



IV KONGRES ELEKTRYKI POLSKIEJ

ENERGETYKA JUTRA - BEZPIECZEŃSTWO POKOLEŃ

RAPORT KOŃCOWY

Pod redakcją naukową
Sławomira CIEŚLIKA

Stowarzyszenie Elektryków Polskich
Warszawa, 2024



R A P O R T K O Ń C O W Y

IV KONGRESU ELEKTRYKI POLSKIEJ

ENERGETYKA JUTRA – BEZPIECZEŃSTWO POKOLEŃ

Pod redakcją naukową Sławomira Cieślika

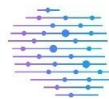
Warszawa, listopad 2024 roku

Kongres był organizowany w ramach projektu pt.: „IV Kongres Elektryki Polskiej w 105. rocznicę powstania Stowarzyszenia Elektryków Polskich”

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki w ramach Programu „Doskonała nauka II”



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



**Doskonała
Nauka**

Copyright © by Stowarzyszenie Elektryków Polskich Warszawa 2024

All rights reserved.

ISBN 978-83-66668-41-6



Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP

ul. Świętokrzyska 14, 00-050 Warszawa

Tel. kom.: +48 662 186 216; e-mail: handlowy@cosiw.pl; <http://www.cosiw.pl/>

Komitet Organizacyjny IV Kongresu Elektryki Polskiej

Andrzej Werkowski	– sekretarz generalny SEP, <u>przewodniczący</u>
Iwona Fabjańczyk	– dyrektor Działu Organizacyjno-Marketingowego Biura SEP, <u>wiceprzewodnicząca</u>
Bolesław Pałac	– członek Zarządu Głównego SEP, <u>wiceprzewodniczący</u>
Aleksandra Mazurkiewicz	– asystentka prezesa SEP, <u>sekretarz</u>
Adam Dzieciot	– specjalista ds. IT w Biurze SEP
Małgorzata Gregorczyk	– dyrektor Działu Prezydialnego Biura SEP
Katarzyna Gut	– główny specjalista w Dziale Rozwoju Naukowo-Technicznego Biura SEP
Anna Jachimowicz	– dyrektor Działu Rozwoju Naukowo-Technicznego Biura SEP
Arkadiusz Jurczakiewicz	– członek Zarządu Głównego SEP, przewodniczący Centralnej Komisji ds. Technologii Informatycznych SEP
Przemysław Klukowski	– członek Centralnej Komisji ds. Promocji SEP
Magdalena Lewandowska	– p.o. głównej księgowej SEP
Stefan Mazurkiewicz	– radca prawny SEP
Waldemar Olczak	– dziekan Rady Prezesów SEP
Kazimierz Pawlicki	– wiceprezes Oddziału Poznańskiego SEP
Jan Pytlarz	– członek Zarządu Oddziału Wrocławskiego SEP
Aleksandra Rakowska	– prezes Oddziału Poznańskiego SEP
Elżbieta Rybińska	– kierownik Sekretariatu Biura SEP
Wojciech Urbański	– wiceprezes Oddziału Warszawskiego SEP
Krzysztof Woliński	– członek Zarządu Głównego SEP
Renata Zych	– główny specjalista w Dziale Organizacyjno-Marketingowym Biura SEP
Lech Żak	– członek Zarządu Głównego SEP



Komitet Honorowy IV Kongresu Elektryki Polskiej

prof. dr hab. inż. Marek Adamski, rektor Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski, rektor Politechniki Poznańskiej

prof. dr hab. inż. Krzysztof Józwik, rektor Politechniki Łódzkiej

Grzegorz Kinelski, prezes Zarządu Enea S.A.

prof. dr hab. inż. Jerzy Lis, rektor Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie

Ewa Mańkiewicz-Cudny, prezes Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT

prof. dr hab. inż. Arkadiusz Mężyk, rektor Politechniki Śląskiej

gen. bryg. prof. dr hab. inż. Przemysław Wachulak, rektor-komendant Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego

prof. dr hab. inż. Arkadiusz Wójs, rektor Politechniki Wrocławskiej

prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba, rektor Politechniki Warszawskiej

Rada Programowa IV Kongresu Elektryki Polskiej

prof. dr hab. Konrad Banaszek, Uniwersytet Warszawski

dr inż. Przemysław Berowski, Instytut Energetyki - Państwowy Instytut Badawczy

prof. dr hab. inż. Zbigniew Bielecki, Wojskowa Akademia Techniczna

prof. dr hab. inż. Andrzej G. Chmielewski, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, SEREN - Polska

Andrzej Cieślak, Dynacon Sp. z o.o.

dr hab. inż. Sławomir Cieślak, prof. Politechniki Bydgoskiej, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, przewodniczący Rady Programowej IV KEP

Rafał Czaja, Stowarzyszenie na Rzecz Efektywności im. prof. Krzysztofa Żmijewskiego

prof. dr hab. inż. Dominik Dorosz, Akademia Górniczo-Hutnicza, Polski Komitet Optoelektroniki SEP

dr hab. inż. Janusz Dudczyk, prof. Wojskowej Akademii Technicznej, GRUPA WB

dr inż. Andrzej Hachoł, prof. Politechniki Wrocławskiej, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, koordynator bloku tematycznego „Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej”

dr inż. Krzysztof Hajdrowski, Biuro Innowacji i Nowych Technologii ENEA S.A.

prof. dr hab. Agnieszka Iwan, Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej im. Profesora Józefa Kosackiego, Akademia Wojsk Lądowych im. Generała Tadeusza Kościuszki

prof. dr hab. inż. Leszek R. Jaroszewicz, Wojskowa Akademia Techniczna

prof. dr hab. inż. Piotr Kacejko, Politechnika Lubelska

Henryk Kaliś, Forum Odbiorców Energii Elektrycznej i Gazu, Izba Energetyki Przemysłowej i Odbiorców Energii

Stefan Kamiński, Krajowa Izba Gospodarcza Elektroniki i Telekomunikacji

prof. dr hab. inż. Waldemar Kamrat, Politechnika Gdańska

mec. Michał Kibil, Kancelaria Prawna DGTL Kibil Piecuch i Wspólnicy

dr inż. Zygmunt Krasieński, Polska Izba Gospodarcza Zaawansowanych Technologii

dr hab. inż. Krzysztof Kopczyński, prof. WAT, Wojskowa Akademia Techniczna, Polski Komitet Optoelektroniki SEP

dr inż. Artur Kozłowski, prof. EMAG, Instytut Techniki Innowacyjnych EMAG, Sieć Badawcza Łukasiewicz

prof. dr hab. inż. Małgorzata Kujawińska, Politechnika Warszawska

Marek Kulesa, Towarzystwo Obrotu Energią

prof. dr hab. inż. Jakub Kupecki, Instytut Energetyki - Państwowy Instytut Badawczy

prof. dr hab. inż. Michał Malinowski, Politechnika Warszawska

dr hab. inż. Paweł Mergo, prof. UMCS, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Polski Komitet Optoelektroniki SEP

dr inż. Tomasz Mirosław, Krajowa Inteligentna Specjalizacja KIS-9 Elektronika i Fotonika

Maciej J. Nowakowski, Polska Platforma Technologiczna Fotoniki

Grzegorz Onichimowski, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.

dr inż. Adam Piotrowski, VIGO Photonics S.A.

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. Politechniki Warszawskiej, Polski Komitet Optoelektroniki SEP, koordynator bloku tematycznego „Fotonika – polska specjalność w elektronice”

prof. dr hab. inż. Jan Popczyk Politechnika Śląska, Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki

dr hab. inż. Ryszard Pregiel, prof. nadzw., Polska Izba Gospodarcza Zaawansowanych Technologii

prof. dr hab. Czesław Radzewicz, Uniwersytet Warszawski

Bogusław Regulski, Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie

Tomasz Słupik, Energopomiar Sp. z o.o.

prof. dr hab. inż. Jarosław Sotor, Politechnika Wroclawska

dr inż. Wojciech Stęplewski, Instytut Tele- i Radiotechniczny

Waldemar Szulc, Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie

Jacek Szymczak, Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie

prof. dr hab. inż. Jan Szmidt, Politechnika Warszawska

Wojciech Tabiś, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej

dr hab. inż. Patryk Urban, prof. ZUT, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Polski Komitet Optoelektroniki SEP

prof. dr hab. inż. Wacław Urbańczyk, Politechnika Wroclawska

Andrzej Werkowski, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, koordynator bloku tematycznego „Polska w obliczu transformacji energetycznej”

Robert Witek, ekspert

prof. dr hab. inż. Wiesław Woliński, czł. rzec. Polskiej Akademii Nauk, Polski Komitet Optoelektroniki SEP

prof. dr hab. inż. Tomasz Woliński, Politechnika Warszawska

Lech Żak, Stowarzyszenie Elektryków Polskich

PATRONATY HONOROWE

IV KONGRESU ELEKTRYKI POLSKIEJ



Minister
Nauki



Minister
Infrastruktury



Ministerstwo
Aktywów Państwowych



Ministerstwo
Przemysłu



Ministerstwo
Cyfryzacji



Ministerstwo Funduszy
i Polityki Regionalnej



WOJEWODA
KUJAWSKO-POMORSKI
MICHAŁ SZTYBEL



WOJEWODA WIELKOPOLSKI

POZnań*

Patronat Honorowy
Prezydenta Miasta Poznania



Urząd Regulacji
Energetyki

PATRONATY UCZELNI

IV KONGRESU ELEKTRYKI POLSKIEJ



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich



Politechnika
Wrocławska



Politechnika
Śląska



AGH



PATRONAT HONOROWY
Rektor Politechniki Gdańskiej
prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilde

PARTNERZY

PARTNER GŁÓWNY



PARTNER DIAMENTOWY



PARTNER ZŁOTY

ASTAT

brother
at your side

PARTNER

SREBRNY

AREX 
WB GROUP

 **Sonel**®

 **MIKRONIKA**

 **ENCO**®

PARTNERZY WYDARZENIA



PARTNERZY MERYTORYCZNI



Szczegółowy program IV Kongresu Elektryki Polskiej

DZIEŃ 1 6 czerwca 2024, czwartek

Sesje przedpołudniowe

- 9⁰⁰ – 9³⁰ Otwarcie IV Kongresu Elektryki Polskiej, wystąpienia Gości
- 9³⁰ – 9⁴⁰ Podpisanie porozumienia o współpracy pomiędzy
Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
i Stowarzyszeniem Elektryków Polskich
- 9⁴⁰ – 10⁴⁰ Sesja inauguracyjna plenarna
przewodniczący sesji: dr hab. inż. Ryszard PREGIEL, prof. nadzw.
- 9⁴⁰ – 10⁰⁰ Referat wprowadzający do IV Kongresu Elektryki Polskiej
dr hab. inż. Sławomir CIEŚLIK, prof. Politechniki Bydgoskiej
**Transformacja energetyczna w Polsce, kogo dotyczy
i kto jest nią zainteresowany?**
- 10⁰⁰ – 10²⁰ Referat wprowadzający do bloku tematycznego
„Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej”
gen. dr inż. Czesław CZMUR, prof. WSB
**System zaopatrywania w surowce energetyczne, paliwa
i energię elektryczną klucz do odporności strategicznej Polski**
- 10²⁰ – 10⁴⁰ Referat wprowadzający do bloku tematycznego
„**Fotonika – polska specjalność w światowej elektronice**”
dr hab. inż. Ryszard PIRAMIDOWICZ, prof. Politechniki Warszawskiej
- 10⁴⁰ – 10⁵⁰ Otwarcie Wystawy „Elektryka polska od rozbiorów do początku III RP”
prof. dr hab. inż. Mariusz MALINOWSKI, dr inż. Piotr SZYMCZAK
- 11²⁰ – 13²⁰ Sesja plenarna – panel dyskusyjny
Koncepcje nowego systemu energetycznego 2050+
moderator: Sławomir CIEŚLIK, Stowarzyszenie Elektryków Polskich
W panelu dyskusyjnym udział wzięli:
- Henryk KALIŚ, Forum Odbiorców Energii Elektrycznej i Gazu
 - Zbigniew LUBOŚNY, Politechnika Gdańska
 - Grzegorz ONICHIMOWSKI, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.
 - Jan POPCZYK, Politechnika Śląska, Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki
 - Bolesław ZAPOROWSKI, Politechnika Poznańska

Sesje popołudniowe

- 14²⁰ – 15⁵⁰ Sesja plenarna – panel dyskusyjny
**Przygotowanie Polski do realizacji celu neutralności klimatycznej
– strategii procesu transformacji energetycznej**
moderator: Andrzej WERKOWSKI, Stowarzyszenie Elektryków Polskich
W panelu dyskusyjnym udział wzięli:
- Adam KISIEL, Politechnika Warszawska
 - Wojciech MYŚLECKI, Ekoenergetyka – Polska SA

- Bogusław REGULSKI, Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie
- Tomasz SIKORSKI, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.
- Tomasz SŁUPIK, Energopomiar Sp. z o.o.
- Waldemar SZULC, Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie

16²⁰ – 17⁵⁰ Sesje tematyczne (trzy sesje równoległe)

16²⁰ – 17⁵⁰ **POLSKA W OBLICZU TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ**
– panel dyskusyjny
**Zapewnienie konkurencyjności polskiej gospodarki
w okresie transformacji energetycznej**

moderatorzy: Henryk KALIŚ, Forum Odbiorców Energii Elektrycznej i Gazu
Marek KULESA, Towarzystwo Obrotu Energią

W panelu dyskusyjnym udział wzięli:

- Waldemar KAMRAT, Politechnika Gdańska
- Waldemar SZULC, Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie
- Wojciech TABIŚ, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej

16²⁰ – 17⁵⁰ **BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ**

– panel dyskusyjny

**Rola komponentów, technologii i komunikacji sieciowej w kontekście
cyberodporności systemów infrastruktury krytycznej (cz. 1)**

moderatorzy: Janusz DUDCZYK, WB GROUP

Wojciech STĘPLEWSKI, Instytut Tele- i Radiotechniczny

W panelu dyskusyjnym udział wzięli:

- Tomasz MICHALAK, IDEAS NCBR
- Jan Jakub SZCZYREK, MindMade, GRUPA WB

Dyskusję poprzedziły 4 prezentacje wprowadzające w tematykę panelu.

16²⁰ – 17⁵⁰ **FOTONIKA – POLSKA SPECJALNOŚĆ W ŚWIATOWEJ ELEKTRONICE**
Diamenty polskiej fotoniki

moderator: Maciej J. NOWAKOWSKI

- Paweł MERGO (UMCS), Michał DŁUBEK (Fibrain),
Polskie światłowody - od chromatografii do masowej produkcji
- Adam PIOTROWSKI (VIGO Photonics),
Zobaczyć niewidzialne – detektory średniej podczerwieni
- Kamil PIERŚCIŃSKI, Dorota PIERŚCIŃSKA (IMiF SBŁ),
Lasery kaskadowe – technologia kluczowa dla fotoniki podczerwieni
- Michał NEJBAUER (Fluence),
Lasery femtosekundowe dla przemysłu i nauki
- Paweł ZIENKIEWICZ (Creotech),
*Od kamer astronomicznych do systemów QKD
w Creotech Instruments S.A.*

DZIEŃ 2 7 czerwca 2024, piątek

Sesje przedpołudniowe

9⁰⁰ – 10³⁰ Sesje tematyczne (trzy sesje równoległe)

9⁰⁰ – 10³⁰ **POLSKA W OBLICZU TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ**
– panel dyskusyjny
**Odnawialne źródła energii – rola OZE w systemie energetycznym,
perspektywy i bariery rozwoju**

moderator: Wojciech MYŚLECKI, Ekoenergetyka – Polska SA

W panelu dyskusyjnym udział wzięli:

- Andrzej DIAKUN, Ekspert
- Piotr KACEJKO, Politechnika Lubelska
- Zbigniew LUBOŚNY, Politechnika Gdańska
- Tomasz PELC, NEXUS Colsuntants Sp. z o.o.
- Jarosław ZIOBROWSKI, Enea Operator Sp. z o.o.

9⁰⁰ – 10³⁰ **BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ – panel dyskusyjny**
**Rola komponentów, technologii i komunikacji sieciowej w kontekście
cyberodporności systemów infrastruktury krytycznej (cz. 2)**

moderatorzy: Artur KOZŁOWSKI, EMAG

Stefan KAMIŃSKI, Krajowa Izba Gospodarcza Elektroniki i Telekomunikacji

W panelu dyskusyjnym udział wzięli:

- Andrzej CIEŚLAK, Dynacon Sp. z o.o.
- Paweł KARWOWSKI, EATON ELECTRIC Sp. z o.o.
- Dariusz ROGOWSKI, Grupa Badawcza Standaryzacja i Certyfikacja Cyberbezpieczeństwa, Sieć Badawcza Łukasiewicz

Dyskusję poprzedziły 3 prezentacje wprowadzające w tematykę panelu.

9⁰⁰ – 10³⁰ **FOTONIKA – POLSKA SPECJALNOŚĆ W ŚWIATOWEJ ELEKTRONICE**
Obronność, bezpieczeństwo i technologie

moderator: Patryk URBAN

- Krzysztof KOPCZYŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna),
Optoelektronika w systemach uzbrojenia – od systemów ostrzegania do broni laserowej
- Zbigniew LEWANDOWSKI (PCO/PGZ),
Praktyczna implementacja technologii fotonicznych w militarnych systemach obrazowania
- Damian GOŁOŚ (Telesystem Mesko),
Technologie optoelektroniczne w głowicach samonaprowadzających raket przeciwlotniczych i przeciwpancernych
- Marcin PAWŁOWSKI (SeQure Quantum, Uniwersytet Gdański),
Technologie kwantowe z obszaru cyberbezpieczeństwa w Europie i na świecie

- Mateusz OZIMEK (Exatel),
Bezpieczna komunikacja z kwantową dystrybucją klucza
- Piotr KOLENDRSKI (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu),
Generatory splątanych fotonów w technologiach kwantowych

11⁰⁰ – 12³⁰ **POLSKA W OBLICZU TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ**

– panel dyskusyjny

Lokalny wymiar transformacji energetycznej

moderator: Grzegorz MAŚLOCH,

Stowarzyszenie na rzecz Efektywności im. prof. Krzysztofa Żmijewskiego

W panelu dyskusyjnym udział wzięli:

- Rafał CZAJA, Stowarzyszenie na rzecz Efektywności im. prof. Krzysztofa Żmijewskiego
- Krzysztof KSIĘŻOPOLSKI, Szkoła Główna Handlowa
- Andrzej KULIG, Departament Ochrony Środowiska, Urząd Marszałkowski Województwa Podkarpackiego
- Tomasz PAWLICKI, Enea Operator Sp. z o.o.
- Aneta SUCHOŃ, Uniwersytet Adama Mickiewicza
- Łukasz TOMASZEWSKI, Ministerstwo Klimatu i Środowiska

11⁰⁰ – 12³⁰ **BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ – panel dyskusyjny**

Regulacje prawne, certyfikacja. Dyrektywa NIS2 nowe wytyczne dla cyberbezpieczeństwa, implementacja, narzędzia, metody

moderatorzy: Michał KIBIL, DGTL.LAW

Artur LECHOWICZ, Kancelaria DGTL

W panelu dyskusyjnym udział wzięli:

- Tomasz MICHALAK, IDEAS NCBR
- Adam PACIUSZKIEWICZ, Bank Gospodarstwa Krajowego
- Jacek RAUBO, UAM w Poznaniu
- Józef SULWIŃSKI, SEQRED

Dyskusję poprzedziła prezentacja wprowadzająca w tematykę panelu.

11⁰⁰ – 12³⁰ **FOTONIKA – POLSKA SPECJALNOŚĆ W ŚWIATOWEJ ELEKTRONICE**

– panel dyskusyjny

Fotoniczny tygiel – fotonika dla każdego

moderator: Krzysztof KOPCZYŃSKI, WAT

- Bogdan CHOJNICKI (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu),
Bezpieczeństwo klimatyczne w obliczu transformacji energetycznej
- Paweł KLUCZYŃSKI (Airoptic),
Laser w kominie – monitoring emisji i kontrola procesów przemysłowych
- Anna GĘBARSKA (Smarttech),
Skaner 3D, optyczne pomiary – praktyczne możliwości wykorzystania
- Maciej SZKULMOWSKI (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu),
Technologie fotoniczne w obrazowaniu biomedycznym i medycynie
- Rafał SIENKO (Politechnika Krakowska, SHM System),
Fotonika dla inteligentnego budownictwa - od laboratorium do największych konstrukcji w Polsce

- Norbert PAŁKA (Wojskowa Akademia Techniczna),
Promieniowanie terahercowe – technologie i zastosowania
- Agnieszka IWAN (Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej),
Paweł ZABIEROWSKI (Politechnika Warszawska),
Fotowoltaika.PL – fiasko czy szansa? Spojrzenie poza horyzont

Sesje popołudniowe

13⁰⁰ – 14³⁰ Sesje tematyczne (trzy sesje równoległe)

13⁰⁰ – 14³⁰ POLSKA W OBLICZU TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ **Szansa na skok technologiczny i budowę polskich specjalności – Technologie przyszłości**

moderator: Ryszard PREGIEL, Polska Izba Gospodarcza Zaawansowanych Technologii

- Janusz WOJTKOWIAK (Politechnika Poznańska)
Wprowadzenie
- Jakub KUPECKI (Instytut Energetyki - Państwowy Instytut Badawczy)
Technologie wodorowe w transformacji energetycznej
- Mariusz DĄBROWSKI (Narodowe Centrum Badań Jądrowych)
Przyszłościowe technologie energetyki jądrowej
- Jarosław ZUWAŁA (Instytut Technologii Paliw i Energii)
Perspektywy niskoemisyjnych i zero-emisyjnych technologii pozyskiwania ciepła i energii elektrycznej
- Tomasz BUDA (AREX Grupa WB)
Integracja odnawialnych źródeł energii z miejskimi sieciami trakcyjnymi jako element transformacji energetycznej w transporcie publicznym
- Paweł WAWRZYŃSKI (IDEAS NCBiR)
Sztuczna inteligencja handlująca energią na rynku dnia następnego
- Wiktor KABATC (PSI Polska)
Zapewnienie elastyczności sieci elektroenergetycznych z wykorzystaniem nowatorskich technologii informatycznych kluczem skutecznej transformacji energetycznej

13⁰⁰ – 14³⁰ BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ – panel dyskusyjny **Specyfika wybranych krajowych systemów infrastruktury krytycznej**

moderatorzy: Bolesław PAŁAC, Stowarzyszenie Elektryków Polskich

Zbigniew STYCZEŃ, Stowarzyszenie Elektryków Polskich

W panelu dyskusyjnym udział wzięli:

- Hanna DZIDO, ekspert ds. bezpieczeństwa energetycznego portów lotniczych
- Olena LAPENKO, Ekspert
i doradca ds. bezpieczeństwa systemów energetycznych, Kijów
- Lech MAJEWSKI
- Tomasz MICHALAK
- Halina PETRUSKA, PSA „Lvivoblenergo”, Lwów
- Ludmiła POŁOWA, PSA „Lvivoblenergo”, Lwów
- Jacek RAUBO, UAM w Poznaniu
- Radosław ZAWIERUCHA, ekspert ds. systemów kolejowych

13⁰⁰ – 14³⁰ **FOTONIKA – POLSKA SPECJALNOŚĆ W ŚWIATOWEJ ELEKTRONICE –
moderowany środowiskowy panel dyskusyjny
Fotonika.pl – w którą stronę?**

moderator: Ryszard PIRAMIDOWICZ, Politechnika Warszawska

14⁴⁰ – 15²⁵ **Sesja plenarna podsumowująca obrady**

przewodniczący sesji: Sławomir CIEŚLIK, Stowarzyszenie Elektryków Polskich

14⁴⁰ – 14⁵⁰ **Podsumowanie sesji „Polska w obliczu transformacji energetycznej”**

Andrzej WERKOWSKI, Stowarzyszenie Elektryków Polskich

14⁵⁰ – 15⁰⁰ **Podsumowanie sesji „Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej”**

Andrzej HACHOŁ, Stowarzyszenie Elektryków Polskich

15⁰⁰ – 15¹⁰ **Podsumowanie sesji „Fotonika – polska specjalność w światowej elektronice”**

Ryszard PIRAMIDOWICZ, Politechnika Warszawska

15¹⁰ – 15²⁵ **Podsumowanie IV Kongresu Elektryki Polskiej
„Strategiczna integracja procesów”**

Sławomir CIEŚLIK, Stowarzyszenie Elektryków Polskich

15²⁵ – 15⁴⁰ **Zamknięcie IV Kongresu Elektryki Polskiej**

SPIS TREŚCI

IV Kongres Elektryki Polskiej	19
POŻEGNANIE PROFESORA JANA POPCZYKA.....	23
Polska w obliczu transformacji energetycznej	25
Kogo dotyczy transformacja energetyczna w Polsce?.....	25
Kto powinien być zainteresowany transformacją energetyczną w Polsce?	26
Kto powinien zajmować się transformacją energetyczną Polski?	27
Czy można wyobrazić sobie polski system energetyczny oparty wyłącznie na OZE? ..	28
Transformacja przełomowa polskiego systemu energetycznego, czy zamiana źródeł energii w systemie istniejącym?	30
Perspektywa Operatorów Systemów Dystrybucyjnych	34
Odnawialne źródła energii – perspektywy i bariery rozwoju.....	39
Szansa na skok technologiczny	42
Zapewnienie konkurencyjności polskiej gospodarki w okresie transformacji energetycznej	44
Lokalny wymiar transformacji energetycznej	52
Wyzwania płynące z polityki Unii Europejskiej w zakresie celu neutralności klimatycznej w roku 2050 – konkluzje w kontekście sektora ciepłownictwa	53
Dyskusyjna kwestia energetyki jądrowej dużych mocy	56
Przygotowania Polski do realizacji neutralności klimatycznej, strategii procesu transformacji energetycznej i neutralności klimatycznej wybranych aglomeracji w Polsce	61
Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej	65
Podsumowanie zagadnień z perspektywy bezpieczeństwa i cyberbezpieczeństwa infrastruktury krytycznej Polski.....	65
Bezpieczeństwo infrastruktury elektroenergetycznej.....	69

Fotonika.pl – w którą stronę? Stan obecny i perspektywy rozwoju fotoniki w Polsce 73

Wprowadzenie	73
Zaawansowane technologie elektroniki i fotoniki w pryzmacie wyzwań i zagrożeń współczesnego świata.....	74
Mapa centrów fotonicznych w Polsce	81
Diamenty polskiej fotoniki – wybrane obszary kompetencji	82
Kierunki rozwoju i trendy - podsumowanie spotkań warsztatowych w programie „Fotonika.pl – which way further”	92
Polska Fotoniczna – trendy, wyzwania, możliwości... i konieczności	95
Podsumowanie i kierunki dalszych prac w programie	101
Suplement	102

IV KONGRES ELEKTRYKI POLSKIEJ

Sławomir Cieślik

Prezes Stowarzyszenia Elektryków Polskich

IV Kongres Elektryki Polskiej (IV KEP) odbył się w dniach 6-7 czerwca 2024 roku w Poznaniu i poświęcony był aktualnym problemom transformacji polskiego systemu energetycznego, bezpieczeństwu infrastruktury krytycznej oraz fotonice jako polskiej specjalności w elektronice. Kongres był krajowym spotkaniem przedstawicieli nauki, polityki, kluczowych przedsiębiorstw energetycznych oraz podmiotów branżowych, którzy mają kompetencje i ambicje realnego wpływu na zmiany polskiego systemu energetycznego. Kongres obradował pod hasłem „Energetyka jutra – bezpieczeństwo pokoleń” z wymowną sentencją „Absens carens” („Nieobecni nie mają racji”). Energetyka jutra ma uświadomić i nakreślić strategię działania dla polityków, działaczy samorządowych, specjalistów praktycznie wszystkich obszarów gospodarki narodowej oraz instytucji pozarządowych w celu przeprowadzenia procesu przełomowej transformacji energetycznej Polski. Bezpieczeństwo pokoleń jest rozumiane głównie na poziomie polskiego społeczeństwa. Oczekuje się określenia struktury i funkcjonalności nowego polskiego systemu energetycznego, w którym nie będą wykorzystywane paliwa kopalne (węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa i gaz ziemny) do celów energetycznych, ale który zapewni bezpieczne warunki do życia przyszłym pokoleniom. Nie zapominając o obecnym pokoleniu, należy zapewnić bezpieczną ścieżkę procesu przejścia z obecnego systemu energetycznego do tego nowego. Jest to bez wątpienia proces długoterminowy (ponad dwadzieścia lat) i ze względu na przełomowość technologiczną wymagający dobrego przygotowania polskiego społeczeństwa.

W tym kontekście uwagę skoncentrowano na trzech obszarach tematycznych: „Polska w obliczu transformacji energetycznej”, „Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej” oraz „Fotonika – polska specjalność w elektronice”.

Transformacja energetyczna służy realizacji podstawowego celu, jakim jest osiągnięcie do 2050 roku neutralności klimatycznej. Eliminowanie z miksu surowcowego paliw kopalnych oraz redukcja emisji gazów cieplarnianych wymaga nie tylko uruchamiania nowych, odnawialnych źródeł energii – takich jak elektrownie wiatrowe i słoneczne, ale również ponownego spojrzenia w stronę energetyki jądrowej oraz rozwoju energetyki przemysłowej i prosumenckiej. Kluczowego znaczenia nabiera program budowy magazynów energii, który musi iść w parze z rozwojem OZE. Transformacja energetyczna nie może zamknąć się w obszarze wytwarzania i przesyłu energii, ale musi objąć praktycznie wszystkie sektory gospodarki i wszystkich interesariuszy procesu transformacji. W warunkach silnego uzależnienia polskiej energetyki od generacji opartej na spalaniu węgla transformacja musi wiązać się z ogromnymi inwestycjami i szybkim rozwojem innowacyjnych technologii, co stanowi szansę rozwojową dla całej gospodarki.

Program transformacji energetycznej to plan, którego realizacja obliczona jest na blisko trzy dekady. Powinien zostać przyjęty w drodze szerokiego konsensusu, uzyskać wyraźne poparcie społeczne i nie może być wrażliwy na koniunktury polityczne. Wypracowanie takiego programu jest wspólnym obowiązkiem i odpowiedzialnością wszystkich sił politycznych w kraju oraz wszystkich podmiotów i organizacji działających w energetycznym łańcuchu wartości.

Agresja Federacji Rosyjskiej na Ukrainę w roku 2022 uświadomiła znaczenie jakie dla funkcjonowania nowoczesnego państwa i społeczeństwa ma utrzymanie infrastruktury krytycznej. Dotyczy to bardzo szerokiego zakresu zagadnień związanych z energetyką, łącznością, obroną narodową, transportem, służbami ratowniczymi, ochroną zdrowia, produkcją żywności, dostawą wody i wielu innych dziedzin. W obszarach związanych z elektroenergetyką szczególne znaczenie ma utrzymanie infrastruktury związanej z generacją, przesyłem i rozdziałem energii elektrycznej. Doświadczenia wojny w Ukrainie stawiają wiele pytań dotyczących bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej w Polsce, na które należy znaleźć jednoznaczne odpowiedzi.

Fotonika jest jedną z dziedzin nowoczesnej elektroniki, w której Polska ma osiągnięcia na najwyższym poziomie. Dziedzina ta jest blisko związana z przemysłem wysokich technologii. Rozwój polskiej optoelektroniki rozpoczął się jeszcze w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia, przyspieszając dynamicznie w pierwszych dwóch dekadach XXI wieku. Sukcesy polskiej fotoniki, wyraźnie zaznaczającej swoją obecność na mapie dokonań zespołów europejskich i światowych, są przede wszystkim zasługą kadry naukowej i technicznej prowadzącej badania na wiodących uczelniach i w ośrodkach przemysłowych. Wśród najważniejszych wymienić można nowatorskie rozwiązania z dziedziny technologii materiałowej półprzewodników, włókien światłowodowych, konstrukcji detektorów i systemów obrazowania oraz ich praktyczne implementacje w szerokiej gamie systemów do zastosowań cywilnych i wojskowych.

Przed Kongresem wydano „Raport otwarcia”, który zawiera merytoryczne aspekty stanowiące bazę do dyskusji problemowych. Są to autorskie opracowania specjalistów w poszczególnych wątkach tematycznych. Wpisuje się to w przyjętą przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich rolę stworzenia platformy dyskusyjnej dla wszystkich interesariuszy w przedmiotowym temacie.

IV Kongres Elektryki Polskiej zakończył się sukcesem organizacyjnym oraz merytorycznym. Jest to opinia ponad 340 specjalistów, którzy bezpośrednio uczestniczyli w obradach. Uczestnicy podkreślali niezwykle wysoki poziom prelegentów, moderatorów i panelistów w sesjach plenarnych oraz we wszystkich sesjach tematycznych (33% przedstawicielei firm, samorządów i organizacji pozarządowych, 39% członków różnych stowarzyszeń, 20% profesorów z polskich uczelni, 13% przedstawicielei polskich operatorów systemów elektroenergetycznych).

Kongres był wyjątkowym wydarzeniem dla przyszłości Polski. Tematyka sesji obejmowała cały energetyczny łańcuch wartości: energia konwencjonalna, sektor ciepłowniczy, sektor OZE, energetyka jądrowa, energetyka przemysłowa, energetyka prosumencka, sektor przesyłu i dystrybucji energii, przemysłowy odbiorca energii, aglomeracje miejskie

i lokalne samorządy, technologie procesu transformacji i technologie przyszłości, nauka, badania i rozwój oraz legislacja i aspekty prawne. Obecność ekspertów z Ukrainy pozwoliła na bezpośredni przekaz ważnych aspektów w zakresie bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej. Goście z Niemiec (VDE) zabierali głos w kwestiach przyszłości europejskich systemów energetycznych.

Udało się stworzyć platformę do wymiany wiedzy, doświadczeń i poglądów przez wszystkich interesariuszy, którzy mają kompetencje i ambicje zmieniania polskiego systemu energetycznego. Kontynuacją tego ważnego dla Polski przedsięwzięcia będzie szeroko zakrojona ogólnopolska kampania edukacyjno-informacyjna dotycząca przyszłości energetycznej Polski, w szczególności świadomego użytkownika energii.

Niezależnie od wielu krytycznych ocen dotyczących działań Rządu RP w zakresie transformacji polskiego systemu energetycznego zawartych w „Raporcie otwarcia IV Kongresu Elektryki Polskiej”, w dyskusjach kongresowych oraz w niniejszym „Raporcie końcowym IV Kongresu Elektryki Polskiej”, **Stowarzyszenie Elektryków Polskich i jego Partnerzy obecni na IV Kongresie Elektryki Polskiej jednoznacznie deklarują współpracę z rządem i parlamentem w celu wdrożenia wniosków z IV Kongresu Elektryki Polskiej i wypracowania dobrej strategii transformacji oraz polityki energetycznej Polski do 2050 roku.**

POŻEGNANIE PROFESORA JANA POPCZYKA



W roku 2024 Stowarzyszenie Elektryków Polskich obchodzi 105-lecie swej nieprzerwanej działalności. Przez 56 lat tego okresu profesor Jan Popczyk był członkiem naszego Stowarzyszenia (1968-2024). Na ostatnim XL Walnym Zjeździe Delegatów SEP w Bydgoszczy został Członkiem Honorowym Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Ten najwyższy w naszym Stowarzyszeniu honor był dla Niego ważny, nie dlatego że zabiegał o wyróżnienia, ale głównie dlatego, że widział w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich potencjał i kompetencje do kreowania wizji przyszłego polskiego systemu energetycznego. Wielokrotnie

w naszych spotkaniach i rozmowach telefonicznych podkreślał to, że dobre tradycje i wymierne efekty działalności SEP w ważnych dla Polski wydarzeniach w przeszłości, uzupełnione współczesną wiedzą mogą odegrać kluczową rolę w przygotowaniu polskiego społeczeństwa do trudnego procesu transformacji energetycznej.

Rok 2024 w pierwszej połowie był dla profesora Jana Popczyka niezmiernie owocny i mobilizował Go do kontynuacji swej tytanicznej pracy nad koncepcją polskiego elektroprosumeryzmu. Niezmiernie cieszył się z dwóch ważnych kamieni milowych w wieloletnim propagowaniu nowego systemu energetycznego Polski. Pierwszym było wydanie przez Kancelarię Senatu RP „Białej Księgi transformacji energetycznej do elektroprosumeryzmu”. Biała Księga powstała pod auspicjami Senackiej komisji Nadzwyczajnej do spraw Klimatu i była efektem długich i prawie zawsze burzliwych dyskusji w gronie parlamentarzystów

z udziałem ekspertów branżowych. Na naszym marcowym spotkaniu w Warszawie, profesor Jan Popczyk dokonał, jak się okazuje, jednego z ostatnich w swoim życiu autografu (może ostatniego) nawiązującego do IV Kongresu Elektryki Polskiej (IV KEP).

Był pełen entuzjazmu i nadziei na przyszłość, co przełożyło się na przygotowanie koncepcji i doktryny elektroprosumeryzmu opublikowanych w „Raporcie otwarcia IV Kongresu

Jan Popczyk

Biała Księga transformacji energetycznej do elektroprosumeryzmu

*IV Kongres Elektryki Polskiej przyrodziłem,
SEP mostem do przyszłości,
do przyszłości na długą drogę
transformacji energetycznej.
Taka inicjatywa na rzecz
Reneza Stawomira Cieslika
składe Anton
Jan Popczyk
Warszawa, 19 marca 2024*

WARSZAWA 2024

Elektryki Polskiej”. Aktywnie uczestniczył w IV KEP, gdzie nastąpił drugi wspomniany kamień milowy. W bardzo ożywionych debatach i panelach dyskusyjnych grona specjalistów nie podważono proponowanych koncepcji i doktryny elektroprosumeryzmu. Nie znaczy to jednak, że wszyscy przyjęli te propozycje jako wystarczające i wyczerpujące zagadnienie. Ale właśnie profesor Jan Popczyk podkreślał, że mamy do czynienia z transformacją przełomową, szczególnie pod względem technologicznym, co wymaga dalszych prac wielu specjalistów we wszystkich obszarach działalności człowieka.

Niestety po okresie urlopowo-wakacyjnym tego roku zaskoczyła nas wszystkich wiadomość o śmierci profesora, naszego Kolegi ze Stowarzyszenia Elektryków Polskich Jana Popczyka. Dzisiaj mówiąc już w czasie przeszłym o profesorze Janie Popczyku, z całą odpowiedzialnością możemy potwierdzić, że profesor Jan Popczyk jest i zawsze będzie twórcą koncepcji i doktryny elektroprosumeryzmu w Polsce. Już bardzo słaby, leżący w łóżku szpitalnym martwił się i próbował jeszcze wskazywać kierunki działań w kontynuowaniu przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich Jego propozycji dla Polski. Jako prezes naszego Stowarzyszenia deklaruję, że będziemy nadal pracować, rozwijać i uzupełniać koncepcję elektroprosumeryzmu w Polsce.

Profesor Jan Popczyk urodził się 21 września 1945 roku w Ślęcinie. Po ukończeniu liceum rozpoczął studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej. Studia ukończył w roku 1970 z dyplomem magistra inżyniera elektryka o specjalności sieci elektryczne. W tym też roku rozpoczął swą bogatą karierę naukową (1974 – doktor nauk technicznych, 1979 – doktor habilitowany, 1987 – profesor nadzwyczajny, 1997 – profesor zwyczajny). Był pracownikiem Politechniki Śląskiej. Jego działalność naukowa koncentrowała się zawsze na solidnych podstawach teoretycznych, ale z możliwościami wdrożenia jej w praktyce.

Był niezwykle aktywnym, twórczym i pracowitym człowiekiem. Wysoko stawiał poprzeczki i był bardzo wymagający względem swych współpracowników, co stanowiło jego zaletę w kontekście tego, że równocześnie sobie stawiał jeszcze wyższe cele i tytaniczną pracą dążył do ich realizacji. Odegrał ogromną rolę w pierwszej wszechstronnej ustrojowej reformie elektroenergetyki. Był pierwszym prezesem Polskich Sieci Elektroenergetycznych (1990-1995), współtworzył i realizował koncepcję połączenia polskiego systemu elektroenergetycznego z systemem zachodnioeuropejskim (UCPTE/UCTE). Po 30 latach znów opracował wręcz globalną polską reformę przejścia z energetyki postprzemysłowej do elektroprosumeryzmu.

W sporach reformatorskich zawsze bronił swoich racji, często w dość ostrych emocjonalnych formach, ale zawsze w granicach kultury dyskursu naukowego. W pamięci wielu pozostanie jako człowiek skromny, serdeczny, potrafiący słuchać i cierpliwie wyjaśniać trudne zagadnienia. Jego odejście jest dużą stratą dla całej społeczności Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Profesor Jan Popczyk zmarł 13 września 2024 roku w Gliwicach.

Sławomir Cieślik
Prezes Stowarzyszenia Elektryków Polskich

POLSKA W OBLICZU TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Kogo dotyczy transformacja energetyczna w Polsce?

Tytułowe pytanie wbrew pozorom nie jest banalne. Szczególnie w świetle tego, z czym mamy do czynienia w Polsce w kwestii transformacji energetycznej. Polska w tym temacie od co najmniej kilkunastu lat popełnia wiele błędów, zaniedbań i nieuzasadnionych działań. Podstawowe przyczyny tego stanu są dwie. Pierwsza, to brak własnej inicjatywy w wyborach i działaniach ukierunkowanych na wspólne, europejskie cele, czyli klasyczne działanie reakcyjne (reagujemy dopiero wtedy, gdy ktoś nam coś narzuci). Druga, to myślenie wybiórcze, brak systemowego ujęcia myślowego problemów transformacji energetycznej (klasycznym przykładem jest koncentrowanie się tylko na pozyskiwaniu energii z OZE).

Wyraźne wytyczne kierunków transformacji energetycznej w krajach europejskich są znane co najmniej od kilkunastu lat. Uwagę skoncentrujemy tylko na trzech następujących kwestiach (zasadach) zawartych w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej:

1. Odejście od wytwarzania energii w dużych, centralnych instalacjach wytwórczych i przechodzenie na zdecentralizowaną produkcję energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych.
2. Konsumenci odgrywają główną rolę w dążeniu do osiągnięcia elastyczności niezbędnej do dostosowania systemu energii elektrycznej do niestabilnego i rozproszonego wytwarzania odnawialnej energii elektrycznej.
3. Operatorzy systemów dystrybucyjnych muszą w sposób opłacalny zintegrować w systemie nowe zdolności wytwarzania energii elektrycznej, zwłaszcza instalacje wytwarzające energię elektryczną ze źródeł odnawialnych, oraz nowe obciążenia, takie jak obciążenia, które wynikają z pomp ciepła i pojazdów elektrycznych.

Podane kwestie nie są przez nikogo podważane, ale wymagają głębszego ujęcia. Po pierwsze, transformacja energetyczna jest to proces polegający na szeregu podejmowanych wyborach i działaniach mających na celu przejście z określonego stanu systemu energetycznego do nowego stanu zdolnego funkcjonować w warunkach neutralności klimatycznej (w tym wykluczenie z zastosowań energetycznych paliw kopalnych: węgla kamiennego i brunatnego, gazu ziemnego oraz ropy naftowej).

Po drugie, podejmowanie wyborów i działań w procesie transformacji energetycznej obejmuje praktycznie wszystkie obszary działalności człowieka, w tym: infrastruktura i technologie, kapitał, instytucje i wartości kulturowe. Zmianą przełomową jest m.in. to, że konsumenci (elektroprosumenci) mają odgrywać główną rolę w nowym systemie, ale nie jak dotychczas z pozycji wyłącznie klienta. Zatem przejmą również część odpowiedzialności za właściwe funkcjonowanie tego nowego systemu. Oczywiście nie chodzi o to, żeby każdy indywidualny konsument (elektroprosument) angażował się osobiście i bezpośrednio w tę działalność.

Po trzecie, system energetyczny to nie tylko sektor wytwarzania energii, na którym koncentrują się w głównej mierze obecne reaktywne działania rządzących. Przykładem jest

bezkrytyczny trend do przyłączania jednostek wytwórczych wykorzystujących OZE bez uwzględnienia fizyki w zakresie energii i mocy elektrycznej. Wybory i decyzje dotyczące każdego systemu, a zwłaszcza tego przyszłego wymagają (jak sama nazwa wskazuje) systemowego ujęcia problemów z uwzględnieniem wszystkich jego sektorów: wytwarzania, przesyłania i użytkowania (w tym magazynowania) energii elektrycznej.

W świetle powyższego, naturalnym przedstawicielem polskiego społeczeństwa we właściwym przeprowadzeniu procesu transformacji energetycznej powinien być rząd Rzeczypospolitej Polskiej. Obserwujemy od wielu lat, że rząd nie jest w stanie opanować tak skomplikowanej materii, a więc zasadne jest włączenie w decyzyjność (wybory i działania) w procesie transformacji samorządów, przedsiębiorstw i stowarzyszeń. Oczywiście z odpowiednią alokacją środków finansowych na zarządzanie procesem transformacji polskiego systemu energetycznego.

Kto powinien być zainteresowany transformacją energetyczną w Polsce?

W kontekście definicji transformacji energetycznej można stwierdzić, że obecny stan polskiego systemu energetycznego jest doskonale rozpoznany. Natomiast stan nowego systemu energetycznego nie jest znany. Nie jest znany, ponieważ mówimy o przyszłości, i to odległej o ok. 25 lat. To nie znaczy, że można przyjąć tłumaczenie urzędników właściwych ministerstw, że przecież nie wiadomo co będzie za 25 lat, zatem skupiamy się tylko na działaniach reakcyjnych. Osiągnięcia naukowe w dyscyplinach związanych z energią i w innych pokrewnych, m.in. rozwijających współczesne techniki informatyczne i informacyjne oraz bogate doświadczenie specjalistów z wielu kluczowych dla polskiej gospodarki obszarów pozwalają na wypracowanie konsensusu koncepcji przyszłego, nowego polskiego systemu energetycznego, czego dowodem były prezentacje i dyskusje podczas obrad IV Kongresu Elektryki Polskiej. Kongres ten, jak na kongres przystało skupił specjalistów i ekspertów praktycznie z wszystkich obszarów ważnych dla procesu transformacji. Niestety, Kongres obnażył brak zainteresowania urzędników właściwych ministerstw rozwiązaniami kluczowymi dla polskiej gospodarki, zwłaszcza w jej funkcjonowaniu w nowych warunkach. W konsekwencji przekłada się to na to, że urzędnicy ministerstw, których obowiązkiem jest służenie społeczeństwu (a nie odwrotnie) bezkarnie powtarzają na oficjalnych spotkaniach, że nie wiedzą co będzie za 25 lat. Absencja urzędników ministerstw dobitnie świadczy o tym, że stracili oni kolejną szansę na wysłuchanie i próbę wyjaśnienia (możliwość dyskusji) aktualnych problemów transformacji polskiego systemu energetycznego. Fakt ten odbiera powagę tłumaczenia się urzędników ministerstw, że nie wiedzą. Podważa to ich kompetencje do podejmowania wyborów i działań w przedmiotowym zakresie.

W ogólności potwierdza to również publicysta Jacek Żakowski [Gazeta Wyborcza, 23 sierpnia 2024 roku, „Władza i wiedza. Dlaczego rządzący nie słuchają ekspertów”] wskazując, że problem polega na tym, że polityka w coraz większym stopniu wyraża wiarę, wrażenia, emocje i wolę polityków (częściowo też wyborców), a w coraz mniejszym stopniu wiedzę o świecie i racjonalnych sposobach wpływania na rzeczywistość. Im bardziej

złożony jest świat, tym mniej chętnie polityczna władza sięga po naukową wiedzę, a bardziej chętnie po PR-owskie sztuczki, które dają chwilową popularność.

Stwierdzony brak kompetencji urzędników ministerstw do właściwych działań na rzecz przygotowania warunków egzystencji przyszłych pokoleń skłania do zastosowania rozwiązania proponowanego np. przez profesora Michała Wojciechowskiego [Rzeczpospolita, 25 lipca 2024 roku, „Drogi do sprawnego państwa”], który proponuje, że wobec indolencji państwa polskiego w zasadniczych dla gospodarki narodowej obszarach należy wcielić w życie konstytucyjną zasadę pomocniczości (subsydiarności), redukując zasięg władzy centralnej i oddając uprawnienia i zadania samorządom, przedsiębiorstwom, stowarzyszeniom i obywatelom.

Wniosek nr 1

Proces transformacji polskiego systemu energetycznego dotyczy wszystkich obszarów życia człowieka w systemowym ujęciu wytwarzania, przesyłania i użytkowania energii, zatem decyzyjność (wybory i działania) w tym procesie w imieniu wszystkich obywateli (reprezentacja) powinny mieć samorządy, przedsiębiorstwa i stowarzyszenia.

IV Kongres Elektryki Polskiej wnosi do Prezesa Rady Ministrów RP o ustawowe utworzenie Zespołu Strategicznych Doradców Premiera w Zakresie Transformacji Energetycznej. Zespół ten powinien składać się z reprezentantów uczelni, samorządów, przedsiębiorstw i stowarzyszeń. Powinien mieć umocowanie formalne (z odpowiednim funduszem) do działań oraz powinien podlegać bezpośrednio Premierowi RP. Celem działania tego Zespołu powinien być permanentny, niezależny od rządu, monitoring wyborów i działań rządu RP w kwestii szeroko rozumianej transformacji energetycznej.

Kto powinien zajmować się transformacją energetyczną Polski?

Wiadomo kto powinien być zainteresowany transformacją, znany jest ogólny cel transformacji – elektroprosumeryzm (o czym w dalszej części niniejszego raportu) – ale niezmiernie ważną kwestią jest to, kto ma się zająć planowaniem i nadzorowaniem transformacji energetycznej Polski o charakterze przełomowym? Warunkiem koniecznym (choć niewystarczającym) zajmowania się transformacją energetyczną jest diametralna zmiana wyobrażenia o strukturze i funkcjonowaniu przyszłego systemu energetycznego Polski. Tylko takie osoby, które są w stanie diametralnie zmienić swe wyobrażenie w tym zakresie powinny być brane pod uwagę w doborach kadrowych. W wystąpieniu inauguracyjnym IV KEP sprecyzowano trzy przykładowe (nie wyczerpujące zagadnienia) kwestie testowe zdolności zmiany wyobrażenia o systemie energetycznym Polski, które uzupełnione po dyskusjach kongresowych mogą być ujęte w następujący zbiór (zaznaczyć należy, że te kwestie dotyczą przyszłego systemu energetycznego Polski, w okresie przejściowym, czyli transformacji należy korzystać z różnych dozwolonych rozwiązań).

Wniosek nr 2

Planowaniem i nadzorowaniem transformacji energetycznej Polski powinny się zajmować tylko te osoby, które z przekonaniem twierdząco odpowiedzą na następujące trzy kwestie testowe zdolności zmiany wyobrażenia o polskim systemie energetycznym (przy czym kwestie te dotyczą docelowego nowego systemu energetycznego Polski):

1. Nie ma wytwarzania energii w dużych, centralnych instalacjach wytwórczych (oprócz farm wiatrowych, szczególnie na morzu). Podstawą jest pozyskiwanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w obszarach lokalnie bilansowanych. Podstawowe bilansowanie energii i mocy musi odbywać się w obszarach sieci niskiego napięcia, kolejno napięcia średniego i 110 kV, a to czego brakuje lub jest nadwyżką musi być opanowane na poziomie systemu przesyłowego. Diametralnie zmienia to podejście do konstruowania struktury, a zwłaszcza funkcjonalności przyszłego polskiego systemu energetycznego. W pierwszej kolejności zagospodarowuje się energetycznie i mocowo lokalnie bilansowane obszary sieci niskiego napięcia, następnie średniego, a na końcu 110 kV.
2. Elektroprosumenci odgrywają główną rolę w dążeniu do osiągnięcia elastyczności niezbędnej do dostosowania systemu energii elektrycznej do niestabilnego i rozproszonego wytwarzania odnawialnej energii elektrycznej. Z tego wynika, że będą w nowych warunkach potrzebne źródła energii elektrycznej nie tyle stabilne, ile elastyczne. Nie można stosować żadnych środków ograniczających elektroprosumentowi pozyskiwania energii elektrycznej na własne potrzeby z jego własnej mikroinstalacji.
3. Konieczne jest wprowadzenie prawdziwej konkurencyjności operatorów sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia w przyszłym systemie energetycznym Polski (niezależnych od rządu). System przesyłowy powinien być obsługiwany przez operatora (z nadzorem rządowym zwłaszcza w obszarze rynku technicznego), ale operator systemu przesyłowego powinien mieć rolę usługową w stosunku do systemów średniego i niskiego napięcia.

Czy można wyobrazić sobie polski system energetyczny oparty wyłącznie na OZE?

Dyskusja na tak sformułowane pytanie, jeżeli się w ogóle pojawi, zazwyczaj kończy się w początkowej jej fazie z powodu wyobrażania sobie funkcjonowania systemu energetycznego Polski tak, jak on dziś funkcjonuje, a na dodatek w obecnych ramach formalno-prawnych. Jednak, jeżeli podkreślić, że mówimy o nowym systemie energetycznym Polski, który ma w pełni funkcjonować za ok. 25 lat, że do celów energetycznych nie wykorzystuje się paliw kopalnych, że musi nastąpić przełom technologiczny we wszystkich obszarach i sektorach energetyki, że priorytetem będzie maksymalne pozyskanie energii z OZE (nie wolno wyłączać, ani redukować jednostek OZE), że funkcjonują obszary energetyczne

lokalnie zarządzane i bilansowane (moc, energia), że szczególnie na potrzeby przemysłu funkcjonuje nowoczesnie zarządzana sieć przesyłowa oraz że będzie sformułowane nowe prawo elektryczne, to udaje się z powodzeniem wyobrazić taki system. Pokazane to zostało na jednej z sesji konferencji „Rynek Energii” w Kazimierzu Dolnym w roku 2024 oraz właśnie podczas obrad IV Kongresu Elektryki Polskiej. Kwestią dyskusyjną pozostaje ciągle energetyka jądrowa, o czym będzie w dalszej części niniejszego raportu.

Jednym z ważniejszych pytań postawionych przed IV Kongresem Elektryki Polskiej było to, czy przedstawiona w Białej Księdze transformacji energetycznej do elektroprosumeryzmu [Jan Popczyk, Kancelaria Senatu RP, Warszawa, 2024] koncepcja przyszłego polskiego systemu energetycznego (stanu, w którym nie będą wykorzystywane paliwa kopalne: węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa oraz gaz ziemny) może być przedstawiona jako cel w polskiej transformacji energetycznej o znaczeniu przełomowym? W wystąpieniach i dyskusjach IV Kongresu Elektryki Polskiej nie podważono przedstawionej w Białej Księdze koncepcji. Jednak dla precyzji rozumienia proponowanych rozwiązań konieczne jest na początku wyraźne rozdzielenie pojęciowe koncepcji nowego systemu energetycznego Polski (stan postulowany w przyszłości) oraz wyborów i działań w procesie transformacji. Pierwszy zakres należy uznać za ogólnie zaakceptowany (kwestią dyskusyjną jest jedynie energetyka jądrowa), natomiast co do samego procesu transformacji są różne zdania, ale cel jest określony – elektroprosumeryzm.

Wniosek nr 3

Celem transformacji polskiego systemu energetycznego jest elektroprosumeryzm. Celem operacyjnym na najbliższe parę lat (dwa lata) jest konsensus w sprawie szczegółowej koncepcji postulowanego nowego stanu, czyli polskiego elektroprosumeryzmu oraz przygotowanie propozycji uwarunkowań formalno-prawnych w nowych warunkach.

IV Kongres Elektryki Polskiej wnosi do Prezesa Rady Ministrów RP o:

1. Powołanie Zespołu Legislacyjnego ds. Prawa Elektrycznego. Stałymi członkami/konsultantami tego zespołu powinni być reprezentanci: uczelni, samorządów, przedsiębiorstw i stowarzyszeń. Zespół powinien mieć umocowanie formalne (z odpowiednim funduszem) do działań oraz powinien podlegać bezpośrednio Premierowi RP.
2. Uruchomienie konkursu na merytoryczne, poparte naukowo opracowanie koncepcji nowego systemu energetycznego Polski (stan postulowany w przyszłości). Konkurs mógłby być przeprowadzony przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju jako narodowy projekt zamawiany. W konkursie powinny być wyłonione trzy niezależne zespoły badawcze, w skład których powinni wchodzić przedstawiciele (bez żadnych wyjątków): uczelni, samorządów, przedsiębiorstw i stowarzyszeń. Opracowane koncepcje powinny być przedmiotem szerokiej debaty eksperckiej na poziomie Prezesa Rady Ministrów RP, w której przyjęto by (najprawdopodobniej na zasadzie konsensusu) ugruntowaną naukowo koncepcję nowego polskiego systemu energetycznego.

Wartością dodaną w kontekście przyszłego systemu energetycznego Polski jest propozycja doktryny elektroprosumeryzmu opublikowana w „Raporcie otwarcia IV KEP”.

Inna koncepcja systemu elektroenergetycznego Polski została przedstawiona w „Raporcie otwarcia IV KEP” w rozdziale 8. pt.: „Zrównoważona transformacja energetyczna źródeł wytwórczych w systemie elektroenergetycznym Polski” (str. 231-248).

Transformacja przełomowa polskiego systemu energetycznego, czy zamiana źródeł energii w systemie istniejącym?

W Polsce jest pilnie potrzebny strategiczny program transformacji energetycznej, którego celem byłoby odejście od paliw kopalnych w elektroenergetyce, przemyśle, transporcie i ciepłownictwie. W niniejszej części raportu podjęto próbę nakreślenia w długoterminowej perspektywie strategii transformacji energetycznej sektora wytwórczego polskiej elektroenergetyki, rozwiązującej problem redukcji emisji CO₂ w tym sektorze. Jako punkt wyjścia przy podjęciu próby rozwiązania tego problemu przyjęto art. 5. Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej, który zobowiązuje nasz kraj do zapewniania ochrony środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju. Zasadę tę w odniesieniu do zrównoważonej transformacji energetycznej w polskiej elektroenergetyce można streścić w stwierdzeniu, że powinna ona zapewniać ekonomiczny rozwój Kraju, chroniąc równowagę ekosystemu. Biorąc to pod uwagę, zrównoważona transformacja energetyczna sektora wytwórczego polskiej elektroenergetyki, powinna spełniać trzy następujące kryteria: (1) zapewniać bezpieczeństwo pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE), niezbędne dla niezawodnej dostawy energii elektrycznej odbiorcom, (2) zapewniać dostępność energii elektrycznej przy możliwie niskiej (akceptowalnej) cenie (wytwarzanej przy możliwie niskich kosztach), sprzyjającej ekonomicznemu rozwojowi Kraju i (3) zapewniać ochronę środowiska oraz przeciwdziałać zmianom klimatycznym przez minimalizację jednostkowej emisji CO₂ (kg CO₂/kWh) przy produkcji energii elektrycznej.

Podstawowe znaczenie dla zapewnienia bezpiecznej i stabilnej pracy KSE, takim jakim jest obecny KSE w Polsce, ma moc i stan techniczny jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych (JWCD). Ich moc osiągalna w KSE na 30 września 2024 r. wynosiła ok. 28,8 GW. Tworzą je: 72 kondensacyjne bloki parowe opalane węglem kamiennym i brunatnym, o jednostkowej mocy powyżej 150 MW, przyłączone głównie do sieci przesyłowej 400 kV i 220 kV oraz częściowo do sieci dystrybucyjnej 110 kV o łącznej mocy osiągalnej ok. 23 676 MW, 2 kondensacyjne bloki gazowo-parowe o łącznej mocy 1434 MW opalane gazem ziemnym, 11 bloków elektrowni szczytowo-pompowych, o łącznej mocy ok. 1413 MW, 2 kogeneracyjne bloki parowe opalane węglem o łącznej mocy elektrycznej ok. 212 MW oraz 4 kogeneracyjne bloki gazowo-parowe o łącznej mocy elektrycznej ok. 2042 MW opalane gazem ziemnym. W chwili obecnej w całkowitej mocy JWCD 83,01% stanowi moc bloków parowych opalanych węglem, z których 16 kondensacyjnych bloków parowych opalanych węglem o łącznej mocy ok. 3,6 GW, przepracowało w KSE już od 45 do ponad 55 lat i będzie musiało zostać wyłączonych z eksploatacji prawdopodobnie w najbliższych dziesięciu latach. Natomiast w latach 2025-2028 do KSE zostaną włączone 4 kondensacyjne bloki gazowo-parowe opalane gazem ziemnym, o łącznej mocy

ok. 2 839 MW. Wszystkie te bloki uzyskały kontrakty, każdy na 17 lat, na rynku mocy, począwszy odpowiednio od 2026, 2027 i 2028 roku. Powinno to zapewnić bezpieczeństwo pracy KSE do ok. 2030 roku. Natomiast po tym okresie wystąpi deficyt mocy JWCD w KSE, zagrażający bezpieczeństwu jego pracy, gdyż parowe bloki opalane węglem kamiennym i brunatnym będą permanentnie wycofywane z eksploatacji aż do 2050 roku i w związku z tym zaistnieje potrzeba włączenia do KSE, w miejsce wycofanych kondensacyjnych bloków parowych opalanych węglem, nowych JWCD, charakteryzujących się podobną ciągłością i stabilnością pracy, którymi, zgodnie z kryteriami transformacji energetycznej, mogą być tylko zeroemisyjne jądrowe bloki energetyczne, charakteryzujące się również, ważną dla bezpieczeństwa pracy KSE, ciągłością pracy. Bardzo ważnym wyzwaniem koniecznej transformacji technologicznej źródeł wytwórczych w KSE jest zatem transformacja paliwowa JWCD, które w decydującym stopniu odpowiadają za bezpieczeństwo jego pracy.

Ważnym aspektem prezentowanego rozwiązania jest efektywność ekonomiczna. Jako kryterium efektywności ekonomicznej wybranych analizowanych technologii wytwórczych przyjęto jednostkowe, zdyskontowane na 2024 rok, koszty wytwarzania energii elektrycznej. Pozwalają one porównywać efektywność ekonomiczną różnych technologii wytwarzania energii elektrycznej w grupach jednostek wytwórczych JWCD i nJWCD. W jednostkowych kosztach wytwarzania energii elektrycznej w sposób bezpośredni są uwzględnione również takie ważne właściwości poszczególnych technologii jak efektywność energetyczna oraz wpływ na środowisko (koszty uprawnień do emisji CO₂). W obliczeniach uwzględniano: koszty kapitałowe, koszty paliwa, koszty remontów, koszty obsługi oraz koszty środowiskowe (koszty uprawnień do emisji CO₂). Szczegółowe wyniki tych analiz przedstawiono w „Raporcie otwarcia IV Kongresu Elektryki Polskiej” (str. 238-240). Również w raporcie otwarcia (str. 240-244) przedstawiono szczegóły proponowanego programu zrównoważonej transformacji energetycznej źródeł wytwórczych w KSE obejmującego okres do 2050 roku, w którym Polska powinna uzyskać stan neutralności klimatycznej.

Wniosek z przedstawionej propozycji jest taki, że konieczna zrównoważona transformacja energetyczna źródeł wytwórczych w KSE wymaga zbudowania w okresie najbliższych 25-ciu lat bezpiecznego, zeroemisyjnego i efektywnego ekonomicznie systemu elektroenergetycznego. Długoterminowa strategia budowy bezpiecznego, zeroemisyjnego i efektywnego ekonomicznie systemu elektroenergetycznego w kraju nie posiadającym dużych zasobów hydroenergetycznych, pozwalających na budowę w systemie elektroenergetycznym elektrowni wodnych dużej mocy, zapewniających bezpieczną i stabilną jego pracę, musi opierać się na łączeniu rozwoju energetyki wykorzystującej odnawialne źródła energii (OZE) oraz energetyki jądrowej.

Kwestie dyskusyjne udziału energetyki jądrowej dużej mocy w przyszłym polskim systemie energetycznym, której kosztami obciążone będzie polskie społeczeństwo w kilku przyszłych pokoleniach, zostały sformułowane w dalszej części tego raportu. Bardzo istotną kwestią udziału energetyki jądrowej w przyszłości są małe modułowe reaktory (SMR) jądrowe, które na pełnej zasadzie konkurencyjności i na ryzyko inwestorów

niezależnych od rządu będą mogły uzupełniać energię w przyszłym polskim systemie energetycznym. Powinny być prowadzone w Polsce prace nad wyborem energetycznych bloków jądrowych z reaktorami typu SMR, aby budowa elektrowni jądrowych z takimi blokami mogła się rozpocząć natychmiast po ukształtowaniu się na świecie dojrzałych konstrukcyjnie, eksploatacyjnie i komercyjnie rozwiązań. Moc elektrowni jądrowych z takimi blokami powinna osiągnąć w Polsce wartość ok. 3 GW w 2050 roku.

Po przyjęciu porozumienia klimatycznego przez 196 krajów na 21. Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmiany Klimatu w Paryżu w 2015 roku wzrosło zainteresowanie zeroemisyjnymi, stabilnymi źródłami energii elektrycznej nie tylko dla dużych systemów elektroenergetycznych ale również dla energetyki przemysłowej i komunalnej, do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła do celów technologicznych i ogrzewania, o zróżnicowanej mocy, ale mniejszej niż moce rzędu 1000 MW systemowych energetycznych bloków jądrowych, a równocześnie charakteryzującymi się krótszym czasem budowy i niższymi całkowitymi kosztami inwestycyjnymi. Bloki takie powinny charakteryzować się poza tym wysokim bezpieczeństwem, aby mogły być budowane w stosunkowo bliskiej odległości od zakładów przemysłowych lub osiedli mieszkaniowych, ze względu na kryterium ograniczonej odległości przysyłania ciepła, to znaczy w odległości znacznie bliższej od takich obiektów niż z zasady są budowane energetyczne bloki jądrowe dużej mocy. Należy podkreślić również, że niektóre procesy technologiczne w przemyśle wymagają parametrów ciepła znacznie wyższych niż te, które można uzyskać w tradycyjnych reaktorach PWR i BWR. Wyższych temperatur będzie wymagało również zastosowanie reaktorów jądrowych do wytwarzania zielonego wodoru (w procesach zeroemisyjnych). Poza tym aktualnym problemem pozostaje cały czas, praktycznie od początku rozwoju energetyki jądrowej, wytwarzanie sztucznych paliw jądrowych ^{299}Pu i ^{233}U z materiałów paliworodnych takich jak ^{238}U i ^{232}Th , których zasoby w przyrodzie są znacznie większe niż naturalnego paliwa jądrowego w postaci ^{235}U . Wszystkie te wymagania sprawiły, że prace badawcze i rozwojowe w zakresie modułowych reaktorów małej mocy (Small Modular Reactors, SMR) i modułowych reaktorów bardzo małej mocy (Micro Modular Reactors, MMR) są prowadzone na świecie w bardzo szerokim zakresie.

W kilkunastu krajach są prowadzone prace badawcze, rozwojowe i wdrożeniowe nad ponad 70-ma różnymi projektami SMR-ów. Można je podzielić na dwie grupy: reaktory lekko-wodne generacji III+ i reaktory generacji IV. Do SMR-ów generacji III+ należą reaktory BWR, PWR i iPWR (zintegrowane z obiegiem naturalnym). Natomiast do reaktorów generacji IV zalicza się przede wszystkim SMR-y jako reaktory prędkie powielające (Fast Breeder Reactor, FBR) z chłodziwem w postaci ciekłych metali (Liquid Metal Fast Reactors, LMFR), w tym ciekłego sodu (Sodium-cooled Fast Reactor, SFR) i ciekłego ołowiu (Lead-cooled Fast Reactor, LFR) oraz stopionych soli (Molten Salt Reactor, MSR). W niektórych ośrodkach badawczych są prowadzone również prace koncepcyjne w dziedzinie reaktorów prędkich chłodzonych gazem (Gas-cooled Fast Reactor, GFR) i parą o parametrach nadkrytycznych (Supercritical Water Reactor, SCWR). Do SMR-ów generacji IV zalicza się również reaktory termiczne wysokotemperaturowe, z moderatorem grafitowym i chłodziwem gazowym (High Temperature Gas Reactor, HTGR). SMR-y prędkie

powielające typu: SFR, LFR. GFR i SCWR wykorzystują cykl paliwowy $^{238}\text{U} - ^{239}\text{Pu}$, a MSR-y cykl $^{232}\text{Th} - ^{233}\text{U}$. SMR-y generacji III+ (BWR, PWR i iPWR) pozwalają na uzyskiwanie temperatur chłodziwa na wyjściu z reaktora w zakresie od 280 °C do 320 °C i sprawności obiegu parowego bloku energetycznego w zakresie od 26% do 31%, SMR-y prędkie generacji IV (LMFR i MSR) temperatury w zakresie od 600 °C do 700 °C i sprawności w zakresie od 32% do 34%, a HTGR-y temperatury w zakresie od 750 °C do 850 °C i sprawności ok. 40%.

Niektóre koncepcje SMR-ów są nowe, a niektóre wywodzą się ze zrealizowanych wcześniej wdrożeń. Do tych ostatnich należą przede wszystkim technologie LMFR, w tym szczególnie SFR. Pierwszy na świecie doświadczalny reaktor SFR został uruchomiony już w 1957 r. w USA i pracował z energetycznym blokiem jądrowym o mocy 6,5 MW w latach 1957-1964. Energetyczne bloki jądrowe z reaktorami SFR zostały również zbudowane i pracowały jako prototypowe bloki energetyczne: w USA blok o mocy 61 MW (1966-1972), w Wielkiej Brytanii bloki o mocy 11 MW (1962-1977) i o mocy 234 MW (1976-1994), we Francji blok o mocy 130 MW (1974-2010) i w Japonii blok o mocy 246 MW (1995-2010). Natomiast we Francji został zbudowany i pracował jako komercyjny energetyczny blok jądrowy (Superfenix) o mocy 1200 MW (1986-1998). Dwa komercyjne bloki z reaktorami SFR zbudowane w Rosji pracują do chwili obecnej w elektrowni Biełojarsk o mocy 560 MW (uruchomiony w 1981 r.) i o mocy 789 MW (uruchomiony w 2015 r.). W chwili obecnej w budowie jest 5 bloków jądrowych z reaktorami SFR: w Chinach dwa o mocy 642 MW każdy (rozpoczęcie budowy w 2017 r. i 2020 r.), w Indiach o mocy 490 MW, (rozpoczęcie budowy w 2004 r.), w Rosji o mocy 280 MW (rozpoczęcie budowy w 2021 r.) i w USA o mocy 345 MW (rozpoczęcie budowy w 2024 r.).

Realizacje praktyczne w przeszłości miały również SMR-y typu HTGR, a mianowicie: pierwszy na świecie przemysłowy energetyczny blok jądrowy z reaktorem HTGR został zbudowany przez firmę General Atomics w USA o mocy 330 MW i pracował w elektrowni w Fort Saint Vrain w latach 1979-1989, a drugi w Niemczech o mocy 296 MW i pracował w latach 1987-1988. Natomiast blok jądrowy z reaktorem HTGR o mocy 210 MW, z innowacyjnym rozwiązaniem w postaci paliwa TRISO, został uruchomiony w 2023 r. w Chinach. Prace badawczo-rozwojowe nad SMR-ami typu HTGR są prowadzone również w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Polsce.

Na etapie wdrożeniowym są również prace nad SMR-ami generacji III+, a mianowicie w budowie są następujące prototypowe energetyczne bloki jądrowe z reaktorami typu iPWR: w Argentynie blok CAREM o mocy 25 MW, w Rosji dwa bloki RITM 200 o mocy po 53 MW i w Chinach blok ACP 100 o mocy 100 MW. Na pozwolenie na budowę w elektrowni Darlington w Kanadzie czeka natomiast SMR typu BWRX-300 o mocy 300 MW. Jego projekt jest oparty na konstrukcji reaktora ESBWR firmy GE Hitachi o mocy 1600 MW z obiegiem naturalnym. Blok ten jednak nie został dotychczas nigdzie zbudowany. W historii energetyki jądrowej tylko dwa bloki z reaktorami BWR z obiegiem naturalnym zostały zbudowane i krótko pracowały, a mianowicie: blok z reaktorem BWR o mocy 63 MW w elektrowni Humboldt Bay w USA (1963-1976) i blok z reaktorem BWR o mocy 55 MW w elektrowni Doolewaard w Holandii (1969-1976).

Powyższe omówienie stanu rozwoju jądrowych bloków energetycznych z reaktorami modułowymi małej mocy (SMR) pozwala na stwierdzenie, że są one na początkowym etapie rozwoju i należy poczekać, które z bardzo dużej liczby obecnie rozwijanych koncepcji uzyskają dojrzałość konstrukcyjną i eksploatacyjną. To jest technologia rozwojowa, która po uzyskaniu odpowiedniego poziomu technologicznego pozwoli na wdrożenie do eksploatacji i może stanowić źródło energii elektrycznej spełniające nowe trendy rozwojowe, np. decentralizację wytwarzania energii elektrycznej (również wytwarzanie ciepła). Z drugiej strony istnieje pewna niepewność co do ich konkurencyjności ekonomicznej. Problem polega na tym czy SMR-y będą w stanie skompensować przewagę ekonomii skalowej dużych energetycznych bloków jądrowych ekonomią modułowości i masowej produkcji? W chwili obecnej nie ma jeszcze komercyjnych ofert budowy bloków jądrowych z reaktorami typu SMR.

Perspektywa Operatorów Systemów Dystrybucyjnych

Ważnym wątkiem panelu dyskusyjnego były zagadnienia w kontekście przyszłej roli operatora sieci przesyłowej (OSP). Przed OSP stoi szereg wyzwań, z którymi musi się zmierzyć. Szczęólnego znaczenia w okresie transformacji energetycznej nabiera zapewnienie ciągłości dostaw energii. Jest to, obok akceptowalnego ekonomicznie kosztu i osiągnięcia założonych efektów środowiskowych, jeden z warunków koniecznych akceptacji społecznej dla transformacji energetycznej. Rysunek 1 przedstawia cztery kluczowe obszary, które przesądzą o tym, czy w okresie transformacji zostaną spełnione te krytyczne warunki.



Rys. 1. Obszary niezbędne do spełnienia warunków krytycznych w okresie transformacji

Jeszcze do niedawna aktywna była głównie pierwsza i druga ćwiartka, czyli wystarczalność sieci i wystarczalność generacji. W okresie transformacji doszedł element pokazany w trzeciej ćwiartce, czyli wystarczalność środków, a z uwagi na sytuację geopolityczną, pojawiła się dodatkowo konieczność zapewnienia odporności funkcjonalnej w związku z zagrożeniami fizycznymi oraz w zakresie cyberbezpieczeństwa.

Elektroprosumeryzm wymusi (już się to dzieje) konieczność lokalnego bilansowania obszaru mocy i energii. Operatorzy sieci dystrybucyjnych będą musieli przejąć zadania i odpowiedzialność (współdzielenie z OSP) za bilansowanie. Przedstawione zostało stanowisko OSP w tej sprawie, z którego wynika, że operator jest świadomy tego stanu. Niestety, obecni operatorzy sieci dystrybucyjnych jeszcze nie chcą przyjąć do wiadomości, że już dziś powinni współdzielić odpowiedzialność za bilansowanie systemu elektroenergetycznego Polski (przykładem są choćby przyłączenia w sieciach zasilanych z GPZ-ów jednostek wytwórczych o mocach jednostkowych kilku megawatów, co łącznie powoduje generację energii przy mocy nawet kilkudziesięciu megawatów). Elektroprosumenci będą bilansowani lokalnie (obszarowo), ale będą przypadki, że niezbędne będzie dostarczanie energii z zewnątrz obszaru, zwłaszcza do celów przemysłowych. Operator sieci przesyłowej również jest tego świadomy. W obecnych planach rozwojowych są uwzględnione takie rozwiązania, jak np. połączenie HVDC z północy na południe. Pozwoli to w przyszłym systemie wyprowadzać energię z północy Polski (energetyka wiatrowa na morzu i ewentualnie elektrownia jądrowa) do centrum i na południe.

Na początku warto podkreślić złożoność wyzwań związanych z kluczowymi aspektami transformacji, akcentując konieczność strategicznego podejścia do inwestycji i rozwoju technologii. W sektorze energetycznym istnieją i będą istnieć tzw. koszty osieroczone, czyli inwestycje, które nie zdążą się w pełni zamortyzować przed wycofaniem technologii (obecnie np. infrastruktura gazowa w kontekście dekarbonizacji). Mimo to podkreślić należy konieczność inwestowania w taką infrastrukturę, ze względu na bieżące potrzeby bezpieczeństwa energetycznego kraju. Podobnie jest z siecią przesyłową energii elektrycznej. Inwestycje w jej rozwój są niezbędne, choć nie wszystkie koszty mogą się zwrócić w długim okresie. Konieczny jest przesył energii elektrycznej z północy (energetyka wiatrowa, offshore) na południe Polski, co będzie wymagało znacznych nakładów, a integracja energii z offshore będzie znaczącym wyzwaniem dla sieci przesyłowej.

W ramach transformacji ważna jest różnorodność źródeł energii. Wszystkie źródła energii zdekarbonizowane są ważne i nie warto rezygnować z żadnego z nich. Bowiem w miksie energetycznym potrzebna jest różnorodność.

Obecna „Zielona Rewolucja” w dużej mierze opiera się na technologiach produkowanych w Chinach. 80% ogniw do baterii i 60% paneli słonecznych pochodzi z Chin, co stawia nas w zależności od kraju, który nie jest strategicznym partnerem dla Zachodu. Należy mieć zatem na względzie potencjalne zagrożenia związane z cyberbezpieczeństwem urządzeń pochodzących z Chin i kontrolą nad technologią przez producentów.

Konieczne są inwestycje w magazyny energii. Przykładem jest Kalifornia, gdzie w ciągu trzech lat zainstalowano 9 GW magazynów energii, co pomogło zniwelować tzw. „efekt kaczkę” (ang. duck curve), czyli problem nadwyżek energii wytwarzanej w ciągu dnia z OZE i braku możliwości jej wykorzystania w godzinach szczytu. Magazyny energii są kluczowe dla zapewnienia elastyczności krótkoterminowej systemu energetycznego. Potrzebne jest stworzenie odpowiednich warunków rynkowych, aby zachęcić inwestorów do budowy magazynów.

Należy mieć jednak na uwadze, że nie ma jednego uniwersalnego rozwiązania, nie istnieje jedno panaceum na wyzwania energetyczne. Ani magazyny energii, ani energetyka jądrowa, ani energia wiatrowa nie są samodzielnie w stanie rozwiązać wszystkich problemów. Konieczne jest zintegrowane podejście i wykorzystanie różnych technologii w zależności od potrzeb.

Wybrzmiała również potrzeba modernizacji i rozbudowy sieci przesyłowych, w tym dla umożliwienia importu energii, np. z Norwegii, co jest istotne w kontekście poszukiwania elastyczności poza granicami kraju. Mimo potrzebnej decentralizacji systemu energetycznego, podkreślić należy, że sieci przesyłowe są i będą niezbędne do zapewnienia dostaw energii na dużą skalę, zwłaszcza w kontekście rosnącego zapotrzebowania na energię przez sektor IT (np. centra danych, sztuczna inteligencja).

Kluczowa jest rola Operatorów Systemów Dystrybucyjnych w procesie transformacji energetycznej, zwłaszcza w kontekście integracji źródeł rozproszonych i odnawialnych. Lepsza współpraca z małymi i średnimi inwestorami w źródła OZE jest niezbędna, ponieważ to na tym poziomie rozegra się przyszłość polskiej energetyki. Pod tym kątem wzrasta znaczenie operatorów systemów elektroenergetycznych w integracji różnych elementów transformacji, wspieraniu tego procesu, w celu zapewnienia ciągłości dostaw energii, efektywności ekonomicznej oraz osiągnięcia efektów środowiskowych, co jest kluczowe dla akceptacji społecznej transformacji energetycznej.

Wyzwaniem dla Operatorów są ograniczone zasoby sieciowe. Nie jest możliwe stworzenie modelu, w którym energia może być przesyłana z dowolnego miejsca do dowolnego miejsca bez ograniczeń. Operatorzy muszą przestrzegać zasad bezpieczeństwa sieci, m.in. ograniczenia w przesyłaniu energii, utrzymanie odpowiednich poziomów napięcia i częstotliwości. Istotny jest aspekt integracji polskiego rynku z rynkiem europejskim. Duża część polskiej sieci jest wykorzystywana do tranzytów energii i przesyłania jej na duże odległości. Występują rewersyjne przepływy energii (energia płynie z niskich napięć do wysokich), co wpływa na straty i poziomy napięć w sieci.

Wyzwaniem jest rozwój źródeł rozproszonych powodujący zmianę w sposobie zapewniania stabilności i „sztywności” sieci. Źródła OZE muszą aktywnie uczestniczyć w kształtowaniu parametrów sieci. Jest to istotna zmiana w porównaniu z wcześniejszym modelem opartym na dużych jednostkach konwencjonalnych.

System elektroenergetyczny nie jest w pełni przygotowany do bilansowania energii w sytuacjach niedostępności paliw czy innych kryzysów. Dotychczas planowanie odbywało się z dnia na dzień, skupiając się na dostawach mocy. Konieczne jest rozwijanie mechanizmów pozwalających na lepsze planowanie i bilansowanie energii w dłuższych horyzontach czasowych.

Oprócz generacji, także strona odbioru i magazyny energii muszą aktywnie uczestniczyć w bilansowaniu systemu i spełnianiu ograniczeń technicznych. PSE określa te elementy jako „zasoby”, które muszą współpracować w celu zapewnienia ciągłości dostaw energii. Wzrost udziału OZE wymaga od tych źródeł uczestnictwa w świadczeniu usług elastyczności.

Kwestią nabierającą na znaczeniu jest wykorzystywanie przez operatorów w coraz większym stopniu systemów komputerowych do zarządzania siecią elektroenergetyczną. Brak dostępności tych systemów może prowadzić do poważnych problemów w funkcjonowaniu systemu. Dlatego kluczowe znaczenie przybiera cyberbezpieczeństwo. Operatorzy muszą również uwzględniać zagrożenia fizyczne, takie jak zniszczenie infrastruktury czy uniemożliwienie jej eksploatacji.

Koncentrując się na współpracy sieci z coraz bardziej licznymi źródłami OZE, podkreślić należy zarówno wyzwania, jak i szanse, jakie stwarza integracja energii odnawialnej. Potrzebne są natychmiastowe działania, wsparcie regulacyjne i inwestycje w nowe technologie i infrastrukturę w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego i zaspokojenia przyszłego popytu. Współpraca między interesariuszami branży, decydentami politycznymi i społecznością naukową jest niezbędna dla pomyślnej transformacji. Konieczna jest adaptacja do dynamicznych zmian w sektorze energetycznym, wynikających głównie z rosnącego udziału OZE. Rozwiązania muszą być kompleksowe, łącząc aspekty techniczne z handlowymi i regulacyjnymi, a OSD powinni działać w ramach spójnej strategii krajowej, współpracując z innymi podmiotami w celu zapewnienia stabilności i niezawodności systemu energetycznego.

Rozważając wizję przyszłości OSD, należy zadać sobie pytanie, czy w ciągu najbliższej dekady termin ten (OSD) będzie nadal adekwatny, bowiem rola operatorów ulega istotnym zmianom? OSD stają się menedżerami systemu, współpracując z dużą liczbą wytwórców profesjonalnych, podmiotów zbiorowych oraz liczną i stale rosnącą liczbą prosumentów. Gwałtowny przyrost OZE od 2009 roku wprowadził tzw. stan nieustalony (pojęcie znane - i nie lubiane - studentom energetyki) w systemie dystrybucyjnym. Dotychczas znany, tradycyjny, stabilny system, do którego byliśmy przyzwyczajeni, uległ zmianie - przepływy energii stały się nieprzewidywalne, co komplikuje zarządzanie siecią. W takiej sytuacji istotą jest obserwowalność tego co się dzieje w sieci pod względem przepływu, pod względem wartości napięć. A gdy zacznie się obserwować co się dzieje, można tym zarządzić, co ma miejsce z coraz lepszym skutkiem. Operatorzy intensywnie inwestują w sieć od wielu lat, początkowo w celu zwiększenia niezawodności, ale teraz również w odpowiedzi na wyzwania związane z OZE. A odpowiedzią, „złotą pigułką” na nowe wyzwania jest elastyczność, kluczowa przy dostosowaniu się do zmienności wprowadzanej przez OZE.

Oczywiste jest, że każda technologia ma swoje granice. Nie można w nieskończoność rozwiązywać problemów wyłącznie środkami technicznymi i nakładami na ten cel. Kluczowa jest potrzeba wprowadzenia zachęt handlowych i mechanizmów rynkowych, które pomogą w zarządzaniu popytem i podażą oraz zmienią profil odbiorcy.

Strategicznie za najistotniejszy fakt uznać należy, że OSD nie działają i nie mogą działać w oderwaniu od reszty systemu. Muszą być częścią szerszej strategii energetycznej, działania z poziomu OSD powinny wpisywać się w pewną wizję całości (politykę). Muszą działać zgodnie z ogólnym planem, uwzględniającym zarówno aktualne, jak i przyszłe wyzwania energetyczne.

Patrząc z kolei na lokalny wymiar transformacji energetycznej, warto skoncentrować się na doświadczeniach OSD i widocznych problemach rozwoju energetyki lokalnej/obywa-

telskiej, a także szansach, które ta energetyka wnosi. Rozwija się dynamicznie współpraca operatorów z urzędami czy gminami w procesach planistycznych i efektywna kooperacja między operatorami czy gestorami sieci, a samorządami, w formie porozumienia dotyczącego infrastruktury, jest realizowana tam, gdzie jest niezbędna.

Co istotne - z poziomu operatorów systemów przesyłowego i dystrybucyjnych – wyzwaniem jest sprostanie wymogom transformacji. Kiedyś energia z elektrowni systemowych sieciami NN napięć przesyłana była w sposób regulowany na napięcia 110 kV, następnie na SN i do odbiorców również na niskim napięciu. Obecnie na każdym z poziomów napięć są przyłączane źródła, które poza biogazowniami, których nadal jest niewiele są źródłami niestabilnymi.

Ogromną skalę zainteresowania przyłączaniem OZE można zobrazować na przykładzie Enei Operator, do sieci której (wg danych na koniec roku 2023) jest przyłączone ponad 7 GW mocy, z czego ponad 6 GW to OZE. Jednocześnie zawarte są umowy i wydane warunki przyłączeniowe, których łączna moc – łącznie z źródłami już przyłączonymi – to 14 GW. Tę liczbę należy zestawić ze szczytowym zapotrzebowaniem odbiorców Enea Operator, które w 2023 r wyniosło 3,5 GW. To oznacza że maksymalne zapotrzebowanie było czterokrotnie mniejsze niż źródła przyłączone i zaplanowane do przyłączenia. Występujące odmowy przyłączeń OZE wynikają z wyczerpania możliwości sieci w danym obszarze, ograniczeniami bilansowymi. Podstawowym problemem OSD w tym kontekście jest kwestia bilansowania energii czyli faktu, że w wybranych godzinach doby wyprodukowanej energii jest za dużo w stosunku do możliwości i potrzeb jej odbioru.

Za największe wyzwanie stojące przed Operatorami uznać należy, oprócz koniecznych inwestycji, implementację rozwiązań związanych z możliwością wdrożenia i wykorzystywania usług elastyczności, czyli mechanizmów które pozwolą na równoważenie popytu i podaży. Rozwiązania te obejmują magazynowanie energii w tradycyjnych magazynach, wykorzystanie systemów ciepłowniczych oraz stymulowanie zwiększenia popytu w godzinach nadwyżek produkcji.

Ponadto pokreślić należy, że właśnie na średnim i niskim napięciu lokalność powinna być nadrzędną cechą przełączania OZE, tzn. że energia winna być konsumowana lub właściwie zarządzana poprzez usługi elastyczności na danym obszarze/w danym węźle, czyli tam gdzie jest pobór energii elektrycznej.

Istotnym wnioskiem jest konieczność adaptacji do zmian. Technologie i potrzeby energetyczne zmieniają się, a rolą operatora jest dostosowanie się do tych zmian, jednak działając w mocy przepisów prawa, a przede wszystkim przy zachowaniu nadrzędnej, czy jednej z głównych funkcji operatora - wpisanej również w koncesję - czyli bezpieczeństwa energetycznego.

Rozpatrując konieczność inwestycji w rozwój i modernizację sieci, należy mieć na uwadze, że system elektroenergetyczny musi być gotowy również wtedy, kiedy brak jest możliwości generacyjnych. W konsekwencji inwestycje zmierzają do tego, żeby bezpieczeństwo energetyczne, ciągłość, niezawodność i jakość dostaw móc zachować w stosunku do wszystkich odbiorców, w każdej chwili. Natomiast nie można nie zauważyć, że nowe rozwiązania związane z OZE często obniżają wolumen energii przesyłanej przez sieć

(np. poprzez autokonsumpcję), co przy obowiązującym systemie taryfowym oznacza, że konsumenci, którzy w tego typu rozwiązaniach nie biorą udziału, w większym zakresie partycypują w tych kosztach utrzymania sieci.

Jako istotne wyzwanie transformacyjne zdiagnozowano rosnące trudności w pozyskiwaniu wykwalifikowanych kadr technicznych, wskazując na potrzebę kształcenia specjalistów na różnych poziomach, od monterów infrastruktury po automatyków zarządzających inteligentnymi sieciami.

Wniosek nr 4

Operatorzy Systemów Dystrybucyjnych w Polsce są częścią scentralizowanego układu monopolistycznego: 1) Prezes Rady Ministrów RP nadzoruje pracę ministerstw, 2) ministerstwa nadzorują pracę Operatorów Systemów Dystrybucyjnych, 3) Prezes Urzędu Regulacji Energetyki jest centralnym organem administracji rządowej powołanym do realizacji zadań z zakresu regulacji gospodarki paliwami i energią oraz promowania konkurencji, 4) Prezesa URE powołuje na 5-letnią kadencję Prezes Rady Ministrów. Ten zamknięty układ polityczno-administracyjny nie jest zdolny do wypracowania racjonalnych, nowatorskich i przyszłościowych rozwiązań. W spółkach Operatorów Systemów Dystrybucyjnych pracują wykształceni i doskonali specjaliści, którzy w większości rozumieją potrzebę zmian i mają chęć te zmiany wprowadzać, ale ograniczeniem jest wspomniany układ polityczno-administracyjny, który dba o realizację jedynie słusznych kierunków zgodnych z polityką rządu. Dlatego tak ważne jest, w zasadzie jest to warunek konieczny skuteczności transformacji, uniezależnienie się operatorów od rządu. Tego nie da się osiągnąć w krótkiej perspektywie. Zatem IV Kongres Elektryki Polskiej wnosi do Prezesa Rady Ministrów RP o ustawowe wprowadzenie obligatoryjnej konsultacji przed decyzjami Prezesa URE (z opinią wiążącą dla Prezesa URE) z Zespołem Strategicznych Doradców Premiera w Zakresie Transformacji Energetycznej, szczególnie w zakresie zatwierdzania planów i strategii rozwojowych elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych.

Na szerszym tle funkcjonowania dzisiejszych sieci elektroenergetycznych ujawnia się wspomniana już konieczność współdziałania Operatorów Systemów Dystrybucyjnych z inwestorami przyłączającymi jednostki wytwórcze energii elektrycznej oparte na OZE.

Odnawialne źródła energii – perspektywy i bariery rozwoju

Wdrożenie „Zielonego Ładu” w Polsce wymaga podjęcia szeregu działań na wielu płaszczyznach, aby osiągnąć cele związane z neutralnością, zrównoważonym rozwojem i ochroną środowiska. Główne kroki, które Polska powinna podjąć w ramach realizacji „Zielonego Ładu” to: transformacja cyfrowo-energetyczna, poprawa efektywności energetycznej, transport przyjazny środowisku, zrównoważone rolnictwo i ochrona różnorodności biologicznej, przemysł i gospodarka w obiegu zamkniętym, finansowanie i legislacja, edukacja i świadomość.

W zakresie transformacji energetycznej Polska musi: zmniejszyć uzależnienie od węgla i docelowo zdekarbonizować energetykę, budować odnawialne oraz zero i niskoemisyjne źródła energii, racjonalnie modernizować sieci elektroenergetyczne pod kątem obsługi energetyki rozproszonej oraz w szerszym zakresie wykorzystywać biomasę odpadową i dotychczas nie zbieraną do pozyskiwania energii elektrycznej i ciepłej oraz nawozów organicznych i paliw w budowanych bioelektrogazowniach lub ciepłowniach.

By zmniejszyć uzależnienie od węgla należy: budować odnawialne oraz zero i niskoemisyjne źródła energii, budować elektrownie jądrowe, wdrażać efektywność energetyczną, modernizować sieci energetyczne, tak by zapewnić możliwość przyłączenia i bilansowania źródeł OZE niestabilnych i rozproszonych oraz magazynowania energii elektrycznej, dokonać transformacji sektora ciepłowniczego zastępując węgiel innymi nośnikami energii pierwotnej, w tym biomasą roślinną i pozwierzęcą, dokonać elektryfikacji transportu (E-Mobility) oraz transportu na paliwa alternatywne (wodór, biopaliwa, biogaz, amoniak, BIO CNG – sprężony biometan, BIO LNG – skroplony biometan).

Dla zapewnienia bezpiecznego i efektywnego dostarczania energii musimy: posiadać możliwości techniczne wyprodukowania wystarczającej ilości energii elektrycznej o właściwej jakości, w akceptowalnej cenie i spełniającej wymogi polityki „Zielony Ładu” Unii Europejskiej, posiadać techniczne możliwości gromadzenia okresowego nadmiaru energii elektrycznej, posiadać możliwości techniczne zapewnienia wystarczającej ilości mocy elektrycznej, mieć fizyczne możliwości transportu energii elektrycznej, posiadać sieci elektroenergetyczne, które są efektywne technicznie i ekonomicznie oraz sterowalne w warunkach energetyki „Zielonego Ładu”, mieć infrastrukturę komunikacyjną i informatyczną do bezpiecznego i wydajnego zarządzania systemem energetycznym oraz dążyć do posiadania minimum 50% stabilnych źródeł energii w celu ograniczenia strat energii na przesyle i utrzymaniu stabilności pracy systemu elektroenergetycznego.

Należy: 1) w warstwie regulacyjnej: uprościć regulacje związane z budową źródeł OZE oraz przyspieszyć czas podejmowania decyzji w tym zakresie, zapewnić przewidywalność i stabilność regulacji w zakresie sposobu kształtowania cen energii elektrycznej, w zakresie zarządzania sieciami elektroenergetycznymi wydzielić Operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD) ze struktur koncernów elektroenergetycznych o pionowej integracji (faktyczny unbundling), 2) w warstwie ekonomiczno-technicznej: skutecznie wdrożyć mechanizmy wspierania budowy nowych nisko oraz zero emisyjnych źródeł energii, skutecznie wdrożyć taryfy dynamiczne energii, które będą odzwierciedlały zmieniające się warunki na rynku oraz zachęcały użytkowników do przesunięcia zużycia energii na okresy o niższym popycie, co przyczyni się do zwiększenia elastyczności sieci, przyjąć regulacje, które umożliwią rentowność inwestycji w OZE (kontrakty różnicowe, kredyty inwestycyjne na budowę źródeł OZE o stałej stopie oprocentowania etc.), przyjąć regulacje, które umożliwią rentowność inwestycji w magazyny energii, wdrożyć koncepcję elektrowni wirtualnej (Virtual Power Plant), tj. koncepcję rozproszonych źródeł energii (np. instalacji fotowoltaicznych, farm wiatrowych, magazynów energii) i elastycznych źródeł energii (np. agregatów prądotwórczych, elektrowni gazowych i elektrowni wodnych) oraz elastycznych (sterowanych) odbiorników energii, które są połączone za pomocą systemów monitorowania i zarządzania,

tworząc w ten sposób wirtualną jednostkę produkcyjno-konsumpcyjną oraz kierować środki finansowe w pierwszej kolejności na budowę wysokoefektywnych i stabilnych OZE, tj. bioelektroczłowni lub ciepłowni (MEB), 3) w warstwie technicznej: zapotrzebowanie na energię elektryczną powinno być docelowo zaspokajane w samobilansujących się wyspach wspieranych przez system energetyczny, źródła energii elektrycznej powinny być nisko emisyjne. Energia elektryczna powinna być produkowana w odnawialnych źródłach energii, takich jak farmy fotowoltaiczne, farmy wiatrowe, elektrownie wodne i geotermalne oraz bioelektroczłownie i ciepłownie.

W kontekście bioelektroczłowni wnioskuje się o optymalne wykorzystanie potencjału energetycznego odpadowej i ewentualnie celowo uprawianej biomasy organicznej jako paliwa pierwotnego w znanych procesach pozyskiwania biogazu (biometanu), będącego ekologicznym paliwem w stabilnych wytwórczo małych elektroczłowniach i ciepłowniach do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła oraz nawozu organicznego, jak również paliw do pojazdów mechanicznych w postaci sprężonego lub ciekłego metanu (Bio CNG, Bio LNG). Niezależnie od powyższych korzyści, wykorzystanie odnawialnej biomasy organicznej wpływa w sposób znaczący na czystość otoczenia i powietrza oraz ochronę klimatu, a ponadto poferment z MEB jest doskonałym nawozem organicznym, który oprócz zwiększenia wielkości plonów (o ok. 80%) powoduje zwiększenie ilości próchnicy w glebie mającej zdolności zatrzymywania zwiększonej ilości wód opadowych, co znacząco uodparnia uprawy na występujące coraz częstsze susze, przy zmieniającym się klimacie.

Elektrownie atomowe powinny zapewniać pokrycie zapotrzebowania systemu w podstawie; pojemność i moc magazynów energii powinna być pochodną możliwości produkcyjnych OZE (niestabilnych źródeł energii) oraz zapotrzebowania na moc i energię, sieci elektroenergetyczne powinny być wyposażone w zaawansowane systemy zarządzania, które umożliwią monitorowanie, kontrolę i optymalizację przepływu energii w czasie rzeczywistym. Technologie takie jak sztuczna inteligencja, analiza danych i uczenie maszynowe powinny być wykorzystywane do prognozowania zapotrzebowania na energię i optymalnego zarządzania siecią; sieci energetyczne muszą być bardziej elastyczne, co pozwoli na łatwiejsze integrowanie odnawialnych źródeł energii oraz magazynów energii. Elastyczność sieci pozwoli na efektywne zarządzanie zmiennością produkcji energii z odnawialnych źródeł, co przyczyni się do zwiększenia niezawodności dostaw energii; sieci energetyczne powinny być w większym stopniu zautomatyzowane i zintegrowane z systemami informatycznymi. Sieci energetyczne zapewniać odpowiedni poziom cyberbezpieczeństwa, aby chronić sieci przed cyberatakami i zagrożeniami dla bezpieczeństwa dostaw energii, należy wspierać rozwój technologii przesyłania i przechowywania energii oraz zarządzania przepływem energii elektrycznej. Superprzewodniki, superkondensatory, kable wysokonapięciowe i sieci inteligentne być może będą rozwiązaniem obecnych problemów elektroenergetyki.

W okresie pomiędzy datą odbycia 4 Kongresu Elektrotechniki Polskiej a datą publikacji Raportu zamknięcia wdrożono lub zapowiedziano wdrożenie: pożyczek z BGK SA na sieci elektroenergetyczne oraz na budowę magazynów i źródeł energii finansowane ze środków Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) w kwocie 16 miliardów

EURO, dotacje NFOŚiGW w kwocie 3,6 miliarda złotych przeznaczone na magazyny energii. Powyższe działania świadczą o zasadności postulatów postawionych w Raporcie otwarcia a uszczegółowionych w niniejszym Raporcie zamknięcia IV Kongresu Elektryki Polskiej.

Wyobrażenie przyszłego polskiego systemu energetycznego, którego celem jest elektroprosumeryzm, perspektywa obecnie formułowana przez samych OSD oraz postulaty szeroko rozumianej branży OZE w sposób przekonujący dowodzą, że bez wątplenia mamy do czynienia z transformacją energetyczną Polski o charakterze przełomowym, której powodzenie wymaga ogromnego skoku technologicznego.

Szansa na skok technologiczny

Znaczenie fundamentalnej transformacji daleko wykracza poza konieczność sprostania wyzwaniom związanym ze zmianami klimatycznymi i osiągnięcie do 2050 roku neutralności klimatycznej oraz wyeliminowanie z miks surowcowego paliw kopalnych i redukcji emisji gazów cieplarnianych. Sprawne i efektywne przeprowadzenie transformacji energetycznej przez poszczególne kraje warunkuje tempo ich rozwoju gospodarczego, miejsce na konkurencyjnym rynku globalnym, poziom ich bezpieczeństwa i obronności oraz dobrostan społeczeństwa.

Realizacja celów transformacji energetycznej wymaga głębokiej zmiany w sposobach produkcji i zarządzania energią. Jest to zadanie wieloaspektowe i złożone ekonomicznie, organizacyjnie, prawnie, a przede wszystkim technologicznie. Bez rewolucji technologicznej w systemie energetycznym, bez opracowania i wdrożenia zaawansowanych, przełomowych technologii wytwarzania, magazynowania, przesyłu i konsumpcji energii osiągnięcie celów transformacji energetycznej jest niewykonalne.

Polska od czasu transformacji ustrojowej dokonała wielkiego skoku gospodarczego i cywilizacyjnego oraz znacząco zmniejszyła różnicę w poziomie życia społeczeństwa w stosunku do najwyżej rozwiniętych krajów świata. W dekadzie 2010-20 byliśmy trzecią najszybciej rozwijającą się gospodarką Unii Europejskiej, ustępując tylko Malcie i Irlandii. Między rokiem 1990 a rokiem 2020 dochody budżetu państwa wzrosły przeszło 26-krotnie. Wartość polskiego eksportu w ostatnim trzydziestoleciu wzrosła z poziomu 13,2 mld USD w roku 1992 do 350 mld USD w roku 2022. Możemy być dumni z naszych osiągnięć.

Jednakże, na przestrzeni ostatnich lat obserwujemy także niepokojące trendy, szczególnie w perspektywie przyszłego tempa rozwoju i konkurencyjności polskiej gospodarki. Luka pomiędzy światowym frontem technologii, a poziomem technologicznym polskiego przemysłu wysokiej techniki systematycznie wzrasta. Zniknęły z polskiej mapy gospodarczej całe gałęzie rodzimego przemysłu decydujące o jego nowoczesności: przemysł komputerowy, telekomunikacyjny, elektroniczny, obrabiarkowy i inne. Powstałe w Polsce w wyniku zagranicznych inwestycji duże fabryki produkujące wyroby wysokiej techniki mają charakter bardziej montowni niż wytwórni. Ośrodki badawczo-rozwojowe tych przedsiębiorstw zlokalizowano poza granicami naszego kraju. Jesteśmy jedynym z sześciu największych krajów Unii Europejskiej, który nie posiada żadnego rodzimego przedsiębiorstwa wysokiej techniki o marce rozpoznawalnej na rynku światowym.

Na powyższy obraz polskiej technologii składa się cały szereg czynników. Jednym z najbardziej istotnych jest wysoko niewystarczające finansowanie nauki oraz prac badawczo-rozwojowych (B+R), i to zarówno przez państwo, jak i przez przemysł. Zaledwie niecałe 1,5% PKB, co plasuje nas na poziomie słabo rozwiniętych krajów świata. W liczbach bezwzględnych na finansowanie B+R wydajemy prawie 75 razy mniej niż Stany Zjednoczone, 17 razy mniej niż Niemcy, 13 razy mniej niż Japonia. Przy tym poziomie i aktualnym systemie finansowania pogoń polskiej nauki za czołówką światową skazana jest z góry na niepowodzenie.

W warunkach trudności finansowych szczególnego znaczenia nabiera dobra strategia rozwoju technologicznego gospodarki. Niestety, nie mamy takiej strategii, a co za tym idzie także nie mamy skonkretyzowanej strategii transformacji energetycznej. Finansowanie prac B+R przez państwowe instytucje wsparcia Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Agencję Rozwoju Przemysłu oraz Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości jest chaotyczne, nieskorelowane i rozproszone. Wykaz polskich inteligentnych specjalizacji opracowany przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii obejmuje prawie 200 pozycji, co praktycznie uniemożliwia koncentrację środków finansowych przeznaczonych na B+R na rozwój zaawansowanych technologii, w których moglibyśmy odnieść sukces światowy. Opracowanie narodowej strategii rozwoju technologicznego oraz głęboka zmiana systemu finansowania polskiej nauki i technologii wymaga niezwłocznego działania.

Wniosek nr 5

Krytycznym warunkiem osiągnięcia celów transformacji energetycznej, w tym neutralności klimatycznej, jest rozbudowa i głęboka technologiczna modernizacja systemu energetycznego, w tym przede wszystkim systemu elektroenergetycznego. Bez opracowania i wdrożenia innowacyjnych technologii wytwarzania i magazynowania energii, bez inteligentnych sieci i narzędzi sztucznej inteligencji w zarządzaniu sieciami zadanie to będzie praktycznie niewykonalne.

IV Kongres Elektryki Polskiej wnosi do Prezesa Rady Ministrów RP o zwiększenie finansowania polskiej nauki, biorąc pod uwagę stan budżetu, priorytetowo w najważniejszych dla Polski obszarach związanych z transformacją systemu energetycznego uzgodnionych i zaakceptowanych (warunek konieczny, opinia wiążąca) przez Zespół Strategicznych Doradców Premiera w Zakresie Transformacji Energetycznej. Polska powinna podjąć decyzję strategiczną (ustawową) o czasowym wspieraniu (co najmniej do roku 2060) w postaci znacząco zwiększonego i celowego finansowania określonych obszarów nauki, które pozwolą na skok technologiczny niezbędny do skutecznego procesu transformacji energetycznej w Polsce.

Skok technologiczny niezbędny jest we wszystkich sektorach systemu energetycznego, ale również w sektorach pokrewnych, zwłaszcza w kontekście konkurencyjności polskiej gospodarki w procesie transformacji energetycznej, czyli w perspektywie kilkunastu-kilkudziesięciu lat.

Zapewnienie konkurencyjności polskiej gospodarki w okresie transformacji energetycznej

W „Raporcie otwarcia IV Kongresu Elektryki Polskiej” (str. 141-163) dokonano analizy konkurencyjności gospodarki europejskiej w ujęciu globalnym, a na tym tle szczegółowo omówiono perspektywy rozwoju polskiego energochłonnego przemysłu.

Wnioski i postulaty zamieszczone w raporcie otwarcia zostały rozwinięte i wzmocnione dodatkowymi argumentami w debacie kongresowej:

1. Atrakcyjność Europy, jako obszaru dla prowadzenia i rozwoju działalności gospodarczej systematycznie spada.
2. Wysokie koszty pracy, uzależnienie od importu surowców energetycznych, odebrana od realiów światowej gospodarki polityka klimatyczna, a w konsekwencji wysokie ceny i koszty różnych form energii powodują, że Unia Europejska traci swoją konkurencyjność.
3. Konieczność prowadzenia przez energochłonne branże europejskiego przemysłu działalności produkcyjnej na zasadach ukształtowanych przez system EU ETS powoduje drastyczne obniżenie ich konkurencyjności.
4. W związku z powyższym przemysłowi odbiorcy energii elektrycznej oczekują wprowadzenia spójnych ram funkcjonowania systemu ETS po 2030 roku, które umożliwią utrzymanie międzynarodowej konkurencyjności polskich zakładów przemysłowych, w tym podjęcia pilnych działań zmierzających do wypracowania niezbędnych regulacyjnych mechanizmów osłonowych, a także długoterminowych rozwiązań umożliwiających energochłonnym zakładom wykonywanie obowiązków umarzania uprawnień do emisji.
5. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) wymaga pilnego dopracowania, aby niezamierzone negatywne konsekwencje wynikające z jego wprowadzenia nie miały miejsca.
6. Polska, wchodząc do UE w 2004 roku, miała do zaoferowania inwestorom tanią energię i niskie koszty pracy. Na dzień dzisiejszy utraciliśmy te atuty, ponieważ mamy najwyższe ceny energii elektrycznej w UE, a koszty pracy osiągnęły już poziom europejski.
7. W sytuacji, gdy najbogatsze kraje UE samodzielnie zainicjowały, przy aprobacie KE, procesy wspierania swojego przemysłu, jest oczywistym, że bez wprowadzenia podobnych rozwiązań w Polsce kontynuowanie energochłonnej produkcji przemysłowej w naszym kraju stanie się coraz mniej opłacalne, co w konsekwencji może doprowadzić do zamykania zakładów produkcyjnych, a nawet likwidacji całych gałęzi przemysłu, mających dziś znaczący udział w tworzeniu polskiego PKB.
8. Należy pilnie opracować i wdrożyć regulację, która umożliwi szybkie wprowadzenie w Polsce administracyjnego mechanizmu stabilizacji cen energii elektrycznej na poziomie 60 EUR/MWh, z którego mogłyby korzystać energochłonne zakłady przemysłowe, które zadeklarują utrzymanie działalności produkcyjnej w obecnych lokalizacjach co najmniej do 31 grudnia 2029 roku.

9. Jediną perspektywiczną, a jednocześnie możliwą do szybkiej realizacji formą zapewnienia zakładom przemysłowym taniej bezemisyjnej energii elektrycznej, jest budowa odnawialnych źródeł energii przyłączonych bezpośrednio do zakładowych sieci elektroenergetycznych, realizowana z wykorzystaniem „linii bezpośredniej” lub w modelu „autoprodukcji”.
10. Należy w pełni wykorzystać potencjał regulacyjności, którym dysponują zakłady przemysłowe, w szczególności w zakresie zwiększania zużycia energii poprzez zwiększanie produkcji, a następnie magazynowanie zielonej energii w zielonych produktach.
11. Energetyka przemysłowa może skutecznie wspierać energetykę systemową; jednakże, przy braku konkretnych propozycji ze strony operatora systemu przesyłowego lub energetyki zawodowej, popartych długoterminowymi, wiarygodnymi zobowiązaniami, przemysł będzie realizował projekty energetyczne wyłącznie dla własnych potrzeb i będzie dążył do wyizolowania przemysłowych obszarów energetycznych z krajowego systemu elektroenergetycznego.

Wpływ sytuacji w gospodarce światowej na perspektywy rozwoju europejskiego przemysłu

Atrakcyjność Europy, jako obszaru dla prowadzenia i rozwoju działalności gospodarczej systematycznie spada. Wysokie koszty pracy, uzależnienie od importu surowców energetycznych, oderwana od realiów światowej gospodarki polityka klimatyczna, a w konsekwencji wysokie ceny i koszty różnych form energii powodują, że Unia Europejska traci swoją konkurencyjność.

Całkowita dekarbonizacja europejskiego przemysłu do 2039 roku nie jest możliwa, natomiast przewidywany gwałtowny wzrost cen uprawnień do emisji CO₂ po 2039 roku spowoduje nie tylko znaczący wzrost kosztów produkcji przemysłowej, zmniejszenie jej rentowności i utratę globalnej konkurencyjności, lecz także zwiększy ryzyko bankructwa większości firm zmuszonych do pokrywania kosztów emisji na obecnych zasadach.

Wdrożenie Net-Zero Industry Act powinno zostać uzupełnione krajowymi regulacjami prawnymi uwzględniającymi kontekst sektorów energochłonnych, które są podmiotem transformacji energetycznej.

Zagrożeniem dla europejskiego przemysłu jest m.in. wzrost konkurencyjności gospodarki USA. W sierpniu 2022 roku Prezydent USA podpisał Ustawę Inflation Reduction Act (IRA), na którą składają się trzy elementy: reforma podatkowa, reforma opieki zdrowotnej oraz zmiany w regulacjach dotyczących energii i klimatu.

Celem Ustawy jest ożywienie amerykańskiej gospodarki poprzez przeznaczenie na realizację tego celu olbrzymich środków finansowych. Tylko na rozwój odnawialnych źródeł energii i niskoemisyjnych technologii administracja amerykańska zamierza wydać ok. 369 mld. USD w formie dotacji, ulg podatkowych i nisko oprocentowanych kredytów dla firm lokujących na terenie USA swoją działalność związaną z produkcją czystej energii. Istnieje zatem realne zagrożenie, że europejscy producenci czystych technologii, kuszeni atrakcyjnymi subsydiami i niższymi kosztami energii, będą decydowali się na relokację swojej działalności do Stanów Zjednoczonych.

Oferta USA dla europejskiego przemysłu obejmuje między innymi:

- ulgi podatkowe na inwestycje związane z rozbudową istniejących oraz tworzeniem nowych zakładów produkcyjnych w obszarze czystej energii,
- ulgi podatkowe na produkcję komponentów do paneli fotowoltaicznych, turbin wiatrowych, falowników, oraz baterii do samochodów elektrycznych,
- dotacje w wysokości 250 mln \$ na produkcję pomp ciepła,
- dotacje w wysokości 5,8 mld \$ dla przemysłu energochłonnego, na budowę instalacji technologicznych zmniejszających emisje gazów cieplarnianych.

Zachęty wprowadzane przez IRA bezsprzecznie wpłyną na osłabienie tempa rozwoju zielonych technologii w Europie.

Unia Europejska zareagowała na działania USA ogłaszając 16 marca 2023 roku Net-Zero Industry Act (NZIA), który ma umożliwić szybszy rozwój czystych technologii w Europie poprzez wprowadzenie wymogu, by do 2030 roku UE wytwarzała co najmniej 40% urządzeń i instalacji, niezbędnych do osiągnięcia założonych celów klimatycznych i energetycznych. Głównym założeniem rozporządzenia jest stworzenie prostszych i bardziej przewidywalnych ram prawnych dla przemysłu bezemisyjnego w Unii Europejskiej. Do czystych technologii, dla których ma zastosowanie przyspieszony proces wydawania pozwoleń i zwiększony dostęp do finansowania należą: energia słoneczna i wiatrowa, baterie i magazyny energii, pompy ciepła, energia geotermalna, elektrolizery, ogniwa paliwowe, biogaz, sekwestracja dwutlenku węgla oraz technologie sieciowe.

NZIA definiuje dwa główne wskaźniki:

- Zdolność produkcji strategicznych technologii neutralnych emisyjnie ma wynieść 40% rocznych potrzeb UE w zakresie wdrażania odpowiednich technologii niezbędnych do osiągnięcia celów unijnych w dziedzinie klimatu i energii.
- Wychwytywanie i składowanie CO₂ ma osiągnąć roczną moc zatłaczania wynoszącą co najmniej 50 mln ton.

Obydwa wskaźniki muszą zostać osiągnięte do 2030 r., co daje bardzo mało czasu na wdrożenie odpowiednich norm krajowych, a także na realizację obowiązku przez przedsiębiorców.

Zdaniem energochłonnego przemysłu:

- Zakres regulacji NZIA jest wąski i ma na celu wyłącznie reindustrializację oraz rozwój produkcji w Unii Europejskiej urządzeń i komponentów wykorzystywanych w instalacjach OZE.
- NZIA nie dotyczy przemysłów już istniejących i nie wspiera wdrażania technologii zeroemisyjnych w istniejących zakładach przemysłowych.
- Wdrożenie NZIA powinno zostać uzupełnione krajowymi regulacjami prawnymi uwzględniającymi kontekst sektorów energochłonnych, które są podmiotem transformacji energetycznej.

Kolejnym działaniem Unii Europejskiej jest wdrażanie mechanizmu CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism). Jest to nowe rozwiązanie prawne, które nie było do tej pory stosowane na obszarze Wspólnoty Europejskiej.

Mechanizm CBAM ma, w swym założeniu, wyrównywać koszty produkcji produktów spoza UE, do poziomu wynikającego z funkcjonowania na obszarze UE Systemu ETS.

Oczekiwane efekty z wprowadzenia CBAM:

- motywowanie krajów trzecich do podjęcia działań ograniczających emisję GHG,
- uzyskanie na obszarze UE neutralności klimatycznej do roku 2050 - produkty spoza UE winny mieć „0” ślad węglowy,
- uniknięcie zjawiska „ucieczki emisji” – przenoszenia produkcji poza UE.

Sektory objęte CBAM od 2023 r. to: Cement, Aluminium, Nawozy sztuczne, Energia elektryczna, Wodór, Żelazo i Stal.

Zdaniem energochłonnego przemysłu, podstawowym negatywnym efektem wprowadzenia CBAM będzie wzrost cen produktów objętych tym mechanizmem oraz możliwe ograniczenia w imporcie. Materiały importowane będą ustalały poziom cen w Unii Europejskiej, a europejski przemysł nie będzie obniżał swoich kosztów produkcji do poziomu, który funkcjonuje w innych obszarach świata, tracąc w ten sposób globalną konkurencyjność. Mechanizm CBAM wymaga pilnego dopracowania, aby niezamierzone negatywne konsekwencje wynikające z jego wprowadzenia nie miały miejsca.

Niektóre z krajów europejskich podejmują samodzielnie działania zmierzające do ochrony konkurencyjności swoich energochłonnych gałęzi przemysłu – przodują tu Francja, Niemcy i Hiszpania.

Hiszpania, dekretem królewskim z 13 maja 2022 r., ustanowiła mechanizm obniżenia ceny energii elektrycznej na rynku hurtowym, wprowadzając administracyjnie limit ceny gazu ziemnego zużywanego w produkcji energii elektrycznej. Przez pierwszych sześć miesięcy wynosił on 40 EUR/MWh, potem w każdym kolejnym miesiącu rósł o 5 EUR/MWh, osiągając wartości 70 EUR/MWh w ostatnim miesiącu rocznego okresu. W ten sposób cena energii elektrycznej na rynku hurtowym przestała zależeć od cen gazu ziemnego i jego wahań. Rozwiązanie to, jako sposób przeciwdziałania wysokim cenom energii elektrycznej, zaakceptowała KE, która w komunikacie z dnia 22 marca 2022 roku w sprawie bezpieczeństwa dostaw i przystępnych cen energii dopuszcza możliwość ustanowienia limitów cen paliw kopalnych dla wytwórców energii elektrycznej.

Francja – przemysłowi odbiorcy energii elektrycznej uzyskują dostęp do taniej energii jądrowej za pośrednictwem mechanizmu *Accès Régulé à l'Electricité Nucléaire Historique* (ARENH). Wolumen energii elektrycznej, dostępny w ramach ARENH, to 120 TWh/rok. Obecnie mechanizm ten pozwala obniżać ceny energii elektrycznej dostarczanej odbiorcom przemysłowym, a jej ilość określana jest w umowie zawartej pomiędzy Konsorcjum dużych energochłonnych firm a EDF.

W przyszłości przyjazne warunki dla kontynuowania działalności produkcyjnej ma zapewnić odbiorcom energochłonnym we Francji umowa zawarta pomiędzy rządem a EDF. Dotyczy ona energii produkowanej w reaktorach jądrowych i gwarantuje cenę energii elektrycznej na poziomie 70 €/MWh przez 15 lat, począwszy od roku 2026.

Niemcy – KE zatwierdziła niemiecki program pomocowy oparty o „Tymczasowe Kryzysowe Ramy środków pomocy państwa w celu wsparcia gospodarki po agresji Rosji wobec Ukrainy”. Kosztem 12,84 mld EUR, utrzymano w 2023 r. wysokość opłat sieciowych na

poziomach roku 2022, a kosztem 5,5 mld EUR w 2024 ustabilizowano opłaty za przesył i dystrybucję na poziomie roku 2023. Ponadto, Rząd Federalny Niemiec zamierza wyasygnować 200 miliardów EUR z Funduszu Stabilizacji Gospodarczej w celu stworzenia tarczy chroniącej niemiecką gospodarkę przed wysokimi cenami energii, poprzez wprowadzenie pakietu regulacji zamrażających ceny energii elektrycznej, gazu ziemnego oraz ciepła sieciowego. Niemiecki resort gospodarki i ochrony klimatu przygotował również program dopłat do cen energii elektrycznej dla firm energochłonnych.

Planuje się także wsparcie finansowe inwestycji w bloki gazowe zdolne do przejścia na wodór, o łącznej mocy 10 GW oraz wypracowanie koncepcji Rynku Mocy, który ma wejść w życie najpóźniej w 2028 r. i który ma być „neutralny technologicznie”. Na uwagę zasługuje także wdrożenie w 2024 r. nowego instrumentu dofinansowania projektów dekarbonizacyjnych w przemyśle – tzw. kontraktów różnicowych (ang. Carbon Contract for Difference).

Państwo przejmuje na siebie dużą część ryzyka inwestycyjnego od podmiotów objętych programami i zapewnia im stabilne warunki funkcjonowania w oparciu o nowe, bezemisyjne technologie.

Konkurencyjność polskiego przemysłu

Polska, wchodząc do UE w 2004 roku, miała do zaoferowania inwestorom tanią energię i niskie koszty pracy. Na dzień dzisiejszy utraciliśmy te atuty, ponieważ mamy najwyższe ceny energii elektrycznej w UE, a koszty pracy osiągnęły już poziom europejski.

Przemysłowi odbiorcy energii elektrycznej oczekują wprowadzenia spójnych ram funkcjonowania systemu ETS po 2030 roku, które umożliwią utrzymanie międzynarodowej konkurencyjności polskich zakładów przemysłowych, w tym podjęcia pilnych działań zmierzających do wypracowania niezbędnych regulacyjnych mechanizmów osłonowych, a także długoterminowych rozwiązań umożliwiających energochłonnym zakładom wykonywanie obowiązków umarżania uprawnień.

W sytuacji, gdy najbogatsze kraje UE samodzielnie zainicjowały, przy aprobacie KE, procesy wspierania swojego przemysłu, jest oczywistym, że bez wprowadzenia podobnych rozwiązań w Polsce kontynuowanie energochłonnej produkcji przemysłowej w naszym kraju stanie się coraz mniej opłacalne, co w konsekwencji może doprowadzić do zamykania zakładów produkcyjnych, a nawet likwidacji całych gałęzi przemysłu, mających dziś znaczący udział w tworzeniu polskiego PKB.

W odpowiedzi na sytuację w światowej gospodarce i reakcje rządów Hiszpanii, Francji i Niemiec polski przemysł postuluje: wypracowanie treści regulacji, która umożliwi szybkie wprowadzenie w Polsce administracyjnego mechanizmu stabilizacji cen energii elektrycznej, na poziomie 60 EUR/MWh, z którego mogłyby korzystać energochłonne zakłady przemysłowe, które zadeklarują utrzymanie działalności produkcyjnej w obecnych lokalizacjach co najmniej do 31 grudnia 2029 roku.

Niskoemisyjna transformacja energochłonnego przemysłu – energetyczna i technologiczna

Nie podlega dyskusji, że energochłonny przemysł musi przeprowadzić niskoemisyjną transformację elektroenergetyczną i technologiczną. Po pierwsze, w celu utrzymania konkurencyjności. Po drugie, w celu spełnienia standardów ekologicznych.

Największe wyzwanie dla przemysłu stanowi niskoemisyjna transformacja technologiczna, czyli dekarbonizacja wszystkich procesów technologicznych w przemyśle. Redukcja śladu węglowego produktów poprzez eliminację węgla z procesów technologicznych będzie w wielu przypadkach wymagała wybudowania instalacji przemysłowych praktycznie od nowa.

Krytycznym parametrem jest czas – polski przemysł musi możliwie szybko przeprowadzić procesy niskoemisyjnej transformacji technologicznej i energetycznej, aby:

- umożliwić zbyt swoich produktów poprzez zmniejszenie ich „śladu węglowego” i nadanie im cech ekologicznych,
- spełnić wymogi regulacji UE warunkujących korzystanie z systemów redukcji kosztów polityki klimatycznej i energetycznej wykazaniem się działaniami mającymi na celu ograniczenie emisji CO₂,
- utrzymać koszty energii (elektrycznej, ciepła, paliw), a więc i koszty produkcji, na poziomie umożliwiającym zachowanie konkurencyjności na rynkach europejskim i globalnym.

Niskoemisyjna transformacja technologiczna wiąże się ze zmianami wprowadzanymi w przemysłowych procesach technologicznych, których skutkiem jest dekarbonizacja (eliminowanie węgla i zastępowanie go reagentami bezemisyjnymi, np. wodorem) oraz ograniczanie negatywnego wpływu działalności przemysłowej na środowisko naturalne, co jednak powoduje w konsekwencji znaczące zwiększenie zużycia różnych form energii.

Dekarbonizacja wymaga:

- wprowadzania, na ogromną skalę, bardzo kosztownych i energochłonnych, niskoemisyjnych technologii wytwarzania produktów,
- korzystania w produkcji ciepła z energii elektrycznej pochodzącej z OZE,
- wprowadzenia do stosowania w produkcji przemysłowej zielonego wodoru i bezemisyjnych reagentów chemicznych niezbędnych w takich procesach jak np: redukcja rud metali,
- produkcja klinkieru dla przemysłu cementowego,
- produkcja prekursorów dla przemysłu chemicznego,
- stworzenie regulacji prawnych i zapewnienie źródeł finansowania pozwalających na wykorzystanie w przemyśle na dużą skalę zielonego wodoru,
- zmiana zapisów Ustawy o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji tak, by umożliwić finansowanie elektrociepłowni przemysłowych w sytuacjach, gdy z powodów rynkowych (wysokie ceny gazu) pojawia się tzw. luka finansowa.

Przeprowadzenie dekarbonizacji będzie się wiązało z koniecznością przeprojektowania procesów przemysłowych oraz dokonania przebudowy instalacji i urządzeń

technologicznych. Jedyną perspektywiczną, a jednocześnie możliwą do szybkiej realizacji formą zapewnienia zakładom przemysłowym taniej bezemisyjnej energii elektrycznej, jest budowa odnawialnych źródeł energii przyłączonych bezpośrednio do zakładowych sieci elektroenergetycznych, realizowana z wykorzystaniem „linii bezpośredniej” lub w modelu „autoprodukcji”.

Skuteczne przeprowadzenie procesu niskoemisyjnej transformacji w tym obszarze wymaga spełnienia następujących warunków:

- wprowadzenie regulacji, które umożliwią szybkie budowanie elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych na terenach przemysłowych i w bezpośrednim ich sąsiedztwie,
- przyspieszenie procedur uzyskiwania decyzji administracyjnych i środowiskowych dla realizacji inwestycji w odnawialne źródła energii dla potrzeb bezpośredniego dostarczania energii dla przemysłu,
- modyfikacja regulacji prawnych tak, by umożliwiały lokowanie i budowę elektrowni wiatrowych na podstawie Zintegrowanego Planu Inwestycyjnego oraz procedury uproszczonej uchwalania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego,
- zmniejszenie obciążeń dla energii elektrycznej wyprodukowanej w źródłach odnawialnych dostarczanej linią bezpośrednią do sieci elektroenergetycznej zakładów przemysłowych, jeśli odbiorca, do sieci którego te źródła zostały przyłączone zadeklaruje utrzymanie wielkości mocy zamówionej.

Z uwagi na kompleksowy charakter przepisów blokujących możliwości lokowania elektrowni wiatrowych w pobliżu zakładów przemysłowych, niezbędne jest wprowadzenie Pakietu Regulacji, który umożliwi przeprowadzenie takich inwestycji przez zakłady produkcyjne:

- rozszerzenie katalogu inwestycji objętych procedurą uproszczoną uchwalania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, o lokowanie elektrowni wiatrowych oraz instalacji termicznego przekształcania odpadów, na terenach przemysłowych,
- jednoznaczne przesądzenie o możliwości lokowania elektrowni wiatrowych oraz instalacji termicznego przetwarzania odpadów na terenach przemysłowych, na podstawie Zintegrowanego Planu Inwestycyjnego,
- zdefiniowanie nowej kategorii inwestycji celu publicznego – inwestycji w wytwarzanie energii elektrycznej na potrzeby bezpośredniego jej dostarczenia do odbiorcy przemysłowego,
- złagodzenie stosowania „Zaleceń w zakresie uwzględnienia wpływu farm wiatrowych na krajobraz” w Ocenach oddziaływania na środowisko wykonywanych na potrzeby Planów Miejskowych, dla projektów wiatrowych lokowanych na terenach przemysłowych,
- wprowadzenie zachęt finansowych do budowy linii bezpośrednich, przez zniesienie opłat: solidarnościowej oraz za utrzymanie parametrów KSE, jeśli

odbiorca, do sieci którego te źródła zostały przyłączone, zadeklaruje utrzymanie wielkości mocy zamówionej na dotychczasowym poziomie.

Energochłonny przemysł może wnieść swój znaczący wkład w zakresie magazynowania energii

W 2023 roku instalacje fotowoltaiczne i wiatrowe, przy skumulowanej produkcji, pokrywały okresowo ponad 70% zapotrzebowania na energię elektryczną w dobowych szczytach zapotrzebowania, z perspektywą wzrostu do ponad 100% w najbliższych latach.

Wzrost mocy zainstalowanych pogodozależnych źródeł OZE wymusza potrzebę utrzymywania w gotowości do pracy źródeł wytwórczych, węglowych i gazowych, które co prawda mają pokryte koszty stałe (rynek mocy), ale charakteryzują się wysokimi zmiennymi kosztami produkcji (paliwo i uprawnienia do emisji CO₂), a w przypadku źródeł węglowych również niską elastycznością. Alternatywnym, w stosunku do utrzymywania źródeł konwencjonalnych, sposobem bilansowania KSE, winno stać się magazynowanie energii. Dostępne na dzień dzisiejszy magazyny energii są bardzo kosztowne, i charakteryzują się niską sprawnością przemiany.

Warto więc w pełni wykorzystać potencjał regulacyjności, którym dysponują zakłady przemysłowe, w szczególności w zakresie zwiększania zużycia energii poprzez zwiększanie produkcji, a następnie magazynowanie zielonej energii w zielonych produktach, dzięki czemu można uzyskać:

- Sprawność produktowego magazynu energii wynosi 100%, podczas gdy sprawność procesu wytwarzania i spalania wodoru to zaledwie 20% - 40% (silnik gazowy lub ogniwo paliwowe), natomiast magazynów elektrycznych ok. 95%.
- Magazyny produktowe działają bez strat i bez ograniczeń czasowych.

Energetyka przemysłowa jako alternatywa dla energetyki systemowej

Energetyka przemysłowa to najbardziej skuteczna i efektywna forma funkcjonowania energetyki rozproszonej. Jest ona w stanie pokryć zapotrzebowanie najbardziej energochłonnych branż polskiego przemysłu, które zużywają około 34 TWh energii rocznie. Energochłonny przemysł mógłby także wykorzystywać swój potencjał regulacyjny na potrzeby Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, ale nie otrzymał dotychczas żadnej konkretnej oferty w tym zakresie ani ze strony energetyki zawodowej ani ze strony operatora systemu. Jeśli nie pojawią się konkretne propozycje, poparte wiarygodnymi, długoterminowymi „twardymi” zobowiązaniami, to przemysł będzie budował energetykę tylko dla siebie i będzie dążył do wyizolowania przemysłowych obszarów energetycznych z krajowego systemu elektroenergetycznego.

Elektroprosumeryzm, jak zostało już wielokrotnie powiedziane jest celem transformacji. Widać to również w kontekście przemysłu energochłonnego. Należy podkreślić, że elektroprosumeryzm w ujęciu nowego systemu energetycznego jest pojęciem znacznie szerszym od obecnie znanego prosumeryzmu, ale zawsze koncentruje uwagę na lokalnym działaniu zarówno w samym procesie transformacji, jak i później w funkcjonowaniu w warunkach nowego systemu energetycznego.

Lokalny wymiar transformacji energetycznej

Kluczem do sprawiedliwej transformacji energetycznej w Polsce jest udana transformacja na poziomie lokalnym, która uwzględni potrzeby, oczekiwania i aspiracje polskiego społeczeństwa. Bez budowania zrozumienia i zaangażowania na poziomie lokalnym, nie osiągniemy sukcesu w procesie transformacji energetycznej na poziomie krajowym. Transformacja na poziomie lokalnym musi być realizowana przy pełnym zaangażowaniu wszystkich interesariuszy począwszy od gospodarstw domowych, przedsiębiorstw, rolników po funkcjonujący na danym terenie samorząd terytorialny. Oczywiście taka transformacja musi być realizowana przy wsparciu państwa oraz przy współpracy z OSD i PSE. Nie bez znaczenia jest także rola zarówno formalnej i nieformalnej edukacji oraz mediów kształtujących postawy społeczne wobec wyzwań transformacyjnych.

IV Kongres Elektryki Polskiej przyjmuje jednoznaczne stanowisko, że kluczem do rozpoczęcia udanej „pełnoskalowej” transformacji na danym terenie, jest wyłonienie liderów zmian, którzy wezmą na siebie wyzwania i ryzyka związane z procesem transformacji. Wśród potencjalnych liderów transformacji, w naturalny sposób wyłania się samorząd lokalny, który zarówno w aspekcie planowania, programowania rozwoju, na poziomie inwestycyjnym jak i jako moderator lokalnych procesów (budowanie energetyki obywatelskiej), w Polsce ma do odegrania szczególną rolę. W dyskusji wielokrotnie podkreślono, że samorząd odpowiada za planowanie przestrzenne, a także, zgodnie z prawem energetycznym odpowiada za lokalne planowanie energetyczne, co jednoznacznie wskazuje na konieczność zacieśniania współpracy z lokalnym OSD. Z drugiej jednak strony zwrócono uwagę na powszechny marazm i znikome zaangażowanie ze strony OSD w procesy planistyczne które mają miejsce w jednostkach samorządu terytorialnego (np. operatorzy sporadycznie uczestniczą w konsultacjach dokumentów planistycznych, strategicznych czy programowych opracowywanych przez samorządy terytorialne).

Lokalna transformacja musi dokonać się w oparciu o zrównoważony rozwój energetyki obywatelskiej, która wpisuje się w ideę włączenia mieszkańców (rolników, przedsiębiorców) w klasyczny proces tworzenia zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego. Wykorzystanie narzędzi, które pozwalają na współdecydowanie i współzrządzenie obywateli, a także posiadania infrastruktury wykorzystywanej na potrzeby energetyczne, osiągnięcia realnych bezpośrednich i pośrednich uzysków, wymaga całkowicie nowego podejścia do organizacji i zarządzania systemem energetycznym. W procesie budowy energetyki obywatelskiej kwestie techniczne i technologiczne mają coraz częściej drugoplanową rolę, a kluczowe stają się kompetencje związane z innowacyjnym podejściem organizacyjnym, umiejętności współpracy z różnymi interesariuszami lokalnymi i regionalnymi oraz umiejętności pracy dla dobra wspólnego. W tym zakresie już dziś mamy możliwości budowania struktur energetyki obywatelskiej w oparciu np. o klastry energii, dające możliwość włączenia się mieszkańców w zarządzanie energią, podnosząc tym samym ich poziom świadomości energetycznej, czy w ramach spółdzielni energetycznych, gdzie społeczności lokalne mogą tworzyć struktury umożliwiające dążenie „ku samowystarczalności energetycznej” na poziomie lokalnym.

Kluczem do udanej transformacji energetycznej na poziomie lokalnym staje się budowa systemu energetycznego opartego na zasadzie autokonsumpcji energii, która oznacza wykorzystanie wytworzonej energii przez instalację (w przypadku transformacji energetycznej instalację OZE) na potrzeby własne, zamiast przekazywania jej do sieci elektroenergetycznej. W praktyce oznacza to, że energia produkowana przez lokalne społeczności musi być zużywana bezpośrednio w przedsiębiorstwach, budynkach, lokalach, mieszkaniach, lub na potrzeby infrastruktury, w pobliżu której znajduje się instalacja OZE. Dzięki temu można zminimalizować zakupy energii z zewnątrz i skorzystać z własnych lokalnych zasobów co w konsekwencji doprowadza że energetyka obywatelska bierze na siebie konsekwencje prowadzonej polityki, z drugiej strony odciąża krajowy system energetyczny. Jest to kwestia o tyle trudna, że wymaga przedefiniowania podejścia do inwestycji w infrastrukturę energetyczną, od podejścia typowo biznesowego opartego na dążeniu do maksymalizacji zysków finansowych, do podejścia patrzącego na inwestycje poprzez możliwości obniżenia własnych kosztów energetycznych (w tym także oczywiście finansowych).

Niezmiernie ważne jest również wypracowanie nowego podejścia do edukacji, zarówno realizowanej przez szkolnictwo formalne, jak i edukację nieformalną, mająca również ogromny wpływ na postawy społeczne. Programy edukacyjne mające na celu zwiększenie świadomości na temat zagadnień energetycznych oraz możliwości wykorzystania obecnie funkcjonujących środków finansowych muszą być kierowane do mieszkańców, urzędników i przedsiębiorców. Angażując mieszkańców we wspólne (bardzo często i gminne) projekty energetyczne oraz współdecydowanie o strategii energetycznej gminy mamy szansę zbudować system energetyki obywatelskiej opartej na realnych potrzebach energetycznych zarówno mieszkańców, przedsiębiorców jak i władz samorządowych.

W procesie transformacji energetycznej istotne jest także zaangażowanie organizacji non-profit, takich jak np. Stowarzyszenie na rzecz Efektywności im. prof. Krzysztofa Źmijewskiego, które od 18 lat wspiera zrównoważony rozwój polskiej energetyki. Dzięki zarówno działalności edukacyjnej czy eksperckiej wspiera zarówno podmioty działające na poziomie lokalnym, regionalnym, jak również komunikuje ich problemy na forum ogólnokrajowym.

W lokalnym ujęciu procesu transformacji oraz funkcjonowania lokalnej społeczności w nowych warunkach niezwykle ważna jest transformacja energetyczna w sektorze ciepłownictwa.

Wyzwania płynące z polityki Unii Europejskiej w zakresie celu neutralności klimatycznej w roku 2050 – konkluzje w kontekście sektora ciepłownictwa

Polskie ciepłownictwo, zarówno to systemowe jak też niesystemowe, obecnie generalnie oparte jest na paliwach kopalnych, z których węgiel stanowi największy problem. W ciepłownictwie systemowym zgodnie z danymi Prezesa URE, które dotyczą podmiotów koncesjonowanych, udział węgla w strukturze zużywanych nośników do produkcji ciepła przekracza 65% (dane za 2022), a uwzględniając jeszcze paliwa gazowe i płynne, udział paliw kopalnych wynosi ponad 80%. Niewiele lepiej jest w pozostałej części ciepłownictwa,

szczególnie w obszarze dotyczącym gospodarstw domowych, choć tutaj daje się obserwować ostatnio zwiększanie udziału paliw gazowych i technologii wykorzystujących OZE.

Wykorzystanie paliw kopalnych wiąże się z emisją CO₂, co w konfrontacji z najnowszymi regulacjami unijnymi w zakresie redukcji tego gazu cieplarnianego, staje się dla całego ciepłownictwa najważniejszym wyzwaniem.

Generalnym celem ciepłownictwa jest w związku z tym głęboka redukcja emisji CO₂. Redukcja emisji CO₂ wywiera zasadniczy wpływ na kolejne obszary regulacji dla sektora ciepłowniczego, które wzajemnie się uzupełniają:

Energia odnawialna

- zwiększenie udziału OZE dla całej branży energetycznej na rok 2030 do 45% i tempa wzrostu ich wykorzystania w ciepłownictwie generalnie do 1,1% rocznie, a w systemach ciepłowniczych 2,2%;
- specjalny cel OZE dla budynków – 49% w roku 2030;
- zmiana podejścia do roli biopaliw, wzrost nacisku na biogaz, zawężenia dla wykorzystania biomasy;
- wzrost nacisku na wykorzystanie OZE pogodowo-zależnych oraz pomp ciepła;
- wzrost nacisku na wykorzystywanie ciepła odpadowego, szczególnie w ciepłownictwie systemowym.

Efektywność energetyczna

- nowa definicja wysokosprawnej kogeneracji, która zostaje rozszerzona o parametr emisyjności produkcji energii (max 270 g/kWh) – eliminuje kogenerację opartą na węglu;
- nowe definicje efektywnego systemu ciepłowniczego – tylko taki system ciepłowniczy ma rację bytu w przyszłości biorąc pod uwagę zarówno kwestię rozwoju ciepłownictwa systemowego z punktu widzenia finansowego (mechanizmy wsparcia) jak też rynkowego (przyłączanie nowych odbiorców) – definicje te wraz z upływem czasu zwiększają wagę wykorzystywania ciepła z energii odnawialnej i ciepła odpadowego, zmniejszając sukcesywnie rolę kogeneracji wysokosprawnej opartej na gazie, aby w końcu od roku 2050 opierać się tylko na OZE i ciepłe odpadowe;
- tylko efektywne indywidualne ogrzewanie i chłodzenie – jak najniższe wykorzystanie nieodnawialnej energii pierwotnej;

Rynek ciepła czyli budynki

- zeroemisyjne budynki – czyli takie, które nie zużywają energii z paliw kopalnych – już od 2026 nowe użyteczności publicznej a od 2028 pozostałe – w nowych warunkach jest miejsce na dostarczanie do nich ciepła systemowego, ale tylko z efektywnych systemów ciepłowniczych;
- zwiększenie tempa renowacji budynków w nowych, bardziej restrykcyjnych standardach energetycznych – generalnie zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania i celów bytowych – w komunikacji z regulacjami dotyczącymi OZE oznacza to też dążenie do wykorzystywania energii odnawialnej.

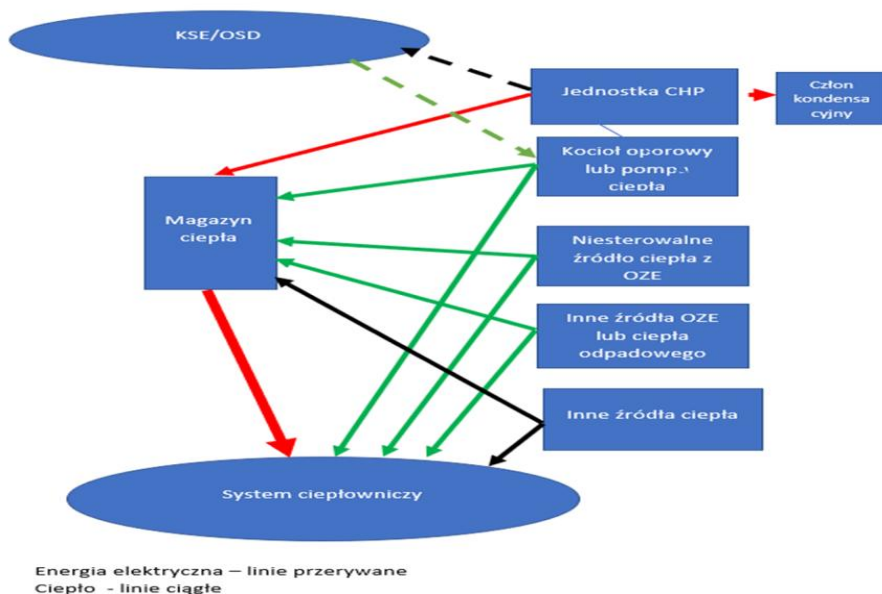
Wnioski płynące z najnowszych kierunków transformacji sektora ciepłowniczego, które niosą implikacje dla sektora elektroenergetycznego:

- 1) Systemy ciepłownicze stają się nieodzownym elementem dla efektywnego działania nowoczesnych systemów elektroenergetycznych ze względu na zdolność do wytwarzania energii elektrycznej jak też możliwość jej wykorzystywania do produkcji ciepła i „magazynowania” w ciepłe.
- 2) System prawny stawia przed sektorem elektroenergetycznym obowiązki, które dzisiaj określa Ustawa Prawo energetyczne w art. 10d.:

1. *Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego sporządza ocenę potencjału systemów ciepłowniczych lub chłodniczych znajdujących się w obszarze jego działania, w zakresie:*

- 1) świadczenia usług systemowych,
- 2) udostępniania instalacji zarządzania popytem,
- 3) magazynowania nadwyżek energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii

– na rzecz tego operatora.



Rys. 2. Potencjalny kształt przyszłego systemu ciepłowniczego jako partnera elektroenergetyki

- 3) Ciepło wytwarzane z energii elektrycznej na pewno jest elementem redukcji emisji CO₂, a pod pewnymi warunkami może być też traktowane jako ciepło z OZE.
- 4) Potencjalny kształt przyszłego systemu ciepłowniczego jako partnera elektroenergetyki przedstawiono na rysunku 2.
- 5) Każdy system ciepłowniczy powinien mieć magazyn ciepła.
- 6) Jednostka kogeneracyjna pracuje na potrzeby KSE, jest elementem bilansującym niesterowalne OZE.
- 7) W przypadku jednostek kogeneracyjnych w ramach ITPOK – pracuje generalnie na potrzeby stałe KSE.
- 8) Jednostka kogeneracyjna produkuje ciepło dla potrzeb sieci ciepłowniczej, nadwyżka kierowana jest do magazynu ciepła – efekt: ciepło z kogeneracji.

- 9) Brak zapotrzebowania na energię elektryczną ogranicza prace jednostki – system ciepłowniczy może korzystać z zasobów magazynu ciepła.
- 10) Natomiast brak zapotrzebowania na ciepło może również pozwalać na produkcję energii elektrycznej dla potrzeb KSE w członach kondensacyjnych.
- 11) KSE posiada energię elektryczną z niesterowalnych OZE, którą można wykorzystać do produkcji ciepła w kotłach oporowych – ciepło kierowane jest do sieci ciepłowniczej lub do magazynu ciepła – efekt : ciepło jest na pewno bezemisyjne i może, po odpowiednich zmianach legislacyjnych, być ciepłem z OZE.
- 12) Pozostałe źródła ciepła, w zależności od potrzeb bieżących i priorytetów, wytwarzają ciepło na potrzeby sieci ciepłowniczej jak również mogą ładować magazyn ciepła – efekt: w zależności od technologii będzie to ciepło z OZE, ciepło odpadowe lub inne.
- 13) Potencjalna struktura źródeł ciepła z wykorzystaniem magazynów oznacza, że wielkość mocy zainstalowanej będzie znacząco większa od zapotrzebowania obliczeniowego systemu ciepłowniczego – będzie to normalne zjawisko w takim modelu.
- 14) Co możemy uzyskać:
 - nowe moce kogeneracyjne według nowego modelu bilansowania rynku energii elektrycznej 4-5 tys MWe,
 - moce kotłów oporowych – potencjalnie do wielkości nadwyżek mocy OZE w systemie,
 - ciepło z OZE elektrycznego do sieci ciepłowniczych – efektywny system ciepłowniczy, udział OZE, Wpc sieci ciepłowniczej, EP budynków.

Dyskusyjna kwestia energetyki jądrowej dużych mocy

W Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej czytamy, że jednym z trendów osiągnięcia nowego stanu systemu energetycznego jest „odejście od wytwarzania energii w dużych, centralnych instalacjach wytwórczych i przechodzenie na zdecentralizowaną produkcję energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych”. Od roku 2022 mamy wyraźne dowody na to, w jaki sposób można sparaliżować system elektroenergetyczny oparty na dużych, centralnych instalacjach wytwórczych. Wiele tego typu aspektów było dyskutowanych na IV Kongresie Elektryki Polskiej z udziałem specjalistów z Ukrainy. Nie trzeba niszczyć lub uszkadzać samej jednostki wytwórczej, ale znacznie mniejszymi siłami i nakładami wystarczy sparaliżować kilka węzłów takiego scentralizowanego systemu. Ukraina już jasno deklaruje, że odbudowa ukraińskiego systemu energetycznego po działaniach wojennych będzie odbywała się właśnie w duchu odejścia od wytwarzania energii w dużych, centralnych instalacjach wytwórczych i przejścia na zdecentralizowaną produkcję energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych.

Stanowisko instytucji europejskich w sprawie wykorzystania elektrowni jądrowych w systemach energetycznych krajów europejskich nie jest ostatecznie sprecyzowane. Do niedawna energetyka jądrowa w perspektywie przyszłych systemów energetycznych nie była akceptowana. Zwolennicy energetyki jądrowej o dużych mocach nabrali impetu w działaniu po ogłoszeniu Rozporządzenia Delegowanego Komisji (UE) z dnia 9 marca

2022 roku zmieniającego rozporządzenia delegowane (UE) 2021/2139 i (UE) 2021/2178. Pytanie tylko, czy słusznie? Jak wskazano w rozporządzeniu w sprawie systematyki, systematyka obejmuje tylko inwestycje neutralne dla klimatu i inwestycje w odnawialne źródła energii. Obejmuje ona również rodzaje działalności gospodarczej, które wyraźnie nie są neutralne dla klimatu ani oparte na źródłach odnawialnych, ale mogą, w ściśle określonych warunkach i przez ograniczony czas, umożliwić przejście na zrównoważony system energetyczny, takie jak działalność gospodarcza w sektorze gazu ziemnego i energii jądrowej. Bardzo istotne zastrzeżenie, że nie powinny one utrudniać rozwoju odnawialnych źródeł energii. Rząd RP najwyraźniej nie chce zauważyć wyżej przytoczonego faktu, a na pewno nie chce ustosunkować się do niego w uzasadnieniu działań dotyczących budowy elektrowni jądrowej w Polsce.

Rząd RP szumnie ogłosił rozpoczęcie procesu budowy elektrowni jądrowych w Polsce i bezkrytycznie brnie w wydawanie pieniędzy na ten cel. Wydawanie pieniędzy podatników, a więc nas wszystkich, jest tutaj szczególnie podkreślane, ponieważ do chwili wyjaśnienia przez rząd RP kluczowych wątpliwości nie może być mowy o inwestycji. Po raz kolejny przedstawiciele rządu RP nie skorzystali z okazji ustosunkowania się do kwestii dyskusyjnych jaką stworzył IV Kongres Elektryki Polskiej. Mamy tego konsekwencje w postaci wydarzeń po Kongresie. Jako przykład warto przytoczyć [za portalem wysokienapiecie.pl] wątek dotyczący elektrowni jądrowych w debacie byłych prezesów Polskich Sieci Elektroenergetycznych S.A. Pięciu byłych prezesów wyrażało swoje zdanie w różnych aspektach polskiego systemu elektroenergetycznego w przeszłości, teraźniejszości i w przyszłości. Zdumiewająca jednomyślność zapanowała natomiast, gdy padło pytanie o to, czy do roku 2050 zostanie w Polsce wybudowana elektrownia atomowa. Żaden z pięciu prezesów nie podniósł ręki na znak poparcia.

Sprawa udziału elektrowni jądrowych w przyszłym polskim systemie energetycznym nie jest przesądzona. Po pierwsze, podawane w informacjach rządowych (np. PEP2040) terminy rozpoczęcia generacji energii z pierwszej polskiej elektrowni jądrowej są nierealne. W roku 2024 nie ma zaktualizowanej, realnej polityki energetycznej Polski! Cały proces związany z budową tego typu elektrowni, zwłaszcza w kraju, w którym wcześniej ich nie było (np. kwestie akceptacji społecznej), to co najmniej 15 lat. Po drugie, okres eksploatacji dużych elektrowni jądrowych to ok. 60 lat. Czyli w kontekście wyżej podanego zapisu rozporządzenia delegowanego (UE) 2019/944, tylko w krajach, w których już są eksploatowane elektrownie jądrowe można je zaakceptować jako działające w określonym czasie do osiągnięcia stanu zrównoważonego systemu energetycznego. W Polsce, w roku 2050 zostalibyśmy z nowymi elektrowniami jądrowymi pracującymi od kilku lat, ale „określony czas” już dobiegałby końca. Wówczas mamy do czynienia z kosztami osieroconymi. A wszelkie proste kalkulacje kosztów wytwarzania energii, które przez wielu autorów publikacji są podawane będą nieaktualne. Można sobie wyobrazić coś na wzór obecnego Europejskiego Systemu Handlu Emisjami (ETS) w odniesieniu do źródeł energii nie akceptowanych przez instytucje europejskie. Po trzecie, zauważmy, że firmy amerykańskie są zainteresowane tylko wybudowaniem elektrowni jądrowej i mówiąc kolokwialnie „wystawieniem faktury z natychmiastową płatnością”. Nie ulega wątpliwości, że proponowana

przez firmy amerykańskie technologia elektrowni jest dopracowana i jest bezpieczna, ale nie jest absolutnie technologią przyszłości. Innowacyjne technologie przyszłości bez problemów znajdują inwestorów gotowych na ich finansowanie i rozwój. Duże elektrownie jądrowe nie należą do tego typu technologii. Po czwarte, rząd RP zabiera się bezkrytycznie za budowę elektrowni jądrowej, przy braku własnej kadry w wielu kluczowych obszarach towarzyszących (i niezbędnych) energetyce jądrowej, a nie potrafi sobie poradzić z nieporównywalnie prostszym problemem, np. z podobciążeniową regulacją napięcia w elektroenergetycznych sieciach dystrybucyjnych niskiego napięcia, gdzie są problemy z działaniem mikroinstalacji prosumenckich.

Innym aspektem jest wykorzystanie małych modułowych elektrowni jądrowych (można mówić w zasadzie o milielektrowniach jądrowych) w przyszłym systemie energetycznym Polski ze zdecentralizowanym sektorem wytwarzania energii elektrycznej. Jednak tego typu elektrownie powinny funkcjonować na pełnych zasadach konkurencyjności.

W kontekście finansowania budowy elektrowni jądrowej w Polsce można porównywać ten projekt z planami budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK). CPK to przedsięwzięcie państwowo-prywatne ze znaczącym wkładem inwestycyjnym m.in. konsorcjum Vinci Airports (zarządza 70 lotniskami w 13 krajach) i IFM Global Infrastructure Found (17 lotnisk), czyli konsorcjum dwóch światowych potęg lotniskowych [Żakowski J., CPK to szansa, a nie tylko ryzyko. Polemika z Gadomskim, Gazeta Wyborcza, str. 17, 17 maja 2024]. Z wkładem inwestycyjnym w budowę elektrowni jądrowej w planowanej lokalizacji w Choczewie są problemy – dlaczego? Finansowanie ma być ze środków państwa, co wymaga zgody odpowiednich instytucji Unii Europejskiej, której jeszcze (26 listopada 2024 roku) nie ma.

Kolejna kwestia, to woda. Do chłodzenia reaktorów w pierwszej polskiej elektrowni jądrowej (Choczew) woda ma być czerpana z Morza Bałtyckiego. Woda będzie zwracana do morza, ale jej temperatura w sposób naturalny będzie wyższa (naturalny efekt chłodzenia). Podniesie to temperaturę wody w Morzu Bałtyckim, co spowoduje spadek bioróżnorodności i rozwój gatunków roślin wchłaniających tlen. Czysta energia z atomu może wywierać niekorzystne skutki ekologiczne. Zatem konieczne jest dogłębne przeanalizowanie również tego zagadnienia. Zdanie sformułowane jest w trybie niedokonanym, ponieważ na ten temat również jeszcze nie ma jasnego stanowiska.

Wszyscy już wiedzą (prawie wszyscy), że transformacja energetyczna w Polsce jest konieczna, nie z prozaicznego powodu członkostwa w Unii Europejskiej (zobowiązującego do realizacji uchwalonego celu osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku), ale głównie z tego powodu, że przy zbyt długim utrzymywaniu stanu obecnego polskiej energetyki nie będziemy w stanie konkurować gospodarczo nawet w Europie. IV Kongres Elektryki Polskiej potwierdził, że prywatny biznes (niezależny od rządu) doskonale zdaje sobie z tego sprawę. To rynek wymusza zmianę podejścia do biznesu, a wynika to z reakcji na zmiany klimatyczne, ale również ze zmian mentalnościowych kolejnych pokoleń.

Istnieje ryzyko, że rząd RP wprowadzi Polskę w pułapkę z ogromnymi konsekwencjami dla przyszłych pokoleń. Stosując gwarancje proponowanego modelu finansowania budowy polskich elektrowni jądrowych, w kontekście braku akceptacji dla tego typu źródeł energii

w docelowym systemie energetycznym (Unia Europejska), konieczności pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych w ilości jaką jesteśmy w stanie uzyskać w istniejącej infrastrukturze wytwórczej (z zakazem ograniczania i wyłączania jednostek wytwórczych OZE), decentralizacji wytwarzania energii oraz ciągłego charakteru pracy (powinny być źródła interwencyjne, elastyczne), ogromne środki z budżetu państwa (rząd nie ma swoich pieniędzy) będą transferowane na pokrycie zobowiązań w stosunku do Polskich Elektrowni Jądrowych.

Maciej Bando, pełnomocnik rządu ds. strategicznej infrastruktury energetycznej (dziś już nie pełni tej funkcji, 26 listopada 2024 roku) poinformował, że pierwszy wkład własny Polski w budowę elektrowni jądrowej wyniesie 60 mld zł [Omachel R., Podwyżki tak, wypaczenia nie. Newsweek, 27/2024, str. 70-72, 1-7 lipca 2024]. Maciej Bando wraz z Ministerstwem Finansów pracował nad projektem ustawy o dofinansowaniu z budżetu państwa państwowej spółki Polskie Elektrownie Jądrowe. Polska będzie musiała zaciągnąć pożyczki na sfinansowanie początkowych zamówień na potrzeby pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Ma to być impulsem do pozyskiwania środków (dalsze zapożyczanie) na kolejne etapy budowy elektrowni. Taki model finansowania budowy polskich elektrowni jądrowych, jako wpisujący się w zasady pomocy publicznej, jak już wcześniej wspomniano wymaga zgody Komisji Europejskiej. Pomoc publiczna obejmuje m.in.: rządowe gwarancje kredytowe, wkład kapitałowy oraz rodzaj gwarancji minimalnej ceny energii elektrycznej z tych elektrowni. Wiadomo, że budowa elektrowni jądrowej jest znacząco droższa od węglowej lub gazowej, ale koszty eksploatacyjne są niewielkie, z zastrzeżeniem że uwzględnia się koszty techniczne (takie jak cena paliwa jądrowego). Z powodów już wcześniej wspomnianych (m.in. nie akceptowalność tego typu źródła energii w docelowym systemie energetycznym) może generować dodatkowe koszty, np. coś w rodzaju dzisiejszych kosztów uprawnień do emisji CO₂.

Są wyliczenia wskazujące na niezrozumienie rządu RP zasad rynku i gospodarki, a tym samym świadome lub nieświadome utrzymywanie polskiego społeczeństwa w mylnym przekonaniu odnośnie zapewnienia zapotrzebowania energetycznego. W roku 2023 skarb państwa otrzymał 5,5 mld euro (25 mld zł) ze sprzedaży uprawnień do emisji CO₂ oraz 17,5 mld zł naliczył urząd skarbowy spółkom energetycznym jako podatek od nadmiernych zysków. Natomiast w tym samym roku skarb państwa wypłacił 29,3 mld zł rekompensat dla firm energetycznych za zamrożenie cen energii. Należy zaznaczyć, że cena energii elektrycznej to ok. połowa rachunku, reszta to opłaty stałe, dystrybucyjne i inne. Tylko w ostatnich pięciu latach (2019-20123) wpłynęło do budżetu państwa ze sprzedaży uprawnień do emisji CO₂ ponad 90 mld zł. Tylko w niewielkim stopniu środki te zostały przeznaczone zgodnie z celem, czyli na transformację energetyczną. Większość przeznaczono na finansowanie bieżących „ważnych celów” społecznych!

Na podstawie wystąpień i dyskusji na IV Kongresie Elektryki Polskiej można stwierdzić, że nie ma żadnych wątpliwości odnośnie bezpieczeństwa elektrowni jądrowych najnowszych generacji i te dyskusje powinny przenieść się z poziomu specjalistów na poziom społeczny, ale w wymiarze edukacyjno-informacyjnym. Pozostaje problem, którego rząd polski wyraźnie unika, ale w najbliższej perspektywie nie może od tego uciec. Pełnomocnik

Rządu ds. Strategicznej Infrastruktury Energetycznej nie skorzystał z okazji do dyskusji w gronie ekspertów i wypracowania racjonalnej i przekonującej odpowiedzi na pytania dotyczące skutków dla przyszłych pokoleń, głównie finansowych, ale nie tylko z przystąpienia do budowy w Polsce dużych elektrowni jądrowych. Jeżeli nawet Polska zdecyduje się na budowę dużej elektrowni jądrowej, to jaki czas jej eksploatacji jest planowany, jakie skutki przewiduje się po osiągnięciu stanu zrównoważonego systemu energetycznego Polski (lata 2050-60)?

Wniosek nr 6

Polskie społeczeństwo powinno uzyskać jednoznaczną odpowiedź rządu RP na szereg kluczowych kwestii związanych z konsekwencjami budowy w Polsce klasycznych elektrowni jądrowych, w tym określenia odpowiedzialności za podejmowane decyzje w obecnych warunkach, ze świadomością ich skutków dla przyszłych pokoleń. Najważniejsze z nich, to:

1. Jaki jest plan rządu RP na taką ewentualność, że w Polsce, w roku umownym 2050 zostalibyśmy z nowymi elektrowniami jądrowymi pracującymi od kilku lat, ale „określony czas” akceptacji energetyki jądrowej już dobiegałby końca, co mogłoby skutkować nałożeniem dodatkowego zobowiązania, czegoś na wzór obecnego Europejskiego Systemu Handlu Emisjami (ETS) w odniesieniu do źródeł energii nie akceptowanych przez instytucje europejskie?
2. W kontekście nowego, przyszłego polskiego systemu energetycznego będzie trzeba wykorzystywać praktycznie w 100% energię ze źródeł odnawialnych. Prosumenci przygotowują się do tych nowych warunków na poziomie sieci niskiego napięcia. Operatorzy nowego systemu muszą nauczyć się zarządzania jego pracą w taki sposób, aby nie wyłączać odnawialnych źródeł energii elektrycznej, tylko działać interwencyjnie (elastyczność), w tym z zastosowaniem magazynów energii. Monopolistyczna pozycja operatorów, w ich dzisiejszym rozumieniu, nie będzie miała miejsca. Jak w tych nowych warunkach w polskim systemie elektroenergetycznym będą działały hipotetyczne nowe duże elektrownie jądrowe, gdy priorytetem będzie bilans mocy i energii w obszarach sieci niskiego i średniego napięcia?
3. Proces budowy i uruchomienie hipotetycznej elektrowni jądrowej nie może utrudniać rozwoju odnawialnych źródeł energii i nie może również spowodować zaniechania poszukiwania i finansowania (również z budżetu państwa) nowych, innowacyjnych rozwiązań we wszystkich sektorach energetyki (wytwarzanie, magazynowanie, przesył, użytkowanie energii), które mają na celu osiągnięcie postulowanego stanu systemu energetycznego Polski bez wykorzystywania na cele energetyczne paliw kopalnych. Jakie mechanizmy zabezpieczeniowe są planowane w tej kwestii, aby nie utrwalić obecnie obowiązującego przekonania (dziś w stosunku do konwencjonalnych elektrowni), że wytwarzanie energii elektrycznej w dużych elektrowniach jądrowych jest priorytetem?

4. Jak rząd RP widzi obecnie zapewnienie rozwoju ewentualnych małych modułowych elektrowni jądrowych we współlistnieniu (współfunkcjonowaniu w systemie) z ewentualnymi dużymi elektrowniami jądrowymi, przy wyraźnym założeniu, że modułowe elektrownie powinny funkcjonować na pełnych zasadach konkurencyjności, absolutnie bez żadnych mechanizmów wspomaganie finansowego z budżetu państwa?

W kontekście tego ostatniego pytania należy dodać, że jeżeli już miałyby być energetyka jądrowa w przyszłym polskim systemie energetycznym, to wyłącznie na zasadach prawdziwej konkurencyjności. W przeciwnym przypadku możemy w przyszłości osiągnąć stan podobny do dzisiejszego sektora energetyki węglowej, który musi być bardzo dużym kosztem społeczeństwa polskiego ciągle wspieranym.

Przygotowania Polski do realizacji neutralności klimatycznej, strategii procesu transformacji energetycznej i neutralności klimatycznej wybranych aglomeracji w Polsce

Kolejne miesiące po IV Kongresie Elektryki Polskiej potwierdzają zasadność stawianych tam też i wyznaczonych kierunków działań istotnych dla skutecznego przeprowadzenia transformacji energetycznej. Także inne branżowe wydarzenia i zebrane spostrzeżenia z dyskusji tam prowadzonych, do których należą chociażby: V Kongres Kogeneracji, XXVI Sympozjum Naukowo-Techniczne ENERGETYKA BEŁCHATÓW 2024 czy II Kongres Energetyki Rozproszonej, składają się na kilka spójnych wniosków, potwierdzonych wcześniejszymi doświadczeniami Energopomiaru – spółki, która od wielu lat aktywnie uczestniczy w transformacji sektora energetyki zawodowej, ciepłownictwa i przemysłu, a także wspiera jednostki samorządu terytorialnego w realizacji ich zadań związanych z dążeniem do neutralności klimatycznej. Z perspektywy doświadczeń i obserwacji nasuwają się następujące wnioski:

1. Obecna sytuacja gospodarcza Polski jest niezmiernie trudna i wymaga kompleksowego patrzenia na problem transformacji szeroko pojętego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w aspekcie potrzeb sektora przemysłowego (zwłaszcza przemysłów energochłonnych) i sektora komunalnego. Dynamiczny przyrost mocy zainstalowanej w OZE przy braku opłacalnych zasobów magazynowych implementować będzie koszty wynikające z konieczności redukcji w sytuacjach braku możliwości zbilansowania KSE. Konieczne staje się zatem ściślejsze powiązanie obszaru wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł OZE z modernizującym się ciepłownictwem (technologie magazynowania ciepła – krótkookresowe i sezonowe), dla którego w perspektywie „średnioterminowej +” elektryfikacja jest praktycznie jedyną drogą do utrzymania statusu efektywnych systemów ciepłowniczych, bez których trudno sobie wyobrazić transformację energetyczną.
2. Transformacja ośrodków miejskich i systemów niezbędnych do ich sprawnego funkcjonowania musi być ściśle powiązana ze wzrostem świadomości społecznej oraz budowaniem poczucia identyfikacji społeczeństwa z koniecznymi zmianami,

które muszą się dokonać. Zarządzanie profilem zużycia energii, efektywność energetyczna w realiach codziennego funkcjonowania, świadomość mechanizmów gospodarki o obiegu zamkniętym i stosowanie ich w codziennym życiu powinny być elementami edukacji dzieci, młodzieży i dorosłych – bez wzrostu świadomości społecznej transformacja energetyczna nie ma bowiem zbyt dużych szans na powodzenie.

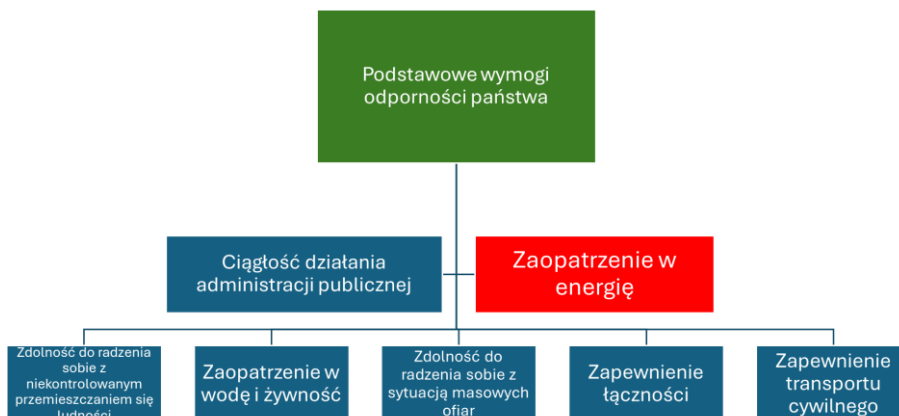
3. Podążanie w kierunku neutralności klimatycznej dużych aglomeracji miejskich jest zasadne w aspekcie środowiskowym (przy zastosowaniu opisu procesów transformacji rachunkiem inżynierskim – koszt termoeologiczny) i uzasadnione ekonomicznie. Koszty procesu transformacji według idei elektroprosumeryzmu, której efektem jest prawie całkowita redukcja emisji CO₂, są podobne do nakładów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych dla ścieżki transformacji obecnego systemu elektroenergetycznego w scenariuszu PEP 2040, dla którego zakłada się redukcję emisji CO₂ o około 60%. Istotnym aspektem jest możliwość pokrycia potrzeb miasta w ujęciu godzinowym z wykorzystaniem lokalnych źródeł OZE. Analiza rocznego zapotrzebowania na moc pozwoliła ocenić, iż około 15% potrzeb dużego miasta będzie mogło być pokryte w ten sposób. Z punktu widzenia dostępnych obecnie technologii magazynowania energii pozostałe około 85% czasu w trakcie roku musimy zasilać zieloną energią, bazując na założeniu, że będzie ona dostępna w KSE.
4. Transformacja energetyczna jednostek samorządu terytorialnego (JST) powinna przebiegać z uwzględnieniem następujących zasad:
 - powołanie kompetentnych służb odpowiedzialnych za kreowanie i nadzór nad procesami transformacji energetycznej;
 - rzetelne zbilansowanie potrzeb energetycznych, w tym potencjału oszczędności energii i potencjałów wynikających z łańcuchów komunalnych;
 - opracowanie planu prowadzenia i wspierania procesów termomodernizacji budynków podległych JST jako działań o największym potencjale poprawy efektywności energetycznej. Powszechnie stosowana optyka patrzenia na efektywność ekonomiczną działań termomodernizacyjnych nie uwzględnia konieczności poniesienia nakładów inwestycyjnych na źródła/systemy/sieci dystrybucyjne i ciepłownicze, które muszą zostać poddane modernizacji, co w efekcie spowoduje ich niedopasowanie (przewymiarowanie względem rzeczywistych potrzeb) i wygeneruje niepotrzebne koszty operacyjne w zakresie pracy na rzecz budynków, w których nie wykonano termomodernizacji;
 - określenie możliwości operacyjnie efektywnej implementacji rozproszonych (lokalnych) źródeł OZE (instalacje prosumenckie) i budowania świadomości prosumenckiej bazującej na idei bilansowania potrzeb energetycznych na osłonach kontrolnych (według idei elektroprosumeryzmu);
 - określenie lokalnych zasobów ciepła odpadowego i innych możliwości współpracy z przemysłem ulokowanym w danym obszarze, jak również nowe modele/produkty biznesowe przedsiębiorstw ciepłowniczych (dostarczanie odbiorcom komfortu cieplnego, prosument ciepłowniczy itd.);

- implementacja rozwiązań organizacyjnych wspierających bilansowanie w ramach danego obszaru/spółdzielni/gminy itd.;
 - prowadzenie dialogu technicznego z interesariuszami transformacji danego obszaru;
 - podejmowanie działań mających na celu zwiększenie świadomości mieszkańców w zakresie zrozumienia i konieczności zaangażowania się w proces transformacji;
 - wprowadzenie narzędzi i metod monitorujących postępy transformacji energetycznej w kierunku neutralności klimatycznej (narzędzia wpisujące się w paradygmat egzergetyczny idei elektroprosumeryzmu – koszt termoeologiczny).
5. Bezpieczeństwo energetyczne, którego definicja zawarta została w ustawie Prawo energetyczne w brzmieniu „Bezpieczeństwo energetyczne – stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska” powinna w obecnych realiach polityczno-gospodarczych Europy i świata ulec zmianie w kierunku, który lepiej je definiuje i osadza w szerszym aspekcie odporności strategicznej gospodarki Państwa, tj.: „Bezpieczeństwo energetyczne to dostęp do energii obejmujący dostępność zasobów, spadającą zależność od importu, mniejsze negatywne skutki dla środowiska, konkurencję i efektywność rynkową, poleganie na własnych źródłach energii, które są środowiskowo czyste” (definicja według International Energy Agency, IEA). Sama zmiana definicji powinna zainicjować rzeczową, merytoryczną dyskusję dotyczącą transformacji energetycznej, której efektem powinna być spójna strategia dla kluczowych obszarów gospodarki, jakimi są energetyka, ciepłownictwo, przemysł oraz jednostki samorządu terytorialnego, uwzględniająca realia, w jakich podmioty należące do tych sektorów funkcjonują.

BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ

Podsumowanie zagadnień z perspektywy bezpieczeństwa i cyberbezpieczeństwa infrastruktury krytycznej Polski

Zaopatrzenie w energię stanowi jeden z podstawowych wymogów odporności strategicznej państwa (rys. 3). Odporność strategiczna państwa to zdolność do przygotowania się na wstrząsy i zakłócenia, przeciwstawiania się im i reagowania na nie oraz zdolność do szybkiego podnoszenia się po nich, a także do zapewnienia ciągłości działania. Sektor energetyczny znajduje się na liście usług krytycznych z punktu widzenia zapewnienia odporności strategicznej państwa. Z tego względu należy dążyć do zapewnienia odporności obiektów infrastruktury krytycznej. Odporność obiektu infrastruktury krytycznej oznacza zdolność podmiotu krytycznego do zapobiegania incydentowi, ochrony przed nim, odpowiedzi na niego, stawiania mu oporu, łagodzenia i absorbowania incydentu oraz adaptacji i odtworzenia po incydencie.



Rys. 3. Zapewnienia odporności obiektów infrastruktury krytycznej

W ramach diskutowanych na IV Kongresie Elektryki Polskiej zagadnień poruszono całą gamę obszarów związanych z bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej. Zebrano ekspertów biegłych w aspektach prawnych, technologicznych, komunikacyjnych, cyberbezpieczeństwa, certyfikacji i standaryzacji, transportu, łączności wojskowej, energetyki. Dyskutowano w kluczowych, przywołanych poniżej tematach, których wyczerpanie nie było możliwe w czasie trwania IV KEP. Jednakże zauważono wiele kluczowych aspektów, które mają istotny wpływ na bezpieczeństwo Infrastruktury Krytycznej naszego Kraju.

Dyskusje toczono w następujących tematach:

- Suwerenność technologiczna kluczowym czynnikiem w systemach bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej.
- Nowoczesne systemy łączności oraz heterogeniczne platformy UAV w aspekcie Systemów Zarządzania Kryzysowego.
- Sztuczna inteligencja dla bezpieczeństwa infrastruktury energetycznej.

- Standaryzacja i certyfikacja cyberbezpieczeństwa urządzeń i systemów przemysłowych.
- Główne problemy bezpieczeństwa OT.
- Nowoczesne systemy ochrony kolejowej infrastruktury krytycznej.
- Roll-out liczników inteligentnych w Polsce w kontekście bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej.
- Infrastruktura to też ludzie! Bezpieczeństwo pracy elektryków i funkcjonowania urządzeń rozdzielczych.
- Bezpieczeństwo komponentów, procesu, infrastruktury w kontekście cyberodporności .

Postawione główne tezy są co do zasady spójne, pomimo szerokiego spektrum i różnorodności zagadnień.

Wniosek nr 7

Sformułowano główne przesłanie większości ekspertów:

Jeżeli chcemy realnie myśleć o zabezpieczeniu obiektów naszej infrastruktury krytycznej nie możemy zapominać o tym, aby systemy elektroniczne odpowiedzialne za ich bezpieczeństwo były naszymi autorskimi, polskimi rozwiązaniami.

Przedstawiono wiele punktów widzenia z różnych perspektyw, dotyczących de facto zagadnień mających swoje źródło w wiedzy i ludziach posiadających tę wiedzę, standaryzacji, polskości, łańcucha dostaw, partnerstwa międzynarodowego (a nie podległości), skorygowaniu procesów zakupowych, uprzedzeń i przekłamań, dostępu do rzetelnej oceny produktów, zwiększeniu nadzoru nad nieprawidłowościami w procesie zakupów, wprowadzeniu obowiązkowych szkoleń i certyfikacji zespołów, itd.

Poruszane zagadnienia, z szeregiem doskonałych przykładów i opinii rysują obecny kształt polskiego cyberbezpieczeństwa jako początkujący, ale posiadający w zapleczu szereg polskich ekspertów, firmy i organizacje gotowe przenieść polską odporność cyfrową na zupełnie inny, wyższy poziom, dorównując lub wręcz przewyższając międzynarodowych partnerów w dążeniu do utrzymania i rozwoju stabilnej i bezpiecznej społeczności w światowym ekosystemie poszczególnych państw.

Wynikające z opracowań i dyskusji eksperckich, spójne przekrojowo rekomendacje dla dalszych działań układają się w następujący sposób.

1. Wiedza, szkolenia, treningi, certyfikacje personalne, świadomość organizacji

- Wzmocnienie szkolnictwa specjalistycznego w zakresie cyberbezpieczeństwa przemysłowego, sieci komunikacyjnych, w tym sieci w technologii Ethernet i pokrewnych.
- Przenoszenie wiedzy i umiejętności na zespoły wewnętrzne celem minimalizacji uzależnień od dostawcy zewnętrznego.
- Promowanie rozwiązań organizacyjnych SOC dla OT minimalizujących interwały reakcyjne w przypadkach wystąpienia zagrożeń i incydentów.

- Wprowadzanie wymagań dla ścieżki szkoleniowej i certyfikacyjnej dla poszczególnych osób odpowiedzialnych za infrastrukturę i ciągłość działania poszczególnych obszarów i systemów OT.
- Wprowadzenie wymagań szkoleń, treningów i certyfikacji dla osób będących operatorami SOC jak i zespołów cyberbezpieczeństwa w zakładach posiadających infrastrukturę OT.
- Wprowadzenie wymogu cyklicznych ćwiczeń i treningów zespołów odpowiedzialnych za aspekt cyberbezpieczeństwa w OT w pełnej koordynacji z pozostałymi zespołami danego zakładu czy organizacji.

2. Procedury zakupowe, zamówienia i realizacje zamówień

- Wprowadzenie wymagań dla wyboru SOC dedykowanego do danego obszaru kompetencyjnego OT. Blokowanie możliwości realizowania usług SOC przez zespoły nie-specjalizujące się w danym sektorze czy branży.
- Przeciwdziałanie złym praktykom rynkowym – zasadzie „rozsądzania zagadnienia we własnej sprawie” lub innymi słowy „bycia sędzią we własnej sprawie” w ramach dostaw rozwiązań cyberbezpieczeństwa przez dostawców dostarczających rozwiązania OT wymagające monitorowania.
- Wzmocnienie pozycji polskich producentów i polskich firm w postępowaniach przetargowych celem uzyskania równorzędności w wyborze rozwiązań i ich komponentów z zagranicznymi dostawcami.
- Dostosowanie mapowania normatyw na grunt prawny oraz rekomendacji i organów właściwych zgodnie z charakterystyką danego sektora, branży oraz specyfik technologicznych i technicznych.
- Wzmocnienie prawne w zakresie wymagań przestrzegania prawa przez zagranicznych dostawców.
- Wzmocnienie wsparcia IK w zakresie prawnym w obszarze mapowania wymagań dla cyberbezpieczeństwa w ramach IK jak i podmiotów ważnych i kluczowych.

3. Polska pozycja w świecie cyberbezpieczeństwa

- Promowanie polskich, autorskich rozwiązań.
- Promowanie rozwoju sztucznej inteligencji w oparciu o polskie projekty i inicjatywy, jednakże realizowane w ramach współpracy międzynarodowej, celem wzajemnej wymiany doświadczeń.
- Kontrolowanie monopolistycznej i nadrzędnej wręcz dominującej roli spółek Skarbu Państwa w działaniach mających bardzo negatywne skutki dla polskiej myśli technicznej budowanej mozolnie w poszczególnych rdzenie polskich firmach i zespołach.
- Ukierunkowywanie działań organizacji państwowych, rządowych, spółek Skarbu Państwa na współdziałanie, a nie wyzysk i destabilizację polskich firm działających na polu cyberbezpieczeństwa, komunikacji, energetyki, bezpieczeństwa technicznego, certyfikacji i standaryzacji, itd.
- Wzmocnienie i ułatwienie produkcji w Polsce dla firm o rdzenie polskim kapitale.

- Wzmocnienie polskich firm w zakresie pozyskiwania kadr specjalistycznych.
- Ułatwienie współpracy publiczno-prywatnej bez utrudnień wynikających jedynie z uprzedzeń i zaszczości ideologicznych o domniemanych nieetycznych i niezgodnych z prawem praktyk.
- Ułatwienie wejścia Skarbu Państwa w rokujące spółki prawa handlowego celem wzmocnienia pozycji polskiej myśli technicznej na arenie międzynarodowej.
- Wzmacnianie budowy i wdrożeń polskich systemów łączności opartych o niezależne, polskie, mobilne systemy, umożliwiające utrzymanie łączności w przypadkach wystąpienia zdarzeń zagrażających społeczeństwu i dostosowanych do wszystkich poziomów krytyczności Systemów Zarządzania Kryzysowego.

4. Grupa zagadnień: Techniczne i organizacyjne aspekty realizacji wdrożeń

- Realizacja zadań w tym wdrożeń systemów bez konieczności dostępu do zasobów zlokalizowanych poprzez sieć Internet.
- Realizacja inwestycyjna w trybie CAPEX, bez przymuszania do opłat w trybie subskrypcyjnym.
- Niezależne wyspy systemów komunikacji komórkowej, z możliwością uniezależnienia się od dostawcy ogólnokrajowego.
- Wprowadzenie wymagań integracji systemów teletechniki z systemami cyberbezpieczeństwa.
- Budowanie wymagań dla budowy i utrzymania separacji fizycznej, technicznej, technologicznej, procesowej, proceduralnej itd. na poziomach PERA od 0 do 3 pomiędzy IT o OT.
- Wprowadzanie wymagań dla uproszczeń interfejsów systemów cyberbezpieczeństwa celem zwiększenia efektywności użycia i podnoszenia skuteczności działań operatorów.
- Budowa wymagań dla działań proaktywnych i implementowania rozwiązań cyberbezpieczeństwa bazujących na kreowaniu środowisk o charakterystyce proaktywnej i diagnostycznej.
- Eliminowanie poprzez strukturę audytów i rekomendacji systemów opartych jedynie o techniki reaktywne np. IDS czy TD.
- Wzmacnianie wykorzystania systemów korelacyjnych oraz autentykacyjnych w środowiskach OT.
- Wspieranie automatyki analityki i korelacji danych u źródła wraz z wprowadzeniem narzędzi diagnostyki sieci, protokołów sieciowych, pracy komponentów końcowych sieci OT, już w urządzeniach aktywnych sieci.
- Wprowadzenie wymagań w OT stosowania rozwiązań monitorowania i reakcji w czasie rzeczywistym.
- Zasadnicze zwiększenie nacisku na prawidłową budowę architektury sieciowej OT.
- Integracja OT z SOC przy wykorzystaniu ekspertów rynkowych, w szczególności klasy MSSP specjalizujących się w OT.

- Wprowadzenie wymagań dla poprawnego procesu oceny bezpieczeństwa poprzez analizy wpływu, ocenę bezpieczeństwa na podstawie której dopiero wykonujemy analizę i szacowanie ryzyk.

5. Certyfikacje i standardy rozwiązań, systemów i komponentów

- Wprowadzenie wymogów standaryzacji i certyfikacji cyberbezpieczeństwa urządzeń i systemów przemysłowych jak i komponentów i systemów cyberbezpieczeństwa np. w standardzie ISO/IEC 15408 czy IEC 62443.
- Wydawanie i wprowadzanie polskich (Krajowych) standardów dla komunikacji mobilnej, odporności cyfrowej komponentów, ujednoczenia zasad testowania bezpieczeństwa cyfrowego i wprowadzenie instytucji odpowiedzialnej za prowadzenie badań i nadzoru wraz z wydawaniem dopuszczeń do stosowania w IK poszczególnych systemów i ich komponentów.
- Wspieranie inicjatyw łączenie technologii europejskiej i amerykańskiej celem wymiany doświadczeń i ujednoczenia standardów międzynarodowej dla zwiększenia kompatybilności technologicznej.
- Wzmocnienie pozycji polskich laboratoriów celem zwiększania ich kompetencji, akredytacji i dopuszczeń dla zwiększenia dostępności o procedury oceny i uzyskania dopuszczeń do stosowania poszczególnych produktów w IK.
- Wspomaganie prawne w standaryzacji urządzeń AKPiA, urządzeń czysto pomiarowych, systemów technologicznych, urządzeń stosowanych w OT na przykładzie inicjatyw podjętym na bazie dyrektywy MID 2004/22/EC.
- Wprowadzanie zwiększonych wymagań w zakresie ochrony ludzi (zdrowia i życia) np. bazując na przykładach raportu technicznego IEC TR 61641 dla układów pasywnych i spełniania go w klasie C przy np. otwartych drzwiach rozdzielnic elektrycznej.

Bezpieczeństwo infrastruktury elektroenergetycznej

W zakresie bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej, sytuacja geopolityczna na świecie spowodowała znaczny wzrost zagrożenia dla działalności podmiotów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo energetyczne kraju. Głównym czynnikiem wpływającym na ogólne bezpieczeństwo jest zapewnienie bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego, który jest kluczowym elementem utrzymania dostaw energii dla przemysłu, usług komunalnych, a pośrednio też wpływa na prawidłowe funkcjonowanie struktur administracji państwowej. Systemy elektroenergetyczne charakteryzują się znaczną różnorodnością, co w znacznym stopniu utrudnia, albo wręcz uniemożliwia skuteczną, indywidualną ochronę każdego obiektu. Sieci energetyczne są wielkimi i wysoce skomplikowanymi systemami, składającymi się z bardzo dużej liczby połączonych ze sobą komponentów (elektrowni, linii przesyłowych, stacji transformatorowych, sieci dystrybucyjnych). W wyniku gwałtownego rozwoju technologicznego gwałtownie wzrasta zbiór potencjalnych zagrożeń wobec sieci elektroenergetycznych i to zarówno w wymiarze kinetycznym jak i cybernetycznym.

Ważne jest stosowanie zaawansowanych metod, które ułatwią zautomatyzowanie podejmowania decyzji w zakresie alokacji zasobów bezpieczeństwa, czy wzmocnienia

odporności. Rozważane metody opierają się na wykorzystaniu sztucznej inteligencji, która pozwala na istotne zwiększenie wydajności dostępnych technik optymalizacyjnych. Pole do wykorzystania metod sztucznej inteligencji jest bardzo szerokie: od optymalizacji zarządzania siecią przesyłu i produkcją energii, poprzez prognozowanie zapotrzebowania na energię, diagnozę i utrzymanie, po kwestie bezpieczeństwa sieci. Jedną z metod jest modelowanie zagadnienia obrony infrastruktury krytycznej poprzez strategiczną interakcję między obrońcą, a atakującym. Naturalnym wyborem metodologicznym jest więc teoria gier, która pomaga zrozumieć potencjalne zachowania graczy i opracować optymalną strategię efektywnej dystrybucji zasobów bezpieczeństwa przez obrońcę. Przestrzenie decyzyjne w złożonych i wieloskalowych środowiskach infrastruktury krytycznej, takiej jak infrastruktura energetyczna, są ogromne. W takim środowisku liczba możliwych strategii i działań jest na tyle duża, że kluczową rolę w doborze metod optymalizacyjnych odgrywają techniki sztucznej inteligencji.

Drugim, kluczowym problemem jest identyfikacja najbardziej wrażliwych na potencjalne ataki elementów sieci elektroenergetycznej oraz zaproponowanie najlepszych jej usprawnień. Rozwiązanie tego problemu jest celem projektu R-GRID, realizowanego w ramach programu NATO Nauka dla Pokoju i Bezpieczeństwa. W projekcie stworzone zostały narzędzia wykorzystujące sztuczną inteligencję do ochrony systemu elektroenergetycznego. Projekt R-Grid zajmuje się budowaniem narzędzi służących do identyfikacji krytycznych elementów systemu elektroenergetycznego, czy elementów mających wpływać na stabilność jego pracy. Zadaniem symulatora R-GRID będzie wsparcie pracowników sektora elektroenergetycznego w podejmowaniu kluczowych decyzji związanych z ochroną infrastruktury.

Istniejące na rynku rozwiązania prawne, normatywne i techniczne wskazują na pojedynczy komponent jako potencjalne źródło zagrożeń i obiekt podlegający ochronie. W środowiskach generujących, dystrybuujących i odbierających energię elektryczną, na bezpieczeństwo należy patrzeć pod kątem ciągłości działania, czyli zapewnienia funkcjonowania zgodnie z założeniami projektowymi i wdrożeniowymi. Cyberbezpieczeństwo jest utrzymaniem takiego stanu środowiska informatycznego, aby było odporne na jakiegokolwiek zakłócenia i anomalie.

Jednym z istotnych obszarów ochrony są „cyfrowe” stacje elektroenergetyczne, często wyposażone w urządzenia różnych producentów. Wprowadzane standardy, w tym IEC 61850 mają na celu wsparcie procesu odejścia od stosowanych analogowych obwodów wtórnych. Kluczowym okazuje się zapewnienie interoperacyjności komponentów, różnych standardów interfejsów i protokołów komunikacyjnych w obiektach elektroenergetycznych. Typowym do dziś rozwiązaniem budowania sieci elektroenergetycznych jest architektura oparta na połączeniach drutowych w układzie punkt-punkt pomiędzy komponentami zabezpieczeń, która wymusza konieczność prowadzenia dużej ilości okablowania i żmudnego obszycowania szaf, w celu zapewnienia przetworzenia informacji binarnej na informację analogową przekazywaną na wejście klasycznego przekaźnika. Jakakolwiek modyfikacja wiąże się w takim przypadku z koniecznością prowadzenia dodatkowego okablowania. Doskonałym rozwiązaniem ograniczającym skomplikowanie takich rozwiązań jest

cyfryzacja, czyli np. przechodzenie na rozwiązania i systemy komunikacji agregujące punkty fizyczne i logiczne w punkty styku o szerszym paśmie, (np. IEC 61850). Wprowadzenie nowych rozwiązań, to redukcja kosztów materiałowych, kosztów prac budowlanych i inżynierskich.

Dyrektywa NIS-2 w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu cyberbezpieczeństwa na terytorium Unii Europejskiej to kamień milowy w cyberbezpieczeństwie. To kolejna po NIS-1 wersja przepisów dotyczących cyberbezpieczeństwa. W Polsce dyrektywa NIS2 będzie implementowana poprzez nowelizację ustawy z dnia 5 lipca 2018 r. o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa. Nowe przepisy redefiniują modele zarządzania cyberbezpieczeństwem, gdyż dotąd skupialiśmy się na zabezpieczeniach technologicznych. NIS-2 oczekuje od nas, że sami ocenimy czy powinniśmy podlegać regulacjom, co akurat w przypadku sektora elektroenergetyki jest jednoznaczne. Zmiany, jakie wprowadza nowa dyrektywa, to rozszerzenie przepisów o podmioty kluczowe i podmioty ważne i jednoczesne zrównanie obowiązków tych podmiotów. Kolejna zmiana to wprowadzenie pojęcia zarządzania ryzykiem, określenie zasad raportowania incydentów poważnych, wprowadzenie odpowiedzialności kierownictwa firmy oraz zwiększenie zakresu obowiązków organów właściwych ds. cyberbezpieczeństwa. Ze względu na fakt, że system elektroenergetyczny jest częścią infrastruktury krytycznej, podmioty sektora energetycznego będą traktowane jako podmioty kluczowe. Co więcej, dostawcy, którzy będą funkcjonowali w tym systemie, również będą musieli dostosować się do wymogów NIS-u co najmniej na poziomie certyfikacji. Wszystkie zakupy komponentów infrastruktury krytycznej będą musiały przejść kontrolę pod względem bezpieczeństwa.

Podsumowując, dyrektywa NIS-2 nakłada na podmioty kluczowe i ważne takie obowiązki jak zarządzanie ryzykiem w cyberbezpieczeństwie, uwzględniające ryzyko, wielkość podmiotu, prawdopodobieństwo wystąpienia incydentów oraz ich dotkliwość. Na podmiotach będzie ciążył również obowiązek stosowania certyfikowanych produktów, usług i procesów, obowiązek informowania odbiorców usług o incydentach, czy powiadamianie właściwych organów o uczestnictwie w mechanizmach wymiany informacji. Dyrektywa porusza także tematykę podstawowych zasad cyberhigieny, czy też bezpieczeństwa zasobów ludzkich, tak aby wyeliminować ryzyka po stronie czynnika ludzkiego.

FOTONIKA.PL – W KTÓRĄ STRONĘ? STAN OBECNY I PERSPEKTYWY ROZWOJU FOTONIKI W POLSCE

Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie stanowi materiał do dyskusji programowej na temat roli i perspektyw, a także racjonalnej strategii rozwoju fotoniki w Polsce, uwzględniającej wielowektorowe zagrożenia, wyzwania i możliwości występujące we współczesnym świecie, oceniane i analizowane w kontekście szans dla środowiska akademickiego, naukowo-badawczego i przemysłu fotonicznego w Polsce.

Zakres opracowania obejmuje identyfikację kluczowych krajowych kompetencji optoelektronicznych, analizę trendów, próbę zaproponowania kierunków rozwoju fotoniki w Polsce oraz propozycje konkretnych działań. Taki zakres pozwala w dalszej perspektywie myśleć o zaproponowaniu strategii rozwoju fotoniki w Polsce, wypracowanej w dialogu ze środowiskiem uniwersyteckim, badawczym i przemysłowym, oraz prowadzenie skutecznych działań lobbingsowych na rzecz poszukiwania środków inwestycyjnych na rozwój technologii, produktów, przedsięwzięć biznesowych itp.

Działania zostały zainicjowane w roku 2023 przez Polski Komitet Optoelektroniki Stowarzyszenia Elektryków Polskich (PKOpto SEP), najstarszej polskiej organizacji branżowej z obszaru zaawansowanych technologii i prowadzone początkowo w ramach wewnętrznego programu „Optoelectronics.pl – which way further?”, zainicjowanego podczas konferencji Integrated Optics - Sensors, Sensing Structures and Methods IOS 2023, Szczyrk, 27.02-03.03.2023. Regularne dyskusje panelowe prowadzone w ramach kolejnych konferencji (m.in. XX Konferencja Światłowodów i ich zastosowania, Lublin, 11-14.09.2023, VIII Konferencja Optoelektroniczna, Jachranka, 15-16.11.2023 oraz Integrated Optics - Sensors, Sensing Structures and Methods IOS 2024, Szczyrk, 26.02-01.03.2024) pozwoliły na przygotowanie pierwszej wersji raportu „Fotonika.pl – w którą stronę? Stan obecny i perspektywy rozwoju fotoniki w Polsce”, opublikowanego w ramach IV Kongresu Elektryki Polskiej, Poznań, 06-07.06.2024.

Obecna wersja obejmuje uaktualnienia wprowadzone w wyniku dyskusji panelowych podczas Kongresu, a także podczas późniejszego Sympozjum Techniki Laserowej STL 2024, Ryn, 09-13.09.2024, zakończone zestawieniem wypracowanych dotychczas rekomendacji.

Mamy ambicję, aby ten dokument miał charakter żywego, systematycznie uaktualnianego głosu całego środowiska fotonicznego, dlatego zapraszamy Państwa do włączenia się w prace nad tym opracowaniem poprzez przesyłanie sugestii, korygowanie błędów, dodawanie spostrzeżeń i uwag, słowem – współedytowanie treści.

Dla dobra i na rzecz rozwoju fotoniki w Polsce.

*Ryszard Piramidowicz, Maciej J. Nowakowski, Dominik Dorosz, Krzysztof Koczyński,
Paweł Merço, Patryk Urban, Agnieszka Mossakowska-Wyżczyńska, Stanisław Stopiński, Krzysztof Anders*

Zaawansowane technologie elektroniki i fotoniki w pryzmacie wyzwań i zagrożeń współczesnego świata

XXI wiek to czas bezprecedensowego tempa rozwoju wszelkich technologii informacyjnych, naznaczony nieprzewidywalnymi zagrożeniami i wyzwaniami współczesnej cywilizacji, widzianymi szczególnie wyraźnie z perspektywy kraju stabilnego gospodarczo, jednak aspirującego do wyższego poziomu życia i szeroko rozumianego bezpieczeństwa. Szczególna lokalizacja geopolityczna Polski sprawia, że nasz kraj znajduje się w epicentrum wydarzeń, które wyznaczają kierunki zmian społecznych, gospodarczych i politycznych.



Rys. 4. Mapa megatrendów, wyzwań i zagrożeń współczesnego świata

Do największych zagrożeń współczesności należą zarówno pandemie i konflikty zbrojne, jak też wyzwania ekonomiczne oraz narastający kryzys klimatyczny. Dynamicznie zmieniające się czasy wymagają nowatorskiego podejścia, które zapewni przetrwanie i rozwój w warunkach wysokiej niepewności. Nie bez powodu rzeczywistość świata XXI wieku określana jest skrótem VUCA: Volatility (zmienność), Uncertainty (niepewność), Complexity (złożoność) i Ambiguity (niejednoznaczność). W tym kontekście zaawansowane technologie elektroniczne i foniczne odgrywają kluczową rolę, umożliwiając społeczeństwu lepsze zrozumienie, adaptację i reakcję na otoczenie zmieniające się z niespotykaną we wcześniejszych dekadach szybkością.

Zagrożenia Cywilizacyjne i Geopolityczne

Pandemia COVID-19 ukazała, jak bardzo globalizacja i współzależności międzynarodowe uczyniły naszą cywilizację podatną na gwałtowne wstrząsy o globalnym zasięgu. Przerwane łańcuchy dostaw, rozpięte wcześniej ponad granicami państw i kontynentów, ograniczenia w podróżach oraz napięcia społeczne wywołane pandemią zburzyły dotychczasowe poczucie stabilności. Dodatkowo, niewyobrażalna wcześniej pełnoskalowa wojna na Ukrainie,

przypomniała Europie, że konflikty zbrojne na kontynencie nie są historią, lecz realnym zagrożeniem, wpływającym na bezpieczeństwo energetyczne, gospodarcze i militarne całego regionu.

Ekonomia i Geopolityka

Ekspansja gospodarcza Chin, której skutkiem jest kryzys na globalnym rynku półprzewodników, napięcia handlowe, zaburzenia globalnej gospodarki i inflacja to kolejne czynniki destabilizujące współczesną rzeczywistość. Sankcje ekonomiczne, zerwane łańcuchy dostaw, próby dywersyfikacji źródeł surowców naturalnych, w tym pierwiastków ziem rzadkich (EU Critical Raw Materials Act) zmuszają kraje do szukania nowych rozwiązań technologicznych. Polska, będąca członkiem Unii Europejskiej i NATO, staje przed wyzwaniem lepszego zintegrowania swojej gospodarki z międzynarodowymi łańcuchami dostaw oraz utrzymania stabilności w czasach narastających konfliktów geopolitycznych.

Kryzys Klimatyczny

Zmiany klimatyczne, manifestujące się w rosnących temperaturach średnich, topnieniu lodowców, zaburzeniu cyrkulacji prądów morskich i ekstremalnych zjawiskach pogodowych stanowią kolejne poważne zagrożenie dla współczesnej cywilizacji. Potrzeba pilnych działań na rzecz zrównoważonego rozwoju i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych jest obecnie priorytetem na skalę globalną, niemożliwym do zaadresowania bez zaangażowania i rozwoju zaawansowanych technologii energetycznych, w tym fotowoltaiki, energetyki wiatrowej i magazynowania energii, stwarzających realną szansę na ograniczanie skutków postępującego kryzysu klimatycznego bez istotnego pogorszenia jakości życia.

Trzeba pamiętać, że XXI wiek to również czas wyzwań o skali niewystępującej w żadnej poprzedniej epoce oraz megatrendów technologicznych adresujących obszary uważane do niedawne za pogranicze fantastyki naukowej.

Sztuczna Inteligencja (AI)

Jednym z najważniejszych, o ile nie najważniejszym megatrendem jest rozwój systemów sztucznej inteligencji (AI), wprowadzających nowy paradygmat działania w obszarach analizy wielkich zbiorów danych i automatycznego wnioskowania. Wydaje się, że nie ma dziedziny, w której zastosowanie AI nie przyniesie przełomowych zmian. AI umożliwi automatyzację procesów, analizę ogromnych ilości danych i podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym. Należy pamiętać, że rozwój AI wzbudza również liczne obawy, zagrożenia i wyzwania etyczne – dlatego rozważana jest nie tylko jako megatrend, ale także potencjalne zagrożenie, a na pewno wyzwanie.

Robotyzacja i automatyzacja

Kolejnym istotnym wyzwaniem jest robotyzacja i automatyzacja, zmieniające obraz procesów przemysłowych i usługowych poprzez zastosowanie robotów i systemów autonomicznych. Robotyka współpracująca (coboty) oraz inteligentne systemy automatyzacji radykalnie przekształcają procesy produkcyjne i transportowe w fabrykach i magazynach, co spektakularnie ilustrują przypadki zrobotyzowanych magazynów firm takich jak Amazon.

Trzeba przy tym przyznać, że rozwój robotyzacji i automatyzacji, oprócz niewątpliwych zalet wzbudza również ogromne lęki i niechęć u części społeczeństwa.

Przemysł 4.0

W kontekście czwartej rewolucji przemysłowej, Przemysł 4.0 bazuje na cyfrowej integracji systemów produkcyjnych, wykorzystując Internet Rzeczy (IoT), big data, analitykę oraz sztuczną inteligencję. Umożliwia to budowę i organizację inteligentnych fabryk zdolnych do samokontroli, optymalizacji i dostosowania produkcji w czasie rzeczywistym.

Rolnictwo 4.0

Podobne zmiany zachodzą w rolnictwie, gdzie Rolnictwo 4.0 wykorzystuje technologie cyfrowe, takie jak drony, czujniki IoT, sztuczną inteligencję i analizę danych, do precyzyjnego zarządzania uprawami, zwiększenia wydajności i zrównoważonego rozwoju. Pozostają przy tym do zaadresowania wyzwania związane z integracją zaawansowanych technologii z tradycyjnymi metodami uprawy oraz dostępnością infrastruktury cyfrowej na obszarach wiejskich.

Smart Cities

Rozwój inteligentnych miast (Smart Cities) opiera się na wykorzystaniu technologii cyfrowych w celu poprawy jakości życia mieszkańców, zarządzania infrastrukturą i optymalizacji zużycia zasobów. IoT, sztuczna inteligencja oraz systemy monitoringu umożliwiają lepsze zarządzanie ruchem ulicznym, transportem miejskim, energią, odpadami oraz bezpieczeństwem publicznym. Wyzwania w tym zakresie obejmują ochronę prywatności, cyberbezpieczeństwo oraz integrację systemów miejskich.

Internet Rzeczy (IoT)

Internet Rzeczy (IoT) łączy różne urządzenia i czujniki przez internet, umożliwiając zbieranie i analizę danych w czasie rzeczywistym. IoT znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach, od przemysłu i logistyki po inteligentne domy i opiekę zdrowotną, choć wydaje się, że wyzwaniem pozostają zagadnienia związane z bezpieczeństwem sieci oraz interoperacyjnością różnych platform.

Technologie kwantowe

Na wczesnym etapie rozwoju znajdują się obecnie technologie kwantowe, takie jak komputery kwantowe, telekomunikacja kwantowa oraz kryptografia kwantowa. Mają one potencjał zrewolucjonizowania cyberbezpieczeństwa i systemów obliczeniowych, oferując rozwiązania problemów o wysokiej złożoności i wspierając rozwój sztucznej inteligencji.

Układy elektroniki i fotoniki scalonej

Układy elektroniki i fotoniki scalonej (Electronic Integrated Circuits, EIC oraz Photonic Integrated Circuits, PIC) umożliwiają integrację wielu funkcji optycznych na pojedynczym chipie o miniaturowych rozmiarach. Dzięki zaletom kompaktowości, niewielkiego zużycia energii, obniżonych kosztów packagingu oraz ultra-wysokiej niezawodności znajdują liczne

zastosowania komercyjne w systemach telecom i datacom, a ostatnio również w systemach czujników fotonicznych pracujących w szerokim zakresie spektralnym.

Technologie komunikacyjne

Gwałtownie rosnące zapotrzebowanie na przepustowość sieci telekomunikacyjnej związane z rozwojem technologii 5G i 6G oraz wymaganiami klientów sieci, skutkuje koniecznością opracowywania nowych rozwiązań dla systemów nadawczo-odbiorczych i dla mediów transmisyjnych. Rozwijane nowe rozwiązania ukierunkowane są zarówno na wzrost częstotliwości i zakresu spektralnego pracy układów nadawczo-odbiorczych, ale również na zwiększanie przepływności samego medium transmisyjnego, poprzez zastosowanie włókien wielordzeniowych i/lub kilkumodowych. Dodatkowo, prowadzone są intensywne prace nad systemami komunikacji optycznej w wolnej przestrzeni do zastosowań w systemach IoT, inteligentnych pojazdach czy transmisji satelitarnej.

W obliczu sumy omówionych wyżej megatrendów, wyzwań i zagrożeń niezbędne jest strategiczne, uporządkowane podejście do planowania ścieżek rozwoju i inwestycji technologicznych. W większości wymienionych wyżej obszarów dominują rozwiązania z obszaru technologii mikroelektronicznych, przy dynamicznie jednak rosnącym udziale technologii fotonicznych, niezastępowalnych szczególnie we wszelkich rozwiązaniach związanych z ultra-szybkim przesyłaniem informacji.

W stronę integracji elektroniczno-fotonicznej

Wydaje się bezsporne, że kształt współczesnego świata jest w rosnącym stopniu determinowany zaawansowanymi technologiami elektronicznymi i informatycznymi. Nie bez powodu sami siebie określamy mianem społeczeństwa informacyjnego – żyjemy w otoczeniu informacji, generowanych, agregowanych i przetwarzanych z wykorzystaniem zaawansowanych systemów komputerowych, przesyłanych w superszybkich sieciach telekomunikacyjnych i analizowanych przy wsparciu systemów sztucznej inteligencji. Nieuchronny rozwój technik internetu rzeczy i sztucznej inteligencji zapowiada radykalne przeskalowanie zapotrzebowania na informacje i pojemności informacyjne systemów agregowania, przesyłania i analizy danych.

Za tak dynamicznym rozwojem technologii ICT stoją zaawansowane technologie elektronicznej zintegrowanej, rozwijane od początku lat 70-tych XX wieku, wyznaczających początek rewolucji mikroelektronicznej, której skutkiem jest wszechobecność elektronicznych układów scalonych w otaczającym nas świecie. Równolegle z nimi, choć z nieco mniejszą dynamiką rozwijały się technologie nowoczesnej fotoniki, zainicjowane przełomowym wynalazkiem lasera z 1960 r., a następnie opanowaniem technologii niskostratnych światłowodów włóknowych i laserów półprzewodnikowych. Początek XXI wieku przyniósł gwałtowny rozwój kolejnej technologii o podobnie rewolucyjnym potencjale – fotoniki zintegrowanej. Układy fotoniki zintegrowanej (ang. Photonic Integrated Circuits, PICs) zrewolucjonizowały rynek telekomunikacji optycznej i data centers, a po dwóch dekadach nieprzerwanego rozwoju wkraczają na kolejne obszary aplikacyjne, związane przede wszystkim z szeroko rozumianymi technologiami czujnikowymi, a w szczególności z rynkiem IoT. Jednocześnie, obserwuje się w gruncie rzeczy oczywisty trend do integrowania rozwiązań

mikroelektronicznych i fonicznych, co pozwala na agregowanie zalet obu technologii i uzyskiwanie efektów synergii.

Fotonika – obszary zastosowań

Fotonika, w połączeniu z elektroniką, stała się wszechobecna w dzisiejszym świecie, zapewniając rozwiązania wykorzystywane powszechnie w komunikacji, energetyce, medycynie, przemyśle, technice wojskowej, badaniach naukowych, metrologii, rozrywce i życiu codziennym. Poniżej scharakteryzowano pokrótce wybrane obszary zastosowań współczesnej fotoniki, niewyczerpujące nawet w połowie jej potencjału aplikacyjnego.

Telekomunikacja optyczna

Nowoczesne sieci telekomunikacyjne, stanowiące swoisty system nerwowy współczesnego społeczeństwa informacyjnego, w przeważającej części bazują na systemach komunikacji światłowodowej. Technologie foniczne stanowią fundament obecnych sieci rdzeniowych i metropolitalnych, z rosnącą udziałem w tzw. systemach ostatniej mili i sieciach dostępowych typu FTTH. W systemach telekomunikacyjnych krzyżują się i łączą różnorodne technologie foniczne, zarówno te stosunkowo dojrzałe i ustandaryzowane – lasery półprzewodnikowe, modulatory elektro-optyczne, fotodetektory, wzmacniacze optyczne i pasywne włókna światłowodowe, jak i technologie wschodzące, jak układy fotoniki scalonej.

Należy również podkreślić duży i stale rosnący potencjał technologii fonicznych w kontekście budowania systemów i sieci komunikacji bezprzewodowej (ang. free-space optical communication, FSOC), stanowiących potencjalną alternatywę dla systemów światłowodowych i radiowych tam, gdzie ich instalacja jest niemożliwa ze względu na uwarunkowania techniczne lub nieuzasadniona ekonomicznie.

Medycyna i biotechnologia

W zastosowaniach medycznych technologie foniczne można podzielić na te związane z technikami zabiegowymi, diagnostycznymi i pomocniczymi. Fotonika pozwala m.in. na przeprowadzanie precyzyjnych i minimalnie inwazyjnych zabiegów chirurgicznych (skalpel laserowy, cięcie tkanek miękkich), okulistycznych (laserowa korekcja wad wzroku), stomatologicznych (usuwanie próchnicy, leczenie dziąseł, wybielanie zębów), dermatologicznych (terapia fotodynamiczna, usuwanie zmian skórnych) czy w medycynie estetycznej. W ostatnich latach niezwykle intensywnie rozwijającą się dziedziną technik fonicznych w medycynie jest koherentna tomografia optyczna, w szczególności wykorzystywana do diagnostyki chorób narządu wzroku. Rozwijane są również inne metody i techniki obrazowania, w tym wykorzystujące jednocześnie techniki foniczne i ultrasonograficzne.

W zakresie zastosowań medycznych fotoniki należy również wymienić techniki endoskopowe – współczesne aparaty wideoendoskopowe oraz fiberoskopowe, umożliwiając małoinwazyjną diagnostykę i terapię w różnych dziedzinach medycyny (chirurgia, ortopedia, ginekologia, internia).

Wśród zastosowań technologii fonicznych w medycynie należy również podkreślić rosnący obszar światłowodowych i ogólnie optycznych systemów czujnikowych,

przeznaczonych np. do nieinwazyjnych pomiarów parametrów życiowych pacjentów, detekcji bakterii i innych patogenów, detekcji markerów chorobowych czy monitorowania poziomu glukozy lub mleczanów we krwi.

W kontekście przyszłościowych zastosowań technologii fotonicznych w medycynie należy zauważyć również intensywny rozwój technik fotoniki scalonej i systemów typu lab-on-chip, umożliwiających niskokosztową diagnostykę w kierunku obecności bakterii, wirusów, grzybów czy substancji szkodliwych.

Przemysł i inżynieria

Unikatowe możliwości oferowane przez fotonikę są motorem rozwoju nowoczesnych technologii produkcyjnych i kontrolnych. Jednym z kluczowych zastosowań fotoniki jest precyzyjna obróbka materiałów za pomocą promieniowania laserowego, obejmująca procesy cięcia, spawania, grawerowania oraz tzw. mikromachiningu. Lasery, oprócz precyzyjnej kontroli nad szybkością i dokładnością procesów obróbki, zapewniają możliwości przetwarzania (laser processing, laser manufacturing) materiałów o wysokiej twardości - metali, ceramik czy polimerów, trudnych do obrabiania tradycyjnymi metodami.

Fotonika odgrywa również kluczową rolę w systemach kontroli jakości w przemyśle, oferując dostęp do zaawansowanych technik pomiarowych interferometrii i spektroskopii optycznej, pozwalających na nieinwazyjne i ultra-dokładne badanie właściwości materiałowych, geometrii produktów czy wykrywanie defektów wewnętrznych. Innym atrakcyjnym polem zastosowań jest metrologia przemysłowa, gdzie fotonika zapewnia możliwość szybkich i precyzyjnych pomiarów, pozwalających na monitorowanie procesów produkcyjnych, zapewnianie ich ciągłości oraz stałą kontrolę parametrów.

Bezpieczeństwo i obrona

Technologie fotoniczne znajdują liczne zastosowania militarne – zaczynając od systemów kierowania ogniem, zarządzania polem walki, przez systemy obserwacji, naprowadzania i śledzenia, aż do systemów bezpiecznej komunikacji kwantowej. Jednym z istotnych kierunków rozwoju uzbrojenia jest zapewnienie wysokiej precyzji rażenia i autonomiczności systemów. Wymaga to zastosowania selektywnych i czułych układów detekcyjnych. Optoelektronika w przypadku tych ostatnich jest absolutnie niezbędna - dotyczy to zarówno uzbrojenia kierowanego przez człowieka, jak i rosnącej gamy amunicji samonaprowadzającej się na cel. Zaawansowane systemy wizualizacji danych, które pierwotnie wprowadzono w lotnictwie, obecnie stosowane są w pojazdach lądowych, a nawet w systemach informacji taktycznej indywidualnych żołnierzy. Szybko rozwijają się systemy bliskiej obserwacji, które dzięki fuzji sensorów i nowoczesnym nabełmowym układom obrazującym umożliwiają m.in. tzw. "widzenie poprzez pancierz", tj. sytuację, w której operator pozostając w pojeździe bojowym widzi obraz z zewnętrznych układów obserwacyjnych.

Lasery i sensory optyczne stosowane są powszechnie do monitorowania i ochrony strategicznych obszarów, jak również w systemach rozpoznawania i śledzenia. Technologie fotoniczne pozwalają na budowę urządzeń detekcyjnych pracujących w trybie detekcji w miejscu "in situ" oraz detekcji zdalnej "stand off". Warto zaznaczyć, że wykrywanie zagrożeń obejmuje nie tylko widoczne obiekty na niebie czy morzu – systemy czujników

światłowodowych umożliwiają monitoring długich odcinków granic w terenie o ograniczonej widoczności. Najbardziej zaawansowane technologicznie armie wprowadzają do uzbrojenia systemy skierowanej energii, przede wszystkim do zwalczania dronów, trwają też testy systemów broni laserowej o mocach na poziomie kilkudziesięciu kilowatów.

Energetyka

Jednym z najbardziej rozpoznawalnych zastosowań fotoniki w energetyce jest fotowoltaika, czyli technologia konwersji światła słonecznego na energię elektryczną za pomocą ogniw słonecznych. Panele fotowoltaiczne są kluczowym komponentem w rozwijających się instalacjach odnawialnych źródeł energii. Ciągły rozwój nowych materiałów i technologii (takich jak ogniwa cienkowarstwowe, perowskitowe, wielozłączone, z kropkami kwantowymi) zapewnia systematyczny wzrost wydajności paneli fotowoltaicznych, co przyczynia się do obniżenia kosztów energii odnawialnej.

Fotonika znajduje także zastosowania w systemach monitorowania i zarządzania energią za pomocą zaawansowanych czujników optycznych, mierzących natężenie światła, temperaturę czy przepływ energii, co pozwala na optymalizację pracy systemów energetycznych, zarówno w skali mikro, jak i makro. W elektrowniach słonecznych z systemami nadążnymi, czujniki optyczne ułatwiają monitorowanie i regulację orientacji paneli słonecznych w stosunku do słońca, maksymalizując wydajność produkcji energii.

Fotonika oddziałuje również na rozwój inteligentnych sieci energetycznych (smart grids), które wykorzystują technologie światłowodowe i sensory fotoniczne do optymalizowania przepływu energii i reagowania na zmieniające się warunki w systemie energetycznym, co pozwala na efektywne połączenie różnych źródeł energii, zarządzanie zapotrzebowaniem i magazynowaniem energii, co poprawia stabilność i efektywność sieci energetycznych.

Nauka i badania

Wszechobecność technologii fotonicznych (a szczególnie laserowych) w nauce umożliwia przekraczanie kolejnych barier poznawczych i rozwijanie nowych rozwiązań na potrzeby gospodarki opartej na wiedzy. W szczególności fotonika jest podstawą zaawansowanych technik mikroskopowych (mikroskopii fluorescencyjnej, konfokalnej i mikroskopii sił atomowych), które pozwalają na obserwowanie struktur na poziomie molekularnym i atomowym. Techniki te są kluczowe w biologii, medycynie oraz materiałoznawstwie, umożliwiając badanie komórek, tkanek, mikro- i nanomateriałów itp.

Fotonika pozwala również na analizę składu chemicznego i struktury materii za pomocą całej gamy zaawansowanych metod spektroskopowych (jak spektroskopia absorpcyjna, emisyjna, ramanowska, fourierowska itp.). Techniki te znajdują zastosowanie w chemii, fizyce, biologii, a także w badaniach środowiskowych i farmaceutycznych.

W dziedzinie fizyki i astronomii, powszechnie wykorzystywane są techniki interferometryczne pozwalające na precyzyjne pomiary odległości, współczynnika załamania światła, topografii powierzchni itp. Stwarzają również możliwość detekcji fal grawitacyjnych w ogromnej skali układach interferometrycznych (jak LIGO).

Lasery techniki pomiarowe są stosowane do mapowania powierzchni Ziemi (LIDAR), w archeologii, geologii, badaniach atmosferycznych i wielu innych. Fotonika jest również fundamentem wszelkiego rodzaju technologii kwantowych, w tym komputerów kwantowych, teleportacji kwantowej, a także zaawansowanych systemów kryptografii kwantowej.

Przemysł rozrywkowy i fotonika codziennego użytku

Ten, bodaj najliczniejszy obszar zastosowań fotoniki obejmuje całą gamę urządzeń do wyświetlania i projekcji obrazów, od telewizorów i monitorów z ekranami LED i OLED, po zaawansowane kinowe projektory laserowe, urządzenia rzeczywistości rozszerzonej (AR) oraz wirtualnej (VR). Można tu wskazać również zaawansowane systemy oświetleniowe do tworzenia dynamicznych efektów świetlnych, wykorzystywanych podczas wydarzeń plenerowych, koncertów, występów teatralnych itp. W przemyśle filmowym i telewizyjnym zaawansowane technologie świetlne służą do kreowania efektów specjalnych, kluczowych dla narracji wizualnej. W systemach oświetlenia domowego (i komercyjnego) dominują obecnie układy LED, energooszczędne, trwałe i niezawodne. Podobnie wykorzystywane codziennie smartfony, tablety, inteligentne zegarki itp. implementują cały szereg technologii fotonicznych, w tym kamery cyfrowe, czujniki optyczne oraz wyświetlacze dotykowe.

Mapa centrów fotonicznych w Polsce

Fotonika jako obszar badań i kształcenia jest reprezentowana w Polsce stosunkowo szeroko – poniższy rysunek pokazuje mapę (prawdopodobnie niepełną) polskich ośrodków akademickich i instytutów naukowych identyfikowanych jako zajmujące się fotoniką, z osiągnięciami zauważalnymi w skali krajowej i międzynarodowej.



Rys. 5. Mapa ośrodków naukowych zajmujących się fotoniką w Polsce

Wśród najważniejszych i najszerzej rozpoznawalnych uczelni można wskazać Wojskową Akademię Techniczną, Politechnikę Wrocławską, Politechnikę Warszawską, Uniwersytet Warszawski, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Politechnikę

Gdańską, Uniwersytet Gdański, Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie, Politechnikę Białostocką, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Politechnikę Łódzką, Politechnikę Poznańską, Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Politechnikę Śląską, Uniwersytet Rzeszowski. W grupie instytutów badawczych należy wymienić działające w ramach Sieci Badawczej Łukasiewicz Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki (powstały w wyniku połączenia Instytutu Technologii Elektronowej i Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych) oraz PORT Polski Ośrodek Rozwoju Technologii, a także Instytut Łączności PIB, Instytut Wysokich Ciśnień PAN (Unipress), Międzynarodowe Centrum Badań Oka – ICTER oraz Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej.

W odróżnieniu od powszechnego przekonania firmy (zarówno startupy, MŚP, jak i duże podmioty) są na mapie fotonicznej Polski reprezentowane zaskakująco licznie (vide rys. 6). Widać też wyraźnie, że obszary największej aktywności biznesowej pokrywają się w większości z obszarami obecności ośrodków naukowo-badawczych, prowadzących prace w obszarze fotoniki. Widoczna jest również wyraźnie wiodąca rola ośrodka warszawskiego, z największą koncentracją jednostek naukowych, badawczych i przemysłu fotonicznego, przy nieco mniejszej, choć wyraźnie zaakcentowanej roli ośrodków wrocławskiego, lubelskiego, krakowskiego, śląskiego, poznańskiego, toruńskiego, gdańskiego i rzeszowskiego.



Rys. 6. Fotoniczna mapa Polski – centra naukowe i firmy fotoniczne

Diamanty polskiej fotoniki – wybrane obszary kompetencji

Badania naukowe i prace wdrożeniowe prowadzone w obszarze fotoniki w Polsce od lat 60-tych ubiegłego wieku to historia zaledwie kilkunastu dużych programów, nierównego finansowania, niewykorzystanych szans, z dużym trudem zdobywanych środków na rozwój technologii i poza nielicznymi wyjątkami, niewielkiego zainteresowania kolejnych rządów. Na szczęście to również historia zespołów tworzonych przez entuzjastów fotoniki, licznych wzlotów (i oczywiście upadków), wykorzystanych możliwości (szczególnie związanych z racjonalnym skorzystaniem ze środków programów pomocowych Unii Europejskiej),

owocujących udanymi przedsięwzięciami naukowymi i biznesowymi. Poniższa sekcja prezentuje diamenty polskiej fotoniki – success stories, zarówno w wymiarze naukowym, jak i biznesowym, udowadniając, że w przypadku zaawansowanych techniki i technologii fotonicznych jesteśmy krajem wyraźnie widocznym na mapie europejskiej fotoniki, wnoszącym istotny wkład do rozwoju poszczególnych obszarów kompetencyjnych.

Światłowody

Pierwsze polskie światłowody powstały w połowie lat siedemdziesiątych XX w. na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej (UMCS) w Lublinie. Dzięki szybkiemu postępowi w badaniach nad technologią ich wytwarzania możliwe było uruchomienie w Lublinie już na początku 1979 r. pierwszej w Europie Środkowej światłowodowej linii telekomunikacyjnej bazującej na włóknach wytworzonych w UMCS. Ten niewątpliw sukces polskiej fotoniki znacząco przyczynił się do intensywnego rozwoju badań technologicznych w innych polskich ośrodkach naukowych. W chwili obecnej znane i doceniane w Europie i na świecie technologiczne ośrodki badawcze światłowodów włóknowych znajdują się na Politechnice Białostockiej, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Instytucie Mikroelektroniki i Fotoniki SBŁ w Warszawie i wspomnianym już UMCS w Lublinie. Kompetencje badawcze i prace prowadzone w tych ośrodkach pokrywają się z najnowszymi światowymi trendami badań technologicznych związanych z opracowywaniem nowych materiałów optycznych (szkła, polimery, materiały krystaliczne), nowych światłowodów (klasycznych i mikrostrukturalnych) oraz z ich nowymi zastosowaniami. W znacznym tempie rozwija się również przemysł światłowodowy. W chwili obecnej fabryki światłowodów w Polsce uruchomiły Corning - światowy lider w technologii światłowodów i Fibrain – niezależny polski producent technologii i systemów światłowodowych, specjalizujący się w tworzeniu nowych rozwiązań fotonicznych (światłowodowych) dostosowanych do indywidualnych potrzeb odbiorców. Działa już także polska fabryka chińskiego koncernu YOFC, a w najbliższym czasie planowane jest uruchomienie kolejnych dwóch.



Rys. 7. Wybrane polskie firmy z obszaru techniki światłowodowej

Lasery – lasery kwantowe i ciała stałego

Lasery i urządzenia laserowe o wartości komercyjnej są rozwijane od lat w kilku krajowych ośrodkach naukowych – przede wszystkim w Instytucie Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej (systemy laserowe do zastosowań wojskowych, w tym nieśmiertelna broń laserowa), w Politechnice Wrocławskiej i warszawskim Instytucie Chemii Fizycznej IChF PAN, (lasery femtosekundowe) oraz Instytucie Mikroelektroniki i Fotoniki Sieci Badawczej Łukasiewicz (unikatowe lasery kwantowe, generujące promieniowanie w zakresie średniej podczerwieni). Część z tych rozwiązań stała się przedmiotem spektakularnych działań komercjalizacyjnych – dobrym przykładem są rozwiązania oferowane na rynku światowym przez firmę Fluence, producenta światłowodowych laserów femtosekundowych (z korzeniami w IChF PAN), czy lasery wrocławskiej firmy Mode-Locked Technology (startup z Politechniki Wrocławskiej).



Rys. 8. Wybrane polskie firmy z obszaru techniki laserowej

Oprócz samych laserów na rynku międzynarodowym z powodzeniem działają polskie firmy oferujące kompletne systemy laserowe – warto tu wymienić systemy obrabiarek laserowych na bazie laserów ciała stałego (adresujące bardzo atrakcyjny rynek laser manufacturing) firm Kimla, Eagle, Solaris Laser oraz systemy laserowe oferowane przez pińczowską firmę Microtec.

Fotowoltaika

Rynek klasycznej fotowoltaiki (PV) jest zdominowany przez produkty firm chińskich, zapewniających wszystkie elementy łańcucha wartości – od technologii wytwarzania ogniw do kompletnych paneli. Tym niemniej, na tym trudnym rynku odnajdują się niektóre polskie firmy, działające w obszarze niestandardowych rozwiązań PV.



Rys. 9. Wybrane polskie firmy z obszaru fotowoltaiki

ML System S.A. jest wysoko specjalizowaną firmą technologiczną rozwijającą technologie elementów i systemów PV do zastosowań w klasycznych instalacjach fotowoltaicznych, w zrównoważonym budownictwie, transporcie lądowym i wodnym oraz branży automotive. Firma dysponuje własnym zakładem produkcyjnym z nowoczesnym parkiem maszynowym oraz silnym zapleczem B+R. W 2021 r. w ML System uruchomiona została pierwsza na świecie linia produkcyjna transparentnych szyb PV z powłoką kwantową.

Saule Technologies S.A. jest polską firmą technologiczną specjalizującą się w rozwoju innowacyjnych rozwiązań fotowoltaicznych wykorzystujących drukowalne ogniwa perowskitowe, przeznaczone do produkcji ultra-cienkich, lekkich i elastycznych paneli fotowoltaicznych. Obszary działalności Saule Technologies to badania i rozwój technologii perowskitowych ogniw fotowoltaicznych, projektowanie i produkcja paneli PV, wdrażanie nowych rozwiązań fotowoltaiki elastycznej.

Powstała w 2024 r. spółka FIBRAIN Energy jest efektem współpracy czterech wiodących spółek z branży zaawansowanych technologii i energii odnawialnej: FIBRAIN – producenta rozwiązań światłowodowych, DAGLASS – producenta szklanych modułów BIPV, Friendly Innovation – producenta inteligentnych ładowarek oraz Ele-DriveCo – producenta magazynów energii. Jedną ze specjalizacji firmy jest zaawansowana, fizyko-chemiczna obróbka szkła, dzięki której możliwe jest uzyskanie materiału o unikatowych właściwościach, gwarantujących poprawę parametrów produkowanych paneli PV.

Detektory podczerwieni

Firma VIGO Photonics S.A., założona w 1987 r. jest globalnym graczem na rynku detektorów średniej podczerwieni (mid-IR). Główną kompetencją, na której przez lata była budowana jej pozycja rynkowa jest technologia fotodetektorów fotonowych pracujących w zakresie mid-IR, niewymagających chłodzenia kriogenicznego.

Podstawową platformą technologiczną wykorzystywaną do wytwarzania detektorów fotonowych – fotorezystorów i fotodiod był początkowo tellurek kadmowo-rtęciowy (HgCdTe). W ostatnich latach, z uwagi na konieczność zapewniania w swoim portfolio urządzeń detekcyjnych zgodnych z dyrektywą ROHS, firma VIGO Photonics opracowała i wdrożyła oryginalną technologię detektorów supersieciowych na bazie materiałów InAs/InAsSb. Obecnie spółka ma w swojej ofercie detektory fotonowe pracujące w zakresie długości fali od 2,0 μm do 16,0 μm . VIGO Photonics oferuje również moduły detekcyjne, składające się z fotodetektorów wyposażonych w specjalizowane układy elektroniczne, optymalizowane pod względem detekcyjności, parametrów szumowych i szybkości działania.



Rys. 10. Detektory podczerwieni opracowane przez firmę VIGO Photonics S.A.

VIGO Photonics dysponuje kompletną linią technologiczną przyrządów półprzewodnikowych, pozwalającą na prowadzenie epitaksji związków grup II-VI i III-V, pełny processing chipów detektorowych, montaż, packaging i integrację z elektronicznymi układami sterowania i odczytu.

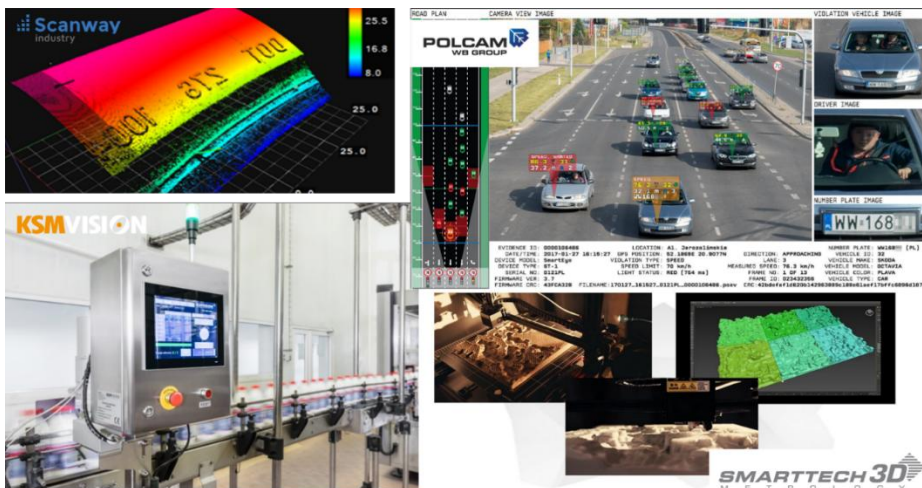
W 2020 r. VIGO Photonics rozpoczęła pionierskie prace koncepcyjne i badawcze w kierunku rozwoju technologii fotoniki scalonej na zakres średniej podczerwieni, których wynikiem jest opracowanie fundamentów platformy technologicznej MIRPIC, przygotowywanej do skalowania w ramach programu IPCEI HyperPIC, którego celem jest opracowanie kluczowych technologii oraz uruchomienie pierwszej fabryki układów fotoniki scalonej (photonic foundry) na zakres średniej podczerwieni.

Przetwarzanie obrazu

Przetwarzanie obrazu łączy fotonikę z inną polską specjalnością: informatyką. Urządzenia fotoniczne - kamery - są tu jedynie punktem wyjścia. Pozyskany z nich obraz jest przenoszony do postaci cyfrowej, aby umożliwić jego dalsze przetwarzanie i podejmowanie wynikowych działań za pomocą komputerowych algorytmów. Dzięki takiej automatyzacji pętli decyzyjnej za pomocą kamer można dokonywać w czasie rzeczywistym kontroli jakości, oceny bezpieczeństwa, identyfikacji pojazdów czy precyzyjnej detekcji i mapowania błędów. Spółki KSM Vision czy ScanWay z powodzeniem dostarczają wizyjne systemy kontroli jakości na linii produkcyjne różnych gałęzi przemysłu: od spożywczego przez farmaceutyczny i papierniczy po samochodowy. Wchodząca w skład Grupy WB spółka POLCAM jest liderem w branży pomiaru prędkości i automatycznego mandatowania – jego systemy, w wersjach mobilnych i stacjonarnych, instalują policje drogowe oraz zarządcy infrastruktury na kilku kontynentach.

Szczególnym przypadkiem są optyczne systemy pomiarowe budowane przez firmę Smarttech3D z wykorzystaniem opracowanej na Politechnice Warszawskiej technologii skanowania 3D w najwyższej rozdzielczości. Umożliwia ona szybkie pozyskanie bardzo precyzyjnych informacji o geometrii i kolorze dowolnego obiektu. Wysoka dokładność pomiarów geometrycznych, połączona z realistycznym skanowaniem koloru tekstury, pozwalają nie tylko na szybką kontrolę wszystkich wymiarów dowolnie skomplikowanych kształtów, ale także na tworzenie wiernych cyfrowych modeli – na przykład obiektów dziedzictwa

materialnego. Konstrukcja skanerów Smartech3D umożliwia ich integrację z robotami przemysłowymi, przenosząc automatyzację przemysłowej kontroli jakości czy digitalizacji obiektów na jeszcze wyższy poziom. Inne obszary zastosowań tych urządzeń to archeologia, kryminalistyka, czy inżynieria odwrotna stosowana np. do odtwarzania dawnych części zamiennych.



Rys. 11. Wybrane polskie firmy działające w obszarze technik przetwarzania obrazu

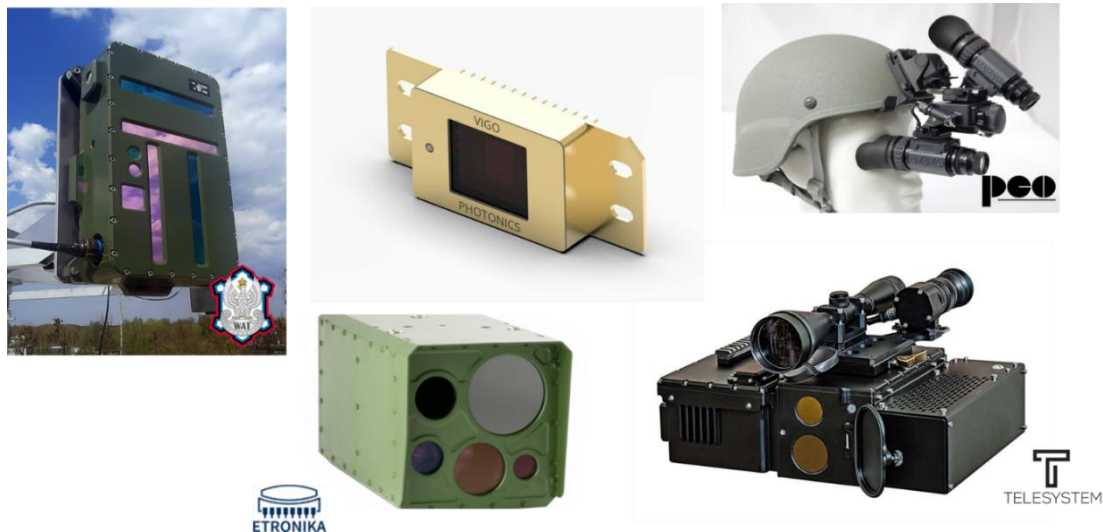
Aplikacje wojskowe

Polska fotonika ma długie i niebagatelne doświadczenie w dziedzinie obronności, które procentuje jakością i parametrami dzisiejszych wyrobów kilku firm. Największą krajową firmą fotoniczną sektora obronnego jest należąca do Polskiej Grupy Zbrojeniowej PCO SA. W jego ofercie znajdują się dzienne i nocne przyrządy celownicze oraz obserwacyjne dla indywidualnych żołnierzy i pilotów, ale także nowoczesne systemy osłony, obserwacyjne i kierowania ogniem, instalowane na wozach bojowych nie tylko polskiej armii. Wspomniane już detektory podczerwieni z VIGO Photonics są kluczowym elementem ich pokładowych systemów przeciwpożarowych.

Wysoko oceniane na świecie termowizyjne celowniki i urządzenia obserwacyjne produkuje spółka Etronika, stworzona przez byłych pracowników Polskich Zakładów Optycznych. Producentem dziennych i nocnych celowników do broni indywidualnej jest także mające ukraińskie korzenie firma InFOV. Dużym producentem celowników termowizyjnych jest również PCO SA. Wywodząca się z Wojskowej Akademii Technicznej spółka CRW Telesystem-Mesko we współpracy z MESKO SA produkuje układy naprowadzania do amunicji kierowanej, w tym głowice samonaprowadzające do rakiet Piorun – dzięki jej parametrom jest to obecnie najlepszy na świecie system przeciwlotniczy najkrótszego zasięgu. Inne szeroko znane wyroby polskiej fotoniki to unikatowe systemy pomiarowe firmy Inframet, służące do kalibracji wojskowych przyrządów termowizyjnych.

Należy tu podkreślić, że sama Wojskowa Akademia Techniczna, a szczególnie Instytut Optoelektroniki, IOE WAT, animuje i prowadzi szeroko zakrojone programy badań na wysokich poziomach gotowości technologicznej m.in. nad laserowymi systemami

przeciwdronowymi, lidarami do zastosowań wojskowych oraz optycznymi systemami nadzoru granic.



Rys. 12. Wojskowe systemy detekcyjne, naprowadzania i śledzenia z zastosowaniem układów fotonicznych

BIG PHOTONIC THINGS in Poland – kluczowe inwestycje infrastrukturalne w obszarze fotoniki w ostatnich latach

Oprócz dobrze osadzonych w historii uczelni i instytutów badawczych z wieloletnią tradycją, na dodatkowy komentarz i wzmiankę zasługuje infrastruktura badawcza wybudowana w ostatnich dwóch dekadach (lub właśnie budowana) w ramach programów operacyjnych i programów specjalnych dofinansowanych ze środków europejskich, wspierająca prace badawczo-rozwojowe w obszarze fotoniki. Najważniejsze w ocenie autorów raportu przedsięwzięcia scharakteryzowane są poniżej.

Narodowe Laboratorium Fotoniki i Technologii Kwantowych (ang. National Laboratory for Photonics and Quantum Technologies, NLPQT), to sieć specjalistycznych laboratoriów badawczych (budowa zakończona z końcem 2023 r.), skupiających się na zaawansowanych technologiach fotonicznych oraz technologiach kwantowych.

W ramach NLPQT opracowano ogólnokrajową infrastrukturę do rozpowszechniania standardowej częstotliwości optycznej i systemów dystrybucji klucza kwantowego. Wszystkie skupione w NLPQT laboratoria zapewniają również usługi badawcze dla przemysłu fotonicznego i kwantowego.

Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii – CEZAMAT, Politechnika Warszawska jest wydzieloną jednostką Politechniki Warszawskiej, której głównym celem jest prowadzenie prac badawczo-rozwojowych w obszarze nowych materiałów i technologii półprzewodnikowych. Laboratoria technologiczne CEZAMAT powstały jako jedna z największych inwestycji w Polsce o charakterze high-tech, współfinansowanych przez Unię Europejską. CEZAMAT to ponad 4000 m² laboratoriów o wysokiej i ultra-wysokiej czystości (cleanroom facility), wyposażonych w nowoczesne urządzenia technologiczne i aparaturę pomiarową, umożliwiającą realizację prac w zakresie technologii biomedycznych

i chemicznych, technologii mikroelektroniki i fotoniki scalonej, technologii układów MEMS i MOEMS, a także rozwiązań lab-on-chip.



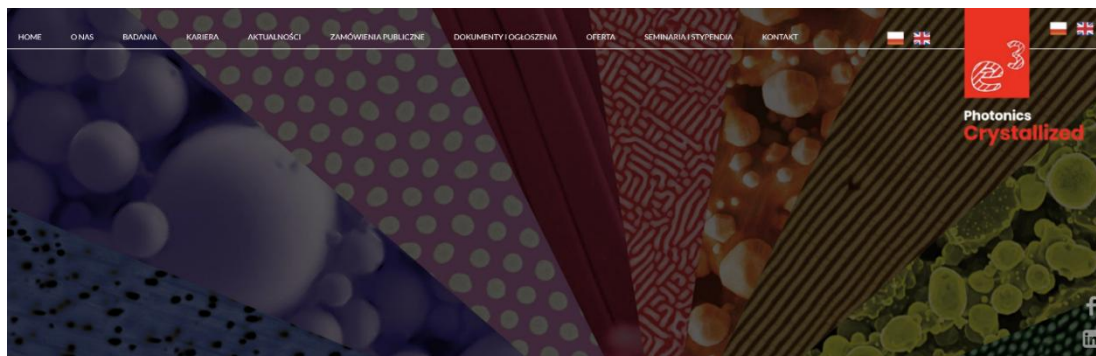
Rys. 13. Narodowe Laboratorium Fotoniki i Technologii Kwantowych

Najważniejszym obszarem badań prowadzonych w CEZAMAT w zakresie fotoniki są prace nad rozwojem platform technologicznych fotoniki scalonej, prowadzone we współpracy z Instytutem Mikroelektroniki i Optoelektroniki PW. W szczególności opracowywane są rozwiązania dla platformy azotku krzemu (SiN), umożliwiającej wytwarzanie pasywnych układów fotoniki scalonej na zakres widzialny (VIS) i bliskiej podczerwieni (NIR) do zastosowań w układach czujnikowych (w tym systemach mikrofluidycznych oraz lab-on-chip) oraz dla nowej platformy na zakres średniej podczerwieni MIRPIC (w ramach konsorcjum, w skład którego wchodzi VIGO Photonics S.A., Politechnika Warszawska oraz Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki SBŁ).



Rys. 14. Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT Politechniki Warszawskiej

Centrum Doskonałości **ENSEMBLE³** zapewnia know-how, infrastrukturę badawczą i zespół ekspertów w obszarze wzrostu kryształów i zaawansowanych materiałów dla fotoniki/optoelektroniki, w tym materiałów plazmonicznych i metamateriałów. **ENSEMBLE³** zajmuje się opracowywaniem technologii wytwarzania nowych materiałów, badaniami ich właściwości oraz możliwościami zastosowania w energetyce, elektronice, fotonice, medycynie, przemyśle lotniczym, obronnym, kosmicznym, militarnym oraz innych sektorach gospodarki. Główny obszar kompetencji **ENSEMBLE³** to rozwój nowych technologii materiałowych bazujących na wzroście kryształów oraz opracowywanie zaawansowanych materiałów o unikatowych właściwościach elektromagnetycznych.



Rys. 15. Strona internetowa ENSEMBLE³

Sieć Badawcza Łukasiewicz – PORT Polski Ośrodek Rozwoju Technologii jest instytutem badawczym specjalizującym się w inżynierii materiałowej i biotechnologii. PORT jest częścią Sieci Badawczej Łukasiewicz, jednej z największych sieci naukowo-badawczych w Europie, łączącej 22 instytuty z całej Polski. PORT prowadzi zarówno prace badawczo-rozwojowe we współpracy z partnerami przemysłowymi na wysokich poziomach gotowości technologicznej, jak i prace naukowe o charakterze badań podstawowych. W ramach Instytutu działają trzy centra badawcze – Inżynierii Materiałowej, Nauk o Życiu i Biotechnologii oraz Diagnostyki Populacyjnej.

W zakresie szeroko rozumianych technologii fonicznych najważniejsze jest multi-dyscyplinarne Centrum Inżynierii Materiałowych (CIM) i wchodzące w jego skład Grupa Materiałów i Struktur Fonicznych oraz Grupa Badawcza Epitaksji Związków Półprzewodnikowych. Badania prowadzone w ramach centrum skupione są wokół materiałów fonicznych zapewniających emisję, generację i transmisję sygnałów optycznych w zakresie od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni. Głównym przedmiotem badań są struktury kropek kwantowych, cienkich warstw (w tym monoatomowych), kryształów fonicznych i struktur plazmonicznych, jak również nowych emiterów głębokiego UV bazujących na azotkach grupy-III (AlGaN). W CIM PORT badane są również nowatorskie materiały foniczne (jak perowskity czy chalkogenki).



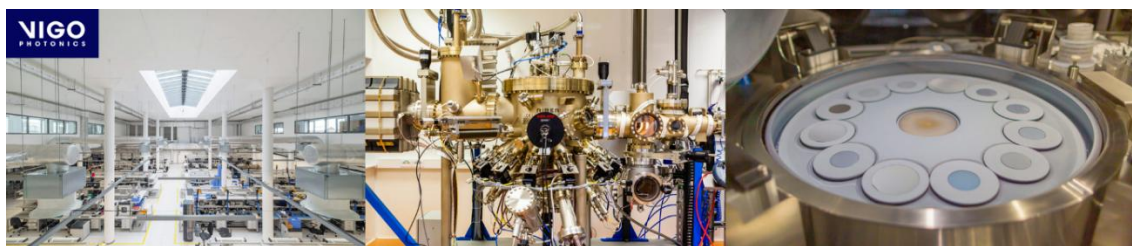
Rys. 16. Strona internetowa Polskiego Ośrodka Rozwoju Technologii PORT (Sieć Badawcza Łukasiewicz)

HyperPIC – pierwsza fabryka układów fotoniki scalonej na zakres mid-IR

Projekt infrastrukturalny „HyperPIC - fotoniczne układy scalone do zastosowań w średniej podczerwieni” jest realizowany przez firmę VIGO Photonics S.A. Głównym celem projektu jest opracowanie i wdrożenie technologii specjalizowanych, hybrydowych układów fotoniki scalonej na zakres średniej podczerwieni mid-IR (platforma technologiczna MIRPIC) oraz przygotowanie i uruchomienie kompletu linii produkcyjnych zapewniających pełny łańcuch dostaw dla układów MIRPIC.

Projekt HyperPIC realizowany jest w ramach mechanizmu IPCEI – Important Projects of Common European Interest, mającego na celu dofinansowywania wielkoskalowych, transgranicznych przedsięwzięć o wysokim poziomie innowacyjności, kluczowych dla realizacji strategicznych celów Unii Europejskiej, o dużym wpływie na wzrost gospodarczy, miejsca pracy i konkurencyjność gospodarki UE. Projekty IPCEI charakteryzują się wysokim poziomem ryzyka technologicznego i finansowego, co uzasadnia nadzwyczajne wsparcie ze środków publicznych.

W wyniku realizacji projektu HyperPIC VIGO Photonics ma szansę zostać pierwszym na świecie producentem fotonicznych układów scalonych dla średniej podczerwieni. Potencjał aplikacyjny układów MIRPIC to głównie miniaturowe systemy czujnikowe do detekcji/monitoringu gazów i cieczy, wielokanałowe układy nadawczo-odbiorcze dla systemów komunikacji optycznej w wolnej przestrzeni, zintegrowane systemy lidarowe, systemy diagnostyki medycznej itp.



Rys. 17. Infrastruktura produkcyjna VIGO Photonics

Kierunki rozwoju i trendy - podsumowanie spotkań warsztatowych w programie „Fotonika.pl – which way further”

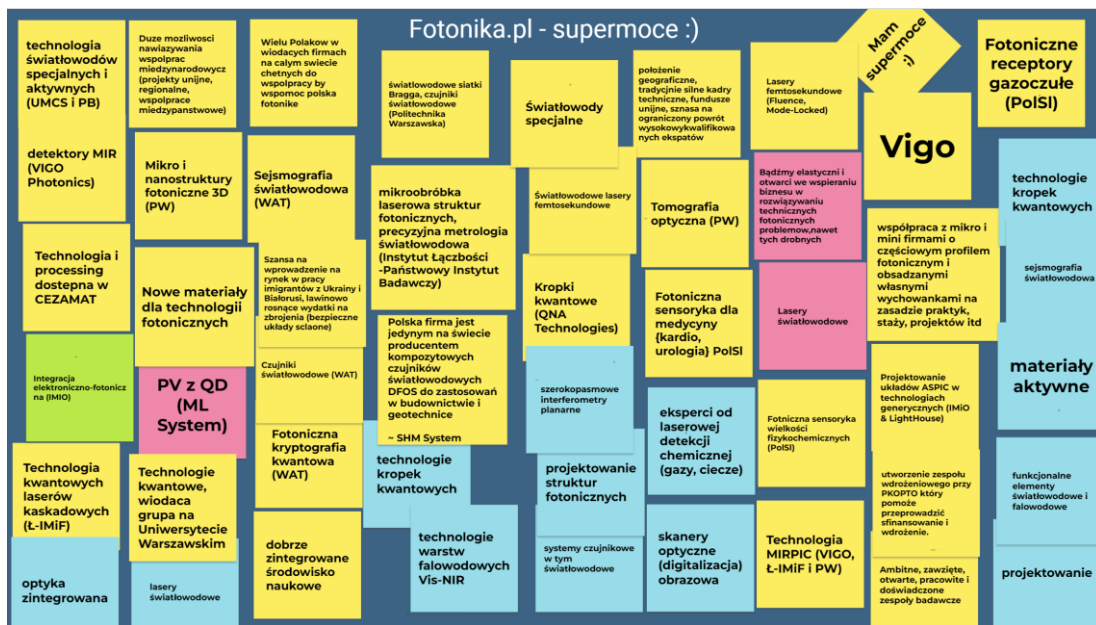
Pierwsze spotkanie warsztatowe, przeprowadzone w ramach programu „Optoelectronics.pl – which way further” w trakcie konferencji IOS’2023 i poświęcone analizie SWOT polskiej fotoniki, pozwoliło na zdefiniowanie fundamentów do dyskusji na temat fotoniki w Polsce. Należy dodać, że to już kolejna runda tej niekończącej się dyskusji, bo jak się wydaje, każde kolejne pokolenie polskich optoelektroników/fotoników prowadzi podobne rozważania i opracowuje kolejne strategie. Podsumowanie ćwiczenia warsztatowego, zainicjowanego podczas IOS’2023, a następnie kontynuowanego w udostępnionym zdalnie dokumencie, zaprezentowane jest poniżej.

Optoelectronics.pl - which way further? SWOT analysis	
<p>several high tech companies in the field</p> <p>good universities/research centres</p> <p>qualified specialists</p> <p>good research teams</p> <p>availability of technologies</p> <p>increasing number of startups and SMEs</p>	<p>low competence level</p> <p>too many different topics</p> <p>low TRL of currently developed products</p> <p>many small and unconnected research groups</p> <p>no photonic roadmap for Poland</p> <p>limited funding</p>
<p>disruptive technologies</p> <p>EU funding mechanisms for increasing sovereignty - ChipsAct, IPCEI</p> <p>getting a share in developing markets</p> <p>new products emerging from existing Polish technologies</p> <p>low labour costs</p>	<p>political and economic instability</p> <p>low society awarness</p> <p>war</p> <p>no strategic (long term) funding for high risk projects</p> <p>supply chains (materials, equipment, chemicals, etc.)</p> <p>funding problems - other priorities</p>

Rys. 18. Wyniki analizy SWOT dla fotoniki w Polsce – warsztat IOS’2023

Wydaje się, że ten SWOT, pomimo że pobieżny, dobrze podsumowuje sytuację fotoniki w Polsce, wskazując przede wszystkim na bardzo dobry potencjał kadrowy, akademicki i biznesowy, ale również dobre otoczenie technologiczne, co jeszcze dwie dekady temu nie pojawiało się w wypowiedziach środowiska. Pokazuje również liczne szanse, związane z integracją z europejskim rynkiem nauki i biznesu, a także z udziałem w rozwijaniu przełomowych technologii. Jednocześnie wskazuje na słabości wynikające z ograniczeń finansowych, ale również z atomizacji i braku współpracy środowiska, szerokiego wachlarza tematycznego oraz braku dokumentów o charakterze roadmapowym.

Warsztaty „Fotonika.pl – supermoce” prowadzone podczas konferencji TAL’2023 w Lublinie pozwoliły na doprecyzowanie obszarów, w których polska fotonika czuje się mocna i skutecznie konkurująca na arenie międzynarodowej. Wyniki dyskusji, przedstawione na rysunku poniżej dają dobrą diagnozę możliwości polskiego przemysłu i polskiej nauki, wskazując jednocześnie najważniejsze, czy też najbardziej atrakcyjne kierunki rozwoju i ewentualnych przyszłych programów inwestycyjnych.



Rys. 19. Tablica robocza z wynikami analizy głównych obszarów kompetencji dla fotoniki w Polsce – warsztat TAL’2023

Warsztat w Lublinie był też okazją do przedyskutowania i wskazania niestabilności rynku specjalistów fonicznych w Polsce (związanych z polityką wynagrodzeń nie tylko w ośrodkach naukowych, ale i firmach fonicznych, atrakcyjną ofertą zagraniczną, brakiem rzeczywistego zainteresowania zmianą status quo specjalistów wyrażaną brakiem polityki państwa dla tego obszaru), a także niedoskonałości systemu edukacyjnego (na wszystkich poziomach, ze szczególnym uwzględnieniem szkolnictwa wyższego).



Rys. 20. Chmura tagów podsumowująca dyskusję nt. najbardziej perspektywicznych kierunków rozwoju fotoniki w Polsce – warsztat IOS’2024

Zakończeniem pierwszej rundy dyskusji środowiskowej, prowadzonej w ramach programu (pod nazwą zmienioną w wyniku dyskusji warsztatowych na „Fotonika.pl – which way further?”) było spotkanie warsztatowe podczas konferencji IOS’2024 dotyczące najważniejszych dla polskiej gospodarki i bezpieczeństwa kierunków rozwoju fotoniki, albo inaczej kluczowych technologii, najważniejszych z punktu widzenia priorytetów inwestycyjnych Państwa i możliwości skutecznego zaistnienia gospodarczego polskich

podmiotów. Wynik, zebrany w postaci chmury tagów prezentowanej poniżej, jednoznacznie wskazuje na obszary o kluczowym i jednocześnie, najbardziej perspektywicznym znaczeniu, wymieniając systemy czujnikowe, fotonikę kwantową i fotonikę scaloną.

Wydaje się, że ta diagnoza wpisuje się celnie w priorytety zdefiniowane przez Unię Europejską, wskazywane w dokumentach strategicznych oraz wyrażane w nadzwyczajnych instrumentach finansowych, m.in. Important Projects of Common European Interest on Microelectronics and Communication Technologies (IPCEI ME CT), czy ChipsAct.

Kolejny panel dyskusyjny miał miejsce podczas IV Kongresu Elektryki Polskiej (06-07.06.2024 r., Poznań). Tematem wiodącym były zagadnienia związane z finansowaniem badań podstawowych i przemysłowych, prac rozwojowych oraz wdrożeniowych. W zgodnej ocenie większości uczestników dyskusji udział środków publicznych jest niezbędny na wszystkich etapach, przy czym w miarę dochodzenia do docelowego poziomu gotowości technologicznej (TRL9) oraz prawdopodobieństwa sukcesu wdrożenia, finansowanie powinno być stopniowo przejmowane przez instytucje prywatne - firmy zainteresowane wdrażaniem opracowanych rozwiązań lub fundusze inwestycyjne wspierające przedsięwzięcia biznesowe o charakterze start-upowym. Uczestnicy zwrócili również uwagę na konieczność finansowania ze środków publicznych przedsięwzięć o charakterze pilotażowych linii technologicznych. W wolnej dyskusji poruszono również praktyczne aspekty związane z finansowaniem prac B+R prowadzonych w ramach projektów NCBiR, NCN i PARP, związane m.in. z koniecznością doboru ekspertów o odpowiednich kwalifikacjach merytorycznych, uciążliwościami administracyjnymi i księgowymi, jak również zamówieniami publicznymi. Swobodne wypowiedzi uczestników nt. finansowania fotoniki w Polsce (poddane niewielkim zmianom edycyjnym) zestawiono na rysunku 21.

Strategiczne Inwestycje i Technologie

- Inwestycje w strategiczne technologie, w tym półprzewodnikowe.
- Wydzielenie finansowanie sektora fotonicznego.
- Powołanie państwowego wehikulu inwestycyjnego dla strategicznych technologii.
- Zabezpieczenie strategicznych inwestycji przed przejęciem przez kapitał zagraniczny

Kształcenie i Wsparcie dla Naukowców

- Ułatwienie naukowcom zakładania firm z wykorzystaniem sprawdzonych modeli z innych państw
- Eksperci w ministerstwach – zwiększenie liczby specjalistów w MNiSW.

System Nauki i Finansowanie Badań

- Znaczne zwiększenie nakładów na naukę z budżetu państwa.
- Wydzielenie środków na wybrane kluczowe obszary.
- Finansowanie projektów o charakterze inter-, multi- i transdyscyplinarnym.
- Poprawa jakości „ekspertów” oceniających wnioski o dofinansowanie.
- Uproszczenie procedur i biurokracji, pewność i bezpieczeństwo rozliczania projektów.
- Zmiana systemu ewaluacji uczelni.

Długofalowe Programy Strategiczne

- Zainicjowanie programu strategicznego dla fotoniki ponad podziałami politycznymi z długofalowym finansowaniem.
- „Narodowy program zbrojeń” z koniecznością udziału polskich firm technologicznych

Rys. 21. Swobodne wypowiedzi uczestników panelu nt. finansowania fotoniki w Polsce, warsztat KEP'2024

Kolejne warsztaty przeprowadzono podczas XIV Sympozjum Techniki Laserowej (09-13.09.2024 r., Ryn). Tematem wiodącym było kształcenie studentów na kierunkach fotonicznych na polskich uczelniach wyższych, co okazało się tematem zdecydowanie wykraczającym poza ramy czasowe tego warsztatu. Poruszono i przedyskutowano jakość programów kształcenia na poziomie szkół wyższych, wskazując na konieczność podejmowania

tematów fotonicznych już na poziomie szkół średnich i podstawowych. Wskazano również na konieczność odnoszenia edukacji uniwersyteckiej do rzeczywistości rynkowej (dialog z przedsiębiorcami) i reagowania na zmienne trendy i wyzwania gospodarcze, ale przy zachowaniu stabilnego fundamentu wiedzy ogólnej. Z uwagi na szeroki i niewyczerpany zakres dyskusji, temat będzie kontynuowany podczas kolejnych spotkań warsztatowych.

Polska Fotoniczna – trendy, wyzwania, możliwości... i konieczności

Mikroelektronika i Fotonika stanowią obecnie kluczowe obszary technologiczne, praktycznie wszechobecne we współczesnym turbulentnym świecie nacechowanym dużą zmiennością i nieprzewidywalnością, pełnym zagrożeń, ale również szans i wyzwań. Rozwiązania bazujące na zaawansowanych technologiach optoelektronicznych wykorzystywane są powszechnie w komunikacji, energetyce, medycynie, przemyśle, technice wojskowej, badaniach naukowych, metrologii, rozrywce i wielu obszarach życia codziennego. Na tle osiągnięć światowych polska fotonika prezentuje się zaskakująco dobrze, a nasz kraj wyróżnia się na tle regionu zróżnicowaniem rozwijanych technologii i potencjałem badawczo-naukowym, stwarzającym, w odpowiednio zdefiniowanych warunkach, szanse na dynamiczny rozwój przemysłu fotonicznego.

Krajobraz Polski Fotonicznej

Mapa polskiej fotoniki to prawie 30 ośrodków naukowych, uczelni i instytutów badawczych, oraz blisko 100 przedsiębiorstw lokalizujących swoją działalność w sektorze fotonicznym, co definiuje (wskazuje na) masę krytyczną polskiej fotoniki, jako sektora gospodarki, zarówno w kontekście liczby graczy, jak i obszarów tematycznych.

Polska fotonika rozpoznawalna w Europie i świecie to technologie światłowodowe, lasery (kwantowe i światłowodowe), urządzenia i systemy do przemysłowej obróbki laserowej, optyczne systemy pomiarowe, innowacyjna fotowoltaika, diagnostyka medyczna, przetwarzanie obrazu, detektory na zakres średniej podczerwieni, technologie kwantowe, w tym kryptografia kwantowa oraz technologie fotoniczne do zastosowań wojskowych i kosmicznych. Dynamicznie rosnący udział ma fotonika scalona, będąca przedmiotem znaczących inwestycji w ramach IPCEI (projekt HyperPIC realizowany przez VIGO Photonics) oraz ChipsJU (projekt PIXEurope, z udziałem Politechniki Warszawskiej, obecnie w fazie negocjacji w ramach przedsięwzięcia Pilot Line for Advanced Photonic Integrated Circuits).

Polska Fotonika, z uwagi na szeroką gamę rozwiązań opartych na własnych zaawansowanych technologiach powinna stać się jednym z głównych silników rozwoju cyfrowej gospodarki kraju. Taką rolę pełni już w kilku państwach UE (np. Francja, Holandia, Finlandia, Niemcy), które postawiły na rozwój przemysłu fotonicznego. Rozwój ten jest jednak silnie zależny od racjonalnie zaplanowanych inwestycji, realizowanych w ścisłym związku z wyzwaniami cywilizacyjnymi i geopolitycznymi oraz szansami gospodarczymi (widzianymi w średniej i długiej perspektywie czasowej). Wymaga to szybkich i stanowczych działań w obszarach kształcenia, badań i rozwoju przemysłu, których nie da się zrealizować bez zaangażowania państwa.

Obszar KSZTAŁCENIE

Fotoniczne przedszkole. Polskie osiągnięcia akademickie wyraźnie wskazują na potrzebę przebudowy i optymalizacji sektora edukacji fotonicznej, tak by szybciej odpowiadać na potrzeby zmiennego rynku i globalne wyzwania. Ukierunkowanie na fotonikę powinno być realizowane w programie edukacji na poziomie szkół średnich, a wyraźnie akcentowane już w szkole podstawowej. Promowanie współpracy uczelni ze szkołami pozwoli na zbudowanie systemowej pracy nad rozwojem talentów i lepszym przygotowywaniem kandydatów na studia. Atrakcyjnym formatem edukacyjnym byłyby programy prowadzone we współpracy z firmami technologicznymi (za przykładem rozwiązań holenderskich czy fińskich).

Fotoniczna uczelnia. Uczelnie są inkubatorem kapitału ludzkiego dla nowoczesnego przemysłu fotonicznego. Kluczowe jest tu kształcenie na takich kierunkach jak kierunkach elektronika i optoelektronika, fizyka, chemia, inżynieria materiałowa, mechatronika i komunikacja optyczna oraz opracowywanie nowych programów kształcenia z udziałem innowacyjnych przedsiębiorców (krajowych i europejskich) wykorzystujących technologie fotoniczne w działalności biznesowej. Konieczne jest inwestowanie w kształcenie w obszarach technologicznych (technologie półprzewodnikowe, technologie światłowodowe, technologie laserowe), które są najdroższe i najrzadziej występujące, ale stanowią o przyszłej przewadze technologicznej kraju. Uczelnie prowadzą ciągłą aktualizację wszystkich kierunków, ale te najbardziej zaawansowane, jak fotonika czy mikroelektronika muszą być szczególną troską rządu. Ze względu na unikatowość badań prowadzonych na różnych uczelniach w Polsce, dobrym pomysłem wydaje się być wdrożenie zamawiania (przez odpowiednie gremia rządowo-naukowe) międzyuczelnianych interdyscyplinarnych kierunków studiów i dedykowanych szkoleń dla przemysłu, co stanowiłoby ważny krok edukacyjny, promocyjny i rozwojowy.

Kształcenie praktyczne - partnerstwo z przemysłem. Ciągła aktualizacja wymagań rynku pracy wymaga silnie promowanych programów praktyk i stypendiów oraz intensyfikacji współpracy uczelni z przemysłem. Partnerstwo z przemysłem to znany klucz (np. Dolina Krzemowa) do przygotowania młodej kadry do aktualnych wyzwań rynku pracy. Intensyfikacja programów praktyk zawodowych powinna być wspierana systemowo w skali kraju, przyciągając młode talenty do sektora fotonicznego. Dotychczasowe działania są zazwyczaj wynikiem inicjatyw oddolnych poszczególnych przedsiębiorstw i uczelni, dlatego warto rozważyć systemy stypendialne, współfinansowane przez Państwo i partnerów przemysłowych, orientowane na wsparcie priorytetowych obszarów fotoniki.

Zwiększenie Nakładów na Edukację Fotoniczną. Opracowanie działań zwiększających świadomość i zainteresowanie zaawansowanymi technologiami już we wcześniejszych latach edukacji, to inwestycja w przyszłość nowoczesnego społeczeństwa należącego do UE. Innowacyjne podejście do edukacji fotonicznej można zauważyć m.in. w Holandii, gdzie programy edukacyjne na poziomie szkoły średniej realizowane są przy współpracy z firmami technologicznymi. W Finlandii wspiera się studentów technicznych poprzez programy stypendialne i kursy w formie modułów przemysłowych, które są finansowane ze środków publiczno-prywatnych. Kluczowe jest zatem nawiązywanie współpracy szkół

z firmami, by umożliwić uczniom wczesny kontakt z rzeczywistością technologiczną. Realizacja tego zadania musi odbywać się na etapie edukacji podstawowej i średniej. Wymaga to nakładów organizacyjnych (uczelnie) i finansowych nadzorowanych przez państwo. Wprowadzenie tych zmian w Polsce znacząco podniesie poziom kształcenia studentów, wymagany w sektorze fotonicznym.

Obszar BADANIA

Pomimo odwiecznych problemów z finansowaniem prac naukowo-badawczych we wszystkich dyscyplinach (w tym również w fotonice), artykułowanych systematycznie przez środowiska naukowe, polskie zespoły badawcze mają niekwestionowany potencjał do prowadzenia prac badawczych na poziomie światowym. Widać to wyraźnie w tych obszarach, w których udało się połączyć atrakcyjność i aktualność tematyki badawczej, umiejętność zdobywania środków finansowych oraz zawziętość naukową wspartą dostępem do nowoczesnej infrastruktury badawczej. W fotonice takich przypadków jest stosunkowo wiele, można nawet zaryzykować stwierdzenie, że fotonika w Polsce ma się nieproporcjonalnie dobrze w stosunku do szczupłych nakładów finansowych. Należałoby założyć, że objęcie jej (wraz z innymi kluczowymi technologiami) szczególną opieką państwa pozwoliłoby na radykalne zdynamizowanie rozwoju polskiego potencjału technologii fotonicznych, przekładającego się na przyspieszenie rozwoju gospodarczego we wszystkich powiązanych obszarach, w tym obronności, biomedycyny, nowoczesnego rolnictwa, monitoringu gazów cieplarnianych i przemysłowych, przemyśle samochodowym, technologiach kwantowych, internetu rzeczy, sztucznej inteligencji itp. Szczegółowe idee zwiększania efektywności prowadzonych badań i propozycje mechanizmów wspierających przedstawione są poniżej.

Priorytetyzacja. Oczywiście jest, że nie stać nas na finansowanie wszystkich obszarów, kluczowe jest wybranie (w warunkach konsensu środowiskowego) ograniczonej liczby priorytetów (proponujemy PL Photonics Five) i wsparcie ich rozwoju zwiększonymi, celowanymi nakładami finansowymi. Takie podejście zapewni przyspieszenie rozwoju najbardziej obiecujących obszarów, o największym potencjale wzrostu.

Zrównoważone Wsparcie Prac Badawczych w obszarach priorytetowych. Racjonalne finansowanie prac badawczych w obszarach priorytetowych w ramach całego łańcucha wartości – od badań podstawowych, przez prace badawczo-rozwojowe, zorientowane na konkretne zastosowania, aż po prace wdrożeniowe, wspierające transfer wyników do rzeczywistości gospodarczej.

Zaawansowana Infrastruktura Badawcza. Zaawansowane technologie wymagają **specjalistycznej** infrastruktury badawczej. Inwestycje w ramach poprzednich programów operacyjnych (jak np. POIG, POIŚ itp.) pozwoliły wielu krajowym ośrodkom na pokonanie bariery infrastrukturalnej, przenosząc je do rzeczywistości technologicznej XXI wieku. W celu utrzymania tego potencjału niezbędne jest kontynuowanie takich działań (np. w ramach Mapy Drogowej Infrastruktury Badawczej) – inwestycje pozostawione samym sobie po kilku latach tracą swój innowacyjny charakter, a po kolejnych przestają być użyteczne. Istotą mechanizmu wsparcia rozwoju infrastruktury jest jego ciągłość. Konieczny jest również audyt poprzednich inwestycji – pozwoli to na optymalizację kolejnego etapu wsparcia

i zasilanie tylko tych ośrodków, które wykorzystały poprzednie środki do rzeczywistego rozwoju.

Kapitał Ludzki. Fundamentem wszelkich działań naukowych, wdrożeniowych i produkcyjnych są ludzie. W obszarze badań krytycznie ważne jest, aby poza środkami na zbudowanie i utrzymanie infrastruktury badawczej zapewnić środki na utrzymanie potencjału ludzkiego, w tym też kadry inżynierskiej. Pomocny byłby tu mechanizm dofinansowywania zespołów pracujących na rzecz dofinansowanych przedsięwzięć infrastrukturalnych, zapewniający środki na utrzymanie kluczowego zespołu pracowników.

Optymalizacja Wykorzystania Zasobów. Dotyczy to zarówno kapitału ludzkiego, jak i zasobów infrastrukturalnych. Typowym i dobrze zdiagnozowanym problemem jest multiplikowanie zasobów infrastrukturalnych i prowadzenie podobnych badań w różnych ośrodkach, często bez świadomości dublowania tematyki. Wydaje się, że przeciwdziałanie tym zjawiskom wymaga jedynie optymalizacji systemu, bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów. Infrastruktura badawcza, finansowana ze środków publicznych może i powinna służyć wszystkim zainteresowanym zespołom – należy tylko wypracować mechanizmy jej racjonalnego udostępniania i zarządzania nią, inspirując się doświadczeniami innych krajów/zespołów (vide np. raport *Good Practices in RI Management*, opracowany w ramach projektu Enhanceria).

Finansowanie ze środków UE. Jako kraj nie wykorzystujemy w pełni możliwości jakie daje nam członkostwo w Unii Europejskiej – ani w zakresie możliwości oddziaływania na agendę badawczą, ani w zakresie efektywnego wykorzystywania środków finansowych. Polskie zespoły typowo są wstrzemięźliwe w realizacji projektów UE, rzadko podejmując rolę lidera i inicjatora prac. Wydaje się, że proste mechanizmy zachęt finansowych (Premia dla Lidera) i elastyczności zatrudnienia (niezależne od pensum dydaktycznego na uczelniach) pozwoliłyby na znaczne zwiększenie inicjatyw projektów europejskich i wzrost zainteresowania obejmowaniem roli lidera, inicjującego projekt i kształtującego jego zakres. Równie ważny jest udział przedstawicieli Polski w działaniach lobbujących, pozwalających na kształtowanie europejskiej agendy badawczej – np. poprzez aktywne i liczne uczestnictwo w pracach europejskiej platformy technologicznej Photonics21 (udział polskich przedstawicieli systematycznie rośnie, ale wyzwaniem pozostaje nadal skuteczność wprowadzania do dyskusji tematów istotnych dla polskiej fotoniki, formułowanych według wcześniejszych wewnętrznych ustaleń). Prowadzenie skutecznego lobbingu na poziomie UE wymaga również stałego i profesjonalnego przedstawicielstwa w Brukseli, budującego aliance programowe i aktywnie zabiegającego o interesy krajowego ekosystemu fotonicznego.

R&D death valley. Silna baza badawcza Polski w obszarze fotoniki nie współgra ze stosunkowo małą liczbą wdrożeń innowacyjnych produktów, co związane jest ze znikomym transferem wyników do przemysłu. Głównym problemem jest brak mechanizmów, które umożliwiłyby pokonanie tzw. "doliny śmierci", odpowiadającej rozwojowi produktu od TRL7 (gdzie zespoły badawcze tracą zainteresowanie naukowe, a inżynierskie jest niedoceniane) do TRL9 (gdzie zaczyna się rzeczywiste zainteresowanie przemysłu). Rozwiązaniem mogą być dedykowane centra transferu technologii, silnie powiązane z partnerami

przemysłowymi i funduszami inwestycyjnymi, które koncentrowałyby się na rozwijaniu priorytetowych projektów do poziomu TRL9. W zależności od specyfiki centra mogłyby funkcjonować na poziomach lokalnych i krajowych w oparciu o programy wsparcia publicznego, współfinansowane przez Państwo. Ponadto, powinny wzajemnie współpracować, oferując kompetencje i doradztwo w zakresie kierunków rozwoju gospodarczego oraz adekwatnie zabezpieczać i transferować własność intelektualną. Wydaje się racjonalne, aby wykorzystać do tego już istniejące centra transferowe, wybrane po odpowiednim audycie, oceniającym ich dotychczasowe wyniki i wdrożone rozwiązania.

Obszar PRZEMYSŁ

Skala globalnych wyzwań i zagrożeń - rosnące napięcie ekonomiczne i polityczne pomiędzy światem zachodnim i Chinami, agresja Rosji na Ukrainę i realne zagrożenie działaniami wojennymi, a także widoczne skutki zmian klimatycznych – nie pozostawiają wątpliwości, że zdynamizowanie rozwoju krajowego przemysłu w oparciu o własny potencjał technologiczny jest w najlepszym interesie Państwa Polskiego. Technologie fotoniczne i półprzewodnikowe warunkujące zastosowania w różnych branżach przemysłu pozwolą na skuteczne adresowanie wielu z wymienionych wyzwań i zagrożeń. Zaawansowane systemy uzbrojenia ofensywnego i defensywnego, systemy monitoringu zanieczyszczeń przemysłowych, czystości wody i gazów cieplarnianych, własna infrastruktura bezpieczeństwa cybernetycznego czy wreszcie „ucyfrowione” fabryki pozwalające na elastyczną organizację produkcji, to wszystko elementy szeroko rozumianego przemysłu zaawansowanych technologii, zapewniające „cyfrową niepodległość” i pozycję w turbulentnym otoczeniu geopolitycznym i gospodarczym Polski.

Należy jednak zauważyć, że wykorzystanie istniejącego dziś potencjału i dynamiczny rozwój krajowej (a przy tym liczącej się na arenie europejskiej i światowej) branży fotoniki bez całościowej strategii, planu działań i konkretnych mechanizmów wsparcia ze strony państwa nie może się wydarzyć. Rozwój przy pomocy ograniczonych zasobów stosunkowo szczupłego przemysłu krajowego to przedsięwzięcie rozpięte w skali kilkunastu lat, a to czas, którego jako kraj, nie mamy. Pozostawiony bez racjonalnego wsparcia środkami i inicjatywami publicznymi, przemysł fotoniczny może powtórzyć historię porażki polskiego przemysłu elektronicznego z przełomu lat 70-tych i 80-tych. Poniżej przedstawiamy kilka propozycji działań pozwalających na zdynamizowanie rozwoju przemysłu fotonicznego w Polsce:

Europejski Teatr Działań. Przemysł zaawansowanych technologii fotonicznych nie może się rozwijać z odpowiednią dynamiką w warunkach ograniczenia do rynku krajowego. Potrzebuje zarówno interakcji z partnerami międzynarodowymi, jak też ekspozycji na konkurencyjny rynek globalny. Wydaje się, że w obszarze fotoniki, a szczególnie fotoniki półprzewodnikowej, znajdującej się, obok mikroelektroniki, w centrum uwagi Komisji Europejskiej, działanie na poziomie europejskim jest koniecznością i szansą na dofinansowanie programów badawczych. Warto nadmienić, że w przypadku przedsiębiorców środki programów europejskich są niejednokrotnie bardziej atrakcyjne niż finansowanie krajowe (wyższy poziom dofinansowania). Wykorzystanie silnej pozycji naukowej polskich zespołów, budowanie rozpoznawalności poprzez aliance badawcze, inicjowanie projektów,

aktywne kształtowanie europejskiej agendy badawczej – to wszystko mechanizmy pozwalające polskiej fotonice skutecznie zaistnieć w świadomości partnerów projektowych, konkurentów biznesowych i środowisk politycznych. Warto zwrócić uwagę na nadzwyczajne mechanizmy finansowania, takie jak IPCEI (Important Projects of Common European Interest) czy ChipsAct, które wspierają strategiczne inicjatywy o wysokim ryzyku technologicznym i finansowym. Program IPCEI jest skutecznie i szeroko wykorzystywany przez Niemcy, Francję, Hiszpanię, Włochy i inne kraje UE, przyciągając inwestycje w strategiczne projekty fotoniczne i mikroelektroniczne. W Polsce jedynym beneficjentem w obszarze mikroelektroniki i fotoniki jest firma VIGO Photonics – wydaje się, że w kolejnych edycjach IPCEI warto zadbać o powiększenie grona krajowych beneficjentów. Szersze korzystanie z tego typu mechanizmów pozwoliłoby zwiększyć konkurencyjność polskiego przemysłu fotonicznego i lepiej osadzić go w europejskiej przestrzeni gospodarczej.

Krajowe Priorytety Rozwojowe. Środki europejskie stanowią ważne wsparcie i stwarzają atrakcyjne możliwości finansowania, ale niezbędne jest jednoznacznie zdefiniowanie krajowych priorytetów, wpisujących się w europejskie, ale nakierowanych na skuteczne wspieranie polskiego przemysłu fotonicznego rozważane w perspektywie długoterminowej stabilności ekonomicznej i technologicznej Polski.

Zachęty Finansowe i Nowoczesne Mechanizmy Wsparcia. Dla przyspieszenia rozwoju polskiego przemysłu fotonicznego istotne jest stworzenie systemu zachęt - ulg podatkowych, krajowych dofinansowań i grantów, które ułatwią sektorowi prywatnemu i strategicznym spółkom skarbu państwa inwestycje w rozwój fotoniki, zapewniając odpowiednie mechanizmy kompensacji ryzyka biznesowego. Powinno to zapewnić zwiększenie dynamiki wzrostu i konkurencyjności sektora polskiej fotoniki.

Narodowy Program Technologii Fotonicznych. Szczegółowo zaplanowany (w grupie roboczej ekspertów technologicznych i polityków) program rozwoju priorytetowych obszarów technologii fotonicznych (najwyżej pięciu – PL Photonics Five), wspierający w zrównoważony i spójny sposób wszystkie elementy łańcucha wartości – badania podstawowe, prace B+R i wdrożenia przemysłowe. Program NPTF powinien być oceniany i monitorowany przez wybraną grupę ekspertów, wchodzących wraz z przedstawicielami agend finansujących do komitetów sterujących poszczególnych przedsięwzięć, po to, aby zapewnić maksymalną elastyczność działania (niezbędną w pracach badawczych), ciągle i zobiektywizowane monitorowanie ryzyk i szybkość reakcji (w tym decyzji zatrzymujących przedsięwzięcia).

Made in Poland. W 2012 roku w Stanach Zjednoczonych uruchomiony został program Manufacturing USA, finansujący specjalistyczne ośrodki badawcze i produkcyjne, wspierające wdrażanie nowych technologii. Bez wątplenia Polska zyskałaby na wprowadzeniu podobnego narodowego programu wsparcia infrastruktury dla fotoniki w priorytetowych obszarach, np. Made in Poland – Integrated Photonics, Made in Poland – Fiber-optic technologies, Made in Poland – Laser technologies.

Wzmocnienie Klasteryzacji i Partnerstw Publiczno-Prywatnych. Polskie klastry technologiczne, jak się wydaje obecnie nieco niedoceniane, powinny odgrywać wiodącą rolę w tworzeniu i rozwijaniu centrów innowacji, inkubatorów i akceleratorów, zapewniających

przezeń do rozwoju innowacyjnym przedsięwzięciom start-upowym. Warto rozważyć adaptację sprawdzonych praktyk stosowanych przez liderów europejskich i globalnych w tym obszarze, takich jak Niemcy, Francja czy Holandia. W szczególności dotyczy to wykorzystywanych w niewielkim stopniu działań finansowanych wspólnie przez państwo i partnerów przemysłowych w formule PPP, inicjujących i wspierających wspólne badania i wdrożenia technologii z obszaru fotoniki i mikroelektroniki (jak np. klastry innowacji, fundusze inkubacyjne i akceleracyjne dla start-upów, centra doskonałości w fotonice, platformy współpracy publiczno-prywatnej z dofinansowaniem międzynarodowym). Inicjatywy takie sprzyjają budowaniu krajowych łańcuchów wartości oraz wspólnych platform naukowo-przemysłowych. Adaptacja tych rozwiązań w Polsce mogłaby wzmocnić współpracę między ośrodkami naukowymi i przemysłowymi, pozwalając na budowanie sprawnie działających aliansów fonicznych, optymalnie wykorzystujących akademickie i przemysłowe zasoby infrastrukturalne, prowadząc kraj w kierunku pozycji liczącego się gracza na rynku europejskim i światowym.

Podsumowanie i kierunki dalszych prac w programie

Raport pokongresowy „Fotonika.pl – w którą stronę? Stan obecny i perspektywy rozwoju fotoniki w Polsce” jest podsumowaniem pierwszej rundy prac zainicjowanych na początku 2023 roku przez Polski Komitet Optoelektroniki SEP, prowadzonych z możliwie szerokim udziałem krajowej społeczności fonicznej, z udziałem reprezentantów środowiska akademickiego, instytutów badawczych i krajowych przedsiębiorców działających w obszarze fotoniki. Jest zarówno fotografią stanu fotoniki w Polsce (prawdopodobnie niezupełnie kompletną, ale reprezentatywną), jak też próbą wskazania obszarów o największym potencjale rozwojowym, stanowiących albo polską specjalność, albo nisze dla unikatowych produktów czy kompetencji technologicznych. Najważniejszą jednak rolą tego opracowania jest inspirowanie i podtrzymywanie dialogu na temat perspektyw fotoniki w Polsce.

Dotychczasowe działania, których kluczowym elementem był dialog środowiskowy prowadzony w ramach serii spotkań warsztatowych na głównych polskich konferencjach optoelektronicznych, pozwoliły na wskazanie trendów i technologii przyszłości, a także sformułowanie rekomendacji dla strategii rozwoju fotoniki w Polsce, uwzględniającej nie tylko aspekty kluczowych technologii, obszarów aplikacyjnych i priorytetów finansowania, ale również zagadnienia kształcenia, rozwoju i zapewnienia stałego napływu kapitału ludzkiego, decydującego o sukcesach polskiej fotoniki.

Program „Fotonika PL – which way further?” jest działaniem o charakterze ciągłym, raport pokongresowy jest kolejnym, niezwykle ważnym kamieniem milowym, niekończącym działań, ale umożliwiającym formułowanie i nanoszenie uwag i uaktualnień. Liczymy na to, że kolejne spotkania konferencyjne i warsztatowe, a także upowszechnienie dokumentu w postaci elektronicznej z wykorzystaniem narzędzi zdalnego dostępu pozwoli na bezprecedensowo szeroką dyskusję i wyrażenie wspólnego głosu całego środowiska fonicznego w sprawach kierunków rozwoju fotoniki w Polsce.

Ostatecznym wynikiem prac w programie będzie dokument „Strategia rozwoju fotoniki w Polsce”, analizujący kierunki rozwoju fotoniki w perspektywie ekonomicznej, naukowej,

technologicznej i społecznej, z uwzględnieniem światowych trendów, wyzwań i zagrożeń. Pierwszą wersję mamy ambicję zaprezentować podczas warsztatów organizowanych w ramach konferencji IOS'2025, w lutym 2025 roku.

Dokumenty strategiczne wymagają nieustannej aktualizacji – już dziś zapraszamy wszystkich Państwa do wspólnego opracowywania i uaktualniania tej strategii.

Suplement

S1. Otoczenie fotoniki - krajowe organizacje wspierające rozwój fotoniki

Rozwój fotoniki w Polsce jest dodatkowo animowany i wspierany przez stosunkowo liczne organizacje – stowarzyszenia i klastry, wymienione i zwięźle scharakteryzowane poniżej.



Polski Komitet Optoelektroniki Stowarzyszenia Elektryków Polskich SEP (PKOpto SEP) <http://pkopto.pl/>

Jeden z komitetów najstarszego polskiego stowarzyszenia inżynierów elektryków (SEP), powołany w 1985 roku w wyniku uzgodnień pomiędzy SEP i PAN, z intencją gromadzenia i wyrażania głosu inżynierów, naukowców i przedsiębiorców związanych z szeroko rozumianą optoelektroniką (obecnie fotoniką). Celem organizacji jest stymulowanie rozwoju polskiej optoelektroniki, przez proponowanie kierunków działań, inspirowanie badań i wdrożeń, promowanie talentów, animowanie działalności dydaktycznej i naukowej oraz działania lobbingsowe, koordynacyjne i integracyjne na krajowym i międzynarodowym rynku fotoniki. PKOpto SEP jest organizatorem najstarszego polskiego konkursu na prace dyplomowe z dziedziny optoelektroniki (32 edycje).



Polskie Stowarzyszenie Fotoniczne – Photonics Society Poland (PSP) <https://photonics.pl/>

Powstało w 2007 r. w wyniku przekształcenia polskiego oddziału międzynarodowego stowarzyszenia SPIE. Zrzesza naukowców, inżynierów, techników oraz inne osoby fizyczne i prawne aktywnie działające w dziedzinie fotoniki. Stowarzyszenie jest wydawcą rozpoznawalnego w świecie czasopisma *PSP Photonics Letters of Poland*, animatorem działań na rzecz studentów i studenckich kół naukowych. Współpracuje z pokrewnymi organizacjami, w tym z Polską Platformą Technologiczną Fotoniki PPTF, PKOpto SEP oraz Komitetem Elektroniki i Telekomunikacji PAN. We współpracy z dwiema ostatnimi organizuje coroczną konferencję IOS: Integrated Optics - Sensors, Sensing Structures and Methods, wspólnie z PPTF organizuje coroczne Fotoniczne Targi Pracy.



Polska Platforma Technologiczna Fotoniki (PPTF) <https://pptf.pl/>

Powołana jako konsorcjum w 2013 r., od 2018 r. działa jako związek pracodawców polskiej branży fotoniki i mikroelektroniki. Zrzesza krajowe firmy, uczelnie i instytucje badawcze, działając na rzecz integracji i rozwoju branży,

współpracy badawczej oraz kształcenia kadr. Jako organizacja klastrowa stanowi reprezentację przemysłu uznawaną przez instytucje publiczne w kraju i UE. PPTF jest członkiem Photonics21 – reprezentacji europejskiej fotoniki, European Cluster Collaboration Platform (ECCP) oraz European Network of Defence-related Regions (ENDR). Organizacja aktywnie współpracuje z klastrami fonicznymi z Niemiec, Czech, Litwy, Francji i Finlandii, wspomagając utworzenie Ukraińskiego Klastra Fonicznego, bierze udział w projektach europejskich. We współpracy z PSP organizuje Foniczne Targi Pracy, wspólnie z Fundacją Candela wydaje dwujęzyczny Polski Newsletter Optyki i Fotoniki. W 2023 r. PPTF była współinicjatorem powołania Klastra Mikroelektroniki, Elektroniki i Fotoniki (microEPC) i pełni funkcję Koordynatora Klastra.



**Sekcja
Fotoniki**

Sekcja Fotoniki Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN (SO KEiT) <https://sokeit.photonics.pl/>

Powołana w latach 70. XX wieku jako Sekcja Optoelektroniki KEiT, od roku 2015 pod nazwą Sekcja Fotoniki.

Prowadzi działania na rzecz integracji krajowego środowiska fonicznego, co obejmuje w szczególności animowanie współpracy między uczelniami, instytutami naukowymi i firmami fonicznymi, promowanie projektów sektorowych fotoniki, wspieranie współpracy międzynarodowej. Współorganizuje Międzynarodowe Foniczne Targi Pracy na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej. Sekcja Fotoniki KEiT wspiera wydawanie czasopism z dziedziny fotoniki - Opto-Electronics Review, Optica Applicata, Photonics Letters of Poland oraz International Journal of Electronics and Telecommunications. Sekcja patronuje krajowym i międzynarodowym konferencjom z dziedziny techniki laserowej, światłowodów oraz zastosowań fotoniki.



IEEE Photonics Poland

<https://ieee.pl/?q=node/49>

IEEE Photonics Poland to oddział lokalny ogólnoświatowej organizacji IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Działalność IEEE Photonics Poland obejmuje między innymi organizację konferencji, warsztatów, seminariów i innych wydarzeń związanych z szeroko rozumianą fotoniką w celu promowania rozwoju nauki i technologii fonicznych w Polsce poprzez wymianę wiedzy, współpracę naukową i networking wśród profesjonalistów oraz studentów zainteresowanych tą dziedziną.

•candela•

Fundacja Candela

<https://www.candela.org.pl/>

Polska fundacja prywatna założona w 2021 r. Celem jej działalności jest rozwijanie dziedzin optyki, fotoniki i nauk pokrewnych w Polsce, co realizuje przede wszystkim poprzez rozwój studentów, młodych naukowców i młodych przedsiębiorców, a także wspieranie badań

naukowych i projektów badawczych. Fundacja jest organizatorem akcji stypendialnych dla studentów oraz konferencji branżowych, wspólnie z PPTF wydaje dwujęzyczny Polski Newsletter Optyki i Fotoniki (PNOF).



**Klaster Fotoniki
i Światłowodów**

KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

Klaster Fotoniki i Światłowodów

<https://klaster-fotoniki.pl/>

Kluczowy klaster krajowy działający w obszarze zaawansowanych technologii fotonicznych. Głównym celem działania klastra jest wspieranie polskiego sektora fotoniki światłowodowej poprzez wspomaganie rozwoju członków klastra oraz transfer innowacyjnych technologii. Misją klastra obejmuje działania na rzecz dostarczania wiedzy, wymiany dobrych praktyk, wspierania innowacyjności oraz stymulowania współpracy firm i instytucji.



microEPC

Klaster Mikroelektroniki,
Elektroniki i Fotoniki

Klaster Mikroelektroniki, Elektroniki i Fotoniki (microEPC)

<https://pptf.pl/klaster-mikroelektroniki-elektroniki-i-fotoniki/>

Klaster powołany w 2023 r. z inicjatywy PPTF oraz Politechniki Warszawskiej. Klaster microEPC to ekosystem zrzeszający podmioty (firmy, uczelnie, instytuty, organizacje) tworzące łańcuchy wartości w obrębie krajowej branży fotoniki i mikroelektroniki. Jego misją jest wspieranie rozwoju polskiej branży mikroelektroniki, elektroniki i fotoniki poprzez tworzenie trwałych ram współpracy opartej na budowie powiązań kooperacyjnych, transferze wiedzy, a także na utworzeniu platformy dialogu i wspólnych działań, prowadzonych przy udziale instytucji rządowych, samorządu oraz instytucji otoczenia biznesu. Klaster nie posiada osobowości prawnej, jego Koordynatorem i reprezentantem jest PPTF.

S2. Wybrane dokumenty strategiczne krajowe i europejskie o kluczowym znaczeniu dla strategii rozwoju fotoniki

1. New Horizons -Securing Europe's strategic autonomy through Photonics, Photonics21 Multiannual Strategic Roadmap 2023–2030, 2023
2. Ocena potencjału oraz perspektyw rozwoju (trendów rozwojowych) sektora technologii fotonicznych na Mazowszu (<https://innowacyjni.mazovia.pl/publikacje/raport-z-badania-ocena-potencjalu-oraz-perspektyw-rozwoju-trendow-rozwojowych-sektora-technologii-fotonicznych-na-mazowszu.html>)
3. [Strategic Research and Innovation Agenda "New Horizons - Securing Europe's strategic autonomy through Photonics"](#)
4. [Photonics21 – European Technology Platform. Market Data and Industry Report 2020](#)
5. OIDA Quantum Photonics Roadmap (March 2020), OSA Technical Report, Washington DC

6. Quantum Computing (2020), A technology of the future already present, PWC Technical Report
7. [Position Paper on Optics and Photonics Technologies Serving Virtual Worlds - VR AR Industrial Coalition & Photonics21](#)
8. [White Paper on Integrated Photonics - EPoSS & Photonics21](#)
9. [Quantum PIC Position Paper - Quantum Flagship and Photonics21](#)
10. Strategic Research and Innovation Agenda 2021 (https://www.smart-systems-integration.org/system/files/document/2021-01-15_ECS-SRIA2021_final.pdf)
11. Market Research Study Photonics 2017 (https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market-Research-Report_Photonics21_Internet.pdf)
12. Key Digital Technologies - The keys to our digital future – brochure <https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/node/347/printable/pdf>
13. Photonik Forschung Deutschland Licht mit Zukunft, wydawca: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań - Niemcy) Referat Photonik, Optische Technologien (https://www.photonik-forschung.de/media/branche/pdf/BMBF_Photonik_Forschung_Deutschland_final_1.pdf)
14. AGENDA PHOTONIK 2020 - Update 2016, wydawca: BMBF (https://www.photonik-forschung.de/media/branche/pdf/2016_Agenda_Photonik_2020_Update_bf_C1.pdf)

Źródła zdjęć i ilustracji (opracowanie własne, chyba, że zaznaczono poniżej inaczej):

Rys. 4:

- Clean Energy - Obraz autorstwa Freepik, <https://freepik.com/>
- Electromobility - Obraz autorstwa Freepik, <https://freepik.com/>
- Smart agriculture - Obraz autorstwa rorozoa na Freepik, <https://freepik.com/>
- Pandemic - Obraz autorstwa vecstock na Freepik, <https://freepik.com/>
- IoT - Obraz autorstwa Freepik, <https://freepik.com/>
- Chip Shortage – fot. Krzysztof Anders
- Industry 4.0 - Obraz autorstwa Freepik, <https://freepik.com/>
- Robotization - Obraz autorstwa nuraghies na Freepik, <https://freepik.com/>
- Economic crisis - Obraz autorstwa starline na Freepik, <https://freepik.com/>
- War - Obraz autorstwa Freepik, <https://freepik.com/>
- AI - Obraz autorstwa Freepik, <https://freepik.com/>
- Climate Change - Obraz autorstwa Freepik, <https://freepik.com/>

Rys. 7:

- Pracownia Technologii Światłowodów, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, <https://opticalfibers.umcs.pl/>
- Corning Optical Communication
- Politechnika Białostocka, #DoświadczajzPB, <https://we.pb.edu.pl/kfeits/nauka-i-badania/bialystok-photonics/laboratories/>
- Fibrain, <https://fibrain.pl/>
- Sieć Badawcza Łukasiewicz, Strona archiwalna, <http://www.itme.edu.pl/index.php?page=departments/z10>

Rys. 8:

- Sieć Badawcza Łukasiewicz, <https://lukasiewicz.gov.pl/laser-kaskadowy-lukasiewicz-imif/>
- Mode-Locked Technology, <https://mode-locked.com/products>
- fot. Jacek Świdorski, Dział Promocji i Komunikacji WAT
- Fluence Technology, <https://fluence.technology/>
- Kimla, <https://kimla.pl/>
- Microvec, <https://microvec.com/>
- Eagle, <https://eagle-group.eu/pl/>
- Solaris Laser, <https://solarislaser.com.pl/>

Rys. 9:

- ML System, <https://mlsystem.pl/fotowoltaiczne-szyby-zespolone-2/>
- Klatka z filmu Saule Technologies - Ink-jet printing and crystallization of perovskite, <https://www.youtube.com/watch?v=cRn1aTesLkI>
- Fibrain Energy, <https://energy.fibrain.pl/>

Rys. 10:

- VIGO Photonics, <https://vigophotonics.com/>

Rys. 11:

- Scanway, <https://scanway.pl/>
- PolCam Systems, <https://www.polcam.com/>
- KSM Vision, <https://ksmvision.com/>
- Smarttech, <https://skaner3d.pl/>

Rys. 12:

- System OBRA++, fot. IOE WAT, <https://www.wojsko-polskie.pl/wat/articles/nauka-i-technologie-4/2021-02-15v-obra-ostzega-przed-promieniowaniem-laserowym/>
- VIGO Photonics, <https://vigophotonics.com/product/butterfly/>
- PCO, <https://pcosa.com.pl/>
- Etronika, <https://www.etrionika.pl/>
- Centrum Rozwojowo-Wdrożeniowe TELESYSTEM-MESKO, <https://telesystem.eu/>

Rys. 13:

- Narodowe Laboratorium Fotoniki i Technologii Kwantowych, <https://nlpqt.fuw.edu.pl/>

Rys. 14:

- CEZAMAT, <https://cezamat.eu/>

Rys. 15:

- Strona internetowa ENSEMBLE³, <https://ensemble3.eu/>

Rys. 16:

- Strona internetowa PORT Centrum Inżynierii Materiałowej, <https://port.lukasiewicz.gov.pl/br/centrum-inzynierii-materialowej/>

Rys. 17:

- Remarks by Executive Vice-President Vestager, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/speech_23_3158

Wszystkie znaki towarowe w niniejszym raporcie należą do ich właścicieli. Znaki towarowe stron trzecich, nazwy produktów, nazwy handlowe i nazwy firm wymienione w raporcie mogą być znakami towarowymi należącymi do ich właścicieli lub znakami towarowymi zarejestrowanymi przez inne firmy. Te znaki towarowe zostały użyte w celach informacyjnych i na korzyść właściciela znaku towarowego, bez zamiaru naruszenia istniejących praw autorskich.



Warszawa, 26 kwietnia 2024 r.

KANCELARIA SEJMU

Dyrektor Generalny

Kierujący Gabinetem Marszałka Sejmu

Stanisław Zakroczyński
SH. 1732.13.24.4

Pan
Sławomir Cieślik

Prezes
Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Szanowny Panie Prezesie,

Marszałek Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej Szymon Hołownia z zainteresowaniem przyjął wiadomość o przygotowaniach do IV Kongresu Elektryki Polskiej.

Za moim pośrednictwem pragnie przekazać serdeczne gratulacje z okazji przypadającej w tym roku 105. rocznicy powstania Stowarzyszenia Elektryków Polskich, jak również wyrazić swoje uznanie dla pięknej tradycji, jaką jest organizacja kolejnych edycji tego wyjątkowego przedsięwzięcia. Niewątpliwie Kongres jest jednym z najważniejszych wydarzeń branżowych. Gromadząc czołowych ekspertów w dziedzinie polskiej elektryki, stanowi doskonałą okazję do przeprowadzenia analizy i diagnozy jej bieżącego stanu. Dzięki temu stwarza przestrzeń do dyskusji na temat możliwości dalszego rozwoju tej jakże istotnej gałęzi gospodarki, nauki i techniki. Nie dziwi więc, że konferencja ta spotyka się z tak szerokim zainteresowaniem specjalistów – także spoza granic naszego kraju.

Dlatego też, doceniając podjętą inicjatywę, Pan Marszałek z przyjemnością obejmuje przedsięwzięcie Honorowym Patronatem. Jednakże w odpowiedzi na przedstawioną w piśmie prośbę o przyjęcie statusu Przewodniczącego Komitetu Honorowego, uprzejmie informuję, że Pan Marszałek nie może podjąć się tej zaszczytnej funkcji

W kwestii związanej z udostępnieniem znaku graficznego Sejmu, uprzejmie proszę o kontakt z panią Łucją Iwaniec – Naczelniczką Wszechnicy Sejmowej w Biurze Komunikacji Społecznej, tel.: 22 694-24-70 lub kom.: 601-592-254, e-mail: lucja.iwaniec@sejm.gov.pl.

Życząc pomyślności w realizacji powziętych zamierzeń, serdecznie pozdrawiam.

Z wyrazami szacunku

PATRONATY MEDIALNE



IV Kongres Elektryki Polskiej organizowany przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich to krajowe spotkanie przedstawicieli nauki, polityki, kluczowych przedsiębiorstw energetycznych oraz podmiotów branżowych, którzy mają kompetencje i ambicje realnego wpływu na zmiany polskiego systemu energetycznego.

Raport końcowy składa się z trzech raportów z następujących obszarów tematycznych:

- 1) Polska w obliczu transformacji energetycznej,
- 2) Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej,
- 3) Fotonika – polska specjalność w elektronice.

Raport końcowy zawiera podsumowanie debaty kongresowej, prowadzonej w gronie wybitnych ekspertów reprezentujących kluczowe obszary energetycznego łańcucha wartości.

Konkluzje i rekomendacje, zawarte w dokumencie końcowym, kierowane pod adresem rządu i parlamentu oraz do wszystkich interesariuszy procesu przełomowej transformacji energetycznej dokonującej się w naszym kraju, powinny stanowić silną podstawę do wyznaczenia trendów rozwojowych oraz opracowania dobrej strategii i polityki energetycznej Polski.

