



TEMAT NUMERU | REMONTY I UTRZYMANIE RUCHU

## ENERGIA BEZ ZAKŁÓCEŃ

- | Bezpieczeństwo pracy z wodorem
- | Zarządzanie projektami w remontach bloków energetycznych
- | Zagrożenia pracowników podczas remontów

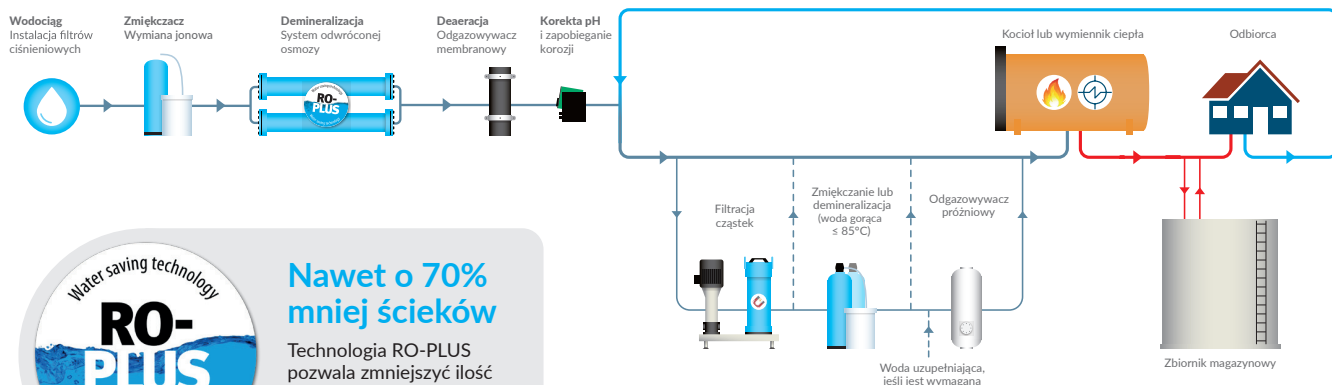
PONAD  
**10 tys.**  
zrealizowanych  
projektów dla branży  
ciepłowniczej  
na świecie

# Uzdatnianie wody dla ciepłowni i elektrociepłowni

Specjalizujemy się w tworzeniu najnowocześniejszych  
systemów generacji wody dla ciepłownictwa

## Woda uzupełniająca

## Woda obiegowa



**Nawet o 70%  
mniej ścieków**

Technologia RO-PLUS  
pozwała zmniejszyć ilość  
ścieków nawet o 70%  
w porównaniu do  
technologii tradycyjnych

## ENERGETYKA

## Z ŻYCIA BRANŻY

- 8 | **Nowa wodorowa ciepłownia w Lipsku – na razie gazowa**  
Aleksandra Fedorska
- 10 | **Ok, but not in my backyard**  
Jan Sakławski
- 12 | **Zmieniona dyrektywa EED. Co z niej wynika dla sektora ciepłownictwa systemowego?**  
Dorota Jeziorowska
- 14 | **Nowoczesne materiały do magazynowania i konwersji energii**  
Emma Bartosik
- 16 | **Największe terminale gazowe świata**  
Wojciech Sikorski
- 20 | **Kogeneracja w ZGH „BOLEŚLAW” S.A. Idzie nowe...**  
Tomasz Dzierżek
- 22 | **Nowy rząd, te same wyzwania. Jakich działań wymaga polska energetyka?**  
Paulina Grądzik

## BEZPIECZEŃSTWO

- 28 | **Rola przywództwa dla bezpieczeństwa procesowego. Na przykładzie japońskiej Elektrowni Onagawa**  
Dariusz Chmielewski

## TEMAT NUMERU: REMONTY I UTRZYMANIE RUCHU

- 32 | **Zarządzanie projektami w remontach bloków energetycznych. Klucz do efektywności i bezpieczeństwa**  
Wojciech Hepner
- 36 | **Standardy środowiskowe ESRS**  
Patrycja Żupa-Marczuk
- 40 | **Zagrożenia pracowników podczas wykonywania remontów w energetyce**  
Patrik Gaj, Jacek Karczewski, Joanna Kopania
- 48 | **Robot inspekcyjny WALLI. Połączenie zaawansowanej robotyki z precyzyjną kontrolą jakości**  
COMCORE sp. z o.o.
- 52 | **Minął rok, a problemy nadal aktualne**  
Pro Novum
- 56 | **Oleje Shell Turbo z myślą o maksymalnych osiągnięciach turbin**  
Radosław Gwardecki

## OCHRONA ŚRODOWISKA

- 58 | **Modernizacja gospodarki wodno-ściekowej w Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej – Gliwice Sp. z o.o.**  
Grzegorz Zawierucha
- 66 | **Mobilne rozwiązania w zakresie uzdatniania wody. Minimalizacja trudnych ścieków w zakładach produkcyjnych**  
Jakub Jasiński
- 68 | **Woda a energetyka w obliczu wyzwań i polityki**  
Arkadiusz Kamiński

## DEKARBONIZACJA, OZE I ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA ENERGII

- 78 | **Bezpieczeństwo pracy z wodorem**  
Paweł Tomczyk
- 86 | **Atomowa szansa**  
Rozmowa z Thierry Deschaux, dyrektorem generalnym przedstawicielstwa EDF SA w Polsce
- 90 | **Gwarancje pochodzenia ciepła z odnawialnych źródeł energii w ramach lokalnej energetyki rozproszonej**  
Jakub Mikołaj Kmieć

## CIEPŁOWNICTWO

- 95 | **Wademekum transformacji ciepłownictwa**  
Rozmowa z Mirosławem Romanowiczem, członkiem zarządu ECO ds. operacyjnych

## TEMAT NUMERU: REMONTY I UTRZYMANIE RUCHU



Fot. 123rf

## ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI W REMONTACH BLOKÓW ENERGETYCZNYCH. KLUCZ DO EFEKTYWNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA

Wojciech Hepner

## OCHRONA ŚRODOWISKA



Fot. zasoby własne autora

## MODERNIZACJA GOSPODARKI WODNO-ŚCIEKOWEJ W PRZEDSIĘBIORSTWIE ENERGETYKI CIEPLNEJ – GLIWICE SP. Z O. O.

Grzegorz Zawierucha

## CIEPŁOWNICTWO

95

## WADEMEKUM TRANSFORMACJI CIEPŁOWNICTWA

Rozmowa z Mirosławem Romanowiczem, członkiem zarządu ECO ds. operacyjnych



Fot. ECO



### Patryk Cyran

redaktor wydania  
tel. 32 415 97 74 wew. 15  
tel. kom. 728 499 502  
e-mail: patryk.cyran@e-bmp.pl

## We właściwym kierunku

Trudno zaprzeczyć, że rok 2023 był okresem intensywnych zmian i wyzwań dla sektora energetycznego na całym świecie („transformacja” dotknęła również tytułu naszego wydawnictwa, który nie brzmi już „Energetyka Ciepła i Zawodowa” a „Kierunek Energetyka”. Zmiana ta ma na celu ujedynolnić wszystkie nasze tytuły, powiązać je z wydawanymi portalami oraz wyznaczyć nowy kierunek marketingowy i rozwojowy naszego wydawnictwa).

Zatrzymajmy się na chwilę, by przyjrzeć się energetyce w mijającym roku. Rozwój odnawialnych źródeł energii, jak również dążenia do zwiększenia efektywności wydobycia i przetwarzania surowców energetycznych pozostawiają niezatarte piętno na mapie globalnej energetyki. W tym kontekście warto podkreślić rolę społeczeństwa, które coraz bardziej zwraca uwagę na kwestie zrównoważonego rozwoju, skłaniając sektor energetyczny do poszukiwania innowacyjnych i ekologicznych rozwiązań.

Mimo tych postępów nie możemy zapominać o wyzwaniach, które stoją przed nami. Bezpieczeństwo energetyczne, rosnące zapotrzebowanie na energię, niestabilność cen paliw, a także konieczność dostosowania się do zmieniających się warunków klimatycznych wymagają ciągłego zaangażowania i współpracy na krajowym, jak i międzynarodowym poziomie.

Inwestycje w przyszłościowe paliwa to jedno, nie możemy jednak skupiać się wyłącznie na nich. Nadal głównym źródłem energii w Polsce są elektrownie węglowe, a tu kluczowe pozostają remonty i utrzymanie ruchu – to temat przewodni ostatniego wydania naszego czasopisma w tym roku.

Wojciech Hepner w swoim artykule wskazuje na klucz do efektywności i bezpieczeństwa, a przedstawiciele Instytutu Energetyki, Oddziału Techniki Ciepłej „ITC” w Łodzi przestrzegają przed zagrożeniami, na jakie narażeni są pracownicy podczas wykonywania prac remontowych.

Oczywiście w naszej gazecie nie mogło zabraknąć działu poświęconego ciepłownictwu, w którym znajdują państwo m.in. wywiad z Mirosławem Romanowiczem, członkiem zarządu ECO ds. operacyjnych, z którym rozmawiamy o inwestycjach spółki w kontekście przyszłości polskiego ciepłownictwa („Wademekum transformacji ciepłownictwa”). Z kolei o dostosowywaniu się PEC-ów do coraz bardziej wymagających przepisów klimatycznych pisze Grzegorz Zawierucha, na przykładzie modernizacji gospodarki wodno-ściekowej w Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej – Gliwice Sp. z o.o.

Kolejną istotną część wydania zajmuje tematyka dekarbonizacji, OZE i alternatywnych źródeł energii. Eksperti zastanawiają się m.in., czy tak obiecujące obecnie technologie wodorowe są bezpieczne. Ważnym pytaniem jest także to o gwarancje pochodzenia energii ciepłej z OZE.

Kończy się rok 2023, który tradycyjnie zamykamy konferencją Remonty i Utrzymanie Ruchu w Licheniu. Życzę wszystkim zdrowych, spokojnych i wesołych Świąt spędzonych w gronie najbliższych i już dziś – wszystkim z branży – aby w 2024 r. polska energetyka zdążyła we właściwym kierunku.

Patryk Cyran

#### Wydawca:

BMP spółka z ograniczoną odpowiedzialnością spółka komandytowa  
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  
energetyka@e-bmp.pl  
www.kierunekenergetyka.pl

BMP to firma od 30 lat integrująca środowiska branżowe, proponująca nowe formy budowania porozumienia, 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. Jan Popczyk**, przewodniczący Rady Programowej, Politechnika Śląska

**prof. Andrzej Błaszczak**, prezes zarządu HYDRO-POMP

**dr hab. inż. Wojciech Bujalski**, prof. PW, Politechnika Warszawska

**dr hab. inż. Maria Jędrusik**, prof. nadzw. PW, Politechnika Wrocławska

**Henryk Kaliś**, przewodniczący Forum Odbiorców Energii Elektrycznej i Gazu, prezes Izby Energetyki Przemysłowej i Odbiorców Energii

**dr hab. inż. Roman Krok**, prof. Pol. Śl., Politechnika Śląska

**prof. Janusz Lewandowski**, Politechnika Warszawska

**dr inż. Jerzy Łaskawiec**, ekspert ds. energetyki

**dr Joanna Maćkowiak-Pandera**, prezes zarządu Forum Energii

**dr Małgorzata Niestępska**, prezes zarządu PEC Ciechanów

**Jan Saktawski**, radca prawny, Head-of-legal Grenergy Polska sp. z o.o.

**dr inż. Andrzej Sikora**, prezes zarządu Instytutu Studiów Energetycznych Sp. z o.o., Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

**Waldemar Zsulc**, dyrektor biura, Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie

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

**Redaktor naczelny**  
Przemysław Plonka

**Redaktor wydania**  
Patryk Cyran

**Redakcja techniczna**  
Marcelina Gaşior

**Kolportaż**  
Zuzanna Ochman

**Sprzedaż:**  
Krzysztof Sielski, Jolanta Mikołajec-Piela, Marfa Mika, Magda Widrińska, Ewa Dombek, Monika Majewska

Magazyn kierowany jest do prezesów, dyr. ds. technicznych i głównych specjalistów (mechaników, automatyków, energetyków) reprezentujących branżę energetyczną, organizatorów targów, sympozjów, imprez branżowych, urzędów, ministerstw, instytutów, wyższych uczelni oraz biur projektowych.

**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.

Fot. na okładce: 123rf



### DOFINANSOWANIE ZABYTKOWEJ ELEKTROCIĘPŁOWNI

Na liście beneficjentów drugiej edycji Rządowego Programu Odbudowy Zabytków znalazła się Gmina Siechnice, która złożyła wniosek o dofinansowanie prac przygotowujących do zagospodarowania historycznego obiektu siechnickiej elektrociepłowni. Wniosek otrzymał rekomendację do przyznania dofinansowania kwotą 390 tys. zł.

Kompleks zabytkowych budynków Elektrociepłowni Czechnica w Siechnicach należący do wrocławskiej KOGENERACJI (Grupa PGE) został zaprojektowany na początku XX wieku. Elektrociepłownia ukończy swoją działalność w 2024 r. Wówczas jej rolę przejmie nowoczesna jednostka produkcyjna, wybudowana w sąsiedztwie przez Grupę PGE

*Źródło i fot.: informacja prasowa*



Fot. 123rf.pl/zdjęcie ilustracyjne

## TAURON ZAKOŃCZYŁ WAŻNĄ INWESTYCJĘ W MAŁOPOLSCE

TAURON uruchomił Główny Punkt Zasilania (GPZ) Targowisko. Powodem budowy nowej stacji wysokiego napięcia jest usytuowanie dużych inwestycji przemysłowych w gminie Kłaj oraz konieczność poprawy stabilności dostaw dla mieszkańców regionu. Wartość inwestycji sięgnęła 16,8 mln zł.

Źródło i fot.: tauron.pl



## ORLEN BĘDZIE MAGAZYNOWAĆ CO<sub>2</sub> POD DNEM MORZA

Grupa ORLEN zaoferuje klientom nowe usługi związane z odbiorem i zarządzaniem przemysłowymi emisjami dwutlenku węgla. Magazynowanie CO<sub>2</sub> w Polsce, m.in. pod dnem Morza Bałtyckiego, będzie miało kluczowe znaczenie dla utrzymania konkurencyjności krajowego przemysłu w branżach obciążonych wysokimi kosztami emisji.

Do rozwoju tych usług Grupa ORLEN zamierza wykorzystać doświadczenia zebrane na Morzu Barentsa. Koncern podpisał porozumienie z norweskim Horisont Energi AS dotyczące potencjalnej współpracy przy jednym z najbardziej zaawansowanych projektów magazynowania dwutlenku węgla na Norweskim Szelfie Kontynentalnym.

Źródło: pgnig.pl



## PIERWSZA OGÓLNODOSTĘPNA STACJA TANKOWANIA H<sub>2</sub> JUŻ OTWARTA

11 września Grupa Polsat Plus i Grupa ZE PAK uruchomiły w Warszawie pierwszą ogólnodostępną stację tankowania wodoru dla samochodów i autobusów.

Sieć stacji tankowania wodoru będzie budowana pod marką NESO. Nazwa pochodzi od pierwszych liter „Nie Emituję Spalin, Oczyszczam”. Jest to jedna z najnowocześniejszych stacji tankowania wodoru w Europie. Pierwsza w Polsce stacja jest zlokalizowana na warszawskim Ursynowie.

Źródło i fot.: polsatnews.pl

## ECO URUCHOMIŁA W OPOLU JEDEN Z NAJNOWOCZEŚNIEJSZYCH UKŁADÓW WYSOKOSPRAWNEJ KOGENERACJI W POLSCE

W Opolu uruchomiono wysokosprawną kogenerację gazową. To jedna z najnowocześniejszych w Polsce instalacji tego typu.

Inwestycja warta ponad 35 mln złotych została dofinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie. Koszty obejmują budowę układu i 3-letni serwis. Wsparcie w wysokości 50% całej inwestycji było możliwe w ramach realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Pozostałe koszty pokryła spółka ECO Kogeneracja z Grupy Kapitałowej ECO.

Źródło i fot.: ECO Opole





## TEREN BLOKU 910 MW JUŻ PO RAZ DRUGI SCENERIĄ DLA ĆWICZEŃ STRAŻAKÓW

Prawie 100 strażaków brało udział w ćwiczeniach na terenie bloku 910 MW w Jaworznie. To dobra okazja, by w warunkach rzeczywistych zapoznać się z tego typu obiektem i poszerzyć wiedzę z zakresu możliwości taktycznych i technicznych podczas pozorowanych działań gaśniczych.

Na miejscu przebywało 20 zastępów straży pożarnej, zarówno państwowej, jak i ochotniczej, z Jaworzna, Katowic, Mysłowic, Sosnowca i Chorzowa. Ćwiczenia odbyły się 29 września.

Źródło i fot.: tauron.pl

## KLUCZOWE FUNDAMENTY ELEKTROWNI W GRUDZIĄDZU UKOŃCZONE

Pod koniec września, niespełna trzy miesiące po wykonaniu płyty fundamentowej dla kotła odzysknicowego elektrowni gazowo-parowej w Grudziądzu, zakończono budowę kolejnego kluczowego fundamentu, tym razem dla maszynowni turbozespołu.

Tym samym spółka CCGT Grudziądz osiągnęła kolejny kamień milowy – zakończono prace niezbędne dla posadowienia kompletnego układu napędowego elektrowni (ang. power train).

Źródło i fot.: enega.pl



NFOŚiGW  
przekaże ponad

**52**  
MLN ZŁ

Geotermii Podhalańskiej na rozbudowę systemu geotermalnego oraz budowę przyłączy i sieci ciepłowniczych

Źródło: gov.pl

”

Skala dezinformacji w obszarze energetyki jest naprawdę duża. Z przebadanych przez nas wpisów wynika, że ponad 500 tys. z nich powieliła w jakiś sposób nieprawdziwe treści dotyczące sektora energetycznego. Zdecydowanie jest więc z czym walczyć

– Dorota Jeziorowska,

dyrektorka Polskiego Towarzystwa Elektrociepłowni Zawodowych (PTEZ)

Źródło: newseria.pl

## ELEKTROCIĘPŁOWNIA W SIECHNICACH Z NOWOCZESNYM AKUMULATOREM CIEPŁA



W ramach inwestycji realizowanej w Siechnicach przez Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA (należący do PGE Energia Ciepła z Grupy PGE) zakończono montaż mechaniczny ważnego elementu przyszłej infrastruktury produkcyjnej. Akumulator ciepła pozwoli na efektywne wykorzystanie energii cieplnej wyprodukowanej przez nowoczesną elektrociepłownię gazową EC Czechnica-2.

Widoczny z daleka, bo wysoki na trzydzieści cztery metry zbiornik, to urządzenie służące do gromadzenia ciepła w postaci gorącej wody. Akumulator ciepła ma kształt walca o średnicy dwudziestu czterech metrów. Zbudowany ze stali, wysoki na dwanaście pięter pomieści trzynaście milionów litrów wody, czyli tyle, ile w czterech basenach olimpijskich. Temperatura wody gromadzonej w akumulatorze wynosić będzie około 98°C.

Źródło i fot.: Grupa PGE

## PROTOTYP WYSPIY JĄDROWEJ NA PGE NARODOWYM W WARSZAWIE

Last Energy, amerykański deweloper mikroelektrowni jądrowych zaprezentował prototyp modułu reaktora (4 i 5 października, podczas PAIH Forum Biznesu 2023 w Warszawie).

Mierząca 14 metrów wysokości instalacja została wyprodukowana w Polsce w partnerstwie z katowicką spółką Energoinstal SA. To pierwszy moduł reaktora jądrowego będącego częścią technologii, która już niebawem ma znaleźć komercyjne zastosowanie w naszym kraju.

Źródło: informacja prasowa

# Nowa wodorowa ciepłownia w Lipsku – na razie gazowa

Świeżo otwarta ciepłownia w Lipsku, Heizkraftwerk Leipzig Süd, jest reklamowana jako pierwszy zakład, który będzie w przyszłości spalać wodór w celu zapewnienia ogrzewania 625-tysięcznemu miastu Lipsk. Uruchomiona 23 października jednostka będzie jednak na razie zasilana gazem ziemnym, który – jak zaznaczono podczas inauguracji – zakupiony został jeszcze przed inwazją Rosji na Ukrainę, więc po cenie niższej niż obecnie.

Na ceremonię otwarcia ciepłowni przyszło około 5000 osób, co zaskoczyło nie tylko organizatorów, lecz również lokalne media. W dyskusji panelowej, która została zorganizowana przy tej okazji, uczestniczyli naukowcy, dyrektor zarządzający zakładem Karsten Rogall oraz politycy, w tym saksoński minister energii i środowiska Wolfram Günther, a także Judith Pirscher z Federalnego Ministerstwa Nauki i Badań. – Już nie mogę się doczekać, kiedy uda nam się sprowadzić tu wodór w wystarczających ilościach – powiedział landowy minister.

## 300 mln euro na transformację

Koszty budowy Heizkraftwerk Leipzig Süd wyniosły 180 milionów euro, z czego 10 milionów dopłacił budżet niemieckiego państwa. Powstanie nowej ciepłowni jest popierane przez mieszkańców miasta, którzy zgodzili się na odejście od niezdrowego, a obecnie także drogiego węgla. Lipsk chce w najbliższym czasie przeznaczyć 300 milionów euro na transformację energetyczną i na ekologiczny dobrostan miasta.

Właścicielem nowego zakładu jest lokalna spółka dostarczająca energię – Leipziger Stadtwerke (SWL). Kwestie techniczne związane z wodorem SWL zdecydowała się zlecić niemieckiemu koncernowi Siemens Energy oraz niemieckiemu oddziałowi francuskiego giganta energetycznego Électricité de France (EDF Deutschland). Leipzig Süd został ogłoszony jako wspólny projekt energetyczny SWL, Siemens Energy i EDF Deutschland i otrzymał nazwę „Lipsk bez emisji z energią wodorową”. W chwili ogłoszenia tego projektu w 2022 roku zagwarantowano już jego wstępne finansowanie i złożono wniosek o dalsze środki. Kierownik projektu, Thomas Brandenburg, w rozmowie z gazetą Leipziger Zeitung tłumaczył, że celem



foto. zasoby autora

## Aleksandra Fedorska

Korespondentka polskich i niemieckich portali branżowych. Jej specjalizacją jest polityka energetyczna Niemiec, Danii, Szwecji, Austrii, Szwajcarii oraz krajów Beneluksu. Śledzi przebieg kampanii wyborczych we wszystkich wymienionych krajach pod względem polityki energetycznej

inwestycji jest, aby zielony wodór był wytwarzany bezpośrednio przy ciepłowni i spalany na miejscu. Wystarczająco duża produkcja tego paliwa może zostać osiągnięta, jego zdaniem, w latach 2035-2040.

## Plan na lata

Ekspertki zwracają jednak uwagę na to, że przejście z gazu na wodór musi być planowane długoterminowo i realizowane stopniowo. Pierwszym krokiem mają być domieszki wodoru do gazu w 2025 roku. Budżet federalny zapowiedział, że będzie finansował ten pierwszy krok transformacji energetycznej w lipskim ciepłownictwie. W rzeczywistości zakup i spalanie wodoru w Lipsku jest za drogie. – Przede wszystkim musimy rozwinąć odnawialne źródła energii i sieci ciepłownicze wykorzystujące OZE lub ciepło odpadowe z przemysłu. Zielony wodór jest zbyt drogi, by spalać go w celach grzewczych – powiedział lokalnym mediom Christoph Gerhards, naukowiec zajmujący się energią. Gerhards, który prowadzi intensywny dialog z mieszkańcami miasta Lipsk, poinformował media, że obywatele obawiają się, że firmy takie jak Siemens Energy i EDF

chcą skorzystać na takich projektach nie tylko w formie finansowej, ale także propagandowej, lansując się jako dostawcy zielonej technologii. W rzeczywistości może być tak, że świeżo wybudowana ciepłownia okaże się tylko z nazwy wodorowa. A w rzeczywistości będzie nie tylko krótkoterminowo, ale także średnio- i długoterminowo spalać gaz ziemny i generować emisję CO<sub>2</sub>, ale również tlenki azotu, które są szkodliwe dla zdrowia.



• ATEX • SIL2/SIL3 • HART • MID

# APLISENS<sup>®</sup>

APLISENS S.A. – Produkcja Przemysłowej  
Aparatury Pomiarowej i Elementów Automatyki



## CIŚNIENIE

- przetworniki ciśnienia
- przetworniki różnicy ciśnień

## PRZEPŁYW

- przepływomierze elektromagnetyczne
- zwężki pomiarowe



## TEMPERATURA

- czujniki
- przetworniki



## POZIOM

- sondy głębokości
- przetworniki poziomu



Aplisens S.A.  
ul. Morełowa 7  
03-192 Warszawa



[www.aplisens.pl](http://www.aplisens.pl)  
[aplisens@aplisens.pl](mailto:aplisens@aplisens.pl)  
22 814 07 77

# Ok, but not in my backyard

Wybory zakończone i wygląda na to, że wbrew różnym zakłębom będziemy mieli nowy rząd złożony z koalicji trzech (a może czterech) partii. Można więc zacząć zastanawiać się nad odpowiedzią na pytanie, co nowy układ rządzący będzie miał do zaoferowania energetyce. Poniżej pozwolę sobie na krótką analizę tego zagadnienia.

Krótką, ponieważ, po pierwsze: energetyka – poza rytualnym gardłowaniem, że jest drogo – nie zajmuje jakiegos szczególnie istotnego miejsca w programach większości zwycięzców. Po drugie, programy to wciąż zbiory deklaracji i dobrych chęci. Dopiero praktyka rządzenia pokaże nam prawdziwe intencje, a do tego czasu możemy mieć tylko nadzieję, że tematyka ta nie zostanie przehandlowana osobom niekompetentnym za kilka dodatkowych szabel w Sejmie.

Niestety, kiedy przed wyborami analizowałem sobie postulaty energetyczno-klimatyczne komitetów wyborczych to, mówiąc delikatnie, szata nie było. Tematyka energetyczna niestety nie nagrzewa opinii publicznej w stopniu podobnym do kupowania respiratorów czy rozdawania willi.

Z drugiej strony ciężko w zasadzie zaczynać rozmowę o jakiegokolwiek branży gospodarki bez odniesienia się do kwestii ceny energii elektrycznej i kosztów transformacji energetycznej. Trudno więc uciec od poważnej dyskusji o energetyce nawet jeżeli jest to – wobec zapóźnienia, w jakim się znaleźliśmy – gorący kartofel.

## KO, czyli wszystko, wszędzie, zawsze

No to po kolei. Zaczniemy od komitetu, który osiągnął najlepszy wynik spośród wszystkich partii opozycyjnych. Po pierwsze, KO obiecała zmniejszyć minimalną odległość od gospodarstw domowych w ramach niestawnej zasady 10H z 700 do 500 m. Niestety, obok zmiany jednej cyferki w dotychczasowym mechanizmie nie dostaliśmy w tym zakresie żadnych konkretów. A jak wszyscy dobrze wiedzą, sama odległość minimalna to tylko jeden element problemu. Oprócz tego mamy konieczność prowadzenia pełnej długotrwałej procedury planistycznej, bez możliwości wykorzystania planu uproszczonego lub zintegrowanego planu inwestycyjnego, brak możliwości repoweringu poprzez instalację lepszych i mocniejszych turbin, itd., itp. Można mieć nadzieję, że wynika to jedynie z mechaniki kampanii wyborczej i w rzeczywistości zaadresowanie problemu 10H będzie miało wymiar kompleksowy.

Dalsze pomysły komitetu wyglądają z kolei tak ogólnikowo, że już bardziej się chyba nie da. KO obiecuje bowiem przygotowanie szczegółowego planu transformacji energetycznej i przyspieszenie rozwoju OZE i źródeł jądrowych. Jest to zresztą lejtymotyw, który przewija się przez większość opisywanych tu programów. Ktoś mógłby się spodziewać, że partia ma-



fot. zasoby autora

### Jan Saklawski

radca prawny,  
Head-of-legal Grenergy  
Polska sp. z o.o.

jąca realne apetyty na rządzenie krajem będzie miała nieco więcej do powiedzenia w przedmiocie transformacji niż obietnica przygotowania jej planu, ale cieszymy się z małych rzeczy. Wygląda na to, że przynajmniej nie będzie konieczności tłumaczenia po raz setny, że antropogeniczność zmian klimatu jest faktem, węgla nie mamy na 200 lat fedrowania, a robienie z atmosfery ścieku musi spotkać się z konsekwencjami finansowymi. Poza tym, w zasadzie wszystkie opcje są na stole.

Ostatnia kwestia to obiecane odblokowanie środków z KPO, zamrożonych przez Komisję Europejską w związku z niewykonaniem kamieni milowych oraz wyciągnięcie ręki po nowe rozdanie zaliczek. I tutaj rzeczywiście można wierzyć, że chęci odblokowania tych funduszy są szczerze, a gotowość do dostosowania się do ocze-

kiwań KE – prawdziwa. No i tu wracamy jednak do kwestii pierwszej, gdyż kamienie milowe to – oprócz odwrócenia nieszczęsnych „reform” sądownictwa – również odejście od zasady 10H...

Pozostaje mieć nadzieję, że przynajmniej po przejęciu władzy partia Donalda Tuska wpadnie na jakieś pomysły dotyczące energetyki, bo najwyraźniej przez 8 lat w opozycji nie zdążyła tego zrobić.

## Trzecia Droga – najważniejszy dobry humor

Jeszcze większy poziom ogólności przedstawia program (o ile można to tak nazwać) Trzeciej Drogi. Ponownie pojawia się postulat wsparcia dla OZE i atomu, co oznacza, że zarówno polski program jądrowy, jak i generalne przestawienie generacji na bardziej rozproszoną wydają się być konsensusem. Dalej Trzecia Droga zapowiada, że ostatnia elektrownia węglowa zostanie zamknięta w 2040 r. Oczywiście, nietrudno odczytać tutaj kontekst wypowiedzi, chodzi o symboliczne zamknięcie procesu dekarbonizacji polskiej elektroenergetyki. Ja jednak zawsze sceptycznie podchodzę do tego typu hasłowych, prostych odpowiedzi na niezwykle trudne i złożone problemy.

Fundacja Instytut przedstawiła jakiś czas temu bardzo ambitny model transformacji zakładający 68% energii z OZE w końcowym zużyciu w roku 2030<sup>1</sup>. Ich modelowanie bazuje oczywiście na szeregu założeń, które nie muszą się spełnić, ale uwzględniają również pracę elektrowni węglowych w rezerwie. Liczę, że ten model zostanie wprowadzony w życie, ale

obawiam się, że jeżeli kilka zmiennych nie będzie wyglądało tak, jak założono, to przedstawiony model nie będzie miał racji bytu. Po prostu, postulaty budowane w oparciu o daty i obietnice bywają pułapkami.

Ostatnim pomysłem, jaki pojawił się wśród postulatów Trzeciej Drogi, jest przekazanie wszystkich środków uzyskanych z handlu uprawnieniami do emisji na rzecz wspierania transformacji energetycznej. Trudno się z tą koncepcją nie zgodzić, a jest ona również prosta w realizacji, bo wymaga w zasadzie przesunięć w budżecie, bez konieczności ingerowania w sam system ETS. Może się jednak klócić z postulatem trzeciego koalicjanta – o czym za moment.

Podsumowując krótki i dość lakoniczny program Trzeciej Drogi, można stwierdzić, że przynajmniej wywołuje on na twarzach czytających uśmiech. U jednych będzie to uśmiech politowania, u innych uśmiech pełen nadziei. Mam nieodparte wrażenie, że jest tu mnóstwo niewykorzystanego potencjału, w szczególności w odniesieniu do postulatów związanych z energią na terenach wiejskich. PSL, jako partia rolników, powinna być w awangardzie pomysłów w zakresie wykorzystania biogazu, wytwarzania biometanu, agrofotowoltaiki czy ogólniej energetyki rozproszonej. Pozostaje czekać na klarowniejsze koncepcje w umowie koalicyjnej.

Następnie, również jako jedyni, posłowie i posłanki Lewicy postulują gruntowną modernizację sieci przesyłowej i dystrybucyjnej. Postulat znakomity, ale jak to zwykle bywa pozostaje pytanie o źródła finansowania. Energetyka rozproszona w ogóle wydaje się być konikiem tego komitetu, ponieważ niemal na jednym wydechu, zaraz za kwestiami sieciowymi, pojawiają się: efektywność energetyczna, wsparcie dla społeczności energetycznych, wzmocnienie roli biogazu i biometanu.

Na koniec Lewica postuluje zastąpienie systemu ETS bardziej przejrzystym systemem uniemożliwiającym spekulację. I tutaj znowu diabeł tkwi w szczegółach. Postulat zmian w EU ETS nie jest przecież nowy. Dotychczas jednak nie było większego zainteresowania jego rewizją, co wynikało z prostej przyczyny: ETS nie jest już kluczowym problemem największych gospodarek Unii. Niemcy emitują co prawda ponad dwa razy więcej od nas, ale ich gospodarka jest sześć razy większa i koszt emisji nie obciąża tak bardzo niemieckich portfeli. Nie wydaje mi się, by znalezienie paneuropejskiej koalicji w celu zreformowania EU ETS było zadaniem wykonalnym, tym bardziej, jeżeli musiałoby zostać wykonane w najbliższej przyszłości. Jeżeli mamy się tak ambitnie dekarbonizować, jak nam to obiecują partie koalicyjne, to system handlu uprawnieniami do emisji powinien niedługo (w 2035, 2040, a może później) być tylko nieprzyjemnym wspomnieniem. Pozostaje również problem, jak spiąć ten postulat z pomysłem Trzeciej Drogi na finansowanie transformacji ze środków pochodzących ze sprzedaży EU ETS.

\*\*\*

Najbardziej przeszkadza mi w programach energetycznych koalicyjnych komitetów fakt (obok ich generalnej ogólnikowości) znaczących braków zakresowych. W zasadzie zbiór pod nazwą „energetyka” dla polityków tych partii sprowadza się do elektroenergetyki i w tym zakresie, z chlubnym wyjątkiem Lewicy, niemal wyłącznie do jej komponentu wytwórczego. Kwestie sieciowe, będące zmartwieniem wytwórców, lawinowe odmowy wydawania warunków przyłączenia, elastyczność odbioru, usługi sieciowe, rola magazynów (znów ukłon w stronę Lewicy) pozostają poza spektrum zainteresowań wspomnianych partii.

Poza dyskusją są również kwestie dotyczące dekarbonizacji ciepłownictwa, znacznie bardziej zależnego od kopalin sektora energetyki i *last but not least* – transportu. Być może trzeba będzie powiedzieć Polakom, że ten grill i dwa kopące diesle obok taniego domku pod miastem nie były nigdy opcją realistyczną. Dyskurs będzie w którymś momencie musiał wrócić do kwestii transportowych, a nie będzie to rozmowa prosta, bo samochód stał się w Polsce symbolem statusu społecznego, w szczególności w dużych ośrodkach. Partie wspierane przez tego typu elektorat będą miały nie lada zadanie do wykonania, jeżeli chcą, by i również pozostałe działy energetyki „zrzuciły węglowe kajdany”. Trzeba będzie się wówczas zastanowić, czy na pytanie: „jak z tą dekarbonizacją ma być”, elektorat nie powie: ok, *but not in my backyard*.

#### Przypis

1 <https://instrat.pl/wp-content/uploads/2023/03/Instrat-Policy-Paper-03-2023-Polski-nie-stac-na-srednie-ambicje.pdf>

” Najbardziej przeszkadza mi w programach energetycznych koalicyjnych komitetów fakt – obok ich generalnej ogólnikowości – znaczących braków zakresowych

#### Lewica – Panu Bogu świeczkę a diabłu... elektrownię atomową

Ostatni i najmniejszy koalicjant ma paradoksalnie najbardziej rozbudowaną agendę energetyczną. Może to dziwić, gdyż o ile postulaty klimatyczne zwyczajowo stanowią część lewicowego jądra, to już mądre strukturyzowanie energetyki trudno byłoby do tego jądra zaliczyć. Zwykle kończyło się to na okrzykach o 100% OZE do 2024 roku i niczym więcej. Tym razem jest inaczej i to niemal w całości in plus. Oczywiście, program zaczyna się od kolejnej daty i obietnicy, ale jest ona dużo bardziej wyważona i realistyczna niż rzucona bezrefleksyjnie koncepcja koalicjanta. Lewica chce bowiem, by już w 2035 roku większość energii w gospodarce pochodziła z OZE. Jak pokazał wspomniany już raport Instrat, jest to postulat realny.

Dalej Lewica, jako jedyny komitet, wskazuje na kluczową rolę magazynów energii – zarówno elektrowni szczytowo-pompowych, jak i baterii. Zakładam, że rola OZE w systemie została przez tę partię gruntownie przemyślana i kwestie takie jak spłaszczenie profilu produkcji z pogodozależnych źródeł nie pozostały w głowach ekspertów, ale zostały uwzględnione w planowanej strategii. Lewica po latach opowiadania niestworzonych historii przeprosiła się również z energią atomową, która zajmuje istotne miejsce w jej programie.

# Zmieniona dyrektywa EED

## Co z niej wynika dla sektora ciepłownictwa systemowego?

20 września br. została opublikowana dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1791 z dnia 13 września 2023 r. w sprawie efektywności energetycznej oraz zmieniająca rozporządzenie (UE) 2023/955 (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE nr L 231 z 20.09.2023 r.), zwana też zmienioną dyrektywą w sprawie efektywności energetycznej. Będzie to prawdziwy game changer dla funkcjonowania sektora ciepłownictwa systemowego.

Dotychczas żaden z pakietów klimatyczno-energetycznych Unii Europejskiej nie wpływał w tak dużym stopniu na gałąź energetyki, jaką jest ciepłownictwo, w tym systemowe. Co warto podkreślić, zapisy dyrektywy istotnie zmieniały się w toku prac legislacyjnych, a każda z tych zmian będzie znacznie oddziaływała np. na to, jaki miks technologii zostanie zastosowany przy modelowaniu przyszłego kształtu poszczególnych systemów ciepłowniczych.

### Kluczowe dla ciepłownictwa obszary legislacyjne

Ocena znaczenia poszczególnych przepisów zmienionej dyrektywy EED na proces zaopatrzenia w ciepło odbiorców końcowych jest kwestią subiektywną. Natomiast z pewnością kluczowymi obszarami legislacyjnymi – poza licznymi obowiązkami sprawozdawczymi, planistycznymi oraz w zakresie przygotowania analiz spoczywających na różnych podmiotach będących bezpośrednio lub pośrednio uczestnikami rynku ciepła – będą: wprowadzenie nowej definicji efektywnego systemu ciepłowniczego lub chłodniczego oraz zmiana definicji wysokosprawnej kogeneracji. Oba te obszary co do zasady bezpośrednio wpłyną na kierunki planowanych inwestycji w systemach ciepłowniczych oraz terminy ich realizacji, a także czas odstawienia lub przejścia do zimnej rezerwy istniejących jednostek wytwórczych, podobnie jak na planowanie pracy źródeł ciepła przyłączonych do danego systemu ciepłowniczego. W powyższych rozważaniach nie analizowałam przepisów dotyczących generalnie efektywności energetycznej, które odegrają również ważną rolę w procesie transformacji ciepłownictwa systemowego – im poświęcony zostanie w przyszłości odrębny artykuł.



foto. zasoby autorki

### Dorota Jeziorowska

dyrektor Polskiego  
Towarzystwa  
Elektrociepłowni  
Zawodowych

### Efektywny system ciepłowniczy lub chłodniczy

Zakłada się, że spełnienie kryterium efektywnego systemu ciepłowniczego lub chłodniczego jest tym celem, do którego dążyć będą uczestnicy poszczególnych rynków ciepła. Dlaczego? Od tego będzie zależało uzyskanie oraz utrzymanie pomocy publicznej na modernizację, z definicją tą powiązane są też różne uwarunkowania regulacyjne wynikające z dyrektywy RED III oraz projektowane w zmienianej dyrektywie EPBD. W artykule 26 zmienionej dyrektywy EED zaprojektowano trajektorię dochodzenia do neutralności klimatycznej na poziomie danego systemu ciepłowniczego w roku 2050. Przepisy te przewidują dwie alternatywne ścieżki

uzyskania kryterium efektywnego systemu ciepłowniczego. Jedna oparta o odpowiedni udział wolumenów ciepła z poszczególnych rodzajów źródeł; druga z nich przewiduje maksymalny poziom emisji gazów cieplarnianych dla systemu ciepłowniczego. Wyboru rodzaju metodologii dokonuje się na etapie transpozycji przepisów dyrektywy EED do prawodawstwa krajowego – na poziomie danego państwa członkowskiego.

Za system efektywny energetycznie będzie uznawany system, w którym:

#### kryterium jakościowo – wolumenowe

1. do dnia 31 grudnia 2027 r. wykorzystywana jest co najmniej: w 50% energia ze źródeł odnawialnych lub w 50% ciepło odpadowe, lub w 75% ciepło pochodzące z kogeneracji, lub 50% miks tych źródeł,
2. od 1 stycznia 2028 r. wykorzystywana jest co najmniej: w 50% energia z OZE lub w 50% ciepło odpadowe, lub

- w 50% ciepło odpadowe lub energia z OZE, lub w 80% ciepło pochodzące z wysokosprawnej kogeneracji, lub w 50% miks ww. źródeł pod warunkiem, że udział energii z OZE wynosi co najmniej 5%,
- od 1 stycznia 2035 r. wykorzystywana jest co najmniej: w 50% energia z OZE lub w 50% ciepło odpadowe, lub w 50% ciepło odpadowe lub energia z OZE, lub w 80% miks ww. źródeł oraz ciepła pochodzącego z wysokosprawnej kogeneracji pod warunkiem, że udział energii z OZE lub ciepła odpadowego wynosi co najmniej 35%,
  - od 1 stycznia 2040 r. wykorzystywana jest co najmniej: w 75% energia z OZE lub w 75% ciepło odpadowe, lub w 75% ciepło odpadowe lub energia z OZE, lub 95% miks ww. źródeł oraz ciepła pochodzącego z wysokosprawnej kogeneracji pod warunkiem, że udział energii z OZE lub ciepła odpadowego wynosi co najmniej 35%,
  - od 1 stycznia 2045 r. wykorzystywana jest co najmniej: w 75% energia z OZE lub w 75% ciepło odpadowe, lub w 75% ciepło odpadowe lub energia z OZE,
  - od 1 stycznia 2050 r. wykorzystuje się wyłącznie energię z OZE, wyłącznie ciepło odpadowe lub wyłącznie połączenie energii z OZE i ciepła odpadowego.

lub

#### kryterium emisyjne,

w którym wielkości emisji gazów cieplarnianych z systemu ciepłowniczego i chłodniczego na jednostkę ciepła lub chłodu dostarczoną odbiorcom nie przekraczają następujących progów:

- do dnia 31 grudnia 2025 r.: 200 g/kWh,
- od dnia 1 stycznia 2026 r.: 150 g/kWh,
- od dnia 1 stycznia 2035 r.: 100 g/kWh,
- od dnia 1 stycznia 2045 r.: 50 g/kWh,
- od dnia 1 stycznia 2050 r.: 0 g/kWh,

wraz z dodatkowymi wymogami przewidzianymi w dyrektywie dotyczącymi obu wariantów.

Wydaje się, że biorąc pod uwagę specyfikę polskiego sektora ciepłownictwa systemowego, o ile oba z tych kryteriów będą bardzo trudne do wypełnienia (zwłaszcza przez największe systemy ciepłownicze), korzystniejsze okaże się jednak podstawowe kryterium (wolumenowo-jakościowe). Kwestia ta zostanie rozstrzygnięta na etapie prac nad implementacją dyrektywy EED.

#### Rozszerzenie wymogów dla kryterium wysokosprawnej kogeneracji

Drugim niezwykle ważnym obszarem, zważywszy na aktualną strukturę miks paliwowego jednostek kogeneracji dostarczających ciepło do systemów ciepłowniczych, jest załącznik określający metodę określania sprawności kogeneracji (Załącznik III do zmienionej dyrektywy EED), który przewiduje dodatkowe kryteria dla wysokosprawnej kogeneracji:

- w odniesieniu do jednostek kogeneracji zbudowanych lub znacznie zmodernizowanych po transpozycji Załącznika III, bezpośrednie emisje dwutlenku węgla z produkcji

- kogeneracyjnej, która jest zasilana paliwami kopalnymi, powinny wynosić mniej niż 270 g CO<sub>2</sub> na 1 kWh energii wyprodukowanej w procesie skojarzonego wytwarzania (w tym energii cieplnej/chłodniczej, energii elektrycznej i energii mechanicznej) – tzw. wskaźnik EPS270;
- istniejące jednostki kogeneracji (użytkowane przed dniem 10 października 2023 r.) mogą zostać objęte odstępstwem od tego wymogu do dnia 1 stycznia 2034 r. pod warunkiem, że mają plan stopniowego ograniczania emisji (i dokonają jego odpowiedniego zgłoszenia), tak by do dnia 1 stycznia 2034 r. osiągnęły wysokość nieprzekraczającą progę 270 g CO<sub>2</sub> na 1 kWh;
- w przypadku budowy lub znacznej modernizacji jednostki kogeneracyjnej – wymóg dotyczący braku wzrostu wykorzystania paliw kopalnych innych niż gaz ziemny.

Zmiany w załączniku III będą miały bezpośredni wpływ na tempo „przepaliwowania” w ramach jednostek kogeneracji – w tym zakresie również część kwestii, tj. np. metodologia określania wskaźnika EPS, zostaną określone na etapie implementacji przepisów dyrektywy EED.

” Dotychczas żaden z pakietów klimatyczno-energetycznych Unii Europejskiej nie wpływał w tak dużym stopniu na gałąź energetyki, jaką jest ciepłownictwo, w tym systemowe

#### Mechanizmy zachętowe i upraszczające rozwój OZE i wykorzystania ciepła odpadowego

Warto zwrócić uwagę, że aby spełnianie kolejnych kamieni milowych w zakresie definicji efektywnego systemu ciepłowniczego lub chłodniczego było możliwe, konieczne jest wprowadzenie gamy rozwiązań upraszczających procesy inwestycyjne związane z budową instalacji OZE oraz wykorzystaniem ciepła odpadowego, a także zachęcające do podejmowania działań z nimi związanych. Teraz, kiedy już znamy kształt zmienionej dyrektywy EED (podobnie jak RED III), możemy zacząć opracowywać optymalne rozwiązania, które mogłyby być wdrożone równoległe z procesem transpozycji tych aktów prawnych. Rola OZE i ciepła odpadowego w ciepłownictwie systemowym będzie się dynamicznie zwiększać w najbliższych latach, wiemy już również, w których kierunkach nastąpi rozwój tych technologii. Jest to więc najlepszy moment do opracowania rozwiązań regulacyjnych, które – biorąc pod uwagę specyfikę polskiego sektora ciepłownictwa systemowego – pozwolą na stopniową jego dekarbonizację.

# Nowoczesne materiały do magazynowania i konwersji energii

Obecne trendy w energetyce obejmują odejście od paliw kopalnych i rozwój odnawialnych źródeł. Chcąc uniknąć globalnego kryzysu energetycznego i przewyciężyć niestabilności dostaw energii należy przyrzeć się tematowi jej magazynowania i konwersji. Proponowane rozwiązania powinny być bezpieczne dla środowiska, wydajne, wytrzymałe i łatwo skalowalne, by umożliwić ich szerokie wykorzystanie.

## Akumulatory

Ogniwa litowo-jonowe odznaczają się wysoką gęstością energii i są powszechnie wykorzystywane w energetyce, e-mobilności czy elektronice. Zapotrzebowanie na nie wzrosło o 65% w stosunku do ubiegłego roku i przewiduje się, że do 2024 roku ich łączna pojemność przekroczy 335 GWh globalnie. Światowy rynek akumulatorów Li-ion miał wartość szacunkową wynoszącą około 42 miliardy dolarów w 2020 roku<sup>1</sup>. W rozwoju tej technologii kluczową rolę odgrywają materiały anodowe, dla których przebieg procesu elektrodowego nie ma natury interkalacji, jak stopy litu z glinem, ołowiem, cyną bądź krzemem. Rozważane są również materiały intermetaliczne na bazie cyny i tlenki metali przejściowych w postaci nanoproszków. W przypadku materiałów katodowych powinny charakteryzować się wysokim potencjałem względem metalicznej elektrody litowej i stabilnością względem elektrolitu. Jednakże jest to technologia, od której należy stopniowo odchodzić. W produkcji stosowane są pierwiastki ziem rzadkich – blisko 60% wydobywanego litu jest wykorzystywane na ten cel, poszukiwane są więc bezpieczniejsze dla środowiska rozwiązania. Na uwagę zasługują tu ogniwa Al-ion. Dzięki trzelektronowej reakcji redox pozwalają na otrzymywanie wysokich pojemności i szybkiego czasu ładowania, lecz uzyskiwane napięcie jest niskie, a czas życia – krótki. W przypadku ogniwa typu Na-ion jest to rozwiązanie wykorzystujące tańszą technologię. Wadą wymagającą poprawy jest niska żywotność (5 000 cykli ładowania w porównaniu do 10 000 w przypadku akumulatorów litowo-żelazowo-fosforanowych).



fot. zasoby autorki

### Emma Bartosik

Studentka Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Członkini koła AGH Eko-Energia, które skonstruowało turbinę wiatrową z trzema generatorami i turbinę o zmiennej średnicy, a teraz pracuje nad samochodem elektrycznym z panelami fotowoltaicznymi „Perła”

## Ogniwa paliwowe

Stałotlenkowe ogniwa paliwowe (Solid Oxide Fuel Cells) pozwalają na otrzymywanie energii elektrycznej bezpośrednio z zachodzących w nich reakcji chemicznych. Ceramika tu stosowana nie jest aktywna elektrycznie bez osiągnięcia wysokiej temperatury (500-1000°C). Cechują się wysoką sprawnością dochodzącą do 90%, niższą emisją dwutlenku węgla oraz wydzielaniem ciepła podczas pracy, co oferuje perspektywę hybrydowych rozwiązań w postaci złączonych generatorów ciepła i energii elektrycznej. Wymagają materiałów o mieszanym typie przewodnictwa, by procesy redox zachodziły w całej objętości. Należy zadbać o ich stabilność chemiczną oraz dużą porowatość w celu zwiększenia szybkości transportu reagentów. Na materiał katodowy proponowane są tlenki perowskitów, a na anodowy – cermet. Temperatura pracy ogniwa jest zależna od jego budowy i ograniczona zachodzącymi procesami. Jej

obniżenie poprawia długoterminową stabilność i umożliwia wykorzystanie tańszych stopów metali, lecz zmniejsza gęstość mocy. Jest to rozwiązanie ekonomiczne, które może znaleźć zastosowanie w energetyce. Potrzebne są tu natomiast badania dotyczące tlenku cyrkonu domieszkowanego itrem ze względu na jego obiecującą perspektywę użycia do pracy w niskich i średnich temperaturach (400-800°C). Jego rezystancja rośnie wykładniczo ze spadkiem temperatury, lecz możliwe jest ominięcie tego efektu przez zmniejszenie grubości warstwy elektrolitu. Technika wytwarzania cienkich

warstw jest natomiast kosztowna i trudno skalowalna. Trwają jednakże prace nad alternatywami w postaci domieszkowanego ceru czy materiałów na bazie LSGM, czyli elektrolitu o strukturze perowskitu na bazie galianianu lantanu<sup>1</sup>.

### Nanomateriały fotoaktywne

Wytwarzanie i przechowywanie energii elektrycznej w jednym urządzeniu – systemie zintegrowanym (*integrated energy conversion and storage system, IECCS*) – to przetom o dużym potencjale przyszłej komercjalizacji. Zintegrowane fotoładowalne akumulatory pozwalają na zwiększenie wydajności, przy jednoczesnym zmniejszeniu masy w porównaniu z konwencjonalnymi systemami (składającymi się osobno z urządzenia wytwarzającego energię i magazynu energii). Pierwszy akumulator fotoelektryczny, opracowany w 1976 roku, był układem trójelektrodowym, zbudowanym z selenku kadmu, siarki i siarczku srebra. Od tego czasu proponowano rozwiązania hybrydowe, posiadające fotoelektrody (której oświetlenie powoduje generację par nośników ładunku), przeciwelektrody (działające jako powierzchnia przenoszenia elektronów) oraz elektrody magazynujące energię. Przykładem jest układ z fotoanody z dwutlenku tytanu z barwnikiem i PEDOT (przewodzący

” Zrównoważona energetyka wymaga interdyscyplinarnych działań, a efektywne magazynowanie energii zapewni bezpieczeństwo energetyczne

polimer), przeciwelektrody z domieszkowanego polipirolu i elektrolitu w postaci  $\text{LiClO}_4$ . Gdy wytworzone napięcie nie jest wystarczające, mówimy o akumulatorach fotowspomaganych. Rozwijane są również rozwiązania dwuelektrodowe, w szczególności wykorzystujące materiały organiczne. Ostatnio opracowano akumulator fotoładowalny bazujący na ogniach barwnikowych (*dye-sensitized solar cell, DSSC*) z elektrolitem ołowiowo-organohalogenkowym. Barwniki są obiecujące w urządzeniach do magazynowania i konwersji energii ze względu na swoją niską cenę i dostępność, jednakże ulegają szybkiej degradacji.

### Ścieżki modyfikacji

Elektrody powinny charakteryzować się wysoką przewodnością i stabilnością chemiczną. Materiały węglowe, jak nanorurki czy aerozele węglowe, są „atrakcyjnymi kandydatami” na elektrody przez dużą powierzchnię właściwą. Porowatość można dalej zwiększać poddając działaniu silnych kwasów lub zasad, bądź na drodze reakcji w podwyższonej temperaturze. Dzięki

temu transport substancji aktywnych, dystrybucja ciepła i wydajność ulegają poprawie. Rozwijanie technologii wytwarzania porowatych membran wspomogą akumulatory cynkowo-powietrzne, których niezaprzeczną zaletą jest wykorzystanie tanich materiałów i wysoka gęstość energii.

Tematowi przyrzeć się można od drugiej strony: zamiast szukać nowych materiałów, warto rozwijać już poznane tak, by polepszyć ich właściwości. Korzystna okazała się modyfikacja mikrostruktury powodująca poprawę właściwości mechanicznych, optycznych i elektrycznych. W przypadku nanometrycznych półprzewodników zmiana rozmiaru skutkuje wystąpieniem zjawiska kwantowego efektu rozmiarowego, co jest wynikiem falowej natury cząstek. Modyfikacja morfologii to przede wszystkim zmiana wymiarowości materiałów. Wzrost stosunku powierzchni do objętości przekłada się na zwiększenie efektywności konwersji – wydajność reakcji i liczba centrów aktywnych jest proporcjonalna do powierzchni ciała stałego. Obecnie elektrody wytwarza się technikami, takimi jak *roll to roll*, *dip coating* czy z wykorzystaniem ablacji laserowej. Produkcja trójwymiarowych elektrod jeszcze nie jest masowa, lecz trwają prace mające na celu to zmienić. Z pomocą przychodzi druk 3D, który umożliwi precyzyjne projektowanie geometrii przestrzennej, co oferuje elastyczność w produkcji. Wydrukowano już fotoelektrody do wytwarzania wodoru z użyciem światła w ogniwie fotoelektrochemicznym z materiałów, takich jak zredukowany tlenek grafenu, molibdenek niklu, kompozyty z polilaktydu, stopy tytanu czy Inconel 718.4 Niezaprzeczalnie produkcja efektywnych urządzeń do magazynowania i konwersji energii wiele zyska przez wykorzystanie wytwarzania addytywnego, lecz dla sukcesu tej technologii kluczowe jest rozwijanie nauki, jaką jest inżynieria materiałowa.

\*\*\*

Zrównoważona energetyka wymaga interdyscyplinarnych działań, a efektywne magazynowanie energii zapewni bezpieczeństwo energetyczne. Niezbędne jest opracowanie wysokowydajnych technologii wytwarzania superkondensatorów, ogniw paliwowych i akumulatorów. Każde z wymienionych rozwiązań odnajduje zastosowanie, lecz żadne z nich nie jest uniwersalne. Przyszłościowe mogą okazać się rozwiązania hybrydowe, jak urządzenia akumulatorowo-superkondensatorowe. Mogą one wspomóc energetykę rozproszoną bazującą na OZE, tym samym zwiększając efektywność i niezależność energetyczną.

### Literatura

1. Gitnux Lithium-Ion Battery Industry Statistics.
2. A battery made of molten metals, Nancy W. Stauffer.
3. Progress in low-temperature solid oxide fuel cells with hydrocarbon fuels, Hantui Su, Yun Hang Hu.
4. A minireview on 3D printing for electrochemical water splitting electrodes and cells, Yanran Xun, Kaixi Zhang, Win Johnson, Jun Ding.

# NAJWIĘKSZE TERMINALE GAZOWE ŚWIATA

Wojciech Sikorski  
ekspert z obszaru energetyki

Wiele krajów inwestuje dziś w import skroplonego gazu ziemnego (LNG) i budowę terminali gazowych. Przyszłość tego nośnika energii wydaje się obiecująca.

Globalne zapotrzebowanie na energię, zarówno elektryczną, jak i ciepłą, rośnie nieustannie, napędzane dynamicznym rozwojem społeczeństw i gospodarek. W odpowiedzi na ten nieuchronny trend, wiele krajów podejmuje ambitne inwestycje, kierując duże sumy pieniędzy na dywersyfikację swoich źródeł pozyskiwania energii. Ta ekspansja inwestycyjna ma na celu nie tylko zaspokojenie obecnych potrzeb energetycznych społeczeństw, ale także zapewnienie zrównoważonego i trwałego źródła energii na przyszłość. Dywersyfikacja jej źródeł jest kluczowym aspektem tej strategii, ponieważ pozwala na zminimalizowanie

ryzyka związanego z jednym dominującym źródłem, takim jak np. paliwa kopalne.

Kraje na całym świecie inwestują w rozwijanie technologii OZE, w tym energii słonecznej, wiatrowej, hydroelektrycznej i geotermalnej, aby zmniejszyć swoją zależność od kopalnych paliw i ograniczyć emisje gazów cieplarnianych. Ponadto badają i promują bardziej efektywne technologie wytwarzania i dystrybucji energii, by zapewnić, że rosnące zapotrzebowanie nie prowadzi do nadmiernego zużycia zasobów. Jednak nie tylko odnawialne źródła energii stanowią pożądaną alternatywę. Liczne kraje inwestują już od dłuższego czasu w inne

foto. 123rf



rozwiązanie, a mianowicie import skroplonego gazu ziemnego (LNG).

### Rosnący popyt

Przyszłość tego nośnika energii wydaje się obiecująca. Za istotnością jego roli w globalnym sektorze energetycznym opowiada się wiele czynników. Kluczowym jest bez wątpienia sam trend wskazujący na wzrost światowego popytu. Zainteresowanie to będzie prawdopodobnie tylko rosło, zwłaszcza w krajach, które kładą silny nacisk na technologie związane z czystymi źródłami energii, jak również starają się redukować emisje dwutlenku węgla. Co więcej, wiele państw zainwestowało ogromne fundusze w rozwój terminali gazowych, które są przedmiotem niniejszego artykułu.

Otwarcie nowych rynków importujących LNG, takich jak Chiny i Indie, to znaczący motor napędowy dla całego sektora związanego z handlem tym towarem. Jak wiadomo, są to kraje, których zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepłą stale rośnie. Sytuacja geopolityczna oraz dostępność złóż surowców naturalnych zmuszają wspomniane państwa do silniejszej dywersyfikacji źródeł energii celem zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Również sama cena tego nośnika energii w stosunku do kosztów innych paliw kopalnych jest zadowalająca. Te i inne czynniki sprawiają, że na świecie stale wznoszone są nowe i coraz to pokażniejsze terminale gazowe.

### Największe z największych

Istotną rolę dla światowego handlu LNG odgrywa największy z terminali, którym jest Qatargas LNG Terminal, obsługiwany i zarządzany przez Qatargas Operating Company Limited (Qatargas) – jednego z największych producentów LNG na świecie. Qatargas to katarska spółka joint venture, której partnerami są Qatar Petroleum oraz różni międzynarodowi partnerzy. Terminal wykorzystuje najnowsze technologie w celu maksymalizacji wydajności procesów chłodzenia gazu ziemnego do postaci LNG, co pozwala na skraplanie i przechwytywanie większych ilości paliwa. Skroplony gaz ziemny jest transportowany z terminalu za pomocą specjalnych tankowców do różnych miejsc na świecie. Te tankowce, zwane LNGC (LNG Carriers), są projektowane właśnie do przewozu skroplonego gazu ziemnego w warunkach bezpiecznych i optymalnych dla LNG.

Kolejnym z wielkich terminali gazowych jest Terminal Sabine Pass, znajdujący się na terenie kompleksu przemysłowego w miejscowości Cameron Parish w stanie Luizjana, nad Zatoką Meksykańską. To strategiczne położenie zapewnia dostęp do głównych szlaków żeglugi oraz do dużych rynków odbiorców w Stanach Zjednoczonych i na całym świecie. Jest zarządzany i obsługiwany przez Cheniere Energy, jednego z wiodących producentów LNG w Stanach Zjednoczonych. Sabine Pass był pierwszym operacyjnym terminalem LNG do produkcji i eksportu LNG na skalę komercyjną w USA. Rozpoczął działalność w 2016

roku i odegrał kluczową rolę w zwiększeniu zdolności Stanów Zjednoczonych do eksportu LNG na rynek międzynarodowy. Sabine Pass składa się z kilku jednostek przerobowych, z których każda ma zdolność przerobową w skali milionów ton LNG rocznie. Jednostki te są stopniowo modernizowane i rozbudowywane, co zwiększa zdolność produkcyjną terminala.

Niewiele młodszym od Sabine Pass jest projekt gazowy Gorgon, który znajduje się na Wyspie Barrow, na zachodnim wybrzeżu Australii, w stanie Australia Zachodnia. Jest to strategiczne położenie, które umożliwi dostęp do międzynarodowych rynków, w szczególności azjatyckich. Terminal LNG Gorgon jest zarządzany przez Chevron Corporation, jednego z największych producentów i dostawców gazu ziemnego na świecie. Projekt Gorgon to wspólne przedsięwzięcie Chevron, ExxonMobil i Shell, z Chevron jako operatorem. Terminal ten jest jednym z elementów większego projektu gazowego, który obejmuje zakłady produkcji LNG oraz zakłady przetwarzające gaz ziemny w celu wyizolowania i regazyfikacji LNG. Odgrywa również kluczową rolę w etapie eksportu rozpatrywanego paliwa. Zarządcy projektu Gorgon przykładają wielką wagę do zagadnień zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska. Inwestycje w technologie redukcji emisji i zminimalizowanie wpływu na środowisko naturalne stanowią ważne elementy tego projektu.

”

Istotną rolę dla światowego handlu LNG odgrywa największy z terminali, którym jest Qatargas LNG Terminal

Dużym terminalem jest też ten zlokalizowany na wschodnim wybrzeżu Chin, w okolicach miasta Tianjin, będącego częścią aglomeracji Pekinu. Położenie to umożliwi dostęp do głównych odbiorców na terenie kraju, a także do sieci transportowych i przemysłowych. Terminal LNG Tianjin jest zarządzany przez China National Offshore Oil Corporation (CNOOC), jedną z największych chińskich firm energetycznych. CNOOC odpowiada za działania związane z produkcją, przechwytywaniem i eksportem LNG. Paliwo dostarczane do terminalu pochodzi z różnych źródeł, w tym od krajowych producentów LNG oraz od międzynarodowych dostawców.

### A co w Europie?

Pierwszym z omawianych terminali europejskich jest Terminal South Hook, znajdujący się w porcie Milford Haven w Walii, na zachodnim wybrzeżu Wielkiej Brytanii. Jest to strategiczne położenie, które

ZBIORNIKOWIEC  
LNG  
przy terminalu  
gazowym



fol. 123rf

umożliwia dostęp do rynków brytyjskich i europejskich. Terminal jest zarządzany przez South Hook LNG Terminal Company Ltd., spółkę joint venture, w skład której wchodzi Qatar Petroleum, ExxonMobil i Total (Qatar Petroleum jest głównym udziałowcem w projekcie). Terminal ma znaczną zdolność regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego, jest w stanie przekształcić LNG z postaci skroplonej na gaz ziemny o normalnych parametrach temperatury i ciśnienia, który jest dostarczany do brytyjskiego rynku i na kontynent europejski. Gaz ziemny regazyfikowany w South Hook transportuje się dalej za pomocą sieci rurociągów do różnych miejsc na Wyspach Brytyjskich i w Europie. Odgrywa kluczową rolę w zaspokajaniu zapotrzebowania na gaz ziemny w regionie.

”

Obecnie najwięcej terminali LNG w Europie posiada Hiszpania

Innym istotnym obiektem na europejskiej mapie przepływu LNG jest Terminal Dunkierka, zlokalizowany w porcie Dunkierka nad Morzem Północnym, na północy Francji. Dzięki położeniu ma łatwy dostęp do międzynarodowych szlaków żeglugi oraz dostaw gazu ziemnego na obszarze Europy Zachodniej. Terminal jest zarządzany przez Dunkerque LNG, spółkę joint venture, której udziałowcami są: Fluxys (belgijski operator infrastruktury gazu), AXA Investment Managers, i OMERS Infrastructure. Regazyfikowany gaz ziemny jest transportowany za pomocą sieci rurociągów do Francji, Belgii i innych krajów europejskich. To umożliwia dystrybucję LNG na szeroką skalę. Terminal ten to istotny element francuskiego rynku gazu ziemnego i przyczynia się do dostaw energii na terenie kraju.

Stanowi także ważne ogniwo w europejskiej infrastrukturze energetycznej.

Dziś najwięcej terminali LNG w Europie ma Hiszpania. Kraj ten może pochwalić się siedmioma lokalizacjami, z których główne to Barcelona, Cartagena, Huelva oraz Bilbao. Poważne plany co do inwestycji w terminale i infrastrukturę związaną z LNG mają Niemcy. Obecnie dysponują trzema: w Brunshüttel, Wilhelmshaven i Lubminie. Zapowiedziana została jednak ich rozbudowa, jak również wzniesienie dwóch nowych instalacji, w tym w Rugii, która ma okazać się jedną z największych na świecie pod względem mocy regazyfikacji, wynoszącą blisko 38 mld m<sup>3</sup> LNG rocznie. Stanowi to pokłosie wojny w Ukrainie oraz zamiar uniezależnienia się od gazu z Rosji.

Warto wspomnieć również o największym na świecie pływającym terminalu, który ma zdolność do magazynowania oraz regazyfikacji LNG. Statek nosi nazwę „Bauhinia Spirit” i jest największym na świecie pod względem ładowności tankowcem służącym do przewozu LNG. Jego pojemność określana jest na 263 tys. m<sup>3</sup> skroplonego gazu ziemnego. Jest własnością Mitsui O.S.K. Lines (MOL) i Vopak.

\*\*\*

Sytuacja na światowym rynku LNG jest obecnie zdominowana przez rosnący popyt, zwłaszcza w regionie Azji, gdzie czyste źródła energii zyskują na znaczeniu. Wzrost ten skutkuje dynamicznym rozwojem infrastruktury, nowymi inwestycjami w terminale LNG oraz rosnącą międzynarodową wymianą handlową. Jednak rynek ten staje również w obliczu wyzwań, takich jak zmienne ceny paliw, napięcia polityczne i rosnące zapotrzebowanie na LNG niskowęgłowe w kontekście globalnej walki ze zmianami klimatycznymi. To wszystko wpływa na przyszłość rynku LNG, wymagając elastyczności i zrównoważonego podejścia do jego rozwoju. ■

# SPECJALISTYCZNE WYMIENNIKI CIEPŁA DLA PRZEMYSŁU





# KOGENERACJA W ZGH „BOLESŁAW” S.A. Idzie nowe...

**Tomasz Dzierżek**

kierownik Działu Zarządzania Energią, ZGH „Bolesław” S.A.

Niezależność energetyczna i dbałość o środowisko stają się coraz ważniejsze w dzisiejszym świecie. W tym kontekście kogeneracyjne źródła energii są jednym z kluczowych rozwiązań, będąc obecnie najefektywniejszą metodą produkcji energii, zajmując również ważną pozycję w unijnej polityce dotyczącej redukcji emisji dwutlenku węgla. Wpisując się w światowy trend poszukiwania nowych, coraz bardziej efektywnych źródeł energii, ZGH „Bolesław” S.A. w Bukowni realizują swoją najnowszą inwestycję pn.: Budowa kogeneracyjnego źródła gazowego w Zakładach Górniczo-Hutniczych „Bolesław” S.A.

Generalnym wykonawcą inwestycji zostało konsorcjum firm Introl Elektromontaż Sp. z o.o. oraz Tedom Poland Sp. z o.o. 14 stycznia 2022 r. podpisano umowę na wykonanie powyższego zadania. Koszt realizacji inwestycji to ok. 63 mln zł, a termin oddania od użytkowania – koniec 2023 r. Projekt został dofinansowany ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu „Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu” w kwocie 18 mln zł, organizowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

## Mniej emisji i energii pierwotnej

Nowoczesna elektrociepłownia produkować będzie energię elektryczną oraz ciepło w postaci pary i gorącej wody w tzw. skojarzeniu. Dzięki zastosowanej technologii możliwe jest osiągnięcie dużo wyższej sprawności, tj. ponad 80% w porównaniu z systemami rozdzielonymi (tj. dostawa energii elektrycznej z sieci i ciepło z kotłowni), co przekłada się na mniejsze zużycie paliwa i niższą emisję CO<sub>2</sub>. W efekcie projekt przyczyni się do:

- ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> o blisko 100 tys. ton CO<sub>2</sub>/rok,

**KOGENERACJA  
GAZOWA**

w trakcie budowy


**SILNIK**  
wraz z generatorem

**WYTWORNICA PARY**

- ograniczenia energii pierwotnej (w paliwie) o ok. 50 000 MWh/rok.

Całość energii elektrycznej i pary będzie używana na potrzeby technologiczne spółki, natomiast energia w postaci gorącej wody – oprócz potrzeb technologicznych – zostanie wykorzystana do pokrycia zapotrzebowania na centralne ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową zarówno ZGH „Bolesław”, jak i miasta Bukowno (poprzez sieć ciepłowniczą należącą do Tauron Ciepło Sp. z o.o.).

”

Nowoczesna elektrociepłownia produkować będzie energię elektryczną oraz ciepło w postaci pary i gorącej wody w tzw. skojarzeniu

Układ kogeneracyjny składa się z trzech silników gazowych o łącznej mocy elektrycznej 12,9 MWe (4,3 MWe/każdy silnik), kotłów parowych o wydajności 9,3 t/h (3 x 3,1 t/h) oraz wodnych wymienników ciepła

o mocy 5,85 MW (3 x 1,95 MW). Paliwem jest gaz ziemny wysokometanowy grupy E (GZ-50) dostarczany z sieci Polskiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o.

\*\*\*

W ramach kampanii edukacyjno-informacyjnej, która miała na celu zwiększenie świadomości na temat najefektywniejszych metod produkcji energii w kontekście dbałości o środowisko, odbył się cykl szkoleń oraz konferencji. Cele realizowanej inwestycji oraz korzyści dla środowiska wynikające z funkcjonowania nowoczesnej elektrociepłowni zostały przedstawione m.in. podczas „Forum Zielonego Przemysłu. Dekarbonizacja i własne źródła energii”, na „XXI Konferencji Naukowo-Technicznej. Efektywne Zarządzanie Energią w Przemysle” i Targach Energii w Jachrance oraz podczas serii spotkań edukacyjnych pn.: „Kogeneracja w ZGH „Bolesław” S.A. – idzie nowe...” zorganizowanych w Kopalni Wiedzy o Cynku w Bukownie.

Iceland  
Liechtenstein  
Norway grants

Narodowy Fundusz  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Fot. zasoby autora ■

# NOWY RZĄD, TE SAME WYZWANIA

## Jakich działań wymaga polska energetyka?

**Paulina Grądzik**

ekspertka ds. Energetyki i Legislacji, Departament Energii i Zmian Klimatu, Konfederacja Lewiatan

Czas oficjalnych działań w celu powołania nowego rządu już się rozpoczął. Niezwłocznie po utworzeniu Rady Ministrów obywatele z pewnością będą oczekiwali od jej członków podjęcia natychmiastowych starań na rzecz realizacji założeń programowych głoszonych w trakcie kampanii wyborczej, która miała miejsce jeszcze kilka tygodni temu. Oczekiwania te dotyczyć będą oczywiście realizacji m.in. postulatów energetycznych, których wraz z rozwojem kampanii pojawiało się coraz więcej.

Niektóre z komitetów wyborczych zaprezentowały przed wyborami stosunkowo rozbudowane programy energetyczne, obejmujące szeroki katalog zagadnień. Niektóre z nich potraktowały temat energetyki w sposób bardziej powierzchowny, wyznaczając jedynie główne kierunki planowanych działań. Niestety, nie wszystkie partie polityczne poważnie podchodzą do transformacji energetycznej i konieczności podjęcia zdecydowanych kroków na rzecz powstrzymania zmian klimatu, a prowadzenie sprawiedliwej transformacji i wypełnianie zobowiązań klimatycznych wynikających z dokumentów międzynarodowych jest przecież kluczowe, zwłaszcza w tak trudnym dla polskiej energetyki czasie.

### Trudny czas, istotne przyczyny

Znajdujemy się w przełomowym momencie dla polskiego sektora energetycznego, a co za tym idzie, także dla krajowego przemysłu. Okres pandemiczny, agresja zbrojna Rosji na Ukrainę, kolejne konflikty międzynarodowe i ryzyko szantażu energetycznego bezsprzecznie odbiły się na stanie energetyki zarówno polskiej, jak i unijnej, co wpływa na portfele odbiorców, którzy ponoszą koszty wzrostu cen nośników energii nie tylko w rachunkach za prąd czy gaz, ale także płacąc za towary i usługi. Niestety, nasza sytuacja w porównaniu do innych krajów Unii Europejskiej wypada bardzo słabo, z wielu powodów. Miks energetyczny zdominowany przez węgiel, regulacje wstrzy-



Fot. 123rf

mujące rozwój źródeł odnawialnych i brak stabilnego, bezemisyjnego źródła energii w postaci elektrowni jądrowej to główne przyczyny tej trudnej, choć nie patowej sytuacji.

Aby pomóc Polsce wyjść na energetyczną prostą, należy przede wszystkim przestać myśleć o sektorze w perspektywie kadencji parlamentu, a zacząć planowanie w zdecydowanie dłuższym horyzoncie czasowym. Na pewno nie będzie to proste, obszarów w tej branży jest bardzo wiele, ponadto stanowią one system naczyń połączonych i oddziałują na siebie wzajemnie. Niemniej dzięki stałemu dialogowi z przedstawicielami sektora, zaprzestaniu procedowania aktów prawnych na skrót – z pominięciem konsultacji publicznych lub maksymalnie skracając ich terminy – solidnemu sporządzaniu oceny skutków regulacji oraz strategicznemu i perspektywicznemu planowaniu kolejnych etapów rozwoju sektora, zadanie to może okazać się znacznie łatwiejsze i przynoszące efekty zdecydowanie szybciej.

### Transformacja to podstawa

Na początek należy wyraźnie ustalić wspólny punkt wyjścia, którym jest konieczność przeprowadzenia transformacji energetycznej. To absolutnie podstawowa kwestia, na którą zgodziliśmy się jako członkowie wspólnot, takich jak ONZ czy UE. Abstrahując od podpisanych dokumentów międzynarodowych,

transformacja energetyczna jest po prostu nieodzowna, jeżeli chcemy uczestniczyć w konkurencyjnym rynku światowym. Pozostanie w tyle tego wyścigu nie tylko postawi nas na bardzo złej pozycji w stosunku do innych państw, ale my, obywatele, będziemy musieli ponieść znaczne koszty finansowe wynikające m.in. z utraty atrakcyjności inwestycyjnej dla zagranicznych podmiotów czy uniemożliwienia eksportu towarów na takich zasadach, jak dotychczas – przede wszystkim z uwagi na coraz bardziej restrykcyjne wymogi dotyczące ilości zielonej energii wykorzystywanej w łańcuchu produkcji.

Obecnie nie tylko sektor energetyczny, ale także cały przemysł prowadzi walkę z czasem – wymagania polityki unijnej wynikające z raportowania w zakresie zrównoważonego rozwoju, coraz bardziej świadomi i wymagający konsumenci oraz znaczenie zielonej energii w konkurencyjnym rynku, nie tylko energetycznym, rosną z każdym dniem. Jak więc sprostać tym warunkom? Gdzie znajdują się bariery dla zwiększenia zużycia czystej energii? W jaki sposób można je wyeliminować? To tylko kilka z podstawowych pytań, które będą musieli zadać sobie przedstawiciele nowego rządu. Osiągając konsensus w zakresie konieczności przeprowadzenia transformacji energetycznej, z pewnością łatwiej będzie sprawnie przejść do kolejnych etapów modernizacji polskiej energetyki.

## Liczba miejsc w systemie – ograniczona

Krajowy miks energetyczny wymaga gruntownych zmian. Nie sposób jednak przeprowadzić ich bez zastosowania różnego rodzaju usprawnień na rzecz funkcjonowania sieci elektroenergetycznych, które należy wprowadzać jak najszybciej, aby przygotować system na wprowadzenie energii produkowanej w elektrowni jądrowej oraz w morskich elektrowniach wiatrowych.

Liczba „miejsc” w systemie jest ograniczona – to tak, jak z parkingiem samochodowym: można zaparkować określoną liczbę aut, ale w pewnym momencie wolne miejsca się skończą i kolejny kierowca nie będzie mógł z niego skorzystać, dopóki ktoś inny nie wyjedzie. Jeżeli chodzi o sieci, plusem jest wymiennosc produkcji energii przez niektóre z technologii, co jest uwarunkowane czynnikami pogodowymi – przeważnie, jeżeli wieje wiatr, to nie świeci słońce, a więc produkcja energii z wiatru odbywa się w innym czasie niż ze słońca. Korzystając z tej zależności, niedawno do polskiego porządku prawnego wprowadzono tzw. cable pooling, czyli rozwiązanie pozwalające na współdzielenie infrastruktury energetycznej przez różne technologie OZE, dzięki czemu produkcja energii elektrycznej może odbywać się w ramach koegzystencji np. elektrowni wiatrowej i fotowoltaicznej, które zarówno w ciągu dnia, jak i na przestrzeni roku produkują energię w innym czasie. Mechanizm ten umożliwi maksymalne wykorzystanie mocy przyłączeniowej i ułatwia optymalizację procesu wytwarzania energii.

Tego rodzaju rozwiązań zwiększających elastyczność sieci jest jednak wciąż zbyt mało, a są one konieczne dla umożliwienia przyłączania nowych mocy wytwórczych pochodzących ze źródeł odnawialnych. Niezbędne jest także usprawnienie samego procesu przyłączeniowego powodującego obecnie znaczne opóźnienia w uzyskiwaniu energii ze źródeł odnawialnych, w szczególności z dużych instalacji, które mają

niebagatelne znaczenie dla systemu. Liczba odmów zawarcia umów o przyłączenie do sieci to poważny problem – zgodnie z danymi Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki z czerwca 2023 r., w latach 2021-2022 operatorzy systemów dystrybucyjnych odmówili przyłączenia do sieci elektroenergetycznej prawie jedenastu tysiącom obiektów, co stanowi niespełna dziewięciokrotny wzrost liczby odmów w porównaniu do poprzedniego okresu sprawozdawczego w latach 2019-2020, kiedy odmów tych było ponad tysiąc dwieście. Ponadto proces ten jest nietransparentny, a wnioskujący o przyłączenie nie mają możliwości sprawdzenia dostępności mocy przyłączeniowych w inny sposób niż złożenie wniosku, co generuje coraz większą kolejkę.

## Miks wymaga pilnych zmian

Mimo rosnącego udziału energii ze źródeł odnawialnych, polski miks energetyczny jest jednym z najmniej progresywnych w Europie, a to ze względu na wciąż bardzo wysoki poziom wytwarzania energii elektrycznej z węgla. Nie zmienimy tego bez zmiany wspomnianego już wcześniej podejścia do infrastruktury sieciowej, ale także bez kontynuacji działań w zakresie realizacji budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Bez tego nie będziemy mogli zapewnić bezpieczeństwa energetycznego z uwagi na brak dużego, stabilnego źródła energii, które potrzebne jest od zaraz. Opóźnienie w jego budowie jest ogromne, bowiem już Polityka energetyczna Polski do 2030 r., którą Rada Ministrów przyjęła w 2009 r., przewidywała, że elektrownią jądrową będziemy mogli się pochwalić w 2020 r. Na ten moment sukcesem stanie się uruchomienie tej jednostki zgodnie z obecnie przyjętym planem, w 2033 r.

Aby wprowadzić zmiany w miksie energetycznym w zakresie OZE, konieczne będzie wprowadzenie wielu zmian na gruncie legislacyjnym. Znana wszystkim dobrze tzw. ustawa odległościowa to pierwszy krok na drodze do zielonej transformacji polskiej energetyki. Odblokowanie – po wielu latach – potencjału lądowej energetyki wiatrowej z pewnością pomoże nam na wielu płaszczyznach – z czasem będziemy musieli coraz bardziej redukować wydobycie węgla, a ta luka może zostać wypełniona m.in. dzięki elektrowniom wiatrowym, pracującym wymiennie względem elektrowni fotowoltaicznych, a ponadto Polacy będą mogli korzystać z taniej, czystej energii, z czasem kupując ją bezpośrednio na wolnym rynku, do czego zmierzają regulacje unijne.

## Przywrócenie mechanizmów rynkowych

Niedawny kryzys na rynkach energetycznych doprowadził do przyjęcia na poziomie unijnym przepisów przewidujących systemy wsparcia dla odbiorców energii elektrycznej, gazu ziemnego oraz ciepła w obliczu znacznych wzrostów cen. Wprowadzone w Polsce w 2022 r. mechanizmy przewidują jednak

**LICZBA ODMÓW ZAWARCIA UMÓW** o przyłączenie do sieci to poważny problem – zgodnie z danymi Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki z czerwca 2023 r., w latach 2021-2022 operatorzy systemów dystrybucyjnych odmówili przyłączenia do sieci elektroenergetycznej prawie jedenastu tysiącom obiektów



Fot. 123rf



zdecydowanie bardziej radykalne, niż wskazane w rozporządzeniu unijnym, zmiany – uderzają one w konkurencyjność przedsiębiorstw energetycznych, ponadto stosowane są wybiórczo, obejmują okres znacznie dłuższy i są dużo bardziej dotkliwe dla przedsiębiorstw niż zakładały organy unijne.

Przewidywania w zakresie cen nośników energii nie napawają optymizmem – zarówno koszty prądu, gazu ziemnego, jak i ciepła w 2024 r. wzrosną, niemniej w celu ochrony odbiorców w gospodarstwach domowych możliwe jest zastosowanie innych niż poprzednio, znacznie bardziej proporcjonalnych rozwiązań. Na pewno warto zwrócić uwagę na istniejące aktualnie w polskich przepisach rozwiązanie, jakim jest dodatek energetyczny dla odbiorców wrażliwych. Oczywiście, w obliczu przewidywanych kosztów rozwiązanie to w aktualnym kształcie nie przystaje do potrzeb, ale weryfikacja tego mechanizmu, zmiana kryteriów otrzymywania dodatku i jego odpowiednie dostosowanie do dzisiejszych warunków rynkowych mogłoby stanowić dobrą alternatywę dla obecnie stosowanych mechanizmów, które przez branżę oceniane są zdecydowanie negatywnie.

Dalsze przedłużanie stosowania interwencji widocznie zaburza działanie rynku, a to tylko utrudni zarówno „odmrażanie” cen do poziomu sprzed ich sztucznego uregulowania, ale także negatywnie wpłynie na czekającą nas, wynikającą z przepisów prawnych Unii Europejskiej liberalizację rynku energii elektrycznej dla odbiorców w gospodarstwach domowych. Polska opóźnia implementację dyrektywy unijnej w tym zakresie, choć oczywiście ostateczny obowiązek wdrożenia tych przepisów jest nieunikniony. Co więcej, tzw. „uwolnienie cen” dla gospodarstw domowych ma przecież przynieść wiele korzyści, a obecna sytuacja rynkowa oddała w czasie ich osiągnięcie. Postępująca cyfryzacja i innowacyjność w obszarze liczników zdalnego odczytu w kolejnym kroku umożliwi nam tworzenie aplikacji i innych nowatorskich narzędzi pozwalających na zakup energii elektrycznej podobnie jak na giełdzie, w czasie rzeczywistym, korzystając z porównywarki ofert sprzedawców czy innych udogodnień. Należy więc powoli wygaszać stosowanie mechanizmów interwencyjnych, zastępując je innymi rodzajami wsparcia, które nie zaburzają konkurencji na rynku.

### Energetyczna decentralizacja

Kolejnym rozwiązaniem problemów sieciowych może być rozwój energetyki rozproszonej. Opracowanie zachęt do tworzenia nie tylko znanych już, choć cieszących się niewystarczającym uznaniem klastrów energii, spółdzielni energetycznych czy osadzonych w ramach najnowszej nowelizacji ustawy – Prawo energetyczne obywatelskich społeczności energetycznych może zmienić oblicze sektora. Dynamiczny wzrost energetyki prosumenckiej to świetny przykład, jak atrakcyjna jest dla odbiorców możliwość produkcji taniej, czystej energii na własne potrzeby. Oczywiście,

zbyt duża intensyfikacja mikroinstalacji fotowoltaicznych może prowadzić do trudności z bilansowaniem, warto więc zainteresować prosumentów możliwością magazynowania wyprodukowanej przez siebie energii i wesprzeć ich w realizacji tego typu inwestycji, co zredukuje problem odłączeń instalacji od sieci z uwagi na przeciążenia spowodowane nadmierną produkcją energii w tym samym czasie.

Ponadto, zachęty dla prosumentów czy wymienionych wyżej podmiotów zbiorowych nie powinny skupiać się wyłącznie wokół instalacji fotowoltaicznych – potencjał mają również inne technologie, takie jak np. instalacje biogazowe, niezwykle przydatne m.in. z punktu widzenia możliwości bilansowania, systemu funkcjonujące w ramach obiegu zamkniętego, pozwalając wykorzystać substraty, których zagospodarowanie w innych obszarach niż do produkcji energii byłoby często niezwykle trudne lub nieopłacalne.

”

Aby pomóc Polsce wyjść na energetyczną prostą należy przede wszystkim przestać myśleć o sektorze w perspektywie kadencji parlamentu, a zacząć planowanie w zdecydowanie dłuższym horyzoncie czasowym

### Sprawiedliwa transformacja

Regiony górnicze w Polsce potrzebują przemysłanego, szczegółowo zaprojektowanego podejścia, charakteryzującego się poszanowaniem dla kultury górniczej i tego niezwykle wymagającego, ryzykownego zawodu. Odejście od węgla jest koniecznością, nie może ono jednak nastąpić w sposób nagły czy chaotyczny.

Nie warto nadmiernie zwiększać zatrudnienia w kopalniach, w których wydobywanie węgla będzie stopniowo zmniejszane. Zamiast tego można zagospodarować środki na szkolenia potencjalnych pracowników w innych obszarach, a liczba zatrudnionych górników będzie samoistnie sukcesywnie się zmniejszała wraz z ich przejściem na emeryturę. Pozostałym pracownikom należy bezsprzecznie zapewnić możliwość przekwalifikowania się, poprzedzoną konsultacjami społecznymi i zbadaniem zapotrzebowania. Ponadto, okolice kopalń to z oczywistych względów obszary bardzo rozwinięte pod względem infrastruktury sieciowej. W związku z tym warto wykorzystać ten fakt i zaplanować w tych miejscach inne, najlepiej wielkoskalowe elektrownie, tym razem produkujące czystą energię. Zdecydowanie jest to proces trudny i bardzo wymagający, niemniej prawidłowy jego przebieg jest możliwy, gdy zapewni się zabezpieczenie potrzeb pracowników z objętych transformacją regionów górniczych.

### Edukacja może wiele zmienić

Odbiorcy nie zawsze zdają sobie sprawę z możliwości pozwalających im na oszczędzenie energii, a jednocześnie wpływających pozytywnie na system elektroenergetyczny. Potrzebne są więc kampanie edukacyjne, które po pierwsze pozwolą oswoić się z różnego rodzaju elektrowniami, takimi jak jądrowe czy morskie farmy wiatrowe, ale także z nowymi technologiami, np. licznikami zdalnego odczytu czy z mającymi pojawiać się coraz częściej w niedalekiej przyszłości urządzeniami i aplikacjami współpracującymi z tymi licznikami.

Bardzo ważna jest również edukacja w zakresie efektywności energetycznej urządzeń i budynków oraz kwestii zużycia energii. Odbiorcy powinni znać narzędzia pozwalające im na oszczędzanie energii, wskazujące, w jakich godzinach zużywana energia elektryczna jest najtańsza, ale także różnego rodzaju rozwiązania legislacyjne, które zostały niedawno wprowadzone – np. tzw. porównywarka ofert czy umowa z ceną dynamiczną. Dzięki wykorzystywaniu tego rodzaju mechanizmów odbiorcy będą mogli obniżyć koszty przeznaczane na energię, co zachęci ich do korzystania także z innych innowacyjnych rozwiązań pojawiających się w przyszłości, a zwracanie uwagi na czas wzmożonego zużycia energii w ciągu dnia z pewnością będzie pozytywnym efektem ubocznym dla systemu elektroenergetycznego.

”

Największą sprawczość ma rząd, którego zadaniem jest zaprojektowanie odpowiedniego programu transformacyjnego, uwzględniającego interes wszystkich podmiotów sektora energii oraz przemysłu

### Przyszłość jest teraz

Nie można zapomnieć o rozwoju technologii takich jak wodór, które na zachodnich rynkach coraz częściej stają się technologiami komercyjnymi. Choć na ten moment polski mikś energetyczny nie pozwala na produkcję zielonego, czyli wyprodukowanego z energii odnawialnej wodoru, to z czasem będziemy zyskiwać coraz więcej czystej energii, a więc dynamizacja w tym obszarze ma szansę nastąpić już wkrótce.

Rozwój elektromobilności to kolejny obszar, któremu należy się zdecydowanie więcej uwagi. Inteligentne miasta powstające na całym świecie są pełne różnego rodzaju stacji ładowania pojazdów elektrycznych, które wykorzystuje się w znacznie większym stopniu niż obecnie w Polsce. Oczywiście, w ostatnich

latach i w tej sferze dostrzegamy tendencję wzrostową, ale zapotrzebowanie jest coraz większe. Tworzenie systemów zachęt do korzystania z „elektryków” jest niezwykle istotne i stanowi ważny element zielonej transformacji.

### Cel – zielona transformacja z korzyścią dla obywateli

Przed nowym rządem bez wątpienia stoi bardzo trudne wyzwanie. Każdy ze wspomnianych tematów należy przeanalizować na zdecydowanie bardziej szczegółowym poziomie. Energetyka to obszar niezwykle złożony, techniczny, wymagający zrozumienia wielu wątków dla rozwiązania jednego problemu, a problemów tych – jak wiemy – jest mnóstwo. Kluczem do sukcesu jest oczywiście dialog, wsłuchiwanie się w potrzeby zarówno podmiotów profesjonalnych na rynku energii, jak i odbiorców, którzy z własnej kieszeni muszą pokrywać koszty błędów polityki energetycznej na przestrzeni ostatnich lat.

Pozostajmy jednak optymistami, bowiem realizacja założeń zielonej transformacji jest możliwa. Co prawda to proces niezwykle czasochłonny, wymagający ogromnych zasobów finansowych, zaangażowania specjalistów i podjęcia wielopłaszczyznowych działań – wiemy jednak, że to się opłaci. Na obniżeniu kosztów energii zależy przecież nie tylko odbiorcom w gospodarstwach domowych, ale także przedsiębiorcom. Ważne są również aspekty ekologiczne i klimatyczne, które wynikają nie tylko ze zobowiązań na poziomie międzynarodowym, ale i z rosnącej wiedzy oraz świadomości konsumentów. Kwestie te z pewnością będą wywierały presję na rządzących, ale widząc efekty transformacji w państwach, które są na zdecydowanie bardziej zaawansowanym etapie, wiemy, że zaangażowanie popłaca, a poziom życia mieszkańców podnosi się m.in. dzięki wpływowi procesów transformacyjnych na gospodarkę.

Przy wspólnej pracy na rzecz zielonej transformacji wszyscy możemy więc osiągnąć korzyści. Największą sprawczość ma oczywiście rząd, którego zadaniem jest zaprojektowanie odpowiedniego programu transformacyjnego, uwzględniającego interesy wszystkich podmiotów sektora energetycznego oraz przemysłu. Mając jednak na uwadze powyższe aspekty, spełnienie celu, czyli przeprowadzenie zielonej transformacji i osiągnięcie zerowych emisji netto do 2050 r., powinno być naturalnym efektem przyjętego planu działań. Nie pozostaje nam więc nic innego jak oczekiwać utworzenia rządu – dopiero wtedy możliwe będzie bowiem rozpoczęcie planowania kolejnych kroków na rzecz transformacji energetycznej. Istotnym jest, aby planowanie to było procesem przemyślanym, odbywającym się w dialogu z branżą, pozwalającym przewidzieć skutki podejmowanych działań, abyśmy w efekcie wszyscy mogli wkrótce odczuć ich pozytywne rezultaty. ■

# Zapobieganie korozji i erozji w kottach energetycznych

## Korozja ekranów kotła pyłowego w atmosferze redukcyjnej

### PROBLEM

Degradacja na obu ścianach bocznych nad istniejącą wartwą napawaną, i na ścianie tylnej i przedniej w strefie palników. Rodzaj uszkodzenia jest typowy dla tego typu kotłów opalanych pyłem węglowym w atmosferze redukcyjnej o niskim poziomie tlenu z palnikami Low-NO<sub>x</sub>.

### ROZWIĄZANIE

IGS zainstalował powłokę sprawdzoną przez instytut EPRI w 5-letnim testowym badaniu. Łącznie 185 m<sup>2</sup> ekranów zostało napylnionych stopem NiCrTi metodą HVTS w ciągu 5 dni.

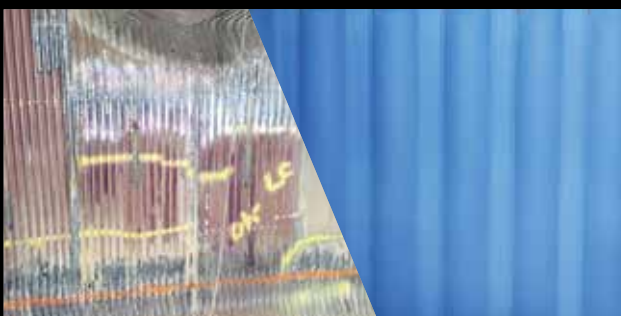
## Erozja ekranów kotła fluidalnego ze złożem cyrkulacyjnym

### PROBLEM

Zidentyfikowano istotny problem erozji w stosunkowo nowym kotle, który był eksploatowany tylko przez jeden rok.

### ROZWIĄZANIE

IGS stworzył 3-letni plan konserwacji z indywidualną specyfikacją powłok pod potrzeby EC. IGS ocenił współczynniki zużycia powierzchni w każdej strefie kotła oraz opracował specyfikację na zamówienie. Zakład może teraz podjąć się remontu raz na trzy lata, zamiast co roku.





Fot. 123rf

# ROLA PRZYWÓDZTWA DLA BEZPIECZEŃSTWA PROCESOWEGO

Na przykładzie japońskiej elektrowni Onagawa

**Dariusz Chmielewski**

dyrektor biura – pełnomocnik zarządu ds. polityki BHP, PGE Polska Grupa Energetyczna S.A.

11 marca 2011 roku doszło do jednego z najpoważniejszych trzęsień ziemi w Japonii<sup>1</sup>, o sile 9,0 w skali Richtera. Ta katastrofa naturalna przetestowała gotowość kilku elektrowni jądrowych do reagowania na takie zagrożenia. Jedna egzaminu nie zdała, czego konsekwencją była potężna awaria przemysłowa. Inna elektrownia jednak przeszła przez tę trudną próbę wzorowo. Kluczowym elementem okazała się tu kwestia przywództwa w bezpieczeństwie.

**G**dy 11 marca 2011 roku o godzinie 14:46 lokalnego czasu, 130 km od wybrzeża regionu Tohoku na wyspie Honsiu, na głębokości 24 km zaczęła się trzęść ziemia, zaczęła się również

pisać jedna z najtragiczniejszych kart w historii przemysłu. Równocześnie jednak – jedna z najciekawszych z punktu widzenia bezpieczeństwa procesów przemysłowych.

W rejonie istotnego oddziaływania tego trzęsienia ziemi, a później fali tsunami, było 5 elektrowni jądrowych, w których znajdowało się 15 czynnych reaktorów<sup>2</sup>. Elektrownie jądrowe są wyposażone w zabezpieczenia sejsmiczne, które błyskawicznie uruchomiły procedurę ich awaryjnego odstawienia SCRAM. Procedura ta polega na wsunięciu do rdzenia reaktora wszystkich prętów, tj. kontrolnych i awaryjnych, które pochłaniają neutrony oraz powodują natychmiastowe wygaszenie reakcji łańcuchowej. Po tej czynności moc reaktorów spada do ok. 6-7% nominalnej mocy cieplnej, co oznacza, że produkują one nadal kilka, kilkadziesiąt MWt. Dlatego też takie jednostki trzeba chłodzić jeszcze przez jakiś czas po wyłączeniu, ze względu na tzw. ciepło powyłłączeniowe<sup>3</sup>.

Elektrownie mają wiele zabezpieczeń dla zapewnienia ciągłości chłodzenia. Do podstawowych zalicza się zasilanie z zewnątrz oraz awaryjne generatory (przeważnie zasilane olejem lekkim).

Po trzęsieniu ziemi w 2011 wszystkie wskazane wcześniej elektrownie utraciły zasilanie zewnętrzne i musiały polegać na generatorach awaryjnych. W dwóch obiektach doszło do ich zalania w wyniku wdarcia się fali tsunami i w konsekwencji – do trwałego unieruchomienia. W jednej z nich, Fukushima Daiichi, w ramach zarządzania kryzysowego położono 9 km nowego kabla i przywrócono zasilanie, dzięki czemu uniknięto poważnej awarii. Natomiast, jak wszyscy pamiętamy, działania kryzysowe w elektrowni Fukushima Daiichi nie przyniosły rezultatu, co w konsekwencji doprowadziło do katastrofy spowodowanej utratą chłodzenia i następnie przegrzania rdzenia reaktora.

### Elektrownia w Onagawie – dlaczego przetrwała?

Jedna z trzech elektrowni, w których nie doszło do zalania awaryjnych generatorów, znajdowała się w mieście Onagawa – najbliższym epicentrum. Obiekt ten był o 60 km bliżej epicentrum trzęsienia ziemi niż Elektrownia Fukushima Daiichi; w tę elektrownię uderzyła o ponad 1 metr wyższa fala tsunami, a jednak nic większego się tu nie stało. Miasto Onagawa zostało zniszczone w 70%, a elektrownia służyła jako schronienie dla setek ewakuowanych mieszkańców przez trzy miesiące.

Jak to możliwe, że elektrownia poddana dużo bardziej destrukcyjnemu oddziaływaniu przetrwała zasadniczo bez szwanku? Sekret tkwi w silnej kulturze bezpieczeństwa, ale zbudowanej na podwalinach mocnego przywództwa w bezpieczeństwie. Kluczem są przedstawiciele najwyższego kierownictwa zaangażowani w bezpieczeństwo na wszystkich szczeblach cyklu życia instalacji: koncepcja, projekt, budowa, rozruch, eksploatacja, wyłączenie i rozbiórka. Na każdym z nich, szczególnie przy instalacjach, o których mowa w niniejszym artykule, absolutnym priorytetem musi

	Elektrownia Onagawa	Elektrownia Fukushima Daiichi
Typ reaktora	Reaktor wodny wrzący	Reaktor wodny wrzący
Odległość od epicentrum	123 km	183 km
Wysokość fali tsunami	14,3 m	13,1 m
Skutki wg skali INES	2 (Incydent)	7 (Wielka awaria)

TAB. 1  
Elektrownia Onagawa i Fukushima Daiichi wobec fali tsunami

być bezpieczeństwo, a najwyższe kierownictwo musi to nieustannie wzmacniać.

Ojcem historii sukcesu elektrowni Onagawa był inż. Yanosuke Hirai (1902 – 1986), człowiek bardzo stanowczy i bezkompromisowy w zakresie bezpieczeństwa jądrowego. W 1968 roku firma Tohoku Electric Power powołała zespół projektowy w celu budowy elektrowni jądrowej Onagawa. W latach 1960 – 1975 inż. Hirai był wiceprezesem tej spółki, ale również członkiem zespołu. Nalegał, aby elektrownia została zaprojektowana tak, by wytrzymać uderzenie fali tsunami o wysokości 14,8 m. Chociaż wysokość zaproponowana przez Hirai była pięć razy większa niż wówczas ogólnie zakładana wysokość tsunami w tym miejscu, kierownictwo Tohoku Electric Power zgodziło się na jego propozycję. Inż. Hirai swoje stanowisko w zakresie tej liczby uargumentował, odwołując się do bardzo starych trzęsień ziemi, m.in. z roku 869 i z roku 1611.

Jego zaangażowanie w bezpieczeństwo na etapie projektowania nie skończyło się tylko na tym. M.in. opracował środek bezpieczeństwa dla wycofania się tsunami: kanał wlotowy i zbiornik zawierający wystarczającą ilość wody morskiej do chłodzenia reaktorów jądrowych przez 40 minut.

#### Jeden z byłych pracowników inż. Hirai powiedział:

„Hirai był człowiekiem ze ścisłym poczuciem odpowiedzialności. Był głęboko przekonany, że inżynier musi wziąć odpowiedzialność za cały łańcuch konsekwencji swoich decyzji i że samo przestrzeganie litery prawa lub przepisów nie dostarczy mu rozsądnej wymówki<sup>5</sup>”.

Mentalność i kultura bezpieczeństwa w firmie Tohoku EPCo przez cały okres eksploatacji elektrowni Onagawa były silnie inspirowane przez inż. Yanosuke Hirai, a później przez jego następców, dla których dziedzictwo Hirai było bardzo ważne. W zakładzie nie tylko spełniano wszystkie wymagania prawne, ale cały czas poddawano dyskusji aktualną sytuację i podejmowano dodatkowe, ponadnormatywne działania w zakresie bezpieczeństwa. Nieustannie testowano różne scenariusze. Po materializacji ryzyka efektywna

MIASTO  
FUKUSHIMA  
po uderzeniu  
tsunami w 2011  
roku



komunikacja kryzysowa na wszystkich szczeblach i zarządzanie kryzysowe działały wzorowo. To wszystko złożyło się na sukces elektrowni Onagawa w dniu tej strasznej próby.

”

Przedstawiciel najwyższego kierownictwa musi zadawać trudne pytania dotyczące gotowości systemu do zmaterializowania się różnych zagrożeń, w szczególności tych o małym prawdopodobieństwie, lecz katastrofalnych skutkach

#### **Cechy przywództwa w bezpieczeństwie: bycie ewidentnym pozytywnym przykładem**

Menagerowie czy inne osoby – autorytety łamiące zasady bezpieczeństwa, powodują poważny uszczerbek w kulturze bezpieczeństwa. Dlatego powinni oni w sposób często demonstracyjny i nawet lekko przesadzony przestrzegać wszelkich zasad. Wizyta na obiekcie przemysłowym, która powinna być naturalną

częścią codziennej pracy przedstawiciela wyższej kadry kierowniczej, może być przeprowadzona wyłącznie w pełnym wyposażeniu, w jakim pracują pracownicy na danym stanowisku. Jeśli rozpoczyna spotkanie w nowym miejscu lub z nowymi osobami, nawet niezwiązane z tematami bezpieczeństwa, wyraża troskę o specjalistów, z którymi pracuje. Upewnia się także, że zasady alarmowania o niebezpieczeństwach i zasady ewakuacji są wszystkim znane. Warto, aby manager rozpoczynał spotkania zarządcze od omówienia zagadnień bezpieczeństwa. Artefaktów wspierających kulturę bezpieczeństwa przez kierownictwa może być naprawdę wiele.

#### **Kwestionowanie**

Przedstawiciel najwyższego kierownictwa musi zadawać trudne pytania dotyczące gotowości systemu do zmaterializowania się różnych zagrożeń, w szczególności tych o małym prawdopodobieństwie, lecz katastroficznych skutkach. W punkcie 2.2.6 Raportu dotyczącym katastrofy Elektrowni Fukushima Daiichi, wydanym przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej, wspomniano: „Ze względu na podstawowe założenie, że elektrownie jądrowe w Japonii są bezpieczne, organizacje i ich personel nie mają tendencji do kwestionowania poziomu bezpieczeństwa. Wzmocnione podstawowe założenie wśród zainteresowanych stron dotyczące

solidności projektu technicznego elektrowni jądrowych spowodowało, że ulepszenia w zakresie bezpieczeństwa nie zostały szybko wprowadzone”.

Właśnie najwyższe kierownictwo powinno katalizować refleksję ekspertów, inżynierów czy innych specjalistów nad warstwami zabezpieczeń chroniących organizację przed zmaterializowaniem się poważnego zagrożenia.

### Relacje z zespołem bazujące na zaufaniu

Oznacza to, że przywódca musi tworzyć taki klimat zaufania w szeroko rozumianym zespole, że można się z nim podzielić dobrą i złą informacją. Nie może to powodować negatywnych konsekwencji dla zgłaszającego, tylko pozytywny komunikat zwrotny. Nawet jeżeli zgłaszane problemy mogą się wydawać błahe, nie wolno nam zniechęcać zgłaszających je. Rola managera to odpowiednie postępowanie ze zgłaszanymi problemami w zależności od skali, ale nigdy pracownik nie może otrzymać informacji zwrotnej, że zgłaszany problem nie jest istotny. Nawet jeśli tak jest, zlekceważenie może go zniechęcić do zareagowania przy bardzo poważnym problemie, np. pojawieniu się prekursora poważnej katastrofy. Wiedza o trudnościach to możliwość zareagowania zanim trudności przerodzą się w poważny problem.

### Wzmacnianie priorytetu bezpieczeństwa

W sposób niebudzący wątpliwości, zarządzający powinni wskazywać, że bezpieczeństwo jest dla organizacji absolutnym priorytetem. Jednocześnie managerowie obszarów technicznych czy ludzkich, mający styczność z przedstawicielami obszarów trochę oddalonych od zagrożeń procesowych czy zawodowych generowanych przez ruch przedsiębiorstwa, powinni wobec tych drugich nie ustawać w podkreślaniu znaczenia bezpieczeństwa. Jest to szczególnie istotne dla zagrożeń, których materializacja jest bardzo mało prawdopodobna, niemniej skutki mogłyby być katastroficzne. Może się pojawiać pokusa, by ograniczać wydatki na dodatkowe bariery czy doskonalenie istniejących. Bezpieczeństwo w sposób oczywisty nie może istnieć bez biznesu, którego dotyczy, ale urzeczywistnienie się niektórych zagrożeń może biznes wyeliminować. Na co dzień sprawy związane bezpośrednio z główną działalnością przedsiębiorstwa angażują nas bardziej i w sposób naturalny bezpieczeństwo schodzi na dalszy plan. Dlatego liderzy muszą wskazywać na priorytet bezpieczeństwa na równi z celami biznesowymi powstrzymując ten dryf. Najlepiej, w szczególności dla przedsiębiorstw mających potencjał spowodowania katastrofy, wskazywać jednoznacznie bezpieczeństwo jako najwyższy priorytet.

### Budowanie klimatu współpracy ponad organizacjami

To, że najlepsza jest nauka na cudzych błędach, jest truizmem. Realizacja tej zasady wymaga koniunkcji

co najmniej dwóch elementów: chęci dzielenia się swoimi doświadczeniami oraz woli przyjmowania i analizowania doświadczeń innych, jak i wdrażania często kosztownych rozwiązań zapobiegawczych, dotyczących materializacji zagrożeń, które naszego zakładu jeszcze nie dotknęły. Organizacje są różne i są testowane przez odmienne czynniki zewnętrzne i wewnętrzne. Z tego powodu pewne problemy mogą się zmaterializować, czy poważne ryzyko ich urzeczywistnienia może wystąpić, w różnych organizacjach w innym czasie. Otwartość na doświadczenia innych pozwala zbudować znacznie skuteczniejszy system antycypacji zagrożeń.

„Trzęsienie ziemi i tsunami z 11 marca 2011 r. były klęskami żywiołowymi o ogromnej skali, które wstrząsnęły całym światem. Wywołane przez ten kataklizm późniejsze wydarzenia w elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi nie można uznać za klęskę żywiołową. Była to katastrofa głęboko spowodowana przez człowieka, której można było i należało było przewidzieć i zapobiec”.

**Dr. Kiyoshi Kurokawa, przewodniczący niezależnej komisji badającej katastrofę elektrowni Fukushima Daiichi**

\*\*\*

Niestety większość ludzi woli słuchać o katastrofach i historiach porażek. Taką niewątpliwie była historia elektrowni Fukushima Daiichi. Oczywiście, musimy wyciągać z nich lekcję, ale chciałbym, abyśmy bardziej skupili się i docenili ludzi, którzy stworzyli organizację, która oparła się tej straszliwej próbie. Pokazuje to bowiem, że dobry system bezpieczeństwa procesów przemysłowych, zanurzony w organizacji o silnej kulturze bezpieczeństwa, utrzymywanej przez silne przywództwo w bezpieczeństwie, jest w stanie skutecznie zapobiegać krytycznym awariom, nawet przy katastroficznych okolicznościach przyrody.

### Przypisy

- 1 [https://www.jma.go.jp/jma/en/News/2011\\_Earthquake\\_01.html](https://www.jma.go.jp/jma/en/News/2011_Earthquake_01.html)
- 2 Michaela Ibrion, Nicola Paltrinieri, Amir R. Nejad “Learning from non-failure of Onagawa nuclear power station: an accident investigation over its life cycle”, Results in Engineering 8 (2020).
- 3 Podstawy zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. W: Andrzej Strupczewski: Awaryjne reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1990, s. 17, 160. (pol.).
- 4 Kingston, Jeff (13 March 2016). „Onagawa is on the rebound from devastation”. The Japan Times. Retrieved 13 August 2016.
- 5 [https://en.wikipedia.org/wiki/Yanosuke\\_Hirai](https://en.wikipedia.org/wiki/Yanosuke_Hirai)
- 6 „Fukushima nuclear accident ‚man-made‘, not natural disaster”. Bloomberg. The Sydney Morning Herald. 5 July 2012. Retrieved 9 July 2012. ■

# ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI W REMONTACH BLOKÓW ENERGETYCZNYCH

Klucz do efektywności i bezpieczeństwa

**Wojciech Hepner**

starszy specjalista techniczny ds. inwestycji, Departament Inwestycji ZE PAK S.A.  
Oddział Przygotowania Inwestycji

Bloki energetyczne odgrywają kluczową rolę w dostarczaniu energii elektrycznej i ciepłej do naszych miast i miasteczek. Aby utrzymać ich sprawność i bezpieczeństwo na najwyższym poziomie, konieczne są cyklicznie prowadzone remonty, a czasami modernizacje. Zarządzanie projektami w remontach bloków energetycznych staje się niezbędne, aby zapewnić efektywność, przewidywalność kosztów oraz minimalizację ryzyka.



Remonty bloków energetycznych to przedsięwzięcia złożone i kosztowne. Wymagają one współpracy wielu specjalistów, dostawców i innych pracowników. Kluczowymi wyzwaniami w takich projektach są:

- **Bezpieczeństwo i zgodność:** bloki energetyczne są miejscem, gdzie zachodzi produkcja energii elektrycznej i ciepłej. Z tego powodu bezpieczeństwo to absolutny priorytet. Podczas produkcji trzeba również spełniać rygorystyczne przepisy i standardy.
- **Zarządzanie kosztami:** remonty mogą generować znaczne koszty. Konieczne jest monitorowanie i kontrolowanie budżetu, aby uniknąć nadmiernego przekroczenia zaplanowanego poziomu wydatków.
- **Czas:** to kluczowy czynnik w remontach bloków energetycznych. Opóźnienia mogą prowadzić do strat ekonomicznych i niebezpieczeństwa dla dostaw energii.
- **Zarządzanie ryzykiem:** złożoność projektów i obecność wielu dostawców oznacza, że zarządzanie ryzykiem jest kluczowe.

### Jak zarządzać projektami w remontach bloków energetycznych? Planowanie

Prawidłowo realizowane projekty, jakimi są remonty bloków energetycznych, wymagają: odpowiedniego planowania, skupienia na bezpieczeństwie, zarządzania zespołem, monitorowania postępów, zarządzania ryzykiem, oceny końcowej projektu.

W pierwszym etapie planowania remontu bloku energetycznego konieczne jest dokładne określenie celów projektu. Obejmuje to sprecyzowanie zakresu prac, oczekiwanego efektu końcowego oraz dostarczonych usług i produktów. Określenie jasnych celów jest kluczowe, aby wszystkie zaangażowane strony miały wspólny cel i kierunek.

Kolejnym fundamentalnym elementem planowania jest opracowanie szczegółowego harmonogramu projektu (harmonogramu realizowanych prac remontowych). W przypadku remontu bloków energetycznych harmonogram musi uwzględniać różne etapy prac, rozpoczęcie i zakończenie każdego z nich, a także przewidywane okresy przestoju i testów. Terminy są szczególnie ważne, ponieważ opóźnienia mogą prowadzić do znacznych kosztów i zakłóceń w dostawie energii.

Opracowanie budżetu projektu to kluczowy krok. Musi uwzględniać koszty materiałów, robocizny, dostaw oraz wszelkie nieprzewidziane wydatki. Zarządzanie budżetem jest istotne, aby uniknąć przekroczenia kosztów i monitorować, czy środki finansowe są wykorzystywane w sposób efektywny.

Niezwykle ważne jest również skompletowanie odpowiedniego zespołu projektowego. Każda osoba musi mieć tu odpowiednie umiejętności i doświadczenie w dziedzinie remontów bloków energetycznych. Koordynacja działań między różnymi członkami zespołu jest pierwszoplanowa dla efektywnego postępu projektu.

### Skupienie na bezpieczeństwie

W sektorze energetycznym bezpieczeństwo to absolutny priorytet. Konieczne jest opracowanie rygorystycznych procedur, które są respektowane przez wszystkich zaangażowanych w projekcie. Obejmuje to regulacje dotyczące odzieży roboczej, bezpiecznego przechodzenia przez teren prowadzonych prac, postępowanie w przypadku wypadków, a także przepisy dotyczące obszarów ryzyka.

Wszyscy pracownicy zaangażowani w projekty remontowe bloków energetycznych muszą być odpowiednio przeszkoleni w zakresie bezpieczeństwa. Dbałość o ich odpowiednie przygotowanie ma na celu minimalizowanie ryzyka wypadków i urazów.

Regularne kontrole są kluczowe, aby monitorować i zapewnić przestrzeganie procedur bezpieczeństwa. Inspekcje powinny być przeprowadzone przez ekspertów od bezpieczeństwa oraz niezależne osoby, które mogą dostarczyć obiektywne oceny.



Lider projektu powinien być przygotowany do rozwiązywania konfliktów i podejmowania działań sprzyjających harmonijnemu funkcjonowaniu zespołu

### Zarządzanie zespołem

W zarządzaniu projektem remontu bloku energetycznego niezwykle ważną rolę odgrywa lider (kierownik projektu, kierownik remontów). Osoba ta odpowiedzialna jest za nadzór nad całym projektem, komunikację między zaangażowanymi stronami i koordynację działań zespołu. Lider projektu musi posiadać zarówno wiedzę techniczną, jak i umiejętności zarządzania.

Skuteczna komunikacja jest fundamentalna w zarządzaniu projektem. To nie tylko komunikacja wewnątrz zespołu, ale także z dostawcami oraz innymi zaangażowanymi stronami. Regularne spotkania, raporty postępu i otwarta komunikacja są niezbędne.

Konflikty i problemy w zespole mogą wpłynąć na postępek projektu. Lider projektu powinien być przygotowany do rozwiązywania konfliktów i podejmowania działań sprzyjających harmonijnemu funkcjonowaniu zespołu.

### Monitorowanie postępu projektu

Regularne śledzenie harmonogramu projektu i budżetu jest konieczne, aby upewnić się, że przebiega on zgodnie z planem. W przypadku opóźnień lub przekroczeń budżetu niezbędne są działania korygujące.

Przygotowanie raportów postępu projektu jest kluczowe, aby informować zaangażowane strony o aktualnym stanie. Raporty powinny zawierać informacje o osiągnięciach, problemach i zmianach w harmonogramie oraz budżecie.

W trakcie projektu mogą pojawić się zmiany w zakresie prac, w harmonogramie lub kosztach. Zarządzanie tymi zmianami jest istotne, aby uniknąć zakłóceń i utraty kontroli nad projektem.

### Zarządzanie ryzykiem. Identyfikacja ryzyka

W kontekście remontów bloków energetycznych, identyfikacja ryzyka może obejmować bardziej szczegółowe aspekty:

- Zmiany w przepisach i regulacjach – oprócz ścisłego monitorowania przepisów ważne jest utrzymanie bliskiej współpracy z agencjami regulacyjnymi i dostosowywanie projektu do ewentualnych zmian w przepisach. Konieczne jest śledzenie aktualnych wymagań i dostosowywanie projektu, jeśli to niezbędne.
- Opóźnienia w dostawach – zarządzanie tym ryzykiem wymaga planowania dostaw z dużym wyprzedzeniem oraz rozwijania planów awaryjnych na wypadek opóźnień. Można rozważyć różnych dostawców, aby zminimalizować ryzyko spowodowania opóźnień przez jednego dostawcę.
- Niesprzyjające warunki atmosferyczne – to główny czynnik ryzyka wpływający na prace prowadzone na zewnątrz bloków.
- Problemy ze zdrowiem i bezpieczeństwem pracowników – konieczne jest stosowanie rygorystycznych procedur bezpieczeństwa oraz ciągłe szkolenie pracowników. Planowanie awaryjnych procedur i szybkiego reagowania w przypadku wypadków może uratować życie i zdrowie.

### Ocena ryzyka

Ocena ryzyka to proces, w którym każdemu ryzyku przypisywane są współczynniki prawdopodobieństwa wystąpienia i wpływu na projekt. Przykładowo, ryzyko zmiany przepisów może mieć wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia, ale umiarkowany wpływ na projekt, podczas gdy ryzyko niesprzyjających warunków atmosferycznych może mieć niskie prawdopodobieństwo, ale wpływ na projekt – duży.

### Planowanie reakcji na ryzyko

Opracowanie planów reakcji na ryzyko jest kluczowe. Dla każdego ryzyka należy określić konkretne kroki reakcji, takie jak:

- unikanie ryzyka – w przypadku zmian w przepisach można zatrudnić specjalistów do śledzenia zmian i dostosowywania projektu,
- akceptowanie ryzyka – w przypadku opóźnień w dostawach można zarezerwować dodatkowy czas w harmonogramie, aby uwzględnić opóźnienia bez kosztów i problemów,
- transfer ryzyka – w przypadku ryzyka związanego z dostawami materiałów można zabezpieczyć się poprzez umowy z dostawcami, które nakładają na nich odpowiedzialność za opóźnienia,
- zmniejszenie ryzyka – dla ryzyka związanego z warunkami atmosferycznymi można stosować technologie umożliwiające pracę w trudnych warunkach, np. podgrzewane namioty w przypadku prac prowadzonych na wolnym powietrzu.

### Monitorowanie i korygowanie

Monitoring ryzyka musi być ciągły i obejmuje:

- regularne raportowanie – przygotowywanie raportów dotyczących ryzyka, w których uwzględniane są aktualne informacje i zmiany w ryzyku;

#### OD PLANOWANIA DO OCENY

Prawidłowo realizowane projekty, jakimi są remonty bloków energetycznych, wymagają: odpowiedniego planowania, skupienia na bezpieczeństwie, zarządzania zespołem, monitorowania postępów, zarządzania ryzykiem, oceny końcowej projektu



Fot. 123rf

- szybkie reagowanie – jeżeli ryzyko się realizuje, konieczne jest szybkie działanie, aby zmniejszyć jego wpływ na projekt;
- aktualizacja planów reakcji – w miarę postępu projektu plany reakcji na ryzyko mogą wymagać aktualizacji, aby uwzględnić zmiany sytuacji.

Skuteczne zarządzanie ryzykiem w remontach bloków energetycznych pomaga minimalizować nieoczekiwane trudności, dotrzymywać terminów realizacji projektu i osiągnąć sukces w zapewnieniu energii elektrycznej i ciepłej dla społeczeństwa.

### Ocena końcowa projektu

Ocena końcowa to zakończenie projektu, jakim jest w naszym przypadku remont bloku energetycznego. W ocenie tej dokonuje się podsumowania wszystkich działań, analizy osiągniętych rezultatów oraz wyciąga wnioski na przyszłość. Proces oceny końcowej ma na celu zapewnienie, że projekt został zakończony zgodnie z założeniami i spełnił oczekiwania. Obejmuje to następujące aspekty:

- **Weryfikacja celów.** Pierwszym krokiem w ocenie końcowej jest zweryfikowanie czy cele projektu zostały osiągnięte. Oznacza to, że należy sprawdzić, czy remont bloku energetycznego został ukończony zgodnie z zakresem prac, terminem i budżetem. Jeśli cele nie zostały uzyskane, konieczne jest zrozumienie przyczyn i podejmowanie odpowiednich działań korygujących.
- **Raportowanie i dokumentacja.** Ważnym elementem oceny końcowej jest sporządzenie kompleksowej dokumentacji projektu. Obejmuje to raporty końcowe, które zawierają podsumowanie postępu prac, zmiany w harmonogramie, kosztach i wszelkie znaczące zdarzenia. Dokumentacja ta ma znaczenie z punktu widzenia audytów, analizy ryzyka oraz ewentualnych przyszłych remontów (projektów).
- **Ocena jakości i bezpieczeństwa.** Podczas oceny końcowej należy przeprowadzić ocenę jakości prac oraz bezpieczeństwa. Sprawdzenie, czy wszystkie przepisy i standardy zostały dotrzymane jest istotne, aby zapewnić bezpieczne funkcjonowanie bloku energetycznego po remoncie. Ocena ta dotyczy również przeglądu jakości wykonanych prac, aby upewnić się, że są zgodne z oczekiwaniami.
- **Wypracowanie wniosków i rekomendacji.** Na podstawie analizy całego projektu należy wypracować wnioski i rekomendacje. Oznacza to zrozumienie, co poszło dobrze, a co można poprawić w przyszłych projektach – remontach. Wnioski i rekomendacje mogą dotyczyć zarówno procesów zarządzania projektem, jak i aspektów, takich jak wybór dostawców czy strategię bezpieczeństwa.

### Zakończenie dokumentów projektowych

Po zakończeniu oceny końcowej dokumentacja projektowa, w tym wszystkie umowy, harmonogramy i raporty, powinna zostać zakończona i przechowywana zgodnie z wymogami. Pozwala to na łatwy dostęp do informacji potrzebnych w przyszłości, np. podczas audytu.

\*\*\*

Zarządzanie projektami w remontach bloków energetycznych jest niezbędne, aby zapewnić efektywność, bezpieczeństwo i kontrolę kosztów w tej krytycznej dziedzinie. Obejmuje to dokładne planowanie, skoncentrowanie na bezpieczeństwie, zarządzanie zespołem, monitorowanie postępu, zarządzanie ryzykiem i ocenę końcową. Warto inwestować tu w narzędzia i ekspertów, aby zagwarantować sukces tych ważnych przedsięwzięć. ■

REKLAMA



## JESTEŚ STUDENTEM?

Działasz w kole naukowym?

Chcesz podzielić się swoją opinią dotyczącą energetyki?

Zostań autorem w formacie **OKIEM STUDENTA!**

Napisz do nas!  
[energetyka@e-bmp.pl](mailto:energetyka@e-bmp.pl)



budujemy możliwości porozumienia

### OKIEM STUDENTA

to dział, w którym dajemy studentom możliwość wyrażenia swojej opinii na tematy związane z energetyką i ciepłownictwem.

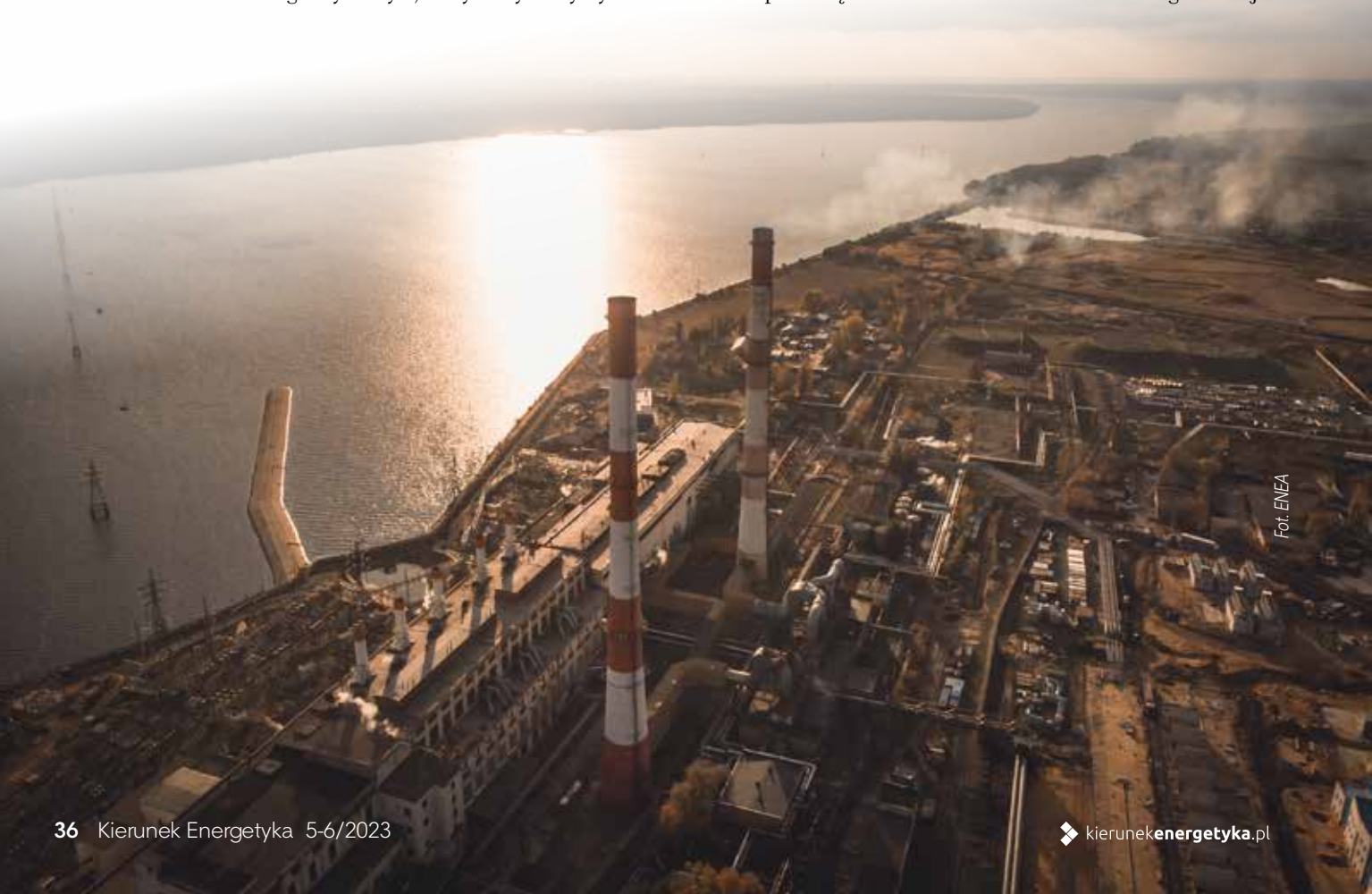
# STANDARDY ŚRODOWISKOWE ESRS

Patrycja Żupa-Marczuk  
„Energopomiar” Sp. z o.o.

Europejskie standardy raportowania zrównoważonego rozwoju, czyli ESRS-y, to zestaw wymogów dla przedsiębiorstw, które będą raportować w ramach dyrektywy CSRD.

Europejskie standardy raportowania zrównoważonego rozwoju to jeden z elementów Europejskiego Zielonego Ładu. W jego ramach Komisja Europejska zobowiązała się do dokonania przeglądu szeregu dyrektyw, w tym dyrektywy Parlamentu

Europejskiego i Rady 2013/34/UE dotyczącej rocznej sprawozdawczości finansowej. W dniu 16 grudnia 2022 r. w Dzienniku Urzędowym UE została opublikowana dyrektywa w sprawie sprawozdawczości przedsiębiorstw w zakresie zrównoważonego rozwoju



Fot. ENEA

(ang. Corporate Sustainability Reporting Directive – CSRD). Dyrektywa CSRD rozszerza listę podmiotów, na które będzie nałożony obowiązek sprawozdawczy. Szacuje się, że w Unii Europejskiej około 50 000 firm ma zostać objętych nowymi przepisami, w stosunku do 11 700 firm, które obecnie muszą składać raporty niefinansowe. W Polsce obowiązek raportowania zgodnie z CSRD będzie miało ponad 3500 przedsiębiorstw.

Wejście spółek w obowiązek raportowania zgodnie z CSRD rozłożono na etapy i – nie zagłębiając się w szczegóły – będzie przedstawiało się następująco:

- Etap 1 – raportowanie za rok 2024 – dotyczy przedsiębiorstw, które dotychczas raportowały według dyrektywy NFRD.
- Etap 2 – raportowanie za rok 2025 – dotyczy wszystkich pozostałych dużych jednostek.
- Etap 3 – raportowanie za rok 2026 – dotyczy średnich i małych jednostek notowanych (dla których zostanie opracowany uproszczony standard raportowania).

### Standardy na mocy CSRD

Na mocy CSRD Europejska Grupa Doradcza ds. Sprawozdawczości Finansowej (ang. *European Financial Reporting Advisory Group* – EFRAG) opracowała wspólne, jednolite standardy sprawozdawczości, czyli europejskie standardy raportowania zrównoważonego rozwoju (ang. *European Sustainability Reporting Standards* – ESRS), które jeszcze w IV kwartale 2023 r. mają być opublikowane w formie aktu delegowanego.

Standardy ESRS obejmują ujawnienia dla trzech kluczowych obszarów ESG, tj. czynników środowiskowych, społecznych oraz ładu zarządczego. Istotne jest, że w zakresie środowiska została zastosowana podobna klasyfikacja jak w taksonomii UE (wprowadzonej Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje), dzięki czemu dokumenty te stają się spójne, a podejmowane kwestie bardziej czytelne i przejrzyste.

### Przejrzyste raportowanie

Nowe jednolite standardy raportowania zrównoważonego rozwoju korygują niedociągnięcia wynikające z dotychczasowych przepisów dotyczących ujawniania informacji niefinansowych. Po pierwsze nie będzie dowolności standardu – przedsiębiorstwa objęte dyrektywą CSRD obowiązkowo będą musiały raportować zgodnie z ESRS-ami. Należy zaznaczyć, że ESRS-y tworzone są w oparciu o dotychczasowe międzynarodowe standardy takie jak GRI czy wytyczne TCFD, ale są też dużo bardziej wymagające z uwagi na zakres i poziom szczegółowości. Podstawową różnicą jest natomiast badanie istotności. ESRS-y zakładają, że ważne zagadnienia zrównoważonego rozwoju powinny być badane według zasady podwójnej istotności, tj. z uwzględnieniem perspektywy istotności finansowej, perspektywy istotności wpływu lub obu perspektyw

## ŚRODOWISKOWE ESRSY

Europejskie standardy raportowania zrównoważonego rozwoju dotyczące kwestii środowiskowych to zbiór wytycznych, które odnoszą się do wpływu spółki na środowisko naturalne i klimat, opisanych w pięciu standardach tematycznych:

- **ESRS E1 – zmiany klimatu** – obejmuje trzy podstawowe podtematy, które należy uwzględnić w badaniu istotności. Jest to łagodzenie zmian klimatu, które odnosi się do wysiłków na rzecz ograniczenia lub zapobiegania emisjom gazów cieplarnianych i tutaj uwzględniamy informacje na temat emisji gazów cieplarnianych (w trzech zakresach) oraz sposobów, jak spółka zajmuje się kwestią generowanych przez nią emisji (w tym plany transformacji). Kolejny temat to adaptacja do zmian klimatu. Jest to bardzo ważny element badania istotności, ponieważ skrajne zjawiska pogodowe mogą prowadzić do przestoju, ograniczeń zdolności produkcyjnych, ograniczeń działalności zakładów. Informacje na temat zagrożeń związanych z klimatem, które mogą prowadzić do fizycznych ryzyk klimatycznych dla spółek, oraz rozwiązania adaptacyjne mające na celu ograniczenie takich ryzyk, są bardzo ważne z punktu widzenia ESRS E1. Podobnie informacje na temat ryzyka przejścia wynikającego z konieczności przystosowania się do ryzyk związanych z klimatem. Trzeci temat skupia się wokół energii, czyli wszystkich kwestii związanych z energią w zakresie, w jakim mają one znaczenie dla zmian klimatu (wszelkie rodzaje produkcji energii, zużycie energii).
- **ESRS E2 – obejmuje zanieczyszczenia powietrza, wody, gleby, jak również substancje wzbudzające obawy.** Co ważne, w zakresie ujawniania substancji zanieczyszczających do powietrza wody i gleby standard odwołuje się do listy zanieczyszczeń według rozporządzenia w sprawie Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (E-PRTR), a także mikrodrobin plastiku.
- **ESRS E3 – woda i zasoby morskie**, gdzie termin „woda” obejmuje wody powierzchniowe i wody gruntowe. Standard obejmuje informacje dotyczące zużycia wody w ramach działalności spółki, w odniesieniu do jej produktów i usług, jak również powiązanych informacji dotyczących poborów oraz zrzutów wody. Z kolei termin „zasoby morskie” obejmuje wydobycie i wykorzystanie takich zasobów oraz powiązaną działalność gospodarczą.
- **ESRS E4 – różnorodność biologiczna i ekosystem.** W ramach procesu badania istotności uwzględnić należy m.in. udział spółki w bezpośrednich czynnikach oddziaływania, które wpływają na utratę różnorodności biologicznej (tj. zmiany klimatu, zmiana sposobu użytkowania gruntów, eksploatacja bezpośrednia, zanieczyszczenia, inwazyjne gatunki obce), oddziaływanie na stan gatunków (tj. wielkość populacji danego gatunku, gatunek globalnie zagrożony wyginięciem), oddziaływanie na zasięg i stan ekosystemów (w tym poprzez degradację gruntów, pustyńnienie i uszczelnianie gleby) czy oddziaływanie na usługi ekosystemowe i zależność od nich.
- **ESRS E5 – wykorzystanie zasobów oraz gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ)** – ujmuje takie zagadnienia jak zasoby wprowadzane do organizacji, w tym GOZ z uwzględnieniem zasobów odnawialnych i nieodnawialnych, a także zasoby wyprowadzane z organizacji oraz odpady.

równocześnie. Wszystkie przedsiębiorstwa objęte dyrektywą CSRD będą musiały przedstawiać także ujawnienia taksonomiczne zgodnie z rozporządzeniem 2020/852. Należy również wspomnieć o weryfikacji raportów. Aktualnie na państwa członkowskie nałożono jedynie obowiązek sprawdzenia przez biegłego rewidenta, czy przedstawiono oświadczenie na temat informacji niefinansowych lub odrębne sprawozdanie. Do tej pory nie było wymagania, aby niezależny dostawca usług atestacyjnych weryfikował informacje niefinansowe. Natomiast dyrektywa CSRD zmienia to podejście, nakładając na podmioty składające raporty niefinansowe obowiązek poddania ich audytowi.

”

Standardy sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju wymagają szeregu informacji: retrospektywnych oraz dotyczących przyszłości, jakościowych i ilościowych

### Wymagane ujawnienia

Wszystkie standardy środowiskowe obejmują łącznie około 500 obowiązkowych i dobrowolnych punktów danych (data points), których ujawnienia wynikać będą z przeprowadzonego badania podwójnej istotności, będącego punktem wyjścia do przygotowania sprawozdania zrównoważonego rozwoju. Jeżeli spółka stwierdzi, że problematyka zmiany klimatu (ESRS E1) nie jest istotna, w sprawozdaniu należy szczegółowo przedstawić wnioski ze swojej oceny istotności. Z kolei, jeżeli uzna, że temat inny niż zmiana klimatu (tj. ESRS E2–E5) nie jest ważny, wtedy może tylko krótko przytoczyć wnioski ze swojej oceny istotności w odniesieniu do tego tematu.

Omawiając kwestie środowiskowe, warto również zwrócić uwagę na te ujawnienia, które są wprowadzane stopniowo. Spółki zatrudniające mniej niż 750 pracowników, mogą:

- pominąć ujawnienie emisji gazów cieplarnianych w zakresie 3 oraz całkowitą emisję gazów cieplarnianych (tj. sumarycznie zakres 1, 2 i 3) w pierwszym roku stosowania standardów,

- pominąć wszystkie wymogi ujawnieniowe określone w standardzie dotyczącym różnorodności biologicznej (ESRS E4) w pierwszych dwóch latach stosowania standardów.

Ponadto wszystkie spółki, bez względu na liczbę zatrudnianych pracowników, mogą w pierwszym roku stosowania standardów pominąć informacje dotyczące przewidywanych skutków finansowych powiązanych z kwestiami środowiskowymi. Spółka może również spełnić wymogi określone w ujawnieniu dotyczącym przewidywanych skutków finansowych (E1–9, E2–6, E3–5, E4–6 oraz E5–6), dokonując jedynie ujawnień informacji jakościowych przez pierwsze trzy lata sporządzania sprawozdania w zakresie zrównoważonego rozwoju (za wyjątkiem informacji dotyczących ESRS E2 w zakresie nakładów operacyjnych i inwestycyjnych poniesionych w okresie sprawozdawczym w związku z poważnymi zdarzeniami, a w przypadku ESRS E1 tylko wtedy, jeżeli przygotowanie ujawnień informacji ilościowych jest niewykonalne). Stanowi to duże ułatwienie z uwagi na stosunkowo wysoki stopień trudności zarówno w zbieraniu danych, jak i w przygotowaniu samych ujawnień.

### Ujawnienia taksonomiczne

Wszystkie przedsiębiorstwa objęte dyrektywą CSRD będą musiały zmierzyć się z raportowaniem ujawnień taksonomicznych zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje. Zgodnie z wytycznymi wynikającymi z ESRS ujawniane w raporcie informacje dotyczące każdego z celów środowiskowych określonych w rozporządzeniu w sprawie taksonomii powinny zostać przedstawione w wyraźnie oznaczonej części środowiskowej oświadczenia dotyczącego zrównoważonego rozwoju. Tym samym część środowiskowa powinna obejmować zarówno ujawnianie informacji zgodnie z art. 8 przywołanego powyżej rozporządzenia w sprawie taksonomii, jak i ujawnienia wynikające z ESRS E1–E5.

\*\*\*

Standardy sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju wymagają szeregu informacji: retrospektywnych oraz dotyczących przyszłości, jakościowych i ilościowych. Działania przedsiębiorstwa względem środowiska, ale też rzetelne raportowanie tego oddziaływania, mają duży wpływ na wyniki finansowe oraz wizerunek spółki. Dlatego warto zaplanować nie tylko zadania związane z samym raportowaniem, ale również ze strategią biznesową, która w pełni będzie ujmować kwestie zrównoważonego rozwoju. ■

**WPŁYW NA WIZERUNEK**  
Działania przedsiębiorstwa względem środowiska, ale też rzetelne raportowanie tego oddziaływania, mają duży wpływ na wyniki finansowe oraz wizerunek spółki





**DORADZTWO TECHNICZNE I ŚRODOWISKOWE WE WDRAŻANIU GOZ  
(woda, ścieki, odpady, surowce, energia, ciepło)**



*Audyt przedsiębiorstwa*

*Strategia GOZ*

*Studium wykonalności*

*Pozwolenia środowiskowe*

*Monitoring wskaźników GOZ*

*Taksonomia UE*





foto: 123rf

# ZAGROŻENIA PRACOWNIKÓW

podczas wykonywania remontów  
w energetyce

---

mgr inż. Patryk Gaj, dr inż. Jacek Karczewski, dr inż. Joanna Kopania  
Instytut Energetyki, Oddział Techniki Ciepłej „ITC” w Łodzi

Prace przy urządzeniach elektroenergetycznych wiążą się z zagrożeniami dotyczącymi oddziaływania elektrycznego, elektromagnetycznego, mechanicznego czy cieplnego. Specjaliści odpowiedzialni za powyższe powinni być zatem odpowiednio przygotowani i zabezpieczeni. Ważnym elementem są tu przepisy prawne i instrukcje regulujące prace przy urządzeniach i sieciach elektroenergetycznych.



Analiza danych Głównego Urzędu Statystycznego [1] wykazuje, że w latach 1999-2019 liczba wypadków przy pracy (rys. 1) nie uległa zasadniczym zmianom, natomiast wskaźnik ich częstości (rys. 2) wykazuje stałą tendencję spadkową.

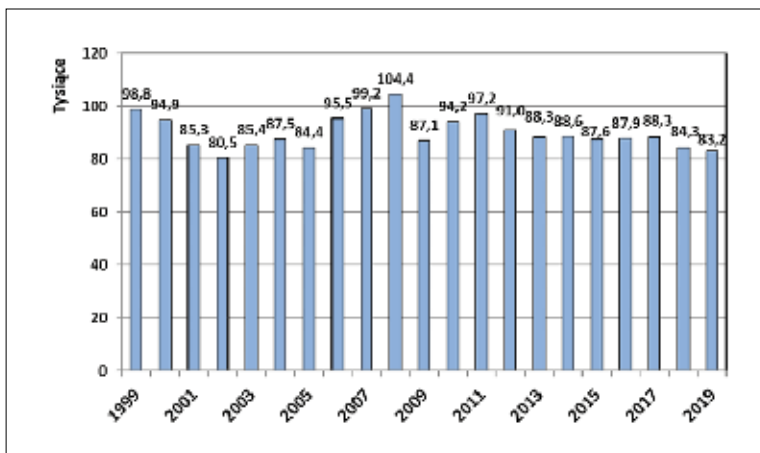
Analizując najnowsze dane, w 2022 r. zgłoszono 66606 osób poszkodowanych w wypadkach przy pracy, o 3,2% mniej niż w 2021 r. Zmniejszyła się również liczba poszkodowanych przypadająca na 1000 pracujących (wskaźnik wypadkowości) – z 5,10 do 4,66. [2] W podziale według rodzajów działalności gospodarczej najwyższy wskaźnik wypadkowości odnotowano w sekcjach: górnictwo i wydobywanie (14,78), dostawa wody; gospodarowanie ściekami i odpadami; rekultywacja (12,13) oraz przetwórstwo przemysłowe (7,68), natomiast najniższy w sekcjach: informacja i komunikacja (0,78), rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo (1,10) oraz działalność finansowa i ubezpieczeniowa (1,21) (rys. 3).

Nie prowadzi się odrębnej statystyki wypadków dla energetyki, należy jednak zauważyć, że wypadki z tego sektora można zaliczyć do grup: „wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i gorącą wodę” (wskaźnik wypadkowości – 5) oraz „Przetwórstwo przemysłowe” (wskaźnik wypadkowości – 7,68). Biorąc pod uwagę, że są to obszary, w których występuje duże potencjalne zagrożenie, wskaźniki te trzeba uznać za dość pozytywne (w stosunku do wskaźników wypadkowości w innych działkach gospodarki). Taka ocena wynika niewątpliwie z dużej świadomości zagrożeń oraz wprowadzania odpowiednich procedur zaradczych.

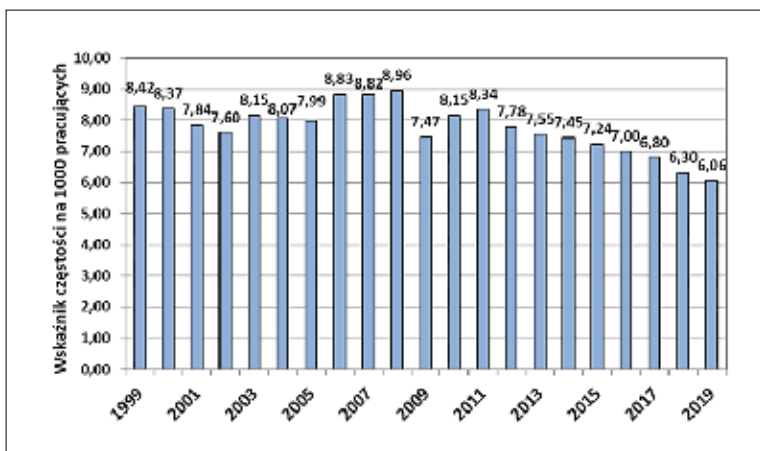
### Dominująca przyczyna wypadków

Analizując inne dane GUS [2] należy zauważyć, że stosunkowo niewielką grupą wydarzeń powodujących urazy w 2022 roku był „kontakt z prądem elektrycznym, temperaturą, niebezpiecznymi substancjami i preparatami chemicznymi” (ok. 4% wszystkich urazów, wobec np. 32,1% urazów powstających w wyniku zderzeń z nieruchomymi obiektami). Natomiast wysoce niepokojącą sprawą jest to, że zdecydowanie dominującą przyczyną wypadków (61,1%) było „nieprawidłowe zachowanie się pracownika”. Wśród wszystkich wypadków odnotowanych w 2022 roku, wypadki związane z „obsługą maszyn” stanowią 8,9% urazów.

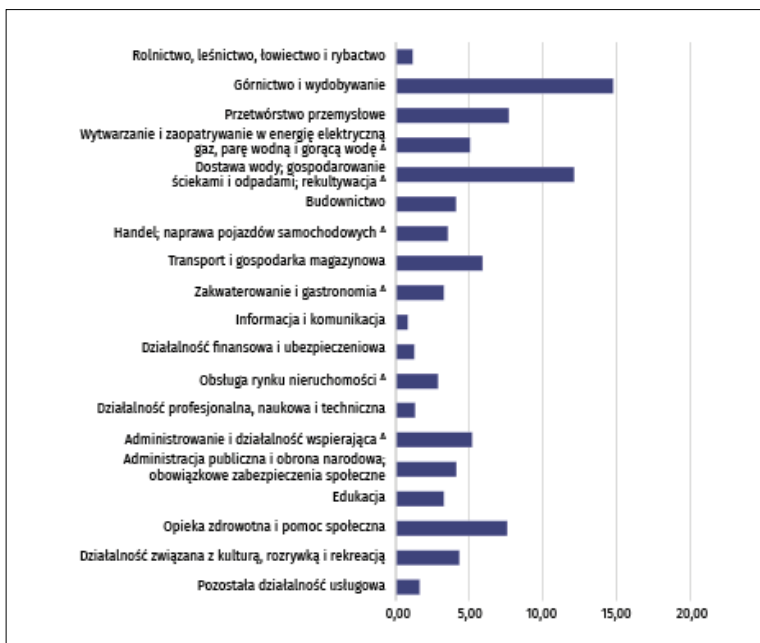
Należy zwrócić uwagę na fakt, że w przypadku prac prowadzonych w energetyce mamy do czynienia z dwiema grupami pracowników: pierwszą stanowią stałe zatrudnieni w danym obiekcie (np. w elektrowni), natomiast drugą – pracownicy różnego rodzaju firm zewnętrznych wykonujących określone zadania w przedsiębiorstwach energetycznych. Niejednokrotnie liczba tych firm wykonujących prace na terenie np. elektrowni jest bardzo duża, co przekłada się na liczbę „zewnętrznych” pracowników wykonujących określone zadania na obiekcie. Zakres ich prac jest różnorodny i dotyczy np.:



RYS. 1 Liczba wypadków przy pracy w latach 1999-2019 (opracowanie CIOP na podstawie danych GUS z 30.11.2020 r.) [1]



RYS. 2 Wskaźnik częstości wypadków przy pracy na 1000 pracujących (opracowanie CIOP na podstawie danych GUS z 30.11.2020 r.) [1]



RYS. 3 Poszkodowani w wypadkach przy pracy na 1000 pracujących według sekcji w 2022 r. (bez gospodarstw indywidualnych w rolnictwie) [2]

- montażu i konserwacji urządzeń i instalacji,
- wykonywania prób i badań eksploatacyjnych,
- dokonywania odbiorów poszczególnych urządzeń i instalacji,
- wykonywania napraw uszkodzonych maszyn i urządzeń energetycznych,
- modernizacji maszyn i urządzeń,
- prac konstrukcyjnych w obszarach: mechanicznych, elektrycznych, cieplnych, budowlanych, informatycznych i in.,
- prac związanych z infrastrukturą danego obiektu,
- prowadzenia badań naukowych (eksperymenty obiektowe).

”

Wśród wszystkich wypadków odnotowanych w 2022 roku, wypadki związane z „obsługą maszyn” stanowią 8,9% urazów

#### Projekt: dobre praktyki i instrukcje

Biorąc pod uwagę szeroką specyfikę prac prowadzonych na obiektach energetycznych i wynikające z niej zagrożenia dla wykonujących je pracowników, aby zmniejszyć ryzyko wystąpienia owych zagrożeń, Oddział Techniki Ciepłej „ITC” Instytutu Energetyki podjął się realizacji projektu badawczego pt.: „Dobre praktyki i instrukcje związane z organizacją bezpiecznego wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych przez pracowników podmiotów zewnętrznych w stosunku do operatora tych urządzeń lub instalacji”. Celem projektu jest rozpoznanie, zbadanie i ocena zagrożeń pracowników związanych z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych w procesach wytwarzania, przesyłu lub dystrybucji energii elektrycznej, a następnie przygotowanie zestawienia dobrych praktyk i zaleceń do opracowania odpowiednich instrukcji dla pracowników, jako operatorów urządzeń lub instalacji elektroenergetycznych, pracodawców i służb BHP. Projekt (którego zakończenie przewidziano na 2025 rok) jest elementem programu wieloletniego pn. Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy, który koordynowany jest przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB).

#### Zagrożenia w środowisku pracy

Pierwszym etapem projektu jest identyfikacja zagrożeń występujących podczas prac związanych z remontami i utrzymaniem ruchu w energetyce. W szczególności – jak już wcześniej wspomniano – dotyczy to różnego rodzaju firm zewnętrznych, które działają na terenie zakładów energetycznych.

Zagrożenia ludzi w środowisku pracy w energetyce można podzielić na kilka sposobów. Można odnieść się

do części składowych systemu elektroenergetycznego (wytwarzanie, przesył, odbiór energii elektrycznej, w tym przetwarzanie energii elektrycznej na inne rodzaje energii).

Zagrożenia te dzieli się ze względu na przyczynę ich powstawania na:

1. Zagrożenia o charakterze elektrycznym, do których zaliczamy [4]:
  - porażenie i oparzenie prądem elektrycznym,
  - oddziaływanie łuku elektrycznego,
  - oddziaływanie ładunków elektrostatycznych,
  - oddziaływanie zjawisk atmosferycznych i procesów łączeniowych.
2. Zagrożenia o charakterze mechanicznym związane z pracą maszyn wirujących i statycznym oddziaływaniem konstrukcji maszyn i urządzeń energetycznych.
3. Zagrożenia o charakterze termicznym (wysoka temperatura urządzeń wykorzystujących ciepło, np. kocioł w elektrowni).
4. Zagrożenia o charakterze chemicznym, np. wydzielanie się toksycznych substancji.
5. Zagrożenia o charakterze akustycznym (hałas).
6. Zagrożenia o charakterze środowiskowym związane np. z zapyleniem.

Istnieje jeszcze wiele innych sposobów klasyfikacji zagrożeń, związanych z uwarunkowaniami pracy maszyn i urządzeń, np.:

- Ze względu na charakter użytkowania urządzeń (stałe, przenośne).
- Ze względu na rodzaj zasilania (prąd stały, prąd przemienny).
- Ze względu na budowę układu zasilania (układ jednofazowy, układ trójfazowy).
- Ze względu na kryterium napięcia (układy niskonapięciowe – do 1 kV i wysokonapięciowe).

Klasyfikacja i specyfikacja zagrożeń występujących podczas prac remontowych służy opracowaniu procedur i przepisów eksploatacyjnych, które te zagrożenia eliminują lub ograniczają.

Przedsiębiorstwa energetyczne oraz niektórzy inni przedsiębiorcy wykorzystują w swej działalności urządzenia i instalacje elektroenergetyczne. Wrażliwym elementem jest stosowanie instrukcji, zaleceń lub norm niebędących elementami powszechnego w kraju prawa. Mogą one obowiązywać na podstawie przepisów wewnątrzzakładowych, a ich stosowanie przez podmioty zewnętrzne wykonujące prace przy urządzeniach lub instalacjach, by były obowiązujące dla tych podmiotów, powinny być jasno sprecyzowane i należy tu podpisać niezbędne umowy lub porozumienia.

#### Uregulowania międzynarodowe i krajowe

Wymagania dotyczące systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy zostały opracowane pod kierunkiem Brytyjskiego Instytutu Normalizacyjnego

## Elastyczność

- › Elektrownie opalane paliwami kopalnymi, które początkowo były przeznaczone do pracy przy stałym obciążeniu, muszą obecnie dostosowywać produkcję energii do **zmiennych obciążeń** i znacznych wahań zapotrzebowania.
- › Konieczne jest szybkie **uruchamianie i wyłączenie** elektrowni, możliwość eksploatacji przy minimalnym obciążeniu oraz szybkiej zmiany mocy na wyjściu.
- › Szybsze procesy rozruchowe wymagają minimalnej redukcji ciśnienia w kotle, **efektywnego** odprowadzania kondensatu oraz **niezawodnych** wtryskowych zaworów regulacyjnych.
- › **Szczelnie zamykające** zawory regulacyjne ze specjalnie zaprojektowanym układem wewnętrznym do pracy w ekstremalnie trudnych warunkach, jak również **efektywne odwadniacze** są dzisiaj obowiązkowym wyposażeniem.



## Produktywność

- › Rosnące znaczenie odnawialnych źródeł energii wymaga, aby konwencjonalne elektrownie mogły pracować stosunkowo **elastyczne**.
- › Elektrownie na paliwa kopalne coraz częściej muszą być raz po raz **uruchamiane i wyłączane**, co sprawia, że efektywny czas pracy jest redukowany, a urządzenia poddawane są **zwiększonym obciążeniom**.
- › Podczas eksploatacji elektrownie muszą być możliwie **wydajne**, przy czym wymaga się maksymalnego **ograniczenia przestoju** wskutek awarii urządzeń.
- › **Szczelnie zamykające się i odporne na zużycie** zawory regulacyjne wtrysku **eliminują** ryzyko **szoków termicznych** w obiegu pary i umożliwiają optymalną regulację jej temperatury.

## Oszczędność energii

- › Rosnąca liczba cykli rozruchowych wymaga ścisłej **kontroli strat** w obiegu pary i wody.
- › **Zminimalizowanie** strat do atmosfery wysokiej jakości pary, lub pary z rozprężania nie tylko obniża **koszty wody uzupełniającej** i jej **uzdatniania**, lecz ma także pozytywny wpływ na **obniżenie emisji CO<sub>2</sub>** oraz zwiększa się wydajność instalacji.
- › **Całkowicie szczelnie zamykające się** zawory odwadniające i efektywne odwadniacze są niezbędne.



## Redukcja kosztów utrzymania

- › Na elastyczność i wydajność elektrowni istotny wpływ ma **niezawodność** urządzeń.
- › **Wysoki stopień niezawodności** obniża **koszty konserwacji** i pozwala wyeliminować nieplanowane **przestoje**.
- › **Wytrzymałe i odporne na zużycie zawory** wymagają **serwisowania w mniejszym zakresie**. Jednocześnie możliwość szybkiej wymiany elementów wewnętrznych skraca czas konserwacji.



**Analytics Ltd Sp. z o.o. to polska firma rodzinno-partnerska z Krakowa z blisko 20 letnim doświadczeniem w dziedzinie pomiarów fizykochemicznych, w szczególności pomiarów emisji gazów i pyłów.**

- **PONAD 2000 TLENOMIERZY CYRKONOWYCH ANALYTICS OXY PRACUJĄCYCH OD HAWAJÓW PO KOREĘ PD (Z TEGO OKOŁO 1000 PRACUJĄCYCH W POLSCE)**
- **BLISKO 100 SYSTEMÓW EKSTRAKCYJNYCH, W TYM CEMS ZAINSTALOWANYCH W POLSCE ZGODNIE Z PN-EN 14181**
- **ANALYTICS QAL CEM REPORT OPROGRAMOWANIE ANALYTICS ZGODNE Z PN-EN 17255 DO REJESTRACJI, ARCHIWIZACJI I RAPORTOWANIA DANYCH EMISYJNYCH (W TYM PROCEDURA QAL3)**
- **WYŁĄCZNY PRZEDSTAWICIEL HANDLOWY FIRMY ENVEA GLOBAL NA POLSKĘ W ZAKRESIE CEMS – W OFERCIE ANALIZATORY WSZYSTKICH TECHNIK DO POMIARÓW ZWIĄZKÓW GAZOWYCH (W TYM ANALIZATORY NA PODCZERWIEN, CHEMILUMINESCENCJĘ, ULTRAFIOLET, FTIR – NP.TYPU GASMET), PYŁOMIERZE I PRZEPŁYWOMIERZE (M.IN. FIRMY PCME – KUPIONEJ PRZEZ ENVEA GLOBAL)**
- **DYSTRYBUTOR INNYCH FIRM M.IN. DR FOEDISCH, DURAG ORAZ INNYCH**

Analizatory spalin, pyłomierze oraz kompleksowe systemy monitoringu emisji spalin „CEMS” (z ang. Continuous Emission Monitoring System) to domena, w której specjalizuje się Analytics. Dzięki innowacyjnym w części lub w pełni **polskim** produktom takim jak: tlenomierze cyrkonowe, pyłomierze, sondy poboru, oprogramowanie do rejestracji, archiwizacji, raportowania „Analytics QAL CEM Report” użytkownicy dostają doskonałe narzędzie do bilansowania emisji w bilansie produkcji energii i ciepła

Zapraszamy do odwiedzenia naszej strony: [www.analyticspl.eu](http://www.analyticspl.eu) \*

lub do kontaktu tel. (12) 427 31 66, 508 064 210, lub mailowo: [biuro@analyticspl.eu](mailto:biuro@analyticspl.eu)

\*Następuje zmiana strony internetowej Analytics, o czym będziemy informować w stosownej korespondencji.

BSI- OHSAS 18001:1999 „Specification for occupational health and safety management systems” – są one spójne z systemami zarządzania wg ISO 9001 i ISO 14001. Znowelizowaną wersję tego dokumentu opublikowano w 2007 r. pod tytułem: „Occupational health and safety management systems – Requirements”.

Międzynarodowe Biuro Pracy w Genewie w 2001 roku (International Labour Organization – ILO), w ramach swej misji, opracowało dokument uregulowań o charakterze międzynarodowym ILOOSH 2001 – Guidelines on Occupational Safety and Healthy Management System. Dokument ten został wydany w języku polskim przez CIOP w 2001 roku.

Regulacje prawne dotyczące bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych na poziomie krajowym umocowane są przede wszystkim w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 roku – Kodeks pracy (Dz. U. z 2020 r. poz. 1320 oraz z 2021 r. poz. 1162) i ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 roku – Prawo energetyczne.

Pozostałe najważniejsze regulacje w tym obszarze to:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414, am. Dz.U.2018 poz. 1669].
- Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności [Dz.U.10.138.935].
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz.U. 2003 nr 89 poz. 828 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych Dz.U.2021.1210.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla sprzętu elektrycznego [Dz.U.2016 poz. 806].
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U.2017.1942].

Wprowadza się również różnego rodzaju standardy obowiązujące w konkretnych przedsiębiorstwach (np. Mostostal - Standard 4.1 [3]), zawierające wymagania wynikające z prawa i norm polskich oraz wewnętrznych uregulowań zakładów energetycznych, których celem jest wypracowanie zasad, jakie należy spełnić dla zapewnienia bezpieczeństwa podczas organizowania i prowadzenia robót elektroenergetycznych. Roboty te są zaliczane do prac w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego, określonych w przepisach o bezpieczeństwie pracy jako „szczególnie niebezpieczne”. Przepisy powyższe zawierają cały wykaz robót wykonywanych w warunkach szczególnego zagrożenia zdrowia i życia. Narzuca się w takich wypadkach wyjątkowe obostrzenia, do których należą np.: obowiązek wykonywania prac przez co najmniej dwie osoby oraz prowadzenie ich wyłącznie na ustne



fol. 123rf

#### BEZPIECZEŃSTWO PRACY

Regulacje prawne dotyczące bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych na poziomie krajowym umocowane są przede wszystkim w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 roku – Kodeks pracy

lub pisemne polecenie. Przed przystąpieniem do prac należy przestrzegać następujących standardów [3]:

1. Stanowisko lub strefę pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych trzeba odpowiednio przygotować, oznaczyć i zabezpieczyć przed dostępem osób nieuprawnionych.
2. Za zespół pracowników uznaje się grupę, w skład której wchodzi co najmniej dwie osoby wykonujące pracę przy urządzeniach elektroenergetycznych.
3. Osoba wyznaczona do kierowania zespołem odpowiada za jego pracę.
4. Urządzenia, instalacje i sieci, w rozumieniu przepisów prawa energetycznego, stosowane w technicznych procesach wytwarzania, przetwarzania, przesyłania, dystrybucji, magazynowania oraz użytkowania paliw i energii są urządzeniami elektroenergetycznymi.
5. Urządzenia elektroenergetyczne z układami połączeń między nimi są instalacjami elektroenergetycznymi.
6. Wszelkie czynności związane z eksploatacją urządzeń i instalacji elektroenergetycznych należy wykonywać wyłącznie na podstawie „Instrukcji eksploatacji”, opracowanej na bazie przepisów szczegółowych i dokumentacji producenta zatwierdzonej przez pracodawcę.
7. Instrukcja eksploatacji urządzeń i instalacji elektroenergetycznych powinna określać w szczególności: charakterystykę urządzeń energetycznych; opis w niezbędnym zakresie układów automatyki, pomiarów, sygnalizacji, zabezpieczeń i sterowań; zestaw rysunków, schematów i wykresów z opisami zgodnymi z obowiązującym nazewnictwem; opis czynności związanej z uruchomieniem, obsługą w czasie pracy i zatrzymaniem urządzenia energetycznego w warunkach normalnej pracy tego urządzenia; zasady postępowania w razie awarii oraz zakłóceń w pracy urządzenia; wymagania w zakresie konserwacji, napraw, remontów urządzeń ener-

tycznych oraz terminy przeprowadzania przeglądów, prób i pomiarów; wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy i przepisów przeciwpożarowych; identyfikację zagrożeń dla zdrowia i życia ludzkiego oraz dla środowiska naturalnego; organizację prac eksploatacyjnych; wymagania dotyczące środków ochrony zbiorowej lub indywidualnej; zapewnienie asekuracji, łączności oraz innych technicznych lub organizacyjnych środków stosowanych w celu ograniczenia ryzyka zawodowego.



Za zespół pracowników uznaje się grupę, w skład której wchodzi co najmniej dwie osoby wykonujące pracę przy urządzeniach elektroenergetycznych

8. Niezależnie od wymienionej wyżej instrukcji eksploatacji wszelkie prace przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych można prowadzić w oparciu o Instrukcję Bezpiecznego Wykonywania Robót (IBWR).

Przytoczony wcześniej „Standard 4.1” [3] określa również zasady postępowania w trakcie prowadzenia robót. Do tych najważniejszych należą:

1. W zależności od zastosowanych metod i środków zapewniających bezpieczeństwo pracy, roboty

przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych można wykonywać: przy całkowitym wyłączeniu napięcia, w pobliżu napięcia, pod napięciem.

2. Wyłączenie urządzeń i instalacji elektroenergetycznych spod napięcia powinno być dokonane w taki sposób, aby uzyskać przerwę izolacyjną w obwodach zasilających urządzenie i instalację.
3. Prace w pobliżu napięcia i pod napięciem mogą być prowadzone z zachowaniem określonych granic dla każdej ze stref (tab. 1).
4. Przed przystąpieniem do wykonywania pracy przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych odłączonych od napięcia należy: stosować odpowiednie zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem napięcia; oznaczyć miejsce wyłączenia; sprawdzić, czy nie występuje napięcie na odłączonych urządzeniach i instalacjach elektrycznych; uziemić wyłączone urządzenia i instalacje elektryczne; oznaczyć strefę pracy znakami lub tablicami bezpieczeństwa.
5. Uziemienie należy wykonywać tak, aby miejsce pracy było zlokalizowane w strefie ograniczonej uziemiaczami.
6. Co najmniej jedno uziemienie powinno być widoczne z miejsca pracy.
7. Przy zasilaniu wielostronnym uziemienia należy wykonywać od każdej strony zasilania.
8. Bez wyłączenia napięcia można wykonywać prace: polegające na wymianie wkładek bezpiecznikowych oraz źródeł światła o nieuszkodzonej oprawie w obwodach o napięciu do 1 kV; związane z próbami i pomiarami dokonywanymi w sposób określony w instrukcji eksploatacji; inne, pod warunkiem zastosowania specjalnych środków ustalonych w „Instrukcji eksploatacji”, „Instrukcji technologicznej” oraz IBWR, które zapewnią bezpieczeństwo wykonania prac.
9. Osoby pracujące przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych lub w ich pobliżu są zobowiązane stosować specjalistyczny sprzęt ochronny zapobiegający szkodliwym działaniom łuku elektrycznego lub urazom mechanicznym.
10. Rodzaje i podział sprzętu chroniącego przed porażeniem prądem określa dodatkowy standard szczegółowy.
11. Prace na stanowisku dozoru lub eksploatacji, w zakresie ustalonym w przepisach szczegółowych, mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające świadectwo kwalifikacyjne.
12. Niezależnie od posiadania świadectwa kwalifikacyjnego, osoba prowadząca eksploatację lub nadzór nad urządzeniami i instalacjami elektroenergetycznymi powinna także mieć aktualne orzeczenie lekarskie o stanie zdrowia oraz ukończone szkolenie BHP.
13. Prace w pobliżu napięcia można wykonywać przy użyciu środków ochronnych adekwatnych do

TAB. 1  
Granice określone dla każdej ze stref

Napięcie znamionowe urządzenia lub instalacji elektrycznej	Minimalny odstęp w powietrzu wyznaczający zewnętrzną granicę strefy	
	prac pod napięciem	prac w pobliżu napięcia
kV	mm	mm
≤1	bez dotyku	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
110	1000	2000
220	1600	3000
400	2500	4000
750	5300	8400

występujących warunków pracy oraz w oparciu o właściwą technologię robót i z zastosowaniem wymaganych narzędzi i środków ochronnych określonych w IBWR.

\*\*\*

Wykonywanie prac remontowych oraz zapewniających utrzymanie ruchu w energetyce, ze względu na ich charakter („prace szczególnie niebezpieczne”), stwarza liczne zagrożenia. Dlatego tak ważne jest ściśle przestrzeganie standardów bezpieczeństwa, procedur i zasad BHP. Nic jednak nie zastąpi myślenia i świadomego – odpowiedzialnego podejmowania decyzji. Na szczęście, jak to wynika z badań – owa świadomość w dziedzinie energetyki (w porównaniu z innymi działami gospodarki) jest stosunkowo wysoka. Większość pracowników zdaje sobie sprawę z występujących uwarunkowań i występujących zagrożeń. Dotyczy to również firm zewnętrznych zatrudnianych na obiektach energetycznych. Należy jednak prowadzić dalsze, intensywne badania, których efektem będzie zmniejszenie liczby wypadków podczas prac wykonywanych na potrzeby energetyki. Przygotowanie zestawienia dobrych praktyk i zaleceń do przygotowania odpowiednich instrukcji dla wykonujących te prace (jako operatorów urządzeń lub instalacji elektroenergetycznych, pracodawców i służb BHP), będzie tematem dalszych analiz. Przewiduje się przeprowadzenie wśród wybranych grup zawodowych ankiety, która stanie się pomocnym narzędziem podczas określania dobrych praktyk w tym

zakresie (wyniki tych ankietowych badań zostaną opublikowane w czasopiśmie „Kierunek Energetyka” w roku 2024). Powinno to przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa pracy pracowników wykonujących remonty i utrzymujących ruch w energetyce.

#### Literatura

- [1] [https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?nfpb=true&pageLabel=P1401037871334841682883&html\\_tresc\\_root\\_id=11288&html\\_tresc\\_id=11288&html\\_klucz=10972](https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?nfpb=true&pageLabel=P1401037871334841682883&html_tresc_root_id=11288&html_tresc_id=11288&html_klucz=10972)
- [2] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/wypadki-przy-pracy-w-2022-roku-dane-wstepne,3,50.html>
- [3] Standard 4.1 „Organizacja pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych” Mostostal Warszawa, Porozumienie dla Bezpieczeństwa w Budownictwie. <https://www.mostostal.waw.pl/files/1048997113/4.1.-organizacja-pracy-przy-urazdzeniach-elektroenergetycznych-mostostal.pdf>
- [4] Karski H. „Zagrożenia człowieka w środowisku pracy. Energia elektryczna i elektryczność statyczna” Politechnika Warszawska, Warszawa 2011.

Opracowano i wydano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt nr. III PN.10\_IEn pt. „Dobre praktyki i instrukcje związane z organizacją bezpiecznego wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych przez pracowników podmiotów zewnętrznych w stosunku do operatora tych urządzeń lub instalacji”. Wykonawca: Instytut Energetyki – Instytut Badawczy. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. ■

Reklama

 kierunekenergetyka.pl

**PORTAL**  
pełen energii



W GRUPIE PORTALI



 **COMCORE**

fot. comcore.pl



# ROBOT INSPEKCYJNY WALLI

Połączenie zaawansowanej robotyki  
z precyzyjną kontrolą jakości

---

COMCORE sp. z o.o.

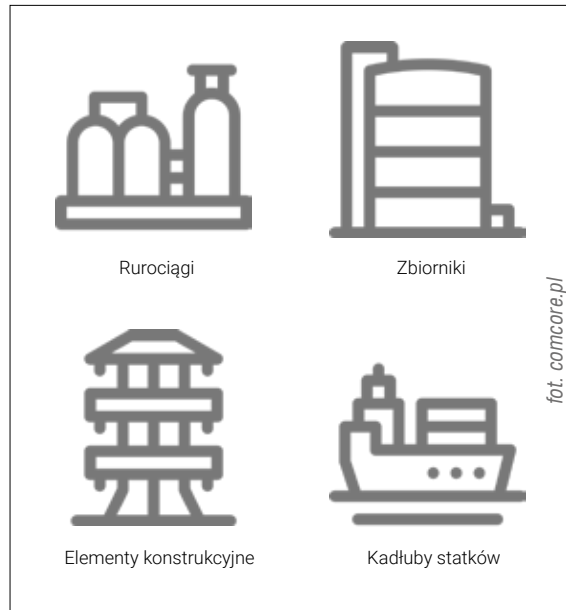
Zastosowanie robotów do diagnostyki infrastruktury przemysłowej to krok w kierunku wdrażania zaawansowanych technologii w zakresie utrzymania ruchu.



Kluczem do nowoczesnego zarządzania w energetyce oraz innych sektorach przemysłu jest efektywna analiza stanu systemów przesyłowych, pozwalająca na unikanie awarii i optymalizowanie kosztów. Nowe rozwiązanie od firmy COMCORE sp. z o.o. wprowadza na rynek roboty inspekcyjne WALLI, które dzięki zastosowanym innowacyjnym technologiom wykorzystującym system ultradźwięków oraz kamerę o wysokiej rozdzielczości, służą do identyfikacji krytycznych punktów w używanych instalacjach energetycznych. Dokładna ocena stanu technicznego oraz wizualnego przez doświadczonego operatora w połączeniu z takim urządzeniem pozwala na zoptymalizowanie zakresu i kosztów realizowanych prac.

Robot WALLI od firmy COMCORE sp. z o.o. skutecznie bada powierzchnie metalowe w miejscach trudno dostępnych, na wysokościach i w niełatwych warunkach. Dzięki konstrukcji z magnetycznym podwoziem robot potrafi przemieszczać się po metalowych powierzchniach poziomych, pionowych i mieszanych wykonując inspekcję obiektu kilkakrotnie szybciej od inspekcji tradycyjnej. Dodatkowo platforma wyposażona jest w kamerę o wysokiej rozdzielczości, która pozwala na precyzyjną inspekcję wizualną. Ogromnym atutem wszechstronności robota jest wyeliminowanie pracy człowieka na wysokości, która jest niezbędna podczas przeprowadzania pomiarów standardowymi metodami wykorzystującymi m.in. rusztowania.

Omawiana platforma robotyczna posiada zaimplementowane moduły, które dzięki zastosowaniu specjalnego systemu znakowania pozwala wyznaczyć



PRZYKŁADY  
BADANYCH  
OBIEKTÓW

foto. comcore.pl

obszary wymagające natychmiastowej interwencji lub całościowej wymiany. W trosce o środowisko firma COMCORE sp. z o.o. zadbała o zmniejszenie do minimum ilości wody wykorzystywanej do realizowania pomiarów obiektu metodą ultradźwiękową i stworzyła system wykorzystujący zamknięty obieg wody, zapobiegając tym samym nadmiernemu zalaniu infrastruktury.

Konstrukcja robota umożliwia zamocowanie w łatwy i szybki sposób innych komponentów, takich jak



DESIGN ROBOTA  
FIRMY  
COMCORE  
SP. Z O.O.

Konstrukcja Robota WALLI pozwala na przymocowanie odpowiednich modułów do nawet najbardziej skomplikowanych badań inspekcyjnych

foto. comcore.pl





**PRACE KONTROLNO-POMIAROWE ROBOTA COMCORE WALLI**

Wykorzystując innowacyjnego robota, doświadczony zespół specjalistów firmy COMCORE sp. z o.o., przeprowadził dokładną analizę i audyt powierzchni ścianki kotła fluidalnego. Dzięki informacjom, które dostarczył robot, wykluczono nieprawidłowości w pracy instalacji. Dane pomiarowe oraz potencjalne uwagi zostały przekazane do organów nadzorujących pracę kotła fluidalnego

czujniki, kamery, ramiona robotyczne oraz pozostałe elementy niezbędne do realizowania konkretnych zadań (np. czyszczenie powierzchni). W zależności od wykonywanych przez robota czynności, jego mechanizm pomiarowy pozwala na gromadzenie pomiarów i zapisywanie ich w bazie danych. Comcore WALLI został wyposażony w dedykowane oprogramowanie, które umożliwia nie tylko sterowanie robotem, ale i zbieranie danych oraz przeglądanie i analizę zgromadzonych wyników, w tym również na wizualizację oraz stworzenie trójwymiarowego modelu badanego obiektu.

Do pomiaru robot wykorzystuje metodę badania UTT – ultradźwiękowy pomiar grubości. Technika ta bazuje na pomiarze grubości materiału poprzez wykorzystanie sygnałów ultradźwiękowych i zmierzeniu czasu, w jakim fala przejdzie przez badany materiał i wróci. Dzięki tej metodzie można precyzyjnie określić grubość materiałów, np. aluminium, miedzi, stali czy teflonu, z których wykonane są m.in.: ścianki rur, rurociągów czy zbiorników.

Robot WALLI wykonuje badania, wzorując się na normie ISO PN-EN 16809:2017 „Badania nieniszczące – Ultradźwiękowy pomiar grubości”, jednakże norma ta dotyczy badania ręcznego. Firma COMCORE sp. z o.o. pracuje nad zatwierdzeniem własnej metody pomiarowej uznanej przez Urząd Dozoru Technicznego, która obejmuje pomiar automatyczny. Realizowane pomiary pozwalają nie tylko określić precyzyjnie rzeczywistą

grubość mierzonego materiału, ale także wyznaczyć obszary, które są zagrożone korozją lub erozją. Analiza otrzymanych pomiarów pozwala natomiast na monitorowanie okresowego stopnia zużycia tych obiektów.

**Diagnostyka kotła fluidalnego**

W trakcie działania oraz podczas postoju kotłów, na ich wewnętrznych powierzchniach mogą osadzać się zanieczyszczenia o różnym profilu chemicznym. Dodatkowo, korozja spowodowana składem wody uzupełniającej kondensat czy nieprawidłowym jej uzdatnianiem może przyspieszać zużycie elementów instalacji. Biorąc pod uwagę te czynniki, Urząd Dozoru Technicznego wprowadził wymóg regularnych badań, mających na celu lepszą kontrolę stanu technicznego kotłów stosowanych w sektorze przemysłowym. Jednym z tych badań jest rewizja wewnętrzna kotła.

W sierpniu 2023 roku, za pomocą Robota WALLI, firma COMCORE sp. z o.o. wykonała badanie powierzchni ścianki kotła fluidalnego. Przeprowadzony pomiar umożliwił wizualną oraz ultradźwiękową inspekcję stanu ścianek tego urządzenia ciśnieniowego, jego spoin oraz związanych z nim elementów zabezpieczających i ciśnieniowych. Dane pomiarowe wykazały, że badany kocioł jest w pełni zdalny do pracy, a potencjalne uwagi związane z wynikami pomiaru zostały przekazane do organów zarządzających instalacją. ■

# TWOJA ŚCIEŻKA DOSKONALENIA I ROZWOJU ZAWODOWEGO

## SZEROKA OFERTA SZKOLEŃ DLA SŁUŻB UTRZYMANIA RUCHU

- ✓ Diagnostyka wibracyjna
- ✓ Wyważanie dynamiczne
- ✓ Termografia
- ✓ Diagnostyka ultradźwiękowa
- ✓ Utrzymanie ruchu
- ✓ Asset Reliability Practitioner (ARP)



# MINĄŁ ROK, A PROBLEMY NADAL AKTUALNE

Pro Novum

4-6 października w Bystrej odbyło się XXV Sympozjum DIAGNOSTYKA URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH I INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH, zorganizowane przez Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych „Pro Novum” sp. z o.o. Tematem przewodnim jubileuszowej edycji było bezpieczeństwo i dyspozycyjność bloków oraz urządzeń energetycznych w okresie transformacji polskiej elektroenergetyki.

**P**odczas trzech dni odbyło się 7 sesji, w ramach których wygłoszono 20 referatów. Wystąpienia tych wysłuchało ponad 100 przedstawicieli wszystkich grup energetycznych, firm remontowych i diagnostycznych oraz innych przedsiębiorstw i instytucji związanych z energetyką.

Otwarcia sympozjum dokonała Ewa Trzeszczyńska – prokurent i zastępca dyrektora ds. administracyjnych i finansowych w Pro Novum sp. z o.o., która przedstawiła partnerów wydarzenia, jego tematykę

i program. Następnie powitalne adresy do uczestników skierowali członkowie Komitetu Honorowego i przedstawiciele partnerów sympozjum, którzy podkreślali rolę spotkań organizowanych przez Pro Novum dla branży i znaczenie technicznych inżynierskich dyskusji w obecnej sytuacji polskiej elektroenergetyki.

## Debate o przyszłości

Sympozjum towarzyszyła debata o aktualnym stanie i przyszłości polskiej energetyki, pod tytułem:

XXV SYMPOZJUM  
Diagnostyka  
Urządzeń  
Energetycznych  
i Instalacji  
Przemysłowych



Fot. Pro Novum sp. z o.o.

„Wykorzystanie bloków klasy 200 MW podczas transformacji polskiego systemu elektroenergetycznego”. W dyskusji prowadzonej przez Waldemara Szulca (TGPE) udział wzięli: Jerzy Kuciński (TAURON Ciepło sp. z o.o.), Mariusz Damasiewicz (ENEA Elektrownia Połaniec SA), Jerzy Rażny (Veolia Energia Poznań SA), Michał Piecha (TAURON Wytwarzanie SA), Stanisław Tokarski (Centrum Energetyki AGH), Kazimierz Rusznik (Energoremont sp. z o.o.), Bogdan Pilch (Izba Gospodarcza Energetyki i Ochrony Środowiska) i Jerzy Trzeczcyński (Pro Novum sp. z o.o.).

”

Dla energetyki, nie tylko polskiej, wyzwaniem stały się kolejne zagrożenia zwłaszcza o charakterze wojennym

### Zagrożenia bez zmian

Identyczna jak w ubiegłym roku tematyka sympozjum okazała się aktualna także podczas tegorocznej edycji. Niestety, zagrożenia dla takiej transformacji energetyki, która byłaby korzystna dla naszej gospodarki i polskich obywateli, kolejny raz wzrosły. Nadal nie wiemy, ilu i których bloków oraz na jak długo wymaga operator, a także jakich usług (zwłaszcza stabilizujących system elektroenergetyczny) potrzebuje. Czy i w jaki sposób zamierza za nie płać? Bez tej wiedzy trudno zdecydować, czy istniejące bloki należy modernizować, czy wystarczy je tylko odpowiednio dostosować do nowych wymogów. Rok temu można było mieć nadzieję, że omówiony przez prezesa Jerzego Trzeczcyńskiego Projekt Bloki



Fot. Pro Novum sp. z o.o.

**EWA TRZECZYŃSKA**  
– prokurent i zastępca dyrektora ds. administracyjnych i finansowych w Pro Novum sp. z o.o.

2025+ może stanowić podstawę strategii dalszej eksploatacji jednostek 200 MW, której tak bardzo brakuje. Zwłaszcza, że podczas konsultacji zebrał on sporo pozytywnych opinii. Projekt nie został jednak wdrożony, chociaż alternatywnego dotąd nie zaprezentowano. Powstają jego kolejne wersje, aktualnie trwają prace nad piątą.

Dla energetyki, nie tylko polskiej, wyzwaniem stały się kolejne zagrożenia zwłaszcza o charakterze wojennym. Coraz częściej pojawiają się informacje, że w polityce klimatycznej Unii Europejskiej identyfikowane są problemy o charakterze technologicznym i finansowym. To ważne sygnały przede wszystkim dla systemów elektroenergetycznych tych krajów, które podobnie jak Polska są historycznie i nadal uzależnione od spalania węgla. Dyskusja, ile bloków – zwłaszcza klasy 200 MW – należałoby wyłączyć w najbliższym czasie, wydaje się bezprzedmiotowa. Wszystkie powinny pracować lub pozostawać w strategicznej rezerwie tak długo, aż nie powstaną

**PODZAS DEBATY**  
Wykorzystanie bloków klasy 200 MW podczas transformacji polskiego systemu elektroenergetycznego



Fot. Pro Novum sp. z o.o.

STOISKO  
firmy TesTex Inc



Fot. Pro Novum sp. z o.o.

sprawdzone, odnawialne, nisko- i bezemisyjne technologie generacji energii elektrycznej, wspierane przez magazyny energii o liczącej się pojemności. Do takiej sytuacji jednak daleko.

wzrost udziału OZE w polskim systemie elektroenergetycznym, chyba najlepiej wyrażał sens tegorocznego sympozjum.

W 25. edycji sympozjum ponownie nie zabrakło uczestników i prelegentów z zagranicy. Byli to: przedstawiciele vgbe, Christian Stolzenberger, który zaprezentował referat na temat „Elastycznej pracy elektrowni”, oraz przedstawicielka firmy TesTex Inc., Julie Batigne – wygłosiła prelekcję pod tytułem „Zastosowanie techniki BFET do wykrywania pęknięć wywołanych przez korozję naprężeniową”. Dodatkowo firma Testex Inc. prezentowała swoją ofertę na stoisku w foyer hotelu. Interesujący referat nt. elastycznej pracy turbin parowych wygłosił przedstawiciel GE Power Sp. z o.o. Mariusz Banaszekiewicz.

\*\*\*

”  
Identyczna jak w ubiegłym roku tematyka sympozjum okazała się aktualna także podczas tegorocznej edycji. Niestety, zagrożenia dla takiej transformacji energetyki, która byłaby korzystna dla naszej gospodarki i polskich obywateli, kolejny raz wzrosły

### Nowe metody badawcze i pomiarowe

Podczas sympozjum zaprezentowano wiele interesujących referatów, w tym takich, które dotyczyły nowych metod badawczych i pomiarowych oraz zaawansowanych technicznie systemów diagnostycznych działających w zdalnym trybie. W kilku prelekcjach wykazano, że modelowanie konstrukcji pozwala na dużo dokładniejszą niż metody analityczne analizę naprężeń, co oznacza, że dokładniej identyfikowane są zapasy trwałości oraz bezpieczniej niż dotąd można je wykorzystać do przedłużania eksploatacji i dostosowania bloków do bardziej wymagających reżimów eksploatacji. Wspólny referat Enea Elektrownia Połaniec oraz Pro Novum o tym, jak modernizować bloki klasy 200 MW, aby zapewnić szybki i bezpieczny

Sympozjum Pro Novum po raz kolejny pokazało, że w branży energetycznej istnieje potrzeba wszechstronnej dyskusji na tematy techniczne towarzyszące transformacji energetyki, także w międzynarodowym wymiarze.

Patronat Honorowy nad sympozjum sprawowały tradycyjnie: Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie oraz Izba Gospodarcza Energetyki i Ochrony Środowiska. Po raz pierwszy patronat honorowy nad wydarzeniem objął Prezydent Miasta Katowice Marcin Krupa.

Partnerami merytorycznymi zostali: vgbe, TAU- RON Ciepło sp. z o.o., TAURON Wytwarzanie SA, Veolia Energia Poznań SA oraz ENEA Elektrownia Połaniec SA.

Patronat medialny pełnił m.in. magazyn Kierunek Energetyka oraz portal [kierunekenergetyka.pl](http://kierunekenergetyka.pl). ■



# Shell Turbo S4

## Stworzony specjalnie do turbin gazowych i parowych



- Shell Turbo S4 X – olej przeznaczony do stosowania w przemysłowych turbinach parowych i gazowych oraz turbosprężarkach
- Shell Turbo S4 GX – olej przeznaczony do stosowania w przemysłowych turbinach gazowych i układach obiegowych kombinowanych, w tym turbinach z przekładnią o wysokich wymaganiach dotyczących obciążeń

### Shell Turbo S4 oferuje:

- Wydłużoną odporność na zużycie oleju
- Doskonałą ochronę sprzętu
- Doskonałą wydajność systemu

Stosowanie oleju Shell Turbo S4 może pomóc w utrzymaniu optymalnych warunków pracy, nawet w najtrudniejszych sytuacjach.

**SHELL**  
**LUBRICANT SOLUTIONS**



Dowiedz się więcej na [www.shell.pl/olejesmary](http://www.shell.pl/olejesmary)  
Skontaktuj się z nami: [Radoslaw.Gwardecki@shell.com](mailto:Radoslaw.Gwardecki@shell.com); +48 606 670 043



Fot. Shell

# OLEJE SHELL TURBO

## z myślą o maksymalnych osiągach turbin

**Radosław Gwardecki**

Shell

Zapotrzebowanie na czystsza energię rośnie. Międzynarodowa Agencja Energetyczna przewiduje, że wzrost produkcji energii elektrycznej w latach 2018-2050 wyniesie 79%<sup>1</sup>. Jednym z najszybciej rozwijających się źródeł jest energia odnawialna, uzyskiwana między innymi dzięki działaniu turbin. Ich sprawna praca w dużej mierze zależy od zastosowanych środków smarnych.

**Z**e względu na wiele czynników, utrzymanie branży energetycznej jest trudnym wyzwaniem. Rosnąca i coraz bogatsza, a więc nastawiona na konsumpcję populacja to zwiększony popyt na energię. Jednocześnie działania rządów niektórych państw wymuszają ograniczanie emisji. Ale choć w skali światowej rośnie udział odnawialnych źródeł energii,

blisko 3/4 jej globalnego zużycia w 2030 roku nadal będą zapewniać paliwa kopalne<sup>2</sup>.

Sieci energetyczne mają tymczasem coraz mniej rezerw mocy. Awarie zdarzające się w elektrowniach podkreślają tylko, jak niestabilne i narażone na przerwę w pracy mogą być mocno obciążone wytwórnie energii elektrycznej.



Wykorzystywane do produkcji energii turbiny również pracują w coraz trudniejszych warunkach. Coraz wyższe wydajności turbin gazowych sprawiają, że urządzenia te są mocno obciążone, a ich eksploatacja wymaga szczególnej uwagi. Jednocześnie sporo firm nie docenia potencjalnych oszczędności wynikających ze skutecznego zarządzania środkami smarnymi. Według badań zleconych przez Shell Lubricants, wiele osób nie zna wysokości możliwych do osiągnięcia oszczędności. Ponad połowa (56%) firm uznaje, że wybór właściwego środka smarnego może pomóc zredukować koszty o co najmniej 5%, podczas gdy w rzeczywistości wysokowydajne środki smarne klasy premium mogą obniżać całkowite wydatki na konserwację aż o 20-30%<sup>3</sup>.

### Specjalistyczne oleje turbinowe Shell

Niezależnie od rodzaju turbiny, każdy jej element został starannie zaprojektowany. Warto więc postarać się, by również podczas eksploatacji pracował w niej środek smarny opracowany z myślą o najlepszej ochronie i niezawodnym działaniu urządzenia. Z założeniami w postaci optymalizacji działania, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów, powstała gama olejów turbinowych Shell Turbo. Właściwości środków smarnych Shell pozwalają na zapewnienie lepszej ochrony, wysokiej wydajności układów i wydłużenie żywotności oleju.

Gama olejów turbinowych Shell obejmuje m.in.: oleje Shell Turbo T, Turbo S4 i Turbo S5 DR. Produkty te doskonale nadają się do smarowania oraz chłodzenia łożysk w różnego rodzaju maszynach wirujących – dotyczy to przede wszystkim turbin gazowych i parowych. Świetnie sprawdzają się również w charakterze płynów roboczych w układach regulacji zespołów turbinowych oraz urządzeń przemysłowych.

### Środki smarne precyzyjnie dopasowane do sprzętu

By sprostać wyzwaniu różnorodności rozwiązań technicznych i zastosowań sprzętu, Shell oferuje gamę olejów umożliwiającą wybór produktu odpowiadającego indywidualnym potrzebom technicznym i operacyjnym. Do przemysłowych turbin parowych, lekko- i wysokoobciążonych układów gazowych i gazowo-parowych oraz turbokompresorów przeznaczone są oleje Shell Turbo S4. Tak jak pozostałe wysokogatunkowe oleje turbinowe Shell, oleje Turbo S4 powstają z wysokiej jakości baz olejowych, wzbogaconych o rozmaite dodatki – inhibitory korozji, inhibitory utleniania, dodatki deemułgujące czy przeciwzużyciowe. Stosowanie olejów Shell Turbo S4 zapewnia wydłużenie żywotności, długookresową wydajność



Shell Turbo S4 GX chroni turbinę przed zużyciem nawet w najbardziej wymagających warunkach



WYSOKOWYDAJNE ŚRODKI SMARNE klasy premium jak Shell Turbo S4 mogą obniżyć całkowite wydatki na konserwację turbin aż o 20-30%

i ochronę przed zużyciem w najbardziej wymagających warunkach. Dodatkowo te środki smarne minimalizują powstawanie osadów i szlamu, nawet w sytuacji cyklicznych, szczytowych obciążeń.

Właściwości oraz niezawodność olejów turbinowych Shell są bezustannie sprawdzane i potwierdzane w praktyce. Shell jest jednym z największych na świecie operatorów sprzętu wirującego, obsługującym turbiny większości głównych producentów turbin na świecie. Marka Shell Turbo jest znana i dostępna od ponad 60 lat.

### Korzyści dla użytkowników olejów turbinowych Shell

Zastosowana w olejach Shell Turbo technologia GTL (gas-to-liquid) pozwala na znaczne wydłużenie wydajności i daje doskonałą odporność na utlenianie. Wyjątkowe właściwości olejów w tej technologii pozwalają sprostać wymaganiom stawianym przez turbiny pracujące na najwyższych parametrach. Stosowanie wysokowydajnych olejów turbinowych Shell Turbo w połączeniu z regularnym monitorowaniem stanu oleju pomoże operatorom obniżyć koszty związane z nieplanowanymi przestojami oraz maksymalizować wydajność pracy maszyn.

### Przypisy

- <sup>1</sup> IEA (2019), International Energy Outlook 2019, [www.eia.gov/outlooks/ieo](http://www.eia.gov/outlooks/ieo)
- <sup>2</sup> IEA (2019), International Energy Outlook 2019, [www.eia.gov/outlooks/ieo](http://www.eia.gov/outlooks/ieo)
- <sup>3</sup> Ankieta zlecona przez firmę Shell Lubricants i przeprowadzona przez firmę Edelman Intelligence w oparciu o 121 wywiadów przeprowadzonych z personelem z 8 krajów (Brazylia, Kanada, Chiny, Niemcy, Indie, Rosja, Wielka Brytania, Stany Zjednoczone) pracującym w sektorze energetycznym, który zakupił, wpłynął na zakup lub użycie środków smarnych/smarów w ramach swoich obowiązków od listopada do grudnia 2015 roku. ■

# MODERNIZACJA GOSPODARKI WODNO-ŚCIEKOWEJ

w Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej  
– Gliwice Sp. z o.o.

**Grzegorz Zawierucha**

dyrektor ds. technicznych, Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej – Gliwice Sp. z o.o.

Niedawno, po trzech latach prac, zakończono budowę nowoczesnej oczyszczalni ścieków w PEC – Gliwice Sp. z o.o. Obiekt w znaczny sposób ograniczy oddziaływanie przedsiębiorstwa na środowisko wodne.

Od wielu lat działalność PEC – Gliwice w dziedzinie ochrony środowiska skupia się na realizacji strategii Czystszej Produkcji (CP) oraz Odpowiedzialnej Przedsiębiorczości. PEC – Gliwice Sp. z o.o., wdrażając inwestycje proekologiczne, jednocześnie dąży do zwiększenia efektywności produkcji i usług oraz redukcji ryzyka dla ludzi i środowiska naturalnego. Na przestrzeni lat przeprowadziliśmy szereg inwestycji pozwalających na ograniczenie szkodliwego wpływu firmy na otaczające środowisko poprzez zmniejszenie zużycia surowców naturalnych oraz emisji zanieczyszczeń do powietrza. Budowa

instalacji odsiarczania i odazotowania spalin dla wszystkich eksploatowanych kotłów pozwoliła spełnić rygorystyczne wymagania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE IED o emisjach przemysłowych (konkluzje BAT), a tym samym przyczyniła się do osiągnięcia zamierzonego celu, jakim było znaczne zmniejszenie wielkości emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych do środowiska.

Kolejnym wyzwaniem, jakie sobie postawiliśmy, było zmniejszenie oddziaływania ciepłowni na środowisko wodne. Ścieki generowane w wyniku prowadzenia działalności produkcyjnej odprowadzane są, po wcześniejszym ich oczyszczeniu, do wód powierzchniowych (rzeka Bytomka). Jakość ścieków przemysłowych co prawda spełniała wymagane standardy, jednak metoda ich oczyszczania bazowała jedynie na procesie sedymentacji cząstek stałych, co w przyszłości, po rozbudowie ciepłowni (m.in. o ITPO), mogłoby nie zapewnić dostatecznej jakości odprowadzanych ścieków.

## Etap I

Cały proces inwestycyjny trwał 4 lata. W 2019 r. przeprowadzono prace koncepcyjne wraz z analizą dostępnych technologii, co pozwoliło podjąć decyzję o sposobie przeprowadzenia modernizacji gospodarki wodno-ściekowej. Zadanie zostało podzielone na dwa etapy. Pierwszy obejmował modernizację Stacji Uzdat-

FOT. 1

Stacja uzdatniania wody w PEC Gliwice





**FOT. 2**  
Miejsca realizacji modernizacji gospodarki wodno-ściekowej w PEC – Gliwice

niania Wody (SUW), a drugi modernizację Zakładowej Oczyszczalni Ścieków.

W ramach pierwszego etapu zastąpiono dotychczas eksploatowane trzy wymienniki jonitowe jednym mniejszym zmiękczacem SMP 1801 prod. EUROWATER, z wykorzystaniem procesu membranowego w układzie odwróconej osmozy. Dla zabezpieczenia membran cienkowarstwowych przed powstawaniem krystalizacji soli w instalacjach odsalania na bazie odwróconej osmozy zastosowano antyskalant. Środek ten zapobiega osadzeniu się kamienia na siatkach dystansowych membran. Przeprowadzona modernizacja Stacji Uzdatniania Wody ograniczyła zużycie wody o 1500 m<sup>3</sup> w skali roku oraz zmniejszyła roczne zapotrzebowanie na sól pastylkową przedsiębiorstwa o 98%.

Podsumowując, zrealizowana inwestycja wpisuje się w strategię Gospodarki Obiegu Zamkniętego GOZ, gdyż pozwoliła przede wszystkim na znaczne zmniejszenie ilości wytwarzanych ścieków zasolonych oraz związana była z:

- ograniczeniem w procesie regeneracji wody soli tabletkowej do poziomu maksymalnego 2% zużycia NaCl przed modernizacją,
- utrzymaniem istniejących parametrów wody na wyjściu ze stacji w zakresie przewodności oraz pH,
- zachowaniem lub poprawą istniejącej sprawności SUW: produkcja wody uzdatnionej [m<sup>3</sup>]/zużycie wody surowej [m<sup>3</sup>],

Modernizacja SUW przyniosła również korzyści ekonomiczne (zmniejszenie ilości kupowanej wody i soli pastylkowej), a także technologiczne, związane z uproszczeniem sposobu uzdatniania wody oraz małą ilością ścieków zasolonych, które nie muszą być

kierowane na oczyszczalnię ścieków, tylko do bezodpływowego zbiornika. Nie pozostało to bez znaczenia dla Etapu II przeprowadzanej modernizacji gospodarki wodno-ściekowej. Ponadto w czasie, kiedy mieliśmy do czynienia z klęską ekologiczną w wodach Kanału Gliwickiego i Odry, związaną m.in. z dużym zasoleniem i rozwojem złotych alg oraz tonami wyciąganych z rzek śniętych ryb, efekt naszego działania był dla środowiska naturalnego wysoce pożądany, choć w skali niewspółmiernie większej.

## Etap II

Realizacja Etapu II modernizacji gospodarki wodno-ściekowej w PEC – Gliwice Sp. z o.o. miała na celu przede wszystkim:

- polepszenie skuteczności oczyszczania ścieków przemysłowych,
- przygotowanie oczyszczalni na przyjęcie ścieków z projektowanej ITPO,
- oczyszczenie ścieków do takiego poziomu, aby była możliwość wykorzystania ich na potrzeby technologiczne zakładu: mycie poziomów i posadzek, uzupełnianie odżuźlaczy itp., zgodnie z ideą GOZ,
- wytwarzanie odpadów stałych w postaci nadającej się do bezpośredniego zagospodarowania w projektowanej ITPO.

Ponadto, mając na uwadze istniejącą już infrastrukturę w bezpośrednim sąsiedztwie oczyszczalni ścieków, zwrócono uwagę projektantom instalacji na rozważenie możliwości jej wykorzystania.

Ze względu na znaczną zmienność jakości i ilości ścieków przemysłowych napływających do oczyszczalni ścieków konieczne było przeprowadzenie



**FOT. 3**  
Urządzenia  
oczyszczalni ścieków  
po modernizacji  
w PEC – Gliwice

badan technologicznych związanych z określeniem zmienności poziomów zanieczyszczeń w zależności od pracy instalacji spalania paliw w trakcie różnych pór roku. Ścieki napływające do oczyszczalni stanowią mieszaninę strumieni ścieków powstających w miejscach charakterystycznych dla ciepłowni. Są to przede wszystkim ścieki: ze składowiska oraz osadnika sprężtu ciężkiego, z odmulania stacji sprężarek powietrza, ze zbiornika popiołu i żużla kotłów WP-70, z odmulania kotłów WP-70, z przelewu odżuźlaczy i odmulania kotłów WR-25, zmywane z instalacji odsiarczania spalin. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na zmienność parametrów ścieków przemysłowych są opady atmosferyczne.

Na podstawie przeprowadzonych badań wytypowano pięć węzłów oczyszczania ścieków:

- Węzeł usuwania metali ciężkich, w tym:
  - podgrzew ścieków z wykorzystaniem rurowego wymiennika ciepła,
  - dozowanie mleka wapiennego,
  - dozowanie koagulantu żelazowego,
  - dozowanie środka strącającego metale ciężkie,
  - separacja z wykorzystaniem wolnostojącego kompaktowego osadnika lamelowego I stopnia, zintegrowanego z dwoma szeregowo połączonymi zbiornikami flokulacji (reakcji).
- Węzeł usuwania siarczanów:
  - dozowanie mleka wapiennego,
  - dozowanie polielektrolitu,
  - dozowanie koagulantu glinowego,
  - separacja z wykorzystaniem wolnostojącego kompaktowego osadnika lamelowego II stopnia zintegrowanego ze zbiornikiem flokulacji (reakcji).
- Węzeł rekarbonizacji:
  - rekarbonizacja ścieków (absorbery + instalacja dozowania i dystrybucji CO<sub>2</sub> do ścieków),

- stabilizacja po procesie rekarbonizacji (zbiornik pośredni + pompy + zbiornik stabilizacji).
- Węzeł filtracji końcowej:
  - filtracja ścieków na grawitacyjnym filtrze samopłuczającym o działaniu ciągłym.
- Węzeł odwadniania osadów:
  - retencjonowanie i podawanie osadu na prasę (zbiornik szlamu + pompy),
  - odwadnianie osadów na prasie filtracyjnej,
  - gromadzenie odwodnionych osadów i ich ewakuacja poza teren oczyszczalni.

### Proces oczyszczania ścieków

Cały proces oczyszczania ścieków bazuje na następujących procesach:

- korekta pH ścieków surowych,
- strąceniowa redukcja metali ciężkich przez wytworzenie i sedymentację trudno rozpuszczalnych związków metali,
- strąceniowa redukcja siarczanów przez wytworzenie i sedymentację trudno rozpuszczalnej soli glinianu sodowego,
- mechaniczna redukcja zawiesiny za pomocą filtracji,
- odwodnienie osadów za pomocą prasy filtracyjnej.

Ścieki przemysłowe surowe (nieoczyszczone) są kierowane – systemem ogólnospławnym – do kanału ścieków surowych znajdującego się w budynku oczyszczalni. W kanale tym zamontowana jest krata ręczna zabezpieczająca układy pompowe przed częściami zgrubnymi, oczyszczana ręcznie przy pomocy zgrzebła. Skratki magazynowane są w kontenerze na osady pofiltracyjne i wraz z nimi przekazywane do utylizacji. Z kanału ścieki kieruje się za pomocą zatapialnych pomp do osadników, pełniących rolę zbiorników retencyjnych oraz uśredniających ścieki surowe. Osadniki mają możliwość pracy równoległej z opcją odcięcia dopływu do każdego z nich i pracą tylko na jednym. W normalnym układzie pracy jeden z osadników będzie pusty w celu retencji pierwszej fali wód opadowych.

W kanale odpływowym z osadników zamontowane są dwie pompy zatapialne ścieków surowych II stopnia, podające ścieki nowym rurociągiem na nowo projektowany układ oczyszczania ścieków.

Poniżej przedstawiono poglądowy schemat instalacji po modernizacji.

### Innowacyjna metoda korekcji pH

W ramach inwestycji zastosowano innowacyjną metodę korekcji pH. Ostatnim etapem oczyszczania ścieków przemysłowych zmodernizowanej oczyszczalni jest węzeł rekarbonizacji i stabilizacji ścieków, w którym przez strumień ścieków przepuszczany jest gazowy dwutlenek węgla, w wyniku czego następuje obniżenie pH ścieków do wymaganego poziomu. Pro-

# Dostawa środków smarnych Usługi smarownicze i niezawodnościowe Czyszczenie przemysłowe





# KOMPLEKSOWE CZYSZCZENIE PRZEMYSŁOWE

Poznaj  
technologie  
czyszczenia  
XXI wieku

## Technologie mycia warsztatowego ręczne i automatyczne

**BIO-CIRCLE GT-i** – biologiczne czyszczenie ręczne

**HP VIGO** – ręczne myjki wysokociśnieniowe

**HTW** – w pełni automatyczne myjki ciśnieniowe

**PROLAQ** – czyszczenie narzędzi lakierniczych



## Korzyści

- wysoka **skuteczność** i szybkość usuwania ciężkich zabrudzeń
- **oszczędność** czasu i energii: krótki czas czyszczenia i osuszania części, niskie zużycie energii, obieg zamknięty i długa żywotność płynów myjących
- **komfort pracy i bezpieczeństwo**: nowoczesne i bezpieczne środki chemiczne bez piktogramów oraz funkcjonalne urządzenia

## Technologia czyszczenia instalacji, układów zamkniętych i wymienników ciepła

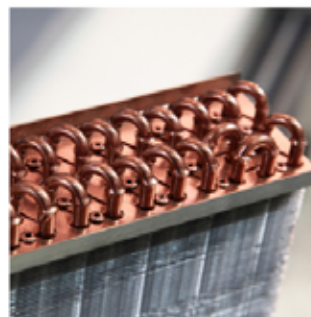
### Usługi RWR

- czyszczenie i udrażnianie wnętrza układów zamkniętych, wymienników ciepła i różnego rodzaju instalacji
- usuwanie zanieczyszczeń, nalotów, kamienia i korozji bez konieczności demontażu układu
- profesjonalny dobór urządzenia oraz środka czyszczącego



## Korzyści

- przywrócenie maksymalnej **skuteczności** pracy, wydajności i sprawności układu
- **przyspieszenie** procesów
- **oszczędności**: uniknięcie strat energii, zmniejszenie kosztów produkcji
- **komfort i bezpieczeństwo**: minimalizacja ryzyka zastoju i awarii urządzeń, brak konieczności demontażu i ryzyka uszkodzenia układu

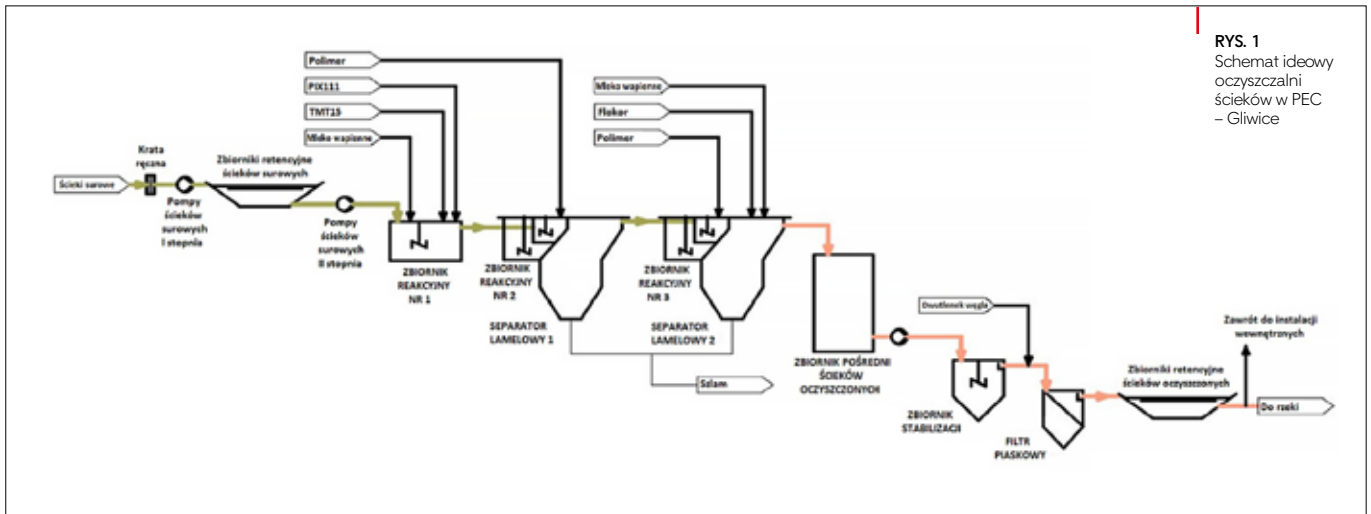


[www.bio-circle.com.pl](http://www.bio-circle.com.pl)

Umów się na test urządzeń i środków chemicznych w Twoim Zakładzie.

✉ [biuro@bio-circle.com.pl](mailto:biuro@bio-circle.com.pl)

☎ 32 205 29 44



RYS. 1  
Schemat ideowy  
oczyszczalni  
ścieków w PEC  
– Gliwice

ces wiąże się z zachodzeniem szeregu następujących po sobie reakcji chemicznych. Dawkowanie CO<sub>2</sub> do ścieków poddanych wcześniej koagulacji wapnem powoduje przejście wodorotlenków i węglanów do wodorowęglanów (w tym przypadku kwaśnych węglanów wapnia). Zawiesina mleka wapiennego do tego procesu dostarczana jest rurociągiem z Instalacji Odsiarczania Spalin dla kotłów WR-25, będącej w bezpośrednim sąsiedztwie oczyszczalni. W ten sposób – poprzez wykorzystanie istniejącej już infrastruktury związanej z przygotowaniem 6% mleka wapiennego – uniknięto kosztów zabudowy całej instalacji, tj. zbiorników, mieszadeł i lasowników.

W celu zminimalizowania kosztów oraz spełnienia założeń zdecydowano, że adaptacji pod zabudowę będzie podlegał istniejący budynek przepompowni ścieków nieoczyszczonych. Końcową aranżację budynku wraz z rozmieszczeniem i usytuowaniem dobranych urządzeń pozostawiono do rozwiązania generalnemu wykonawcy całej inwestycji, jakim była firma SEEN Technologie Sp. z o.o.

### Optymalny dobór urządzeń

Na etapie negocjacji warunków realizacji kontraktu zdecydowano, że urządzenie do odwadniania osadów zostanie wyłączone z etapu drugiego modernizacji i dobrane oraz dostarczone po uruchomieniu oczyszczalni ścieków. Powodem takiej decyzji było to, że potencjalni dostawcy urządzeń wymagali szczegółowych danych co do parametrów i własności fizykochemicznych osadów wytworzonych w zmodernizowanej oczyszczalni ścieków. Na te pytania, na tym etapie nie było precyzyjnych odpowiedzi, a zatem dobór urządzenia prawdopodobnie też nie byłby optymalny.

Po uruchomieniu i wstępnej stabilizacji procesu oczyszczania ścieków wytworzony osad poddano, na miejscu (mobilną prasą filtracyjną), próbnemu odśledzeniu w celu uzyskania odpowiedzi na pierwotnie zadane pytania co do własności powstałego szlamu.



FOT. 4  
Zbiornik  
magazynowy  
ciekłego CO<sub>2</sub>



FOT. 5  
W trakcie prac  
adaptacyjnych  
budynek pod  
oczyszczalnię w PEC  
– Gliwice

Decyzja, jak się później okazało, była kapitalna, gdyż w efekcie końcowym propozycja tego samego oferenta na urządzenie okazała się tańsza, a samo urządzenie – dwa typoszeregi mniejsze.

Prace nad budową oczyszczalni ścieków trwały dłużej niż pierwotnie zakładano, ponieważ – pomimo trudności związanych z pandemią – wykonawca musiał dodatkowo sprostać wielu problemom w trakcie rozruchu oraz usunąć kilka tzw. „wad wieku dziecięcego” instalacji, takich jak: zarastanie lanc dozujących

FOT. 6  
Oczyszczalnia ścieków po modernizacji



FOT. 7  
Załuga zaangażowana w cały proces inwestycyjny



## MODERNIZACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W LICZBACH

Podczas prac budowlanych zużyto:

- 124,7 m<sup>3</sup> betonu,
- 22,6 ton stali zbrojeniowej.

Podczas prac budowlanych położono:

- 936 m rurociągów,
- 5578 m okablowania strukturalnego AKPiA,
- 4020 m okablowanie instalacji elektrycznej.

Czas budowy: 3 lata.

- Koszt inwestycji netto: 7 034 000 PLN

CO<sub>2</sub> lub braku wymaganego przepływu ścieków przez filtr piaskowy, wynikającego z ograniczeń wysokościowych obiektu.

Rozruch oraz ruchy próbne instalacji zakończono w kwietniu br. i oczyszczalnia ścieków została dopuszczona do ruchu gwarancyjnego czternastodniowego. W jego trakcie akredytowane laboratorium wykonywało analizy parametrów fizykochemicznych próbek ścieków surowych i oczyszczonych. Ruch gwarancyjny zakończył się pozytywnie, oczyszczalnia ścieków pracowała zgodnie z oczekiwaniami, a parametry fizykochemiczne ścieków oczyszczonych spełniły wymogi umowne z wykonawcą oraz zapisane w konkluzjach BAT dla tej instalacji.

Fot. zasoby autora ■





# INŻYNIEROWIE dla ŚRODOWISKA

SEEN Technologie to firma innowacyjnych technologii, realizująca kompleksowo obiekty ochrony środowiska zarówno w Polsce, jak i za granicą. Spółka od 1990 roku prowadzi działalność specjalizując się w zakresie technologii uzdatniania wody, oczyszczania ścieków i gospodarki osadowej zarówno dla przedsiębiorstw komunalnych, jak i energetyki oraz przemysłu.



Ścieki przemysłowe



Ścieki w energetyce



Serwis



Woda pitna



Woda dla przemysłu

**seen**  
technologie

GENERALNY WYKONAWCA  
MODERNIZACJI OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW  
W PEC GLIWICE



FGC - Odzysk ciepła z kondensacji



Inżynieria procesowa  
Ścieki / Biogaz



Osady ściekowe

**SEEN Technologie** Sp. z o.o.

Oddział w Gliwicach  
ul. Toszecka 102, 44-117 Gliwice  
tel. +48 609 000 129  
gliwice@seen.pl

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



## MOBILNE ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE UZDATNIANIA WODY

Minimalizacja trudnych ścieków w zakładach produkcyjnych

**Jakub Jasiński**

NSI Mobile Water Solutions

Rozwiązania w zakresie uzdatniania wody przeszły ogromną ewolucję. Od tradycyjnych praktyk polegających na wymianie jonowej do zaawansowanych technologii mieszanych. Firma NSI Mobile Water Solutions (MWS), będąca częścią Nijhuis Industries, dostarcza innowacje w zakresie mobilnego uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, w odpowiedzi na zmieniające się przepisy dotyczące ochrony środowiska.

**P**rodukcja wysokiej jakości wody często opiera się na technologiach wymiany jonowej (IX), wykorzystujących żywice do usuwania i redukcji rozpuszczonych jonów. Historycznie ta metoda leży u podstaw mobilnych rozwiązań w zakresie uzdatniania wody, w których żywice jonowymiennne były umieszczane w zbiornikach montowanych w przyczepach.

W ostatnich latach tradycyjne systemy wymiany jonowej stały się bardziej zaawansowane i korzystniejsze, szczególnie w sytuacjach kryzysowych lub gdy konieczne są szybkie reakcje. Obecnie kierownicy zakładów produkcyjnych chcą mieć pewność, że mogą się skontaktować z dostawcami i że zasoby oraz inżynierowie będą dostępni 24/7, 365 dni w roku,

gotowi do dostarczenia wymaganej ilości uzdatnionej wody, o określonej jakości, zawsze i wszędzie, gdy tego potrzebują.

Montowane w przyczepach elementy wymiany jonowej, np. MODI 15000T, produkcji NSI Mobile Water Solutions, wyróżniają się jako rozwiązania o krótkim czasie wdrożenia, mające na celu zaspokojenie pilnych potrzeb operatorów przemysłowych. Te wysokowydajne, wysokoprzepływowe jednostki typu plug-and-play mogą być oddane do użytku w zakładzie w ciągu kilku godzin i umożliwiają szybkie napełnienie zbiorników wody uzdatnionej i zmniejszenie ryzyka produkcyjnego. Co więcej, MODI 15000T może pochwalić się małym gabarytem, ma własne zasilanie i umożliwia zdalne monitorowanie.

## Regeneracja poza terenem zakładu – korzyści

W odpowiedzi na potrzeby europejskich kierowników zakładów produkcyjnych firma NSI Mobile Water Solutions strategicznie ulokowała kilka centrów regeneracji żywic jonowymiennych na całym kontynencie, w tym w kluczowych lokalizacjach w Heinsbergu, w Niemczech, w Wissous, we Francji, a także jedno w Wielkiej Brytanii. Centra te uzupełniają osiem magazynów, które MWS posiada w Europie, w tym jeden w Polsce. Korzyści płynące z rozwoju są odczuwalne bezpośrednio przez kierowników zakładów produkcyjnych, ponieważ zapewniają one stały i pewny dostęp do uzdatnionej wody, 24/7, 365 dni w roku.

Wprowadzenie wymiany jonowej z mobilną demineralizacją (MODI) zapewnia operatorom zakładów produkcyjnych kilka korzyści, szczególnie w odniesieniu do istotnej kwestii zarządzania ściekami. Tradycyjna regeneracja żywicy w zakładzie klienta, przy braku systemu odwróconej osmozy (RO), zazwyczaj wymaga codziennej regeneracji, co powoduje powstawanie strumieni ciężkich ścieków. Problem polega na tym, że takie strumienie ścieków często są objęte specjalnymi kodami odpadów w Polsce i w całej Unii Europejskiej, co sprawia, że ich usuwanie jest trudniejsze, droższe i podlega surowym ograniczeniom, zgodnie z rygorystycznymi wymaganiami środowiskowymi określonymi przez UE i lokalne władze.

Innowacyjny aspekt wymiany jonowej z wykorzystaniem zasobów MODI Mobile Water Solutions polega na tym, że pozwala ona przenieść problem obsługi tych ścieków z terenu zakładu klienta na specjalistyczne centra regeneracyjne. Oznacza to, że ścieki zawierające szkodliwe substancje chemiczne są generowane i zarządzane poza terenem zakładu.

Co więcej, dzięki regeneracji żywicy poza zakładem produkcyjnym, kierownicy mogą ograniczyć gospodarkę substancjami chemicznymi na terenie zakładu. Model najmu wymiany jonowej nie tylko promuje zrównoważony rozwój środowiska poprzez recykling żywicy, ale też umożliwia operatorom zakładów przemysłowych korzystanie z zasobów do uzdatniania wody bez ich bezpośredniego udziału. Metoda ta przynosi zarówno korzyści ekonomiczne, jak i środowiskowe, optymalizując wykorzystanie zasobów. W ten sposób wymiana jonowa MODI usprawnia proces zarządzania ściekami i dostosowuje się do zmieniających się przepisów w zakresie ochrony środowiska, oferując kompleksowe rozwiązanie dla operatorów zakładów.

## Uzyskanie oczyszczonej wody z wykorzystaniem technologii mieszanych

Operatorzy zakładów coraz częściej wybierają technologie mieszane w celu osiągnięcia jeszcze lepszych wyników uzdatniania wody, efektywności kosztowej oraz przestrzegania rygorystycznych lokalnych wymagań środowiskowych. Ta zmiana pokrywa się z ewoluującymi potrzebami zakładów przemysłowych,

które wymagają obecnie szerszego zakresu mobilnych technologii fizycznych i chemicznych. Wymogi te obejmują różne metody, w tym oczyszczania wstępnego, takie jak klaryfikacja i filtrowanie, jak również zaawansowanych procesów, jak odwrócona osmoza, absorpcja dwutlenku węgla, ultrafiltracja oraz dodatkowy sprzęt.

Jedną z popularnych możliwości jest zastosowanie odwróconej osmozy (RO) przed wymianą jonową do produkcji wody demineralizowanej. RO i IX są często uważane za technologie uzupełniające. W RO wykorzystuje się półprzepuszczalną membranę do oddzielania 95-98% rozpuszczonych ciał stałych i cząstek z wodzie. W procesie RO woda zasilająca wpływa do membrany pod ciśnieniem, a cząsteczki wody przenikają, podczas gdy zanieczyszczenia są przechwytywane i odprowadzane do kanalizacji.

W porównaniu z metodami alternatywnymi jednostka RO zainstalowana przed systemem IX ma wiele zalet. Wymaga ona ograniczonego użycia środków chemicznych regeneracji, ułatwiając pracę, utrzymuje niskie koszty i zapewnia bezpieczniejsze środowisko pracy. Dzięki RO proces demineralizacji nie jest tak obciążający dla żywicy. W związku z tym zmniejsza się zapotrzebowanie na regenerację, powstaje mniej ścieków, co pozwala znacznie zaoszczędzić i ograniczyć wpływ na środowisko.

Zastosowanie mobilnego RO produkcji Mobile Water Solutions, w połączeniu z mobilnym systemem wymiany jonowej MODI 15000T, stanowi idealne rozwiązanie przy minimalnych wymaganiach dotyczących regeneracji, zapewnia efektywność kosztową i całkowicie eliminuje powstawanie problematycznych strumieni ścieków (klasyfikowanych według kodu odpadu) po zakończeniu procesu wymiany jonowej w zakładzie produkcyjnym.

## Rozwój strategii uzdatniania wody

W Europie coraz szersze działania związane z uzdatnianiem wody, połączone z dużą koncentracją na jakości wody, coraz większymi problemami środowiskowymi oraz surowszymi lokalnymi przepisami w zakresie odprowadzania wody skłaniają przedsiębiorstwa przemysłowe do poszukiwania sposobów poprawy metod uzdatniania wody i oczyszczania ścieków. Nowe procesy uzdatniania można wdrożyć w celu optymalizacji zużycia wody i zmniejszenia kosztów. NSI Mobile Water Solutions może pomóc w formie mobilnej wymiany jonowej oraz mobilnej odwróconej osmozy, zarówno w zakresie krótkoterminowych (testowanie lub tymczasowe zapotrzebowanie), jak i długoterminowych rozwiązań mobilnych.

W celu uzyskania dodatkowych informacji prosimy o kontakt pod adresem [mws@nijhuisindustries.com](mailto:mws@nijhuisindustries.com) ■



Fot. 123rf

# WODA A ENERGETYKA

## w obliczu wyzwań i polityk

dr hab. inż. Arkadiusz Kamiński  
dyrektor ds. operacyjnych, ORLEN S.A.

Powiązanie zasobów takich jak woda i energia staje się jednym z kluczowych determinantów dla zapewnienia warunków do zrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego w ujęciu zarówno globalnym, jak i lokalnym. Te dobra są niezbędne dla całej produkcji i procesów bytowych.

Gospodarka wodno-ściekowa jest obok ochrony powietrza jednym z komponentów środowiska i istotnym obszarem, jeżeli chodzi o zintegrowane podejście w zarządzaniu kwestiami środowiskowymi. Woda to źródło życia, najbardziej rozpowszechniony, a zarazem najważniejszy związek chemiczny na naszej planecie i przede wszystkim główny składnik organizmu człowieka. Odgrywa kluczową rolę w życiu ludzkości (dla której swobodny dostęp do wody pitnej jest czymś oczywistym), w przyrodzie, jest czynnikiem kształtującym krajobraz. To jedyna substancja występująca w trzech stanach skupienia.

Świadomość, że woda zajmuje ponad siedemdziesiąt procent powierzchni globu powoduje, że traktujemy ją jako dobro nieograniczone i ogólnodostępne. Natomiast wzrost populacji ludzi związany jest i będzie z potrzebami w zakresie wytwarzania żywności i dobór, do czego woda jest niezbędna. Szczególnie potrzebujemy jej w gospodarstwach domowych, w rol-

nictwie, w transporcie wodnym, w produkcji energii elektrycznej i we wszystkich gałęziach przemysłu.

### Zasoby

Powszechnie wiadomo, że woda zajmuje około 71% powierzchni kuli ziemskiej. Jednakże, jak podaje Światowa Organizacja Zasobów (ang. *World Resources Institute*), aż 96,54% wody na Ziemi to woda słona. Zatem, słodka woda na świecie to rzadkie i cenne dobro. Jest ona niezbędna do życia, stanowi nośnik składników odżywczych oraz energii. To czynnik konieczny do osiągnięcia wysokiego poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego oraz wysokiej jakości życia.

Teoretycznie to zasób odnawialny, w praktyce jednak działalność człowieka prowadzi do zaburzenia równowagi, a w konsekwencji wyczerpywania się również zasobów odnawialnych. Może wydawać się niewyobrażalne, by na Ziemi jej zabrakło. I nie zabraknie nagle i wszędzie. Zasoby będą się kurczyć

	Kraj	Zużycie wody	Zasoby wodne	Populacja	Pobór na mieszkańca	Udział zużycia przemysłowego w ogólnym zużyciu wody
		mld m <sup>3</sup> /rok	mld m <sup>3</sup> /rok	mln	m <sup>3</sup> /mieszkaniec/dzień	%
1	Indie	761,00	1 910,99	1 380,00	1,51	2,23
2	Chiny	581,29	2 840,22	1 471,29	1,08	17,73
3	USA	444,29	3 069,00	331,01	3,68	47,20
4	Meksyk	89,55	461,89	128,93	1,90	9,55
5	Brazylia	67,20	8 647,00	212,56	0,87	14,15
6	Rosja	64,82	4 525,44	145,93	1,22	44,79
7	Kanada	36,23	2 902,00	37,74	2,63	75,92
8	Australia	13,74	492,00	25,49	1,47	21,04
9	Nowa Zelandia	4,89	327,00	4,82	2,78	24,21
10	<b>Polska</b>	9,21	60,50	37,85	0,67	63,7

**TAB. 1**  
Lista krajów, które obecnie używają najwięcej wody, na planecie na sprawne funkcjonowanie przemysłu, rolnictwa i gospodarstw domowych dla 2020 r. [10, 11]

stopniowo, w niektórych regionach szczególnie dotkliwie, powodując utrudnienia w przemyśle oraz problemy społeczne, migracje i konflikty.

Prognozy Organizacji Narodów Zjednoczonych (na podstawie *Food and Agriculture Organization* (FAO) i *World Water Council*) zakładają, że do 2050 r. liczba ludności na świecie wzrośnie o 1/3, co przełoży się na tempo przenoszenia się do miast oraz 50-procentowy wzrost zapotrzebowania na wodę i energię w tym okresie. Biorąc pod uwagę fakt, że 20% podziemnych ujęć wody jest nadmiernie eksploatowanych, to 50% populacji będzie mieszkać na obszarach z niedoborem wody [1, 2]. Jak pokazują dane ONZ, już w tej chwili z powodu niedostatku wody cierpi ponad 40% światowej populacji i ten odsetek będzie rósł. Obecnie ponad 2 mld ludzi żyje na obszarach, gdzie jest ograniczony dostęp do wody pitnej. W 2050 r. ten problem będzie dotyczyć już co czwartej osoby na świecie [3]. Według najnowszego raportu UNESCO połowie światowej populacji grozi brak czystej, zdatnej do picia wody, a jej zużycie rośnie od 40 lat, co roku o 1%. Na każdy wzrost średniej temperatury na świecie o 1°C eksperci ONZ przewidują 20% obniżenie odnawialnych zasobów wodnych, stąd globalne ocieplenie zwiększy liczbę obszarów cierpiących na niedobór wody i zwiększy ów niedobór w regionach już dotkniętych tym problemem [3].

Polskie zasoby wody są niewielkie i rozmieszczone nierównomiernie. Duża część kraju (38,5% powierzchni) leży na obszarze deficytu wód powierzchniowych; jest to w szczególności środkowa część Polski, obejmująca cały pas Nizin Środkowopolskich. Zasoby wód powierzchniowych naszego kraju w przeliczeniu na mieszkańca są trzykrotnie mniejsze niż średnie w Europie i pięciokrotnie mniejsze niż średnie na Ziemi. Zaskakującym może wydawać się fakt, że zasoby wody

pitnej w Polsce szacowane są na takie, jakie występują w Egipcie [4]. Porównanie to pojawia się w raporcie „Zarządzanie zasobami wodnymi w Polsce” [4].

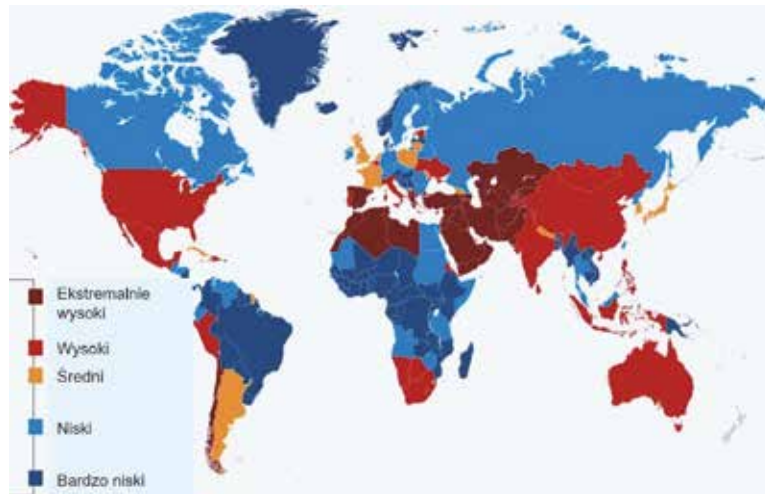
### Zużycie

Jak wynika z obrad The International Resource Panel (2019 r.), ponad 90% utraty bioróżnorodności oraz deficytu wody spowodowane jest właśnie wydobywaniem i przetwarzaniem zasobów. Dzielne zapotrzebowanie organizmu ludzkiego na wodę wynosi 2,5 litra [5, 6, 7]. W zależności od poziomu życia, człowiek zużywa każdego dnia znacznie większe ilości wody: od 90 l w krajach słabo rozwiniętych, do 160 l w europejskich, a nawet 635 l w USA, natomiast w Polsce to około 92 l (wg GUS). Ślad wodny (ang. *water footprint*) statystycznego Polaka wynosi około 4 tys. l dziennie, a Europejczyka, jak podaje „The Water Footprint Network”, jest o połowę mniejszy.



„Duże ilości wody będą niezbędne w przebudowywanej energetyce i jej dekarbonizacji

Ślad wodny to całkowita objętość wody używana w naszym codziennym życiu bezpośrednio (do mycia, picia, sprzątnia) oraz pośrednio do produkcji i zutylizowania rzeczy, jakich używamy każdego dnia. Przykładowo do wytworzenia 1 kg pomidorów potrzeba ok. 214 l wody, 1 kg ryżu – prawie 2,5 tys. l, 1 kg wołowiny – 15,5 tys. l, 1 tony stali – ok. 300 l wody, 1 kg bawełny



**RYS. 1**  
**Prognozowany**  
**stosunek**  
**poboru wody**  
**do zapotrzebowania**  
**w wodę (stan**  
**stresu wodnego)**  
**w 2040 r. [15]**

– ok. 10 tys. litrów wody [8, 9]. Jak wynika m.in. z badań Sztokholmskiego Międzynarodowego Instytutu Wodnego, wytwarzanie opakowań pochłania zasoby wodne szacowane na 650 do 800 mld m<sup>3</sup> rocznie. Bardzo duże ilości wody są zużywane w procesach przemysłowych – stanowi to około 23% światowego zużycia wód [9]. Za wzrost zapotrzebowania na wodę odpowiadają kraje o średnim i niskim dochodzie, szczególnie wschodzące gospodarki. Na trend ten wpływają: wzrost populacji, rozwój społeczno-ekonomiczny, zmieniające się wzorce konsumpcyjne. Najwięcej wody *per capita* zużywa się w Ameryce Północnej i centralnej Azji [8] (tab. 1).

W Polsce sektor przemysłu to ok. 73% krajowego zużycia (wg GUS), w tym odbiór wody na potrzeby gospodarki narodowej to 11,8 mld m<sup>3</sup>.

Według statystyk AQUASTAT w 2017 r., krajami z najniższymi odnawialnymi zasobami wodnymi były: Polska – w zakresie około 1 585 m<sup>3</sup> wody na osobę oraz Czechy – 1 238 m<sup>3</sup> wody na osobę, a także Dania – 1 046 m<sup>3</sup> wody na osobę. Z kolei największe odnawialne zasoby wodne posiadają: Islandia (507 463 m<sup>3</sup>/osobę), Norwegia (74 081 m<sup>3</sup>/osobę), Rosja (31 426 m<sup>3</sup>/osobę) oraz Chorwacja (25 185 m<sup>3</sup>/osobę). Zgodnie z danymi FAO, Polska miała piąty najniższy wynik, jeśli chodzi o posiadane odnawialne zasoby wodne *per capita*. Według niekompletnych danych Eurostatu, mniejsze zasoby od Polski ma także Rumunia. W oparciu o dane Europejskiego Urzędu Statystycznego, w 2017 r. w przeliczeniu na jednego mieszkańca Polski przypadało 1 607 m<sup>3</sup> wody, a w Unii Europejskiej: Czechy (1 371 m<sup>3</sup>), Cypr (229 m<sup>3</sup>), Malta (150 m<sup>3</sup>) i Rumunia (1 487 m<sup>3</sup>). Najwyższy wynik w zestawieniu uzyskała Chorwacja – 45 229 m<sup>3</sup> wody na osobę. Z kolei według danych, które są gromadzone przez Organizację Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) w ramach projektu Aquastat, średnio w latach 2013-2017 w Polsce na jednego mieszkańca przypadało 1 404 m<sup>3</sup> wody. Na kolejnych pozycjach spośród państw UE uplasowały się: Belgia (1 050 m<sup>3</sup>), Czechy (1 238 m<sup>3</sup>), Cypr (661 m<sup>3</sup>) Dania (1 046 m<sup>3</sup>), Malta (117 m<sup>3</sup>) oraz Niemcy (1 303 m<sup>3</sup>). Najwyższy wynik odnotowano w Finlandii – 19 374 m<sup>3</sup> wody na osobę [2, 10, 11].

Na niedobór wody wpływają również zmiany klimatu, w ramach których zużycie wody może powodować straty nawet rzędu 6% PKB do roku 2050, wywierając wpływ na rolnictwo, zdrowie, dochody, ale również migracje. Obserwowane jest obniżenie zasobów odnawialnych wody *per capita* (o 20% pomiędzy rokiem 2000 a 2018). W największej mierze dotyczy to Afryki Subsaharyjskiej (41%), centralnej Azji (30%), zachodniej Azji (29%), Ameryki Północnej (26%) oraz w Europie (3%) [12]. Prognozy Światowego Instytutu Zasobów WRI (ang. *World Resources Institute*) wskazane w Raporcie *Economist Intelligence Unit* na rok 2040 pokazują, że problem z wodą ma się dopiero rozprzestrzenić [15]. Według prognoz do 2040 r. 44 kraje staną w obliczu niezwykle wysokiego lub wysokiego poziomu niedoboru wody (rys. 1) [13, 15]. Eurostat przygotował najnowszy zestaw danych odnośnie zasobów wodnych w Europie. Wiadomości są złe, a dla Polski bardzo złe. Według najnowszego raportu Europejskiej Agencji Środowiska EEA (ang. *European Environment Agency*), „Water resources across Europe – confronting water stress: an updated assessment” problem z wodą narasta i się rozszerza. Niedobory wody i susze nie należą już do rzadkich ani ekstremalnych zjawisk i ogarniają nasz kontynent. Każdego roku katastrofy tego rodzaju dotyczą 20% terytorium Europy, a z ich powodu poważnie cierpi nawet 30% Europejczyków [14, 15].

### Polityki

Podczas Konferencji Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska i Rozwoju (tzw. „Szczyt Ziemi”), odbywającej się w maju 1992 r. w Rio de Janeiro, podpisano Ramową Konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu UNFCCC (ang. *United Nations Framework Convention on Climate Change*), która zmieniła myślenie o środowisku. Międzynarodowym traktatem uzupełniającym UNFCCC był Protokół z Kioto z grudnia 1997 r. dotyczący przeciwdziałania globalnemu ociepleniu. Następnie na Zgromadzeniu Ogólnym Organizacji Narodów Zjednoczonych w dniu 25 września 2015 r. została przyjęta Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego A/RES/70/1: w sprawie przyjęcia Agendy rozwojowej po roku 2015: Przekształcamy nasz świat: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030, zawierające cele zrównoważonego rozwoju (ang. *The Sustainable Development Goals*). Agenda określała 17 celów zrównoważonego rozwoju oraz związanych z nimi 169 zadań, które mają zostać zrealizowane przez świat do 2030 r. Dotyczą osiągnięć w 5 obszarach – tzw. 5xP: ludzie (ang. *people*), planeta (ang. *planet*), dobrobyt (ang. *prosperity*), pokój (ang. *peace*), partnerstwo (ang. *partnership*). Cele Zrównoważonego Rozwoju i powiązane z nimi zadania są współzależne i niepodzielne oraz zapewniają równowagę pomiędzy trzema aspektami zrównoważonego rozwoju: gospodarczym, społecznym i środowiskowym. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na cel numer 6 – zapewnić wszystkim ludziom dostęp do

wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi.

Kolejnym przyjętym Porozumieniem Paryskim (ang. *Paris Agreement*) w 2015 r., które zobowiązywało wszystkie kraje do przedstawienia do 2020 r. długoterminowych scenariuszy ograniczenia emisji gazów cieplarnianych zgodnie z metodologią przyjętą przez Międzyrządowy Zespół do Spraw Zmian Klimatu IPCC (ang. *Intergovernmental Panel on Climate Change*). Celem Porozumienia było ograniczenie średniego wzrostu temperatury na Ziemi znacznie poniżej 2°C w latach 1950-2100 oraz dążenie do ograniczenia tego wzrostu do 1,5°C. Porozumienie zakłada też osiągnięcie neutralności węglowej (ang. *carbon neutrality*) do 2050 r., a także dąży do adaptacji i ograniczania skutków zmian klimatu, wzmocnienia odporności i niskoemisyjnego rozwoju w sposób, który nie hamuje produkcji pożywienia.

Unia Europejska, chcąc być liderem działań w zakresie powstrzymania zmian klimatu, przyjęła plan działań na rzecz zrównoważonej gospodarki UE o nazwie „Europejski Zielony Ład” (ang. *European Green Deal*), w którym kładzie nacisk na bardziej efektywne wykorzystanie zasobów dzięki przejściu na czystą gospodarkę o obiegu zamkniętym (ang. *Circular Economy*), przeciwdziałaniu utracie różnorodności biologicznej i zmniejszeniu poziomu zanieczyszczeń. Europejski Zielony Ład to strategia, której celem jest „przekształcenie UE w sprawiedliwe i prosperujące społeczeństwo żyjące w nowoczesnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarce, która w 2050 r. osiągnie zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto i w ramach której wzrost gospodarczy będzie oddzielony od wykorzystania zasobów naturalnych”.

W grudniu 2019 r. Komisja Europejska zaprezentowała pierwszy dokument opisujący filozofię „Europejskiego Zielonego Ładu”. Choć najmocniejsze akcenty położone zostały na czyste powietrze i energetykę, to również konkretnie identyfikuje on wyzwania związane z wodą, jak jej niedobory i zanieczyszczenia. Funkcjonuje już odrębna misja w ramach przygotowań

Horyzontu Europa (ds. zdrowych oceanów, mórz, wód przybrzeżnych i śródlądowych). Ponadto KE dużo uwagi poświęca produkcji żywności, w której woda gra kluczową rolę.

Problem światowych zasobów wody jest przedmiotem zainteresowania jednego z największych programów naukowych – Międzynarodowego Programu Hydrologicznego IHP (ang. *International Hydrological Programme*) nadzorowanego przez UNESCO (ang. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) [16]. Celem jego jest m.in. ocena stanu ekosystemów i zbiorników wodnych, ocena dystrybucji i wykorzystania zasobów wody pitnej oraz poprawa zarządzania kwestiami niedoboru wody. Co roku, w marcu prezentowany jest aktualny raport na temat wody na świecie – WWDP (ang. *World Water Development Report*), koordynowany przez Program UNESCO Oceny Zasobów Wodnych – WWAP (ang. *UNESCO World Water Assessment Programme*). W ramach tego Programu, w 2017 r. uruchomiony został System Informacji na temat Wody WINS (ang. *Water Information Network System*), pełniący funkcję ogólnie dostępnej bazy danych na temat zasobów wodnych świata, pomocnej przy planowaniu różnego rodzaju działań, inwestycji czy podejmowaniu decyzji dotyczących zarządzania zasobami wody. WINS ma także służyć krajom członkowskim UNESCO jako narzędzie monitorowania postępu w realizacji Celu 6. Agendy 2030.

#### Nowe wskaźniki dla wody

Wprowadzane są również nowe wskaźniki w zakresie wody, pozwalające na lepsze monitorowanie jej zużycia i zasobów.

**Stres wodny** (ang. *water stress*) to sytuacja, w której ilość wody o odpowiedniej jakości nie jest wystarczająca, by zaspokoić potrzeby ludzkości i środowiska. Stres wodny powoduje pogorszenie zasobów wody słodkiej pod względem ilościowym (nadmierna eksploatacja warstwy wodonośnej, wysychanie rzek itp.) i jakościowym (eutrofizacja, zanieczyszczenie materią organiczną, intruzja soli itp.). W porównaniu



Kierunek  
**Energetyka**

POLUB NASZ PROFIL

z pojęciem niedoboru wody sformułowanie stres wodny jest pojęciem bardziej inkluzywnym i szerszym. Uwzględnia kilka fizycznych aspektów związanych z zasobami wodnymi, w tym niedobór wody, ale także jakość wody, przepływy środowiskowe i dostępność wody. Wskaźnik 6.4.2. Celów Zrównoważonego Rozwo-

ju odnosi się do poziomu stresu wodnego, który jest poborem słodkiej wody jako proporcja dostępnych zasobów słodkiej wody, czyli stosunkiem między całkowitą ilością słodkiej wody pobranej przez wszystkie rodzaje działalności gospodarczej a całkowitymi dostępnymi odnawialnymi zasobami słodkiej wody, biorąc pod uwagę wymagania dotyczące przepływu jej w środowisku. Narzędzie takie jak *Aqueduct* Światowego Instytutu Zasobów obrazuje ranking najbardziej cierpiących na niedobór wody krajów prognozowanych na 2030 i 2040 r. Z szacunkowych obliczeń wynika, że niedobory wody w 2040 r. mogą wystąpić w państwach, takich jak: Bahrajn, Kuwejt, Palestyna, Katar, San Marino, Singapur, Zjednoczone Emiraty Arabskie, Izrael, Arabia Saudyjska, Oman i Liban oraz Chile, Estonia, Namibia i Botswana.

RYS. 2  
Schemat śladu wodnego uwzględniający wirtualną wodę [21]



**Wirtualna woda** to pojęcie oznaczające rzeczywistą ilość wody, która jest potrzebna do produkcji danego towaru lub uzyskania usługi. Termin ten zaproponował w latach 90. XX w. brytyjski naukowiec John Allan. Koncepcja wprowadzona przez badacza w 1993 r. zakładała ideę pomagającą zrozumieć, jak wiele wody jest potrzebne do wyprodukowania różnych produktów i usług. Szacuje się, że jedna tona pszenicy to 1600 m<sup>3</sup> wirtualnej wody (w zależności od warunków klimatycznych i praktyk rolniczych). Hoekstra i Chapagain zdefiniowali zawartość wirtualnej wody w produkcie (towarze, usłudze) jako „objętość słodkiej wody zużytej do wyprodukowania produktu, zmierzona w miejscu jego produkcji”, odnosząca się do sumy zużycia wody na różnych etapach łańcucha produkcji [17]. Koncept wirtualnej wody posiada istotne niedoskonałości. Według australijskiej *National Water Commission* miara wirtualnej wody ma bardzo ograniczone zastosowanie praktyczne w podejmowaniu decyzji dotyczących sposobu wykorzystania ograniczonych zasobów wodnych [18]. Na tej bazie zbudowano pojęcie handlu wirtualną wodą. W ostatnich latach idea wirtualnej wody była przedmiotem naukowej i politycznej debaty. Jako pojęcie analityczne, handel wirtualną wodą miałby być instrumentem pozwalającym na identyfikację i ocenę podjętych działań, nie tylko w dyskusji naukowej, ale także politycznej. Australijscy naukowcy podjęli próbę zastosowania metod analizy *Life Cycle Assessment* do oceny zużycia wody [19, 20].

**Ślad wodny.** W 2002 r. prof. Arjen Hoekstra zaproponował mierzenie śladu wodnego (rys. 2), czyli ilości wody, która potrzebna jest do wytworzenia zasobów, jakie na co dzień konsumujemy. Ślad wodny ilustruje zależność pomiędzy konsumowanymi towarami i usługami lub wzorcem konsumpcji a zużyciem zasobów wodnych i zanieczyszczeniem środowiska. Im bardziej skomplikowany proces produkcji danej rzeczy, tym większy jest jej ślad wodny. Wyprodukowanie 1 kg pszenicy wymaga ok. 1330 litrów wody, 1 kg ziemniaków – 900 l. Znacznie większy ślad wodny mają produkty pochodzące od zwierząt, np. 1 kg wieprzowiny wymaga zużycia aż 4800 l wody, wołowiny 15500 l wody, sera

## ZIELONY, NIEBIESKI, SZARY

Według Water Footprint Network ślad wodny składa się z trzech elementów w zależności od tego, skąd pochodzi woda:

- **Zielony ślad wodny:** to woda pochodząca z opadów atmosferycznych (deszczu lub śniegu), która jest magazynowana w glebie, w strefie korzeni roślin i odparowywana, transpirowana lub wchłaniana przez rośliny. Jest to szczególnie istotne w przypadku produktów rolnych, ogrodniczych i leśnych.
- **Niebieski ślad wodny:** to woda, która pochodzi z zasobów wód powierzchniowych lub podziemnych i jest albo odparowywana, włączana do produktu albo odprowadzana do morza. Nawadnianie rolnictwa, przemysł i zużycie wody w gospodarstwach domowych mogą mieć niebieski ślad wodny, który jest wskaźnikiem konsumpcji wody słodkiej powierzchniowej lub podziemnej.
- **Szary ślad wodny:** to ilość świeżej wody potrzebna do przyswojenia (asymilacji) zanieczyszczeń w procesie produkcyjnym, aby spełnić standardy jakości wody. Jest on miarą stopnia zanieczyszczenia wód śladowych w procesie produkcji.





# Stanowisko dozowania i opróżniania **DULCODOS® SAFE-IBC**

**ProMinent®**

Bezpieczeństwo jako priorytet dla niezawodnego dozowania ciekłych substancji chemicznych.



## Składowanie i opróżnianie pojemników IBC do 1000 l – dozowanie substancji chemicznych do 1000 l/h

**DULCODOS® SAFE-IBC** jest specjalnym stanowiskiem opróżniania pojemników IBC z opcją dozowania chemikaliów. Zapewnia całkowite opróżnienie pojemników. Pojemnik IBC jest ustawiany i mocowany przez Klienta w wannie wychwytowej na przewidzianej w tym celu, pochylonej lekko do przodu powierzchni. Następnie, za pomocą szczelnych złączek bezpieczeństwa i węży, należy połączyć pojemnik IBC ze zbiornikiem pośrednim o objętości ok. 200 l, zamontowanym z lewej strony wanny wychwytowej. Alternatywnie można zamówić stanowisko ze zbiornikiem o objętości ok. 60 l. Taka objętość buforowa zabezpiecza ciągłość procesu dozowania w trakcie wymiany pojemnika IBC.

Ponadto wymianę pojemnika IBC można lepiej zaplanować dzięki optycznemu wskaźnikowi poziomu oraz pomiarowi poziomu napełnienia z komunikatem alarmowym. Stanowisko jest wyposażone w otwór inspekcyjny do prac konserwacyjnych i przeglądów. Celem prowadzenia niezawodnego dozowania można, postępując zgodnie z wymaganiami procesowymi, z przodu zbiornika pośredniego zamontować kompaktowe stanowisko dozowania. Stanowisko może być wyposażone w jedną lub w dwie pompy elektromagnetyczne lub w jedną pompę silnikową. W razie potrzeby można skonfigurować większe stanowiska dozowania, w wersji do bocznego montażu ściennego lub ustawienia na podłodze.

### Zalety dla użytkownika

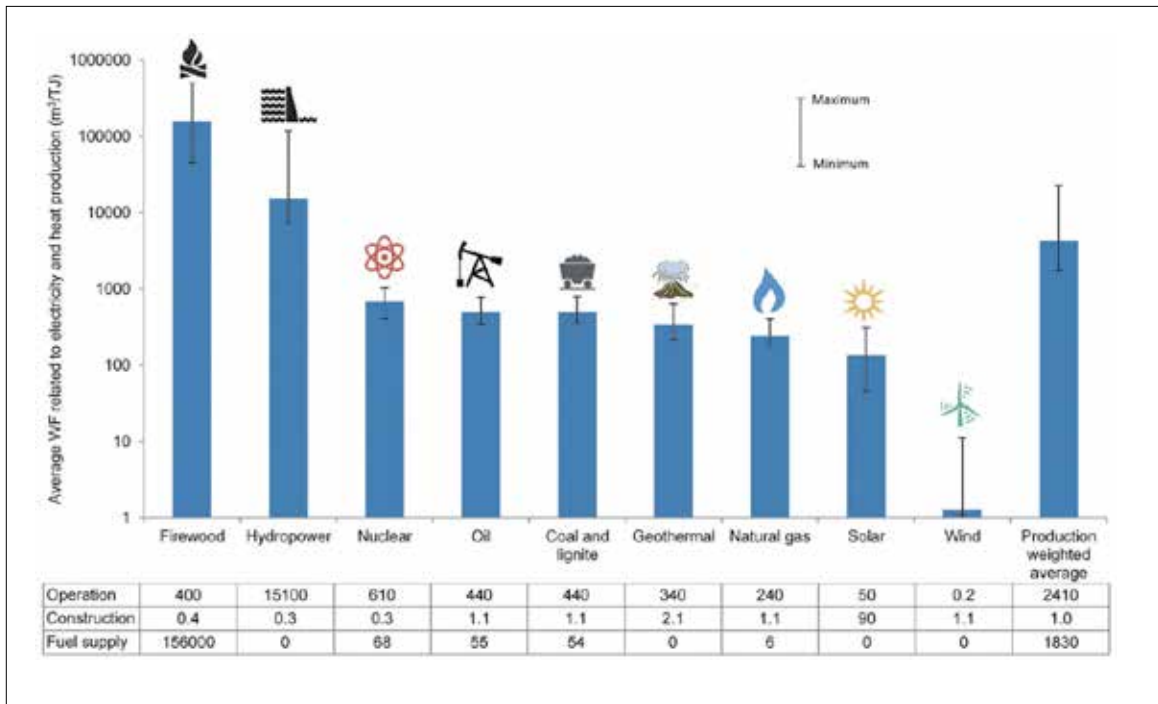
- Maksymalne bezpieczeństwo pracy.
- Wysoka niezawodność procesu w wyniku nieprzerwanego dozowania.
- Trwałe ustawienie pojemnika IBC w wannie wychwytowej o specjalnej konstrukcji, przystosowanej do wózków widłowych. Skropliny są w całości wychwytywane i nie rozlewają się w miejscu ustawienia.

- Praktycznie całkowite opróżnienie pojemnika IBC.
- Zbiornik pośredni o objętości ok. 200 l w kombinacji ze zintegrowanym stanowiskiem dozowania.
- Wanna wychwytowa zgodna z przepisami Z-40.21-585 nadzoru budowlanego DIBt.

### Zakres zastosowania

- Dozowanie cieczy w zakładach przemysłu chemicznego, ciężkiego i spożywczego
- Uzdatanianie wody pitnej
- Uzdatanianie wody chłodzącej
- Browary i napoje
- Galwanizacja
- Przemysł papierniczy

**Zapraszamy do współpracy**



**RYS. 3**  
Średni ślad wodny (water footprint) na jednostkę wyprodukowanej energii elektrycznej i ciepła [m³/TJ] w latach 2008-2012

– 5000 l. Kupując w sklepie parę jeansów, razem z nimi „kupujemy” 11 000 l wody wirtualnej, a nowy samochód to aż 400 000 l [21]. Profesor Hoekstra w 2008 r., w związku z rosnącym zainteresowaniem przemysłu śladami wodnymi, założył Water Footprint Network. Celem śladu wodnego jest budowanie świadomości na temat ogromnej ilości wody, której wymagają nasze procesy produkcyjne i styl życia, w celu promowania racjonalnego i zrównoważonego użytkowania.

### Transformacja energetyczna a otoczenie

Kolejne polityki, zapisy, przepisy związane ze zmianami klimatu i dostosowaniem się do nich, dotyczące transformacji energetycznej, na nowo kształtują otoczenie. Z jednej strony mamy ambitne cele odnośnie redukcji celów cieplarnianych (Porozumienie Paryskie, Europejski Zielony Ład), z drugiej ewolucje oczekiwań nas, ludzi i związaną z tym rosnącą świadomość przekładającą się na dostawców produktów i usług. Istotna jest tu też energia niezbędna do wytworzenia zarówno źródeł energii, jak i samej energii, dekarbonizację i zamykanie obiegu.

W różnych krajach instytucje rządowe stosują odmienne podejście do kwestii wody i energii. Chińska polityka klimatyczna np. została ogłoszona w październiku 2021 r. – przed szczytem klimatycznym COP26 w Glasgow. Była to zaktualizowana strategia NDC (ang. *Nationally Determined Contributions*). Zakłada ona, że przed 2030 r. kraj osiągnie szczyt swoich emisji, po czym będą one już tylko obniżać się, a neutralnym klimatycznie państwem Chiny staną się przed 2060 rokiem. Do 2030 r. mają zamiar obniżyć swój ślad węglowy o 65% wobec poziomu z 2005 r. oraz mieć 1200 GW mocy zainstalowanej w energii

	Rodzaj paliwa	Średnia zapotrzebowanie na wodę w m³ na MWh generowanej energii w zależności od sposobu chłodzenia i technologii
1	Jądrowe	1,02 - 2,30
2	Gaz ziemny	0,01 - 3,13
3	Węgiel kamienny	0,16 - 3,57

**TAB. 2**  
Średnie zapotrzebowanie na wodę w elektrowniach konwencjonalnych

wiatrowej i słonecznej. Ale pomiędzy 2000 a 2022 rokiem Chiny dodały do swojego systemu ponad 1000 GW mocy bazujących na węglu. Równocześnie stały się absolutnym liderem w budowie nowych bloków jądrowych, które oczywiście są źródłem bardzo niskoemisyjnym. Obecnie trwa wznoszenie aż 24 elektrowni atomowych, a tych działających jest 54. Wciąż pierwsze miejsce zajmują tu jednak Stany Zjednoczone, mając 91,5 GW mocy zainstalowanej w energii atomowej, potem jest Francja, z 63,1 GW; w Chinach to 50,8 GW.

Indyjska polityka klimatyczna, przedstawiona w planie NDC, została opublikowana w sierpniu 2022 r. Według tej strategii, do 2030 r. Indie zmniejszą emisyjność w stosunku do PKB o 45% w porównaniu do 2005 roku. Do tego samego czasu 50% indyjskich mocy zainstalowanych w energetyce ma pochodzić ze źródeł nieemisyjnych. Według Międzynarodowej Agencji Energii, w 2022 r. Indie zainstalowały 175 GW w energii odnawialnej. W 2023 roku prawdopodobnie pracować zaczną kolejne 174 GW, co będzie oznaczać, że 37% energii elektrycznej pochodzić będzie ze źródeł odnawialnych. W 2025 roku Indie będą mieć prawdopodobnie 280 GW w energii odnawialnej.

Rząd Szwecji poinformował o konieczności wybudowania do 2045 roku co najmniej 10 konwencjonalnych reaktorów jądrowych lub większej ilości ich mniejszych, modułowych odpowiedników. Według prognoz ekspertów w Szwecji w ciągu najbliższych 20 lat dwukrotnie wzrośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną w związku z elektryfikacją przemysłu i transportu, mającą ograniczyć emisje gazów cieplarnianych.

Komisja Europejska 8 marca 2022 r. przedstawiła RePowerEU – komunikat dotyczący działań nadzwyczajnych mających na celu zwiększenie odporności ogólnounijnego systemu energetycznego w obliczu rosyjskiej inwazji na Ukrainę. W tym celu Komisja Europejska dnia 18 maja 2022 r. wydała komunikat do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Plan REPower”. Jeden z celów REPowerEU zakłada, że do 2025 r. mają zostać zainstalowane nowe panele fotowoltaiczne o mocy ponad 320 GW, a do 2030 r. – o mocy niemal 600 GW.

W procesie wyeliminowania gazu ziemnego, węgla i ropy naftowej z gałęzi przemysłu i transportu kluczową rolę pełni odnawialny wodór. W REPowerEU określono zatem cel na poziomie 10 mln ton wewnętrznej produkcji wodoru odnawialnego i 10 mln ton przywozu wodoru odnawialnego do 2030 r. Komisja zaznacza jednocześnie, że gaz ziemny zastępowany będzie również przez pozostałe formy wodoru wytwarzanego ze źródeł innych niż kopalne, w szczególności przez wodór uzyskany z wykorzystaniem energetyki jądrowej [22, 23].

## Woda

Do realizacji wyżej wymienionych polityk niezbędna jest woda. Jej zużycie przez konwencjonalne elektrownie waha się w dużym zakresie, co obrazuje tabela 2, w zależności od rodzaju paliwa, zastosowanej technologii i rodzaju systemu chłodzenia.

Na rysunku 3 przedstawiono średni ślad wodny na jednostkę wyprodukowanej energii elektrycznej i ciepła w latach 2008-2012 w trzech etapach cyklu życia inwestycji, w zależności od sposobu generowania energii.

Również odnawialne źródła energii, jak fotowoltaika, wymagają wody. Największe farmy fotowoltaiczne są zlokalizowane na terenach, gdzie poziom nasłonecznienia jest największy. Niektóre instalacje zbudowane są na obszarach związanych z podłożem pyłowym lub piaszczystym, bez udziału roślinności. W związku z tym gromadzi się na nich dużo pyłów. Testy laboratoryjne wykazały, że to zjawisko może obniżyć efektywność pracy aż o 30% po miesiącu bez odpowiedniego czyszczenia. Ekspertcy obliczyli również, że nawet najmniejsza redukcja mocy to ogromne straty w przypadku dużych instalacji. Obniżenie globalnej produkcji energii słonecznej o 3-4% powoduje stratę nawet 5,5 miliardów dolarów. Dodatkowo okazuje się, że ślad wodny fotowoltaiki jest



Fot. 123rf

**ŚLAD WODNY FOTOWOLTAIKI**  
wynosi około 1 m<sup>3</sup> na 1 MWh mocy. Czyszczenie paneli słonecznych zużywa blisko 40 miliardów litrów wody rocznie – to równie zapotrzebowaniu dla aż 2 milionów ludzi

wysoki, około 1 m<sup>3</sup> na 1 MWh mocy. Czyszczenie paneli słonecznych zużywa blisko 40 miliardów litrów wody rocznie (to równie zapotrzebowaniu dla aż 2 milionów ludzi). Staje się to poważnym problemem, biorąc pod uwagę, że zasoby czystej wody cały czas się zmniejszają [24, 25, 26]. W odpowiedzi na problem inżynierowie z MIT (ang. *Massachusetts Institute of Technology*) opracowali sposób bezkontaktowego czyszczenia paneli fotowoltaicznych, które w dodatku nie wymaga zużycia wody [27].

Także do produkcji wodoru niezbędna jest woda (europejski program RePowerEU), nie tylko w elektrolizerze do jego wytworzenia, ale również w innych procesach, np. reformowania. Mimo że większość badań zakłada zużycie stechiometryczne na poziomie około 9 litrów wody, to elektrolizery alkaliczne wykorzystują około 10-12 litrów czystej wody na kg H<sub>2</sub>, a PEM około 18 litrów destylowanej wody na kg H<sub>2</sub>. Jednak biorąc pod uwagę proces odmineralizowania wody, stosunek ten może wynosić od 18 kg do 24 kg wody na kg wodoru lub nawet do 25,7-30,2, ponieważ należy uwzględnić potrzebę związaną z pompowaniem wody i jej cyrkulację nad stosem. Stąd można przyjąć, że zapotrzebowanie wody do wytworzenia wodoru w elektrolizerze o mocy 1 MW to około 200 litrów na godzinę wody ultraczystej i 400 l/h wody chłodzącej.

Duże ilości wody będą niezbędne w przebudowywanej energetyce i jej dekarbonizacji. W niektórych procesach wychwytywania CO<sub>2</sub> (CCS) potrzebujemy jej bardzo dużo.

Grupa międzynarodowych naukowców w 2023 r. opublikowała wyniki swoich badań nad ruchem biegunów. Konkretnie – sprawdzali, czy ruch wód gruntowych może pomóc w wyjaśnieniu różnic między obserwowanym a przewidywanym ruchem biegunów. Wykorzystali klimatyczny model komputerowy, aby oszacować, że ludzie w latach 1993-2010 wypompowali łącznie 2150 gigaton wody gruntowej na powierzchnię Ziemi. Jeden gigaton to około 1 miliard ton metrycznych, zauważa amerykańska agencja kosmiczna NASA. Model oszacował, że światowy poziom mórz wzrósł o sześć milimetrów z powodu dodatkowej wody gruntowej. Ruchy wody na Ziemi mogą powodować,

że planeta obraca się „trochę inaczej, gdy woda się porusza” – stwierdzili naukowcy w oświadczeniu [28].

\*\*\*

Szacuje się, że na Ziemi jest około 1 mld 360 mln km<sup>3</sup> wody, ale 97% to woda słona w morzach i oceanach, a tylko 3% woda słodka, nadająca się do picia dla ludzi i zwierząt. Na całym świecie rocznie zużywamy ponad 4 biliony m<sup>3</sup> wody słodkiej (dziennie około 10 miliardów ton). Globalnie około 70% jej poboru wykorzystujemy w rolnictwie, 20% do celów przemysłowych, a pozostałe 10% w sektorze komunalnym, ale na poszczególnych kontynentach i w poszczególnych krajach zużycie w określonych sektorach znacznie się różni. Najwięcej wody na świecie konsumują Indie, Chiny, USA.

Pobór słodkiej wody na potrzeby rolnictwa, przemysłu i użytku komunalnego wzrósł prawie sześciokrotnie od 1900 r. Wskaźniki światowego zużycia słodkiej wody gwałtownie wzrosły od lat 50. XX wieku, a jej konsumpcja rośnie od 40 lat, co roku o 1%. Impuls do tego wzrostu wynika przede wszystkim z trzech następujących powodów: światowego wzrostu liczby ludności, postępującej urbanizacji krajów na całym świecie oraz poprawy jakości życia. Nie wolno zapominać, że dostarczanie, gromadzenie, przechowywanie i uzdatnianie wody oznacza również, że w tych krajach potrzeba więcej energii – a to też, mówiąc kolokwialnie, woda. ONZ przewiduje, że do 2050 roku światowa populacja wyniesie 9,7 miliarda, a do 2100 r. nawet 11 miliardów. To pociągnie za sobą zwiększone zapotrzebowanie na żywność i energię, a w konsekwencji i wodę.

Woda jest więc strategicznym zasobem. Już dziś trzeba dyskutować nad nowymi rodzajami polityki w sprawie korzystania z niej i nad technologiami, które mogłyby pomóc utrzymać infrastrukturę wodną i poprawić jej stan.

## Literatura

- [1] UNDP (United Nations Development Programme). 2022. Human Development Report 2021-22: Uncertain Times, Unsettled Lives: Shaping our Future in a Transforming World. New York.
- [2] European Environment Agency. Zużycie wody w Europie – Ilość i jakość w obliczu dużych wyzwań <https://www.eea.europa.eu/pl/sygnal42y/sygnaly-2018/artykuly/zuzycie-wody-w-europie-2014>.
- [3] United Nations, The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water. UNESCO, Paris.
- [4] UN Global Compact Network Poland, 2018 r. Zarządzanie zasobami wodnymi w Polsce.. Mazowieckie Centrum Poligrafii Warszawa 2018.
- [5] Altman P.L., Dittmer Katz D. Blood and other body fluids. Federation of American Societies for Experimental Biology, Washington, 1961.
- [6] Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. IŻŻ, Warszawa 2012.
- [7] Europejska Agencja ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA – European Food Safety Authority) Nowe zalecenia odnośnie ilości płynów w codziennej diecie, kwiecień 2010 r).
- [8] Światowy Program ONZ na rzecz Oceny Zasobów Wodnych, Raport o Gospodarce Wodnej na Świecie ONZ 2016: Woda a miejsca pracy. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Oświaty, Nauki i Kultury (UNESCO), Paryż, 2016; UN General Assembly - Water Action Decade 2018-2028: <https://www.un.org/pga/72/event-latest-launch-of-the-international-decade-of-water-for-sustainable-development-2018-2028/>
- [9] ONZ, UNEP, UP Global Compact.
- [10] UNESCO IHE 2015.
- [11] FAO – AQUASTAT <https://data.apps.fao.org/aquastat/?lang=en>
- [12] Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2022 The State of the World's Land and Water. Resources for Food and Agriculture 2021 Systems at breaking point. ISBN978-92-5-136127-6, <https://doi.org/10.4060/cb9910en>
- [13] <https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel6.html>
- [14] European Environment Agency, 2021. Reproduction is authorised provided the source is acknowledged. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021 ISBN 978-92-9480-391-7 ISSN 1977-8449 doi:10.2800/320975).
- [15] <https://www.wri.org/insights/ranking-worlds-most-water-stressed-countries-2040>
- [16] <https://www.un-ihe.org/news/developing-water-capacity-2020-delft-agenda-action>
- [17] Hoekstra A.Y., Chapagain A.K.: Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern, „Water Resources Management”, 1, 2006, s. 35-48, DOI: 10.1007/s11269-006-9039-x
- [18] Archived - National Water Commission - Page 1, [www.nwc.gov.au](http://www.nwc.gov.au)
- [19] Lenzen M., Foran B.: An input-output analysis of Australian water usage, „Water Policy”, 4, 2001, s. 321-340, DOI: 10.1016/S1366-7017(01)00072-1 [dostęp 2016-10-06].
- [20] Craswell, E.; Bonnell, M.; Bossio, D.; Demuth, S.; van de Giesen, N. (2007): Integrated Assessment of Water Resources and Global Change: A North-South Analysis. Springer Netherlands. s. 40. ISBN 978-1-4020-5591-1. dostęp 11.10.2016.
- [21] <https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/>
- [22] [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_31312](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_31312) / [https://energy.ec.europa.eu/communication-eu-solar-strategy-com2022221\\_en](https://energy.ec.europa.eu/communication-eu-solar-strategy-com2022221_en)
- [23] [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip\\_22\\_3131](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip_22_3131)
- [24] Stolz P., Frischknecht R.: Analysis on the Water Footprint of Crystalline Silicon PV System. December 2014 Clean Technology 20(4):449-456 DOI:10.7464/ksct.2014.20.4.449
- [25] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME Water Footprint of European Rooftop Photovoltaic Electricity based on Regionalised Life Cycle Inventories. IEA PVPS Task 12, Subtask 2.0, LCA Report IEA-PVPS T12-11:2017 ISBN 978-3-906042-62-6 December 2017.
- [26] Mesfin M., Mekonnen P., Gerbens-Leenes P.W., Hoekstra A. Y.: The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment. Environmental Science Water Research & Technology PAPER Cite this: DOI: 10.1039/c5ew00026b Received 29th January 2015, Accepted 8th March 2015 DOI: 10.1039/c5ew00026b [rsc.li/es-water](http://rsc.li/es-water)
- [27] Chandler D. A.: New cleaning method could remove dust on solar installations in water-limited regions, improving overall efficiency. MIT News Office Publication Date: March 11, 2022 <https://news.mit.edu/2022/solar-panel-dust-magnets-0311>
- [28] Ki-Weon Seo: Drift of Earth's Pole Confirms Groundwater Depletion as a Significant Contributor to Global Sea Level Rise 1993-2010, June 2023 Geophysical Research Letters 50(12). DOI:10.1029/2023GL103509. ■

# Najwyższa niezawodność na każdym etapie produkcji

## POMPY DO NAJTRUDNIEJSZYCH ZADAŃ

**ProMinent®**

Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DFCa**  
wydajność od 700 do 8900 l/h  
ciśnienie od 8 bar



Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DF2a**  
wydajność od 0,4 do 2,4 l/h  
ciśnienie do 1,5 bar



Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DF4a**  
wydajność od 0,3 do 12 l/h  
ciśnienie od 4 do 2 bar



Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DFXa**  
wydajność od 10 ml do 30 l/h  
ciśnienie do 7 bar



Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DFYa**  
wydajność od 5,5 do 410 l/h  
ciśnienie do 8 bar



Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DFDa**  
w wykonaniu specjalnym  
dla przemysłu winiarskiego  
wydajność od 504 do 15 000 l/h  
ciśnienie do 15 bar



Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DFDa**  
wydajność od 504 do 15 000 l/h  
ciśnienie do 15 bar



Pompa perystaltyczna  
**DulcoFlex DFBa**  
wydajność od 56 do 600 l/h  
ciśnienie od 2 do 8 bar



Zapraszamy do internetowego asystenta doboru pomp: [www.pump-guide.com](http://www.pump-guide.com)



foto. 123rf

# BEZPIECZEŃSTWO PRACY Z WODOREM

**Paweł Tomczyk**

PGE Polska Grupa Energetyczna S.A.

Wraz z rozwojem technologii wodorowych, coraz więcej przedsiębiorstw decyduje się na korzystanie z tego źródła energii. Jednakże praca z nim wymaga szczególnej uwagi i ostrożności ze względu na właściwości i potencjalne zagrożenia dla użytkowników.

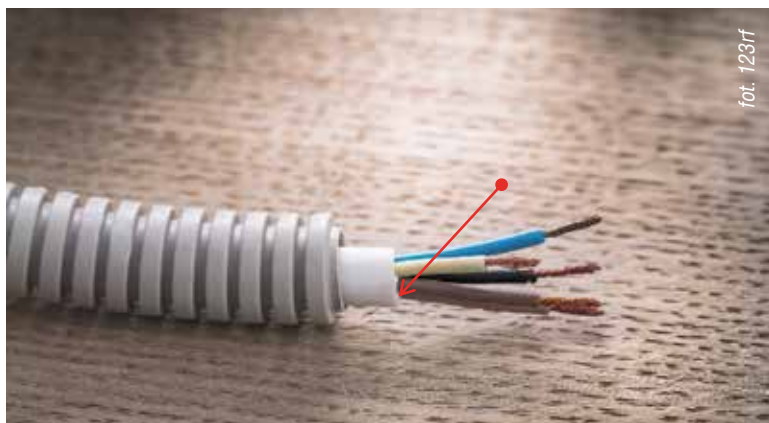
W jednej z matryc szacowania ryzyka zawodowego oraz biznesowego, z którą miałem do czynienia, występuje – poza wartościami liczbowymi, procentowymi – szereg obrazowych pojęć prawdopodobieństwa materializacji. Wygląda to następująco:

- bardzo prawdopodobne – 50% (1 na 2),
- całkiem prawdopodobne – 10% (1 na 10),
- mało prawdopodobne, ale możliwe – 1% (1 na 100),
- tylko sporadycznie możliwe – 0,1% (1 na 1000),

- możliwe do pomyślenia – 0,01% (1 na 10000),
- praktycznie niemożliwe – 0,001% (1 na 100000),
- tylko teoretycznie możliwe – 0,0001% (1 na 1000000).

## Wypadek w firmie energetycznej

Niestety kadra inżynierska i menedżerska w jednej z firm energetycznych miała styczność z wypadkiem, którego nie była w stanie przewidzieć. Kiedy dowiedziałem się o tym zdarzeniu, kilka godzin



fot. 123rf

**FOT. 1**  
Kabel zasilający grzałkę



fot. 123rf

**FOT. 2**  
Przykładowe, poglądowe podłączenie skrzynki

Barwa	Toksyczność	Zapach	Wypór w powietrzu	Energia chemiczna
brak	brak	brak	1/14	119MJ/kg 11MJ/Nm <sup>3</sup>

**TAB. 1**  
Wybrane właściwości fizyczne wodoru  
(źródło: zasoby autora)

Barwa	Toksyczność	Zapach	Wypór w powietrzu	Energia chemiczna
brak	brak	brak	1/14	119MJ/kg 11MJ/Nm <sup>3</sup>

**TAB. 2**  
Termodynamika wodoru  
(źródło: zasoby autora)



**RYS. 1**  
Reakcje palne w zależności od stężenia wodoru w powietrzu  
(źródło: zasoby autora)

spędziłem przy analogicznej instalacji w swojej firmie, próbując wyobrazić sobie, jak mógłbym sam, świadomie, przy posiadanym zasobie wiedzy, wyobraźni i doświadczenia do takiego wypadku doprowadzić. Wtedy zrozumiałem, że skokowy wzrost zagrożenia i ryzyka z poziomu „niemożliwe”, lub „tylko teoretycznie możliwe” do „prawdopodobnego” z różnymi określeniami dodatkowymi, jest w zasadzie ograniczony tylko poziomem inżynierskiej niewiedzy.

Wypadek, o którym tutaj wspominam, polegał na przedostaniu się gazowego wodoru o ciśnieniu nieznacznym, bo ok. 3 barów, z układu grzałki regazyfikacji ciekłego CO<sub>2</sub> (stosowanego jako gaz inertywny do wypychania wodoru z instalacji) kablem zasilającym do skrzynki wykonanej w technologii Ex, czyli – na nieszczęście – szczelnej.

Wodór, przez długie miesiące znajdujący się w rurociągu, penetrował przestrzeń w osłonie żył przewodu, przedostając się do skrzynki zasilającej przez szczelny dławik. Skrzynka Ex (jak wiadomo, szczelna, w celu uniknięcia zainicjowania zapłonu w strefie zagrożonej wybuchem) w swoim wnętrzu sama stała się przestrzenią ze strefą wybuchową 1, a w momencie załączenia grzałki, drobny impuls elektryczny zainicjował zapłon, który wyrwał drzwi i poważnie okaleczył operatora.

Doświadczenie to nauczyło mnie podchodzenia do wiedzy na temat używanych technologii jako do podstawowej warstwy zabezpieczenia przed wypadkami i zdarzeniami awaryjnymi.

W artykule wymieniono kilkanaście właściwości wodoru, które każdy operator – zwłaszcza technik używający instalacji z tym gazem – powinien znać. Zawarto także zachętę do uświadomienia pracownikom i menedżerom, jakie aspekty dla bezpieczeństwa te właściwości implikują.

### Właściwości fizyczne, zapłonowe i wybuchowe wodoru

W danych w tabeli 1 szczególnie ciekawy w ujęciu bezpieczeństwa jest wypór. Ten ułamek mówi nam, że wodór bardzo łatwo się rozprasza, ulatnia, ale jednocześnie, iż jeżeli trafi na kieszeń konstrukcyjną, to zostanie w tej niszy na dłużej i będzie czekał na dogodną okazję do zapłonu.

Warte zwrócenia uwagi jest to, że w warunkach otoczenia, czyli po uwolnieniu (z rurociągu, zbiornika), znajdujemy się w przestrzeniach niestabilności termodynamicznej. Przy pracy z udziałem fazy ciekłej musimy się liczyć z temperaturami odparowywania prawie 100 K niższej niż przy i tak niskiej temperaturze wrzenia gazu ziemnego. Zagrożenie zmrózieniem jest oczywiście mało prawdopodobne, ale czy skrajnie małe? Wzrastająca ekspozycja, czyli rozpowszechnienie instalacji, może zwiększać to ryzyko.

Jeśli operujemy na instalacjach wodorowych warto uświadomić sobie i pracownikom operacyjnym różnice pomiędzy paleniem laminarnym a deflagra-

## WŁAŚCIWOŚCI WODORU

**Ujemny współczynnik Joule’a-Thomsona** – co znaczy, że w pewnych zakresach ciśnień, przy wyciekach temperatura gazu rośnie. Będzie to sprawiać kłopot przy niektórych metodach detekcji wycieków. Może powstać ryzyko błędnej interpretacji zwyczajowo spodziewanej przez techników – na wyświetlaczu pirometru niższa temperatura niż otoczenie lub rurociąg.

**Temperatura samozapłonu 580°C** – czyli wodór nie powinien się sam zapalić, nawet w dość gorącym otoczeniu. Niemniej spotykałem się w swojej pracy z płomieniem wodorowym przy niewielkich nieszczelnościach, zainicjowanym z niewiadomej przyczyny. Być może przyczyna mogła tkwić w rozładowywaniu jonizującej się strugi.

**Minimalna energia zapłonu 0,011-0,02 mJ** – czyli bardzo niska; dodatkowo im bliżej stężenia stechiometrycznego, tym niższa.

**Maksymalny przyrost ciśnienia 0,625MPa** w mieszaninie z powietrzem, czyli wartość niższa niż średnia dla gazów; dodatkowo warto zaznaczyć, że znacznie niższe niż pyły spożywcze czy proszki metali. Czyli wiedza o tym parametrze dostarcza nam argumentów, że nie ma potrzeby obawiać się tego medium/paliwa w stopniu przesadnym.

cją czy detonacją. Każdy z tych procesów niesie inne zagrożenia. Dla przypomnienia, detonacja jest już wybuchem z przekroczeniem prędkości dźwięku i występowaniem fali uderzeniowej, co naturalnie musi być groźniejsze dla organizmu ludzkiego. Istotne jest również, aby przynajmniej kadra techniczna uczestnicząca w doborze systemów zabezpieczających umiała odróżnić detonację stabilną od niestabilnej, która często jest wynikiem niewystarczająco dobrze skonstruowanych przekrojów przewodu (rurociągu).

Inne, warte uwagi właściwości wodoru, przedstawiono w ramce.

### Zagrożenia związane z przechowywaniem i transportem

W obszarze sposobu przechowywania i przesyłania wodoru technolodzy idą dwoma głównymi ścieżkami. Jedną z nich jest dostosowanie fizyczne – temperatura, faza, ciśnienie, drugą wykorzystywanie właściwości materiałowych i chemicznych. Każda z metod niesie ze sobą inne typy zagrożeń.

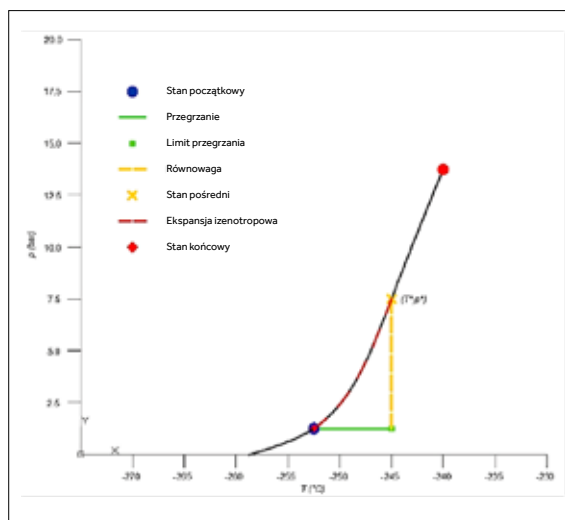
**Wodór sprężony** – chyba nadal dominujący, pozwala na przechowywanie do 40 kg gazu w m<sup>3</sup>, w temperaturze otoczenia, czyli w nieizolowanych zbiornikach. Zagrożenia, jakie niesie ten sposób przechowywania i przesyłania są bardzo dobrze rozpoznane, technologia funkcjonuje od dawna. Oczywiście wymaga od personelu przyzwoitej wiedzy i umiejętności, niemniej usterki nie powinny nikogo przeszkolonego w tym zakresie zaskakiwać. A więc i zagrożenie jest dość dobrze kontrolowalne.

**Wodór sprężony i schłodzony** – bardziej wyrafinowana (czytaj skomplikowana, czyli z większą ilością

elementów mogących ulec usterce) konstrukcja zbiorników – stosowana z uwagi na możliwość zmieszczenia aż do 72 kg wodoru w m<sup>3</sup>. Ta cecha powoduje, że jest to jedno z rozwiązań dedykowanych samochodom, także osobowym, czyli praktycznie obsłudze bez żadnej wiedzy przyrodniczej (poza tą ze szkoły podstawowej). Zbiorniki te osiągną ciśnienia do 400 bar, natomiast temperatury, które w nim występują, sięgają 20 K, a w plusowych ponad 60°C, czyli zagrożenie niską temperaturą musi być brane pod uwagę i kontrolowane. Oczywiście, jeżeli personel, czyli kierowca, nie może być kontrolowaną warstwą bezpieczeństwa, to jakość zastosowanych rozwiązań musi być bardzo kosztowna. Może dlatego to rozwiązanie znajduje zastosowanie w samochodach marki BMW?

**Wodór skroplony** – stwarza możliwość zmieszczenia do 62 kg gazu w m<sup>3</sup>, dodatkowo w dość niskim ciśnieniu – do 16 bar. Zagrożenia związane z ciśnieniem nie są więc dominujące, jednak od razu należy spojrzeć na temperaturę wrzenia. Utrzymywanie niskiej temperatury jest technicznie bardzo trudne metodą izolacji. Konieczne jest stałe odparowywanie z lustra cieczy, co prowadzi do spektrum zagrożeń związanych z uwolnieniem fazy ciekłej i wzrostu ciśnienia podczas uszkodzeń układu odbioru gazu lotnego. Niemniej ta technika wydaje się również dobrze rozpoznana i kontrola ryzyk jest raczej nie nowa do rozpracowania technicznego.

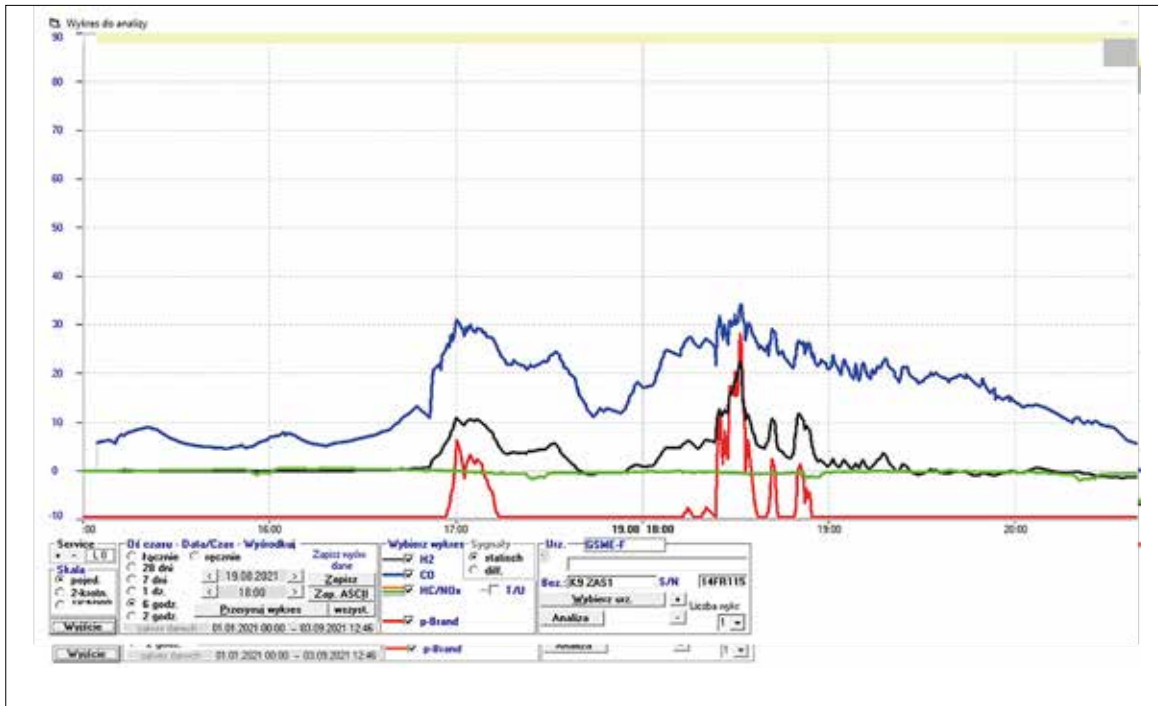
Uwolnienie wodoru ciekłego, analogicznie do LNG, nie sprawi większego kłopotu, jeżeli nastąpi w bazie paliwowej na zbiorniku osadzonym w tacy. Wysoka lotność zabezpieczy przed wyciekami poza tacę zbiorniczą. Kłopot może wystąpić w instalacjach użytkowych poza terenem, w którym operują technicy. Wodór ciekły (w NBP) ma gęstość 70,78 kg/m<sup>3</sup>. Większa gęstość par nasyconego wodoru w niskich temperaturach może spowodować, że chmura ciekłego wodoru będzie „płynąć” poziomo lub nawet opadać w dół natychmiast



RYS. 2

Przemiany wodoru ciekłego po uwolnieniu do otoczenia 1 bara  
(źródło: zasoby autora)





**RYŚ. 3**  
Detekcja wodoru  
w budynku  
sąsiadującym  
z nieszczelnością  
(źródło: zasoby  
autora)

po uwolnieniu, jeśli nastąpi rozlanie lub wyciek LH2 Niewielką, ale jednak pociechą jest fakt, że potencjał pochłaniania ciepła przy przemianach fazowych jest dla wodoru niższy niż dla gazu ziemnego – 40 kJ/kg (LNG – 68kJ/kg), albo jeśli ktoś woli – 2 MJ/m<sup>3</sup> (LNG – 39 MJ/m<sup>3</sup>).

Drugą ścieżką technologii przechowywania gazu są inżynierie materiałowe. Oczywiście, tutaj inwencja technologów sprowadza się zazwyczaj do etapu magazynowania niż przesyłania. Techniki pod względem bezpieczeństwa wydają się dość obiecujące. Struktury materiałowe pozwalają uzyskiwać niższe ciśnienia, brak zagrożeń związanych z przemianami fazowymi.

Dodawanie wodoru do CNG lub LNG – obiecująca technika, wykorzystuje istniejące instalacje, wdrożone systemy zabezpieczeń, wzrost ryzyk dla osób użytkujących te urządzenia, technolodzy są w stanie kontrolować np. proporcje gazu ziemnego i wodoru.

### Niedopuszczanie do wycieków i kontrola powstających rejonów ze stężeniem wybuchowym

Identyfikacja wycieków w instalacjach, mimo znacznej aktywności wodoru, czyli domyślnie łatwej detekcji, paradoksalnie potrafi nastroczać kłopotów, zwłaszcza przy niewielkich natężeniach i niewielkich ciśnieniach. Trzeba pamiętać, że wysoki wypór w powietrzu jest sprzymierzeńcem przy rozpraszaniu, ale i sprzyja szybkiemu przemieszczaniu się pionowo do góry, zwłaszcza w pomieszczeniach z nieznacznymi ruchami powietrza. Jeśli strużka napotka kieszeń konstrukcyjną lub ułatwiający ucieczkę do góry kanał, jest gotowa do powolnego wypełniania napotkanej na końcu przestrzeni. I czekania na okazję wybuchu.

Jako przykład niech posłuży wizualizacja elektroniczna z niedawnego zdarzenia, z jakim miałem do czynienia w jednym z zakładów energetycznych. Na rys. 3 pokazane są krzywe DGW z monitoringu bunkrów paliwowych znajdujących się w budynku sąsiadującym z maszynownią, w której doszło do nieszczelności wodorowej. Nieszczelność nie była bardzo znacząca, wystąpiła na instalacji o ciśnieniu 3 barów.

”

Jeśli operujemy na instalacjach wodorowych, warto uświadomić sobie i pracownikom operacyjnym różnice pomiędzy paleniem laminarnym a deflagacją czy detonacją

Warte zauważenia jest:

- Długie utrzymywanie się stężenia gazu – wahające się (wyciek był stabilny, równomierny) i powoli schodzące po ustaniu napływu.
- Zadziałanie dość symetryczne kilku czujek atmosfery wybuchowej – wyskalowanych tak na wodór, jak i metan czy CO (monitoring ten był dedykowany do gazów pyrolitycznych lub tlenu się paliwa w bunkrze).

Aby rozumieć te wskazania, należy uzbroić pracowników w wiedzę na temat sposobu działania detektorów gazu. Najpewniej w tym przypadku

mamy do czynienia z czujnikami pelistorowymi lub elektrochemicznymi. Znajomość sposobu działania czujników pelistorowych, w które w wersji przenośnej bardzo często uzbrajani są pracownicy służb eksploatacyjnych, zwłaszcza obsługi i konserwacji urządzeń i instalacji, jest absolutnie niezbędna w celu uniknięcia popełnienia błędu odczytu czy niepoprawnej interpretacji wartości liczbowych pojawiających się na display'u urządzenia.

### Wymaganie z rozporządzenia w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy

§41 nakłada na pracodawcę obowiązek udostępnienia informacji o stosowanych w zakładzie procesach technologicznych oraz wykonywania prac związanych z zagrożeniami wypadkowymi lub zagrożeniami zdrowia w sposób zrozumiały dla pracownika. Czy więc stosujemy czujniki pelistorowe, podczerwone, elektrochemiczne, soniczne, przeszkolimy personel w zakresie zasad działania, zakresów, nieczułości w niektórych okolicznościach. Np. soniczny czujnik nie zadziała raczej przy wyciekach z odcinków o kilkubarowym ciśnieniu. Należy uświadomić możliwość „zatrucia” katalizatorów. Bardzo ważne jest również duplikowanie kontroli wycieków, czyli monitorowanie zmian w zużyciu wodoru, natężeniach przepływu i uzbrojenia tych odczytów w odpowiednie alarmy automatyczne lub operacyjne, równoległe do urządzeń detekcji gazu w atmosferze.

Kolejnym aspektem, z którym musimy się liczyć przy eksploataowaniu instalacji wypełnionych wodorem, są nieszczelności wynikające z degradacji materiałów oraz aktywne oddziaływanie wodoru w tym zakresie. Z uwagi na wielkość cząsteczki wodór ma ułatwione zadanie w penetrowaniu materiałów bezpostaciowych (uszczelkek). W dotychczasowej praktyce oraz przy niewysokich ciśnieniach radzono sobie z tym problemem grubością uszczelkek, zazwyczaj gumowych. Inżynieria materiałowa czyni tu znaczne postępy, niemniej z punktu widzenia użytkownika zaufanie do szczelności, nieprzepuszczalności i odporności na degradację materiału powinno być ograniczone.

Jeszcze inny problem pojawia się w kontakcie z materiałami krystalicznymi – głównie stalą. Kruchość wodorowa jest procesem znanym od dawna, występuje zarówno w kontakcie stali z wodorem w roli czynnika roboczego w instalacji, jak i pojawiającym się np. w wyniku rozpadu związków korygujących w innym czynniku roboczym (np. hydrazyny w obiegach wodno-parowych).

Fot. 3 pokazuje rurę, której rozerwanie stało się przyczyną eksplozji w elektrowni w Muskigum w Ohio w Stanach Zjednoczonych. Rurociąg służył do napełniania instalacji wodorem o ciśnieniu do 200 barów.

Korozyja wodorowa w skrócie polega na absorbowaniu atomowego lub cząsteczkowego wodoru przez cząsteczki stali (najczęściej stopowe). Po pewnym czasie wodór przemieszcza się (dyfunduje) do granic ziaren i tworzy tam pęcherzyki ze zgrupowanych cząsteczek. Pęcherzyki te, czystego wodoru lub związków wodoru z niektórymi składnikami stopowymi stali, rosną i stają się przyczyną utraty spójności kryształu, czyli zaistnienia kruchości wodorowej.

Zmniejszona plastyczność i wytrzymałość materiału może w efekcie skutkować pojawieniem się nieszczelności, a przy dużym ciśnieniu – również rozerwaniem i dużym, niekontrolowanym wyciekem znacznych ilości wodoru.

Oczywiście antycypacja zagrożeń z tym związanych pojawia się na etapie konstrukcji instalacji oraz kontroli ryzyka w procesach utrzymaniowych. Nie zwalnia to jednak użytkowników finalnych, obsługi eksploatacyjnej, z zachowania ostrożności i świadomości możliwych zagrożeń.

Jeszcze jednym istotnym czynnikiem, z którym również niestety miałem kiedyś do czynienia, był incydent będący następstwem absorpcji cząsteczek wodoru w materiałach i czynnikach roboczych. W operacji rozwodorowania jednego z generatorów osiągnęliśmy dość szybko atmosferę bezpieczną we wnętrzu stojana. Niemniej w momencie przyłożenia napięcia z induktora, w celu zbadania stanu izolacji, nastąpiła deflagracja we wnętrzu beczki generatora. W toku badań poawaryjnych okazało się, że w izolacji, oleju uszczelniającym, silikażelu osuszacza było wystarczająco dużo „rozpuszczonego”, zaabsorbowanego wodoru, żeby po dłuższym czasie od momentu badania atmosfery spowodować ponownie wystąpienie mieszaniny wybuchowej/zapalnej, całe szczęście niewystarczającej do wybuchu detonacyjnego. Obsługa urządzenia nie ucierpiała w tym przypadku, ale zagrożenie wynikające z uwalniania się wodoru zaabsorbowanego w materiałach stałych i ciekłych należy również brać pod uwagę. W tym zdarzeniu, na szczęście, skończyło się tylko na stratach materialnych. Doświadczenie z powyższego incydentu, zresztą wykorzystane później w instrukcjach eksploatacji, niesie wniosek, aby przy operacjach z wypieraniem wodoru gazami obojętnymi nie śpieszyć się, dać wodorowi, atmosferze i materiałom czas na stabilizację.



**FOT. 3**  
Rozerwanie rury skorodowanej korozyją wodorową (źródło: zasoby autora)

## Zabezpieczenie przed inicjatorem zapłonu

Przedostatni element układanki, nieprzypadkowo zresztą zbieżnej z filozofią dyrektywy ATEX, to zabezpieczenie przed pojawieniem się inicjatora zapłonu/wybuchu w strefach, w których może występować atmosfera wybuchowa. Zasadniczo podstawowymi zagrożeniami są: pojawienie się iskry rozżarzonej, płonącej (piroforycznej) lub elektrycznej.

Ryzyko powstania iskry rozżarzonej kontrolujemy w sposób od dawna znany w świecie techniki, czyli nie pozwalamy na prace z wykorzystaniem narzędzi typu szlifierka kątowa w strefach zagrożonych wybuchem. Jeżeli stosujemy się do wymagań w tym zakresie, ryzyko spotkania inicjatora z atmosferą wybuchową jest w pełni kontrolowane.

”

Korozja wodorowa w skrócie polega na absorbowaniu atomowego lub cząsteczkowego wodoru przez cząsteczki stali (najczęściej stopowe)

Inna sytuacja występuje w przypadku iskier niezamierzonych, przypadkowych. Tu pojawia się pojęcie piroforyczności, czyli kolejnego elementu wiedzy, który jest konieczny do zdobycia przynajmniej przez kadrę inżynierską odpowiedzialną za przyjęcie do eksploatacji i powierzenia załodze urządzeń i instalacji wykorzystujących wodór. Pojęcie to mówi nam o zdolności do samozapłonu materiału w kontakcie z tlenem z powietrza. Oczywiście krzesiwo wykonane np. z ferroceru, popularnego materiału w środowiskach pasjonatów sztuki przetrwania, samoistnie nie ulegnie zapłonowi, natomiast potarcie czy uderzenie nim o inny materiał rozgrzeje powstające mikrocząsteczki do temperatury samozapłonu 150-180°C (gdy zapłoną osiągną temperaturę nawet 3000°C).

Ryzyko zaiskrzenia przypadkowego często jest kontrolowane przez zastosowanie narzędzi tzw. nieiskrzących, czyli zazwyczaj wykonanych z materiału z przeciwnego krańca wartości piroforycznej w stosunku do ferroceru – brązu berylowego, a więc stopu miedzi i berylu, w różnych proporcjach, czasami z dodatkiem niklu, kobaltu czy tytanu. W moim doświadczeniu z technikami odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo przy pracach zagrożonych pojawieniem się atmosfery wybuchowej z Wielkiej Brytanii spotkałem się jednak z kwestionowaniem zasadności zaopatrywania się w te kosztowne oprzyrządowanie. Anglicy twierdzili, że narzędzia ze stali narzędziowej, choćby z uwagi na niską zawartość węgla, nie pozwolą na wykrzesanie iskry o energii osiągającej MEZ wodoru, czyli 0,01 do 0,02 mJ. Opinia trudna do zweryfikowania, gdyż nie spotkałem się dotąd nigdzie z wykazem energii iskier krzesanych siłą człowieka. Moi znajomi angielscy inżynierowie, dla pewności, zanurzali klucze stalowe w smarze i takim narzędziem operowali w obrębie instalacji gazowych.

Można natomiast przed zakupem bardzo drogich narzędzi nieiskrzących poprosić o dostarczenie miarodajnego zestawienia liczbowego dotyczącego wartości energetycznej cząstek brązu berylowego w stosunku do stali narzędziowej. Na takiej podstawie można dopiero podjąć decyzję o wyborze metody zabezpieczenia przed inicjacją energetyczną.

Można natomiast przed zakupem bardzo drogich narzędzi nieiskrzących poprosić o dostarczenie miarodajnego zestawienia liczbowego dotyczącego wartości energetycznej cząstek brązu berylowego w stosunku do stali narzędziowej. Na takiej podstawie można dopiero podjąć decyzję o wyborze metody zabezpieczenia przed inicjacją energetyczną.

## Iskry elektryczne

Inicjator pochodzący z wyładowania elektrostatycznego ma praktycznie nieograniczoną energię, polegającą na nagłym, praktycznie chwilowym przepływie prądu elektrycznego pomiędzy dwoma obiektami o różnych potencjałach elektrycznych. Źródłami takich przepływów mogą być (wyłączając urządzenia typowo elektryczne, które w strefach zagrożonych powstaniem atmosfery wybuchowej powinny być wykonane w klasie Ex) następujące:

- maszyny i urządzenia – taśmy, przesypywanie, przepływ cząstek stałych, istotna, konieczna do brania pod uwagę indukcja wynikająca z przepływu (wypływu) gazu lub parującej cieczy,
- tkaniny odzieżowe – poliestrowe, akrylowe, poliamidowe, lycra – wyładowanie człowieka naładowanego odzieżą syntetyczną może przekroczyć 3 kV i mieć energię 1 J.

Jeśli chodzi o pierwszy z aspektów, trudno się przed nim skutecznie zabezpieczyć; prawdopodobnie wiele z zapłonów jest wynikiem wystąpienia w strudze wycieku indukcji samoinicjującej zapłon.

W odniesieniu do aspektu drugiego, czyli ładunków pochodzących z odzieży, to w sukurs przychodzą nam wymagania normy EN 1149.



**RYS. 4**  
Symbol antyelektrostatyczności odzieży

Tutaj też jednak należy uzbroić się w wiedzę. Antyelektrostatyczność odzieży wykonanej w zgodzie z tą normą nie polega na nienaładowywaniu się, tylko na stałym rozpraszaniu powstających ładunków. Materiały antyelektrostatyczne w postaci np. wplecionego

FOT. 4

Prosty element rozładujący przed budynkiem elektrolizera w elektrowni Leibn II ChRL (źródło: zasoby autora)



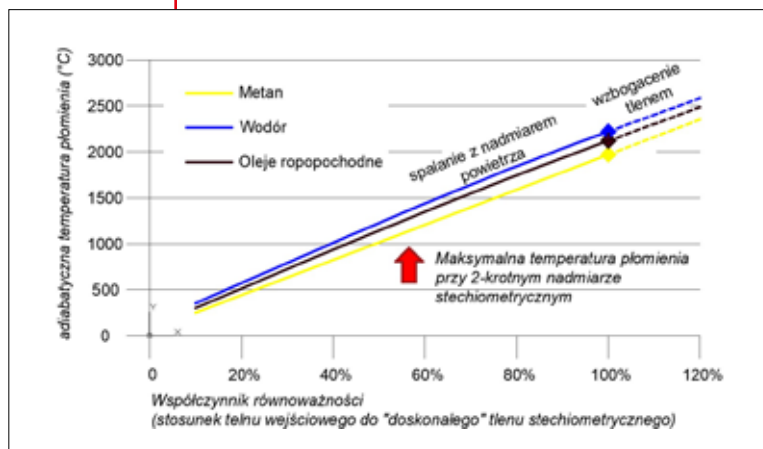
włókna węglowego mają opór powierzchniowy w zakresie  $10^6 \Omega \leq \text{opór} r \leq 10^{12} \Omega$ . Należy pamiętać, że niższe opory to ciała przewodzące, w tym człowiek, wyższe to izolujące. Spotkałem się kiedyś z dramatycznym błędem wyposażenia pracownika ubranego w odzież antyelektrostatyczną i obuwiu izolujące – pytanie, którędy miały te rozproszone ładunki ulecieć?!

Dodatkowych zabezpieczeń nigdy wiele, koszty odzieży dobrej jakości, z pewną, sprawdzoną antyelektrostatycznością, nie są obecnie wysokie. A zabezpieczenia, jak pokazuje fot. 4, mogą być realnie banalnie proste, tanie i skuteczne.

### Co, jeśli doszło do zapłonu?

Najciekawszą właściwością płomienia wodorowego jest jego niskie (lub wręcz brak) promieniowanie cieplne. Oczywiście, jeżeli w obszarze płomienia znajdzie się jakiś materiał stały, to wystąpią w nim cząstki promieniujące, natomiast płomień zapalnego

RYS. 5  
Temperatura płomieni w funkcji dostępu utleniaacza (źródło: zasoby autora)



czystego wodoru (ulatniającego się np. z drobnych nieszczelności) jest niepromieniujący. Wygląda to w praktyce tak, że można dojść do takiego płomienia i – jeśli jest nieznacznych rozmiarów – zgasić go choćby zwykłą rękawicą roboczą. Czy to dobry pomysł – nie oceniam, zależy od decyzji menedżerów, instrukcji, przyjętych standardów BHP i poziomu wiedzy załogi. Mnie zdarzało się tak zrobić, ale jestem technikiem, specjalistą, a nie pracownikiem służb BHP czy menedżerem.

Kolejną interesującą właściwością jest widoczność – lub jej brak – w świetle słonecznym. Brak promieniowania cieplnego i niska widoczność płomienia w słoneczny dzień stwarza naprawdę niebezpieczną mieszankę dla bezpieczeństwa ludzi i urządzeń. Jeżeli wyciek nastąpi na zewnątrz w słoneczny dzień i będzie skierowany do góry, to otoczenie może nie być świadome pożaru przed dłuższy czas.

Temperatura płomienia wodoru jest dość wysoka, niemniej nieradykalnie wyższa od temperatur płomieni gazów ziemnych (metanu) czy paliw ciekłych ropopochodnych (rys. 5). Ryzyka związane z tym parametrem nie są więc znacząco odbiegające od tych, z którymi mamy do czynienia na co dzień podczas spalania paliw ciekłych i gazowych.

Większe zagrożenie niesie ze sobą parametr szybkości spalania, czyli szybkości, z jaką płomień przesuwa się przez palną mieszaninę gazów; dla wodoru wynosi 2.65-3.25 m/s i jest o rząd większy od spalania metanu czy benzyny.

\*\*\*

Niniejszy artykuł nie jest podręcznikiem BHP przy pracy z wodorem, a bardziej ma służyć zachęceniu osób (inżynierów), chcących wdrażać to medium – w charakterze gazu technicznego czy paliwa – do zdobycia maksymalnie dużej wiedzy w zakresie jego fizykochemii. Wzmiankowane parametry nie wyczerpują katalogu intrygujących właściwości wodoru. W energetyce wykorzystujemy np. jego wielką pojemność cieplną, tak cp, jak i cv. Te ciekawe właściwości są zawsze zaletą, ale i przyczynkiem do stwarzania specyficznych zagrożeń. Inżynierowie zobowiązani są do skutecznego chronienia użytkowników przed materializacją ryzyk związanych z tymi zagrożeniami. Wtedy ogromne możliwości, jakie daje nam wodór, będziemy mogli efektywnie wykorzystywać.

Zachęcam technologów do szukania źródeł – jest tego dużo, zarekomenduję jedną, bardzo dobrą, wyczerpującą publikację pp. Tadeusza i Tomasza Chmielniaków – „Energetyka wodorowa”, wydaną przez PWN 2020. Taki poziom wiedzy na temat wodoru jest poziomem minimalnym, podstawowym dla inżyniera wkraczającego w świat tego obiecującego pierwiastka. ■



### Ostony przenośników taśmowych.

Firma Techmont oferuje ostony przenośników wykonane zarówno z tworzywa sztucznego jak i ostony metalowe wykonane z blachy falistej ocynkowanej ogniowo. Jest to jeden z najtańszych sposobów na zabezpieczenie taśmociągów, instalacji oraz ciągów technologicznych przed wpływem warunków atmosferycznych, pyleniem, dostępem osób niepowołanych jednocześnie zabezpieczając instalację pod kątem wymagań BHP.

Oferowane ostony dostępne są w 11 standardowych rozmiarach (dla każdego typu przenośnika taśmowego). W razie potrzeby ostony są w szybki i łatwy sposób demontowane i ponownie zakładane, a zróżnicowane systemy wizjerów rewizyjnych umożliwiają dostosowanie systemu oston do potrzeb każdej instalacji.



### System dławienia pyłów przemysłowych – mgła wodna

System powstał z myślą realizacji zadania wiązania pyłów przemysłowych. Stosunkowo prosta konstrukcja systemu zapewnia wysoką niezawodność a zastosowane dysze eliminują konieczność użycia sprężonego powietrza. Działanie polega na wytworzeniu mgły wodnej, która łączy się z cząstką ciała stałego zawieszona w powietrzu. System mgły wodnej z powodzeniem znajdzie zastosowanie przy takich obiektach jak: przesypy, sita, kruszarki, hałdy i inne, gdzie pojawia się zapylenie. Do podstawowych zalet należą: wysoka skuteczność, niskie zużycie wody, prosty montaż, niska cena.



# Atomowa szansa

– Polski program energetyki jądrowej jest jednym z największych w Europie, w związku z tym budowa tego sektora przemysłu to ogromna szansa, dzięki której wzrośnie długoterminowo konkurencyjność polskiej gospodarki, powstaną wysokiej jakości miejsca pracy, a firmy z branży będą mogły dalej rozwijać swoje kompetencje przy projektach na innych rynkach, realizowanych przez europejski przemysł – mówi **Thierry Deschaux**, dyrektor generalny przedstawicielstwa EDF SA w Polsce.

**Patryk Cyran:** Francja jest liderem europejskiego przemysłu jądrowego, z doświadczeniem sięgającym jeszcze lat 70.

**Thierry Deschaux:** Dokładnie w tym czasie, w związku z pierwszym kryzysem energetycznym w Europie, we Francji została podjęta decyzja o zmianie miksu energetycznego, aby uniezależnić się od dostaw kopalnych surowców energetycznych. W ciągu kolejnych 30 lat wybudowano tam 58 reaktorów jądrowych, w efekcie czego udział energii elektrycznej pochodzącej z węgla, ropy czy gazu spadł z 66% do zaledwie kilkunastu procent. Dziś przemysł jądrowy Francji – najsilniejszy w Europie – wspiera rozwój gospodarczy kraju, generując 175 mld euro obrotu, wartość dodaną 2% PKB i ponad 220 tys. bezpośrednich miejsc pracy. Warto dodać, że łańcuch dostaw Grupy EDF dla naszej najnowszej technologii reaktorów – EPR – w 95% opiera się na europejskich firmach i ten sam cel mamy dla naszej technologii SMR NUWARD. To przekłada się na naszą niezależność i suwerenność energetyczną, co jest dziś szczególnie aktualne w obliczu agresji Rosji na Ukrainę. EDF to jedyny europejski partner z europejskimi technologiami reaktorów jądrowych i europejskim łańcuchem dostaw.

**Do 2040 r. ponad 70% energii w Polsce ma pochodzić z atomu i OZE. Jak EDF może pomóc w naszej transformacji energetycznej?**

Francja to ponad 70% energii z atomu i 24% z OZE w produkcji energii elektrycznej. Przykład francuski pokazuje, że i w Polsce jest możliwa transformacja energetyki i budowa miksu opierającego się właśnie na źródłach odnawialnych i atomie, aby osiągnąć wartość „zero netto emisji CO<sub>2</sub>” w ciągu około 20 lat. Francja, bazując m.in.

**THIERRY DESCHAUX**  
dyrektor generalny  
przedstawicielstwa  
EDF SA w Polsce



foto: EDF SA

na doświadczeniu EDF, wie, jak to zrobić. Grupa EDF od ponad 20 lat jest obecna i w Polsce, współpracując z tutejszą energetyką. Dlatego doskonale zna potrzeby, wyzwania i potencjał branży oraz może zaproponować rozwiązania adekwatne do polskich potrzeb i realiów. Wnieść swoje wieloletnie doświadczenie w koordynacji na poziomie krajowym produkcji energii z atomu i OZE. Jesteśmy zresztą w ciągłym kontakcie z polskim rządem i spółką PEJ, z którymi rozmawiamy o wdrożeniu w Polsce technologii EPR. Widzimy postęp w tych rozmowach i mam nadzieję na jego utrzymanie w kolejnych miesiącach. Mamy świadomość różnic w podejściu do rozwoju energetyki jądrowej oraz potrzeb lokalnych, co uwzględniamy w naszych propozycjach i działaniach.

#### **Podkreślacie, że oferta EDF jest zintegrowana.**

Zintegrowana, czyli nie ma dzielenia odpowiedzialności. Jeden podmiot zajmuje się całym procesem kompleksowo: od projektowania przez budowę i wsparcie w eksploatacji, aż po opcjonalne zarządzanie paliwem i odpadami, a także szeregiem innych elementów, np. integracją produkcji elektrowni jądrowych z OZE w miksie energetycznym. W przypadku rozdziału odpowiedzialności na kilka podmiotów w ramach konsorcjum wykonawców rośnie prawdopodobieństwo błędów i opóźnień w realizacji przedsięwzięcia. A czas to pieniądz, szczególnie w projektach jądrowych, gdzie nie ma miejsca na przypadkowość. Sukces tego typu inwestycji może zapewnić tylko zespół najwyższej klasy specjalistów z ogromnym doświadczeniem płynącym ze zrealizowanych w warunkach europejskich projektów.

Kluczem do sukcesu jest również minimalizacja ryzyka poprzez wybór właściwego partnera do budowy elektrowni, który dzięki swojemu doświadczeniu i wiarygodności oferty pozwoli zapewnić optymalne oraz konkurencyjne finansowanie projektu. Niesprawdzone rozwiązania przełożą się na wydłużenie czasu realizacji i miliony złotych dodatkowych kosztów. Te wydatki mogą z kolei wpłynąć długoterminowo na rentowność inwestycji i na koszty energii dla obywateli, a także na konkurencyjność polskiej gospodarki.

#### **To, w jakim stopniu polskie firmy i obywatele skorzystają z rozwoju w Polsce energetyki jądrowej, zależy między innymi od tzw. *local content*, czyli stopnia zaangażowania rodzimych firm w budowę elektrowni. Czy według EDF uda się osiągnąć 50% *local content* przy polskich projektach jądrowych?**

EDF podkreśla potrzebę jak największego zaangażowania lokalnych firm w projekty budowy elektrowni jądrowych, ponieważ to gwarancja ich sukcesu oraz szansa rewitalizacji i dalszego rozwoju europejskiego przemysłu. Francja od dłuższego czasu zabiega o to na poziomie Unii Europejskiej, między innymi tworząc koalicję państw – w tym Polski – będących za rozwojem

energetyki jądrowej. Polski program energetyki jądrowej jest jednym z największych w Europie, w związku z tym budowa tego sektora przemysłu to ogromna szansa, dzięki czemu wzrośnie długoterminowo konkurencyjność polskiej gospodarki, powstaną wysokiej jakości miejsca pracy, a firmy z branży będą mogły dalej rozwijać swoje kompetencje przy projektach na innych rynkach, realizowanych przez europejski przemysł. Traktujemy Polskę bardzo poważnie jako naszego potencjalnie kluczowego partnera w europejskich projektach jądrowych. Zależy nam także na budowaniu potencjału lokalnych firm, ponieważ w planach Francji na najbliższe lata jest konsolidacja i rozwój europejskiego przemysłu jądrowego na rzecz europejskiej niezależności energetycznej.

”

Traktujemy Polskę bardzo poważnie jako naszego potencjalnie kluczowego partnera w europejskich projektach jądrowych

#### **Jednak trzeba pamiętać, że Polska nie ma doświadczenia w budowie elektrowni jądrowych. Co więc trzeba zrobić, by zapewnić możliwie duży *local content*?**

Już dziś EDF realizuje działania w celu identyfikacji potencjału zatrudnienia polskich firm do budowy elektrowni jądrowych. Zgromadzony wokół EDF francuski przemysł jądrowy współpracował wcześniej z polskimi firmami przy projektach we Francji, Finlandii czy Wielkiej Brytanii. Już ponad 60 spółek z Polski pracuje czy pracowało z nami lub z francuskimi firmami przy projektach jądrowych w Europie lub na świecie. Wśród nich są takie, jak: Elektrobudowa/Grupa Zarmen, Energomontaż Północ Gdynia, ECOL czy Rockfin. Rozwijamy tę współpracę pod kątem realizacji kolejnych projektów, w tym tych w Polsce. Po to, aby zwiększyć możliwości partnerstwa i zaangażowania polskich firm, wspólnie z IGEOS organizujemy cyklicznie Dni Dostawców z udziałem europejskich partnerów EDF. Zapraszamy polskie firmy na rozmowy z naszymi francuskimi partnerami. Chcemy, aby efektem tych spotkań były konkretne relacje biznesowe, a następnie umowy między polskimi firmami i naszymi europejskimi partnerami.

To nie wszystko. Już teraz współpracujemy z polskimi firmami z potencjalnego łańcucha dostaw. 79 przedsiębiorstw przeszło wstępną kwalifikację do udziału w programach budowy reaktorów EPR: czy to w Polsce, czy w innych krajach. To firmy takie jak ILF Consulting Engineers – biuro projektów specjalizujące się w studiach dotyczących lokalizacji elektrowni

jądrowych, APS Energia SA – lider w projektowaniu i produkcji systemów elektrycznych, HEXONIC Heat Exchangers – producent wymienników ciepła, Grupa Powen-Wafapomp SA – lider w produkcji pomp zata-pialnych dla wysp jądrowych elektrowni, czy firma Wakmet – producent zaworów.

Podsumowując, w porównaniu z już realizowanym projektem, nasza oferta jest konkurencyjna pod względem przemysłowym, technologicznym i kadrowym. A co najważniejsze, zwiększyłyby szanse na terminowe ukończenie polskiego programu jądrowego (PPEJ) na czas.

#### A czy jest konkurencyjna kosztowo?

Patrząc na budżet pierwszej polskiej elektrowni jądrowej, na podstawie tych informacji, które pojawiają się w przestrzeni publicznej, mogę powiedzieć, że oferta EDF jest konkurencyjna cenowo. Zapewnione przez EDF warunki kontraktowe projektu obniżają poziom ryzyka dla inwestora, co ma zdecydowany, pozytywny wpływ na konkurencyjne warunki finansowania zewnętrznego dla projektu elektrowni. Także w oparciu o doświadczenia naszych obecnych projektów widzimy, że know-how EDF przekłada się na redukcję ryzyka realizacji budowy, a więc i na „koszt pieniądza”.

Wieloletnie doświadczenie EDF w negocjacjach z Komisją Europejską w celu uzyskania zgód i możliwości finansowania przez UE także ma wpływ na optymalizację finansową projektu. Oczywiście, rząd francuski wyraża również gotowość do rozmów o finansowaniu. Propozycja długofalowego partnerstwa strategicznego ze strony EDF i rządu francuskiego, która towarzyszy naszej ofercie przemysłowej, jest ważna. Przypominam, że budowę kolejnych elektrowni jądrowych rozważają też inne europejskie kraje, takie jak m.in. Słowacja, Słowenia, Czechy i Holandia. To stwarza ogromną szansę na rewitalizację i rozwój silnego europejskiego przemysłu jądrowego. Pamiętajmy, że wybierając partnera do budowy drugiej elektrowni jądrowej rządowego programu, Polska będzie chciała zabezpieczyć realizację całości PPEJ do 2043 roku. Dlatego sukces naszego projektu opiera się

na pragmatyce przemysłowej, co stanowi fundament zintegrowanej oferty EDF dla Polski. Nasza oferta może być bardzo dobrym „benchmarkiem”, czyli punktem odniesienia dla projektu budowy pierwszej elektrowni jądrowej, który już wystartował.

#### Jednym z najważniejszych wyzwań dla projektów jądrowych jest ryzyko budowy i związany z nim budżet oraz harmonogram inwestycji. Co w tym obszarze ma do zaproponowania EDF? Jakie ryzyka projektu widzicie?

Oferta EDF obejmuje wszystkie etapy realizacji: od projektowania poprzez zakupy, budowę, uruchomienie i wsparcie w eksploatacji elektrowni. Poprzez swoją zintegrowaną propozycję EDF oferuje odpowiedzialność za całość budowy i osiągi elektrowni po jej uruchomieniu. Jeden partner, który ma kompetencje we wszystkich obszarach tego złożonego projektu, to mniejsze ryzyko dla budżetu i terminowości inwestycji. Nie ma bowiem ryzyka konfliktów w ramach konsorcjum.

Kadry to kolejny wyróżnik naszej oferty. EDF buduje już w Europie, bazując na technologii EPR, elektrownie i będzie stawiał kolejne, a dzięki wdrożeniu wniosków z budowy tzw. reaktorów FOAK i cyfryzacji projektowania i budowy, zoptymalizowaliśmy proces inwestycji i obniżyliśmy ryzyko budów. Na poziomie sektora jądrowego we Francji specjalny program „MATCH” pozwala mapować przyszłe potrzeby projektów i odpowiednio planować rozwój kadr i ich kompetycji. To kolejna optymalizacja przekładająca się na koszty realizacji budów elektrowni.

Istotne dla terminowości projektów jest też ryzyko związane z certyfikowaniem technologii reaktorów i projektów. Nasz reaktor EPR jest już certyfikowany przez trzy europejskie kraje. Pracujemy według europejskich standardów. W kontekście licencjonowania trzeba podkreślić, że bezpieczeństwo jądrowe to fundament projektu. Bez niego nie może on być wiarygodnym dla banków, a to klucz do zapewnienia konkurencyjnego finansowania. Każdy punkt procentowy więcej w koszcie finansowania inwestycji ma wpływ na ostateczny koszt energii dla odbiorców.

REKLAMA




BUDUJEMY MOŻLIWOŚCI POROZUMIENIA



Zapewnienie stabilnego i sprawdzonego łańcucha dostaw dla inwestycji to kolejny warunek terminowości projektu. A o to będzie w najbliższych latach trudno, gdyż w planach jest – jak wspomniałem – budowa co najmniej kilkunastu elektrowni jądrowych w Europie. EDF ma wielokrotnie większe od konkurencji zasoby i wsparcie istniejącego europejskiego łańcucha dostaw, co pozwala nam budować reaktory w Europie. Wieloetapowy proces lokalizacji łańcucha dostaw w Polsce, po to, by zabezpieczyć właściwą realizację budowy reaktorów EPR przez EDF, to już fakt. Od kilkunastu lat ponad 40 polskich firm uczestniczyło lub uczestniczy w budowie reaktorów EPR na świecie. Z kolejnymi 80 prowadzimy rozmowy. Te spółki mogą być partnerami przy realizacji drugiej elektrowni jądrowej w ramach PPEJ. Rozwój lokalnego łańcucha dostaw projektu to dla EDF warunek jego efektywności. Przykład inwestycji EDF w Wielkiej Brytanii – w Hinkley Point C, gdzie osiągnęliśmy poziom 64% wartości inwestycji zleconych miejscowym, brytyjskim firmom, czyli tzw. „local content” – pokazuje naszą skuteczność w angażowaniu lokalnego przemysłu w inwestycje jądrowe.

### Ostatnio coraz więcej mówi się o SMR-ach. Co możecie zaproponować Polsce w tym temacie?

SMR-y będą w dłuższej perspektywie niezbędne, żeby do końca zdekarbonizować sektor przemysłowy. Dla krajowego miksu energetycznego konieczna jest przede wszystkim budowa wielkoskalowych reaktorów jądrowych, ale patrząc na dzisiejszą strukturę wytwarzania energii, wiele kotłowni węglowych działa przy zakładach przemysłowych i żeby ten sektor w pełni zdekarbonizować, SMR-y będą bardzo potrzebne. Nieporozumieniem jest natomiast liczenie na to, że małe reaktory rozwiążą wszystkie problemy związane z energetyką węglową w skali kraju. Nie ma ekonomicznego sensu zastępowanie np. Elektrowni Bełchatów SMR-ami. To nieekonomiczne. Zarówno w Europie, jak i w Polsce nie spodziewam się SMR-ów działających na skalę przemysłową przed 2035 rokiem, czyli mówimy o ponad dekadzie. Ale choć będzie się to wiązało z wyzwaniami, widać dużą chęć w Europie, żeby tę technologię możliwie sprawnie komercjalizować.

Istnieją sprzeczne opinie dotyczące kosztów budowy SMR. Jedna mówi, że w przeliczeniu na 1 MW mocy zainstalowanej małe reaktory będą tańsze, inna, że droższe niż duże jednostki, a jeszcze inna podkreśla, że koszt budowy 1 MW w małych i dużych reaktorach będzie taki sam. Prawda jest jednak taka, że koszt budowy SMR może być, w przeliczeniu na jednostkę mocy, porównywalny, ale musi być spełnionych wiele warunków. Jeśli będziemy mieli jeden wspólny produkt dla wielu rynków, jeżeli będziemy mieli duży popyt ze strony klientów i łańcuch dostaw, który będzie mógł zabezpieczyć produkcję modułowych elementów, wtedy osiągniemy odpowiedni poziom efektywności. W każdym innym przypadku pojedynczy SMR będzie rozwiązaniem droższym.

### Proszę powiedzieć jeszcze trochę o wspomnianym projekcie SMR NUWARD.

W przypadku SMR NUWARD jesteśmy obecnie na etapie projektowania podstawowego – na przełomie lat 2025/26 chcemy zakończyć tę fazę prac. Wtedy technologia będzie gotowa do komercjalizacji. Pierwszy SMR NUWARD ma powstać we Francji, jego budowę planujemy rozpocząć w 2030 r.

Do sukcesu SMR potrzebne są dwa czynniki: odpowiednie regulacje i dobrze przygotowany przemysł. Żeby zapewnić powodzenie swojego projektu SMR, EDF przygotował dwie inicjatywy już na tym etapie prac. Pierwsza z nich to INAB (International NUWARD Advisory Board), czyli grupa doradcza składająca się z naukowców i przedstawicieli przemysłu m.in. z Kanady, Wielkiej Brytanii, Finlandii, Indii, Czech, Włoch i Francji. Rada ta spotyka się dwa razy w roku i jej zadaniem jest krytyczna ocena rozwiązań, jakie proponuje EDF. Druga inicjatywa wiąże się z dozorami jądrowymi. EDF współpracuje z dozorami z Francji, Czech i Finlandii; przedstawiciele dozorów zajmują się weryfikacją tego, czy rozwiązania projektowe SMR NUWARD pozwoliłyby przejść licencjonowanie w tych krajach. Kolejne dozory jądrowe z trzech europejskich państw zadeklarowały przystąpienie do ww. prac.

”

SMR-y będą w dłuższej perspektywie niezbędne, żeby do końca zdekarbonizować sektor przemysłowy

### Z iloma partnerami w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej EDF rozmawia na temat współpracy w dziedzinie SMR-ów?

Mamy obecnie jednego partnera w Polsce, firmę Respect Energy, z którą rozmawiamy na temat co najmniej jednego projektu SMR. Chcemy realizować to przedsięwzięcie najszybciej jak to będzie możliwe. W kilku innych europejskich krajach współpracujemy natomiast zarówno w kwestii dużego, jak i małego atomu. Celem kooperacji z Respect Energy jest rozpoczęcie budowy SMR NUWARD w Polsce zaraz po rozpoczęciu realizacji projektu francuskiego. Obecnie szukamy odpowiednich lokalizacji.

Rozmawiał Patryk Cyran,  
czasopisma Kierunek Energetyka oraz  
portalu kierunekENERGETYKA.pl ■



# GWARANCJE POCHODZENIA CIEPŁA Z ODNAWIALNYCH ŹRÓDŁ ENERGII

w ramach lokalnej energetyki rozproszonej

---

**mgr Jakub Mikołaj Kmieć**

doktorant w Szkole Doktorskiej Uniwersytetu Śląskiego

Gwarancje pochodzenia ciepła mogą być wykorzystane w ramach inicjatyw z zakresu energetyki zdecentralizowanej do osiągnięcia zarówno celów środowiskowych, jak i finansowych wytwórców ciepła z OZE.

**E**nergia odnawialna stanowi kluczowy element procesu przejścia na czystą energię w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. Ambicją UE wyrażoną w tym dokumencie jest osiągnięcie do roku 2050 neutralności klimatycznej regionu UE. Instrumentami do uzyskania tego celu są propono-

wane i wprowadzane rozwiązania prawne wchodzące w skład pakietów propozycji legislacyjnych, m.in. Clean energy for all Europeans<sup>1</sup>, Fit for 55<sup>2</sup>, REPowerEU<sup>3</sup>. Rozwiązania w nich zawarte są holistyczne, obejmują różne sektory gospodarki, w tym elektroenergetyki i ciepłownictwa. Wyznaczone cele polityki

energetycznej realizowane są na poziomie unijnym, krajowym, ale również lokalnym, co stanowi przejaw liberalizacji i decentralizacji rynków energii<sup>4</sup>. Decentralizacja energetyki oraz powiązana z nią idea energetyki obywatelskiej powodują, że „osoby prywatne, organizacje, instytucje i przedsiębiorstwa spoza sektora energetycznego biorą czynny udział w wytwarzaniu, przesyłaniu i zarządzaniu energią<sup>5</sup>”.

Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040)<sup>6</sup> odzwierciedla opisane wyżej cele na poziomie krajowym. Relewantne postanowienia PEP2040 dotyczące energetyki rozproszonej zakładają m.in., że „rozwijać się będzie także energetyka rozproszona oparta o wytwarzanie energii z OZE [...] przez podmioty indywidualne (np. aktywnych odbiorców, prosumentów energii odnawialnej i innych) i społeczności energetyczne (np. klastry energii, spółdzielnie energetyczne). Przewiduje się do 2030 r. ok. 5-krotny wzrost liczby prosumentów i zwiększenie do 300 liczby obszarów zrównoważonych energetycznie na poziomie lokalnym<sup>7</sup>”. Z kolei w zakresie energetyki ciepłej „celem jest, aby w 2030 r. co najmniej 85% spośród systemów ciepłowniczych lub chłodniczych, w których moc zamówiona przekracza 5 MW spełniało kryteria efektywnego energetycznie systemu ciepłowniczego<sup>8</sup>, czyli – zgodnie z art. 7b ust. 4 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne<sup>9</sup> – wykorzystującego do produkcji ciepła w 50% odnawialne źródła energii [OZE] lub w 50% ciepło odpadowe lub w 75% ciepło pochodzące z kogeneracji lub w 50% wykorzystujące połączenie ww. energii i ciepła.

Niewątpliwie zatem celami są: transformacja energetyki ciepłej w kierunku wytwarzania ciepła z OZE oraz jednocześnie częściowa, lokalna decentralizacja wytwarzania energii poprzez rozwój społeczności energetycznych.

### Instytucje prawne z zakresu energetyki rozproszonej i systemy wsparcia ich działalności

Wspomniane powyżej społeczności energetyczne (SE) stanowią sposób organizacji zbiorowych działań w obszarze wytwarzania energii, zogniskowanych wokół otwartej, demokratycznej partycypacji i współzarządzania, przynoszący korzyści członkom bądź/i lokalnej społeczności<sup>10</sup>. Unijne ramy prawne dla SE są częścią pakietu *Clean energy for all Europeans package*<sup>11</sup>, regulującego m.in. obywatelskie społeczności energetyczne (ang. *Citizen energy communities*) oraz społeczności energetyczne działające w zakresie energii odnawialnej (ang. *Renewable energy communities*).

Bezpośrednią implementacją SE do prawa polskiego są obywatelskie społeczności energetyczne wprowadzone do Prawa energetycznego nowelizacją z dnia 28.07.2023 r.<sup>12</sup>, która weszła w życie 7.09.2023 r. Niemniej od 2016 roku funkcjonują (regulowane ustawą z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii<sup>13</sup>) także inne inicjatywy z zakresu energetyki

zdecentralizowanej – spółdzielnie energetyczne<sup>14</sup> oraz klastry energii<sup>15</sup>. Przedmiotem ich działalności są m.in.: wytwarzanie energii elektrycznej lub biogazu, lub biogazu rolniczego, lub biometanu, lub obrót nimi, ich magazynowanie. Mimo posiadania pewnych cech wspólnych, obie instytucje należy uznać za różne modele energetyki zdecentralizowanej.

Dla spółdzielni energetycznych i klastrów energii ustawodawca przewidział dedykowane systemy wsparcia<sup>16</sup> bazujące na modelu autokonsumpcji wytwarzanej przez ich członków energii. Zakładają one nienaliczanie i niepobieranie części opłat dla energii elektrycznej wytworzonej w instalacjach należących do członków spółdzielni energetycznej lub klastra energii, a następnie zużytej przez jej członków oraz na jednoczesnym nienaliczaniu całości (w przypadku spółdzielni energetycznych) lub części (w przypadku klastrów energii) opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków. W przypadku spółdzielni energetycznych obowiązuje zakaz sprzedaży wytworzonej energii na zewnątrz spółdzielni, przy czym funkcjonuje rozliczenie ilości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w celu jej zużycia na potrzeby własne przez spółdzielnię energetyczną i jej członków w stosunku ilościowym 1 do 0,6, co stanowi jedną ze składowych systemów wsparcia. Przedmiot działalności spółdzielni energetycznej może dotyczyć jedynie OZE, natomiast klastra energii – zarówno OZE, jak i źródeł konwencjonalnych.

”

Energia odnawialna stanowi kluczowy element procesu przejścia na czystą energię w ramach Europejskiego Zielonego Ładu

Mimo dopuszczenia *ex lege* prowadzenia w ramach tych inicjatyw szeregu działalności mających za przedmiot energię elektryczną, ciepło, paliwa, biogaz lub biogaz rolniczy, lub biometan, systemy wsparcia dotyczą tylko jednego z rodzajów energii – energii elektrycznej. To z kolei rodzi pytania o możliwość wsparcia wytwarzania z odnawialnych źródeł innych nośników energii, w tym ciepła.

### Gwarancje pochodzenia ciepła lub chłodu z OZE

Po raz pierwszy w prawie UE gwarancje pochodzenia pojawiły się w 2001 r.<sup>17</sup>, natomiast w prawie polskim – w 2013 r. w Prawie energetycznym, a następn-

nie, wraz z uchwaleniem ustawy OZE, zostały do niej przeniesione. Pierwotnie przewidywano instytucje gwarancji pochodzenia wyłącznie dla energii elektrycznej. Jednocześnie funkcjonowały świadectwa pochodzenia będące zbywalnymi prawami majątkowymi tworzącymi system wsparcia dla wytwarzania energii elektrycznej z OZE. Żadna z dwóch wymienionych instytucji nie dotyczyła wytwarzania ciepła. Jednakże na mocy jednej z ostatnich nowelizacji<sup>18</sup> ustawy OZE, której przepisy wejdą w życie w styczniu 2024 r., gwarancje pochodzenia będą mogły być wydawane także dla biometanu, wodoru odnawialnego oraz dla ciepła lub chłodu.

Zgodnie z art. 120 ustawy OZE w brzmieniu nowelizowanym, gwarancja pochodzenia wydawana dla ciepła jest jedynym dokumentem poświadczającym odbiorcy końcowemu, że określona w tym dokumencie ilość ciepła została wytworzona z odnawialnych źródeł energii w instalacjach odnawialnego źródła energii i wprowadzona do sieci ciepłowniczej, do której jest przyłączony co najmniej jeden odbiorca inny niż podmiot produkujący ciepło.

”

W UE, a także w Polsce, obserwuje się tendencje wzrostowe w zakresie cen gwarancji pochodzenia oraz intensywności obrotu

Kolejne artykuły ustawy OZE regulują wymogi i procedurę wydawania gwarancji pochodzenia, co następuje na wniosek wytwórcy ciepła złożony do przedsiębiorstwa energetycznego zajmującego się przesyłaniem lub dystrybucją ciepła w terminie 30 dni od dnia zakończenia wytwarzania ilości ciepła objętej wnioskiem. Przedsiębiorstwo energetyczne następnie przekazuje wniosek Prezesowi URE, który w przypadku wniosku niezawierającego błędów wydaje gwarancję pochodzenia, będącą ponadto przedmiotem wpisu do rejestru gwarancji pochodzenia.

Z gwarancji pochodzenia nie wynikają prawa majątkowe, jednakże mogą one zostać zbyte, co następuje niezależnie od korzystania z mechanizmów i instrumentów wspierających wytwarzanie energii oraz nie stanowi pomocy publicznej. W przypadku, gdy wytworzona z odnawialnych źródeł energii w instalacji odnawialnego źródła energii energia elektryczna, biometan, ciepło albo chłód, wodór odnawialny, biogaz lub biogaz rolniczy, dla których wydano gwarancję pochodzenia, zostały na potrzeby wytworzenia ciepła poddane konwersji energetycznej, wydanie gwarancji pochodzenia jest poprzedzone umorzeniem dotychczasowej gwarancji pochodzenia dla nośnika

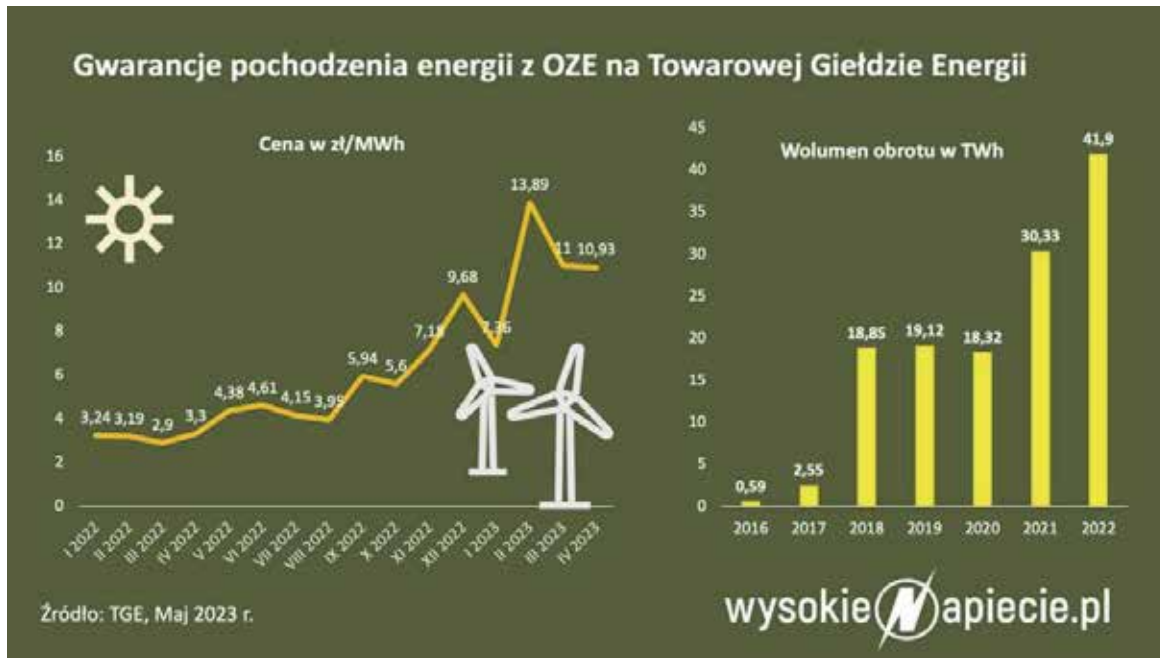
pierwotnego energii (zakaz podwójnego naliczania). Elementem wniosku o wydanie gwarancji pochodzenia dla energii cieplnej powstałej w procesie konwersji energetycznej jest potwierdzenie umorzenia gwarancji pochodzenia wydanej dla nośnika pierwotnego energii wykorzystanego w tym procesie, a zatem niemożliwe będzie uzyskanie gwarancji pochodzenia dla ciepła powstałego w procesie konwersji konwencjonalnego nośnika energii pierwotnej (np. gazu lub energii elektrycznej wytworzonej z paliw kopalnych, konwertowanej do energii cieplnej przy wykorzystaniu pomp ciepła).

W UE, a także w Polsce obserwuje się tendencje wzrostowe w zakresie cen gwarancji pochodzenia oraz intensywności obrotu. Zgodnie z raportem „Podsumowanie działalności TGE we wrześniu 2023 r.<sup>19</sup>”, obroty gwarancjami pochodzenia dla energii elektrycznej wytworzonej w OZE wyniosły we wrześniu 2023 r. 1584740 MWh, a średnia ważona cena gwarancji dla energii elektrycznej ukształtowała się na poziomie 16,53 zł/MWh, co stanowi ok. 3,1% ceny średniej ważonej wolumenem obrotu energii elektrycznej na RDN (530,79 zł/MWh).

#### Wykorzystanie gwarancji ciepła w inicjatywach z zakresu energetyki zdecentralizowanej

Tendencje w zakresie ceny i obrotu mogą pozostać aktualne w zakresie gwarancji pochodzenia ciepła z OZE. Dla ciepła brak jest systemu wsparcia porównywalnego do systemów wsparcia, które obejmują energię elektryczną (system wsparcia dla wysokosprawnej kogeneracji swym zakresem obejmuje wytworzoną energię elektryczną). Również systemy wsparcia wspomnianych inicjatyw z zakresu energetyki zdecentralizowanej swym zakresem nie obejmują ciepła. Czy gwarancje pochodzenia ciepła z OZE mogą stanowić pewną zachętę dla jego wytwórców? Niewątpliwie tak. Z jednej strony, na poziomie lokalnej energetyki zdecentralizowanej, możliwe jest wprowadzenie umownego obowiązku umarzania gwarancji pochodzenia przez wytwórców ciepła będących członkami takiej inicjatywy. Korelatem obowiązku wytwórcy mogą być różnego rodzaju przyznane korzyści, np. zwolnienie z płatności składki członkowskiej lub niższe ceny zakupu energii pierwotnej produkowanej w ramach takiej inicjatywy, a zasilającej jednostkę wytwórczą ciepłą (np. niższa cena sprzedaży energii elektrycznej produkowanej przez członka klastra energii zużytej na potrzeby zasilania pompy ciepła innego członka klastra energii). Z drugiej strony, zakupem takich gwarancji zainteresowani mogą być przedsiębiorcy zobowiązani do raportowania swojego wpływu na środowisko, w tym wysokości śladu węglowego. Takie podmioty są stronami systemu informatycznego Rejestru Gwarancji Pochodzenia<sup>20</sup>.

\*\*\*



RYS. 1

Ceny gwarancji pochodzenia energii elektrycznej z OZE; (źródło: portal Wysokieapięcie.pl, <https://wysokieapięcie.pl/87509-rzad-siega-glebiej-po-pienia-dzie-ze-sprzedazy-zielonej-energii>)

Biorąc powyższe pod uwagę, gwarancje pochodzenia ciepła mogą być wykorzystane w ramach inicjatyw z zakresu energetyki zdecentralizowanej do osiągnięcia zarówno celów środowiskowych, jak i finansowych wytwórców ciepła z OZE, stanowiąc pewną formę dopełnienia systemów wsparcia dla klastrów energii oraz spółdzielni energetycznych.

#### Przypisy

- [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en) (dostęp:13.10.2023 r.)
- <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (dostęp: 13.10.2023 r.).
- [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-reu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_pl#kolejne-dzia%C5%82ania](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-reu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_pl#kolejne-dzia%C5%82ania) (dostęp: 13.10.2023 r.). Szerzej na temat liberalizacji rynku energii: B. Nowak, Wewnętrzny rynek energii w UE, Warszawa 2009, s. 64-99.
- A. Dyląg, A. Kassenberg, W. Szymalski, Energetyka obywatelska w Polsce – analiza stanu i rekomendacje do rozwoju, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2019, s. 11.
- Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r., Monitor Polski 2021 r. poz. 264, <https://www.dziennikustaw.gov.pl/MP/2021/264> (dostęp:13.10.2023 r.). Obecnie trwają prace nad aktualizacją PEP2040, <https://www.gov.pl/web/klimat/prekonsultacje-w-zkresie-aktualizacji-dokumentow-strategicznych-kpeikpep2040> (dostęp: 13.10.2023 r.).
- PEP2040, str. 10.
- PEP2040, str. 11.
- (tj. Dz. U. z 2022 r. poz. 1385 z późn. zm.), Prawo Energetyczne.
- A. Caramizaru, A. Uihlein, Energy communities: an overview of energy and social innovation, EUR 30083 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, doi:10.2760/180576, JRC119433, s. 4.
- Więcej informacji na temat pakietu pod adresem znajduje się na stronie internetowej Komisji Europejskiej pod adresem: [https://energy.ec.europa.eu/topics/ener-gy-strategy/clean-energy-all-europeans-package\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/ener-gy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en) (dostęp:13.10.2023 r.).

- Ustawa z dnia 28 lipca 2023 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. poz. 1681), której projekt był znany jako UC74 – od numeru projektu w wykazie prac legislacyjnych. Obywatelskie społeczności energetyczne są definiowane w art. 2 pkt. 13f Prawa Energetycznego. Regulacja ram prawnych dla ich funkcjonowania znajduje się w Rozdziale 2e, art. 11zi – 11zo. (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 1436 z późn. zm.), Ustawa OZE.
- Definiowane w art. 2 pkt 33a. Regulacja ram prawnych dla ich funkcjonowania znajduje się w art. 38c – 38o Ustawy OZE.
- Definiowane w art. 2 pkt 15a. Regulacja ram prawnych dla ich funkcjonowania znajduje się w art. 38aa – 38af Ustawy OZE.
- Regulowane odpowiednio: a) w art. 38c Ustawy OZE – system wsparcia dla spółdzielni energetycznych, b) w art. 184k – 184m Ustawy o OZE – system wsparcia dla klastrów energii.
- Ustawodawca unijny posłużył się terminem gwarancji pochodzenia w przepisach dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/77/WE z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych (Dz.U. L 283 z 27.10.2001, str. 33), porównaj M. Kapalski, Geneza i status prawny dokumentu gwarancji pochodzenia energii ze źródeł odnawialnych jako dokumentu potwierdzającego ślad środowiskowy, w świetle uregulowań krajowych. Uwagi *de lege ferenda*, internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny 2019, nr 1(8), DOI: 10.7172/2299-5749.IKAR.1.8.6, str. 55.
- Ustawa z dnia 17 sierpnia 2023 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2023 r. poz. 1762), której projekt był znany jako UC99 – od numeru projektu w wykazie prac legislacyjnych. Raport pt. Podsumowanie działalności TGE we wrześniu 2023 r., [https://tge.pl/aktualnosci-dane-statystyczne-czytaj?cmn\\_id=91654&title=Podsumowanie+-dzia%C5%82alno%C5%9Bci+TGE+we+wrze%C5%9Bniu+2023+r.](https://tge.pl/aktualnosci-dane-statystyczne-czytaj?cmn_id=91654&title=Podsumowanie+-dzia%C5%82alno%C5%9Bci+TGE+we+wrze%C5%9Bniu+2023+r.) (dostęp: 13.10.2023 r.).
- Według stanu na dzień 06.10.2023 r. Rejestr Gwarancji Pochodzenia liczył 2226 członków; <https://tge.pl/rejestr-gwarancji-pochodzenia> (dostęp: 13.10.2023 r.). ■



**Zapewniamy kompleksowe wsparcie w trakcie całego procesu – od montażu urządzeń pompowych, poprzez uruchomienie i właściwą eksploatację.**

Pompax działa na polskim rynku od **ponad 30 lat.**

Prowadzimy **profesjonalny autoryzowany serwis pomp** oraz obsługę konserwacyjną urządzeń pompowych.



## Pompax nowoczesne centrum serwisowe

Pompax to serwis multibrandowy. Dostosowujemy działania do konstrukcji pompowych i wymagań obiektowych, bez względu na rodzaj producenta.

Wykonujemy naprawy, remonty, przeglądy i diagnostykę pomp stacjonarnie i u klienta. Zapraszamy do najnowocześniejszego Centrum Serwisowego, ponad 1000 m<sup>2</sup> powierzchni warsztatowej.

## iService platforma internetowa B2B wraz z aplikacją mobilną

- ▶ pełna ewidencja urządzeń pompowych
- ▶ możliwość zarządzania urządzeniami pompowymi w różnych obiektach z jednego poziomu
- ▶ historia przeglądów i remontów wraz z pełną dokumentacją serwisową
- ▶ szybki panel "ZGŁOŚ AWARIĘ"
- ▶ wsparcie w zakresie optymalizacji energetycznej urządzeń pompowych

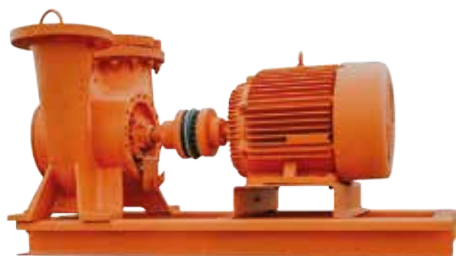


Skontaktuj się z nami

ul. Przemysłowa 7a  
64-130 Rydzyna

Tel: +48 65 529 99 16

pompax@pompax.pl  
www.pompax.pl



## Nowoczesny serwis pomp w Polsce

Działamy w oparciu o specjalistyczną wiedzę i umiejętności, poparte wieloletnim doświadczeniem.



# WADEMEKUM

## transformacji ciepłownictwa

– Wypracowane przez konsorcjum, do którego należymy, rozwiązania będą stanowić swego rodzaju wademekum transformacji energetycznej dla wszystkich przedsiębiorstw ciepłowniczych, które dziś wykorzystują węgiel – podkreśla **Mirosław Romanowicz**, członek zarządu ECO ds. operacyjnych, z którym rozmawiamy o inwestycjach spółki w kontekście przyszłości polskiego ciepłownictwa.

**Patryk Cyran:** Cele rozwojowe ECO SA na najbliższe lata zapewne nierozzerwalnie wiążą się z transformacją ciepłownictwa?

**Mirosław Romanowicz:** Rzeczywiście tak jest. Plany na przyszłość koncentrują się wokół transformacji naszych źródeł energii w całej Grupie Kapitałowej ECO. Aktualnie mierzymy się z wyzwaniami, jakie stawia Unia Europejska, ale też tymi, które sami sobie wyznaczamy. Naszym nadrzędnym celem jest dziś odejście od węgla, w jak najkrótszym czasie.

Mając na uwadze infrastrukturę, jaką posiada GK ECO, jak i jej rozległość, niezwykle trudnym przedsięwzięciem – pod względem technicznym i finansowym – jest przeprowadzenie transformacji energetycznej całego naszego majątku tak, aby stał się on w pełni „zielony”. Ale nad tym zadaniem nie pracujemy od dziś, a główne cele rozwojowe są tak naprawdę konsekwencją kierunku, który obraliśmy już jakiś czas temu.

**Postawiliście m.in. na zwiększenie udziału gazu w miksie paliwowym.**

Tak, ale pod warunkiem maksymalnego wykorzystania procesu jego spalania – stąd dynamiczny rozwój źródeł kogeneracyjnych. Budujemy je wszędzie tam, gdzie to możliwe i opłacalne. Pozyskujemy na ten cel środki unijne, wygrywamy aukcje kogeneracyjne. I już dziś widzimy pierwsze efekty naszej transformacyjnej pracy. Tylko w 2023 roku



**MIROSŁAW  
ROMANOWICZ**  
członek zarządu ECO  
ds. operacyjnych

foto: ECO

BUDOWA FARMY  
FOTOWOLTAICZNEJ  
o mocy 1 MW  
w Opolu



fot. ECO

ograniczyliśmy zużycie węgla w miksie paliwowym GK ECO o kolejne ponad 10%.

#### Układy wysokosprawnej kogeneracji gazowej są jednak rozwiązaniem przejściowym.

Dlatego równolegle prowadzimy prace nad zaizolowaniem naszych systemów ciepłowniczych przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii czy ciepła odpadowego. Konsekwentne zwiększenie procentowego udziału zielonego ciepła ma strategiczne znaczenie dla utrzymania statusu przedsiębiorstwa efektywnego energetycznie, co daje możliwości pozyskiwania środków na dalszą transformację. To cel priorytetowy dla wszystkich systemów ciepłowniczych GK ECO.

”

Dla wszystkich naszych inżynierów zielone technologie nie są już dzisiaj niczym nowym – znają je i dzięki temu możemy rozważać, jak je wykorzystać w procesie transformacji GK ECO

#### Trwają też prace związane z uruchomieniem nowego kotła gazowego w Opolu – jak przebiegają?

ECO przeprowadziła w ostatnim czasie szereg modernizacji ograniczających moc kotłów węglowych, dostosowując te jednostki do nowych, zaostrożonych od 2023 roku wymagań środowiskowych. Pojawiła się konieczność zabezpieczenia niezbędnej mocy cieplnej potrzebnej w systemie ciepłowniczym w Opolu, stąd inwestycja w nowy kocioł gazowy. Jego moc to 18 MW, prace montażowe dobiegają końca, a Gaz System rozbudował swoją infrastrukturę sieciową, zabezpie-

czając zwiększenie dostaw do ECO. Wszystko jest na dobrej drodze, aby zgodnie z planem kocioł rozpoczął funkcjonowanie na początku 2024 roku.

Jego uruchomienie w miejsce jednostek węglowych spowoduje zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> o połowę z każdego GJ, który ten kocioł wyprodukuje, w porównaniu z kotłami węglowymi. Jak wszystkie montowane obecnie w GK ECO jednostki gazowe, tak i opolski kocioł jest przystosowany do współspalania w nim wodoru.

#### Wiele mówi pan o „zielonej transformacji”. Jakie generalnie działania podejmuje ECO SA, aby zminimalizować swój wpływ na środowisko naturalne?

Od wielu lat konsekwentnie pracujemy nad zmniejszeniem wpływu na środowisko. Wśród realizowanych zadań inwestycyjnych są zarówno te, które dotyczą źródeł ciepła, ale też inwestycje w infrastrukturę sieciową. Wszystkie nasze źródła są uzbrojone w systemy oczyszczania spalin, a tam, gdzie to konieczne – również w instalacje odsiarczania i odazotowania. Pozyskaliśmy ogromne środki na modernizację sieci ciepłowniczych – każda wymiana sieci tradycyjnych na preizolowane pociąga za sobą zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną, a w konsekwencji minimalizację emisji pyłów i CO<sub>2</sub>. Nowoczesne, preizolowane sieci ciepłownicze stanowią już prawie 70% całej naszej infrastruktury sieciowej.

Generalnie inwestycje, które transformują Grupę Kapitałową ECO na zieloną stronę mocy, są u nas priorytetem. Pod uwagę bierzemy każdą dostępną technologię, na przykład geotermię, pozyskanie ciepła odpadowego, współspalanie biomasy czy wielkoskalowe pompy ciepła.

**Waszym najbardziej zaawansowanym projektem – patrząc na wymienione obszary – jest dziś budowa ciepłowni geotermalnej w Kutnie.**





FOTOWOLTAICZNA  
WIATA ROWEROWA  
w budowie

To właśnie lokalne uwarunkowania sprawiają, że w Kutnie są największe szanse na realizację takiej inwestycji. Badania i analizy techniczne wskazują, że znajdujące się w tej części kraju zasoby geotermalne pozwalają stworzyć w pełni „zielony” system ciepłowniczy.

Kolejną gałąź inwestycyjną w naszym planie to układy fotowoltaiczne, które zabudowujemy we wszystkich naszych obiektach. W pierwszej kolejności układy te były budowane na potrzeby autokonsumpcji naszych instalacji, jednak teraz chcemy zmienić skalę tych przedsięwzięć i produkować energię wprowadzając ją do krajowego systemu energetycznego. Budowa takiej instalacji dobiega końca w Opolu. Wszędzie, gdzie to możliwe rozważamy też wykorzystanie ciepła odpadowego. Prowadzimy szereg rozmów z firmami, które są w obrębie naszych sieci i wytwarzają odpad w postaci ciepła.

”

Tylko w 2023 roku udało nam się ograniczyć zużycie węgla w miksie paliwowym GK ECO o kolejne ponad 10%

Transformacja energetyczna to nie tylko majątek ciepłowniczy, ale też ludzie. Inwestujemy w rozwój naszych pracowników. Dla wszystkich naszych inżynierów zielone technologie nie są już dzisiaj niczym nowym – znają je i dzięki temu możemy rozważać, jak je wykorzystać w procesie transformacji GK ECO.

W Grupie Kapitałowej ECO w całej Polsce pracuje niemal 900 osób, dlatego działania ekologiczne realizujemy nie tylko na płaszczyźnie technologicznej, związanej wprost z produkcją i dystrybucją energii.

Z troską o środowisko digitalizujemy też większość procesów realizowanych w przedsiębiorstwach naszej Grupy, m.in. obieg korespondencji i dokumentów księgowych, zarządzanie serwisem technicznym czy komunikację wewnętrzną.

Warto tu dodać, jako ciekawostkę, że na terenie ECO w Opolu, przy ul. Harcerskiej znajduje się – popularna wśród pracowników – fotowoltaiczna wiata rowerowa ze stacją ładowania. Nasi zatrudnieni to bardzo świadomi konsumenci, dlatego ich ekologiczne podejście do życia przekłada się na każdą aktywność zarówno w sferze zawodowej, jak i prywatnej.

### Jak pozyskujecie finansowanie dla realizowanych projektów?

Staramy się wykorzystać każdą okazję do tego, aby uzyskać bezzwrotne środki służące realizacji inwestycji (dotacje). Do tej pory byliśmy w tym zakresie bardzo skuteczni, dlatego dziś nie stoimy u progu transformacji, tylko jesteśmy już w drodze. Oczywiście, oprócz dotacji będziemy potrzebowali środków kredytowych. Obecnie trwają rozmowy z naszymi partnerami finansowymi. Dotychczasowe ustalenia dobrze rokują na przyszłość.

### Na czym polega program dekarbonizacji SET\_HEAT, do którego dołączyła Energetyka Ciepła Opolszczyzny SA?

W ramach wieloletniego programu LIFE, zorientowanego na wspieranie działań na rzecz środowiska i klimatu, zarządzanego przez Komisję Europejską, będziemy wspólnie z partnerami z pięciu krajów realizować program SET\_HEAT. W ramach międzynarodowej współpracy naukowo-branżowej powstaną konkretne plany inwestycyjne związane z dekarbonizacją systemów ciepłowniczych i produkcją „zielonego” ciepła. Ciepłownie i elektrociepłownie GK ECO będą swoistym poligonem badawczym do stworzenia planów umożliwiających przemianę tradycyjnych, wysokotemperaturowych systemów ciepłowniczych w systemy efektywne, zgodnie z definicją unijnej dyrektywy EED, która odgrywa kluczową rolę w dążeniu do neutralności klimatycznej do 2050 roku.

Konsorcjum, którego jesteśmy częścią, otrzymało na realizację tego programu 1,5 mln euro. Wypracowane rozwiązania będą stanowić swego rodzaju wademekum transformacji energetycznej dla wszystkich przedsiębiorstw ciepłowniczych, które dziś wykorzystują węgiel.

Inna sprawa to poziom trudności w ścieżkach dojścia do neutralności klimatycznej i wynikające z niego wyzwania. Przedsiębiorstwa ciepłownicze różnią się od siebie i dlatego na różnych zasadach i w różnym tempie będą się zmieniać. W obliczu tego wyzwania siłą ECO jest Grupa Kapitałowa z całą swoją różnorodnością terytorialną, technologiczną i personalną. Może się wydawać, że więcej źródeł to więcej wyzwań i na pewno tak jest, ale to też więcej pomysłów i możliwości. Rozwój OZE, wykorzystanie



GOŚCIE NA  
UROCZYSTYM  
OTWARCIU  
układu  
wysokosprawnej  
kogeneracji gazowej  
w Opolu

geotermii, ciepła odpadowego, biomasy czy wreszcie zaangażowanie w kwestię zielonego wodoru są możliwe właśnie ze względu na naszą różnorodność. I dlatego nasz udział w programie SET\_HEAT może przynieść bardzo dużo korzyści dla wszystkich przedsiębiorstw z branży, które będą mogły korzystać z wypracowanych rozwiązań.

#### Rozpoczął się kolejny sezon grzewczy. Przygotowania przebiegały bez zakłóceń?

Trzeba podkreślić, że nasz sezon remontowo-inwestycyjny od kilku dobrych lat się nie kończy. Sukcesywnie modernizujemy majątek ciepłowniczy, a każde ze zrealizowanych zadań w mniejszym lub większym stopniu podnosi bezpieczeństwo dostaw energii. Zarówno dywersyfikacja źródeł wynikająca ze strategii dekarbonizacyjnej, jak też inwestycje w infrastrukturę sieciową przynoszą wymierne korzyści dla produkcji i logistyki dostaw do naszych odbiorców. Możemy się przy tym pochwalić bardzo sprawną organizacją i doskonałym zabezpieczeniem opału. Realizacją tego procesu zajmuje się spółka córka ECO Logistyka. A jeśli już pojawiają się jakieś problemy w dostawach energii, to mamy gwarancję szybkich i skutecznych interwencji innej naszej spółki córki ECO Serwis. Taki podział zadań i odpowiedzialności sprawia, że w ciągu ostatnich 3 lat nie naliczyliśmy żadnej bonifikaty z tytułu przerw w dostawie ciepła.

#### Jaka przyszłość czeka ciepłownictwo? Poza wspomnianym wielokrotnie „zazielenieniem”?

W mojej ocenie w najbliższych latach nastąpi elektryfikacja ciepłownictwa. Myślę, że większość prac prowadzonych w tym sektorze, a wynikająca z nowych regulacji, będzie powiązana z energią elektryczną. Już teraz zauważamy bardzo duży przyrost mocy źródeł produkujących zieloną energię. 10 czerwca 2023 r. po raz pierwszy w Polsce odnotowano ujemne ceny energii elektrycznej na rynku dnia następnego, co świadczy o jej okresowej dużej nadpodaży, ze źródeł odnawialnych, przy ograniczonym zapotrzebowaniu w systemie. Zagospodarowanie tych nadwyżek będzie w przyszłości stanowić bardzo istotny potencjał do wykorzystania w ciepłownictwie m.in. przy produkcji wodoru.

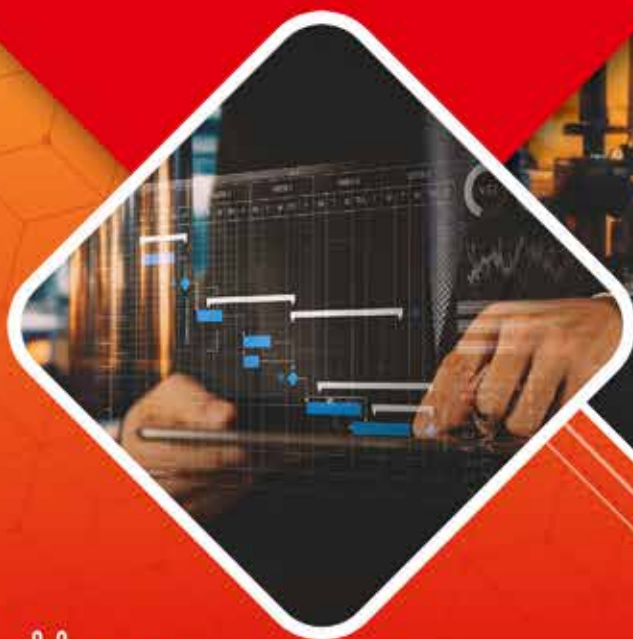
Już teraz ECO, wraz z Instytutem Fraunhofera, pracuje nad projektem zastosowania tego paliwa jako jednego z elementów dekarbonizacji infrastruktury miejskiej. Zatem – również w przyszłości – niezmienne widzę ECO w czołówce polskich przedsiębiorstw ciepłowniczych.

*Rozmawiał Patryk Cyran,  
czasopisma Kierunek Energetyka  
oraz portalu kierunekENERGETYKA.pl* ■

# CO HAMUJE TRANSFORMACJĘ ENERGETYCZNĄ?



budujemy możliwości  
porozumienia



## Odpowiedzi znajdziesz na

XXII Konferencji Naukowo-Technicznej

## EFEKTYWNE ZARZĄDZANIE ENERGIĄ W PRZEMYSŁE

**14-15**  
marca 2024 r.  
**CZELADŹ**



*Dowiedz się więcej*

ORGANIZATOR



budujemy możliwości  
porozumienia

PATRONAT MEDIALNY



kierunekenergetyka.pl

ENERGETYKA



**NIE ROBIMY STU RZECZY.  
PRODUKUJEMY JEDNĄ,  
UNIWERSALNĄ SONDE RADAROWĄ.  
THE 6X®. JUŻ DOSTĘPNA!**

Cokolwiek chcesz mierzyć, niezależnie od częstotliwości – VEGAPULS 6X da sobie radę. Powiedz nam, czego potrzebujesz, a my skonfigurujemy naszą nową sondę radarową do pomiaru poziomu tak, żeby spełniała Twoje wymagania. Z VEGAPULS 6X pytanie o to, który czujnik będzie właściwy, jest zbędne – a Twoje życie staje się prostsze.

**VEGA. HOME OF VALUES.**

[www.vega.com/radar](http://www.vega.com/radar)

**VEGA**