienką warstwą spływającej cieczy, którą stanowi woda wzbogacona solami mineralnymi i buforowana chemicznie dla uzyskania odpowiedniego pH (rys. 1). Grubość biofilmu wynosi od kilku mikrometrów do kilku milimetrów w zależności od warunków pracy instalacji. Bioreaktory KBT pracują w sposób ciągły, w warunkach ciśnienia atmosferycznego i temperatury w zakresie 20-35°C. Reaktory zostały z powodzeniem zastosowane w skali technicznej zarówno w oczyszczalniach ścieków, jak i w różnych gałęziach przemysłu. Ponadto, w tego typu bioreaktorach szybkość eliminacji zanieczyszczeń gazowych jest znacznie większa niż w biofiltrach i bioskruberach z jednoczesnym znacznym zmniejszeniem zużycia energii [4, 18].

### Bioreaktory membranowe

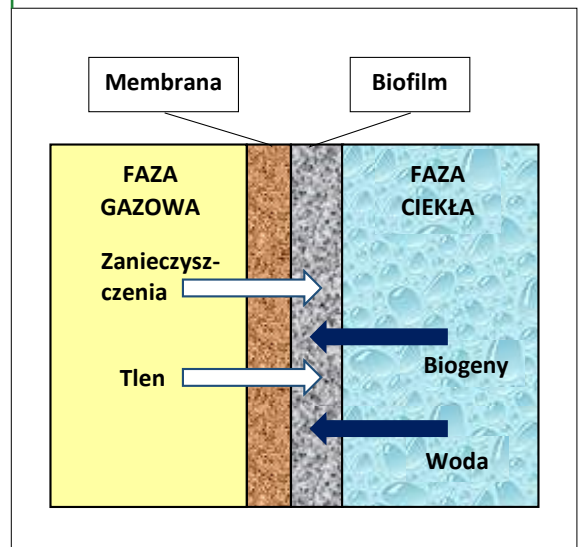
Bioreaktory membranowe (MBR) znane są głównie z zastosowań do oczyszczania ścieków komunalnych lub przemysłowych, łącząc działanie reaktora biologicznego z systemem separacji membranowej. Obecnie, po odpowiednich modyfikacjach, podejmuje się próby ich zastosowań do biooczyszczania powietrza, dotychczas głównie w systemach prototypowych lub pilotażowych. Są to więc rozwiązania przyszłościowe.

Reaktory MBR zapewniają dużą granicę rozdziału faz gaz-ciecz i korzystne warunki przenoszenia masy, co powoduje, że potencjalnie nadają się do usuwania zanieczyszczeń hydrofobowych z zanieczyszczonego powietrza. Jako materiały do konstrukcji membran bada się m.in. polidimetylosiloksan, polipropylen,

polietylen i kauczuk silikonowy. Wśród bioreaktorów stosowanych do usuwania odorów i LZO, MBR mają unikalną cechę, gdyż mogą być wyposażone w membranę, która jest przepuszczalna tylko dla docelowych substancji zanieczyszczających [1]. Zasada działania polega na dyfuzji zanieczyszczeń przez membranę, rozdzielającą fazę gazową od ciekłej, do biofilmu rozwiniętego po drugiej stronie membrany, gdzie ulegają biodegradacji (rys. 2). Siłą napędową przenoszenia zanieczyszczeń przez membranę jest różnica stężeń pomiędzy fazą gazową a biofilmem. Im większa jest aktywność drobnoustrojów, tym mniejsze stężenie

RYS. 2

Schemat przenoszenia masy w bioreaktorze membranowym [20]



### METODY BIOOCZYSZCZANIA POWIETRZA

Wyróżnia się trzy główne metody stosowane do biooczyszczania powietrza: z użyciem biofiltrów, bioskruberów oraz z wykorzystaniem bioreaktorów ze złożem zraszanym. Różnią się one między sobą typem nośników i faz ruchomych oraz umiejscowieniem mikroorganizmów degradujących zanieczyszczenia



zanieczyszczeń w biofilmie, co zwiększa szybkość usuwania w reaktorze [19].

W reaktorze MBR przepływy gazu i cieczy można kontrolować niezależnie od siebie. Koszty inwestycji są jednak wysokie i podczas długotrwałej eksploatacji może również występować nadmierny przyrost biofilmu.

\*\*\*

W wielu przypadkach oczyszczanie gazów pochodzących z różnych źródeł stanowi wyzwanie techniczne i technologiczne. W zależności od rodzaju i ilości zanieczyszczeń w gazie wlotowym można stosować różne bioreaktory, charakteryzujące się zmienną wydajnością i opłacalnością. W każdym przypadku konieczne jest dokładne zrozumienie podstawowych zasad funkcjonowania bioreaktorów, w tym ograniczeń w ich eksploatacji. Rodzaj bioreaktora, jego parametry techniczne oraz rodzaj mikroorganizmów powinny być odpowiednio skorelowane ze względu na natężenie przepływu gazu, rodzaj mediów, wilgotność gazu, spadek ciśnienia w instalacji, czas przebywania gazu w bioreaktorze itp. Nie można pominąć zagadnień związanych z obróbką wstępną gazów przed ich wprowadzeniem do bioreaktora, a także monitorowaniem wszystkich parametrów procesu. Do ważnych zagadnień należy także kontrolowanie gromadzenia się nadmiaru biomasy metodami fizycznymi, chemicznymi lub biologicznymi.

Ciekawymi rozwiązaniami są także układy hybrydowe, w których przed bioreaktorami stosuje się wstępne filtry z węglem aktywnym. Bardzo obiecujące wyniki uzyskano również w skali pilotowej w zintegrowanym systemie biofiltracji wspomaganym wcześniej utlenianiem fotokatalitycznym. Takie rozwiązania można stosować do degradacji zanieczyszczeń opornych na rozkład biologiczny. Wstępna obróbka promieniami UV poprawia stopień usunięcia zanieczyszczeń, a także ma pozytywny wpływ na biocenozę w bioreaktorze.

## Literatura

1. Mudliar S., Giri B., Padoley K., Satpute D., Dixit R., Bhatt P., Pandey R., Juwarkar A., Vaidya A.: *J. Environ. Manag.*, 91, 1039-1054, 2010.
2. Rene E.R., Montes M., Veiga M.C., Kennes C.: *In Environmental Chemistry for a Sustainable World*; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2, 121-164, 2012.
3. Barbusiński K., Kalemba K., Kasperczyk D., Urbaniec K., Kozik V.: *J. Clean Prod.*, 152, 223-241, 2017.
4. Kasperczyk D., Urbaniec K., Barbusiński K., Rene E.R., Colmenares-Quintero R.F.: *J. Environ. Manag.*, 236, 413-419, 2019.
5. Wierzbińska M., Modzelewski W.E.: *Inżynieria Ekologiczna*, 41, 125-132, 2015.
6. Wysocka I., Gębicki J., Namieśnik J.: *Environ Sci. Pollution Res.*, 26, 9409-9434, 2019.
7. Ralebitso-Senior T.K., Senior E., Felice R., Jarvis K.: *Environ Sci. Technol.*, 46, 16, 8542-8573, 2012.
8. Kwarciak-Kozłowska A., Bańka B.: *Inżynieria Ochrony Środowiska*, 17, 631-645, 2014.
9. Chang S., Lu C., Huang H., Hsu S.: *Process Safety and Environ. Prot.*, 93, 218-226, 2015.
10. Turala A., Wieczorek A.: *Aktualne problemy w inżynierii i ochronie atmosfery. Praca zbiorowa pod red. Józefa Kuroпки, Kazimierza Gaja i Izabeli Sówki. Wrocław 2018 (214-221).*
11. Gospodarek M., Rybarczyk P., Szulczyński B., Gębicki J.: *Processes*, 7, 187, 2019.
12. Vergara-Fernández A., Quiroz E.F., Aroca G., Pulido N.A.A.: *Electronic J. Biotech.*, 11, 2008.
13. Friedrich M., Kośmider J., Terebecki P., Nizerna-Nowotna P.: *Chem. Eng. Trans.*, 40, 205-210, 2014.
14. Bąk A., Kozik V., Dybał P., Sułowicz S., Kasperczyk D., Kuś S., Barbusiński K.: *Inter. Biodeter. Biodegrad.*, 119, 316-328, 2017.
15. Han M-F, Wang C, Fu Y.: *Sci. Total Environ.*, 640-641:1447-1454, 2018.
16. Ren B., Zhao Y., Lyczko N., Nzihou A.: *Waste and Biomass Valorization*, 10, 1443-1458, 2019.
17. Rybarczyk P., Szulczyński B., Gębicki J., Hupka J.: *Biochem Eng. Journal*, 141, 146-162, 2019.
18. Barbusiński K., Kasperczyk D., Parzentna-Gabor A.: *Kierunek Wod-Kan*, 4, 30-34, 2021.
19. Padhi SK, Gokhale S.: *J Environ Chem. Eng.*, 2(4), 2085-2102, 2014.
20. Barbusiński K., Urbaniec K., Kasperczyk D., Thomas M.: *Chapter 2. 29-51. From Biofiltration To Promising Options In Gaseous Fluxes Biotreatment. Edited by Soreanu G., Dumont E. Elsevier. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819064-7.00002-9.* ■

Reklama



**PRZYŁĄCZ SIĘ DO SIECI**

stworzonej dla profesjonalistów  
z branży wod-kan

**kierunek-wod-kan**





# ROLA TECHNOLOGII w podniesieniu efektywności energetycznej

Krzysztof Kubicki  
Danfoss

Branża wodno-kanalizacyjna odpowiada za ok. 1,5% krajowego zużycia energii elektrycznej. Wdrożenie nowoczesnych rozwiązań i wydajniejszych urządzeń to zatem kierunek optymalizacji, w którym muszą się rozwijać przedsiębiorstwa wodociągowe, oczyszczalnie i zakłady uzdatniania wody. Jest to konieczne do utrzymania równowagi pomiędzy pozyskiwanymi a zużywanymi zasobami.

Z względu na kluczową rolę w gospodarce komunalnej oczyszczalnie ścieków funkcjonują w nieprzerwanym trybie, pochłaniając przy tym duże ilości energii. Dlatego podstawowym zadaniem jest optymalizacja kosztów ich eksploatacji. Bieżące monitorowanie energochłonności urządzeń poprzez regularne pomiary zużywanej energii pozwala precyzyjnie określić stosunek wydajności do generowanych kosztów dla każdego urządzenia.

Najbardziej energochłonnym elementem systemów oczyszczania ścieków są pompy wodne, których wydajność ma bezpośredni wpływ na sprawność i jakość procesów.

## Pompy w procesie oczyszczania ścieków

Technologia oczyszczania ścieków obejmuje kilka kluczowych etapów: mechaniczny, biologiczny i – w niektórych przypadkach – chemiczny. W całym





Fot. Zosoby, Danfoss

### OPTIMALIZACJA KOSZTÓW KONSERWACJI

Powiadomienia z czujników mogą być dostarczane za pośrednictwem lokalnego systemu sterowania lub w chmurze. Dzięki ciągłej analizie pracy urządzeń, serwisanci są w stanie odpowiednio zaplanować przeglądy, optymalizując koszty konserwacji

procesie kluczowymi urządzeniami są pompy – najpierw za ich pomocą ścieki są transportowane m.in. z zakładów produkcyjnych do oczyszczalni. Proces rozpoczyna się od usuwania większych zanieczyszczeń, po czym pompy dostarczają ciecz do bioreaktorów. Następnie, w razie potrzeby, następuje ostatni etap – oczyszczanie chemiczne. Bez pomp nie sposób zachować też ciągłości każdego z etapów uzdatniania wody. Urządzenia muszą być niezawodne, trwałe i nadawać się do pracy w trudnych warunkach, żeby zapewniać ciągły przepływ i odpowiednie ciśnienie.

### Efektywność energetyczna oczyszczalni – jak ją poprawić?

Poprawa efektywności energetycznej pomp ma kluczowe znaczenie zarówno z perspektywy obniżenia kosztów operacyjnych, jak i ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko. Wprowadzenie zmian jest możliwe np. dzięki przetwornicom częstotliwości. Urządzenia inteligentnie sterują pracą silnika – zamiast jedynie włączać lub wyłączać pompę, regulują jego prędkość obrotową, dostosowując ją do rzeczywistych potrzeb.

Warto podkreślić, że falowniki znacznie zmniejszają zużycie energii – w przypadku pomp możemy mówić nawet o redukcji o połowę w przypadku obniżenia średniej prędkości o 20%. Instalacja napędów i stały monitoring ich pracy prowadzą również do przedłużenia żywotności sprzętu i zmniejszenia liczby awarii.

### Monitorowanie i optymalizacja procesów za pomocą przetwornic częstotliwości

Jednym z najważniejszych parametrów, określających pracę pomp, jest wydajność ich silnika, która bezpośrednio wpływa na poprawność pro-

cesów. Przetwornice częstotliwości pełnią funkcję nadzorczą, analizują działanie maszyny i informują o słabych elementach systemu. Jest to możliwe dzięki technice CBM (*Condition-Based Monitoring*), czyli stałemu monitorowaniu pracy urządzeń i prowadzeniu działań serwisowych w oparciu o wskaźniki opisujące ich stan.

Po podłączeniu do systemu, czujniki przetwornic monitorują i analizują pracę pomp, zapisują informację o normalnym rozkładzie obciążenia i prędkości. Na podstawie pomiarów bazowych, system wyznacza parametry dla trzech poziomów ostrzegawczych i alertów o nich, wysyłanych w momencie wystąpienia zakłóceń. Pierwszy informuje użytkownika o potencjalnych zakłóceniach, drugi – o zmianach w funkcjonowaniu, które w przypadku braku reakcji mogą spowodować awarię. Trzeci – najbardziej krytyczny poziom – wskazuje na wystąpienie awarii. Powiadomienia mogą być dostarczane za pośrednictwem lokalnego systemu sterowania lub w chmurze. Dzięki ciągłej analizie pracy urządzeń, serwisanci są w stanie odpowiednio zaplanować przeglądy, optymalizując koszty konserwacji.

Wykorzystanie techniki CBM bazującej na danych z przetwornic umożliwia rozszerzenie funkcjonalności maszyn. Przetwornica pełni funkcję czujnika dla całego systemu: analizuje zewnętrzne dane wejściowe np. z czujników drgań i wykorzystuje je w sterowaniu pracą silnika. System napędu łączy dane zewnętrzne z wewnętrznymi zmiennymi, powiadamiając pracownika o spadkach wydajności lub zagrożeniach. Takie rozwiązanie jest szczególnie przydatne w przypadku zdalnego monitorowania lub urządzeń o utrudnionym dostępie. ■



# CZWARTY STOPIEŃ OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW może wkrótce być obowiązkowy!

## WILO

Technologia oczyszczania ścieków i obróbki osadów wciąż się rozwija, wdrażane są tu coraz bardziej zaawansowane rozwiązania. Jednocześnie pojawiają się kolejne zagrożenia i wynikające z nich wyzwania, do których należy między innymi obecność mikrozanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych i wodach. Oczyszczanie ścieków musi przejść więc kolejną rewolucję.

Lista szkodliwych substancji wykrywanych we wszystkich środowiskach wodnych, także w wodzie wodociągowej, jest otwarta, dopisywane są do niej kolejne pozycje. Ogólnie można powiedzieć, że mikrozanieczyszczenia to:

- farmaceutyki – leki, hormony, sterydy, np. Carbamazepine, Diclofenac itd.,
- biocydy, czyli związki chemiczne służące do zwalczania szkodników w rolnictwie, np. pestycydy,
- produkty higieniczne i codziennego użytku, takie jak środki zapachowe, dezynfekcyjne, filtry UV, środki na owady itp.,

- chemikalia pochodzące z przemysłu, np. Bisphenol A itp.

Coraz większa liczba badań wskazuje na groźne skutki kontaktu z tymi substancjami, nawet pomimo ich niewielkich stężeń. Mogą wpływać one na gospodarkę hormonalną organizmu człowieka, wywoływać uczulenia, zwiększać ryzyko chorób nowotworowych i powodować inne długofalowe skutki, których jeszcze nie znamy. Niektóre substancje przenikają przez łożysko do organizmu dziecka już w czasie ciąży! Konwencjonalne metody oczyszczania ścieków bazujące



na osadzie czynnym zatrzymują część mikrozanieczyszczeń, ale wobec większości z nich są bezradne.

### Regulacje prawne i perspektywy

Obecnie w Polsce i szerzej – w Unii Europejskiej – nie ma wymogu usuwania omawianych zanieczyszczeń. Jednak w Parlamencie Europejskim trwają prace nad dokumentem wprowadzającym takie regulacje. Propozycja zmiany dyrektywy dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych, COM (2022) 541, nakłada obowiązek usuwania mikrozanieczyszczeń na największe oczyszczalnie o RLM (Równoważona Liczba Mieszkańców) > 150 000 mk oraz RLM > 10 000 mk, które zrzucają ścieki oczyszczone do wód wrażliwych z datą końcową 12/2040. Dyrektywa ta zawiera także „mapę drogową” z wymogami pośrednimi.

Oznacza to, że i polskie oczyszczalnie stoją przed dość nieodległą perspektywą stawienia czoła nowym, ogromnym wyzwaniom. Warto więc jak najszybciej rozpocząć działania w tym kierunku.

### Czy istnieje technologia usuwania mikrozanieczyszczeń?

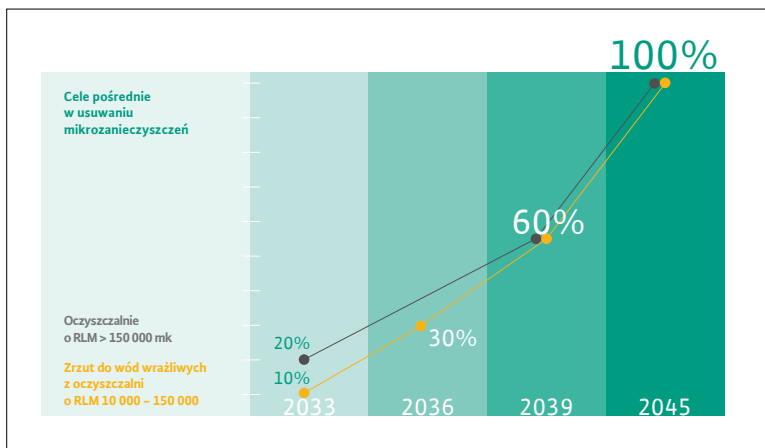
Zacznijmy od uporządkowania pojęć. Czym jest czwarty stopień oczyszczania? Wziął się on z podziału:

- I stopień – podczyszczanie mechaniczne;
- II stopień – oczyszczanie biologiczne;
- III stopień – oczyszczanie (bądź wspomaganie oczyszczania) chemiczne;
- IV stopień – usuwanie mikrozanieczyszczeń.

Technologie IV stopnia istnieją i są już stosowane w niektórych państwach. Na przykład w Niemczech wdrożyło je 50 obiektów, a w Szwajcarii – około 30. Jak widać, kraje zachodniej Europy podjęły już dość zaawansowane wysiłki, aby sprostać nowym wyzwaniom.

Technologie usuwania niepożądanych domieszek bazują na węglu aktywnym lub na utlenianiu ozonem. W artykule skupimy się na pierwszej z nich. W tym przypadku zastosowanie znajdują węgiel pylisty (PAC) oraz granulowany (GAC). Można je dawkować bezpośrednio do komór osadu czynnego lub stworzyć dla nich oddzielny reaktor. Obie możliwości mają swoje wady i zalety. W obydwu przypadkach problematyczne jest zatrzymanie węgla w układzie. Osadnik wtórny nie jest wystarczający, gdyż zbyt duża część węgla odpływa do odbiornika. Istnieją jednak dwa sposoby na rozwiązanie tego problemu. W pierwszej opcji zamiast osadnika wtórnego montuje się instalację membranową. Drugą możliwością jest umieszczenie za osadnikiem wtórnym filtra piaskowego, jednak opcja ta znajduje zastosowanie tylko w przypadku małych przepustowości.

Montaż membran ultrafiltracyjnych zapewnia ogromne dodatkowe korzyści, poza zatrzymaniem węgla aktywnego. Umożliwia usunięcie ze ścieków oczyszczonych bakterii, większości mikroplastiku



RYS. 1

Cele pośrednie w usuwaniu mikrozanieczyszczeń

i części nanoplastiku, dużej części wirusów oraz oczywiście 100% zawiesin, nawet tych najdrobniejszych. Pozwala więc uzyskać bardzo dobrą i stabilną jakość ścieków oczyszczonych, nawet w momentach okresowego pogorszenia kondycji osadu czynnego. Co więcej, w reaktorze membranowym można bezpiecznie utrzymywać znacznie wyższe stężenia osadu, nawet 10 mg/m<sup>3</sup>, a więc możliwe jest oczyszczanie większych ładunków zanieczyszczeń w objętości komory.

”

Polskie oczyszczalnie stoją przed dość nieodległą perspektywą stawienia czoła nowym, ogromnym wyzwaniom

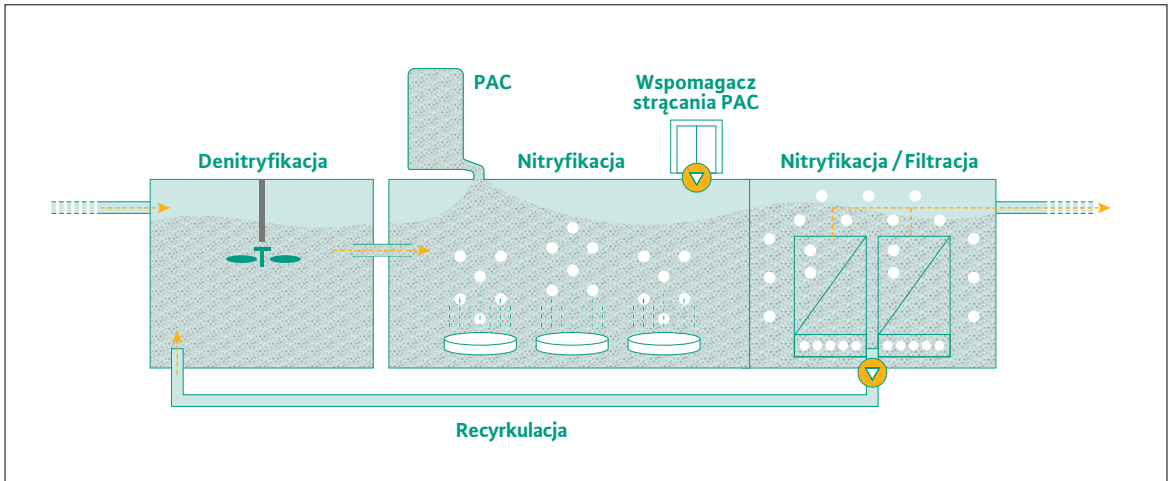
### Dozowanie węgla aktywnego

Jak już wspomniano, węgiel aktywny można dozwalać wprost do komór osadu czynnego lub do wydzielonego reaktora usytuowanego za częścią biologiczną. Pierwsza możliwość jest bardzo korzystna pod względem inwestycyjnym dla istniejących oczyszczalni, gdyż nie wymaga robót kubaturowych i nie zajmuje dodatkowego miejsca; część komór nityfikacji jest przekształcana na biologiczne reaktory membranowe (MBR).

Filtry membranowe instalowane są bezpośrednio w komorach osadu czynnego (KOCZ). Węgiel aktywny i środki strącające podaje się do komór poprzez systemy dozujące. Mieszadła pompujące w recyrkulacji wewnętrznej zapewniają krążenie osadu czynnego i PAC (polichlorek glinu). Montaż membran w objętości KOCZ nie oznacza jednak zmniejszenia przepustowości reaktora, gdyż jak wspomniano, komory MBR mogą pracować na dwukrotnie wyższych stężeniach osadu

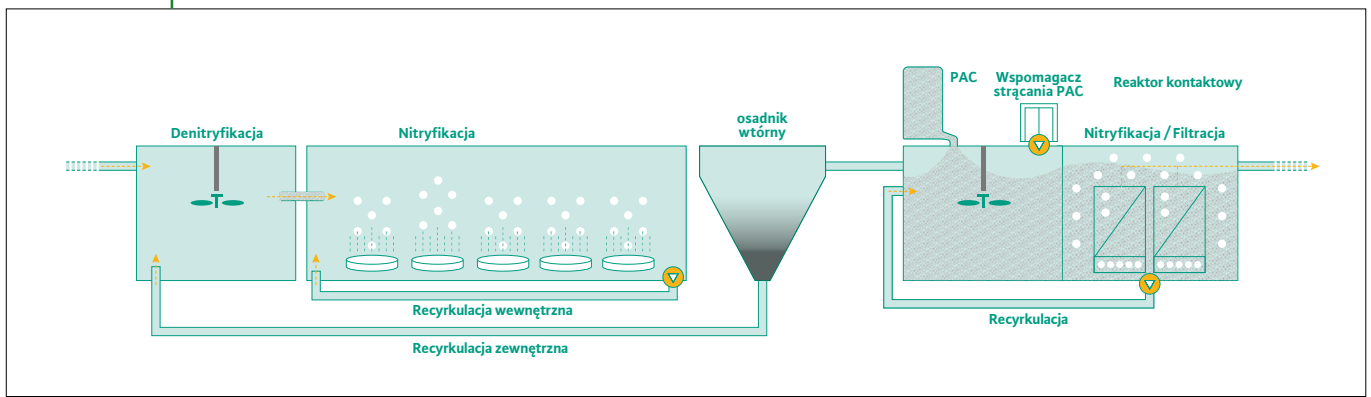
**RYS. 2**

Układ z dozowaniem PAC do reaktora biologicznego



**RYS. 3**

Układ z osobnym reaktorem kontaktowym



niż tradycyjne reaktory. Węgiel aktywny jest zawracany wraz z osadem czynnym i krąży w układzie, a jego część codziennie usuwana, wraz z osadem nadmiernym. To właśnie sprawia, że codzienna dawka PAC jest większa, niż gdyby chodziło tylko o uzupełnianie naturalnego zużycia.

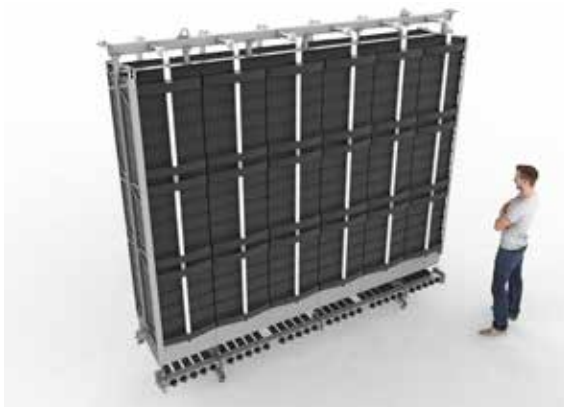
Alternatywą jest stawianie osobnego reaktora węgla aktywnego. Oznacza to konieczność budowy dodatkowej kubatury, jednak w czasie eksploatacji koszty te zaczynają się zwracać, gdyż dawkowanie węgla aktywnego jest znacznie mniejsze i służy tylko uzupełnianiu naturalnego zużycia materiału.

### Membrany ultrafiltracyjne

Firma WILO jest dostawcą urządzeń i rozwiązań technologicznych w zakresie membran ultrafiltracyjnych (oraz całych instalacji MBR), zbiorników i układów dozowania PAC, systemów napowietrzania drobnopełcherzykowego, pomp i mieszadeł recyrkulacyjnych, a także mieszadeł przystosowanych do pracy w zbiornikach z węglem aktywnym. W ostatnich latach grupa WILO powiększyła się o firmę ABIONIK, która jest sprawdzonym specjalistą we wciąż pionierskiej branży MBR – do tej pory wyprodukowała i zamontowała ponad 80 000 membran. Membrany ultrafiltracyjne FilterCube oddzielają fizycznie najmniejsze cząstki wraz z koloidami z cieczy dzięki wielkości porów  $< 0,1 \mu\text{m}$ . W WILO przeprowadzono już także z powodzeniem symulacje i testy w zakresie dostosowania mieszadeł do pracy w reaktorach nowego typu. Firma jest gotowa na nowe wyzwania i zaprasza do współpracy.

**RYS. 4**

W ostatnich latach grupa WILO powiększyła się o firmę ABIONIK, która jest sprawdzonym specjalistą we wciąż pionierskiej branży MBR – do tej pory wyprodukowała i zamontowała ponad 80 000 membran



W artykule korzystano z prac:

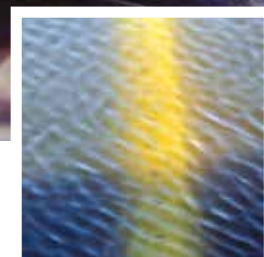
- Pinnekamp, Johannes. Neue Schadstoffe – Neue Technologien. RWTH Aachen, 2018
- Edyta Łaskawiec: Mikrozanieczyszczenia w ściekach – niskie stężenia o wielkiej wadze. 2023
- <https://micropoll.ch/>
- materiały własne firmy Wilo ■



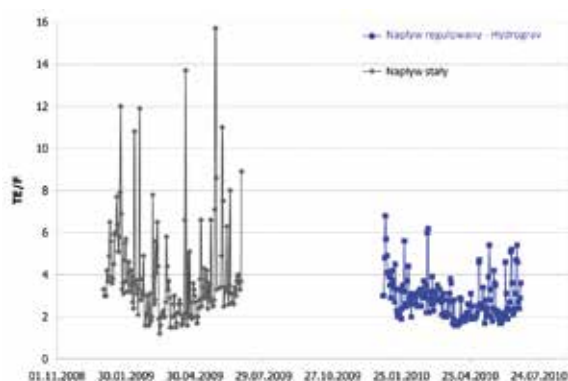
# REGULATORY DO OSADNIKÓW WTÓRNYCH



Osadnik bez regulatora  
– mała klarowność



Osadnik z regulatorem  
– ściek klarowny



## HYDROGRAV – KORZYŚCI

- zwiększenie wydajności osadnika
- redukcja zawiesiny na odpływie
- redukcja ChZT na odpływie
- redukcja fosforu na odpływie



# CHAT GPT O INFRASTRUKTURZE KRYTYCZNEJ

**dr Karolina Wojtasik**

specjalista do spraw bezpieczeństwa, wykładowca akademicki, wiceprezes Polskiego Towarzystwa Bezpieczeństwa Narodowego, redaktor portalu Projekt IK i podcastu Projekt IK. Rozmawiamy o infrastrukturze krytycznej

Czy sztuczna inteligencja jest w stanie napisać sensowny tekst o infrastrukturze krytycznej? Odpowiedź na to pytanie żywo mnie interesuje i zapewne zainteresuje innych autorów tekstów z tego wydania, jak i wielu czytelników.

Fot. 123rf

Nietrudno spotkać się ze stwierdzeniem, że sztuczna inteligencja jest coraz bardziej inteligentna i za chwilę zabraknie pracy dla ekspertów piszących o różnych aspektach gospodarki, ponieważ Chat GPT zrobi to lepiej, szybciej i nie trzeba z nim podpisywać umowy o dzieło. Czy rzeczywiście? Czy specjalistom, ekspertom i branżowym dziennikarzom grozi widmo bezrobocia? Czy za niedługo redakcje branżowych czasopism, zamiast zatrudniać dziennikarzy, po prostu raz w miesiącu opłacą abonament jakiegoś płatnego narzędzia AI nie martwiąc się o to, czym zapełnią kolejne wydanie? Przekonajmy się.

## Projekt IK

W ramach eksperymentu poprosiłam jedno z narzędzi AI (korzystałam z różnych opcji płatnego Chatu GPT 4.0) o wygenerowanie krótkich tekstów na temat infrastruktury krytycznej (IK), które mogłyby się znaleźć na artykule poświęcony tym zagadnieniom. Zapytania formułowałam w języku polskim i angielskim, jakkolwiek zależało mi na tekstach uwzględniających polską perspektywę i polski stan prawny. Używałam różnych komend i zapytań, prosiłam o sprawdzone informacje i ustrzeżenie się generalizacji. Zależało mi na tekstach, które mogą stworzyć merytoryczny

artykuł o infrastrukturze krytycznej, który można opublikować w prasie branżowej lub specjalistycznej. Wybrałam temat, którym zajmuję się od lat, po to, by móc sprawdzić wiarygodność tego, co napisze mi AI. W ramach eksperymentu skoncentrowałam się na kilku ważnych zagadnieniach dotyczących IK.

Po pierwsze, systemy IK. Ustawa o zarządzaniu kryzysowym oraz NPOIK (Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej) bardzo precyzyjnie wymienia sektory infrastruktury krytycznej. Są to następujące systemy: zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa, łączności, sieci teleinformatycznych, finansowe, zaopatrzenia w żywność, zaopatrzenia w wodę, ochrony zdrowia, transportowe, ratownicze, zapewniające ciągłość działania administracji publicznej, produkcji, składowania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych i promieniotwórczych, w tym rurociągi substancji niebezpiecznych. Chat GPT poproszony o napisanie tekstu, w którym znajdzie się informacja na temat systemów, w ramach których wyróżnia się obiekty IK, zaczyna kluczyć. Trudno jest uzyskać precyzyjną informację na temat systemów tworzących IK, dostajemy na wstępie ogólniki w rodzaju: „Infrastruktura krytyczna obejmuje różnorodne systemy i aktywa, które są niezbędne dla funkcjonowania społeczeństwa i gospodarki. Ich zakłócenie lub zniszczenie mogłoby mieć poważne skutki dla zdrowia, bezpieczeństwa, bezpieczeństwa ekonomicznego lub społecznego dobrobytu”. Ten paragraf oczywiście ma sporo sensu, ale wciąż ani ja, ani ewentualny czytelnik napisanego w ten sposób artykułu nie dostajemy odpowiedzi, jakie to systemy. Proszę o bardziej precyzyjną odpowiedź. Sztuczna inteligencja podpowiada, że kluczowymi systemami IK w Polsce będą: „energetyka, woda, żywność, transport, telekomunikacja i technologie informacyjne, zdrowie, finanse, bezpieczeństwo publiczne i zarządzanie kryzysowe, administracja publiczna, chemia i materiały niebezpieczne”. Jest w tym nieco racji, bo te obszary pokrywają się mniej więcej (to kluczowe słowo) z istniejącymi systemami IK, ale tę samą odpowiedź uzyskałam zadając pytanie o systemy IK w USA i UK. Każde z trzech państw ma nieco inną liczbę systemów zaliczanych do IK. Ponadto lista 11 systemów IK funkcjonujących w Polsce jest jawna i łatwa do znalezienia i nieco dziwi, że algorytm jej nie znalazł i nie umieścił tej informacji w tekście.

### Definicja IK w polskim prawie

Po drugie, poprosiłam AI o krótki tekst o infrastrukturze krytycznej, który zawierałby definicję IK w polskim prawie. Jako podstawę prawną ww. narzędzie najpierw wskazało Ustawę o działaniach antyterrorystycznych z dnia 10 czerwca 2016 (ciepło, ciepło...), a potem Ustawę o zarządzaniu kryzysowym z dnia 26 kwietnia 2007 (bingo!), przytaczając w miarę logiczną, choć stylistycznie chropowatą ustawową definicję IK. Takie postępowanie o tyle dziwi, że Chat GPT mógł ją po prostu podać w oryginalnym brzmieniu. W następnej

części, niepytane, narzędzie wymieniło sektory IK: „W ramach infrastruktury krytycznej w Polsce wyróżnia się następujące sektory i podsektory:

- Energetyka: obejmuje produkcję, przesył, dystrybucję i dostawę energii elektrycznej, gazu, ciepła oraz paliw płynnych i gazowych.
- Telekomunikacja i technologie informacyjne: dotyczy sieci telekomunikacyjnych, systemów informatycznych, usług internetowych i danych.
- Woda: obejmuje zaopatrzenie w wodę do picia, gospodarkę ściekową oraz zapory i inne infrastruktury wodne.
- Transport: dotyczy transportu drogowego, kolejowego, lotniczego, morskiego oraz infrastruktury pomocniczej, takiej jak lotniska, porty, dworce.
- Żywność: obejmuje produkcję, przetwarzanie i dystrybucję żywności.
- Zdrowie: dotyczy opieki zdrowotnej, w tym szpitali, laboratoriów, banków krwi i innych instytucji medycznych.
- Finanse: obejmuje sektor bankowy, rynki finansowe, ubezpieczenia oraz inne usługi finansowe.



Zaufanie Chatowi GPT w 100 procentach może się skończyć poważną kompromitacją

- Administracja publiczna i usługi rządowe: dotyczy organów administracji centralnej i samorządowej, służb ratowniczych, porządkowych i bezpieczeństwa publicznego.
- Przemysł chemiczny i farmaceutyczny: obejmuje produkcję, przechowywanie i dystrybucję substancji chemicznych i farmaceutycznych.
- Przestrzeń kosmiczna: dotyczy infrastruktury i usług związanych z przestrzenią kosmiczną, w tym satelitów i stacji naziemnych”.

Interesujące, ale niestety wiedza sztucznej inteligencji nie pokrywa się ze stanem prawnym aktualnie obowiązującym w wielu kwestiach. Wśród systemów tworzących IK znajdziemy co prawda system zaopatrzenia w wodę, ale żaden z aktów prawnych nie wymienia gospodarki ściekowej.

Kosmos, jako IK, to wciąż pieśń przyszłości. Podobnych nieścisłości jest więcej. Postanowiłam jednak narzędziu dać szansę i zapytałam wprost, czy mój pomocnik jest pewien, że przestrzeń kosmiczna figuruje w wykazie systemów infrastruktury krytycznej. Oto odpowiedź: „Przepraszam za wprowadzenie w błąd. Moje poprzednie stwierdzenie odnośnie sektora przestrzeni kosmicznej jako części infrastruktury krytycznej w Polsce było nieprecyzyjne. [...] Infrastruktura

krytyczna, zgodnie z polskim prawem, koncentruje się na obszarach bezpośrednio wpływających na funkcjonowanie państwa i życie jego obywateli. Choć działania w przestrzeni kosmicznej mogą mieć wpływ na inne sektory infrastruktury krytycznej, jak telekomunikacja (poprzez satelity) czy bezpieczeństwo narodowe, nie jest ona zazwyczaj klasyfikowana jako odrębny sektor w polskich regulacjach dotyczących infrastruktury krytycznej. Dziękuję za zwrócenie uwagi na ten aspekt i przepraszam za ewentualne zamieszanie”.

Proszę. Ale nie tak to powinno wyglądać.

### Kto koordynuje ochronę IK?

Po trzecie, poprosiłam AI o tekst, który by wyjaśniał, kto koordynuje ochronę IK w RP. Pytanie zadałam tym razem w języku angielskim. Dostałam całkiem sensowną odpowiedź, którą przytaczam w tłumaczeniu: „Rządowe Centrum Bezpieczeństwa (RCB): RCB wspiera premiera w zadaniach związanych z bezpieczeństwem narodowym, w tym w zarządzaniu sytuacjami kryzysowymi. Koordynuje działania między różnymi podmiotami rządowymi i sektorami, aby zapewnić kompleksowe podejście do ochrony infrastruktury krytycznej”. Tym razem AI nie musiała przeproszać za nieaktualne informacje. Zagadnienie zostało ponadto rozwinięte o udział Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, ministrów-koordynatorów poszczególnych systemów oraz władze samorządowe.

### Liczba obiektów IK

Po czwarte, uznałam, że warto zapytać o konkretne dane liczbowe dotyczące IK. Poprosiłam Chat GPT o podanie liczby obiektów znajdujących się na tzw. jednolitym wykazie obiektów, instalacji, urządzeń i usług wchodzących w skład infrastruktury krytycznej, czyli – w praktyce liczbę obiektów IK. I tu dostałam satys-

fakcjonującą mnie odpowiedź: „Dokładna liczba obiektów klasyfikowanych jako infrastruktura krytyczna nie jest publicznie dostępna ze względów bezpieczeństwa i może być przedmiotem zmian w ramach aktualizacji narodowych strategii bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego. W celu uzyskania najbardziej aktualnych i szczegółowych danych zaleca się kontakt z Rządowym Centrum Bezpieczeństwa lub odpowiednim Ministerstwem”. Całkiem sensowna odpowiedź. Ustawa mówi wyraźnie, że wykaz ma charakter niejawnny. Co prawda Chat GPT założył, że pytający wie, co oznacza sformułowanie „odpowiednie ministerstwo”. Zapewne chodziło o koordynatora systemu IK, ale tego nam już AI nie odpowiedziało.

Po szóste, byłam ciekawa, jak narzędzie zareaguje na inaczej sformułowane pytanie, dlatego poprosiłam o krótki tekst wyjaśniający, jaka instytucja jest najważniejsza w ochronie polskiej infrastruktury krytycznej. Tutaj AI poradziła sobie naprawdę dobrze: „W Polsce ochrona infrastruktury krytycznej jest zadaniem wielu instytucji, jednak jedną z kluczowych ról odgrywa Rządowe Centrum Bezpieczeństwa (RCB). RCB jest odpowiedzialne za koordynację działań na poziomie krajowym dotyczących zarządzania kryzysowego, a także za współpracę z innymi organami państwowymi i podmiotami sektora prywatnego w zakresie ochrony infrastruktury krytycznej. RCB współpracuje z ministerstwami odpowiedzialnymi za poszczególne sektory infrastruktury krytycznej, takimi jak Ministerstwo Energetyki, Ministerstwo Cyfryzacji, Ministerstwo Zdrowia, czy Ministerstwo Infrastruktury, a także z Agencją Bezpieczeństwa Wewnętrznego (ABW), która zajmuje się aspektami związanymi z cyberbezpieczeństwem i ochroną przed terroryzmem. Oprócz RCB, istotną rolę odgrywają również lokalne jednostki samorządu terytorialnego, które są odpowiedzialne za zarządzanie kryzysowe na poziomie lokalnym, w tym za ochronę infrastruktury krytycznej znajdującej się na ich terenie. Ochrona infrastruktury krytycznej w Polsce jest więc zadaniem złożonym, wymagającym koordynacji działań wielu instytucji publicznych i prywatnych. RCB pełni w tym systemie rolę koordynującą i nadzorczą, będąc jednocześnie głównym punktem kontaktowym w sytuacjach kryzysowych na poziomie krajowym”.

I wszystko byłoby dobrze, gdyby nie występujące w tekście Ministerstwo Energetyki... Zapytałam Chat GPT, czy jest absolutnie pewien, że w Polsce istnieje Ministerstwo Energetyki? Zreflektował się dość szybko: „Przepraszam za błąd w mojej poprzedniej odpowiedzi. Na dzień mojej ostatniej aktualizacji w kwietniu 2023 roku, struktura ministerialna w Polsce uległa zmianom, a zadania związane z energetyką zostały włączone do kompetencji innych ministerstw. Wcześniej istniało Ministerstwo Energetyki, jednak w ramach restrukturyzacji administracji rządowej, jego obowiązki mogły zostać przekazane innym jednostkom, takim jak Ministerstwo Klimatu i Środowiska lub Ministerstwo Aktywów Pań-

#### SZTUCZNA INTELIGENCJA

ma lepsze i gorsze momenty – potrafi wybrać z trudnego pytania i przygotować kilkudziesięciu wypowiedź, innym razem popełnia poważne błędy merytoryczne



Fot. 123rf



stwowych, które przejęły sprawy związane z sektorem energetycznym, polityką klimatyczną i zarządzaniem państwowymi zasobami energetycznymi”.

Czyli jednak wiedział, ale zapomniał... No właśnie. Gdy korzystasz ze sztucznej inteligencji, co chwilę musisz mówić: „sprawdzam”. I dokładnie takie przekonanie towarzyszyło mi od pierwszych godzin eksperymentu.

### Cyberataki w USA

Po siódme, poprosiłam AI o krótki artykuł na temat cyberataków na amerykańską infrastrukturę krytyczną. Interesowała mnie przede wszystkim ich skala i bezpośrednie skutki. Odpowiedź dostałam mało satysfakcjonującą: „W 2023 roku Stany Zjednoczone były świadkami kilku znaczących cyberataków, które uderzyły w kluczowe sektory infrastruktury krytycznej, takie jak energetyka, wodociągi i systemy finansowe. Te ataki nie tylko sparaliżowały operacje poszczególnych instytucji, ale także wywarły wpływ na codzienne życie obywateli. Jednym z najbardziej znaczących incydentów był atak na sieć energetyczną, który spowodował przerwy w dostawie prądu w kilku dużych miastach, wpływając na miliony osób. Inne ataki dotyczyły wycieku danych osobowych z bazy ubezpieczeń zdrowotnych i zakłóceń w działaniu systemów komunikacji awaryjnej”. Magiczne słowa: „kilku znaczących”, „kluczowe sektory”, w „kilku dużych miastach”. Brak daty, lokalizacji, nazwy przedsiębiorstwa, bezpośrednich i pośrednich skutków ataku. Czy z tego paragrafu dowiadujemy się czegoś znaczącego? Dalej czytamy: „Analiza tych incydentów ujawniła, że wiele organizacji nie przestrzegało najlepszych praktyk w zakresie cyberbezpieczeństwa, co otworzyło drzwi dla atakujących. [...] Reakcja na cyberataki w 2023 roku była zróżnicowana, obejmująca zarówno natychmiastowe działania naprawcze, jak i długoterminowe strategie wzmocnienia cyberbezpieczeństwa. Władze federalne i stanowe wdrożyły środki awaryjne, aby przywrócić usługi i zabezpieczyć sieci przed dalszymi atakami. Ponadto zwiększono inwestycje w narzędzia do wykrywania i zapobiegania cyberzagrożeniom, a także w edukację i szkolenia z zakresu cyberbezpieczeństwa”.

Miałam już dosyć, podobnie jak – zapewne – inni czytelnicy takich ogólników i poprosiłam o artykuł na temat konkretnych cyberataków w USA. Odpowiedź mocno rozczarowuje. „Zgromadzenie szczegółowych informacji o konkretnych cyberatakach na infrastrukturę krytyczną w USA w 2023 roku wymaga dokładnego przeglądu i analizy przypadków. Chociaż nie mogę przeglądać bieżących wiadomości ani baz danych w czasie rzeczywistym, mogę stworzyć przykładowe scenariusze oparte na trendach i znanych atakach z przeszłości, aby zilustrować potencjalne incydenty i ich konsekwencje. Pamiętaj, że poniższe przykłady są fikcyjne i mają na celu wyłącznie zobrazowanie, jak mogły wyglądać raporty o cyberatakach w 2023 roku”. Jasne, nie wie, ale może wymyślić. Na pewno

skorzystam. Gdybym jednak jakimś cudem potrzebowała tych fikcyjnych scenariuszy, to i tak jakoś materiału nie zachwyca. „Przejęcie kontroli nad systemami nawigacyjnymi w transporcie morskim; el: Systemy nawigacyjne statków i portów; Metoda: Ataki cybernetyczne na oprogramowanie nawigacyjne; Skutki: zakłócenia w żegludze, ryzyko kolizji, wpływ na handel międzynarodowy; Atak na sieci dystrybucji gazu ziemnego; Cel: systemy kontroli i dystrybucji gazu; Metoda: wykorzystanie luk w zabezpieczeniach sieci przemysłowych; Skutki: zakłócenia w dostawach gazu, wzrost cen energii, wpływ na ogrzewanie domów i przedsiębiorstw”. Trzeba by poświęcić sporo czasu, by z tych wyimków napisać coś sensownego.

\*\*\*

Do artykułu wybrałam przykłady pokazujące, że sztuczna inteligencja ma lepsze i gorsze momenty. Potrafi wybrnąć z trudnego pytania i przygotować składną i logiczną kilkuzdaniową wypowiedź. Z drugiej strony przyłapałam Chat GPT na kilku bardzo poważnych błędach merytorycznych, absolutnie niedopuszczalnych. Zaufanie temu narzędziu w 100 procentach może się skończyć poważną kompromitacją. Pisząc w ten sposób cokolwiek o infrastrukturze krytycznej trzeba – co podkreśliłam wcześniej – co chwilę mówić „sprawdzam!”. A nie tego czytelnik oczekuje po specjalistycznej publikacji z zakresu infrastruktury krytycznej.

”

Wiedza sztucznej inteligencji nie pokrywa się ze stanem prawnym aktualnie obowiązującym w wielu kwestiach

Za podsumowanie eksperymentu niech posłuży zdanie, które widzi każdy użytkownik Chata GPT. „ChatGPT can make mistakes. Consider checking important information” [ChatGPT może popełniać błędy. Rozważ sprawdzenie ważnych informacji]. Od siebie dodałabym: „Póki co jesteś w stanie zrobić to lepiej”.

Jeśli „pomoc” sztucznej inteligencji polega na tym, że nie dość, że każdą informację muszę zweryfikować, to jeszcze przygotować się na dokonywanie poważnych poprawek w tekście, to chyba jednak wołałabym taki tekst napisać od początku samodzielnie.

Czy jakkolwiek redakcja zatrudniłaby branżowego dziennikarza, który ma braki w wiedzy? Co prawda umie przeprosić, ale zdarzają mu się wpadki... Czy czytelnicy zaakceptowałyby fakt, że specjalistyczne artykuły mogą zawierać błędy? Jak długo funkcjonowałoby czasopismo, które nie daje 100% wiarygodności swojego profesjonalizmu? Czytelników pozostawiam z tym retorycznym pytaniem. ■

# MIKROORGANIZMY W PROCESIE UZDATNIANIA WODY

przeznaczonej do spożycia przez ludzi

dr inż. Iwona Lasocka-Gomuła

starszy technolog ds. produkcji wody, Aquanet S.A.

Rozwój przemysłu farmakologicznego oraz gwałtowny wzrost wykorzystania tworzyw sztucznych spowodował występowanie w wodach powierzchniowych nowych, często toksycznych substancji chemicznych. Jak w procesie uzdatniania wody mogą pomóc zawarte w niej mikroorganizmy?

**D**ziałalność człowieka powoduje nieodwracalne zjawiska w środowisku naturalnym, które obserwujemy poprzez zmiany klimatu. Substancje antropogenne oznaczane są w glebie (np. pestycydy, herbicydy), powietrze zawiera szereg nowych niezidentyfikowanych związków chemicznych, a także ponadnormatywną ilość dwutlenku węgla. Patrząc na jakość i ilość wody na świecie, która krąży w naturalnym obiegu, rzeki, morza i oceany

są narażone na wzrastający stopień zanieczyszczeń wynikający np. z kwaśnych opadów atmosferycznych.

Do wód płynących spływają również wody gruntowe, filtrujące przez gleby orne, wraz z rozpuszczonymi związkami chemicznymi; stanowią one też odbiór ścieków oczyszczonych.

Na liście obserwacyjnej dyrektywy 2020/2184 umieszczone zostały nowe parametry, między innymi: WWA, pestycydy, farmaceutyki oraz mikroplastik, które dotąd



nie były badane w wodach surowych i uzdatnionych [1]. Rozwój przemysłu farmakologicznego oraz gwałtowny wzrost wykorzystania tworzyw sztucznych spowodował występowanie w wodach powierzchniowych nowych, często toksycznych substancji chemicznych. Zatem możemy zadać sobie pytanie: czy nadal jest możliwe, żeby procesy samooczyszczania radziły sobie z taką ilością niepożądanych substancji? Jeśli działalność człowieka nie dostarczałaby tak dużego ładunku zanieczyszczeń, to przy pomocy mikroorganizmów obecnych w środowisku wodnym utrzymywałyby się równowaga, a jakość wód nie budziłaby zastrzeżeń.

### Mikroorganizmy w wodach ujmowanych

W każdym rodzaju wód ujmowanych występują bakterie, a zadaniem producentów wody jest ich skuteczna eliminacja. Rozwój inżynierii spowodował stosowanie technologii dedykowanych stacjom uzdatniania wody, co pozwala na produkcję wody i eliminację nie tylko zanieczyszczeń fizykochemicznych, ale również bakteriologicznych. Te ostatnie dzielimy na bakterie chorobotwórcze i te, których naturalnym środowiskiem jest woda, i które zaliczane są do szerokiej grupy bakterii heterotroficznych, czyli mikroorganizmów cudzożywnych odżywiających się związkami organicznymi i nieorganicznymi. Zasadniczo wyróżnia się trzy grupy badanych bakterii: bakterie psychrofilne (zimnolubne), mezofilne (rozwijające się w umiarkowanych temperaturach) i termofilne (ciepłolubne). Czynnikiem decydującym o przynależności do danej grupy jest temperatura wzrostu, która w każdej grupie waha się w przedziale minimalnym, optymalnym i maksymalnym. Mikroorganizmy psychrofilne potrafią dobrze się czuć w temperaturze równej 0°C, ale także w 40°C. Ich szerokie rozpowszechnienie i wysoka liczebność wynika z faktu, że ponad 80% powierzchni Ziemi (a w przypadku mórz i oceanów – ponad 70% powierzchni) ma temperaturę niższą od 5°C.

Liczebność mikroorganizmów zależy głównie od pory roku, ale również od zawartości związków organicznych w środowisku wodnym. Dla przykładu, bakterie z rodzaju *Pseudomonas* spotykane w wodach płynących rosną w zakresie temperatur 7°, 30° i 42°C. W środowisku naturalnym, w zbiornikach wody rzecznej, głównym zanieczyszczeniem [2] są bakterie psychrofilne w liczbie 99,8 x 106 jtk/1ml. Rozwijają się w temperaturze od 4° do 20°C.

Wody podziemne są praktycznie pozbawione bakterii patogennych [3]. Nie można jednak stwierdzić, że są całkowicie wolne od drobnoustrojów [4]. Zawierają bowiem mikroorganizmy, które towarzyszą takim pierwiastkom jak siarka, azot, żelazo, mangan oraz bakterie uczestniczące w przemianach związków organicznych. W wyniku zachodzących przemian hydrogeochemicznych w wodach podziemnych możemy oznaczyć bakterie żelaziste, manganowe, siarkowe, nitryfikacyjne, denitryfikacyjne oraz metanowe. Trudne warunki, jakie panują w warstwie wodonośnej,

### ROLA BAKTERII W ŚRODOWISKU:

- stanowią główne ogniwo łańcucha pokarmowego,
- odpowiadają za produkcję pierwotną, krążenie pierwiastków biogenych w przyrodzie,
- kontrolują wiele procesów geobiologicznych,
- degradować materię organiczną,
- mineralizują zanieczyszczenia,
- są organizmami wskaźnikowymi.

czyli brak światła, temperatura wahająca się w niskim przedziale zmian, często niewielkie ilości substancji odżywczych oraz śladowe ilości tlenu ograniczają rozwój drobnoustrojów do nielicznej liczby gatunków [5].

Wody infiltracyjne, pozyskane w wyniku naturalnej lub sztucznie wymuszonej migracji, której źródłem są wody powierzchniowe po filtracji przez utwory przepuszczalne, piaszczysto-żwirowe, nabierają cech wody podziemnej [5, 6, 7]. Pod względem zanieczyszczeń bakteriologicznych, w wodach infiltracyjnych mogą występować mikroorganizmy zarówno typowe dla wód powierzchniowych, jak i podziemnych. Liczba bakterii w wodach infiltracyjnych jest mniejsza w porównaniu z wodami powierzchniowymi i wynosi średnio 13,3 x 10<sup>4</sup> jtk/1ml [2].

”

Wymianę złoża filtracyjnego w filtrach pospiesznych należy realizować każdego roku, by nie dopuścić do sytuacji, w której prowadzona wymiana obejmować będzie więcej niż 25% powierzchni filtracyjnej

Bakterie psychrofilne, naturalnie występujące w wodach ujmowanych, wspomagają procesy samooczyszczania. Ich obecność w środowisku odgrywa coraz większe znaczenie dzięki wielu unikatowym właściwościom, które mogą być wykorzystywane na przykład w uzdatnianiu skażonych środowisk lub w likwidacji toksycznych odpadów w zimnym i umiarkowanym klimacie. Ponadto drobnoustroje mogą być producentami różnorodnych użytecznych biomolekuł, w tym produktów mikrobiologicznych, z których najcenniejsze dla przemysłu biotechnologicznego to niewątpliwie enzymy – swoiste molekularne narzędzia służące do wytwarzania szerokiego asortymentu rozmaitych cennych substancji.

Najważniejsze funkcje bakterii w środowisku pokazano w ramce.





#### ORGANIZMY WSKAŹNIKOWE

Psychrofile, czyli organizmy wskaźnikowe określone jako ogólna liczba kolonii bakterii w 22°C, po (68 ± 4)h są użyteczne dla oceny jakości ujmowanej wody podziemnej, infiltracyjnej i powierzchniowej

Fot. 123rf

Ostatnia wymieniona funkcja mikroorganizmów (są organizmami wskaźnikowymi) odgrywa duże znaczenie w produkcji wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Psychrofile, czyli organizmy wskaźnikowe określone jako ogólna liczba kolonii bakterii w 22°C, po (68 ± 4)h są użyteczne dla oceny jakości ujmowanej wody podziemnej, infiltracyjnej i powierzchniowej. Ich liczebność pozwala ocenić skuteczność zachodzących procesów jednostkowych uzdatniania wody, takich jak: koagulacja, filtracja przez złoża piaskowe czy węgla aktywnego oraz proces ozonowania i dezynfekcji. Są również wskaźnikiem czystości całego systemu dystrybucji wody. Każdy nagły wzrost liczby kolonii bakterii psychrofilnych może być sygnałem, nawet wczesnym ostrzeżeniem, o zachodzących zmianach w całym łańcuchu dostaw, dlatego niektórzy technolodzy nazywają je bakteriami zmian.

#### Technologia uzdatniania wód podziemnych i infiltracyjnych

Pierwszy stopień uzdatniania wód podziemnych i infiltracyjnych opiera się przede wszystkim na technologiach napowietrzania i filtracji wody, które stanowią zintegrowany system wykorzystujący naturalne procesy, na pozór proste i niewymagające. W praktyce istnieje szereg czynników, które wpływają na prawidłowy przebieg zachodzących mechanizmów, uwarunkowanych dobrze określonymi założeniami projektowymi wynikającymi z jakości wody poddawanej uzdatnianiu.

Celem procesu filtracji dla wód podziemnych i infiltracyjnych jest eliminacja związków żelaza i manganu wspomagana procesami katalitycznymi oraz biologicznymi dzięki obecności bakterii nitryfikacyjnych, żelazistych i manganowych [8, 9, 10]. Praktyka wodociągowa potwierdza, że każdego dnia

warunki filtracji ulegają zmianie (wydajność obiektu, temperatura, skład jakościowy wody), a procesy odmanganiania i odżelaziania zachodzą z taką samą efektywnością. Dzieje się tak dzięki wspomagananiu procesów utlenienia żelaza i manganu bakteriami obecnymi w złożu filtracyjnym. Mikroorganizmy odpowiedzialne za procesy biologiczne, które katalizują utlenienie związków żelaza, to: *Gallionella*, *Leptothrix*, *Siderococcus* i *Pseudomonas* [9], natomiast w usuwaniu manganu biorą udział: *Sphaerotilus*, *Leptothrix*, *Pseudomonas*, *Citrobacter*, *Metallogenium* oraz *Gallionella*. Aktywność obu grup bakterii zależy od pH i temperatury wody [9].

Ponadnormatywne ilości związków manganu do niedawna charakteryzowały tylko jakość wód podziemnych i infiltracyjnych. Obecnie coraz częściej spotyka się ten pierwiastek w wodach powierzchniowych przeznaczonych do uzdatniania (sztuczne zbiorniki, jeziora). Producenci wody do picia zgłaszają problemy eksploatacyjne wynikające ze zmiennych zawartości związków manganu, związanych z sezonowością ujmowanej wody (wysoka temperatura powietrza zwiększa parowanie wody w miesiącach wiosenno-letnich). Brak przystosowania technologii w stacji uzdatniania do eliminacji manganu z wody powoduje, że pierwiastek ten wytrąca się w sieci wodociągowej w postaci tlenku manganu (IV), co wywołuje niezadowolenie odbiorców z uwagi na nieakceptowalne zabarwienie wody [11]. Należy zaznaczyć, że początek wytrącania manganu może zachodzić w drenażu filtracyjnym jeśli złoża filtracyjne nie jest w pełni zaktywowane, czyli gotowe do eliminacji tego pierwiastka z wody.

Literatura przedmiotu szeroko opisuje przebieg procesów odmanganiania i odżelaziania zachodzących w złożu filtracyjnym, które wspomagane są procesami biologicznymi. Problemy jednak pojawiają się, kiedy

w stacji uzdatniania zachodzi potrzeba wymiany złoża na nowe. Producenci wody, chcąc zachować reżim eksploatacyjny i prawidłową jakość wody, wymieniają złożo ze względu na utratę porowatości ziaren piasku, co wynika z intensywnego wytracania się związków żelaza i manganu na ziarnach kwarcu. Świeże, niewpracowane złożo, nie ma na powierzchni ziaren powłok, które są odpowiedzialne za przebieg procesów katalitycznych. Wydawałoby się, że nie ma możliwości, żeby w świeżym złożu rozwijały się mikroorganizmy, osiągając bardzo wysokie wartości.

Trudno wytłumaczyć występowanie bakterii psychrofilnych w wodzie po filtracji przez świeże złożo kwarcowe. Co jest impulsem dla mikroorganizmów do ich szybkiego rozwoju, który w konsekwencji doprowadza do ich niespotykanej wysokiej liczebności w wodzie uzdatnionej? To problem wielu producentów wody, który – jak wynika z doświadczenia eksploatacyjnego – po 2-3 miesiącach samoczynnie mija. Można przyjąć, że impulsem do uruchomienia procesu namnażania komórek bakteryjnych może być świeże złożo i brak jakiegokolwiek konkurencji ze strony innych drobnoustrojów, a zatem brak wykształconej błony biologicznej w filtrze, co powoduje powstanie niszy środowiskowej [12,13]. Ów brak konkurencji zostaje wykorzystany przez bakterie psychrofilne, które natychmiast dążą do utworzenia własnego ekosystemu.

W celu uzyskania redukcji stężenia manganu w wodzie, by uniknąć ponadnormatywnych stężeń tego pierwiastka w wodzie kierowanej do sieci dystrybucyjnej, stosuje się różne metody zapobiegawcze. Jednym ze sposobów umożliwiających skuteczne przyspieszenie procesu odmanganiania podczas prowadzenia prac modernizacyjnych filtrów pospiesznych w stacji uzdatniania wód podziemnych i infiltracyjnych jest wprowadzenie „aktywnego” złoża, czyli warstwy starego, wpracowanego materiału filtracyjnego pobranego z pracującego filtra, co umożliwia szybkie przywrócenie aktywności katalitycznej i mikrobiologicznej całego materiału filtracyjnego. Wprowadzenie do układu warstwy filtracyjnej z dobrze rozwiniętym biofilmem wypełnia niszę, ustala się równowaga w układzie i następuje obniżenie liczby wolnych bakterii w wodzie opuszczającej filtr. Sytuacja związana z utratą kontroli nad rozwojem bakterii może pojawić się zawsze podczas wymiany złożów filtracyjnych, a to z kolei powoduje pogorszenie jakości wody w systemach dystrybucji. Najlepszym rozwiązaniem ograniczającym zmiany jakości wody uzdatnianej powodowane działaniami modernizacyjnymi związanymi z wymianą złożów filtracyjnych, wydaje się być planowanie cyklicznej wymiany złożów, w ustalonych odstępach czasowych. Wówczas drobnoustroje, odporne na działanie środków dezynfekcyjnych, masowo nie przechodzą do wody do picia. Podczas tego typu działań eksploatacyjnych priorytetem winno być dążenie do zachowania rów-

nowagi liczebności mikroorganizmów oznaczanych w temperaturze 22°C wody poddawanej dezynfekcji.

Takie działania eksploatacyjne, polegające na wymianie materiału filtracyjnego, realizuje każdy wodociąg (mały, oparty na filtrach ciśnieniowych, i duży, posiadający otwarte filtry pospieszne). W każdym przypadku dochodzi do namnażania bakterii psychrofilnych, które potrafią skomplikować rozruchy technologiczne.

”

Podczas rozruchu technologicznego w filtracji obecne będą bakterie psychrofilne, które mogą powodować zmiany jakości wody kierowanej do sieci wodociągowej

W nowych materiałach filtracyjnych nie ma wytworzonej błony biologicznej, a obecność bakterii psychrofilnych uruchamia w eksploatacjach myślenie o dezynfekcji złoża. Nic bardziej mylnego! Dezynfekcja złożów konieczna jest w pierwszym etapie wyłącznie do eliminacji bakterii wskaźnikowych (*E-coli*, grupy coli i enterokoki kałowe). Im więcej środka dezynfekcyjnego, tym bardziej utrudnione jest tworzenie „pożytecznej” błony biologicznej w złożu, która stanowi naturalną barierę i miejsce zasiedlania bakterii wykorzystywanych w procesach biologicznych do usuwania m.in. żelaza i manganu. Podczas uruchamiania filtrów pospiesznych po zasypaniu świeżym złożem należy dobrać odpowiednią dawkę dezynfektanta do wody przefiltrowanej, a nie prowadzić dezynfekcję złoża, co powoduje, że ciągle niszczymy budującą się błonę biologiczną w materiale filtracyjnym.

\*\*\*

Działania związane z wymianą złoża filtracyjnego w filtrach pospiesznych należy realizować cyklicznie każdego roku, by nie dopuścić do sytuacji, w której prowadzona wymiana obejmować będzie więcej niż 25% powierzchni filtracyjnej. Podczas rozruchu technologicznego w filtracji obecne będą bakterie psychrofilne, które mogą powodować zmiany jakości wody kierowanej do sieci wodociągowej. Należy po przeprowadzeniu dezynfekcji złoża (i uzyskaniu jego czystości bakteriologicznej w zakresie parametrów wskaźnikowych) dążyć do szybkiego wytworzenia błony biologicznej w materiale filtracyjnym, ograniczając płukanie do minimum w pierwszej etapie pracy filtrów. W celu przyspieszenia uzyskania skuteczności procesu odmanganiania oraz odżelaziania, a także

uaktywnienia budowy biofilmu w złożu, można do filtrów wprowadzić warstwę wpracowanego złoża o miąższości ok. 40 cm, przeniesionego z innych pracujących filtrów. W ten sposób rozpocznie się adhezja komórek osiadłych do ziaren złoża i nastąpi ich kolonizacja, a w dalszym etapie utworzy się błona biologiczna, której formowanie może być kontrolowane oznaczeniami liczebności bakterii psychrofilnych w filtracji (spadek liczby bakterii będzie wskazywał na wykształcenie błony w złożu).

Bakterie psychrofilne są czułe na wszelkie zmiany zachodzące w łańcuchu dostaw wody, wywołane działaniami eksploatacyjnymi, modernizacyjnymi lub incydentalnymi, a zmiana liczebności ogólnej liczby bakterii oznaczanych w temperaturze (22±2)°C w fazie wodnej sygnalizuje zmianę panujących warunków, zakłócenie homeostazy układu. Przywrócenie i/lub ustalenie się nowej równowagi w systemie zaopatrzenia, poza wprowadzeniem działań zaradczych, wymaga czasu.

#### Literatura

- [1] de Souza R.M.; Seibert D.; Quesada H.B.; de Bassetti F.; Fagundes-Klen M.R.; Bergamasc R.; Occurrence impacts and general aspects of pesticides in Surface water: a review, Process Safety and Environmental Protection, 2020, 135
- [2] Grabińska-Łoniewska A.; Siński E.: Mikroorganizmy chorobotwórcze i potencjalnie chorobotwórcze w ekosystemach wodnych i sieciach wodociągowych, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. Z o.o., Warszawa 2010.
- [3] Maciośczyk, A.; Hydrogeochemia, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1987.
- [4] Spadowska S.; Danielak K.; Ziemkowski A.; Metodyka bakteriologiczna badania wód podziemnych i gruntów, Wyd. Geologiczne, Warszawa, 1979.
- [5] Redakcja Naukowa Dymaczewski Z.; Sozański M.M.; Wodociągi i kanalizacja w Polsce tradycja i współczesność, Polska Fundacja Ochrony Zasobów Wodnych Bydgoszcz, 2002.
- [6] Kowal A.L.; Świdarska-Bróz M.; Oczyszczanie wody, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Wrocław, 2023.
- [7] Górski J.; Dragon K.; Kruc-Fijałkowska R.; Matusiak M.; Assessment of river water infiltration conditions based on both chloride mass-balance and hydrogeological setting: the Krajkowo riverbank filtration site, Geologos, 2021, 27(1), 35-41.
- [8] Redakcja Naukowa Nawrocki J.; Uzdatnianie wody. Procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne, Wydawnictwo Naukowe UAM, Wydawnictwo Naukowe PWN: Poznań-Warszawa 2010.
- [9] Guchi E.; Review on Slow Sand Filtration in Removing Microbial Contamination and Particles from Drinking Water; American Journal of Food and Nutrition, 2015, 3 (2), 47-55.
- [10] Water treatment handbook; Degrémont, Rueil-Malmaison Cedex, France, 2017.
- [11] Khadse G.K.; Patni P.M.; Labhasetwar P.K.; Removal of iron and manganese from drinking water supply, Sustainable Water Resources Management, 2015, 1, 157-165.
- [12] Douterelo I.; Sharpe R.; Husband S.; Fish K.E.; Boxall J.B.; Understanding microbial ecology to improve management of drinking water distribution systems, FOCUS ARTICLE, Wires Wate, 2018, 6, 132.
- [13] Hemdam B.A.; El-Taweel G.E.; Goswami P.; Pant D.; Sevdam S.; The role of biofilm in the development and dissemination of ubiquitous pathogens in drinking water distribution systems: an overview of surveillance, outbreaks, and prevention, World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2021, 37-36. ■

REKLAMA

 kierunekwodkan.pl

**NIE LEJEMY**  
wody

W GRUPIE PORTALI  






# TEDOM



**50+**

krajów  
eksportowych

**60+**

typów  
jednostek  
kogeneracyjnych

**2300+**

MW zainstal.  
mocy el.

**10000+**

szt. wyprodukowanych  
jednostek  
kogeneracyjnych

**180+**

jednostek  
kogeneracyjnych  
sprzedanych w Polsce

## Kogeneracja

Skojarzona produkcja energii elektrycznej i ciepła

- Produkujemy oraz serwisujemy jednostki kogeneracyjne TEDOM - przyjazne dla środowiska oszczędne energetycznie urządzenia obniżające wydatki na energię, bazując również na własnych silnikach TEDOM.
- Jesteśmy światowym liderem w produkcji agregatów kogeneracyjnych zasilanych biogazem, gazem ziemnym i LPG.
- Nowością w ofercie firmy jest możliwość dzierżawy jednostek kogeneracyjnych oraz dostawy energii w modelu ESCO. Klient czerpie wszelkie korzyści wynikające z eksploatacji jednostki kogeneracyjnej, a finansowanie urządzenia w całości zapewniane jest przez TEDOM.

# WODA I PESTYCYDY

**Paweł Cieślak**

Dział Produkcji Wody, Wodociągi Ziemi Cieszyńskiej Sp. z o.o.

Jednym z klasycznych, do tej pory nierozwiązanych problemów branży wod-kan, od lat „zamiatanych pod dywan”, jest kwestia badania wody pod kątem zawartości w niej pestycydów.

**W** branży wodociągowej coraz częściej można wyczuć intensywne wyczekiwanie na lepsze czasy: bo podobno krajowy regulator zaczął zgadzać się na urealnienie taryf, bo możliwe, że taryfy będą ustalane na rok, a nie na trzy... Są również tacy, którzy liczą, że Dyrektywa 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi w końcu zostanie implem- towana. Tym bardziej, że pojawiły się (i zgasły) już trzy wersje projektu nowelizacji ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę, mające tę dyrektywę wprowadzić do krajowego obiegu. Inną kwestią jest dylemat, czy dyrektywa sama w sobie może przyczynić się do polepszenia sytuacji branży.

Zatem wszyscy mocno oczekujemy – że zaczniemy wychodzić „na prostą” po chudych latach lockdownów, złych wiadomości ze Wschodu, drożyzny i inflacji oraz legislacyjnych wstrząsów (np.: Prawo wodne z 2017 roku). Równocześnie wydaje się, że to stałe wyczekiwanie branży na pozytywne zmiany i lepsze czasy sprawiło, że utracono nieco czujność w kontekście tego co tu i teraz. Tego, co wydaje się już dawno

przepracowane i usystematyzowane. Tymczasem (przynajmniej w opinii autora) istnieją obszary, które tylko pozornie wyglądają na – jak to się niedawno przyjęło określać – „ogarnięte”. Sytuacja w niektórych aspektach działalności naszej branży wymaga bowiem głębszej refleksji i istotnych zmian. Zmian systemo- wych, kompleksowych i innego podejścia. Jednym z takich klasycznych problemów „zamiatanych od wielu lat pod dywan” jest kwestia badania wody pod kątem zawartości w niej pestycydów.

## Krótką historia pestycydów

Pestycydy. Tak zwyczajowo nazywamy wszelkie substancje używane do zwalczania niepożądanych organizmów. Ta definicja jest dosyć szeroka i mieszczą się w niej zarówno apteczne specyfiki przeciw wszawicy, wywar z pokrzyw na mszyce czy sławetne niebieskie granulki na ślimaki. Jednak w ogromnej większości zastosowań, tych profesjonalnych (nie do użytku do- mowego) i produkowanych na masową skalę, chodzi o syntetyczne substancje używane głównie w rolnictwie i sadownictwie. W zależności od celu ich zastosowania



możemy mówić o: herbicydach (zwalczają chwasty), insektycydach (środki owadobójcze) i jeszcze paru innych „-cydach”. Ta końcówka (cyd/cydy) jest tutaj dosyć istotna, ponieważ wskazuje na celowe uzyskanie efektu biobójczego, czyli eliminację jakiejś konkretnej grupy organizmów. W związku z tym, że ogromna większość pestycydów znajduje zastosowanie w produkcji roślinnej, przyjęło się zamiennie stosowanie słów „pestycydy” i „środki ochrony roślin” (ś.o.r.).

Środki ochrony roślin zaczęto produkować na masową skalę w połowie dwudziestego wieku. Pierwszym niekwestionowanym liderem był tu oczywiście pestycyd, a raczej konkretna substancja aktywna: 1,1-bis(4-chlorofenyl)-2,2,2-trichloroetan, czyli popularny DDT. W Polsce produkowany pod handlową nazwą Azotox/Azotoks w Zakładach Chemicznych Organika Azot od roku 1947. Światowa kariera DDT jest bardzo bogata. Środek, którego odkrywca w 1948 roku otrzymał Nagrodę Nobla, był szeroko stosowany podczas drugiej wojny światowej do zwalczania wszy i komarów wśród żołnierzy (tak dokładniej chodziło o walkę z dudem płamistym roznoszonym właśnie przez wszy oraz przeciwdziałanie panoszącej się – przy udziale komarów – malarii). Po wojnie nadeszły globalne sukcesy DDT w walce z malarią wśród ludności cywilnej. Równocześnie rolnictwo zaczęło stosować go bardzo chętnie przeciwko wielu rodzajom owadzych szkodników, w tym stonki ziemniaczanej.

W 1962 roku ukazała się słynna książka „Milcząca wiosna”, która przewróciła „stolik świetności” tego specyfiku. Oczywiście nie od razu, ale temat zaczął być szeroko dyskutowany zarówno w mediach, społeczeństwie, jak i w świecie naukowym. Kolejne badania przynosiły alarmujące informacje o potężnym negatywnym wpływie DDT na całe ekosystemy oraz poszczególne gatunki zwierząt i człowieka. Finalnie kolejne państwa zaczęły wycofywać ten produkt ze sprzedaży, w latach siedemdziesiątych dwudziestego wieku. Najpierw uczyniły to kraje skandynawskie, potem USA i w końcu inne, w tym Polska (choć niektórzy nadal go produkują).

Ogromny rozwój rolnictwa przemysłowego nie mógł sobie jednak pozwolić na pustkę w tym zakresie. Rolnictwo wielkoobszarowe coraz bardziej intensyfico-

wało produkcję, a właśnie z tego powodu, w przypadku monokultur, narażone było coraz bardziej na plagi różnorodnych szkodników zarówno w postaci owadów, jak i grzybów czy chwastów. Zaczęto więc szukać nie tylko zamienników DDT, ale również innych substancji w coraz nowszych zastosowaniach. Tym sposobem uruchomiono samonakręcającą się spiralę, która niczym tornado zmieniała uprawy i plantacje na całym świecie, uzależniając ich istnienie od wyścigu oprysków środkami ochrony roślin. Tym sposobem, pod „nasze strzechy”, czyli na pola i sady, zawitały kolejne substancje, takie jak: lindan, chlordan, toksafen, endosulfan, aldryna, endryna, dieldryna, chlorobenzeny, heptachlor etc. Historia pokazała, że „lek na DDT” okazał się jeszcze gorszy. Wprowadzane zamienniki nierzadko okazywały się jeszcze bardziej szkodliwe dla ekosystemów i ludzi, a ostatecznie okazało się, że większość z nich wykazuje się znaczną trwałością w środowisku. Trzeba tu podkreślić, że gdy w końcu zacznie się proces rozkładu danej substancji, jej metabolity mogą być równie szkodliwe jak substancja wyjściowa. Co więcej, substancje te wykazują zarówno zdolność przemieszczania się np. z wiatrem na znaczne odległości, deponowania w osadach rzek, jezior i mórz, kumulacji w tkankach zwierząt i przenikania do wód – zarówno tych powierzchniowych, jak i podziemnych.

Każde kolejne doniesienia badawcze mówiące o szkodliwości danej substancji będącej w powszechnym użyciu w zasadzie powodowały dalszy dynamiczny rozwój dostępnych na rynku asortymentów. Najczęściej w miejsce wycofywanej substancji wprowadzano kilka kolejnych.

Kończąc ten krótki rys historyczny należy nadmienić, że na przełomie pierwszej i drugiej dekady XXI wieku światowa roczna produkcja pestycydów przekroczyła 4 miliony ton i nadal wykazuje tendencję wzrostową! (Worldwide Pesticide consumption, <http://www.fao.org/faostat>).

### Woda i pestycydy w Polsce

Przejdźmy na nasze krajowe podwórko. Jak już wspomniano powyżej, produkcja DDT w Polsce trwała niespełna trzydzieści lat począwszy od roku 1947. W tym czasie skierowano na rynek i zużyto niecałe



50 tysięcy ton tego pestycydu. Kulminacja produkcji przypadła na rok 1964, kiedy to wytworzono niespełna 4 tysiące ton (Falandysz i inni, DDT i jego metabolity w rybach w Zatoce Gdańskiej, 1999). Należy podkreślić, że rok później, czyli w 1965 roku, zaczęto w Polsce również produkować lindan, który wytwarzano do roku 1982. Roczna produkcja technicznego HCH (lindan – jeden z jego izomerów) sięgała 4 tysiące ton rocznie, co przekładało się na produkcję około 300 ton czystego lindanu na rok oraz na o wiele większą produkcję odpadów (Główny Instytut Górnictwa, materiały z projektu Lindanet, 2020).

”

Na przełomie pierwszej i drugiej dekady XXI wieku światowa roczna produkcja pestycydów przekroczyła 4 miliony ton i nadal wykazuje tendencję wzrostową

Od tamtych czasów (nazwijmy ich umownie latami DDT i lindanu) następował dalszy rozwój rynku polegający na produkcji lub imporcie kolejnych pestycydowych produktów. Aktualnie ich sprzedaż jest w naszym kraju (powszechna praktyka większości państw) prawnie regulowana. Dopuszczenie danego środka do obrotu musi odbyć się za pomocą zezwolenia ministra rolnictwa i rozwoju wsi. Rejestr jest publicznie dostępny na stronie ministerstwa i kwartalnie aktualizowany. Na dziś (wersja z dnia 24.07.2024 roku) lista zawiera 2780 różnych produktów, bazujących na około trzystu różnych substancjach czynnych. Ponadto, jak podaje Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa ([www.gov.pl/web/piorin](http://www.gov.pl/web/piorin)), sieć dystrybucji środków ochrony roślin składa się z ośmiu tysięcy czynnie działających punktów sprzedaży.

Rynek obrotu omawianymi substancjami jest zatem w naszym kraju niezwykle bogaty, choć zaznaczyć należy, że w globalnym obrocie chociażby ilość tych dopuszczonych jest znacznie większa. Jak wygląda w liczbach zużycie pestycydów w Polsce? Pogląd na sytuację daje nam GUS-owski Rocznik Statystyczny Rolnictwa, według którego w 2022 roku sprzedano na terenie naszego państwa 71,6 tys. ton pestycydów, co przekłada się na 22,3 tys. ton substancji aktywnych. Niestety, rocznik nie rozбивa tej wartości na konkretne substancje aktywne, tylko na grupy zastosowań. Stąd wiemy, że najwięcej substancji aktywnych sprzedano w postaci herbicydów – 12,2 tys. ton. Bazując na tym samym Roczniku Statystycznym możemy dowiedzieć się, że powierzchnia użytków rolnych na początku lat dwudziestych XXI wieku oscylowała wokół 15 mln ha pod zasiewami oraz jako tak zwane uprawy trwałe,

czyli np. sady. W dużym uśrednieniu, zestawiając te dane, możemy obliczyć, że orientacyjnie na każdy metr kwadratowy upraw przypada rocznie około 150 mg pestycydu (substancji czynnej). Zakładając dalej, że średni roczny opad w Polsce wynosi 600 mm słupa wody oraz (uwaga! – mocno „liberalne” założenie) określając, że około 10% opadów wsiąknie w ziemię, zasilając wody podziemne, i zabierze niejako ze sobą skumulowaną ilość pestycydów z gleby – możemy wysnuć teorię, że średnie stężenie pestycydów będzie oscylować wokół 25 µg substancji czynnej w jednym litrze wody zasilającym wody gruntowe, a docelowo głębsze, podziemne. Jeszcze raz podkreślam, że są to obliczenia bardzo zgrubne, bardziej szacunki, i zakładają pewną równomierność obszarową i czasową stosowania wszystkich specyfików. Oczywiście rzeczywistość jest zdecydowanie bardziej nierównomierna. Opryski są sezonowe i skierowane na konkretne uprawy, jednak oszacowanie takie daje nam pewien wgląd w potencjał zagrożeń chemicznych wód, które mogą się wydarzyć. A jeśli mogą, to z pewnością gdzieś (mniej lub bardziej lokalnie) się wydarzą. Nierównomierność zawiera również założenie wahań wokół oszacowanej wartości średniej, zatem niewykluczone są potencjalne epizody o znacznie większych pikach stężeń danego pestycydu.

### Jest dobrze, czyli nie najlepiej

Dlaczego zatem rzeczywistość wydaje się o wiele spokojniejsza niż moje alarmistyczne oszacowania? Mogą być dwie przyczyny. Albo któreś założenie nie jest realne, lub istnieje tak zwany czynnik łagodzący, nieuwzględniony w tych obliczeniach. Albo... mamy do czynienia z luką poznawczą, która sprawia, że nie jesteśmy w stanie zidentyfikować problemu. W opinii autora ten drugi wariant niestety jest potencjalnie realny ze względu na pewną ułomność prawną, która skazuje nas – zarówno wodociągowców, jak i ogólnie społeczeństwo – na brak wiedzy obrazującej realny stan rzeczy. A brak wiedzy często jest gorszy niż złe wiadomości.

Wracając do ułomności – zacytuję tutaj urywek rozporządzenia w sprawie jakości wody do spożycia, opisujący wymagane badania pestycydów w wodzie: „Termin >>pestycydy<< obejmuje organiczne: insektycydy, herbicydy, fungicydy, nematocydy, akarycydy, algicydy, rodentydy, slimicydy, a także produkty pochodne (m.in. regulatory wzrostu) oraz ich pochodne metabolity, a także produkty ich rozkładu i reakcji. Należy oznaczać jedynie te pestycydy, których występowania w wodzie można oczekiwać w danej strefie zaopatrzenia w wodę”. Wartość parametryczna dla każdego „pojedynczego pestycydu”, poza nielicznymi wyjątkami, wynosi 0,1 µg/dm<sup>3</sup>. Pamiętając o tym, co do tej pory zostało napisane powyżej, można spróbować wyartykułować konkretne konkluzje:

- po pierwsze – pamiętając o wymaganiu rozporządzenia („Należy oznaczać jedynie te pestycydy, któ-

rych występowania w wodzie można oczekiwać w danej strefie”), nasuwają się dwa pytania. Kto i na jakiej podstawie ma „oczekiwać”, których substancji można oczekiwać? Oczywiście można domniemywać, że będzie to tych kilkaset substancji aktywnych dopuszczonych do stosowania przez ministra. Ale rozporządzenie mówi również o: „pochodnych metabolitach i produktach rozkładu i reakcji”. Obawiam się, że nawet chemicy mogą mieć problem ze stworzeniem listy takich związków, ponieważ nie ma pewności, czy mają dostęp do wiedzy, jak przebiegają takie reakcje w warunkach realnych w terenie.

- Po drugie – nie wiemy dokładnie, jakie konkretnie substancje, w jakich ilościach i z jaką częstotliwością są stosowane na danym terenie. Być może taką wiedzę mają podmioty związane z szeroko rozumianą kontrolą lub nadzorem, na przykład inspektoraty lub instytuty ochrony roślin, ale nie do końca wiadomo, kto i na jakiej zasadzie miałby ubiegać się o dostęp do takich danych. Oczywiście można ominąć ten dylemat badając na przykład wody surowe pobierane ze środowiska i kierowane na konkretne stacje uzdatniania, ale idąc takim torem napotka się na dylemat opisany w poprzednim akapicie: jakie substancje należy badać i z jaką częstotliwością?
- Po trzecie – nie wiemy do końca, jak wpływają na zdrowie ludzi, innych organizmów i stan ekosystemu mieszaniny tych substancji, czyli mówiąc krótko: nie znamy ich synergistycznych oddziaływań.
- Po czwarte – różne obszary badań, regulowane swoistymi aktami prawnymi, nie są spójne i kompatybilne pod kątem ich wymagań w stosunku do potencjalnej obecności pestycydów. Chodzi o takie zagadnienia, jak: monitoring jakości wód powierzchniowych i podziemnych, badanie gleb, badanie żywności i oczywiście wody przeznaczonej do spożycia.
- W końcu, po piąte – ewentualna zmiana podejścia do badań występowania pestycydów w konkretnych elementach środowiska musiałaby uwzględniać bardzo szeroką gamę substancji historycznie powszechnie stosowanych i nie chodzi tutaj o te związki chemiczne uznane przez Konwencję Sztokholmską za trwałe związki organiczne, w której – a jakże – dominują pestycydy, lecz wszystkie wycofane z obiegu, a nieuwzględnione w konwencji.

\*\*\*

Wiedza o wodzie, metody analityczne badań wody oraz technologie jej uzdatniania są bardzo zaawansowaną i dobrze opisaną gałęzią gospodarki. Ponadto dostęp do zdrowej i czystej wody jest nieodłącznym znacznikiem dobrze rozwiniętych społeczeństw. Natomiast istnieją obszary, w których z pełnym przekonaniem musimy stwierdzić, że jeszcze nie sprostaliśmy stojącym przed nami wyzwaniom. Z pewnością jednym z nich jest monitoring jakości wody pod kątem pozostałości w niej środków ochrony roślin. ■

# PRZEPLYWOMIERZE

## POLSKI PRODUCENT

ponad 30 LAT NA RYNKU



### PRZEPLYWOMIERZE ELEKTROMAGNETYCZNE MPP®8

DN 3 do DN 1400  
dokładność 0,2%  
MODBUS RTU  
Profibus DP V0  
pomiar ciśnienia  
pomiar temperatury

### PRZEPLYWOMIERZE RADAROWE RAVEN - EYE

przenośny lub stacjonarny  
kanały otwarte  
rzeki i strumienie  
instalacje burzowe  
układy częściowo-wypełnione  
łatwa instalacja



WYPOŻYCZ! WYPRÓBUJ!

### PRZEPLYWOMIERZE ULTRADŹWIĘKOWE UPT

bezinwazyjny  
bez ingerencji w instalację  
metalowe i plastikowe rurociągi  
możliwość zmiany miejsca pomiaru  
do zastosowania na różnych średnicach  
dwa tory pomiaru temperatury



### OPOMIAROWANIE SAMOCHODÓW ASENIZACYJNYCH OSA



pomiar ilości ścieków odbieranych od klienta  
raport odbioru i wydruk  
1 wyjazd kilka adresów  
prosty, samodzielny montaż  
łatwa obsługa

# ENKO®

www.enkopomiar.pl  
biuro@enkopomiar.pl

# WOD-KAN NA RYNKU ENERGII

Daniel Raczkiewicz  
Energynat

W ostatnich latach rynek energii przeszedł dynamiczne zmiany, które wpłynęły na wszystkie sektory gospodarki, w tym na branżę wodno-kanalizacyjną. W obliczu rosnącej mocy zainstalowanej w odnawialnych źródłach energii, takich jak fotowoltaika i elektrownie wiatrowe, oraz zmieniających się warunków bilansowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE), przedsiębiorstwa te muszą dostosować swoje strategie działania, aby efektywnie zarządzać kosztami i wykorzystać dostępne mechanizmy rynkowe.

Transformacja rynku energii stała się faktem. Dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł, zmiany legislacyjne oraz strukturalne przemiany w kształtowaniu cen energii powodują, że wiele podmiotów – w tym przedsiębiorstwa z branży wod-kan – staje się aktywnymi uczestnikami na tym rynku.

Duża moc zainstalowana odnawialnych źródeł energii zależnych od pogody, takich jak fotowoltaika i elektrownie wiatrowe, znacząco wpływa na bilans energetyczny Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Ich łączna moc to około 30 GW. Szczytowe zapotrzebowanie na moc w okresie letnim w dni robocze osiąga 20-22 GW, a w dni wolne od pracy – 6-18 GW. W zimie popyt na moc jest większy i wy-

nosi odpowiednio: około 26 GW w dni robocze i około 22 GW w dni wolne od pracy. Według Polskich Sieci Elektroenergetycznych, aby zapewnić bezpieczeństwo pracy Krajowego Systemu, utrzymania jego parametrów częstotliwości oraz rozpyłów energii w sieci NN niezbędna jest generacja JWCD (elektrowni ciepłych systemowych) na poziomie 7-8 GW. Narastająca i zmniejszająca się okresowo generacja źródeł PV, szczególnie w okresie letnim, wymaga dużego zaangażowania JWCD w zakresie bilansowania mocy. W ciągu doby handlowej JWCD muszą wykonać dwie prace interwencyjne na rzecz OZE. Chodzi o odstawienie i uruchomienie, co jest obecnie sporym wyzwaniem dla dużych bloków węglowych.



Znaczna generacja OZE powoduje narastanie zjawiska nierynkowego redysponowania mocy, czyli na polecenie KDM wyłączane są elektrownie typu D, głównie fotowoltaiczne. Zjawisko to wynika z sytuacji bilansowej KSE – w okresie niewielkiego zapotrzebowania na moc (14-20 GW), przy zachowaniu minimum generacji JWCD (na poziomie 7-8 GW), często generacja źródeł OZE pogodowo zależnych wynosi 10-15 GW, co powoduje okresowe nadwyżki mocy w KSE. System nie jest w stanie odebrać generowanej mocy, dlatego występują wyłączenia OZE. W takich przypadkach bardzo często występują ujemne ceny na rynku energii, co oznacza, że za zużycie energii odbiorca otrzymuje wynagrodzenie. Z drugiej strony pojawiają się okresy dużego zapotrzebowania na moc (24-26 GW, na ogół w czasie zimowym) i niewielkiej generacji źródeł pogodowo zależnych (2-3 GW). Występuje wówczas deficyt mocy w KSE i konieczność wdrożenia działań interwencyjnych w KSE, co powoduje, że ceny energii są bardzo wysokie.

Zjawisko nadwyżek generacji OZE i deficytów mocy w KSE nasila się coraz bardziej, wraz ze wzrostem mocy przyłączanych źródeł OZE. Operator Systemu Przesyłowego – PSE S.A – 14 czerwca 2024 r. wdrożył gruntowną reformę rynku bilansującego. Wprowadzono nowe usługi elastyczności, a nierynkowe redysponowanie mocy stopniowo będzie zastępowane redysponowaniem na zasadach rynkowych. W przypadku nadwyżki generacji OZE pojawiają się sygnały cenowe do ograniczenia produkcji energii, natomiast w sytuacji deficytów mocy – do redukcji zapotrzebowania na energię.

Wdrożenie reformy rynku bilansującego pokazało, że mechanizmy nowego rynku energii działają skutecznie. W okresach niezbilansowania spowodowanego dużą generacją OZE, ceny energii dochodziły - 750 zł/MWh, natomiast w czasach deficytu mocy w szczycie popołudniowym – do 2500 zł/MWh. Średnia cena w 2024 roku wynosiła około 400 zł/MWh.

### Jak przedsiębiorstwo wod-kan może wykorzystać tę szansę?

Zmiany rynkowe sprawiają, że uczestnicy rynku muszą dostosować swoje strategie działania na rynku energii do wymogów transformacji energetycznej. W tej sytuacji spółki z branży wodno-kanalizacyjnej mają ogromny potencjał do wykorzystania. Dążenie do samowystarczalności energetycznej przedsiębiorstw branży wymusiło powstawanie wielu rozproszonych źródeł generacji PV oraz wzrost wykorzystania potencjału generacji bazującej na biogazie. Dzięki temu „pewiki” posiadają olbrzymi zasób elastyczności, a co za tym idzie – mogą wykorzystać mechanizmy rynkowe i obniżyć koszty funkcjonowania.

Zasób elastyczności w przedsiębiorstwach wod-kan można zdefiniować jako:

- zużycie energii na potrzeby własne w oczyszczalni ścieków oraz rozproszonych PPE, tj. SUW, pompownie i inne PPE zlokalizowane na sieci wod-kan;

- generację energii w kogeneracji wykorzystującej biogaz w oczyszczalni ścieków oraz w instalacjach PV zlokalizowanych w rozproszonych PPE,
- zarządzanie generacją energii poprzez okresowe zmiany mocy lub wyłączenia.

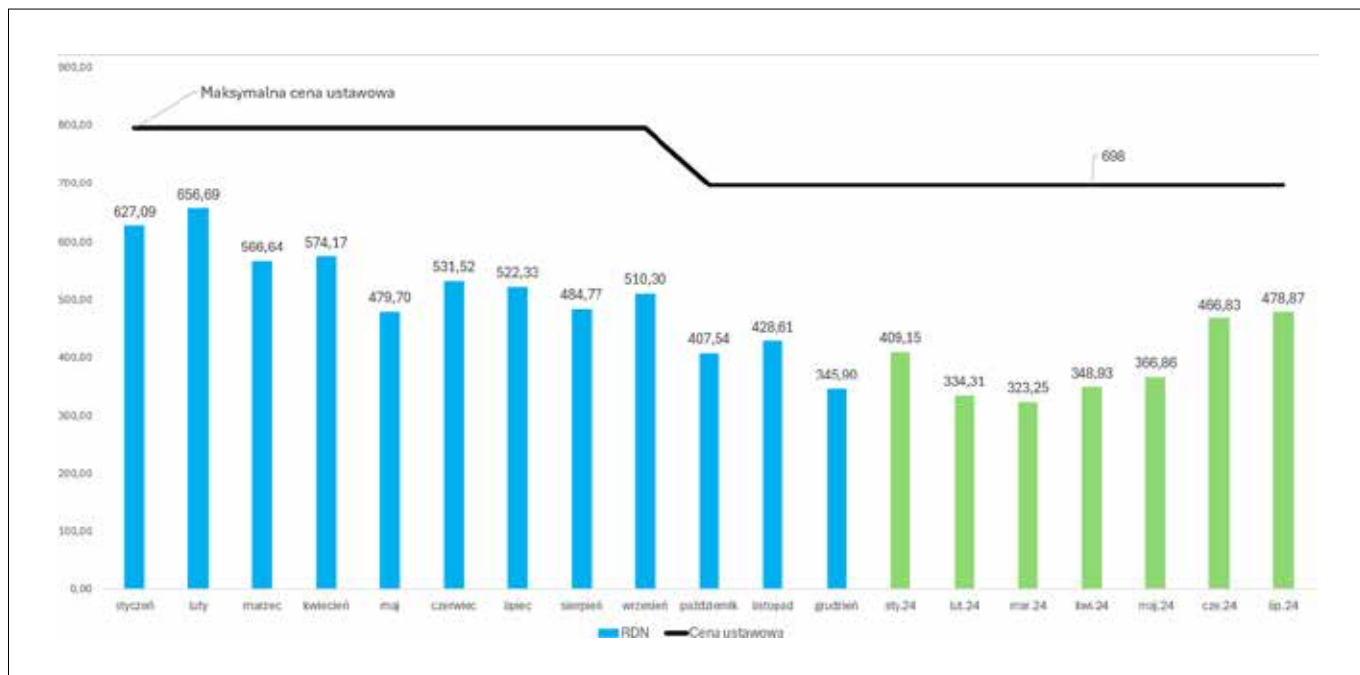


Dążenie do samowystarczalności energetycznej przedsiębiorstw branży wymusiło powstawanie wielu rozproszonych źródeł generacji PV oraz wzrost wykorzystania potencjału generacji bazującej na biogazie

Tak zdefiniowany zasób elastyczności pozwala w prosty sposób na optymalizację kosztów energii. W stanach zagrożenia Krajowego Systemu nadwyżką generacji OZE (wówczas występują ujemne ceny energii) należy ograniczyć generację biogazową lub PV i zwiększyć zapotrzebowanie. Nastąpi wówczas wzrost zużycia energii rozliczony w cenach ujemnych, a przedsiębiorstwo otrzyma przychód za zużycie energii i nie wygeneruje kosztu za oddanie nadwyżki do sieci. W stanach zagrożenia deficytem mocy w KSE (wówczas występują bardzo wysokie ceny energii) należy maksymalizować generację i ograniczyć zapotrzebowanie. To zmniejszy koszty zakupu energii elektrycznej oraz pozwoli na rozliczenie nadwyżki energii w wysokich cenach. Szczególny potencjał posiada kogeneracja biogazowa, gdzie często istnieje możliwość zmagazynowania biogazu. Możliwe jest, że w ciągu dnia z dużą produkcją OZE, w godzinach niskiego zapotrzebowania na energię, w przypadku wystąpienia ujemnych cen, można ograniczyć generację z fotowoltaiki i biogazu oraz maksymalizować zużycie energii. Dzięki wdrożeniu takiego zasobu elastyczności możemy pobierać większe ilości energii z sieci w cenach ujemnych, jednocześnie unikając generowania nadwyżki, która wprowadzana do sieci w cenach ujemnych stanowi koszt. Następnie, w godzinach szczytu popołudniowego (między godziną 18 a 22), maksymalizujemy produkcję biogazu (biogaz z magazynu) i ograniczamy pobór. Rozliczamy wówczas mniejsze ilości energii w wysokich cenach i sprzedajemy ewentualną nadwyżkę.

### Wiele wariantów wdrożenia

Warto zaznaczyć, że powyższy scenariusz jest optymalny, lecz wymaga szczegółowej analizy dla każdego przedsiębiorstwa. Czasem może wymagać inwestycji w infrastrukturę, np. do magazynowania biogazu. W każdym indywidualnym przypadku nale-



TAB. 1 Średniomiesięczne dynamiczne ceny energii na rynku godzinowym SPOT w 2023/2024 roku (zł/MWh)

ży przeprowadzić audyt i analizę, które określą zasób elastyczności danego przedsiębiorstwa.

Kolejnym etapem jest wdrożenie modelu rozliczeń (model zakupu/sprzedaży energii elektrycznej). Tu warto rozważyć wdrożenie autokonsumpcji z umową GUD (Generalna Umowa Dystrybucji). Każdy producent energii, który ma koncesję WEE lub jest wpisany do rejestru MIOZE, ma możliwość zawarcia takiej umowy z dystrybutorem energii (OSD). Umożliwia ona sprzedaż energii do własnych Punktów Poboru Energii. W takim przypadku rozliczeniem nadwyżek lub niedoborów w bilansie przedsiębiorstwa zajmuje się POB (Podmiot Odpowiedzialny za Bilansowanie). Dzięki umowie GUD spółka otrzymuje od dystrybutora energii wirtualny punkt MD, w którym zawarty jest zagregowany zbiór wszystkich PPE przedsiębiorstwa. Takie rozwiązanie pozwala na łatwiejsze zarządzanie zasobem elastyczności. Niezbilansowanie może być rozliczane na rynku bilansującym lub w oparciu o ceny na rynku spot Towarowej Giełdy Energii. Obecnie rozliczanie energii (zakupy/sprzedaż) na rynku spot wydaje się przynosić lepsze efekty niż kontraktacja przetargowa w oparciu o stałe ceny ustalone na rok lub dwa. Na koniec to POB dostarcza informacje i dane do sterowania zasobem elastyczności oraz jest odpowiedzialny za jego rozliczenia.

Wdrożenie tego modelu wymaga zaangażowania i koordynacji służb przedsiębiorstwa wod-kan oraz POB, który posiada odpowiednie kompetencje i doświadczenie. W niedalekiej przyszłości wypracowane zostaną narzędzia informatyczne pozwalające na automatyzację procesów.

W celu wykorzystania potencjału elastyczności przedsiębiorstw branży wod-kan należy w pierwszej kolejności wdrożyć model rozliczeń bazujący na indeksach godzinowych lub 15-minutowych. Obecnie bardzo popularnym jest zakup energii elektrycznej indeksowany cenami obowiązującymi na rynku dnia następnego (RDN) Towarowej Giełdy Energii. Wartość rozliczenia jest wynikiem mnożenia ilości energii zużytej w danej godzinie przez cenę obowiązującą w tym samym okresie. Zakup w cenie indeksowanej RDN odpowiada bieżącej sytuacji popyt-podaż na rynku energii. Jeżeli jest nadpodaż energii, mogą występować jej ujemne ceny, a jeżeli deficyt – ceny wysokie. Powyższa tabela obrazuje średnie miesięczne ceny RDN w 2023 i 2024 roku.

Jak widać, ceny godzinowe na RDN są dobrą alternatywą dla zakupów w stałej rocznej cenie.

\*\*\*

Coraz więcej przedsiębiorstw wod-kan przechodzi na zakupy energii w modelu spot, a niektóre wdrażają innowacyjne systemy zarządzania elastycznością. Dobrym przykładem jest współpraca Energynat z PWiK Ostróda i MPGK Krosno, które wspólnie testują takie rozwiązanie. Inne firmy z branży również rozważają podobne inicjatywy. ■



XXVII Kongres Naukowo-Techniczny

# WOD-KAN-EKO 2024

13-15 listopada 2024 r.  
Łódź

# WOD KAN<sup>owa</sup> SUPERPRODUKCJA CZYLI ŁÓDZKI FILM O WODZIE



WIĘCEJ  
INFORMACJI



budujemy możliwości  
porozumienia

ORGANIZATOR



budujemy możliwości  
porozumienia

HONOROWY GOSPODARZ



PARTNER ZŁOTY



PARTNER SREBRNY



PARTNER BRANŻOWY



kierunekwodkan.pl



# ZAPOWIEDŹ KRYZYSU WIZERUNKOWEGO BRANŻY WOD-KAN,

czyli obawa o wystąpienie nieuniknionego  
w związku z nowelizacją ustawy zaopatrzeniowej

---

**Marcin Błędzki**  
DoradcaTaryfowy.pl

Branża wodociągowo-kanalizacyjna z zapartym tchem czeka na projekt tzw. ustawy zaopatrzeniowej, zmieniający sposób zatwierdzania taryf dla zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków, który zgodnie z zapowiedziami Ministerstwa Infrastruktury ma się ukazać pod koniec III kwartału 2024 roku. Co jakiś czas pojawiają się w mediach wypowiedzi przedstawicieli ministerstwa odnośnie planowanych szczegółów projektu. Niestety niektóre z nich wydają się wręcz niebezpieczne dla branży. A odium tego wszystkiego może spaść na Bogu ducha winne przedsiębiorstwa wod-kan.

W chwili oddania artykułu do publikacji minęło zaledwie kilka dni od wypowiedzi wiceministra infrastruktury Przemysław Koperskiego, który przedstawił opinii publicznej informacje, że planowana jest zmiana przepisów umożliwiająca sprzedaż pierwszego metra sześciennego wody za symboliczną złotówkę lub za darmo, dwa kolejne w niższej cenie, a pozostałe po cenie dużo wyższej. Wypowiedzi te rozgrzały fora internetowe do czerwoności i nie jest to niestety dobra wiadomość dla branży wodociągowo-kanalizacyjnej, która liczyła po prostu na umożliwienie im ustalania taryf za wodę i ścieki na realnych poziomach, umożliwiających pokrycie ponoszonych kosztów. Po zapaści inwestycyjnej spowodowanej politycznym blokowaniem podwyżek cen wody i ścieków przez poprzedni rząd cała branża liczyła na odzyskanie oddechu. Zamiast tego szykuje się znaczące utrudnienie funkcjonowania, mogące pogłębić kryzys finansowy i wizerunkowy.

### Krótkie kalendarium zdarzeń

Zacząło się, można byłoby stwierdzić, niewinnie, tj. przez umieszczenie w wykazie prac legislacyjnych i programowych Rady Ministrów (pod koniec kwietnia 2024 roku) założeń do projektu ustawy o zmianie ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków oraz ustawy – Prawo wodne. Chodzi oczywiście o powrót kompetencji dotyczących procesu zatwierdzania taryf za wodę i ścieki do gmin. Najbardziej komentowanym pomysłem znajdującym się w tych założeniach był punkt dotyczący uzyskania stanowiska Wód Polskich w przypadku, kiedy wysokość proponowanego wzrostu cen i stawek opłat nowej taryfy za wodę i ścieki przewyższała co najmniej o 15% średnią wysokość cen i stawek opłat za wodę i ścieki w danym regionie wodnym. Założenie to jest obecnie na tyle enigmatyczne i pozbawione szczegółów, że sama jego analiza stanowi materiał na osobny, obszerny artykuł. Czy Wody Polskie będą jedynie wydawać opinie, czy weryfikować wnioski? Czy opinia ta będzie wiążąca? Czy średnia wysokość cen i stawek opłat w danym regionie wodnym będzie ustalana w ten sam sposób co coroczne informacje dyrektorów Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w sprawie średnich cen dostaw wody i odbioru ścieków dla gospodarstw domowych? To tylko niektóre z pojawiających się pytań.

Kolejnym etapem była wypowiedź ministra infrastruktury Dariusza Klimczaka z końca lipca tego roku, w której podzielił się z opinią publiczną pomysłem ministerstwa na to, aby pierwszy metr sześcienny wody w miesiącu był darmowy, albo za przysłowiową złotówkę. Nieco ponad tydzień później, jak przytoczono na samym początku tego artykułu, z wypowiedzi wiceministra Koperskiego wynikała już bardziej pogłębiona propozycja, odnosząca się do możliwej niższej ceny już dla trzech metrów sześciennych. Być może w chwili, kiedy będziecie Państwo czytać ten artykuł,

kolejne propozycje będą już na tyle „rozbudowane”, że oscylować będzie to przy granicy poważnego kryzysu wizerunkowego przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych. W dalszej części artykułu będę chciał przedstawić, do czego może to doprowadzić.

### Oczywiste konsekwencje

W mojej ocenie realizacja powyższego pomysłu przyniesie stratę nawet dla samych obłąskawionych pomysłem ministerstwa odbiorców usług. Oczywiście jest, że w procesie konstruowania wniosków taryfowych przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne, ustalając jednostkową cenę za m<sup>3</sup> wody, najprościej w świecie dzielą zaplanowane koszty przez zaplanowaną ilość wody dostarczonej. Jeżeli pewna pula metrów sześciennych nie wykorzysta pełnej wartości kosztów wynikających z prostego dzielenia łącznej sumy kosztów przez ilość wody, to w konsekwencji pozostałe metry sześcienne będą musiały to zrównoważyć. Innymi słowy, jeżeli pewna pula metrów sześciennych wody będzie obligatoryjnie tańsza niż wynika to z kosztów jednostkowych, to pozostała woda będzie musiała to zrównoważyć i będzie proporcjonalnie droższa. Dla uściślenia: droższa niż ta wynikająca z proponowanych podwyżek.

”

Branża wod-kan zasługuje na merytoryczne i spójne przepisy prawa regulujące jej działalność

I tutaj również nie ma co się czarować, że sytuacja od przyszłego roku będzie dużo lepsza, bo podwyżki, o których w ostatnich miesiącach jest głośno, nie odpowiadają w każdym przypadku realnym cenom wynikającym z kosztów. Jest dużo lepiej niż w ostatnich latach (zwłaszcza od IV kwartału 2022 roku do IV kwartału 2023 roku), ale zatwierdzone teraz kilkudziesięcioprocentowe wzrosty cen wody i ścieków także są zredukowane przez organy regulacyjne. W bardzo wielu przypadkach przedsiębiorstwa wod-kan, przy dopiero co zatwierdzonych taryfach, nadal będą osiągać straty. A wiem, co mówię, gdyż w ostatnich miesiącach pomagałem złożyć kilkadziesiąt wniosków taryfowych. Tak więc, jeżeli proponowane przepisy wejdą w życie, może się okazać, że kilkudziesięcioprocentowe podwyżki cen wody nie były tylko jednorazowym incydentem po tzw. urealnieniu cen po zmianie rządu. Oczywiście w odniesieniu do tej puli metrów sześciennych, która nie będzie sztucznie obniżana.

O konsekwencjach w postaci skomplikowania całego procesu konstruowania wniosków taryfowych

oraz olbrzymim wzroście ryzyka nieosiągnięcia przez przedsiębiorstwa wod-kan założonych przychodów w przyszłości – nawet nie wspominam. O wszystkim, co związane jest z metodologią, która ma zostać przecież diametralnie zmieniona i o tym, w jaki sposób wpłynie to na cenę wody oraz ścieków, można stworzyć kolejny obszerny artykuł. Tutaj chciałbym skupić się na tym, że dla olbrzymiej większości przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce, gdzie wśród odbiorców usług nie ma dużego przemysłu, sprzedaż oparta jest właśnie o tzw. gospodarstwa domowe. Zakładam, że proponowana stawka „rodzinna”, o której mówili przedstawiciele Ministerstwa Infrastruktury, dotyczyć ma rodzin, w tym wielodzietnych. Te ostatnie będą tak naprawdę najbardziej poszkodowane. Planowana ilość wody, w odniesieniu do której miałyby obowiązywać obniżona stawka, pokrywa się ze średnim jej zużyciem na jednego mieszkańca, tzn. około 3 m<sup>3</sup> miesięcznie. A rodziny wielodzietne z samej definicji mają tych osób więcej. Obniżona cena ma odnosić się jedynie do zapotrzebowania na wodę jednej osoby, a pozostałe rozliczane będą dużo wyższą ceną, korygującą tę przymusową obniżkę pewnej ilości wody. Rodziny wielodzietne w odniesieniu do osób samotnych, bądź rodzin „2+1”, zostają postawione w dużo gorszej sytuacji. Nie jest to coś, co ociepli wizerunek przedsiębiorstw wod-kan w połączeniu z dużo wyższymi cenami rekompensującymi tak naprawdę pozostałym odbiorcom tańszą wodę, pokrywającą większą część ich zapotrzebowania. Chyba, że...

”

Branży, po ostatnich niezwykle trudnych dwóch latach, potrzeba spokoju wypływającego ze stabilnych przepisów, które są jasne do stosowania i egzekwowania

### Tańsza woda dla każdego mieszkańca?

Pomysł, aby tańsze 3 m<sup>3</sup> wody dotyczyły każdego mieszkańca, wydaje mi się najbardziej niebezpieczny i niestety prawdopodobny, biorąc pod uwagę eskalację populizmu przedstawianych propozycji ministerstwa. Być może w momencie, gdy ukaże się mój artykuł, taka zapowiedź będzie już krążyła w przestrzeni medialnej, bądź też pojawi się w projekcie zapowiadanych przepisów na III kwartał tego roku. Mam nadzieję, że jednak tak nie będzie. Najważniejszą kwestią, o której należy wspomnieć, jest to, że przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne nie mają wiedzy co do tego, ile mieszkańców pobiera wodę i ile odprowadza ścieki. Mało tego, zgodnie z prawem nie mają prawa tego

wiedzieć i wykorzystywać tych informacji. Ustawa o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków posługuje się terminem odbiorcy usług, odnoszącym się do każdego, kto korzysta z usług wodociągowo-kanalizacyjnych na podstawie pisemnej umowy z przedsiębiorstwem wod-kan. Może być to zarówno jedna osoba korzystająca z lokalu w kamienicy, jak i rodzina wielopokoleniowa w budynku jednorodzinny. Odniesienie tańszej wody w ilości 3 m<sup>3</sup> do każdego mieszkańca musiałoby nieść za sobą prawnie uregulowaną możliwość pozyskania i wykorzystania takiej wiedzy przez przedsiębiorstwa wod-kan.

Najbardziej prawdopodobnym rozwiązaniem wydaje się składanie oświadczeń co do ilości mieszkańców. Oprócz oczywistego przysporzenia przedsiębiorstwom wod-kan dodatkowej pracy z weryfikacją i aktualizacją takich oświadczeń może wiązać się to, w większych spółkach, ze zwiększeniem zatrudnienia tylko z tego powodu, co oczywiście wpłynie na wysokość kosztów taryfowych i w efekcie – na cenę wody i ścieków. Należy sobie zdawać sprawę, że takie oświadczenia mogą być również powodem do narzekań odbiorców usług i wzrostu niezadowolenia z przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych. Chodzi o fakt, że oświadczenia te mogłyby zostać wykorzystane przez gminę do nakładania opłat za odbiór i zagospodarowanie odpadów. Gminy mogą wykorzystać jedną z trzech metod do kalkulowania „opłaty śmieciowej”, tzn. deklarowaną liczbę mieszkańców, powierzchnię lokalu oraz zużycie wody. Nie jest tajemnicą, że coraz częstsze wykorzystywanie przez gminę do tego celu zużycia wody ma służyć właśnie walce z deklarowaniem przez mieszkańców zaniżonej ich liczby i ponoszeniem przez gminy strat z tego powodu. Metoda bazująca na zużyciu wody, mimo swoich wad, w najlepszy sposób radzi sobie właśnie z tą nieuczciwą praktyką mieszkańców. Zaryzykuję stwierdzenie, że głośne niezadowolenie z takiego sposobu rozliczeń opłaty śmieciowej wyrażane jest w większości właśnie przez osoby zaniżające liczbę mieszkańców. Według szeroko komentowanych statystyk odsetek takich osób jest zatrważająco wysoki.

Teraz będą musiały one przeliczyć, co im się bardziej opłaca. Czy ewentualne zyski z tańszej wody zrekompensują ewentualne straty z wyższej opłaty za odbiór i zagospodarowanie odpadów. Nawet z pobieżnej analizy stawek opłaty śmieciowej wydaje się, że nie będzie to raczej opłacalne. Jeżeli faktycznie takich osób jest tak dużo i poniosą one konsekwencje wyższych opłat za śmieci (czego mogą się nie spodziewać), to całe niezadowolenie spadnie właśnie na przedstawicieli branży wodociągowo-kanalizacyjnej.

### Gospodarstwa domowe, czyli kto?

W tym miejscu przechodzimy do największego chyba problemu związanego z ministerialnymi propozycjami obniżonych cen za wodę i ścieki, a mianowicie do tego, kogo mają one dotyczyć. Z zapowiedzi wydaje się oczywistym, że tzw. gospodarstw domowych,





Fot. 123rf

#### KRYZYS WIZERUNKOWY I NIEPEWNOŚĆ FINANSOWA

Proponowane przez Ministerstwo Infrastruktury zmiany w ustawie zaopatrzeniowej mogą przyczynić się do wystąpienia poważnych problemów dla branży wodociągowo-kanalizacyjnej. Mowa nie tylko o kryzysie wizerunkowym, a o olbrzymiej niepewności w kalkulowaniu swoich przychodów, co grozi tym, że zabraknie środków finansowych na codzienne funkcjonowanie

a więc nie podmiotów prowadzących działalność gospodarczą oraz instytucji użyteczności publicznej. Tym, z czego być może Ministerstwo Infrastruktury nie zdaje sobie sprawy, jest olbrzymia uznaniowość, którą stosują przedsiębiorstwa wodociągowe w wykorzystywaniu takiego podziału. Podział ów jest najczęściej używany w odniesieniu do zróżnicowania ceny wody ze względu na usługi wodne, czyli tego, czego oczekują organy regulacyjne podczas składania wniosków taryfowych. Od zeszłego roku praktycznie nie są zatwierdzane żadne wnioski taryfowe, które nie różnicują ceny wody ze względu na cel poboru wody. Podczas rozmów z przedstawicielami Wód Polskich, ci w sposób nieformalny informują, że jest to dla nich „decyzja odgórna z Warszawy” i nie mogą zatwierdzić taryf niespełniających takiego wymogu.

Efektom tego jest ponoszenie straty przez stosowanie niższej ceny dla niektórych odbiorców, co do których nie ma podstaw, aby uznać je za prowadzące działalność gospodarczą. Na szczęście różnice w cenie wynoszą najczęściej około 4-7 groszy na m<sup>3</sup> wody, więc nie jest to duża strata, ale w nowej sytuacji może być już nie do udźwignięcia przez przedsiębiorstwa wod-kan. Przykładowo w gminach turystycznych, gdzie praktycznie 80-90% odbiorców usług wynajmuje kwatery w sezonie turystom, zgłoszenie do przedsiębiorstw wodociągowych poprzez wskazanie w umowie celu korzystania z wody, które jest zgodne z prawdą,

dotyczy około 10%. Pozostali odbiorcy usług twierdzą nagminnie, że nie zarabiają na tej działalności, a dziesięciokrotny wzrost zużycia wody w sezonie wynika z faktu przyjmowania rodziny w gościnę. Przedsiębiorstwa wod-kan nie mają innej, niż poprzez umowę, możliwości zweryfikowania tego i mimo stuprocentowej pewności, że są po prostu oszukiwane, nie są w stanie z tym nic zrobić. Wystawianie nieuczciwym osobom faktury z ceną wyższą o 5 groszy na metrze sześciennym kończy się najczęściej awanturą, reklamacjami i niepoehlebnymi opiniami w internecie. Cóż, jak widać najgłośniejszy krzyczy ten, kto będąc nieuczciwym traci swoje korzyści wynikające właśnie ze swojego nieuczciwego procederu.

Trudności dotyczące podziału na gospodarstwa domowe i pozostałych odbiorców nie są oczywiście związane jedynie z powyższymi sytuacjami. Jest ogromna luka prawna w tym zakresie i przedsiębiorstwa mają z tym olbrzymie trudności. Przykładowo, nie można uznać za gospodarstwa domowe tych, którzy nie mają numeru NIP, ponieważ obowiązek jego posiadania przez osoby fizyczne nieprowadzące działalności gospodarczej obowiązywał do końca 2011 roku. W wielu bazach danych przedstawiciele branży wodociągowej informacje te nadal widnieją. Są zebrane, przetworzone i w obawie przed karą finansową za ich usunięcie czy samodzielną zmianę, wiele przedsiębiorstw zachowuje *status quo*.

### Obowiązkowe oświadczenia

Aby dostosować się do nowych rozwiązań, niezbędne może okazać się pozyskanie odpowiednich oświadczeń od odbiorców usług, umożliwiających precyzyjne określenie, czy są one gospodarstwami domowymi i obejmuje ich niższa cena za pierwsze 3 m<sup>3</sup> wody miesięcznie, czy też nie. Najlepiej, aby te oświadczenia niosły jakieś negatywne konsekwencje za złożenie ich w sposób niezgodny z prawdą. Całkowicie pomijam fakt, kto będzie miał owe dokumenty weryfikować, jakimi środkami i kiedy (choć na kilka z tych pytań odpowiedź chyba wszyscy znają), ale brak konsekwencji za składanie fałszywych oświadczeń spowoduje, że będzie to martwy przepis. W mojej ocenie oświadczenie powinno dotyczyć tego, czy dana nieruchomość, do której doprowadzone są przyłącza wodociągowe i kanalizacyjne, jest wykorzystywana na cele działalności gospodarczej w jakikolwiek sposób. Jeżeli tak, to powinno być to co najmniej osobno opomiarowane, bądź doprowadzone winny być osobne przyłącza.

Oczywistym jest fakt, że samo oświadczenie nie da – w przepisach nowelizowanej ustawy musi się pojawić definicja gospodarstwa domowego albo innego bytu uprawnionego do niższych cen wody. Racjonalny prawodawca nie może wprowadzić tak poważnych zmian w funkcjonowaniu przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych związanych z uzyskaniem środków finansowych na ich działalność, bez zagwarantowania odpowiednich rozwiązań umożliwiających ich stosowanie. Zgodnie przecież z obowiązującymi przepisami przedsiębiorstwo wod-kan ma obowiązek zapewnić zdolność posiadanych urządzeń wodociągowych i urządzeń kanalizacyjnych do realizacji dostaw wody w wymaganej ilości i pod odpowiednim ciśnieniem oraz dostaw wody i odprowadzania ścieków w sposób ciągły i niezawodny, a także zapewnić należyłą jakość dostarczanej wody i odprowadzanych ścieków.

\*\*\*

Podsumowując, proponowane przez Ministerstwo Infrastruktury zmiany w ustawie zaopatrzeniowej mogą przyczynić się do wystąpienia poważnych problemów dla branży wodociągowo-kanalizacyjnej. Mowa nie tylko o tytułowym kryzysie wizerunkowym, bo z tym branża musi radzić sobie od kilkudziesięciu lat. Chodzi głównie o olbrzymią niepewność w kalkulowaniu swoich przychodów, grożącą tym, że zabraknie środków finansowych na codzienne funkcjonowanie. Tak krytykowane podwyżki cen mogą okazać się niewystarczające, ponieważ to wielkość wolumenu wycenionego według wyższych cen może okazać się po prostu przeszacowana i nie zagwarantuje uzyskania realnych przychodów. Kolejne ceny będą przez to jeszcze wyższe, bo trzeba będzie obniżyć planowany wolumen sprzedaży. Branży, po ostatnich niezwykle trudnych dwóch latach, potrzeba spokoju wypływającego ze stabilnych przepisów, które są jasne do stosowania i egzekwowania. Zbliżająca się nowelizacja ustawy zaopatrzeniowej powinna skupić się na załatwieniu spraw, które do tej pory nie zostały uregulowane, bądź poprawieniu tego, co nie działa należycie, a nie rewolucjonizowaniu całego sposobu funkcjonowania przedsiębiorstw wod-kan. Spraw jest naprawdę sporo: od uregulowania kwestii wód opadowych i roztopowych (w związku z absurdalnym wyrokiem NSA z dnia 7 kwietnia 2024 roku), po opracowanie przepisów wykonawczych uwzględniających realia 2024 roku. Nowelizacja rozporządzenia taryfowego z 2018 roku, umożliwiająca składanie 3-letnich taryf za wodę i ścieki, przez wprowadzanie jej w pośpiechu spowodowała ogromne zamieszanie w przepisach. Wiele kwestii, w tym opracowanie nowych tabel kalkulacyjnych, powinno być przeprowadzonych racjonalnie i merytorycznie. Branża wodociągowo-kanalizacyjna zasługuje na merytoryczne i spójne przepisy prawa regulujące jej działalność. ■

REKLAMA

Kierunek  
**Wodkan**

POLUB NASZ PROFIL



# POZOSTAŃMY

*w kontakcie*



budujemy możliwości  
porozumienia







Fot. 123rf

# PONOWNE WYKORZYSTANIE WODY ODZYSKANEJ ZE ŚCIEKÓW

Klara Ramm

Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie

Ponowne wykorzystanie wody jest jednym z podstawowych obszarów transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym w sektorze wodociągowo-kanalizacyjnym.

Genezą europejskich działań na rzecz ochrony zasobów wodnych są szybko postępujące zmiany klimatu i wzrost liczby ludności na świecie. Niedobory wody mają negatywny wpływ na społeczeństwo, gospodarkę i naturę. Stąd konieczność bezpiecznego gospodarowania jej zasobami w lokalnym obiegu zamkniętym. Budowanie społecznej świadomości powinno więc opierać się na budowaniu wiedzy o oczyszczalniach komunalnych jako ważnym elemencie miejskiej GOZ.

Ponowne wykorzystanie wody jest jednym z podstawowych obszarów transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym w sektorze wodociągowo-kanalizacyjnym. Wodę odzyskuje się z różnych strumieni, takich jak woda szara, woda opadowa, ścieki komunalne i przemysłowe. Jednym z najbardziej obiecujących obiektów, ze znaczącym potencjałem do odzysku wody, są oczyszczalnie ścieków komunalnych. Coraz częściej traktuje się je jako biofabryki, czyli miejsca, w których nie tylko produkuje się biogaz czy energię elektryczną, ale również odzyskuje wodę, biogeny, piach, celulozę, ciepło itd. Ich działalność nadal wynika z potrzeby oczyszczania ścieków, ale są one uważane za źródło cennych surowców.

## Odzyskana woda – dla rolnictwa, ale i dla miast

Odzysk wody ze ścieków nie jest nowym pomysłem. Szczególnie intensywnie rozwija się w krajach Europy Południowej, w Australii czy południowych stanach USA. W 2018 r. Komisja Europejska opublikowała wyniki oceniające stosunek obywateli UE do ponownego wykorzystania wody. Pokazały, że państwa Europy Wschodniej mają najmniejsze zaufanie do odzysku wody ze ścieków, podczas gdy w krajach np. basenu Morza Śródziemnego woda jest odzyskiwana od wielu lat, a społeczeństwo akceptuje takie rozwiązania, gdyż dostrzega potrzebę ograniczania wykorzystania zasobów naturalnych w rolnictwie (w Europie Południowej głównym odbiorcą wody odzyskanej ze ścieków jest właśnie rolnictwo).

Wobec powyższego pojawiła się potrzeba uregulowania jakości wody odzyskiwanej ze ścieków komunalnych. W 2020 roku opublikowano Rozporządzenie 2020/741 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie minimalnych wymagań dotyczących ponownego wykorzystania wody. Koncentruje się ono na wykorzystaniu rolniczym, ale pozostawia możliwość innych zastosowań, np. do celów miejskich czy w przemyśle.

W rozporządzeniu uwzględniono kwestie instytucjonalne, organizacyjne, jakościowe i ilościowe oraz zarządzania ryzykiem. Nie wszystkie kraje wykorzystują zapisy tego rozporządzenia. Np. Polska zastosowała derogację, uzasadniając ją brakiem praktycznych przypadków wykorzystania procesu odzysku i wykorzystania wody w rolnictwie. W uzasadnieniu derogacji zwraca się także uwagę na liczne bariery, szczególnie brak zainteresowania ze strony rolników. Zapewne wynika to z tego, że dysponują oni atrakcyjniejszymi narzędziami wsparcia, takimi jak dotacje na wykonanie studni oraz niskie lub nawet zerowe opłaty za pobór wody ze środowiska.

Sytuacja jednak zmienia się i również w regionie Morza Bałtyckiego rośnie zainteresowanie odzyskiem wody ze ścieków, choć nie na cele rolnicze. Operatorzy oczyszczalni wskazują, że najlepszym odbiorcą odzyskanej wody może być tkanka miejska, np. parki czy kwietniki. Miasto jest bliskie oczyszczalni, dużo bliższe niż rolnictwo, dlatego większy potencjał dostrzega się w podlewaniu terenów zielonych czy myciu ulic. Jednak zarówno operatorzy miejskich oczyszczalni, jak i podmioty korzystające z odzyskanej wody muszą dostrzec korzyści płynące z tego typu przedsięwzięć.

### Odzysk wody z perspektywy operatorów oczyszczalni

Rozwój odzysku wody ze ścieków nie jest zadaniem oczywistym. Wymaga nie tylko współpracy interesariuszy, ale także wdrożenia rozwiązań organizacyjnych i technologicznych, które zapewnią bezpieczne prowadzenie procesów. Partnerzy współpracujący w ramach projektu ReNutriWater, finansowanego z unijnego programu Interreg dla Morza Bałtyckiego [1] uznali, że konieczne jest pozyskanie informacji o tym, jak odzysk wody ze ścieków komunalnych postrzegają operatorzy oczyszczalni. Przygotowano więc ankietę wśród przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, dzięki której Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie zebrała informacje o tym, jakie korzyści i zagrożenia widzą operatorzy oczyszczalni ścieków komunalnych w kontekście odzysku wody ze ścieków. Zebrano także dane o już funkcjonujących rozwiązaniach. Szczegóły dotyczące metodyki oraz analizę można znaleźć w artykule [2].

Z ankiety wynika, że rośnie popularność wewnętrznego zamykania obiegów, co jest coraz powszechniejszą praktyką zastępowania wody do picia przez oczyszczone ścieki. W oczyszczalniach obsługujących powyżej 10 000 RLM ponad 70% z nich ma wdrożone układy zwracające ścieki do ponownego ich wykorzystania na terenie oczyszczalni. Oczyszczone ścieki wykorzystuje się więc do mycia urządzeń i reaktorów czy płukania skratek, a także do podlewania własnych terenów zielonych i mycia wewnętrznych dróg i podjazdów. Wyjście poza oczyszczalnię jest jednak wyzwaniem niepodejmowanym przez zdecydowaną większość podmiotów. Wymaga zazwyczaj wdrożenia dodatkowych procesów, takich jak filtracja i dezynfekcja, ponadto są wyzwaniem

administracyjnym ze względu na konieczność zmiany pozwolenia wodnoprawnego. Takie przedsięwzięcia wiążą się z potrzebą nakładów finansowych oraz znalezienia podmiotu, który stabilnie i w długim terminie będzie odbierać wodę odzyskaną ze ścieków. Dlatego największe zainteresowanie respondentów zaobserwowano w przypadku zastosowań miejskich, szczególnie do podlewania terenów zielonych oraz mycia ulic. Dopiero na kolejnych miejscach operatorzy oczyszczalni wskazali rolnictwo i przemysł.

Wskazując główne bariery, większość ankietowanych wymieniła zagrożenia mikrobiologiczne, mikrozanieczyszczenia oraz brak wymogów prawnych. Istotną barierą są także wysokie koszty inwestycji w instalacje do odzysku wody, brak odbiorców oraz brak wsparcia ze strony administracji publicznej.

”

Kluczem jest opracowanie rozwiązań umożliwiających odzyskiwanie wody bezpiecznej, wolnej od patogenów i mikrozanieczyszczeń, z odpowiednią ilością składników odżywczych

### Co przyspieszy nowe rozwiązania?

Warto zauważyć, że jednym z głównych motorów napędowych wprowadzania nowych rozwiązań mogą być wymagania prawne dla operatorów oczyszczalni ścieków. Ponadto istotny wpływ na ich decyzje, oraz władarzy miast, mają zmiany klimatu i lokalne niedobory wody. W związku z rosnącą świadomością ekologiczną opinii publicznej w Polsce może w przyszłości rosnąć presja na oczyszczalnie ścieków, aby aktywnie wdrażały rozwiązania GOZ. Do tego niezbędne są kampanie społeczne i edukacyjne. Obiecujące może być tu wykorzystanie mediów społecznościowych do informowania i budowania świadomości na temat znaczenia odzysku wody: zarówno wśród społeczeństwa, jak i specjalistów z sektora wodociągów i kanalizacji.

Potencjał odzysku i wykorzystania wody leży także w rozwoju technologii odzyskiwania wody i transferze dobrych praktyk. W Polsce zanikają oczyszczalnie bazujące wyłącznie na mechanicznym oczyszczaniu czy nawet oczyszczaniu wtórnym. Oczyszczalnie posiadają coraz bardziej rozbudowane i efektywne technologie, a w przypadku odzysku jednym z najważniejszych aspektów jest właśnie dostępność skutecznych technologii usuwania niebezpiecznych zanieczyszczeń. W badaniach ankietowych potwierdzono, że najbardziej krytyczne bariery dla rozwoju ponownego wykorzystania wody wynikają z obaw

operatorów o bezpieczeństwo tej wody dla ludzi i środowiska. Należy podkreślić, że brak kompetencji był nisko wskazywaną barierą w obecnych badaniach, co jest pozytywnym wynikiem. Wskazano także istotny problem związany z legislacją. Z jednej strony polscy operatorzy oczyszczalni ścieków postrzegają istniejące przepisy jako przeszkody w opracowywaniu rozwiązań w zakresie ponownego wykorzystania wody, z drugiej zaś podkreślają, że jednocześnie nie ma przepisów ułatwiających podejmowanie decyzji w zakresie lokalnego zamykania obiegów wody. Istotne bariery związane są również z brakiem komunikacji pomiędzy interesariuszami (odbiorcą, administracją publiczną i władzami), a wielopłaszczyznowa współpraca między kluczowymi podmiotami jest niezbędna do wprowadzenia zmian zgodnych z ideą GOZ, koniecznością przemyślenia i zweryfikowania, w jaki sposób zamknąć lokalny obieg wody, z uwzględnieniem oczyszczalni ścieków.

### ReNutriWater oraz WaterMan

Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie dostrzega zasadność działań na rzecz bezpiecznego odzyskiwania wody ze ścieków komunalnych, stąd jej udział w dwóch projektach: ReNutriWater oraz WaterMan. Są to trzyletnie, międzynarodowe przedsięwzięcia finansowane z funduszu Interreg dla Morza Bałtyckiego. W ramach ReNutriWater [1] staramy się pokazać, że wykorzystanie wody odzyskanej ze ścieków może być opłacalne i bezpieczne. Zamykamy lokalne obiegi w obrębie gminy czy miejscowości i prezentujemy, jak odzyskiwać i wykorzystywać wodę do celów miejskich, np. podlewania trawników, mycia ulic. Partnerami projektu są podmioty z regionu: przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne, samorządy, jednostki naukowo-badawcze, małe/średnie przedsiębiorstwa (MŚP), organizacje branżowe. Podstawowym celem przedsięwzięcia jest pokazanie, jak podjąć wyzwanie odzysku, zaczynając w oczyszczalni ścieków, aż po zastosowanie wody do nawadniania. Działania koncentrują się na miejskich terenach zielonych oraz możliwościach hodowli roślin nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi.

W projekcie badana jest skuteczność dezynfekcji ścieków oczyszczonych oraz poszukiwanie odpowiedzi, jakie technologie dopasować do potrzeb jakościowych. Praktyczne testy prowadzone są na wybranych fragmentach miejskich trawników oraz w szklarniach. Porównywany jest wzrost roślin i ich kondycja przy nawadnianiu różnego rodzaju wodą: z wodociągu, destylowaną z dodatkiem nawozów, odzyskaną ze

ścieków. Takie praktyczne działania, oprócz wymiany doświadczeń, są bezcenną okazją do wspólnego doskonalenia procesów.

Praktyka odzysku wody ze ścieków wiąże się jednak z pewnymi wyzwaniami ze względu na specyficzne wymagania dotyczące jakości. Celem projektu jest wskazanie zagrożeń związanych z procesem odzysku i wykorzystania wody do nawadniania oraz zaproponowanie działań ograniczających ryzyko. Odzyskana woda może być wykorzystywana przez samorządy i podmioty prywatne do różnych celów, takich jak mycie ulic, zasilanie stawów, podlewanie terenów rekreacyjnych, hodowla roślin. Kluczem jest opracowanie rozwiązań umożliwiających odzyskiwanie wody bezpiecznej, wolnej od patogenów i mikrozanieczyszczeń, z odpowiednią ilością składników odżywczych. Jednak rozwiązania te nie mogą być zbyt kosztowne i skomplikowane.

Projekt WaterMan [3] dotyczy szerszego spektrum odzysku, nie tylko ze ścieków komunalnych, ale także wód opadowych i roztopowych. Podkreśla się, że odzysk nie jest wyłącznie zagadnieniem technicznym, ale także organizacyjnym czy mentalnym. Zmiana w zarządzaniu zasobami wodnymi wymaga przyjęcia reguły, że trzeba wykorzystywać wodę o różnej jakości do różnych celów.

W ramach projektu WaterMan prowadzone są następujące zadania:

- Braniewo (PL): ponowne wykorzystanie wody z basenu publicznego oraz miejski ogród deszczowy.
- Kalmar (SE): mobilny system do dezynfekcji ścieków oczyszczonych, które służyć będą do podlewania drzew w parku.
- Bornholm (DK): odzysk wody ze ścieków w oczyszczalni ścieków komunalnych i wykorzystanie jej w rolnictwie.
- Västervik (SE): modernizacja istniejącego zbiornika w celu retencji wód opadowych.
- Saldus (LV): retencja wody deszczowej w celu zasilania fontanny w przestrzeni publicznej.
- Gargzdai (LT): retencja wód burzowych w stawach na terenach miejskich.

Na intensywność realizowania odzysku wody ze ścieków komunalnych w Europie wpływ mają potrzeby wynikające z klimatu oraz ze świadomości społecznej. Nie ma wątpliwości, że w Polsce jest to kierunek, którego popularność będzie rosła. Potrzeba więc skutecznych rozwiązań, nad jakimi pracujemy we współpracy z partnerami z regionu Morza Bałtyckiego.

### Przypisy

- [1] ReNutriWater <https://interreg-baltic.eu/project/renutri-water/>
- [2] Klara Ramm, Marzena Smol: The potential for water recovery from urban waste water - The perspective of urban waste water treatment plant operators in Poland. Journal of Environmental Management, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120890>.
- [3] WaterMan <https://interreg-baltic.eu/project/waterman/> ■

RYS.  
ReNutriWater  
oraz WaterMan  
to trzyletnie,  
międzynarodowe  
przedsięwzięcia  
finansowane  
z funduszu  
Interreg  
dla Morza  
Bałtyckiego







Paweł Chudziński

prezes zarządu Aquanet S.A.

## Harce

Cała branża wodociągowa jest rozgniewana dyskusją nad propozycją przedstawioną przez jednego z przedstawicieli rządu, a dotyczącą nowego pomysłu na naliczanie opłat za wodę. Napisałem: „pomysł,” ponieważ – póki co – nic więcej o tym nie wyczytałem.

Zostawiam z boku polityczną stronę tej propozycji i spróbuję zająć się bardziej skutkami i trochę jednak technikaliami. Najpierw oceńmy skalę udogodnień pomysłu „pierwszy metr sześcienny wody za darmo”. Załóżmy, że ów metr sześcienny kosztuje razem ze ściekami 10 złotych. Przy czteroosobowej rodzinie ulga w wydatkach wyniesie 40 złotych. Przy założeniu, że pracują dwie osoby z dochodem na poziomie najniższego wynagrodzenia, dochody netto rodziny osiągną 4000 złotych, więc ulga w wydatkach wyniesie 1%. To jest mniej więcej to, o co się bijemy. Każdy może sam ocenić, na ile taka ulga jest istotna.

Średnie zużycie wody na mieszkańca wynosiło około 3 m<sup>3</sup>, co oznacza, że aby cały system mógł pozostać na dotychczasowym poziomie przychodowym (jak również przyjmując, że cena drugiego metra sześciennego pozostanie w stosunku do dzisiejszej bez zmiany), trzeci metr sześcienny będzie średnio kosztował dwa razy więcej niż obecnie (czyli w naszym przykładzie: 20 złotych). Co to w sumie znaczy? Otóż w obszarach o niskim poziomie dochodów nastąpi prawdopodobnie ograniczenie zużycia wody do jednego metra sześciennego, co będzie się wiązało z sedymentacją ścieków w systemie kanalizacyjnym i ich zagniwaniem oraz z uciążliwością zapachową. Spowoduje to spadek komfortu życia lokalnych mieszkańców, a w dalszej perspektywie – emigrację osób o dochodach wyższych. To prosta droga do stworzenia swojego getta...

Tyle na temat skutków społecznych. A teraz kilka słów o skutkach – nazwijmy to – organizacyjnych. Otóż w Polsce nie istnieje obowiązek meldunkowy i z tego co wiem, gminy i na przykład spółdzielnie mieszkaniowe, borykają się z problemem braku informacji o liczbie mieszkańców czy też o liczbie mieszkających faktycznie w zasobach spółdzielczych. Problem potęguje fakt relatywnie dużego napływu migrantów w ostatnich latach, co z kolei w istotny sposób zaburza choćby system zbierania opłat za odbiór nieczystości stałych.

To teraz kilka słów na temat mi najbliższy, czyli wpływie takiego rozwiązania na przedsiębiorstwa wodociągowe. Ponieważ spółki te również nie mają wiedzy dotyczącej liczby osób mieszkających w nieruchomości, więc nie powinno stosować się żadnych ulg, by nie narazić się na zarzut niegospodarności. To pewnie z kolei doprowadzi do procesów przed sądem. Procesów, które będą sporo kosztować tych właśnie, których chcemy chronić. Nie wydaje się to logiczne. Przynajmniej na pierwszy rzut oka. Natomiast w przypadku wygrania procesów, z kolei sytuacja przedsiębiorstw wodociągowych byłaby nie do pozazdroszczenia...

To teraz przyszedł czas na podsumowanie. Jestem zwolennikiem taryf progresywnych, które pozwolą na ograniczenie poboru wody ze środowiska. Nie jestem natomiast za kształtowaniem polityki społecznej przez system opłat oparty na manipulacji przychodami branży wodociągowej. Pomoc osobom można realizować na wiele sposobów i z pewnością nie muszą one ingerować w i tak już nadwątlony system taryfowy.



Michał Rżanek

prezes zarządu, Piotrkowskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o.

## Darmocha

**D**oczekalem się czasów, że woda może będzie za darmo... Cóż, w branży znamy te emocje klientów, artykułowane przy każdej podwyżce cen. Zachowałem korespondencję, w której obywatel wyjaśniał mi, że woda to dar od Boga dla wszystkich. Przysługuje ona jak powietrze, za darmo. „Ewentualnie możecie pobierać niewielką kwotę za dostarczenie jej do mieszkania” – pisał.

Czy nadchodzą więc czasy, że postulat ów będzie spełniony? Co prawda nie przez Boga, a za sprawą człowieka, który zgodnie z partyjnymi porozumieniami nadzoruje tę dziedzinę. Choć z drugiej strony patrząc, należy wierzyć, że wszystko pochodzi od Niego...

Równocześnie nie bardzo chcę wierzyć, że takie decyzje mają błogosławieństwo Najwyższego. Człowiek idzie dalej w swojej dobroci, a może głupocie, i następne kubiki wody mają być tanie, a dopiero od pewnego poziomu zużycia cena ma być dotkliwa. Filozofia takiego myślenia to oszczędzanie wody. Jako że nie ma „darmowych obiadów”, zapłacimy za taki pomysł wszyscy. Propozycja wspomnianego „człowieka” bierze to pod uwagę. Wspomina, że pomocy (tej materialnej) należy szukać w samorządach. A samorzady to kto? My, tworzący wspólnotę samorządową. Inna sprawa, że w niektórych przypadkach władze samorządowe łupią współplemieńców, obciążając daninami swoje spółki.

W przeciwieństwie do prezentowanej ostatnio metodyki działania, chodził mi po głowie pewien pomysł zwiększenia sprzedaży. Wiadomo: dla nas, jako tych, co żyją ze sprzedaży wody, każdy procent wzrostu przynosi określone wpływy, tak potrzebne. Otóż pomyślałem sobie, że od pewnego progu zużycia można by było liczyć mniejszą cenę. Na zasadzie: im zużywasz więcej, tym płacisz mniej. Takie rozumowanie nie jest zgodne z obecnie obowiązującą doktryną o dostępnych zasobach. Przypominam sobie i taki postulat, by cena wody była jednako-

wa w całym kraju. Też możliwe, jak przy energii elektrycznej. Różni wytwórcy przy zróżnicowanych kosztach, a jednak jakieś uśrednienie ma miejsce.

Tak czy inaczej, człowiek, który decyduje o zasadach przy naliczaniu należności za wodę, jakoś automatycznie odnosi to do swojej sytuacji. Przypomina mi się dyskusja nad wyrokami sądów w sprawach budowy przyłączy, często sprzecznymi ze sobą. Wtedy można było wytłumaczyć to takim stanem, czy sędzia już jest po budowie, czy przed...

Ton żartobliwy nie usprawiedliwia powagi problemu. Ostatnie lata pokazały, jak istotne jest podejście do procedury ustalania taryf. Polityczne potraktowanie zagadnienia przyniosło ogromne szkody, większość podmiotów z branży wodno-kanalizacyjnej poniosło straty.

W konsekwencji: zastopowane procesy inwestycyjne. A straconego czasu nikt nam nie zwróci. Czy nowe pomysły, które też mają podłoże polityczne, nie spowodują następnej katastrofy? Koszty darmochy muszą być pokryte. Kolejne metry sześciennego wody, po tych darmowych i tańszych, będą siłą rzeczy zawierać koszty tych pierwszych. To ma spowodować oszczędzanie zużycia, a jednocześnie znacznie zmniejszy przychody.

Samorzady mają swoje problemy finansowe i nie są skore do pomocy. Chyba, że ustawowo wyeliminuje się np. podatek od nieruchomości – opodatkowanie gminnego majątku. Nie wszystkie jednostki go płacą. Można pomóc w decyzjach samorządom i ujednolicić zwolnienie.

Populizm nie jest dobrą metodą na rządzenie. Wcześniej czy później wyjdzie bokiem. Inspiratorzy pomysłów mają małą wyobraźnię lub krótkowzroczne spojrzenie na funkcjonowanie branży. To nie zabawa, a poważne zobowiązanie realizacji usługi publicznej.

Darmo to można...



# Veolia Woda Polska

**Usługi dla przedsiębiorstw  
wodociągowo-kanalizacyjnych w zakresie:**

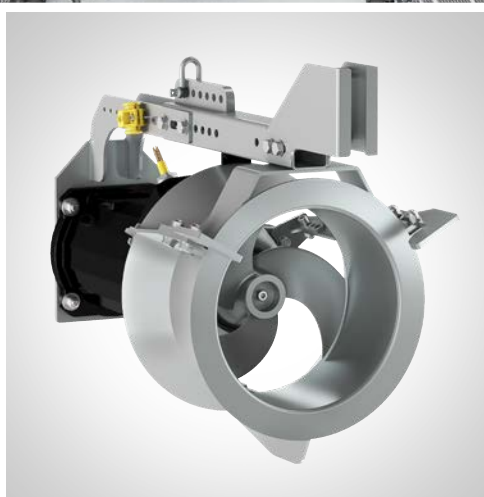
- efektywności energetycznej
- zagospodarowania osadów ściekowych
- eksploatacji infrastruktury  
wodociągowo-kanalizacyjnej

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





# Wilo – lider technologii przyszłości



Czwarty stopień  
oczyszczania ścieków  
może wkrótce stać się  
obowiązkowy.

*więcej  
wewnątrz numeru*