



Przegląd 2/2024

TELEKOMUNIKACYJNY

WIADOMOŚCI TELEKOMUNIKACYJNE



Dwumiesięcznik Stowarzyszenia
Elektryków Polskich

ISSN 1230-3496, e-ISSN 2449-7487
Cena: 60 zł (w tym 8% VAT)

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 



KRiT 2024

00110010
00110000
00110010
00110100
01001011 01010010 01101001 01010100

Konferencja Radiokomunikacji i Teleinformatyki

Poznań 11-13 września 2024

Centrum Wykładowo-Konferencyjne
Politechniki Poznańskiej

Słowo na ŚDTiSI 2024

„Innowacje Cyfrowe na rzecz Zrównoważonego Rozwoju” – „Digital Innovation for Sustainable Development”



dr hab. inż. Sławomir Cieślik,
prof. PBŚ
Prezes SEP



dr inż. Andrzej M. Wilk
Przewodniczący Sekcji
Technik Informatycznych SEP

Światowy Dzień Telekomunikacji i Społeczeństwa Informacyjnego (ŚDTiSI) został ustanowiony przez Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU) na pamiątkę pierwszej Międzynarodowej Konwencji Telegraficznej i powstania ITU. Jest on, począwszy od 1969 r., obchodzony corocznie w dniu 17 maja, początkowo jako Światowy Dzień Telekomunikacji a od 2007 r. w obecnej, rozszerzonej formule. Z okazji ŚDTiSI (ang. WTISD) ogłaszane jest corocznie hasło szczegółowe obchodów stanowiące dla Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP), szczególne wyzwanie. Pozwala nie tylko na zwrócenie społecznej uwagi na istotne dla cyfryzacji i rozwoju społeczeństwa informacyjnego problemy, ale i skłania do nawiązywania kooperacji i współpracy z wieloma środowiskami, których hasło dnia bezpośrednio również dotyczy. W ten sposób, od prawie 30 lat, SEP pełni ważną integracyjną rolę w działaniach zarówno środowisk silno-, jak i słabo-prądowych działających w jego ramach, jak również osób i organizacji nie związanych z SEP, ale zainteresowanych tematyką poruszaną w hasłach Dnia.

W obszarze „słabo-prądowym” na szczególną uwagę w organizacji ŚDTiSI zasługuje zarówno stała działalność Sekcji Technik Informatycznych SEP, odpowiedzialnej za merytoryczną stronę Obchodów, jak i Oddziału Elektroniki Informatyki, Telekomunikacji SEP im. Prof. Janusza Groszkowskiego. W organizacji corocznych działań, nasze stowarzyszenie znajduje silne wsparcie w licznych środowiskach branżowych, społecznych i politycznych, zaangażowanych we wspieranie aplikacji społeczeństwa informacyjnego w różnych branżach i na różnych obszarach, które mają związek z hasłem Dnia. Corocznego, silnego wsparcia organizacji ŚDTiSI w Polsce udziela również Naczelna Organizacja Techniczna i liczne inne instytucje i środowiska biorące udział, a niekiedy i współorganizujące Obchody.

Zagadnienia cyfryzacji i społeczeństwa informacyjnego, stanowią również ważną część tematyki odbywających się co pięć lat Kongresów Elektryki Polskiej. W najbliższym Kongresie, który odbędzie się w dniach 6-7 czerwca w Poznaniu, tematyka cyberbezpieczeństwa w elektroenergetyce i w wielu innych ważnych obszarach aplikacji techniki i technologii cyfrowych, będzie jednym z tematów wiodących. Obraz

zaangażowania środowisk SEP nie byłby pełny, gdyby nie wymienić Rady Naukowo-Technicznej SEP, Sekcji, Komitetów i Komisji SEP, a także czasopism SEP, blisko związanych z poszczególnymi obszarami tematycznymi, poruszonymi na kolejnych Obchodach. Szczególną rolę w tym zakresie pełni od lat „Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne”.

Wśród wielu spotkań, imprez i wydarzeń organizowanych z okazji ŚDTiSI szczególne miejsce zajmuje organizowana od roku 2000 doroczna Konferencja Okrągłego Stołu „Polska w drodze do Społeczeństwa Informacyjnego” (KOS). Łączy ona osoby wielu profesji, zaangażowanych w działania na rzecz wykorzystania przez Polskę szans, jakie daje powstawanie społeczeństwa informacyjnego oraz unikania nadmiernego ryzyka, jakie wynika z implementacji nowych, cyfrowych technik i technologii. Z czasem KOS stała się nawet centralną imprezą corocznych obchodów ŚDTiSI. Jej hasło szczegółowe często nawiązuje do Hasła ŚDTiSI ustalonego na dany rok przez ITU, ale zdarza się również, że dotyczy ono szczególnie ważnego dla Polski wyzwania lub obszaru tematycznego. Konferencja ta, odbywająca się przez wiele lat głównie w Sali Kolumnowej Sejmu RP i skupiająca uwagę środowisk opiniotwórczych, wobec ostrych ograniczeń związanych z pandemią, jako jedna z pierwszych w Polsce, przeniosła się do Internetu i zachowała ciągłość oraz rozszerzyła nawet bazę aktywnych uczestników. Obecnie, podejmujemy działania, aby KOS odzyskała po kilku latach Patronat Parlamentarny Marszałka Sejmu RP i wróciła do Sejmu RP, ale miała charakter hybrydowy i była dostępna również zdalnie, łącząc zalety konferencji stacjonarnej i telekonferencji.

Tegoroczne hasło ŚDTiSI oraz XXV KOS 2024, łącząc dwa ważne pojęcia – innowacje cyfrowe i zrównoważony rozwój, stanowi szczególną okazję do zaakcentowania zaangażowania SEP i jego członków w poruszaną problematykę. Tym bardziej, że organizując obchody ŚDTiSI oraz przygotowując i przeprowadzając coroczne Konferencje Okrągłego Stołu, pogłębialiśmy treści sygnalizowane w hasłach ustanawianych przez ITU, a dorobek kolejnych KOS stanowi ważny wkład SEP w promocję i upowszechnienie wiedzy i innowacyjnych idei, związanych z postulowaną realizacją w Polsce bezpiecznej i efektywnej formy społeczeństwa Informacyjnego. Wiele z wcześniejszych haseł ŚDTiSI dotyczyło problemów, które blisko były związane z hasłem tegorocznym, które stanowi, w pewnym sensie, ich logiczną kontynuację. Przykładem mogą być przytaczane w wersji oryginalnej: hasło SDTiSI z 2015 r. „*Telecommunications and ICTs: Drivers of innovation*”, hasło z 2020 r.: „*Connect 2030: ICTs for the Sustainable Development Goals*”, a nawet takie hasła, jak „*Big Data for Big Impact*” z 2017 r. i powiązane z nim hasło „*Enabling the positive use of Artificial Intelligence for All*”, jakie było ustalone na rok 2018. Materiały z poprzednich KOS, mogą więc stanowić wartościowy materiał uzupełniający dla materiału wprowadzającego do obrad tegorocznych.

Od kilku lat, szczególne wysiłki SEP są związane ze wsparciem młodych elektryków i elektroników w ich staraniach związanych ze zdobyciem najwyższych kwalifikacji zawodowych oraz promocją osiągnięć, jakie uzyskują na tej drodze. SEP nie zapomina również o historii, a serdeczna pamięć o wybitnych Polakach zasłużonych na polu elektryki, elektroniki oraz związanych z nimi rozlicznych badań podstawowych i stosowanych, osiągnięć przemysłowych i badań rozwojowych, również w obszarze nowoczesnych materiałów i przeróżnych aplikacji, znajduje się w centrum wielu podejmowanych przez SEP działań i inicjatyw. Od paru lat podejmowane są liczne rozmowy i próby silniejszego wejścia SEP w obszar wykorzystywania efektywnych narzędzi multimedialnej komunikacji i liczymy na to, że do czasu organizacji w przyszłym roku 25-lecia Konferencji Okrągłego Stołu „Polska w drodze do Społeczeństwa Informacyjnego” zamierzenie to uda się w pełni zrealizować.



DWUMIESIĘCZNIK STOWARZYSZENIA
ELEKTRYKÓW POLSKICH
WYDAWANY PRZY WSPÓŁPRACY
KOMITETU
ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI
POLSKIEJ AKADEMII NAUK



Przegląd ELEKOMUNIKACYJNY

TELE-RADIO-ELEKTRONIKA-INFORMATYKA

2/2024

ROK ZAŁOŻENIA 1928 • ROCZNIK XCVIII • ISSN 1230-3496

ZESPÓŁ REDAKCYJNY

dr hab. inż. Janusz Dudczyk, prof. WAT
– redaktor naczelny

Stały współpracownik: mgr inż. Cezary Rudnicki

Redaktorzy tematyczni: dr inż. Piotr Grzejszczak,
dr hab. inż. Marek Suproniuk, prof. WAT,
dr hab. inż. Marcin Wesołowski

Bożena Lachowicz – sekretarz redakcji
tel. (22) 827 38 79; 604 446 028
e-mail: elektronika@red.pl.pl

Adres redakcji:

ul. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa
www.przegladtelekomunikacyjny.pl
przeg.tel@sigma-not.pl

Zamówienia na reklamę przyjmuje Redakcja
lub Dział Reklamy i Marketingu,
ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa
tel. 22 827 43 65, e-mail: reklama@sigma-not.pl

Zakład Poligrafii i Kolportażu

Wydawnictwa SIGMA-NOT

ul. ks. J. Popieluszki 19/21, 01-595 Warszawa,
tel. 22 840 35 89; tel. 22 840 59 49, 22 891 13 74,
e-mail: prenumerata@sigma-not.pl

RADA PROGRAMOWO-NAUKOWA

Prof. dr hab. inż. Józef Woźniak – przewodniczący

dr hab. inż. Andrzej Bęben, prof. PW; mgr inż. Jacek Cyrek,
mgr inż. Paweł Biskupski; dr hab. inż. Jerzy Domżał, prof. AGH;
dr inż. Andrzej Dulka; dr hab. inż. Sławomir Hausman, prof. PŁ;
prof. dr hab. inż. Andrzej Jajszczyk; mgr inż. Stefan Kamiński;
dr hab. inż. Jan Kelner, prof. WAT; dr hab. inż. Adrian Kliks, prof. PP;
prof. dr hab. inż. Józef Modelski; dr hab. inż. Marek Natkaniec,
prof. AGH; prof. dr hab. Stanisław Piątek; dr hab. inż. Jacek Rak,
prof. PG; dr inż. Łukasz Rybak; dr hab. inż. Kajałana Snopek, prof. PW;
prof. dr hab. inż. Kamil Staniec; prof. dr hab. inż. Jacek Stefański;
dr hab. inż. Krzysztof Szczypiorski, prof. PW;
prof. dr hab. inż. Krzysztof Wesołowski; prof. dr hab. inż. Tadeusz
Więckowski; dr inż. Andrzej Wilk, mgr inż. Dariusz Zmysłowski

**Publikowane artykuły naukowe są recenzowane przez
samodzielnych pracowników nauki**

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń.
Zastrzega sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych
materiałów.

Indeks 35722 Nakład do 500 egz (w tym wersja elektroniczna)

Skład: Studio DTP Wydawnictwa SIGMA-NOT, Aleksandra Olszewska

**WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT**

03-450 Warszawa, ul. Ratuszowa 11

tel.: 22 818-09-18, 22 818-98-32

www.sigma-not.pl

sekretariat@sigma-not.pl

SPIS TREŚCI • CONTENTS

„INNOWACJE CYFROWE NA RZECZ ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU” – HASŁEM ITU NA ŚDTISI W ROKU 2024 Digital Innovation for Sustainable Development <i>A.M.WILK</i>	4
SANITYZACJA INFORMACJI W BEZPILOTOWYCH SYSTEMACH EWAKUACJI MEDYCZNEJ W KONTEKŚCIE KSZTAŁTOWANIA ŚWIADOMOŚCI SYTUACYJNEJ POŁA WALKI Information sanitization in unmanned medical evacuation systems in the context of battlefield situational awareness formation <i>D. KASPROWICZ</i>	18
TELEKOMUNIKACJA OPTYCZNA KURCZY ZIEMIĘ Optical communications shrinks the Earth <i>R. ROMANIUK</i>	22
III KONFERENCJA OPERATORÓW HURTOWYCH: CZAS NA LIKWIDACJĘ BARIER INWESTYCYJNYCH I WIĘKSZE WYKORZYSTANIE SIECI	31



Dwumiesięcznik **Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne**
znajduje się w wykazie czasopism
naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

RADA PROGRAMOWO-NAUKOWA

Prof. dr hab. inż. Józef Woźniak – PRZEWODNICZĄCY

Dr hab. inż. Andrzej Bęben, prof. PW – Politechnika Warszawska
Mgr inż. Jacek Cyrek – WB Electronics
Mgr inż. Paweł Biskupski – Systemics PAB
Dr hab. inż. Jerzy Domżał, prof. AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Dr inż. Andrzej Dulka – PIIT
Dr hab. inż. Sławomir Hausman, prof. PŁ – Politechnika Łódzka
Prof. dr hab. inż. Andrzej Jajszczyk – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Mgr inż. Stefan Kamiński – KIGeIT
Dr hab. inż. Jan Kelner, prof. WAT – Wojskowa Akademia Techniczna
Dr hab. inż. Adrian Kliks, prof. PP – Politechnika Poznańska
Prof. dr hab. inż. Józef Modelski – Politechnika Warszawska

Dr hab. inż. Marek Natkaniec, prof. AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Prof. dr hab. Stanisław Piątek – Uniwersytet Warszawski
Dr hab. inż. Jacek Rak, prof. PG – Politechnika Gdańska
Dr inż. Łukasz Rybak – Wojskowa Akademia Techniczna
Dr hab. inż. Kajetana Snopek, prof. PW – Politechnika Warszawska
Prof. dr hab. inż. Kamil Staniec – Politechnika Wrocławska
Prof. dr hab. inż. Jacek Stefański – Politechnika Gdańska
Dr hab. inż. Krzysztof Szczypiorski, prof. PW – Politechnika Warszawska
Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wesołowski – Politechnika Poznańska
Prof. dr hab. inż. Tadeusz Więckowski – Politechnika Wrocławska
Dr inż. Andrzej Wilk
mgr inż. Dariusz Zmysłowski – Wojskowa Akademia Techniczna

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 

WARIANTY PRENUMERATY 2024

Prenumerata papierowa – czasopismo tylko w wersji papierowej, za jego dostarczenie doliczamy opłatę roczną;

Prenumerata cyfrowa – czasopismo wyłącznie w wersji cyfrowej, dostępne na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl, prenumerator otrzyma indywidualny link dostępu do logowania na Portalu;

PRENUMERATA PAKIET PLUS – czasopismo w wersji papierowej (bez opłaty za dostarczanie prasy) oraz cyfrowej, a także dostęp do archiwum zaprenumerowanego tytułu na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl wraz z indywidualnym linkiem do logowania.

Cena jednego egzemplarza – 60,00 zł

GENY PRENUMERATY ROCZNEJ:

- ▶ prenumerata papierowa: 348 zł brutto + (koszty wysyłki 18 zł);
- ▶ prenumerata cyfrowa: 300 zł brutto;
- ▶ prenumerata w wersji Pakiet PLUS (papierowa + cyfrowa + archiwum) 450,- zł.

PORTAL INFORMACJI TECHNICZNEJ www.sigma-not.pl – to największa polska internetowa baza czasopism i artykułów technicznych, wyposażona w szybką i skuteczną wyszukiwarkę tematyczną, umożliwiającą dostęp on-line do ponad 129 000 publikacji z różnych dziedzin.

Dla Państwa wygody logowanie do Portalu Informacji Technicznej stało się łatwiejsze. Portal zyskał nową, przejrzystą szatę graficzną, pojawiły się nowe funkcje ułatwiające zakup pojedynczych artykułów i całych zeszytów. Każdy prenumerator wersji cyfrowej oraz prenumeraty Pakietu PLUS otrzyma indywidualny link z kodem dostępu do zamówionego czasopisma.

Cena brutto zawiera 8% VAT na czasopisma w wersji papierowej oraz cyfrowej. W przypadku zmiany przez ustawodawcę stawki VAT na czasopisma i w konsekwencji zmiany ceny brutto, prenumerator zobowiązany jest do dopłaty różnicy.

Dla prenumeratorów zagranicznych obowiązuje cena według kursu waluty NBP (z dnia bezpośrednio poprzedzającego datę wystawienia faktury) plus koszty wysyłki.

PRENUMERATĘ ZAMAWIAMY

☎ 22 840 35 89
@ prenumerata@sigma-not.pl
🌐 www.sigma-not.pl



LISTA RECENZENTÓW

Prof. dr hab. Adam Abramowicz
Prof. dr hab. Marek Amanowicz
Prof. dr hab. Andrzej Dobrowolski
Prof. dr hab. Piotr Gajewski
Prof. dr hab. Marcin Iwanowski
Dr hab. Jacek Izydorczyk
Prof. dr hab. Tomasz Kacprzak

Prof. dr hab. Andrzej Karwowski
Prof. dr hab. Ryszard Katulski
Prof. dr hab. Bogdan Kwolek
Prof. dr hab. Roman Kubacki
Prof. dr hab. Lidia Łukasiak
Prof. dr hab. Stanisław Osowski
Dr hab. inż. Andrzej Paszkiewicz

Prof. dr hab. Krzysztof Perlicki
Prof. dr hab. Grzegorz Różański
Prof. dr hab. Jacek Stefański
Dr hab. Zenon Szczepaniak
Prof. dr hab. Maciej Walkowiak
Prof. dr hab. Krzysztof Wesołowski
Prof. dr hab. Ryszard Zieliński

„Innowacje Cyfrowe na rzecz Zrównoważonego Rozwoju” – hasłem ITU na ŚDTiSI w roku 2024

Digital Innovation for Sustainable Development

Dr inż. ANDRZEJ M. WILK
STI SEP

Innowacje cyfrowe na rzecz Zrównoważonego Rozwoju, to hasło przewodnie Światowego Dnia Telekomunikacji i Społeczeństwa Informatycznego ŚDTiSI, jakie ITU ustaliło na rok 2024. Hasło to, nawiązuje do hasła z roku 2020 „**Connect 2030: ICTs for the Sustainable Development Goals (SDGs)**”, ale wprowadzając pojęcia „**innowacji cyfrowych**” i „**zrównoważonego rozwoju**”, zmusza do pogłębionej refleksji nad znaczeniem obu tych pojęć. Dotyczy to w sposób szczególny tego drugiego pojęcia, które od 1997 r. znajduje się w treści polskiej Konstytucji. Tegoroczne hasło nawiązuje również silnie do hasła ŚDTiSI z roku 2015 „**Telecommunications and ICT’s Drivers of Innovation**”. Materiały wprowadzające do obrad Konferencji Okrągłego Stołu w roku 2015 i 2020, zostały opublikowane w odpowiednich numerach Przeglądu Telekomunikacyjnego – Wiadomości Telekomunikacyjnych [1, 2]. Stanowią one w pewnym sensie, literaturę uzupełniającą do tegorocznych rozważań.

W rezultacie, XXV KOS 2024 powinna skoncentrować się nie tylko na kluczowych innowacjach cyfrowych, ale i na ich potencjalnych i obserwowanych skutkach w obszarze zrównoważonego rozwoju, rozumianego w całym bogactwie jego znaczeń i interpretacji.

INNOWACJE CYFROWE

Szeroko używane pojęcie „**innowacje cyfrowe**”, jest stosownie do kontekstu, różnie definiowane, ale wszystkie definicje zwracają uwagę na wykorzystanie techniki i technologii cyfrowych do tworzenia nowych (lub doskonalenia istniejących) urządzeń, procesów produkcyjnych i usługowych oraz samych wyrobów i usług, a także do tworzenia nowych modeli biznesowych. Innowacje cyfrowe przenikają wszystkie dziedziny ludzkiej aktywności, decydują o kształcie elementów procesu budowy wartości. Mają ogromny wpływ na funkcjonowanie człowieka w tym na jego kanały informacyj-

ne i percepcję rzeczywistości. Tworzą niezbędny grunt pod liczne innowacje z różnych dziedzin, również te nie związane bezpośrednio z techniką cyfrową, ale korzystające z ogólnych potrzeb i możliwości, jakie wynikają ze zmian otaczającego nas świata. Przykładem mogą być nowe systemy edukacyjne, przygotowujące dzieci i młodzież do wymogu uczenia się przez całe życie, stałego doskonalenia swoich kwalifikacji lub zdobywania nowych, niezbędnych w dynamicznie rozwijającym się i zmieniającym społeczeństwie. W tym układzie powinniśmy mówić zarówno o cyfrowych innowacjach, jak i szerzej, o innowacjach ery cyfrowej.

Znaczna część Innowacji ery cyfrowej, kształtuje nową jakość w zakresie uzyskiwania i przetwarzania informacji, zapewniając coraz wygodniejszy i zbliżony do naturalnego interfejs między człowiekiem a otaczającym go światem. Stają się one stopniowo, dla wielu osób, niezbędnym multiplikatorem ich naturalnych możliwości i stałym składnikiem rzeczywistości. Powodują one jednak rosnące uzależnienie i poważną przebudowę sposobu funkcjonowania zarówno społeczeństwa, ale i pojedynczego człowieka. Niezależnie od stopnia uświadamiania sobie tego procesu, osoby żyjące we współczesnych społeczeństwach, dostosowując się do nowych warunków – rozwijają swoje zdolności i umiejętności a tracąc inne, niezbędne dotąd a, z różnych przyczyn, mało użyteczne w cyfrowym świecie.

POJĘCIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Za stroną <https://www.gov.pl/web/rozwój-technologie/zrównowazony-rozwoj> można stwierdzić, że ideę pojęcia „zrównoważony rozwój” najlepiej formułuje Raport Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju z 1987 r. w którym „zrównoważony rozwój” został zdefiniowany jako taki, w którym zaspokajanie potrzeb obecnego pokolenia nie ogranicza przyszłym pokoleniom możliwości zaspokojenia

ich potrzeb. Dotyczy to szczególnie oszczędnego gospodarowania, zwłaszcza nieodnawialnymi zasobami oraz troskę o to, aby rozwój cywilizacyjny i gospodarczy, opierając się na zasadzie solidaryzmu, eliminował nadmierne ryzyka i obejmował również najuboższe osoby i środowiska. Jak czytamy na w/w stronie, **„zrównoważony rozwój to zatem solidarność międzypokoleniowa polegająca na znajdowaniu takich rozwiązań gwarantujących dalszy wzrost, które pozwalają na aktywne włączenie w procesy rozwojowe wszystkich grup społecznych, dając im jednocześnie możliwość czerpania korzyści ze wzrostu gospodarczego.”**

Taka pierwotna definicja zrównoważonego rozwoju, bardzo bliska Chrześcijańskiej idei odpowiedzialności człowieka, w ciągu pokoleń, za powierzoną mu (poddaną) Ziemię, znalazła w Polsce szerokie poparcie społeczne. Jako podstawowa norma prawna została umieszczona w Art. 5 Konstytucji RP z 1997 r., który stanowi: **„Rzeczpospolita Polska strzeże niepodległości i nienaruszalności swojego terytorium, zapewnia wolności i prawa człowieka i obywatela oraz bezpieczeństwo obywateli, strzeże dziedzictwa narodowego oraz zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju”**.

Z czasem, koncepcja zrównoważonego rozwoju stała się polem istotnych rozszerzeń i reinterpretacji na forum międzynarodowym a pojęciu temu, oprócz troski o oszczędne gospodarowanie zasobami i zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze, zaczęto nadawać nowe znaczenia. W trwającym szereg lat procesie, pojęcie to zaczęło być rozszerzane o swoiście pojmowane zagadnienia wzrostu gospodarczego a nawet o ideologicznie interpretowane i jednostronnie pojmowane pojęcie „postępu społecznego” w którym pod niektórymi, pięknie brzmiącymi hasłami, kryją się często utopijne lub wątpliwe moralnie treści. Jak ujmuje to cytowana wyżej strona Ministerstwa Rozwoju i Technologii: **„Obecnie koncepcja zrównoważonego rozwoju coraz częściej wchodzi do głównego nurtu dyskusji nad rozwojem społeczno-gospodarczym, stając się zasadą horyzontalną, odzwierciedlaną we wszystkich politykach rozwojowych kraju.”** Oczywiście, radykalna ewolucja tego pojęcia, jaka nastąpiła w ciągu ostatnich 37 lat i nowe, pięknie brzmiące hasła są przez jednych z góry akceptowane a przez innych, po gruntownej analizie podkładanych pod nie treści, bywają w wielu punktach kwestionowane. Powoduje to podstawową wątpliwość, czy obowiązująca w Polsce zasada „zrównoważonego rozwoju” wynikająca z normy konstytucyjnej, rozciąga się również w pełni na te nowe obszary znaczeniowe, czy dotyczy wyłącznie pierwotnego znaczenia tego pojęcia? Osobiście skłaniam się do poglądu, że zawarty w Konstytucji RP zapis dotyczący „zrównoważonego rozwoju” dotyczy wyłącznie pierwotnego znaczenia tego pojęcia a ew. rozszerzenia muszą być zgodne z innymi zasadami Konstytucji i prawa naturalnego. W rezultacie, wszelkie zbyt daleko idące rozszerzenia znaczeniowe pojęcia **„zrównoważonego rozwoju”**, niezależnie od ich oceny, **nie mogą być traktowane w Polsce jako obowiązująca norma Konstytucyjna a jedynie jako zobowiązania wynikające z umowy międzynarodowej, jeśli nie są one sprzeczne z zapisami Polskiej Konstytucji.**

Zrównoważony rozwój, rozumiany początkowo głównie w aspekcie **umiaru i solidarności**, w tym solidarności pokoleń,

„Zrównoważony rozwój to zatem solidarność międzypokoleniowa polegająca na znajdowaniu takich rozwiązań gwarantujących dalszy wzrost, które pozwalają na aktywne włączenie w procesy rozwojowe wszystkich grup społecznych, dając im jednocześnie możliwość czerpania korzyści ze wzrostu gospodarczego.”

formułuje obecnie konieczność wspólnych działań na rzecz **„zrównoważonej i odpornej na skutki katastrof przyszłości dla wszystkich ludzi na świecie oraz naszej planety.”** [3]

We współczesnych dokumentach dotyczących zrównoważonego rozwoju podkreślona jest również **„spójność trzech kluczowych elementów: wzrostu gospodarczego, inkluzji społecznej i ochrony środowiska”**, stanowiąca niezbędny warunek dla **„osiągnięcia dobrobytu poszczególnych osób i całych społeczeństw”**. Za konieczne uznaje się także, **„promowanie zrównoważonego, inkluzywnego** (otwartego na różnorodność przyp. autora) **i równego wzrostu ekonomicznego; tworzenie większych szans dla wszystkich ludzi i redukcja nierówności; umożliwienie osiągnięcia podstawowego standardu życia; budowa sprawiedliwego rozwoju społecznego i społeczeństwa inkluzywnego; oraz promowanie zintegrowanego i zrównoważonego zarządzania surowcami naturalnymi i ekosystemami.”** [3]

Wszystkie te, pięknie brzmiące hasła są sformułowane nieco w stylu utopijnych życzeń, aby każdy był piękny, zdrowy, dobry i bogaty, z czym trudno się nie zgodzić. Poszczególne hasła mogą być jednak bardzo różnie interpretowane, co w praktyce może prowadzić do realizacji ich w sposób odmienny od naszego wyobrażenia. Przykładem tego może być ideologicznie uwarunkowana polityka klimatyczna UE, generująca we wszystkich sektorach wątpliwe działania i niepotrzebne koszty, które nie tylko zmniejszają konkurencyjność państw UE na rynkach globalnych, ale i powodują postępującą utratę ich suwerenności technologicznej, surowcowej a w perspektywie energetycznej i żywnościowej.

Przełożeniu idei zrównoważonego rozwoju na praktyczne działania w skali światowej, służyły w przeszłości przyjęte w 2000 r. **Milenijne Cele Rozwoju** ustalone na okres 15 lat. Potwierdziły one konieczność wspólnych, globalnych działań i dały asumpt do przygotowania strategii działań w horyzoncie kolejnych 15 lat. Prace te zostały uwieńczone zatwierdzeniem przez 193 państwa, członków ONZ, dokumentu końcowego nowej agendy zrównoważonego rozwoju zatytułowanej **“Przekształcanie naszego świata: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju – 2030”, która zawiera 17 Celów i 169 zadań** [3]. Dokument ten, **„skupia się na trzech spójnych elementach zrównoważonego rozwoju: wzroście gospodarczym, inkluzyjności społecznej i ochronie środowiska”**. Zgodnie z deklaracjami, przedstawione Cele i zadania, **„mają**

globalny charakter i mogą być realizowane na całym świecie, biorąc pod uwagę różne warunki poszczególnych krajów, ich możliwości i poziom rozwoju oraz zgodność z krajowymi strategiami i priorytetami”. Zapis ten powoduje, że o ostatecznym kształcie konkretnej implementacji ogólnych celów i zadań mogą decydować uwarunkowania i inne czynniki krajowe. Oczywiście w Polsce, będącej członkiem UE, wiele decyzji dotyczących zakresu i kształtu przyjmowanych implementacji znalazło się bezpośrednio lub pośrednio w faktycznych kompetencjach Komisji Europejskiej i Parlamentu Europejskiego.

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń, sytuacja ta może rodzić obawy, że wprowadzana w UE interpretacja będzie zgodna wyłącznie z polityką jej gremiów kierowniczych i może nie odzwierciedlać w dostatecznym stopniu polskich uwarunkowań, potrzeb i aspiracji a nawet interesów.

Realizacja wszystkich wymienionych w Agendzie 2030 ambitnych Celów i Zadań ma być sfinansowana z zasady ze środków własnych poszczególnych państw i oszczędności ich obywateli, wspieranych ewentualnie z różnych funduszy solidarnościowych. Niewielkie środki, uruchamiane na poziomie ONZ, mają służyć jedynie bardzo ograniczonemu wsparciu wyselekcjonowanych działań. Mając powyższe na uwadze oraz podejmując różne szczegółowe zobowiązania i przyjmując ambitne cele, trzeba postępować bardzo odpowiedzialnie i bardzo dokładnie liczyć wszelkie koszty. Skutecznie poszukiwać źródeł ich sfinansowania, które nie będą skutkować wpadaniem państwa i społeczeństwa w spiralę długu. Szczególnie ważne jest także zapewnienie długofalowego rozwoju gospodarczego w oparciu o przemysłane państwowe i prywatne inwestycje, a nie o konsumpcję.

W opisie Celów oraz zakresu Agendy przedstawionym na stronach ONZ [3] zawarto poszczególne kluczowe hasła i obszary, na których koncentrują się działania przewidziane w Agendzie: **„Ludzie, jesteśmy zdeterminowani do wyeliminowania ubóstwa i głodu we wszystkich ich formach i wymiarach oraz zapewnić wszystkim ludziom możliwość wykorzystania swojego potencjału z godnością, w zdrowym środowisku i zgodnie z zasadą równości.**

Nasza planeta, chcemy chronić Ziemię przed pogarszającym się stanem środowiska poprzez zrównoważoną konsumpcję i produkcję, zrównoważone zarządzanie surowcami naturalnymi i podejmowanie pilnych działań przeciwdziałając zmianom klimatycznym, wspierając potrzeby obecnych i przyszłych pokoleń.

Dobrobyt, chcemy zapewnić wszystkim ludziom godne i satysfakcjonujące życie oraz sprawić by rozwój gospodarczy, społeczny i technologiczny zachodził w zgodzie z naturą.

Pokój na świecie, budujemy pokojowe, jak i inkluzywne społeczeństwa, wolne od strachu i przemocy. Nie ma zrównoważonego rozwoju bez pokoju, jak i nie ma pokoju bez zrównoważonego rozwoju.

Partnerstwo, zmobilizujemy środki potrzebne do wdrożenia tej agendy poprzez rewitalizację globalnego partnerstwa na rzecz zrównoważonego rozwoju w duchu wzmocnionej globalnej solidarności, skupionej w szczególności na potrzebach naj-

biedniejszych osób i najbardziej wrażliwych grupach, oraz we współpracy wszystkich państw, stron i ludzi na całym świecie.”

Analizując różnorodne innowacje ery cyfrowej w aspekcie zapewniania zrównoważonego rozwoju, w dalszej części będziemy koncentrowali się na tych innowacyjnych technikach, technologiach i szeroko rozumianych rozwiązaniach cyfrowych, które mogą mieć znaczący wpływ na osiągnięcie pozytywnych rezultatów szczególnie w w/w obszarach. Zagadnienie zrównoważonego rozwoju, które zostało rozwinięte na różne obszary życia społecznego i gospodarczego, powinno moim zdaniem być także rozszerzone na zagadnienia bezpiecznego, integralnego rozwoju człowieka jako osoby, zarówno w obszarze materialnym, psychicznym jak i duchowym. Wszelkie nowe rozwiązania, a zwłaszcza innowacyjne zastosowania techniki cyfrowej powinny w pierwszym rzędzie być bezpieczne w znanym horyzoncie czasowym oraz pozwalać na podnoszenie jakości życia człowieka, aby mógł on wzrastać w swoim człowieczeństwie, rozwijać swoje możliwości i talenty oraz kształtować charakter i wolę. Nie tylko mieć, ale i być. Stać się lepszym dla siebie i innych ludzi, dążąc do prawdy, dobra i piękna. Wtedy solidarność międzypokoleniowa i odpowiedzialny stosunek do powierzonych człowiekowi Ziemi, będą stanowiły naturalny efekt jego integralnego rozwoju.

Mając powyższe na względzie, patrząc na cyfryzację i rozwój społeczeństwa informacyjnego, trzeba nie tylko dostrzeżać silne strony i rozległe możliwości, ale pamiętać również o wymagających przeciwdziałania słabych stronach i ryzykach, wynikających z niedostatecznie przemyślanego wdrażania nowych, przełomowych cywilizacyjnie technik i technologii.

CYFROWA PRZEBUDOWA JAKO IMPLEMENTACJA CIĄGU PRZEŁOMOWYCH INNOWACJI

Wynalazek tranzystora i technika półprzewodnikowa zastosowana do układów cyfrowych oraz nieprzerwany rozwój półprzewodnikowych cyfrowych układów scalonych coraz wyższego stopnia integracji, odbywający się zgodnie z prawem Moore’a stworzył bazę technologiczną masowej cyfryzacji. Wszystko wskazuje na to, że podważanie gęstości upakowania układów półprzewodnikowych, zgodnie z zapowiedziami firmy INTEL® umieszczonymi na jej stronie, pozwoli na osiągnięcie w roku 2030 upakowania jednego trylionu (US), czyli 10^{12} tranzystorów na jednej strukturze. Urządzenia litograficzne pozwalające na uzyskanie odpowiedniej gęstości upakowania są już w fazie produkcyjnej i za kilka lat realnie staje się przełamanie kolejnej bariery oraz realizacja tych ambitnych zapowiedzi.

Ważną innowacją, pozwalającą przed laty na masową produkcję uniwersalnych układów i lawinowe obniżenie ich ceny, było **zastąpienie zróżnicowania konstrukcyjnego zróżnicowaniem programowym.** Wpłynęło to również na konwergencję wielu dyscyplin, stąd przykładowo, zamiast odrębnego postrzegania techniki komputerowej (Informatyki), telekomunikacji, radiokomunikacji i technik medialnych,

mówimy obecnie o Technikach Informacyjnych i Komunikacyjnych (ang. *I&CT*) posiadających wspólną z innymi obszarami bazę podzespołową.

Istotnym „kamieniem milowym” cyfryzacji stało się **masowe wprowadzenie komputerów osobistych** (które ułatwiło udostępnienie wszystkim producentom standardu IBM PC) **oraz usieciwienie systemów**, upowszechnione **przy wykorzystaniu Internetu**. Kluczowym ruchem, który zadecydował o powodzeniu Internetu, było opublikowanie i powszechne udostępnienie jednolitego standardu protokołu komunikacyjnego TCP/IP, co poskutkowało szybkim rozwojem sprawnie komunikujących się systemów produkowanych przez wielu różnych producentów na świecie. Niezależnie od upowszechnienia Internetu na wszystkich kontynentach, kluczowych do jego funkcjonowania jest 13 głównych serwerów nazw domen DNS (*DNS Root Server*), z których dziesięć jest zlokalizowanych na terenie USA, a po jednym w Londynie, Japonii i Szwecji.

Rozwój komputerów osobistych i Internetu sprawił, że **na przełomie wieków na rynkach kapitałowych wyrosła spekulacyjna bańka spółek internetowych i korzystających z Internetu, zwana „dot-com bubble”**. W tym czasie samo posiadanie strony internetowej stało się ważnym elementem marketingowym wielu spółek, a ogromne środki były inwestowane w rozwój transkontynentalnych kabli służących transmisji danych. Wolniejszy rozwój rynku i nowe techniki transmisyjne, zwielokrotniające możliwości przesyłowe istniejącej infrastruktury światłowodowej, spowodowały upadek wielu przeinwestowanych firm z tej branży. Pozwoliło to na przejście za bezcen dalekosiężnych kabli telekomunikacyjnych przez nowych graczy i radykalne obniżenie kosztów transmisji danych na wielkie odległości. Dało to silny impuls do globalizacji, już nie tylko w zakresie informacji, bankowości i finansów, ale i w obszarze szybko rozwijających się wielu innych usług i produktów, opartych na potencjale ICT. Przyczyniło się to również do powstania i rozwoju globalnych sieci społecznościowych.

Innowacją o trudnym do przecenienia znaczeniu był również rozwój cyfrowej telefonii komórkowej standardu GSM i stosunkowo szybkie przechodzenie od transmisji głosu i krótkich tekstów (SMS) do rozwoju usług „dodanych” i wprowadzania coraz to nowych generacji systemów. Wygoda korzystania („**mój telefon jest zawsze przy mnie**”), przy wzrastających szybko zasięgach i dostępności oraz spadku cen, pozwolił nie tylko na masowy wzrost liczby użytkowników, ale i na gwałtowny rozwój multimedii i udostępnienie Internetu w komórce. W rezultacie, typowe usługi głosowe stały się dodatkiem do transmisji danych i multimedii. Co więcej, rozwijająca się szybko technologia VoIP (Voice over IP) umożliwiła, że usługi głosowe (a z czasem multimedia) stały się dostępne w telefonach komórkowych również poprzez Internet.

Wprowadzenie smartfonów o mocy obliczeniowej większej od dawnych komputerów osobistych, stanowiło kolejną ważną innowację. Doprowadziła ona do sytuacji, że „**mój komputer jest stale ze mną**”. Stanowiło to ogromny impuls do rozwoju sieci internetowych i wielu usług opartych na multimedialnym Internecie, do których mobilny dostęp stał



Istotnym „kamieniem milowym” cyfryzacji stało się **masowe wprowadzenie komputerów osobistych (które ułatwiło udostępnienie wszystkim producentom standardu IBM PC) oraz usieciwienie systemów, upowszechnione przy wykorzystaniu Internetu.**

się możliwy nie tylko przez sieć GSM ale i przez lokalne łącze radiowe WiFi™. Bezprzewodowe powiązania wielu urządzeń między sobą umożliwia stale rozwijany standard komunikacji krótkiego zasięgu Bluetooth. Na bazie masowego upowszechnienia smartfonów, dużego przyspieszenia doznały również różnorodne usługi sieciowe a zwłaszcza sieci społecznościowe, platformy usługowe i multimedialne.

Kolejny krok stanowić będzie osiągnięcie w ramach rozwijanej obecnie sieci 5G takiej szybkości transmisji i tak małych opóźnień, że pozwoli to na dalszy rozwój „**Internetu rzeczy**” **na gruncie bazy adresowej, radykalnie powiększonej dzięki wprowadzeniu wcześniej protokołu IPv6**. Umożliwi, w szczególności, sterowanie w czasie rzeczywistym pojazdami i stworzy warunki do rozwoju efektywnych systemów inteligentnego transportu. Sygnały nadchodzące z Chin wskazują na zaawansowane już prace nad uruchomieniem kolejnej generacji sieci, tym razem **sieci 6G**, zapewniającej jeszcze lepsze parametry i rozszerzającej bazę zastosowań.

W innym obszarze, ale nie mniej ważne, są szeroko rozpowszechnione różnorodne **systemy zdalnego odczytu oparte na technologii RFID**, której rozwinięcie w postaci **dwukierunkowego protokołu transmisji na małe odległości NFC** znalazło powszechne zastosowanie w smartfonach, umożliwiając m. in. bezprzewodowe płatności elektroniczne z komórki.

Wśród ważnych innowacji, **wkraczających do naszego życia stopniowo, mających zwiększać nasze bezpieczeństwo, ale (podobnie jak Internet rzeczy), w sposób drastyczny ograniczających naszą prywatność, są systemy kamer obserwacyjnych**, często dostępne zdalnie drogą internetową, **instalowane w ramach różnych systemów nadzoru wizyjnego**. W powiązaniu z **technologią np. rozpoznawania twarzy, tęczówki oka czy sylwetki i sposobu poruszania**, stanowią one silne narzędzie kontroli i nadzoru, stosowane już w wielu krajach. Popularne stają się również kamery montowane w pojazdach, a korzystanie z wielu usług w smartfonach wymaga (jedynie ze względów prawnych a nie technicznych) wyrażenia formalnej zgody na korzystanie przez dostawcę usług z obrazu z zainstalowanych w nich kamer oraz dźwięku rejestrowanego przez mikrofony, a także dostępu do listy kontaktów i innych prywatnych danych. Powszechne w smartfonach i tabletach **systemy geolokalizacyjne i nawigacyjne** to kolejne systemy, które ułatwiają nam życie, ale umożliwiają również, z dużą dokładnością, nie tylko na śledzenie naszego położenia, ale i identy-


fikację osób, które spotykamy na naszej drodze.

Do miary przełomowych innowacji można również zaliczyć upowszechnienie **przetwarzania w chmurze** obliczeniowej, **technologię blockchain** a także **rozwój metod analizy kompleksów danych**. Te ostatnie są silnie związane z wykorzystywaniem, utworzonych na zasadzie „Sui Generis” **wielkich i zróżnicowanych, baz danych** oraz lawinowo rozrastających się zbiorów, pozornie mało użytecznych informacji. Te kompleksy informacji, tworzące zbiory „**Big Data**”, poddane różnorodnym metodom analizy, stały się cennym materiałem wyjściowym do utylitarnej wykorzystania zgromadzonych zbiorów. Rozwój **sztucznej inteligencji (AI)**, zwłaszcza opartej o **sieci neuronowe** oraz technikę „**deep learning**” sprawił, że zbiory te stały się szczególnie cennym zasobem, niezbędnym do szybkiego rozwoju i upowszechnienia wysoce **efektywnych systemów AI**. **Ważne są jednak nie tylko bazy danych, stanowiące podstawę do uczenia systemów AI, ale również opinie i przekonania osób nadzorujących proces szkolenia, które mogą wpływać na efekty uczenia AI, korygując je arbitralnie w kierunku uznanym za poprawny.**

W zakresie technik medialnych, **rozwój innowacyjnych systemów tworzenia obrazów, wizerunków postaci i ich animacji oraz symulacji głosu** jest już tak duży, że widzowie nie będą już mogli odróżnić przekazu zarejestrowanej rzeczywistości od jej sztucznej kreacji, co może uderzyć w podstawy demokracji. Równocześnie, wielu pracowników mediów, w tym scenarzystów, prezenterów, aktorów, kamerzystów, dziennikarzy czy autorów tekstów, ma prawo być zaniepokojonych dużym prawdopodobieństwem utraty dotychczasowej pracy. Rosnącą **siłę i swobodę budowy treści przekazu, zwiększa radykalna koncentracja domów medialnych**, pozwalająca na kontrolowanie głównych kanałów informacyjnych świata przez dosłownie paru globalnych graczy.

Duży rozgłos uzyskały w 2018r. nowe aplikacje innowacyjnych technik analizy danych, wykorzystujące zbiory danych umieszczone przez użytkowników w sieciach społecznościowych, znane powszechnie jako „**afery Facebook - Cambridge Analytica**”. Dane te, były wykorzystywane bez wiedzy i zgody zainteresowanych do socjo-manipulacji związanej z prowadzeniem selektywnej, bardzo efektywnej kampanii wyborczej, co wzbudziło wiele kontrowersji i protestów. Na porządku dziennym jest jednak, co już nie budzi większych zastrzeżeń, **profilowanie użytkowników** na podstawie ich, szeroko rozumianej, aktywności w sieci oraz **dostarczanie im odpowiednich treści informacyjnych i marketingowych**. Okazuje się to bardzo silnym narzędziem, pozwalającym również, poprzez dobór treści, na skutecznie kształtowanie postaw i poglądów oraz na wpływanie, w wielu obszarach, na dokonywanie wyborów oczekiwanych przez stojących za tymi działaniami interesariuszy.

Dalszy, intensywny **rozwój AI**, przełamujący kolejne bariery oraz oczekiwane **pojawienie się wkrótce kompu-**


W zakresie technik medialnych, rozwój innowacyjnych systemów tworzenia obrazów, wizerunków postaci i ich animacji oraz symulacji głosu jest już tak duży, że widzowie nie będą już mogli odróżnić przekazu zarejestrowanej rzeczywistości od jej sztucznej kreacji, co może uderzyć w podstawy demokracji.

tera kwantowego, zwielokrotniającego obecne zdolności obliczeniowe, przyniesie zapewne kolejne nowe obszary innowacyjnych zastosowań. Ich wpływ nie tylko na technikę i technologię, ale i na człowieka oraz organizację ludzkich społeczności, będzie wymuszał taką dynamikę przemian, którą dzisiaj trudno sobie nawet wyobrazić.

Już dzisiaj, **poszczególne przełomowe innowacje w zakresie techniki cyfrowej i jej masowych aplikacji** dotychczas gromadzenia i przetwarzania danych, jakimi są portale społecznościowe, systemy usług multimedialnych wyrosłe z przeglądarek Internetowych, producenci układów scalonych czy firmy dostarczające dla miliardów użytkowników licencjonowane oprogramowanie komputerów osobistych, dzięki globalnemu dostępowi do ich produktów i usług, również dzięki ogromnemu rozszerzeniu praw autorskich, ochrony patentowej i ogólnie wartości niematerialnych i prawnych, **stały się potężnymi monopolami**. Niezależnie od sprzedaży niektórych swoich produktów, udostępniają one często swoje usługi „za darmo”, **gromadząc w zamian takie masy danych swoich użytkowników, że ich wykorzystanie za pomocą Data Science i AI może dawać im władzę i pieniądze większe, niż posiada niejedna struktura państwowa**. Wąska ścieżka rozwoju społeczeństwa informacyjnego, wiodąca między Scyllą anarchii a Charybdą totalitaryzmu, niebezpiecznie zbliża się do tej drugiej. **Dopięciem totalnej kontroli nad ludźmi może być globalne odejście od pieniądza kruszcowego czy papierowego na rzecz pieniądza elektronicznego**, co zapewni już pełną kontrolę nad wszystkimi działaniami miliardów ludzi, związanymi z wymianą towarów i usług. Potencjalna rywalizacja w skali światowej wielkiej potęg może ewentualnie doprowadzić do ograniczenia takiej globalizacji i doprowadzić do podziału świata, jak w powieści Orwella, na parę obszarów, z własnymi totalnymi monopolami oraz z własnym cyfrowym i finansowym nadzorem. Dla pojedynczego człowieka, takie zawężenie obszaru kontroli może mieć jednak w praktyce niewielkie znaczenie.

Wzrost zdolności efektywnego przetwarzania i przesyłania informacji za pomocą ICT sprawił, że **możliwa stała się działalność globalna** i globalne spojrzenie na alokację środków. **Zamiast lokowania drobniejszych zasobów w wielu ekstremach lokalnych, co stymulowałoby bardziej zrównoważony geograficznie rozwój**, ale mogłoby dać mniejsze sumaryczne dochody, **potężne środki były i są inwestowane w małej liczbie optymalnych globalnie lokalizacji**. W rezultacie, dobrze rozwinięte regiony świata są dalej intensywnie rozwijane, a słabo rozwiniętym, czasem niestabilnym obszarom, brakuje środków, które odpływają do

centrów finansowych i gospodarczych świata. Pewne szanse na rozproszenie systemów produkcyjnych i ograniczenie transportochłonności może dawać **rozwój technik druku 3D**, ale do uzyskania jakości i efektywności ekonomicznej w odpowiedniej skali, droga jest jeszcze daleka.

W rezultacie wdrażania wszystkich tych i wielu innych cyfrowych innowacji, **zmienia się świat wokół nas a tempo zmian zaczyna być tak duże, że może przekraczać zdolności adaptacyjne wielu ludzi, społeczeństw i państw**, a nawet organizacji o globalnym lub kontynentalnym charakterze. Równocześnie, **budowana, innowacyjna cywilizacja cyfrowa staje się krytycznie uzależniona od dostaw energii elektrycznej, cyfrowego przetwarzania i przesyłania informacji (ICT) oraz cyfrowo sterowanej logistyki**. Zakłócenia w tych obszarach mogą spowodować gigantyczny kryzys, a dłuższe załamanie może wywołać krytyczną destrukcję społeczno-gospodarczą, chaos, i w perspektywie, kres cywilizacji.

CZŁOWIEK JAKO OSOBA, W ERZE CYFROWEJ

ODDZIAŁYWANIE INNOWACJI

Przed ćwierć wiekiem upowszechniło się spostrzeżenie, że o ile w dawnych czasach zawód był przekazywany z pokolenia na pokolenie, w XX wieku zdobywany był raz na całe życie, to obecnie nowy zawód trzeba zdobywać co kilka lat, lub stale rozszerzać swoje kompetencje w wybranej dziedzinie, aby nie zostać wyeliminowanym z rynku pracy. To stwierdzenie obrazuje **narastające w wyniku cyfryzacji tempo zmian środowiska życia i pracy**, które zmusza władze wszystkich szczebli do analizowania i przewidywania rozwoju sytuacji oraz podejmowania odpowiedzialnych działań.

Cyfryzacja i przenoszenie do Internetu masy różnych informacji oraz aplikacje, umożliwiające ich wykorzystanie powodują, że obecnie **pierwszym źródłem informacji stał się Internet**, a dzięki coraz bardziej inteligentnym przeglądarkom, wyszukiwanie informacji oraz ich analiza staje się nie tylko możliwa, ale i stosunkowo prosta oraz masowo dostępna. Tu jednak, podobnie jak w przypadku domów medialnych, występuje silna monopolizacja platform i dostawców usług, zapewniająca promowanie treści pożądaných przez ich właścicieli, a ograniczająca dostęp do treści uznanych za niewygodne. Pojawiające się ostatnio **systemy oparte na Big Data [4] i sztucznej inteligencji (AI) [5], pozwalają nie tylko wyszukiwać informacje, ale i inteligentnie je przetwarzać**, w sposób i w zakresie zadany przez człowieka. Oczywiście, zarówno dostępna dla AI baza wiedzy jak i niektóre reguły oceniania powodują, że systemy AI są nie zawsze obiektywne - mają wbudowaną poprawność poglądów, zawłaszcza w zakresie promowanych aktualnie trendów kulturowych i wiodącej ideologii.

Do niedawna **specjalizowane systemy AI osiągały świetne wyniki np. w zakresie rozpoznawania obrazów**, służąc do analizy zdjęć rentgenowskich czy analizy zdjęć satelitarnych, **ale postępy w zakresie prac nad uniwersalną AI były nie-**

wielkie. Lawinowy wzrost siły przetwarzania współczesnych komputerów w połączeniu z techniką głębokiego uczenia sieci neuronowych oraz dostępem do zbiorów Big Data znacznie rozszerza możliwości AI, aczkolwiek nie umożliwia jeszcze przetwarzania informacji w postaci symbolicznej i rozwiązywania zadań wymagających wieloetapowego rozumowania.[6]

Niezależnie od tego, **automatyzacja wielu czynności oraz liczne zastosowania AI mogą stanowić ogromne wyzwanie dla miejsc pracy** nie tylko szeregowych pracowników, zajmujących się jakąś formą inteligentnego przetwarzania danych, ale i dla wielu specjalistów. Takie wyzwanie było wyraźnie dostrzeżone jeszcze w XX wieku, w chwili pojawienia się dokumentu elektronicznego, który skłaniał do reorganizowania i przebudowy całego sektora administracji. W perspektywie musiało się to wiązać z podobnym efektem, jak automatyzacja przemysłu czy mechanizacja rolnictwa, a więc znacznym spadkiem zatrudnienia i zmianą wymaganych kwalifikacji. [7] Dzisiaj, kiedy zastosowanie współczesnych systemów AI otwiera przed organizacją systemów administracyjnych zupełnie nowe możliwości, ryzyko ubytku stanowisk pracy, nie tylko zresztą w administracji, staje się już dla wszystkich niemal namacalne. W wielu publikacjach **wymienione są nawet zawody, które zostaną wyparte przez AI i zawody, które z dużym prawdopodobieństwem mają przed sobą jeszcze jakieś perspektywy**. Zagadnienia te, oraz szerokie spojrzenie na Megatrendy następujących przemian, a także na ich wpływ na różne dziedziny życia i pracy, w tym na korzyści i zagrożenia z nimi związane, przedstawił **Klaus Schwab w swojej książce „Czwarta rewolucja przemysłowa”**. [8] Szczególnie wartościowa wydaje się jego analiza dotycząca głębokich zmian, jakie za sprawą techniki cyfrowej obejmują coraz więcej obszarów ludzkiej aktywności. 23 z nich, uznane za szczególnie istotne, zostały zestawione w przedmiotowej książce. Niezależnie od stanowiska, jakie możemy mieć wobec niektórych analiz i propozycji profesora Schwaba, są one niewątpliwie ważne i wymagają odrębnej, pogłębionej analizy. Takie technologie jak np. **blockchain, druk 3D, wzrok jako kanał informacyjny czy neurotechnologie** i szereg innych, wymienionych przez niego w książce, to jednak tylko wierzchołek góry lodowej obszarów przemian, które czy chcemy czy nie, staną się zapewne częścią naszej rzeczywistości.

Od wielu lat, w ramach prac badawczo-rozwojowych nad AI podejmowane są **próby budowy mikrokomputera o strukturze sieci neuronowej wzorowanej na budowie ludzkiego mózgu** oraz rozwijany jest nowy obszar prac nad rozpoznaniem i wykorzystaniem ludzkiego sposobu myślenia, zwany **„Cognitive computing”**. O ile początkowo AI była oparta na algorytmach tworzonych lub nadzorowanych przez człowieka, co umożliwiało analizę sposobu przetwarzania przez nią informacji i podejmowania decyzji, o tyle **technika deep learning i rozwinięte sieci neuronowe mogą wymykać się możliwościom analizy przez człowieka** sposobu „rozumowania” i „decydowania” przez AI. Powoduje to narastające poważne obawy, że jest to technika i technologia, która może wymknąć się spod kontroli i bardziej niż broń jądrowa, stać się możliwą przyczyną zagłady naszej cywilizacji. Jeśli takie

obawy wyrażał wybitny fizyk brytyjski Stephen Hawking a obecnie czyni to Elon Musk, to należy je traktować bardzo poważnie. Tak też, we właściwy sobie sposób, podeszła UE, uchwalając w Parlamencie Europejskim, 13 marca 2024 r. „AI Act”, czyli pierwszą na świecie regulację prawną normującą zagadnienia związane z pracami i aplikacjami AI. [9] Wychodząc naprzeciw zgłaszanym z wielu stron obawom, ograniczenia regulacyjne dotycząca każdej grupy AI są zależne od oceny jej potencjalnego ryzyka, przy czym systemy AI niedopuszczalnego ryzyka zostały, z pewnymi wyjątkami, zakazane.

Wiele wskazuje na to, że **zasadniczym czynnikiem ograniczającym tempo przemian może być zdolność ludzi do adaptacji oraz do odpowiedniej przebudowy relacji społecznych, aby je dostosować do warunków wymuszanych przez rozwój nowych technik i technologii.** Istotnym utrudnieniem procesu adaptacji może być zjawisko przenoszenia wielu kontaktów międzyludzkich do przestrzeni wirtualnej i odpersonalizowanie tych kontaktów. W rezultacie, u wielu osób może narastać poczucie izolacji i syndrom „samotności w tłumie”. Silna presja adaptacyjna może również prowadzić do wielu problemów psychicznych, psychologicznych i społecznych, związanych także z koniecznością radzenia sobie kolejnych pokoleń ze stałym napięciem i stresem, wynikającym z tej sytuacji, unikalnej w historii ludzkości.

Jednym z wyznaczników dojrzałości nowej techniki i technologii jest zapewnienie dostosowania jej interfejsów z człowiekiem do jego biologicznego uwarunkowań. Jeśli dotyczy to automatyzacji działania silnika czy linii produkcyjnej, to takie zastępowanie człowieka przez maszynę jest zwykle w pełni akceptowane i pożądane. Jeśli jednak dotyczy to spraw samych ludzi lub decyzji mogących mieć poważne implikacje (przykładowo: użycie broni lub podjęcie za człowieka takich decyzji jak wybór współmałżonka czy ryzykownej terapii), sprawa automatyzacji lub posługiwanie się bezkrytycznie systemami AI budzi poważne zastrzeżenia i obawy. Dotyczy to nie tylko sfery etycznej, ale i prawnej, zwłaszcza w zakresie odpowiedzialności AI za skutki podjętych przez nią działań.

Zasadniczym wyzwaniem, przed którym stoi człowiek jest sprawa tempa i zakresu zmian w sferze wzajemnego oddziaływania jakie występuje między człowiekiem a jego otoczeniem oraz między człowiekiem a innymi ludźmi. Człowiek jest istotą społeczną, więc do jego rozwoju i prawidłowego funkcjonowania potrzebne są nie tylko różnego rodzaju bodźce zewnętrzne, ale i bezpośrednie interakcje z innymi ludźmi. **Brak bodźców zewnętrznych dezintegruje psychikę człowieka a brak interakcji z innymi uniemożliwia jej prawidłowy rozwój.**

Równocześnie, **zmiana strumienia bodźców i informacji napływających do człowieka w wyniku upowszechnienia cyfryzacji i kanałów multimedialnych nie tylko zwiększa obciążenie informacyjne człowieka, ale i zmienia jego charakter.** Zmniejsza się nacisk na komunikację za pomocą dłuższych tekstów czy publikacji książkowych a zwiększa się rola obrazu i treści multimedialnych. **Ograniczać to może poziom kształtowania wyobraźni i inteligencji abstrakcyjnej, związanej z czytaniem dłuższych tekstów na korzyść**

bezpośredniego odbierania treści w postaci obrazu i dźwięku. Podobnie, stałe korzystanie z systemów nawigacyjnych zmniejsza poziom orientacji w przestrzeni oraz wpływa na obniżenie pamięci i wyobraźni przestrzennej, zwiększając uzależnienie użytkownika od pomocy tych systemów.

WYZWANIA INTERAKCJI – MECHANIZMY WPŁYWU I ODDZIAŁYWANIA NA MŁODE POKOLENIE


Szczególnie ważny dla prawidłowego ukształtowania człowieka w zakresie fizycznym i psychicznym jest cały naturalny cykl rozwojowy od okresu prenatalnego, aż do osiągnięcia pełnej dojrzałości fizycznej i psychicznej. Uważa się, że pełną dojrzałość psychiczną umożliwiającą podejmowanie stabilnych decyzji dotyczących całego życia osiąga się w wieku 25 lat, aczkolwiek w tym zakresie mogą być między poszczególnymi osobami duże różnice, spowodowane różnicami osobniczymi i/lub warunkami środowiskowymi. W rezultacie, jedne osoby stają się w pełni dojrzałe i stabilne w znacznie młodszym wieku, a inne nie osiągają tego stanu do końca życia. Ogólnie można jednak stwierdzić, że **okres życia do 25 lat jest okresem o szczególnej podatności na różne czynniki wpływające na kształtujące się jeszcze parametry psychofizyczne organizmu, cechy, zdolności, charakter i osobowość oraz siłę woli każdego człowieka. Z tego względu, wpływ innowacji cyfrowych może być na tą grupę wiekową szczególnie silny.**

Mimo, iż po przekroczeniu umownych 25 lat dalszy rozwój jest nadal możliwy, a kształtowanie woli i charakteru nadal oczekiwane, ale wymaga to znacznie większego wysiłku i zderza się z narastającymi procesami starzenia, które w miarę możliwości powinny być osłabiane i opóźniane. Temat zdrowego starzenia i zagadnienia wspomaganie opóźniania tego procesu z wykorzystaniem technik cyfrowych były przedmiotem zainteresowania ŚDTiSI 2022 i XXIII KOS, a zainteresowanych odsyłam do publikacji PTWT z 2022 r. [10]

Plastyczność neuronalna, zwłaszcza plastyczność neuronalna mózgu, to właściwość pozwalająca na stały proces kształtowania sieci neuronalnych organizmu. Wykonywanie różnych powtarzalnych czynności życiowych, ćwiczeń czy innych form przyswajania wiedzy i zdobywania umiejętności, powoduje naturalne budowanie w mózgu licznych powiązań i wpływa na sposób pracy sieci neuronów. Niezależnie od skomplikowanej natury tego procesu, przekłada się on na usprawnienie dalszego uczenia się i zdobywania zarówno teoretycznych, jak i praktycznych umiejętności, a przez to do dalszego oddziaływania na powiązania i funkcjonowanie sieci neuronalnych. Plastyczność neuronalna pozwala zarówno na zdobycie umiejętności odbierania i przetwarzania sygnałów, jak i podejmowania adekwatnych decyzji oraz koordynacji ich realizacji Zapewnia pewną adaptację mózgu i całego systemu nerwowego do potrzeb wynikających z aktywności organizmu. Oczywiście, stopień plastyczności mózgu zależy od wieku, a różne rodzaje inteligencji człowieka kształtują się na różnych etapach jego rozwoju. W star-

szym wieku plastyczność neuronalna jest już ograniczona, ale nawet w przypadkach poważnego uszkodzenia mózgu, systematyczne treningi pozwalają często na odzyskanie wielu utraconych umiejętności, przez przejęcie tych funkcji przez inne obszary mózgu.

Jednym z przykładów bardzo ważnego, obciążającego mózgu procesu uczenia się małego człowieka, rzutującego potem na jego funkcjonowanie, jest opanowanie bardzo trudnej czynności sprawnego chodzenia i biegania na dwóch nogach, której uczy się we wczesnym dzieciństwie. Opanowanie tego złożonego procesu sterowania i motoryki, stanowi tak intensywny wysiłek dla mózgu i całego systemu nerwowo-mięśniowego, że zauważalne jest wtedy czasowe spowolnienie lub nawet pewien regres, w rozwoju intelektualnym małego dziecka. W rezultacie, **ukształtowana w tym czasie i wykorzystywana w codziennym życiu struktura neuronalna zapewniająca sprawne przetwarzanie informacji i sterowanie realizacją podejmowanych decyzji, ma charakter bardzo trwały.** Przykładem zastosowania tej wiedzy w praktyce były prowadzone przed wielu laty prace studialne nad poruszaniem się istoty dwunożnej – bipeda. Miały na celu takie zaprojektowanie systemu sterowania samolotem, aby wymagał on od pilota takich samych czasów analizy sytuacji i reakcji, jakie wymaga sprawne chodzenie i bieganie. Skrócenie lub wydłużenie czasów reakcji w stosunku do wyuczonych w dzieciństwie wzorców, powodowało bowiem u pilotów szybkie zmęczenie i zwiększało liczbę wypadków. **Ergonomia zatrumfowała i urzędzenia zaczęto dostosowywać do wymogów fizjologicznych człowieka a nie na odwrót.**


Skoro system neuronalny człowieka i cały system nerwowo-mięśniowy posiada, zwłaszcza w okresie rozwoju bardzo dużą plastyczność, to jest on również bardzo podatny, zwłaszcza na docierające systematycznie, za pomocą różnych kanałów informacyjnych bodźce.

Skoro **system neuronalny człowieka i cały system nerwowo-mięśniowy** posiada, zwłaszcza w okresie rozwoju bardzo dużą plastyczność, **to jest on również bardzo podatny, zwłaszcza na docierające systematycznie, za pomocą różnych kanałów informacyjnych bodźce.** Istotna zmiana warunków życia, nauki i pracy wymusza pojawienie się procesów adaptacyjnych. Odbyma się ona na różnych płaszczyznach, ale często kosztem ograniczenia sprawności i umiejętności, powszechnych wśród osób z poprzedniego pokolenia. Adaptacja młodych osób do nowych warunków życia jest z jednej strony łatwiejsza, ze względu na brak dawniej kształconych nawyków, ale jednocześnie bardziej trwała i trudna do odwrócenia. Trzeba bardzo uważać, aby przez masowy rozwój kultury multimedialnych obrazków nie utracić zdolności do kształtowania wyobraźni i myślenia abstrakcyjnego a nawet do

czytania z uwagą i zrozumieniem dłuższych materiałów tekstowych.

W obszarze kształtowania funkcjonalności mózgu młodego pokolenia w naszej części świata szczególnie bulwersująca jest **rola ukierunkowanych na dzieci i młodych ludzi platform multimedialnych**, specjalizujących się w udostępnianiu bardzo krótkich „spotów”, przykuwających uwagę przeglądających je odbiorców przez wiele godzin dziennie. Może to powodować przebudźcowanie, szczególnie młodych osób oraz poprzez mechanizmy wykorzystujące zjawisko neuroplastyczności mózgu, oddziaływać trwale na jego funkcjonowanie z negatywnymi skutkami dla całej, poddanej temu oddziaływaniu, populacji. Niezależnie od szkodliwej jak się wydaje formy, treści przekazywane na tych platformach i podsuwane w ramach profilowania, mają niekiedy charakter pornograficzny, obsceniczny lub skłaniający do ryzykownych zachowań, co poprzez mechanizm neuroplastyczności może powodować trwałe zmiany w mózgu, utrwalające szkodliwe wzorce i prowadzące do głębokich uzależnień. **Oprócz bezpośrednich skutków zdrowotnych i uzależnień, przebudowa sieci neuronowych odbiorców może prowadzić również do pozbawienia ich zdolności skupienia uwagi na jednej sprawie przez czas dłuższy niż 1-2 minuty, blokując normalne procesy edukacyjne i zdolność do współpracy, niezbędnej do funkcjonowania w społeczeństwie.** Państwa, które dostrzegły ten problem, zadbały, aby skutecznie ograniczyć dostęp swoich dzieci i młodzieży do tego rodzaju platform, wydłużyć czas poszczególnych „spotów” a także spowodować właściwie tematycznie ukierunkowanie przekazywanych treści, udostępniając na platformie wartościowe treści edukacyjne i wychowawcze, zamiast treści szkodliwych.

Ważnym czynnikiem silnie wpływającym na rozwój dzieci i młodzieży jest **zastępowanie kontaktów rówieśniczych kontaktami internetowymi i aktywnością na portalach społecznościowych.** Wyraźnym znakiem takich procesów jest to, że często, już w szkole podstawowej dzieci na przerwie w szkole, w środkach komunikacji a nawet w domu, zamiast kontaktów między sobą wyciągają smartfony i przenoszą się do świata wirtualnego. W szybkiej perspektywie może to osłabić poziom socjalizacji dzieci i młodzieży a niekiedy powodować uzależnienia i zaburzenia osobowości. **Zbyttnia koncentracja na świecie wirtualnym może również ograniczać zdrowy wysiłek fizyczny a to z kolei może prowadzić do pogorszenia się sprawności fizycznej i kondycji psychicznej młodego pokolenia** w stosunku do pokoleń wcześniejszych.

WYZWANIA EDUKACJI I WYCHOWANIA W ERZE CYFROWEJ

W przeszłości **autorytetem dla dzieci byli rodzice i nauczyciele** a także grupy rówieśnicze a proces wychowania był możliwy dzięki naturalnej kontroli rodziców i wychowawców

nad dziećmi. Umożliwiała ona wczesne zauważenie problemów i podjęcie odpowiednich działań wychowawczych. Sprzyjały temu również kontakty między rodzeństwem i wspólne rozmowy przy stole lub przy wykonywaniu wspólnych codziennych obowiązków. Nie bez znaczenia dla wychowania miały również dobrze zorganizowane grupy rówieśnicze, takie jak harcerstwo czy kluby sportowe. Poważny pierwszy wyłom w tej zrównoważonej sytuacji nastąpił za sprawą pojawienia się w domu, na poczesnym miejscu nowego lokatora – telewizora, a za jego pośrednictwem licznych wytworów kultury masowej, promujących nie zawsze budujące wzorce. Zawędrowanie telewizorów do pokoi dzieci, jeszcze bardziej ograniczyło kontakty rodzinne i nadzór rodziców nad oglądanymi przez dzieci i młodzież treściami.

Wprowadzenie komputerów osobistych i telefonów komórkowych, tabletów i smartfonów, stanowiło kolejny krok, który faktycznie pozbawił rodziców informacji o kontaktach i sposobie korzystania przez dzieci z różnych urządzeń elektronicznych do poznawania i komunikacji ze światem. Zmniejszyła się aktywność wychowawcza również grup rówieśniczych, a dla dzieci, a zwłaszcza młodzieży, głównym autorytetem stał się Internetowy influencer lub poznana w Internecie osoba, której tożsamość może być łatwo sfabrykowana. W taki to sposób rodzice, moralnie i prawnie odpowiedzialni za wychowanie dzieci i inne środowiska i instytucje pełniące funkcje wspierające wychowanie dzieci i młodzieży, zostali w większości pozbawieni warunków pozwalających im prawidłowo wywiązać się ze swojego zadania.

Świat cyfrowy, poprzez wiele dostępnych aplikacji dostarcza użytkownikowi Internetu, zwłaszcza mobilnego, stałych bodźców o charakterze informacji i/lub rozrywki. Aby przyciągnąć i zainteresować odbiorców, jest w nim wiele „stymulatorów” adrenaliny, kortyzolu lub dopaminy, co nie tylko tworzy warunki do powstawania uzależnień, ale również, dla uzyskania stałego efektu, zmusza do stałego podwyższania poziomu bodźców, wpływając destrukcyjnie na psychikę, zwłaszcza młodych ludzi.

Dzieci i młodzież w Polsce zostali również silnie dotknięci izolacją wprowadzoną w ramach walki z SARS-CoV-2, **gdy masowo, na długie okresy czasu** (od 25 marca 2020 r. do końca roku szkolnego i od 24 października 2020 również praktycznie do końca roku szkolnego), **wprowadzono zdalne nauczanie.** Mimo dużego wysiłku z każdej strony, **pojawiły się bardzo negatywne skutki związane nie tylko z zaległościami w przyswajaniu wiedzy, ale i z pogorszeniem zdolności uczniów do koncentracji uwagi i przyzwyczajaniem do stałego bodźcowania, jakie spotykają na portalach społecznościowych.** Powszechne stało się przeciążenie związane z nadmiernym korzystaniem z urządzeń elektronicznych i stałym dostępem do sieci oraz **pogłębiły się problemy, również psychiczne,** zwłaszcza wśród tych dzieci i młodzieży, którzy mieli już pewne problemy z komunikacją społeczną i funkcjonowaniem w grupie rówieśniczej.

Edukacja wymaga relacji, bliskości i zindywidualizowanego kontaktu, zarówno z nauczycielami, jak i z grupą rówieśniczą, czego, na skutek wyłącznie zdalnej edukacji, powszechnie zabrakło. **Człowiek jest istotą społeczną i zastąpienie,**

zwłaszcza na etapie szkolnym, kontaktów bezpośrednich kontaktami wirtualnymi musiało odbić się negatywnie na rozwoju społecznym dzieci. Z drugiej strony, nasza edukacja nareszcie dostrzegła, że **nauczanie w warunkach społeczeństwa informacyjnego, to nie tylko pracownia komputera i nauczanie programowania, a rozsądne zastosowanie ICT do wspomaganie nauczania praktycznie wszystkich przedmiotów, na różnych etapach całego procesu edukacji.** Okres pandemii spowodował zrozumienie tego faktu, co skutkowało zaangażowaniem w wykorzystanie technik cyfrowych wielu aktywnych nauczycieli, szybkim rozwojem różnych pakietów programowych związanych ze wspomaganie nauczania oraz większym upowszechnieniem gier edukacyjnych. Równocześnie, powoli dociera do administracji szkolnej świadomość, że zdalny dostęp właściwie i z umiarem zastosowany, może być korzystny i bardzo użyteczny. Może, przykładowo, umożliwiać okresowe zdalne uczestnictwo w lekcjach dzieci chorych, które muszą zostać w domu, a w przeciwnym razie, musiałyby same nadrobić zajęcia, opuszczone w czasie choroby.

Edukacja i wychowanie kolejnych pokoleń oraz przygotowanie ich w możliwie najlepszy sposób do życia w nowych czasach społeczeństwa informacyjnego, to jedno z podstawowych i niezbywalnych zadań każdego odpowiedzialnego społeczeństwa i narodu. Przenoszenie starych wzorców do nowych czasów może mieć wielkie znaczenie w sferze świadomości, historii, tożsamości, języka i kultury oraz wartości i postaw, ale nie w sferze natłoku encyklopedycznej wiedzy, technik, narzędzi czy przenoszenia stereotypów, wypracowanych w poprzednich epokach. Stąd konieczność kształtowania osób zdolnych nie tylko do szybkiego przyswajania i aktualizacji wiedzy, ale i rozumiejących zmiany techniczne i procesy społeczne; potrafiących logicznie analizować rzeczywistość, odróżniając przyczynę od skutku i wyciągać z faktów prawidłowe wnioski; potrafiących nie tylko logicznie myśleć, ale i posiadać zdolność korzystania z abstrakcyjnych pojęć, umożliwiającą zarówno rozumienie istniejących idei jak i kreowanie nowych. Mając takie podstawy, będą mogły bardziej bezpiecznie wkraczać w nowy, cyfrowy świat społeczeństwa informacyjnego a starsze pokolenie będzie mogło mieć świadomość właściwego wywiązania się z obowiązku międzypokoleniowej solidarności.

BEZPIECZNY ROZWÓJ SPOŁECZNY I GOSPODARCZY W ERZE CYFROWEJ

Zasadnicza zasada wprowadzona do medycyny przez Hipokratesa zakładała, że lekarz w pierwszym rzędzie nie powinien szkodzić. Wprowadzając nowe techniki i technologie trzeba zatem podejmować wszelkie niezbędne wysiłki, aby ważyć korzyści i straty oraz szanse i zagrożenia. **Stąd zasadniczym wyzwaniem staje się nie maksymalizacja wybranych parametrów rozwojowych, a dążenie do optymalizacji działań, uwzględniające równowagę między korzyściami i kosztami realizowanej transformacji, czyli sprostać wyzwaniu zrównoważonego, bezpiecznego rozwoju.**

Mając na względzie bezpieczny rozwój społeczno-gospodarczy, postulowany również w Agendzie Zrównoważonego Rozwoju, zagadnieniu nie tylko nowych możliwości, ale i wymogu zapewnienia bezpieczeństwa cywilizacji cyfrowej, trzeba by poświęcić szczególnie dużo uwagi. Ze względu na sygnalny charakter niniejszego tekstu, będą w nim przedstawione jedynie wybrane problemy i wyzwania, ilustrujące naturę i powagę tych kluczowych dla przyszłości zagadnień.

Rozwój cywilizacji cyfrowej, obok wielu, często powszechnie rozgłaszanym pozytywow i nowych możliwości, wynikających z usieciowienia i globalizacji, powoduje jednak powstawanie szeregu zmian, które mogą negatywnie wpływać na pojedynczego człowieka i całą społeczność. Do zmian tych należy również **pogłębienie uzależnienia ludzkości od nieprzerwanych dostaw energii elektrycznej, cyfrowej komunikacji i międzykontynentalnych sieci kooperacyjnych, a więc i międzykontynentalnego transportu.**

Potencjalne skutki załamania się systemu dostaw energii elektrycznej w Europie (w wyniku sabotażu, dotyczącego cyfrowych komponentów systemu sterowania), zostały w bardzo obrazowej, literackiej formie, **przedstawione w wydanym przed dziesięciu laty bestsellerze Marca Elsberga „Blackout”**. [11] Jest to pozycja, która stanowiąc do pewnego stopnia prawdopodobny scenariusz ewentualnościowy, powinna być przestudiowana przez wszystkich odpowiedzialnych za bezpieczeństwo cyfrowe i energetyczne kraju, **a wnioski z tej lektury powinny być poważnie wzięte pod uwagę.**

Bardzo wartościowa pod względem ostrzegawczym jest również kolejna książka tego autora **zatytułowana „ZERO”** [12] **przedstawiająca ryzyko jakie może wynikać z pewnych zastosowań okularów pozwalających na rozszerzenie świadomości oraz** ilustrująca w fabularnej formie, **realną groźbę uzależnienia od cyfrowego wsparcia w podejmowaniu codziennych, indywidualnych decyzji i przejęcia kontroli nad ludźmi.** W rezultacie, takiego uzależnienia, pozbawiające człowieka osobistego wyboru i odpowiedzialności, daje możliwość sterowania i manipulacji człowiekiem na niewyobrażalną jeszcze dzisiaj skalę.

Omówienie ryzyka technicznego związanego z cyfryzacją było przedmiotem mojego opracowania z lutego 2012 r. **zatytułowanego „Wybrane wyzwania dla systemu bezpieczeństwa państwa wynikające z powszechnej cyfryzacji kluczowych obszarów jego aktywności (ze szczególnym uwzględnieniem aspektu techniczno-technologicznego)”**. [13] W kolejnym roku zostało ono w swej zasadniczej treści wydane drukiem w zbiorze opublikowanym przez wyd. Wolters Kluwer Polska. Rozwinięcie niektórych elementów tego opracowania stało się w 2013 r. podstawą dla przygotowania wprowadzenia do XIV KOS [14] i szerokiej dyskusji nad poruszonymi w tym wprowadzeniu zagadnieniami.

Niestety, mimo upływu czasu i kolejnych zmian ekip rządowych, **wiele z poruszonych we wszystkich tych materiałach treści pozostaje aktualnych do dzisiaj, a waga ryzyka, wynikającego z zaniedbań w tym obszarze niebezpiecznie wzrasta.** Było to sygnalizowane w kolejnych materiałach związanych z KOS a szerokie omówienie wyzwań z tym związanych zawiera opracowanie wprowadzenia do KOS

2021 zatytułowane **„Przyspieszenie transformacji cyfrowej w trudnych czasach – wezwanie ITU na 2021 r. Accelerating digital transformation in challenging times”**. [15]

Od lat, kolejne pomysły i działania w Polsce były w zbyt dużym stopniu, ukierunkowane na **realizację wizji przyszłości za bardzo wypełnioną nowymi, cyfrowymi gadżetami nad którymi nie mamy jednak dostatecznej kontroli, co może przybliżyć nas do bolesnego zderzenia z twardą rzeczywistością.** Wdrażając nie do końca przebadane w Kraju urządzenia i systemy, czy wprowadzając rozwiązania nad którymi technicznie nie panujemy, **uzależniamy się ponad miarę od dostawców i usługodawców zewnętrznych. Nie dość, że często przekazujemy im przy okazji dostęp do istotnych danych, co już samo w sobie może być ryzykowne, to jeszcze nie mamy żadnej pewności, że dostawcy nie zapewnią sobie przynajmniej backdoor-ów do przekazanych systemów, oraz, czy w warunkach kryzysowych będziemy mieli zapewnione niezbędne usługi. Eliminując tradycyjne systemy, bez wprowadzenia odpowiedniej procedury awaryjnej opartej na technice, nad którą całkowicie panujemy, narażamy się na kłopoty, które wcześniej czy później muszą nadejść.** Dotyczy to w szczególności takich systemów jak wyłącznie elektroniczna forma identyfikacji, płatności, poświadczenia kwalifikacji i szeregu innych funkcjonalności, których nagłe wyłączenie może sparaliżować istotne funkcje państwa, gospodarki i społeczeństwa.

Kolejnym zagadnieniem wartym zasygnalizowania jest związane z ryzykiem technicznym, **ryzyko związane z utratą przez państwa suwerenności technicznej i technologicznej nad procesami i systemami niezbędnymi do funkcjonowania społeczeństwa i gospodarki.** Optymalizacja projektowania i produkcji wielu wyrobów w skali światowej doprowadziła do lokowania pojedynczych kompetencji w niewielu miejscach świata i zastąpienie sieci kooperacyjnych znajdujących się głównie wewnątrz jednego państwa, grupy państw a nawet kontynentu, globalnymi sieciami kooperacyjnymi. **W rezultacie, wszystkie państwa w większym lub mniejszym stopniu przestały być w stanie same zabezpieczyć swoje potrzeby i stały się uzależnione od globalnych sieci dostaw.** Ze względu na koszty produkcji i coraz lepiej wykwalifikowaną siłę roboczą, centrum produkcyjnym świata stały się Chiny i państwa Azji południowo-wschodniej, gdzie w ramach „troski o klimat” przeniesiono (również z UE) i ulokowano praktycznie wszystkie energochłonne gałęzie przemysłu i wiele innych, z nowoczesną elektroniką, również elektroniką przemysłową, na czele. Kilka lat temu zwróciły na to uwagę środowiska niemieckich stowarzyszeń technicznych skupione w VDE, wysuwając propozycję podjęcia działań dla uzyskania suwerenności technicznej i technologicznej w ramach UE. **Zgodnie z ich opiniami, już dzisiaj praktycznie wszystkie dziedziny przemysłu i gospodarki korzystają nie tylko z komponentów i półproduktów pochodzących z Azji, ale nawet utrzymanie linii produkcyjnych z różnych branż wymaga dostaw modułów, części zamiennych i podzespołów eksploatacyjnych z dalekiego wschodu.** Sprawa jest tym trudniejsza, bo **w krajach UE może już brakować wiedzy inżynierskiej i wykonawczej, pozwalającej na zaprojektowanie i wykonanie niezbędnych maszyn, urządzeń czy podzespołów.**

Immanentną **cechą techniki cyfrowej jest to, że nie daje ona możliwości bezpośredniego (za pomocą ludzkich zmysłów) dostępu do zgromadzonych informacji i danych, a do ich odczytania i przetwarzania wymagana jest cała gama specjalistycznych urządzeń. Urządzenia te wymagają zaawansowanej i często niedostępnej w kraju technologii** a ich rozwiązania są zazwyczaj chronione ogromną liczbą patentów i innych praw własności przemysłowej albo prawami autorskimi. Ponieważ od czasu wynalezienia pisma, dokumenty sporządzane w postaci zapisów na różnych nośnikach informacji były łatwo odczytywane wzrokowo przez dostatecznie dużą liczbę osób a w razie potrzeby odpowiednio powielane. W tej formie była i jest przechowywana w archiwach wiedza ludzkości i jedynie fizyczne zniszczenie wielu miejsc jej redundantnego przechowywania lub drastyczne ograniczenia w dostępie, mogły zniekształcić posiadaną wiedzę i spowodować regres cywilizacji. Ponadto, występowanie wielu egzemplarzy tych samych dokumentów w różnych miejscach sprawiało, że ewentualne ich poprawianie w jednym miejscu lub na jednym obszarze świata, nie spowoduje zafałszowania całej zawartości tej bazy. Przeniesienie wszystkich informacji do przestrzeni cyfrowej radykalnie zmienia tę sytuację.

Zgromadzone zasoby cyfrowe są dostępne wyłącznie w postaci zapisów na nośnikach informacji, których fizyczna lokalizacja w przypadku przetwarzania w chmurze nawet nie jest do końca znana. **Ich udostępnienie zależy zatem od woli operatora chmury i podmiotów udostępniających swoje zasoby pamięci jak również od sprawnego Internetu.** W ten sposób **łatwo możemy stracić dostęp do informacji, dotyczącej całej naszej działalności**, którą realizowaliśmy w oparciu o przetwarzanie chmurowe nad którym nie mamy faktycznie żadnej kontroli. Nawet, jeśli zasoby te są ulokowane na terenie państwa, które je wytworzyło, to nośniki elektromagnetyczne nie są wieczne. Trzeba je okresowo odtwarzać i na nowo zapisywać na nowe nośniki, aby nie utracić zawartej na nośnikach informacji. Tymczasem postęp w zakresie zapisu i odczytu informacji jest tak duży, że potrzebujemy coraz to nowych urządzeń i nośników, aby utrzymać istniejące zbiory a to wiąże się z nowymi kosztami związanymi często z monopolistyczną pozycją specjalistycznych dostawców sprzętu i oprogramowania. Ponadto, taka **konieczność okresowego przepisywania na nowe nośniki może rodzić pokusę korekty zgromadzonych informacji pod kątem aktualnie obowiązującej poprawności politycznej, co może pozbawiać społeczeństwo dostępu do własnej historii, a więc i uderzać w podstawowy element jego tożsamości.**

Ważnym czynnikiem jest wspomniana już **zasada „Sui Generis”**. Powiada ona, że właścicielem bazy danych jest ten kto ją zbudował, a nie ten, kto dostarczył do niej dane. **W ten sposób społeczeństwo i państwo, jeśli lekkomyślnie udostępni swoje najcenniejsze zasoby danych, może stracić nad nimi kontrolę i podlegać w zakresie dostępu do nich reglamentacji o ekonomicznym lub politycznym charakterze.** Ponadto, znajdujące się poza jurysdykcją państwową dane mogą być dowolnie przetwarzane i służyć do różnorodnych analiz, na co społeczeństwo, którego te dane dotyczą może nie mieć żadnego wpływu. Dotyczy to przykładowo danych z polskich ksiąg wieczystych, których informacje można dzisiaj uzyskać odpłatnie z bazy danych znajdującej się na zagranicz-

nym serwerze, a jest to zasób kluczowych informacji majątkowych dotyczących własności naszych obywateli.

WYZWANIE ZMIANY MODELU CYWILIZACJI

Niezależnie od tego w jaki sposób potoczy się nasza historia, wszystko wskazuje na następowanie wielkich zmian cywilizacyjnych, których już jesteśmy świadkami, a które w jeszcze większym stopniu będzie dotykało młodego pokolenia. Zagadnienia te były poruszane wielokrotnie na spotkaniach KOS a ich syntetyczne omówienie zawiera publikacja z 2021 r. [15]

Rozwój cyfryzacji, a w najbliższym czasie masowe wdrażanie systemów opartych na AI spowoduje zmniejszenie zapotrzebowania na kosztowną pracę ludzką w bardzo wielu specjalnościach i zawodach, a nowe zawody i specjalizacje mogą nie zrekomensować utraty dotychczasowych miejsc pracy. **W skali światowej a przynajmniej w skali UE należałoby podjąć działania, które zmienią sposób patrzenia na pracę ludzką, w tym na pracę najemną i przedsiębiorczość oraz na kapitał a także na pracę maszyn. Należałoby również przejść w ocenie stopnia rozwoju gospodarki ze wskaźnika PKB na jakiś lepszy wskaźnik**, zachęcający w większym stopniu do oszczędnego gospodarowania środkami i ograniczenia nadmiernie rozbudowanej kooperacji produkcji. **To jednak znacznie wykracza poza możliwości pojedynczego państwa i z tego względu, nie będzie przedmiotem naszych dalszych rozważań.**

Przygotowanie dzieci i młodzieży do obecnych i spodziewanych w przyszłości wymagań, zmusza do ich właściwego rozpoznania. Na podstawie tego rozpoznania, obejmującego niezbędne w przyszłości kompetencje oraz cechy charakteru, ciekawość świata, siłę woli, umiejętność pracy nad sobą, stawiania sobie celu osobistego i grupowego oraz zdolności do jego osiągnięcia, woli działania dla poszerzenia obszaru wiedzy, prawdy, dobra i piękna oraz dbałości o dobro wspólne, historię, język i kulturę narodową, umiejętność rozwoju i stałego kształcenia się, **należy postawić przed systemem edukacji i wychowania konkretne zadania, dotyczące w szczególności kształtowania oczekiwanej sylwetki absolwentów.** Pozwoli to zbudować efektywny, dostosowany do predyspozycji osobowych wynikających z wieku i zdolności, model systemu edukacji i wychowania oraz niezbędnego wszechstronnego wsparcia, w tym psychologicznego, o charakterze permanentnym. Wydaje się, że system taki powinien zwiększać odporność na stres indywidualny i społeczny oraz ułatwiać kształtowanie postaw prospołecznych, otwartych na zmiany i stały odpowiedzialny rozwój.

Cywilizacja „obrazkowa” czy „multimedialna” wypiera dorobek cywilizacji „literackiej”, co wymaga poważnego zadbania, aby młode pokolenia nie utraciły kontaktu ze spuścizną poprzednich pokoleń. Stąd w procesie kształcenia konieczność zwrócenia uwagi na zdobycie umiejętności czytania ze zrozumieniem dłuższych tekstów i rozwój wyobraźni, również wyobraźni przestrzennej. Konieczne jest także podjęcie starań, aby w systemie wychowawczym i edukacyjnym **rozwick u młodych zdolność do wzajemnych, bezpośrednich interakcji i wspólnego rozwiązywania bardziej złożonych problemów.** Szczególną uwagę należy

zwrócić na kształtowanie inteligencji emocjonalnej u dzieci i młodzieży, aby była ona wszechstronnie rozwinięta. Szczególnie ważne jest również to, że **kształcenie powinno zwrócić szczególną uwagę na rozwinięcie u dzieci i młodzieży inteligencji abstrakcyjnej (kognitywnej), pozwalającej analizować, syntetyzować i wykorzystywać informację oraz posługiwać się abstrakcyjnymi pojęciami – myśleć logicznie i twórczo**. Przyjmuje się, że w tym przypadku ważne jest „okno wiekowe”. W starszym wieku trudno odrobić zaniedbania w tym zakresie i uzyskać znaczące efekty.

Upowszechnienie zdalnego dostępu do informacji i różnorodnych usług, zdalnej pracy a czasem i zdalnej nauki sprawia, że w coraz większym stopniu nasze miejsce zamieszkania może być oddalone od głównej siedziby naszego miejsca pracy, a nasz dom czy mieszkanie może być zdalnym stanowiskiem pracy. W tej sytuacji następuje oderwanie od modelu funkcjonowania społeczeństwa ukształtowanego głównie w XIX i XX wieku, kiedy to wielkie firmy wydobywcze, przemysłowe, handlowe czy biura, funkcjonowały w jednym miejscu a każdy pracownik, aby wykonywać swoją pracę musiał przebywać na jej terenie. Odmieszczenie stanowisk pracy następowało stopniowo, ale powoli i dopiero impuls, jakim były ograniczenia związane z Covid 19, przełamał wiele stereotypów i przyzwyczajęń. W rezultacie, nawet w bardzo tradycyjnych instytucjach **możliwość pracy zdalnej na wielu stanowiskach służbowych stała się bardzo realna a czasem nawet pożądana przez samego pracodawcę**. Te zmiany w mentalności ludzi, regulacjach prawnych i zwyczajach powoduje, że w pewnym sensie, ludzkość cofa się do standardu z epoki przedprzemysłowej, gdy wiele czynności związanych z pracą było wykonywanych w domu lub w jego pobliżu a rola kontaktów rodzinnych i społeczności sąsiedzkiej była zdecydowanie większa niż w erze przemysłowej.

Wzrastająca teledostępność i zmiana modelu pracy powoduje, że życie na dobrze skomunikowanej z metropolią wsi lub w miasteczku posiadającym niezbędną infrastrukturę, może być nie tylko tańsze i zdrowsze, ale i bardziej atrakcyjne dla ludzi w różnym wieku, a szczególnie dla rodzin z dziećmi. W warunkach Polski, daje to możliwość uratowania, unowocześnienia i dobrego wykorzystania posiadanych zasobów lokalowych oraz stworzenia dobrych warunków do rozwoju wielu małych i średnich miejscowości.

W tej sytuacji należy nie tylko uwzględnić to w procesie kształcenia i wychowania, ale i przemyśleć rozwiązania systemowe, które będą zapobiegały wzrostowi liczby osób trwale pozbawionych pracy i utrzymujących się z różnej formy zasiłku. W pierwszym rzędzie należy przykładowo:

• **Uznać proces wychowania i wykształcenia dzieci za inwestycję prorozwojową**, za udział w której, jedno lub oboje rodzice mogą otrzymać wynagrodzenie a nie demoralizujący zasiłek i mieć dodaną odpowiednią liczbę lat lub kwotę za opiekę nad każdym dzieckiem, wliczone do okresu emerytalnego. Alternatywą byłoby wprowadzenie tzw. płacy rodzinnej. Specjalne dodatki powinny być wprowadzone dla rodziców zarówno dzieci bardzo zdolnych jak i dzieci szczególnej troski z możliwością przeznaczenia tych środków na wspomaganie rozwoju lub rehabilitację dziecka.

• **Uwzględnić dzieci będące na wychowaniu do wyliczania wymiaru podatku dochodowego rodziców**, wprowadzając podatek „rodzinny”. Pozwoliłoby to na znaczne podwyższenie progu dochodowego dla rodzin wielodzietnych, co miałyby dla nich ogromne znaczenie.

• Rozważyć **formy wsparcia dla osób opiekujących się osobami z poważną niepełnosprawnością związaną również z wiekiem**.

• **Wspierać inicjatywy lokalne i środowiskowe związane z samopomocą, rozwojem kultury, budową tożsamości historycznej oraz wychowaniem dzieci i młodzieży**.

• Korzystając z możliwości jakie dają **współczesne techniki cyfrowe należy wykorzystać je do rozwoju polskiego szkolnictwa za granicą na wszystkich poziomach**. W nauczaniu w Kraju jak i za granicą należy rozwijać zainteresowanie językiem, historią i całą kulturą Ojczyzną w takim kierunku, aby uczniowie i absolwenci nie byli tylko odbiorcami tej kultury, ale uczestnikami jej poznawania i rozwoju.

• **Działania w poruszonych powyżej obszarach powinny mieć systemowo spójny charakter** i być w inteligentny sposób wspierane wszechstronnym oddziaływaniem medialnym z wykorzystaniem wszystkich dostępnych instrumentów miękkiego oddziaływania.

Sprawa zadbania o kolejne pokolenia, stanowiąc jedno z podstawowych założeń zrównoważonego rozwoju, jest ze względu na sytuację demograficzną Polski sprawą pilną i konieczną. Nie jest prawdą, że obecna sytuacja pojawiła się nagle i w sposób nieoczekiwany. To niestety wynik zaniedbań kolejnych naszych polityków, co najmniej od połowy lat siedemdziesiątych ub. wieku, czyli od półwiecza. Wtedy lat prognozy demograficzne wskazywały już na groźny scenariusz z jakim mamy obecnie do czynienia, Dużą winę za to ponosi myślenie kategorią najbliższych wyborów, które doprowadziło nas na skraj przepaści, na której się obecnie znajdujemy. Równocześnie, wielu polityków zamiast tworzyć satysfakcjonujące miejsca pracy w Polsce, chwaliło się, że udało im się zmniejszyć bezrobocie, wysyłając szereg roczników młodych ludzi za granicę, gdzie łatwo adaptując się do lokalnych warunków i asymilując, „podratowali” starzejące się społeczeństwa UE. Dziś nie mamy już ani czasu, ani tak dużego potencjału młodych ludzi, ale tym bardziej należy szybko podjąć działania, aby odwrócić spiralę wymierania polskiego społeczeństwa i przywrócić mu jego żywotność i siłę. Trzeba to zrobić własnymi siłami, tworząc również warunki do powrotu do Ojczyzny, a nie próbować podmieniać społeczeństwo, sprowadzając zbyt duże grupy trudno asymilujących się kulturowo i słabo naturalizujących się osób.

SPOŁECZEŃSTWO – WARUNKI PRZETRWANIA

Jedno ze znanych praw Murphiego twierdzi, że **„jeśli coś może pójść źle, to pójdzie”**, co skłania myślących ludzi do przygotowania się na różne ewentualności przebiegu zdarzeń, w tym również te najgorsze. Wszechobecne wnikanie techniki i technologii cyfrowych do wszystkich obszarów życia i pracy powoduje tak wielkie przeobrażenia dotychcza-

sowego świata, że **ukształtowane od wieków oceny ryzyka i sposoby jego ograniczania stają się nieadekwatne do powstającej na naszych oczach rzeczywistości.** Wynika to bowiem **z krytycznego uzależnienia funkcjonowania współczesnego świata od dostaw energii elektrycznej, Internetu i sprawnej logistyki.**

Cyfryzacja w obszarze ICT otworzyła wrota dla globalnych organizacji i tworzenia obejmujących cały świat sieci kooperacyjnych, wymagających nie tylko stałej wymiany informacji, ale i sprawnego, bezpiecznego transportu. W związku z optymalizacją sieci produkcyjnych i logistycznych upowszechniła się technika „Just in time”, minimalizująca zapasy i obniżająca łączne koszty produkcji, ale jednocześnie uwalniającą cały system na ew. niespodziewane zakłócenia w logistyce lub produkcji. Jak już wspomniano, poszukiwania optimum globalnego dla inwestycji powoduje pominięcie w rozwoju wielu optimum lokalnych powodując koncentrację inwestycji i rozwój wybranych obszarów świata kosztem pozostałych.

Podobna sytuacja dotyczy wielu różnych sektorów, w tym tak ważnych do przetrwania ludności jak produkcja i dostawy żywności, farmaceutyków czy paliw. Koncentracja produkcji materiałów siewnych i węgłu zwierząt, środków ochrony roślin i specjalistycznych maszyn czy leków, powoduje uzależnienie produkcji rolnej od wielkich dostawców, ograniczając jednocześnie różnorodność biologiczną. Produkcja rolno-spożywcza staje się nie tylko uzależniona od wielkich graczy rynkowych i ich polityki, ale i podatna na pojawienie się chorób, z którymi zbliżone genetycznie organizmy mogą sobie nie poradzić.

W tej sytuacji, warunkiem przetrwania społeczeństwa w razie powstania różnorodnych zdarzeń nadzwyczajnych, mogących poważnie zakłócić globalną maszynę gospodarczą, wydaje się być odpowiednio sterowany powrót do rozsądnej lokalności. Zadbania o to, aby oprócz globalnych systemów masowych, funkcjonowały również, znacznie bardziej odporne na światowe zakłócenia, liczne produkcyjne i usługowe systemy lokalne. Taki postulat pojawia się już w Polsce, ale świadomość znaczenia tej idei dla przyszłości nie jest jeszcze dostatecznie duża, aby zachęcając jednych do jej poparcia, skłaniała innych do wprowadzenia niezbędnych, systemowych regulacji i działań. Jednym z możliwych kierunków działań byłoby **wprowadzenie odpowiednio skalowanego ryzyka do rachunku ekonomicznego i taka polityka** koncesyjna i podatkowa, **która wyrównałaby szanse i spowodowała, że inwestycje lokalne, zwłaszcza w dziedzinie krytyczne dla przetrwania ludności w sytuacjach kryzysowych, mogłyby być równie atrakcyjne jak inwestycje globalne a budowa lokalnych sieci kooperacyjnych byłaby korzystna również ekonomicznie.** W celu przeprowadzania odpowiednio pogłębionych analiz i szacowania efektów ekonomicznych, **powinien być rozwinięty i szeroko stosowany w praktyce rachunek ciągłony.**

Uzależnienie od Internetu stanowiącego usługę globalną, zmusza do rozważenia takich rozwiązań, które pozwoliłyby na jego funkcjonowanie w warunkach nadzwyczajnych. **Niezależnie od tego, konieczne jest w szczególności zachowanie alternatywnych (nie cyfrowych) metod identyfikacji osobowej, płatności (gotówka) i wprowadzenie warunków**

Poruszane w 2013 i 2014 r. przez środowiska skupione wokół SEP tematy są nie tylko nadal w dużym stopniu aktualne, ale nawet nabierają szczególnego znaczenia również w obszarze elektroenergetyki.

dla awaryjnego funkcjonowania placówek handlowych i usługowych, aptek, i różnych służb bez dostępu do Internetu. Nie panując w pełni nad siecią i stosowaną technologią cyfrową, nie wolno nam w pełni uzależnić od niej swojego funkcjonowania, zwłaszcza w obszarach dla państwa i społeczeństwa wrażliwych.

Niezależnie od działań mających zmniejszyć nasze uzależnienie od krytycznych dla naszej cywilizacji usług i zasobów, niezbędne jest zadbanie o organizację społeczeństwa w warunkach poważnych zakłóceń. W dzisiejszych czasach trzeba być gotowym nie tylko na możliwe katastrofy naturalne o różnym charakterze, ale również na działania o charakterze dywersyjnym lub terrorystycznym, wynikające z celowych działań różnych ośrodków, działających również pod fałszywą flagą. W tym celu, niezależnie od odpowiedniej gotowości wojsk operacyjnych i przeszkolonych rezerw, **powinien być rozwinięty i przygotowany zarówno system obrony cywilnej, jak i siły obrony terytorialnej, zdolne do zabezpieczenia bezpieczeństwa i porządku oraz warunków do funkcjonowania niezbędnej infrastruktury i podstawowych usług.** Powinien on mieć silne struktury lokalne, zdolne do autonomicznej reakcji i działania, a różne potencjalne scenariusze wydarzeń powinny być opracowywane, analizowane i ćwiczone.

Potwierdzając stałą gotowość skupionych w SEP i wokół SEP środowisk, a zwłaszcza specjalistycznego Oddziału Elektroniki, Informatyki Telekomunikacji im. Prof. Groszkowskiego, do dialogu i wsparcia działań politycznych i administracyjnych oraz prac analitycznych, zmierzających do zapewnienia bezpiecznego rozwoju w Polsce Społeczeństwa Informacyjnego, pragniemy przypomnieć trzy **wyzwania szczególne, które były przedmiotem obrad KOS w 2013 r.**, a które w znacznej części zachowują swoją aktualność i zachęcić do podjęcia w tym zakresie konstruktywnego dialogu:

„WYZWANIE 1

Celowość dysponowania na potrzeby struktur państwowych podziemną światłowodową siecią szkieletową, znajdującą się pod pełną kontrolą państwową na poziomie wszystkich warstw modelu odniesienia OSI (norma ISO 7498), od warstwy fizycznej do warstwy aplikacji włącznie; wykorzystanie tej sieci do budowy systemu ICT – teleinformatycznego wsparcia administracji państwowej; uwzględnienie tej sieci, jako jednego z ważnych elementów struktury bezpieczeństwa narodowego.

WYZWANIE 2

Niezbędność posiadania i rozwoju kompetencji w zakresie elektroniki profesjonalnej i systemów ICT jako zasadniczych komponentów współczesnych systemów obronnych i bezpieczeństwa

narodowego; obniżenie kosztów opracowań; niezbędne wsparcie na poziomie fizycznym działań w cyberprzestrzeni.

WYZWANIE 3

Postulat rozwoju kompetencji i rozszerzenia zadań państwowego dozoru technicznego oraz koordynacji działań w tym zakresie, stosownie do potrzeb w obszarze systemów, mogących mieć znaczenie dla funkcjonowania systemów technicznych niezbędnych dla państwa i społeczeństwa w warunkach ich cyfryzacji."

Przeprowadzona w Sali Kolumnowej Sejmu RP dyskusja z udziałem zaproszonych ekspertów wykazała zasadność stanowiska zawartego we wprowadzeniu do dyskusji oraz celowość jego uwzględnienia w polityce państwowej. W trakcie dyskusji prowadzonych 1,5 roku później, w ramach **pierwszej części II Kongresu Elektryki Polskiej**, na sesjach plenarnych i poświęconych cyberbezpieczeństwu sesjach roboczych, rozwinęto dyskusję nad poruszonymi na KOS zagadnieniami. Stwierdzono m. in. że: **„Obszarem ryzyka dla bezpieczeństwa energetycznego kraju może być bezpieczeństwo teleinformatycznych systemów sterowania i zarządzania infrastrukturą elektroenergetyczną.”** Uznano również, że: **„problem cyberbezpieczeństwa staje się krytyczny dla bezpieczeństwa państwa.”** Podejmując temat konkretnych wniosków, wynikających z w/w stwierdzeń i propozycji działań, zauważono następnie, iż: **„Oprócz działań w zakresie tworzenia sił i środków w obszarze cyberbezpieczeństwa niezbędne jest zapewnienie bezpiecznej infrastruktury teleinformatycznej kluczowych instytucji państwowych oraz infrastruktury krytycznej. Niezbędne jest również zapewnienie zdolności do reakcji fizycznej w skali lokalnej.”** Podkreślono również, że taka **„Bezpieczna infrastruktura teleinformatyczna winna być oparta na wydzielonej fizycznie homogenicznej sieci telekomunikacyjnej w pełni kontrolowanej przez państwo.”**

Poruszane w 2013 i 2014 r. przez środowiska skupione wokół SEP tematy są nie tylko nadal w dużym stopniu aktualne, ale nawet nabierają szczególnego znaczenia również w obszarze elektroenergetyki. Cyfryzacja zarządzania siecią elektroenergetyczną i intensywny montaż cyfrowych liczników energii elektrycznej u odbiorców końcowych postępuje, a uwzględnienie wyzwania związanego z wieloma aspektami cyberbezpieczeństwa sieci, wydają się być jeszcze w dużym stopniu przed nami. Z tego względu zagadnienia bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej, której ważną częścią jest bezpieczeństwo infrastruktury elektroenergetycznej, stanowią jednym z głównych obszarów dziedzinowych IV Kongresu Elektryki Polskiej, który będzie obradował w Poznaniu w dniach 6-7 czerwca 2024 r.

Niezależnie od spotkań i dyskusji środowiskowych, podejmowanie działań i inicjatyw na rzecz bezpiecznego, zrównoważonego rozwoju społeczeństwa informacyjnego w Polsce, ma krytyczne znaczenie dla kształtu przyszłości i powinno znaleźć właściwe miejsce w szerokim, społecznym dialogu. W tej ważnej debacie, zarówno SEP, jak i Naczelna Organizacja Techniczna (NOT), a także Sekcja Technicznych SEP oraz liczne środowiska skupione od ćwierć wieku wokół Konferencji Okrągłego Stołu „Polska w drodze do Społeczeństwa Informacyjnego” gotowe są aktywnie uczestniczyć. ●

LITERATURA

- [1] Andrzej M. Wilk „Telekomunikacja oraz techniki informacyjne i komunikacyjne: źródła i siły napędowe innowacyjności”, DOI: 10.15199/59.2015.5.1 PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY, ROCZNIK LXXXVIII, nr 5/2015 str. 557 – 565
- [2] Andrzej M. Wilk „ICT wobec celów Agendy 2030 Tele KOS Tradycja i współczesne wyzwania”, DOI 10.15199/59.2020.4–5.1 PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY, ROCZNIK 2020, nr 4-5/2020 str. 61 –67
- [3] <https://www.unic.un.org.pl/strony-2011-2015/zrownowazony-rozwoji-i-cele-zrownowazonego-rozwoju/2860>
- [4] Zagadnienie ujęte we wprowadzeniu do KOS 2017: Andrzej M. Wilk „Big Data for Big Impact – aktualnym wyzwaniem stojącym przed Polską” DOI: 10.15199/59.2017.5.1 PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY WIADOMOŚCI TELEKOMUNIKACYJNE nr 5/2017 str. 129 – 134
- [5] Zagadnienia omówione we wprowadzeniu do KOS 2018: Andrzej M. Wilk „Sztuczna inteligencja – wyzwaniem XXI wieku” DOI: 10.15199/59.2018.5.1 PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY nr 5/2018 str. 105 – 111 oraz w artykule: Andrzej M. Wilk Sztuczna Inteligencja – szansa czy ryzyko? Przegląd Techniczny Gazeta Inżynierska Rocznik 2020 zes. 25-26, nr katalogowy: 129351
- [6] <https://kognitywistyka.uwb.edu.pl/component/k2/item/406-sieci-neuronowe>
- [7] „Państwo w dobie Społeczeństwa Informacyjnego – perspektywa strategicznych przemian”, Andrzej M. Wilk, rozdział w opracowaniu zbiorowym „INTERNET 2000 prawo-ekonomia-kultura” pod redakcją Ryszarda Skubisza, wyd. Verba, Lublin 2000
- [8] Klaus Schwab „Czwarta rewolucja przemysłowa” Wydawnictwo Studio Emka (aktualizacja danych i informacji do 2018 r.
- [9] https://www.europarl.europa.eu/topics/pl/article/20230601STO_93804/akt-ws-sztucznej-inteligencji-pierwsze-przepisy-regulujace-ai
- [10] Andrzej M. Wilk „Techniki cyfrowe na rzecz osób starszych i zdrowego starzenia się – wyzwanie ITU na 2022 r. Digital technologies for older persons and healthy ageing”, DOI: 10.15199/59.2021.2.1 PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY WIADOMOŚCI TELEKOMUNIKACYJNE ROCZNIK XCI nr 2/2022 str. 34 - 43
- [11] Marc Elsberg „BLACKOUT” W.A.B. 2015 (pierwsze niemieckie wydanie z 2012 r opatrzone z podtytułem „Morgen ist es zu spät” - „Jutro będzie za późno”). Co ciekawe, polskie wydania opatrzone dopiskiem” To może wydarzyć się naprawdę” oraz uspokajającym podtytułem o treści „najczarniejszy scenariusz z możliwych”
- [12] Marc Elsberg „ZERO” W.A.B., 2016, z podtytułem „Z sieci nigdy nie znikniesz” i „Oni wiedząco robisz” (wyd. niemieckie 2014)
- [13] Andrzej M. Wilk „Wybrane wyzwania dla systemu bezpieczeństwa państwa wynikające z powszechnej cyfryzacji kluczowych obszarów jego aktywności (ze szczególnym uwzględnieniem aspektu techniczno-technologicznego)”. rozdział w tomie „NOWOCZESNE SYSTEMY ŁĄCZNOŚCI I TRANSMISJI DANYCH NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA SZANSE I ZAGROŻENIA” redakcja naukowa: Andrzej R. Pach, Zbigniew Rau, Michał Wągrowski, (str. 681 – 719), wyd. Wolters Kluwer Polska SA 2013 r.
- [14] Andrzej M. Wilk „Polska w drodze do społeczeństwa informacyjnego wirtualny świat a realne bezpieczeństwo”, PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY ROCZNIK LXXXVI nr 5/2013 str. 6 – 14
- [15] Andrzej M. Wilk „Przyspieszenie transformacji cyfrowej w trudnych czasach – wezwanie ITU na 2021 r. Accelerating digital transformation in challenging times” PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY WIADOMOŚCI TELEKOMUNIKACYJNE ROCZNIK XC nr 2/2021 str. 5 – 14.

Sanityzacja informacji w bezpilotowych systemach ewakuacji medycznej w kontekście kształtowania świadomości sytuacyjnej pola walki

Information sanitization in unmanned medical evacuation systems in the context of battlefield situational awareness formation

STRESZCZENIE: Artykuł koncentruje się na kluczowej roli sanityzacji informacji w kontekście bezpilotowych systemów ewakuacji medycznej, szczególnie podczas operacji na polu walki. Analizuje znaczenie procesów filtrowania, analizy i przetwarzania danych taktycznych w ramach systemu MEWA MED, mających na celu zapewnienie sprawnego koordynowania działań i szybkiego reagowania na sytuacje zagrożenia.

Ponadto, artykuł prezentuje potencjał oraz aktualny poziom zaawansowania prac przemysłu w obszarze sanityzacji danych, oraz możliwości współpracy bezpilotowych systemów ewakuacji medycznej z bramami międzysystemowymi. Dodatkowo omawia funkcjonalności Modułu MEWA MED, rozszerzonego o elementy charakterystyczne dla systemów klasy BMS, co pozwala na lepsze zrozumienie synergii między tymi technologiami i ich potencjalnego wpływu na efektywność działań na polu walki.

SŁOWA KLUCZOWE: bezpilotowe systemy ewakuacji medycznej, sanityzacja informacji, świadomość sytuacyjna na polu walki, MEWAMED, przetwarzanie danych

ABSTRACT: The article focuses on the key role of information sanitization in the context of unmanned medical evacuation systems, particularly during battlefield operations. It analyzes the importance of the processes of filtering, analyzing and processing tactical data within the framework of MEWAMED systems, aimed at ensuring efficient coordination of operations and rapid response to emergency situations.

In addition, the article presents the potential and current level of progress of the industry in the area of data sanitization, and the possibility of cooperation of unmanned medical evacuation systems with inter-system gateways. In addition, it discusses the functionality of the MEWAMED Module, expanded to include elements specific to BMS-class systems, which allows for a better understanding of the synergies between these technologies and their potential impact on the effectiveness of battlefield operations.

KEYWORDS: unmanned medical evacuation systems, information sanitization, battlefield situational awareness, MEWAMED, data processing

mgr inż. DAMIAN KACPROWICZ,
KenBIT Sp. z o.o.

FUNKCJONALNOŚCI SYSTEMÓW KLASY BMS

Podstawową funkcjonalnością systemów klasy BMS jest dostarczenie dowódcom różnych szczebli od plutonu po dywizję informacji o sytuacji na polu walki:

- położenie wojsk,
- stan zasobów np. paliwa, amunicji,
- możliwość wezwania posiłków czy opieki medycznej,
- wezwania wsparcia artyleryjskiego czy zapoznania się z informacjami z rozpoznania.

Najważniejszą funkcjonalnością jest aktualny obraz sytuacji taktycznej z wykorzystaniem protokołu wymiany informacji DEM (*Data Exchange Mechanism*) programu MIP (*Multilateral Interoperability Programme*) oraz możliwość śledzenia położenia wojsk własnych za pomocą protokołów rodziny BFT (*Blue Force Tracking*) w tym NFFI (*NATO Friendly Force Information*) oraz FFI (*Friendly Force Identification*).

Pozycja obiektów na cyfrowych podkładach mapowych w oprogramowaniu BMS powinna aktualizować się automatycznie budując świadomość sytuacyjną pola walki – pozwolić na uniknięcie bratobójczego ognia. Inną podstawową funkcjonalnością systemu klasy BMS jest czat taktyczny do szybkiej wymiany wiadomości tekstowych. Za pośrednictwem radiowej łączności wąskopasmowej możemy przesyłać informacje między obiektami związku taktycznego (w ramach batalionu czy brygady) np. poinformowanie całego ugrupowania o alarmie dotyczącym ataku rakietowego czy jego odwołaniu.

Systemy tego typu pozwalają raportować oraz zgłaszać informacje o przeciwniku, wysłać komunikaty dotyczące wsparcia artyleryjskiego (format *Call For Fire*), czy wysłać komunikaty MEDEVAC (9 liner) do poinformowania o konieczności ewakuacji rannych z pola walki. System informatyczny powinien pozwolić na wymianę wszelkich informacji o teatrze działań – dając możliwość przewagi informacyjnej na współczesnym polu walki.

SANITYZACJA

Sanityzacja danych odgrywa istotną rolę w dzisiejszym środowisku cyfrowym, zwłaszcza w kontekście oprogramowania klasy BMS (Systemy Zarządzania Polem Walki). Proces ten obejmuje szereg praktyk i technik mających na celu zapewnienie integralności, poufności oraz dostępności danych, szczególnie w obszarze zastosowań militarnych.

W ramach sanityzacji danych w oprogramowaniu klasy BMS wymagana jest współpraca między producentami oprogramowania, a jednostkami obronnymi. Wspólna praca nad zapewnieniem optymalnej ochrony danych oraz efektywnego wykorzystania systemów zarządzania polem walki ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa narodowego oraz skuteczności działań wojskowych.

Techniki sanityzacji danych obejmują m.in. kategoryzację, czyszczenie, maskowanie i dezinformację. Kategoryzacja polega na przypisaniu odpowiednich etykiet do danych, określających ich poziom poufności i dostępności. Czyszczenie danych polega na usuwaniu niepożądanych elementów, które mogłyby narazić system na ryzyko ataku lub naruszenie. Maskowanie danych polega na zastąpieniu rzeczywistych danych zanonimizowanymi lub zaszyfrowanymi odpowiednikami, aby zachować ich poufność. Dezinformacja to celowe wprowadzenie fałszywych informacji, aby wprowadzić w błąd potencjalnych przeciwników.

Wdrażanie skutecznych praktyk sanityzacji danych w oprogramowaniu klasy BMS wymaga ciągłego rozwoju i doskonalenia. Jest to zadanie wymagające współpracy między sektorem publicznym a prywatnym oraz ciągłej edukacji i świadomości w zakresie bezpieczeństwa informacji.

Bezpilotowe systemy ewakuacji medycznej stają się coraz bardziej istotne w kontekście nowoczesnej wojny i operacji pokojowych. Jednakże, efektywne funkcjonowanie tych systemów wymaga odpowiedniej zarówno infrastruktury technicznej, jak i procesów zarządzania informacją medyczną, jak i taktyczną. W tym kontekście, przykładem może być projekt MEWA MED, który jest ważnym krokiem w kierunku poprawy interoperacyjności i efektywności działań medycznych na polu walki.

Projekt modułu ewakuacji medycznej MEWA MED finansowany jest przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu badań naukowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa pn. Rozwój nowoczesnych, przełomowych technologii służących bezpieczeństwu i obronności państwa, pk. SZAFIR. Wartość projektu wynosi 17 865 198 zł.

Moduł ewakuacji medycznej MEWA MED integruje różne komponenty technologiczne, takie jak drony, platfor-

my kołowe i oprogramowanie do zarządzania informacją, w celu zapewnienia szybkiej i skutecznej reakcji na sytuacje medyczne na polu walki. Jednakże, efektywne działanie tych systemów wymaga również odpowiedniej sanityzacji informacji.

Sanityzacja informacji odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu, że przekazywane dane są dokładne, zrozumiałe i niezawodne. W kontekście systemu MEWA MED, sanityzacja obejmuje procesy filtrowania, analizy i przetwarzania danych taktycznych, aby zapewnić ich odpowiednią użyteczność dla personelu kierującego misją ewakuacji.

Sanityzacja danych odgrywa istotną rolę w dzisiejszym środowisku cyfrowym, zwłaszcza w kontekście oprogramowania klasy BMS (Systemy Zarządzania Polem Walki).

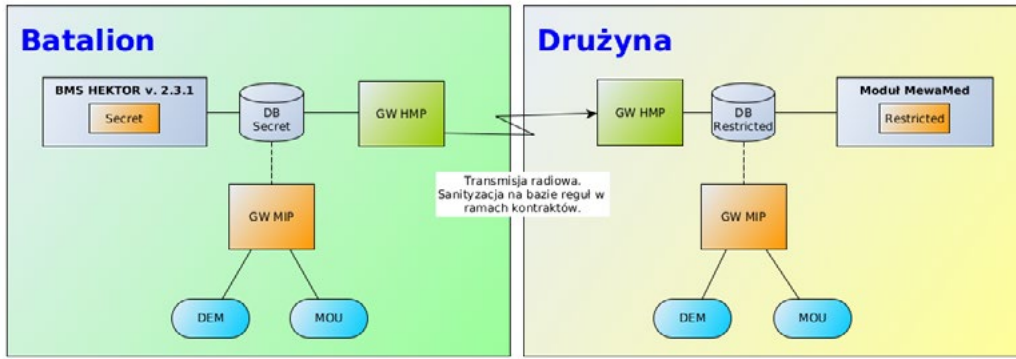
W przypadku ewakuacji medycznej, informacje muszą być przetwarzane w czasie zbliżonym do rzeczywistego, aby umożliwić szybkie podejmowanie decyzji dotyczących priorytetów medycznych, bezpieczeństwa personelu i efektywnego wykorzystania zasobów medycznych. Dlatego też, bezpilotowe systemy ewakuacji medycznej muszą być wyposażone w zaawansowane algorytmy i narzędzia do sanityzacji informacji aby mogły być wpięte w rzeczywiste zautomatyzowane systemy dowodzenia. Wysokie poziomy tajemności na wyższych szczeblach dowodzenia zablokowałyby możliwość zastosowania modułu ewakuacji medycznej w warunkach działań bojowych bez zastosowania sanityzacji informacji.

WSPÓŁPRACA MODUŁU MEWAMED Z BRAMAMI MIĘDZYSYSTEMOWYMI

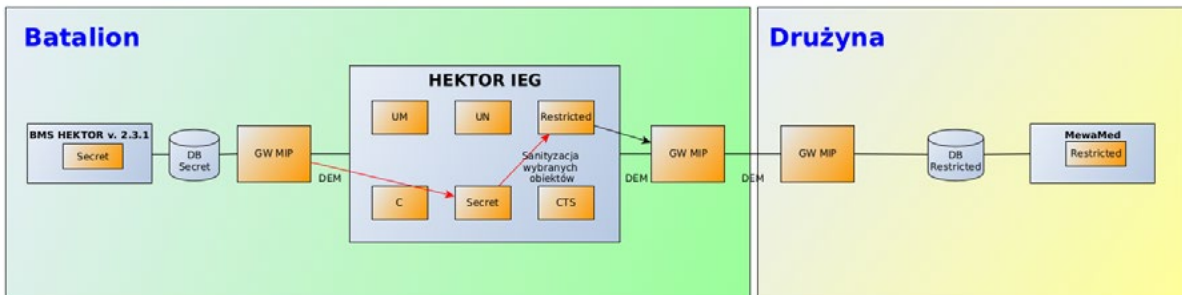
Aby oprogramowanie MEWAMED osiągnęło interoperacyjność, powinno być zdolne do wymiany informacji taktycznych zarówno za pomocą łączności wąskopasmowej, jak i przewodowej.

Brama międzysystemowa powinna umożliwiać selektywną wymianę informacji poprzez wykorzystanie protokołu DEM programu MIP, a interfejs użytkownika powinien zapewniać wyświetlanie przesyłanych informacji oraz ich selektywne przypisanie dla określonych kierunków. Ta funkcjonalność jest niezwykle istotna, umożliwiając świadome udostępnianie informacji na polu walki zgodnie z zasadą wiedzy uzasadnionej dla konkretnych kierunków działań. Ponadto, kluczowym aspektem jest również poinformowanie sił w rejonie działań o własnym położeniu, aby zminimalizować ryzyko przypadkowego ostrzału ze strony własnych sił.

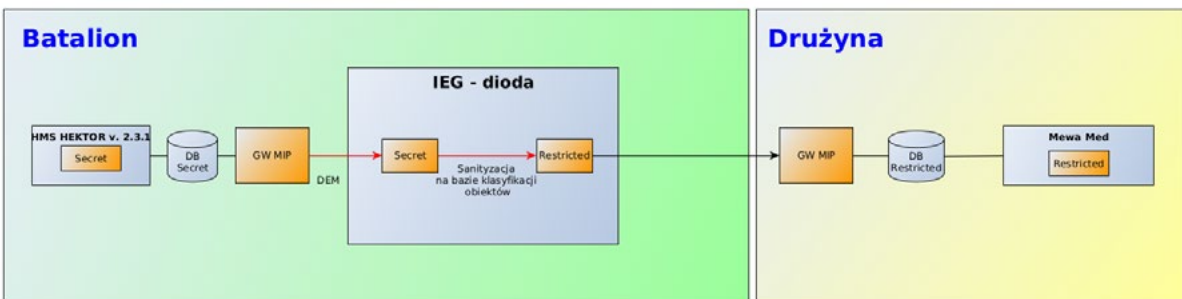
Przykłady modelowych scenariuszy pracy Modułu Mewa MED z udziałem mechanizmów sanityzacji



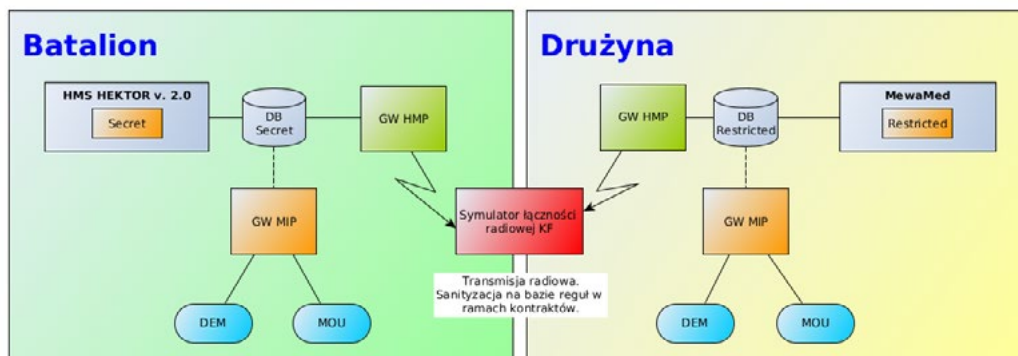
- **Scenariusz 1** – Rozwinięcie stanowiska dowodzenia Modułu Mewa MED poziomu drużyny oraz stanowiska batalionu wymieniając dane pomiędzy nimi za pośrednictwem wbudowanych mechanizmów filtracji informacji na bazie kontraktów w protokole dla połączeń radiowych (ograniczenia widoczności poszczególnych obiektów, ograniczenia widoczności obszarów w ramach linii rozgraniczeń, ograniczenia widoczności określonych typów obiektów).



- **Scenariusz 2** – Rozwinięcie stanowiska dowodzenia Modułu Mewa MED poziomu drużyny oraz batalionu wymieniając dane pomiędzy nimi za pośrednictwem bramy międzysystemowej zapewniając możliwość sanityzacji informacji (ograniczenia widoczności wybranych obiektów, ograniczania widoczności zawartości informacyjnej poszczególnych obiektów).



- **Scenariusz 3** – Rozwinięcie stanowiska dowodzenia Modułu Mewa MED poziomu drużyny oraz batalionu wymieniając dane pomiędzy nimi za pośrednictwem diody międzysystemowej zapewniając możliwość sanityzacji informacji na bazie klasyfikacji obiektów (ograniczenia widoczności wybranych obiektów, ograniczania widoczności zawartości informacyjnej poszczególnych obiektów).



- **Scenariusz 4** – Rozwinięcie stanowiska dowodzenia Modułu Mewa MED poziomu drużyny oraz batalionu wymieniając dane pomiędzy nimi za pośrednictwem diody międzysystemowej zapewniając możliwość sanityzacji informacji na bazie reguł w ramach kontraktów (ograniczenia widoczności wybranych obiektów, ograniczania widoczności zawartości informacyjnej poszczególnych obiektów).

- **Dane** przykładowe wymieniane w trakcie badania koncepcji wymiany informacji:

- wymiana informacji z wykorzystaniem protokołu przeznaczonego do łączności wąskopasmowych;
- przesyłanie sygnałów alarmowania i ostrzegania;
- przesyłanie zobrazowanej sytuacji taktycznej na podkładzie mapowym;
- monitorowanie położenia wojsk własnych (BFT);
- monitorowanie położenia i ruchu wojsk przeciwnika;
- możliwość wymiany informacji tekstowej;
- możliwość przesyłania plików;
- generowanie i zobrazowanie meldunków i raportów;
- edytowanie i przesyłanie informacji zebranych z czujników pokładowych.

PODSUMOWANIE

W kontekście bezpilotowych systemów ewakuacji medycznej, sanityzacja informacji odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu skutecznej reakcji na zagrożenia medyczne na polu walki. Projekt MEWA MED, poprzez integrację różnych technologii i procesów zarządzania informacją taktyczną, stanowi ważny krok w kierunku poprawy interoperacyjności i efektywności działań medycznych w warunkach bojowych. Sanityzacja danych w oprogramowaniu klasy BMS wymaga ciągłej uwagi i innowacji. Współpraca między producentami oprogramowania a jednostkami obronnymi oraz ciągłe doskonalenie praktyk i technik sanityzacji danych są kluczowe dla skutecznego funkcjonowania systemów zarządzania polem walki i zapewnienia bezpieczeństwa narodowego. ●

Prenumerata 2024

ZAMÓWIENIA



22 840 35 89

prenumerata@sigma-not.pl

www.sigma-not.pl

www.przegladtelekomunikacyjny.pl



WYDAWNICTWO SIGMA-NOT



Przegląd

TELEKOMUNIKACYJNY

WIADOMOŚCI TELEKOMUNIKACYJNE

Telekomunikacja optyczna kurczy Ziemię

Optical communications shrinks the Earth

Obszar telekomunikacji optycznej jest otoczony ze wszystkich stron wielkimi odkryciami, głównie z fizyki, matematyki, także z chemii i inżynierii materiałowej, za które przyznano wiele nagród Nobla. Korzystając z takich mniej licznych większych i bardzo licznych mniejszych odkryć zbudowano przez ostatnich kilkadziesiąt lat zaawansowany obszar zupełnie nowej tele-

prof. dr hab. inż. RYSZARD S. ROMANIUK,
Instytut Systemów Elektronicznych,
Politechnika Warszawska

STRESZCZENIE: Być może niektórym inżynierom, nawet tym bliższym telekomunikacji, może wydawać się, że foton już skończył rewolucjonizować telekomunikację. Osiągnięto przecież tak wiele. Pojedynczy światłowód przenosi obecnie terabity danych. Nic bardziej błędnego. Jeśli mówimy o pojawiającym się standardzie Ethernetu terabitowego TbE, a standard Eth jest jednak ciągle łączony raczej z sieciami lokalnymi, to jakie przepływności będą stosowane w maszynowych sieciach transportowych, w sieciach szkieletowych, w tzw. rurach optycznych. Nie tylko z zachłanności, ale i z potrzeby technicznej szukamy więcej pasma. To poszukiwanie pasma optycznego odbywa się ciągle wieloma drogami, niekoherentnymi i koherentnymi, klasycznymi i kwantowymi, a ogólnie metodami wykorzystującymi zadziwiająca właściwości fotonu. W artykule, który być może rozwinię się w cykl jeśli znajdzie zainteresowanie Czytelnika, spróbujmy przyglądnąć się niektórym, coraz bardziej wyrafinowanym, metodom poszukiwania pasma. Niektóre z kierunków poszukiwań pasma są oczywiste, gdyż wskazują na nie znakomite osiągnięcia poprzednie, które nadal można poprawić. Takim masywnym kierunkiem badań, o już nieco wydeptanych ścieżkach, jest radiofotonika, termin analogiczny do radioelektroniki – gdzie podstawą jest nauka i inżynieria częstotliwości. Perspektyw dla wielu innych kierunków nie znamy. Może są ślepyimi ścieżkami. Poszukiwanie potencjalnego ukrytego pasma optycznego to nie zabawa w Sherlocka Holmesa, to nauka łącząca fizykę, matematykę, fotonikę, elektronikę, telekomunikację, i naszą badawczą intuicję. To bez wątpienia nauka, dla odkrywcy tego pasma, na następnego Nobla.

SŁOWA KLUCZOWE: telekomunikacja optyczna, sieci optyczne, telekomunikacja światłowodowa, światłowody, lasery telekomunikacyjne, terabity

ABSTRACT: Perhaps to some engineers, even those closer to telecommunications, it may seem that the photon is already done revolutionizing the telecommunications. After all, so much has been achieved. A single optical fiber now carries terabits of data. Nothing could be further from the truth. If we are talking about the emerging TbE terabit Ethernet standard, and the Eth standard is still connected rather to local networks, what bit rates will be used in massive transport networks, backbone networks, huge optical pipes. Not only out of greed, but also out of technical need, we are looking for more bandwidth. This search for the optical band is still carried out in many ways, incoherent and coherent, classical and quantum, and generally methods that use the amazing properties of the photon. In the article, which may develop into a series if it finds the reader's interest, let's try to look at some of the increasingly sophisticated methods of searching for the bandwidth. Some of the directions for exploring the bandwidth are obvious, as they point to excellent previous achievements that can still be improved. Such a massive field of research, with some well-trodden paths, is radiophotonics, a term analogous to radioelectronics - where the basis is frequency engineering. We do not know the prospects for many other directions. Maybe they are dead ends. Searching for a potential hidden optical band is not a game of Sherlock Holmes, it is a science combining physics, mathematics, photonics, electronics, telecommunications, and our research intuition. This is undoubtedly a serious research area, and for the discoverer of this hidden bandwidth, the next Nobel Prize award.

KEYWORDS: optical communication, optical networks, optical fibre communications, optical fibre, communications lasers, terabits

komunikacji. Elementarny system telekomunikacji optycznej może zawierać lasery półprzewodnikowe, fotodiody, światłowody pasywne, światłowody aktywne, modulatory, sprzęgacze, konektory, transceivery, liniowe i nieliniowe komponenty optyczne, multiplexery, fotoniczne układy scalone, lokalne i dalekosiężne kable optyczne, optyczne łącza otwarte, optyczne łącza satelitarne, przezroczyste sieci optyczne, a w przyszłości optyczne sieci kwantowe, itp.

Telekomunikacja optyczna, a w tym światłowodowa podąża cały czas zdecydowanie w kierunkach integracji elektronicznej/optycznej, optycznej/fotonicznej, standaryzacji, systemowej efektywizacji energetycznej i obniżenia kosztów, zwiększenia pasma i niezawodności, zwiększenia efektywności wykorzystania pasma, zmniejszenia stopy błędów, koherencji optycznej i kwantyzacji, itp. Ogólnie mówiąc, wymienione wysiłki badawcze i techniczne idą w kierunku zwiększenia efektywności wykorzystania gigantycznego, i jeszcze tylko częściowo wykorzystanego, potencjału telekomunikacji optycznej.


NARZĘDZIA TELEKOMUNIKACYJNE W DOMENACH PRZESTRZENI I ENERGII DO OPTYCZNEGO KURCZENIA NASZEJ PLANETY

Umówmy się na potrzeby niniejszych rozważań, że najważniejszym czynnikiem kurczącym Ziemię jest pasmo telekomunikacyjne, zdawałoby się trywialna liczba wyrażona w hercach. Pasma to widmo, widmo to energia ale i informacja. Energia i informacja to różne twarze entropii. Przy znacznych wartościach energii i informacji sprawa się komplikuje. Nie da się wykorzystać całego pasma. Nakłada się wiele różnych ograniczeń fundamentalnych, niefundamentalnych, ale krytycznych, i jeszcze więcej, także ważnych, niekrytycznych i technicznych, związanych z różnymi komponentami systemu funkcjonalizującego dostępne pasmo.

Przyglądnijmy się z kilku różnych stron wysiłkom funkcjonalizacji widma optycznego. Być może już zaczęliśmy wchodzić na taki poziom funkcjonalizacji pasma, że zaczynamy kurczyć Ziemię. A więc nie tylko samym pasmem telekomunikacja żyje, ale w praktyce bardziej efektywnością jego funkcjonalizacji. Na początek historii optycznego kurczenia naszej planety wybieramy dwa tematy. W ewolucji standardu SFP/SFP+, i jego uzupełnieniu o zwielokrotnienie częstotliwościowe, falowe WDM, jak w zwierciadle odbija się warstwa techniczna i komercyjna walki o pasmo. W ewolucji zastosowań techniki fotonicznego zwielokrotnienia przestrzennego SDM, na razie tylko w domenie wielomodowej w światłowodach LMF i wielordzeniowej w światłowodach MCF, i efektywnym połączeniu tych domen w światłowodach LM-MCF, jak w zwierciadle odbija się warstwa naukowa i zaawansowana naukowo-techniczna walki o pasmo. To w tym ostatnim obszarze połączonych hybrydowo domen przestrzeni i częstotliwości SDM/WDM bije się światowe rekordy przepływności w pojedynczym światłowodzie.

Ale to nie koniec walki o pasmo w potężnej domenie przestrzeni. Mówimy czasami, że ta domena przestrzeni posiada

nawet charakter pierwotny wobec domeny energii. Pamiętać należy, że foton wśród swoich kwantowych stopni swobody posiada przestrzeń. Połączenie domen przestrzeni i energii tworzy dla telekomunikacji światłowodowej coś w rodzaju zespolonej wielowymiarowej przestrzeni Hilberta, gdzie dysponujemy teoretycznie nieskończoną liczbą unitarnych


Telekomunikacja optyczna, a w tym światłowodowa podąża cały czas zdecydowanie w kierunkach integracji elektronicznej/optycznej, optycznej/fotonicznej, standaryzacji, systemowej efektywizacji energetycznej i obniżenia kosztów, zwiększenia pasma i niezawodności, zwiększenia efektywności wykorzystania pasma, zmniejszenia stopy błędów, koherencji optycznej i kwantyzacji, itp.

stanów ortonormalnych. Działa to tak, że w osobnych podprzestrzeniach w domenie przestrzeni tworzymy wielkie zbiory częstotliwościowych stanów ortonormalnych. Pasma staje się w idealnej warstwie teoretycznej nieskończone. A w warstwie fizycznej pasmo jest ograniczone kwantowo, szumowo i technicznie. W warstwie logicznej zbudowanej na warstwie fizycznej możliwa jest utrata części zasobów na takie procesy jak konieczność korekcji błędów, zapewnienie odpowiedniej jakości transmisji, i wyżej w stosie oprogramowania łącza i sieci, także jakości usług.

GORĄCZKOWE POSZUKIWANIA PASMA I SPOSOBÓW ZASPOKOJENIA POPYTU

Poszukiwanie pasma ogólnie, a optycznego w szczególności, jest problemem złożonym, wielowarstwowym, naukowym na poziomie podstawowym, ale i stosowanym, także naukowo-technicznym i wręcz tylko technicznym, przemysłowym. Pasma optyczne zawiera najwięcej zasobów, ale trzeba pamiętać o jego sprawniej granularyzacji. Granularyzacja funkcjonalizuje pasmo na różnych poziomach jego wykorzystania. Tych poziomów jest wiele. Na tym etapie można sporo tracić efektywności wykorzystania pasma. Jest wiele etapów przetwarzania pasma na których można tracić sprawność i widmową i energetyczną. Żeby mieć co zagospodarowywać i ewentualnie nic ze zdobyczy nie tracić, najpierw jednak trzeba to pasmo w pełni zrozumieć i okiełznać.

Ulubioną częstotliwością telekomunikacji światłowodowej jest dość szeroka okolica wokół 1,6 PHz. Zaczniemy od potencjalnych granicznych wartości pasma. Klasyczną metodą einsteinowską, czyli przy pomocy Gedankenexperiment zbudujemy efektywny, fotoniczny system transmisyjny transformujący bardzo sprawnie 1 Hz tego pasma w 1 kbps możliwej do przesłania informacji. Od razu mamy potencjalną przepływność 1,6 Ebps. Jak takie gigantyczne pasmo

funkcjonalizować? A jeśli dzisiaj mamy systemy wykorzystujące 20 THz pasma zagregowanego z różnych poziomów procesów granularyzacji, powielania i multipleksowania i tak sprawnie przetwarzamy to pasmo jak wymieniono to dostajemy przepływność 20 Pbps. Dlaczego tak trudno ocenić potencjalnie praktycznie dostępne pasmo światłowodu? Te obie wartości 1600 Pbps i 20 Pbps to nam wyszło na jeden światłowód jednorzeniowy. Dzisiaj jesteśmy już w tej okolicy 25 Pbps, na jeden światłowód, ale jest to włókno optyczne wielorzeniowe typu MCF. W tym konkretnym przypadku, stosując złożoną granularyzację SDM/WDM na pojedynczy rdzeń zbliżamy się do 1 Pbps. W praktyce eksperymentalnej jest to mniej, w zakresie 0,3-0,7 Pbps. Gdzie są zapasy? Oczywiście, między innymi, w tym skromnym zagospodarowanym pasmie fizycznym 20 THz, które trzeba będzie znacznie rozszerzyć.

Czasami dzieli się rozwój długodystansowej telekomunikacji światłowodowej, od połowy lat siedemdziesiątych do dnia dzisiejszego, na kilka fundamentalnych etapów technologicznych, związanych ze wzrostem pasma, kolejno: odcinkowa regeneracja optoelektroniczna, optymalne zarządzanie dyspersją, optymalizacja energetycznej i informacyjnej wydajności widmowej, DWDM i cyfrowa transmisja koherentna. W międzyczasie pojawiały się cyklicznie, co kilka lat szersze opracowania szacujące w swoim czasie coraz dokładniej maksymalne możliwe parametry krytyczne dotyczące przepływności światłowodu i światłowodowej sieci optycznej. Ostatecznego ograniczenia pasma poszukiwano np. w takich zjawiskach jak efekty nieliniowe, naturalne rozpraszanie we wszystkich kierunkach w tym koherentne, starzenie termodynamiczne i inne. Niektóre z takich ówczesnych opracowań sięgały szacunkami nawet dwie dekady do przodu [1].

TRAFIONE I NIETRAFIONE PRZEWIDYWANIA ROZSZERZANIA SIĘ EFEKTYWNEGO PASMA

W przypadku jednego z takich opracowań z roku 2006 właśnie mija za chwilę okres takiego szacunku [1]. Podana tam wyliczona analitycznie liczba krytyczna dla światłowodowej transmisji jednomodowej, czyli 100 Tbps, została zweryfikowana eksperymentalnie już zaledwie po kilku latach [3] bo w roku 2012. W systemie światłowodowym z włóknem PSCF (rdzeń z czystej krzemionki) o długości 240 km (3x80 km), pracującym w połączonym pasmie C i L, przy wykorzystaniu sygnałów 548Gbps PDM-64QAM z pojedynczą nośną z tonem pilota, z podziałem częstotliwości SC-FDM, i ultraszerokopasmowym wzmocnieniem niskoszumnym 11,2 THz, uzyskano transmisję zagregowaną 102,3 Tbps. Czystą krzemionkę na rdzeń zastosowano bojąc się optycznych zjawisk nieliniowych.

Ten wynik stał się niemal natychmiast inspiracją do pokonania poziomu przepływności 1 Pbps w jednym światłowodzie. Taki rezultat uzyskano jeszcze w tym samym roku transmitując sygnał w następujących warunkach: światło-

wód wielorzeniowy MCF o długości 52,4 km, z dwunastoma rdzeniami jednomodowymi, multipleksowanie polaryzacji, 32QAM, transmisja koherentna fazowa i polaryzacyjna, przepływność 84,5 Tbps w każdym rdzeniu, 380 Gbps na 222 długościach fali, co dało w sumie 1,01 Pbps [4].

Jednak powyższy wynik uzyskano w pojedynczym włóknie, ale typu MCF. W roku 2015, w kolejnej pracy szacującej absolutne ograniczenie pasma światłowodu jednorzeniowego podano po analizach przepływność graniczną rzędu 1 Pbps [5]. Analizy skupiały się na oczywistych ograniczeniach wynikających ze zniekształceń spowodowanych nieliniowością światłowodu, wykazując eksperymentalnie, że nieliniowość Kerra (mieszanie czterofotonowe) nie stanowi granicy o charakterze podstawowym. W światłowodowym

układzie transmisyjnym istnieje wiele czynników ograniczających przepływność. Większość z tych ograniczeń posiada charakter empiryczny, a nie fundamentalny. Ograniczeniem fundamentalnym jest standardowy limit kwantowy dla transmisji np. w połączonych pasmach C i L. Ograniczenia empiryczne dotyczą mocy optycznej transmitowanej we włóknie a także są związane np. z budową transce-

ivera. Znaczne powiększenie przepływności ponad 1 Pbps na włókno jednorzeniowe jest możliwe, ale wymaga zmiany paradygmatu wykorzystania znacznie szerszego pasma i znacznego zrównoleglenia kanałów transmisyjnych [5]. Tą ideę zrealizowano dopiero kilka lat później.

W międzyczasie nie rezygnowano z bicia rekordów transmisji we włóknach MCF. W roku 2018 w pojedynczym światłowodzie 19 rdzeniowym sześć-modowym transmitowano sygnał, w połączonym pasmie C+L, o przepływności ponad 10 Pbps. System transmisyjny łączył gęste zwielokrotnienie DWDM z ultragęstym zwielokrotnieniem przestrzennym SDM [7]. W kilkumodowym światłowodzie wielorzeniowym uzyskiwano zwielokrotnienie przestrzenne UDSDM rzędu 100 metodą multipleksowania podziału modów MDM. Parametry transmisji były następujące: długość włókna ponad 11 km, ilość modów -6, DWDM 739 długości fali, agregowana przepływność 12 Gbps, podwójna polaryzacja, 64QAM16, zagregowana sprawność spektralna ok. 11 kbps/Hz

Najcenniejszym zasobem telekomunikacji jest pasmo które udaje się efektywnie funkcjonalizować

Pozostajemy jeszcze na chwilę w tamtych czasach. Przypomnijmy dalej krótko co mówiliśmy o poszukiwaniu pasma optycznego kilkanaście lat temu [2]. Pasmozernymi aplikacjami obciążającymi sieć dostępową były HDTV, VoD, VoIP, Internet szerokopasmowy, a aplikacjami wówczas rozwijany były wielostronne konferencje multimedialne, gaming online z wieloma uczestnikami, generacja zawartości online, rozwiązania chmurowe zorientowane na klienta. Należy pamiętać, że te 15 lat temu sieci dostępowe nie były światłowodowe, a FTTH w najprostszyc rozwiązaniach TDMA, PtP i PON było określane jako technologia następnej generacji. Intensywnie przymierzano się wówczas do modernizacji sieci dostępowych w kierunku WDM i UDWDM, OFDMA i OCDMA. Marzeniem było aby na stałe przekroczyć

Czystą krzemionkę na rdzeń zastosowano bojąc się optycznych zjawisk nieliniowych.

i zapewnić minimalną granicę przepływności 100 Mbps na abonenta sieci dostępowej. Marzeniem była konwergencja sieci stałych i mobilnych w rodzaju przezroczystej integracji bazującej na dynamicznej konfiguracji DWDM i PON. Projekty takiej sieci określano wówczas odrębną nazwą światłowodowo-bezprzewodowa sieć dostępowa i skrótem *FiWi optical-fiber wireless*.

Czy poszukiwanie pasma optycznego można rzeczywiście nazwać gorączkowym? Ta gorączka trwa już nie kilkanaście lat a kilka dekad. Silnym imperatywem poszukiwania pasma jest wizja świetlanej przyszłości telekomunikacyjnej, i przez tą nową telekomunikację wizja Ziemi, pięknej malutkiej, skurczonej do zielonego jabłuszka. Ta wizja to oczywiście jednak niemożliwe, ale mimo to nieskończone pasmo za darmo, jako pewny atrybut wysoce rozwiniętej cywilizacji wiedzy. Pasma to energia, więc cywilizacja wiedzy musi równolegle poskromić wielkie zasoby energii i metody łatwego gospodarowania nimi. Ziemię kurczy także niepoohamowany apetyt na zasoby. Zasoby są rozłożone wszędzie, czasami w określonym miejscu, a niektóre nie mają nawet konkretnej lokalizacji. Ten apetyt jest skomplikowanym bytem, czasami nawet rodzajem wyizolowanego abstraktu, który nie do końca rozumiemy, do którego nie mamy wszystkich kluczy. Dlatego może i pasmo jest tak trudne do zrozumienia, szczególnie jeśli mówimy o ekstremalnych szerokościach tego pasma.

Pasma to ścisła teoria Shannona, która pokazuje dokładnie jego ograniczenia, to także niezłe opracowana, z ciągle rozwijanymi podstawami matematycznymi, kwantowa wersja tej teorii. A mimo to wszystkich kluczy do pasma nadal nie posiadamy. Ciągle odkrywamy nowe sygnatury, lokalizacje i właściwości nielokalności, która jest zasobem. Czy one dadzą się zamienić na pasmo? Pasma to foton z zadziwiająco wieloma swoimi klasycznymi i nieklasycznymi stopniami swobody, włączając w to pęd, skwantowany pęd orbitalny – przestrzenne stany topologiczne wewnątrz których można multipleksować stany częstotliwościowe czyli energetyczne, koherencję i dekoherencję, rozróżnialność i nierozróżnialność, superpozycję, kontekstualność i splątanie. Wszystkie te stopnie swobody można potencjalnie zatrudnić jako zasoby w inżynierii pasma. Powinniśmy je transformować w pasmo, i z pewnością to kiedyś sprawnie zrobimy.

Najcenniejszym zasobem telekomunikacji jest pasmo. A nawet najpierw pasmo, potem dopiero jakość i inne wskaźniki. Znajdźmy złoto a rafinować będziemy później. Najcenniejszą wiedzą jest umiejętność gospodarowania zasobami. Gospodarka pasmem posiada warstwy techniczną, ekonomiczną i gospodarczą, społeczną, edukacyjną, cywilizacyjną, także warstwy związane z bezpieczeństwem, przyszłością, itp. To całkiem złożony obszar. Nawet zawężenie tego obszaru tylko do inżynierii pasma nadal pozostawia go jako bardzo skomplikowany. Po co nam tyle pasma? Nad najwyższą wieżą wielkiego niedostępnego zamku z zasobami telekomunikacyjnymi, a jest ich więcej niż tylko samo najcenniejsze pasmo, wisi na cienkim światłowodzie gigantyczny, potencjalny popyt, przybierając formę atomowego miecza Damoklesa. Spadając spali i zrujnuje wszystko. Albo w prerażeniu i chaotycznie, albo metodycznie, naukowo i po inżyniersku szukamy i poskramiamy nowe źródła pasma.

Co może równie ważne, koniecznie modernizujemy zasoby eksploatowane bowiem w nich tkwią znaczne rezerwy. Kable światłowodowe poprzednich generacji kładliśmy dawno temu. Teraz byśmy położyli od początku zupełnie inne. Nowa technologia fotoniczna pozwala jednak znaleźć pasmo w już bardzo starych i poczciwych kablach optycznych, kładzionych kilkadziesiąt lat temu. Specjaliści dokładnie wiedzą, że można tam znaleźć sporo pasma.

ILE GENERACJI JEST POTRZEBNYCH DO BUDOWY RZECZYWISTEJ NASTĘPNEJ GENERACJI TELEKOMUNIKACJI?

Jednym z ulubionych terminów używanych od dawna w przewidywaniu przyszłości telekomunikacji, w tym światłowodowej jest „next-generation” [2]. Wizja świetlanej telekomunikacji przyszłości następnej generacji [11] jest jednak na tyle odległa i dość mglista, jak zresztą i cywilizacji wiedzy, gdzie byłaby efektywnie użytkowana, że warto skupić się na przykładach które wszyscy znamy, rozumiemy i lubimy. Znaleźliśmy pasmo, mamy na nie wielki popyt. Jest równowaga podaży i popytu, a nawet z pewną zdrową, i bezpieczną dla biznesu przewagą popytu. Biznes telekomunikacyjny jest gotowy. Tylko czeka na to aby zaoferować nam kolejne wersje OTN, DWDM, ETh Tb i Pb, Gx, WiFix, itp. Przykładowe, pasmożerne systemy już działające i znajdujące się na bliskim horyzoncie, bogate w usługi bliskie warstwy klienckiej, to WiFi6 i 7 oraz G5, ale także inne systemy, jak IoT/LoE, BigData w połączeniu z ekosystemem AI, GenAI a na dalszym horyzoncie, w perspektywie kilku lat WiFi8, a w perspektywie być może dekady, to nieuchronnie nadchodząca generacja G6.

G5 nam się pięknie rozwija. Wszyscy mamy już w komórkach modemy G5, ale do pełnej funkcjonalności infrastrukturalnej jeszcze nieco brakuje. Podobnie z WiFi6, modemy w miejscu pracy i w naszych domach zapewniają nam dostatek mobilnego pasma. A prawie nie do wykorzystania pasmo stacjonarne dostarczane jest nam niezawodnie światłowodowym systemem FTTH/FTTX. Pełnia szczęścia, mamy dzisiaj pasma pod dostatkiem? Mamy piękny dostępny Web3.0?

Spoglądamy w przyszłość. Nie zajmujemy się więc dniem dzisiejszym, skaczemy o dwie generacje do przodu. To dopiero one mają zapewnić użytkownikowi niezakłócone strumienie wideo 4K i 8K, 16K, a także możliwość zanurzenia się w we wzmocnioną czy wirtualną rzeczywistość AR/VR, wymagającą jeszcze więcej stopni K. One nie są wcale tak bardzo odległe w czasie. Główne zarysy standardu WiFi8 mają powstać do końca bieżącego roku. WiFi8 ma być dostępny funkcjonalnie przed końcem dekady, jako kontynuator poprzednich generacji, i jako silne wzmocnienie procesów rozwojowych Przemysłu 4.0, oraz przemysłowej odnogi IIoT, ale także jako silnik ewolucji inteligentnych miast. Poprzednie generacje WiFi raczej wskazywały na biura i mieszkania i inne ogólne zastosowania bytowe. WiFi8 stawia mocno na obsługę przemysłu, i to ma być znaczną różnicą w jego specyfikacji. A ta specyfikacja obejmuje pasma częstotliwości 2,4/5/6 GHz i fale milimetrowe ok. 40-70 GHz; 100 Gbps jako

maksymalną przepływność (10x więcej niż WiFi6); system modulacji 8192-QAM; MIMO 16x16; wykorzystanie przestrzeni Multi-link MU-MIMO+OFDMA; latencja ok. 1 ms określona parametrami E-TWT, SCS, QoS. Dla przemysłu najważniejsza jest mała latencja. W innym wypadku WiFi nie nadaje się do sterowania np. robotem w czasie rzeczywistym.

Dla następnych generacji mamy sporo przestrzeni, aż być może nawet do np. 300 GHz. Te 300 GHz to będzie pewnie WiFi10. Powyżej mamy pasmo IR. Już z niego korzystaliśmy w standardzie IRDA. No dobrze, idziemy dalej i pytamy która generacja WiFi spotka się z LiFi? I czy takie spotkanie ma w ogóle sens? Przecież już dzisiaj LiFi może być z powodzeniem wykorzystane na linii produkcyjnej do sterowania robotami. A w warunkach domowych LiFi może dostarczać ultra szerokie pasmo do wszystkiego. Pamiętajmy jednak, że LiFi to 400 – 800 THz, a nawet dalej do 1,6 PHz, czyli ulubionej częstotliwości telekomunikacji światłowodowej. Gigantyczne przestrzenie pasma do rozsądnego zagospodarowania. Warto pamiętać, petaherce to ulubione pasmo telekomunikacyjne, ale tylko w okolicy 1,6 PHz.


CZY WTYCZKA SFP/SFP+ NAPRAWDĘ ZREWOLUCJONIZOWAŁA TELEKOMUNIKACJĘ OPTYCZNA?

Po luźnym sformułowaniu problemu i zarysowaniu pola bitwy o pasmo, kontynuujemy może nasze rozważania zaskakująco skromnie, od pobieżnego i zapewne dla wielu z nas ponownego, wydawałoby się trywialnego, spojrzenia na wszechobecny standard niewielkiej wtyczki SFP (small form-factor pluggable). Trzymając w ręku starą, pocziwą, niewielką wtyczkę optyczną SFP 1G, obecnie w najprostszej wersji za kilkadziesiąt złotych, inżynier zastanawia się co w niej jest takiego specjalnego, że tak zrewolucjonizowała swoje otoczenie telekomunikacyjne. A otoczenie poważne, bo wypełnione światłowodami, laserami, detektorami, transceiverami, optoelektroniką, itp. Standard SFP posiada wiele zalet, ale też i nieliczne, ale za to poważne wady. Nie jest całkowicie fotoniczny. Nie jest przezroczysty optycznie. Ten standard buduje sieć optyczną punkt do punktu z konwersją sygnału w węzłach.

A mimo to, wchodząc gdziekolwiek do serwerowni, czy tym bardziej centrum danych, widzimy od razu setki, jeśli nie tysiące, wtyczek SFP. Forma i kształt został zachowany, więc z pewnego oddalenia nawet nie widać, że w większości, albo całkowicie, są to już wtyczki SFP+ i ich kolejne ewolucyjne odmiany. Niektórzy tradycjoniści dla transceiverów SFP używają nadal starej nazwy mini-GBIC (gigabit Internet converter) wywodzącej się z czasów prehistorycznych w ich odmianach SX, LX, LH, EX, BX, itp.

Kluczem do kurczenia się Ziemi przy pomocy sieci optycznych są tanie i powszechne standardy. W przemyśle telekomunikacyjnym taką platformą tworzącą umowne standardy między wieloma producentami jest MSA (*Multi-source Agreement*). MSA jest umową między różnymi producentami, mającą na celu wytwarzanie produktów kompatybilnych u różnych dostawców. Nawet takie nieformalne standardy umowne tworzą skutecznie konkurencyjny rynek produktów

inter-operacyjnych. Produkty objęte MSA dotyczą transceiverów optycznych SFP, SFP+, XENPAK, QSFP, XFP, CFP, itp., a także kabli optycznych i innych urządzeń sieciowych jak routery i klucze Ethernetowe, itp.


Trzymając w ręku starą, pocziwą, niewielką wtyczkę optyczną SFP 1G, obecnie w najprostszej wersji za kilkadziesiąt złotych, inżynier zastanawia się co w niej jest takiego specjalnego, że tak zrewolucjonizowała swoje otoczenie telekomunikacyjne.

Koszty i powszechność standardu zależą od wielu czynników, w tym od firmy i przepływności. Ewolucja jednego z takich wydawałoby się pozornie trywialnych standardów pokazuje niezwykłą szybkość kurczenia się naszej planety pod względem nie tylko telekomunikacyjnym. Historyczny standard transceivera, wkładki światłowodowej, jeszcze inaczej portu SFP był rozwijany od dawna, od standardów przed Gbps. Była także popularna wersja czterokanałowa QSFP. Moduły standardu SFP+ obsługują przepływności multi Gbps do 10 Gbps, a w tym standardy FibreChannel, GbEthernet i sieć transportową OTU2. QSFP posiada analogicznie do SFP+ wersję QSGP+. Moduły są wykonywane w różnych odmianach w celu ułatwienia budowy sieci. Trudno spodziewać się przy tak dużych zmianach pełnej kompatybilność standardu wstecz.

Pozostał ten sam rozmiar, ale mamy różną przepływność i niepełną kompatybilność. W tanich sieciach optycznych popularny jest standard SFP+ 10Gbps pracujący prawie we wszystkich możliwych pasmach np. 850 nm, 1310 nm i 1550 nm. Moduły są wykonywane dla włókien wielomodowych MMF i jednomodowych SMF, w wersjach simpleksowych, jednowłóknowych i dupleksowych, dwuwłóknowych, oraz w wersjach CWDM i DWDM. Standaryzowane oferowane zasięgi są rzędu np. 300 m dla MMF i kilkadziesiąt km dla SMF. Standard złącza jest UPC lub RJ45. Koszt transceiverów SFP+ 10 Gbps w zależności od parametrów wynosi od ok. 100 zł do ponad 1000 zł. Moduły dupleksowe działają na pojedynczej długości fali, ale na dwóch odrębnych światłowodach.

Moduły SFP+ dwukierunkowe BiDi są simpleksowe i transmitują sygnał w obu kierunkach na dwóch różnych długościach fali, ale na jednym światłowodzie. Używa się dla nich czasami nazwy katalogowej SFP+ 10G WDM. Grupę odmian takich modułów oznacza się często symbolem xWDM. Inne odmiany to SFP GPON, XFP, CFP/2/4. Transceiver XFP 10G MSA (w odmianach SR, LR, ER, ZR, odpowiednio dla 850, 1310 i 1550 nm z konektorem światłowodowym LC i elektrycznym XFI) posiada większe wymiary niż SFP co ułatwia dodanie radiatora. Transceiver centum CFP (*C form-factor pluggable*), jak nazwa wskazuje został uzgodniony w umowie MSA jako standard dla Eth 100G, i podobnie jak XFP posiada większe rozmiary niż SFP+. Bardzo szybko po wprowadzeniu standard CFP stał się popularny i jest używany powszechnie.

Odmiany modułów SFP+ CWDM pracują w pasmach 1270 – 1610 nm ze znacznym odstępem międzykanałowym 20 nm, co pozwala na rozmieszczenie 18 kanałów transmisyjnych. Odmiana gęsta DWDM SFP+ zawęża odstępy międzykanałowe w domenie częstotliwości do 100 GHz, 50GHz i dalej w następnych generacjach do 25 GHz, a nawet 12,5 GHz, i jeszcze dalej. Umożliwia to rozmieszczenie w paśmie 1550 nm 40, 80 i 160, a nawet 320 i więcej kanałów transmisyjnych. W lokalnych serwerowniach stosuje się odmiany tanich modułów Twinax SFP+ połączonych elektrycznie na niewielką odległość między sąsiednimi szafami. Stosuje się kable DAC w odmianach 10, 40 i 100G. (*passive direct attach copper*) zakończone obustronnie wtykiem SFP+ lub QSFP+. Kolejne ulepszenia SFP+ to energooszczędny standard SFP28 obsługujący 25 Gbps na jednej linii umożliwiający łączenie kanałów w szeregi 10-25-40-100 Gbps. QSFP28 to rozwiązanie czterokanałowe SFP28 przeznaczone dla przepływności 100 Gbps, w konfiguracji zależnej od transceivera od 4x25, 2x50 do 100 Gbps. Takie moduły kosztują w zależności od parametrów, w tym od pasma i zasięgu, typowo od 2 do 6 tys. zł. To nie są zbyt duże środki jak na możliwości budowy z takich modułów dość złożonej sieci o znacznej przepływności.

TELESTRADY OPTYCZNE W KIERUNKU PRZEPEŁYWNOCI Tbps, Pbps ORAZ Ebps

Bardzo łatwo mamy sieć 100Gbps za niewielkie pieniądze. A w ogóle, zapomnijmy o jakichkolwiek Gbps. To cały czas za mało aby skurczyć Ziemię. Transceiver/wtyczka QSFP-DD (*double density*) rozszerza funkcjonalność rodziny modułów QSFP do poziomu przepływności 400, 800 i 1600 Gbps. Posiadają oznaczenia katalogowe odpowiednio QSFP-DD, QSFP-DD800, QSFP-DD1600. Tutaj ceny zaczynają się od kilkudziesięciu tysięcy złotych dla najwyższych przepływności. QSFPDD400G lub 400GBASEQSFPDD kosztują zaledwie ok 4 tys.zł. W każdym razie, nareszcie dotarliśmy do Tbps. Skoro w transceiverach mamy do dyspozycji terabity, warto wspomnieć o rekomendacji ITU-T G.709 dotyczącej OTN Optycznych Sieci Transportowych. OTN jest standaryzowanym cyfrowym opakowaniem kanału optycznego OCW (optical channel wrapper), a także optyczną hierarchią transportu OTH. Dla terabitów konieczna jest specyfikacja OTN następnej generacji multi-terabitowej wspierającej korekcję błędów FEC. System transportowy DWDM jest również zdolny do obsługi przepływności terabitowej.

Ethernet terabitowy zawiera również FEC. Przygotowane są standardy Eth Tb przez przemysłową grupę roboczą IEEE dla połączeń długodystansowych. Wówczas Eth Tb może wyprzeć inne standardy, jak to się stało dla mniejszych przepływności. Prace nad Eth Tb były częścią projektu badawczego 5G-PICTURE wspieranego przez europejską inicjatywę Horyzont 2020. Oczywiście OTN się nie poddaje i wraz z eksplozją ruchu ewoluuje z DWDM PtP w kierunku w pełni optycznej, elastycznej sieci skalowalnej (wypierając skutecznie SONET/SDH), bazującej na standaryzowanych komponentach OTM, OTU, OPU, ODU, OADM, itp.

Wielokrotne moduły takie jak CFP2/4, QSFP28 czy QSFP-DD są agregowane w transponder, a kilka transponderów jest integrowanych w mukspandery. Rozwiązania transponderów 400G i 800G zawierających transceivery QSFP-DD mogą być agregowane do wysoce standaryzowanego rozmiarowo i sygnałowo muxpondera 1600G. Sygnał 2x400G, 4x400G lub potencjalnie 8x400G jest transportowany na każdej indywidualnej długości fali. Przy 64 długościach fali daje to zagregowaną przepływność ponad 25, 50 lub ponad 100 Tbps na pojedynczy światłowód. Dziesięć światłowodów w kablu potrzebnych jest do transportu 1 Pbps. Cały czas mamy w pobliżu wtyczkę SFP+ z odpowiednimi, niewielkimi modyfikacjami, np. związanymi z koniecznością chłodzenia.



Sieć DWDM składa się z części dostępowej, agregacyjnej, rdzeniowej i internetowej. Głównymi centrami agregacyjnymi sieci DWDM są masywne centra danych.

Ale przecież jest jasne dla inżyniera telekomunikacji, że te 100 Tbps na pojedynczy światłowód to nie jest koniec poszukiwania pasma. Już tylko czterokrotne zwiększenie ilości długości fal do 256 daje przepływność 0,4 Pbps na światłowód, a w kablu stuwótkowym mamy nie petabit a 40 Pbps na sekundę, czyli powoli, powoli w kierunku eksabitu. W praktyce, parametrem opisującym system jest iloczyn pasmo – odległość. Parametr ten w systemach eksperymentalnych jest bliski 100 Pbps/km. Łączymy takim systemem z takim kablem wielkie centra danych zgodnie już z nowym petabitowym/eksabitowym standardem DCI (*data center interconnect*). Takich wielkich centrów danych, godnych połączenia tak znacznymi zasobami, jest obecnie na naszej planecie ponad 7500. Takimi połączeniami kurczymy optycznie Ziemię.

NAJWAŻNIEJSZY JEST ŚWIATŁOWÓD, METODY ZWIELOKROTNIE NIA I AGREGACJI PASMA ORAZ ŹRÓDŁA SYGNAŁU OPTYCZNEGO

Co dalej? Oczywiście widzimy perspektywy w kierunku jeszcze szerszego pasma w pojedynczym światłowodzie. Możemy wymienić światłowód jednorzeniowy na wielorzeniowy, możemy rozbudowywać stosy transponderowe, ale jeszcze ważniejsza jest wymiana w przyszłości klasycznych dyskretnych źródeł laserowych DWDM i transceiverów SFP+ na wykonane w technologii PIC mikro-pierścieniowe rezonatorowe źródło generujące mikrogrzebień optyczny [6]. Grzebień częstotliwości posiadają wiele zalet w porównaniu do laserów dyskretnych [9]. Czy to dopiero wówczas przejście takiego progu technologicznego będzie oznaczało koniec standardu SFP+ w systemach najwyższej przepływności.

Czy też, mimo wszystko uda się zachować i zaadoptować tą znakomitą wtyczkę do fotonicznego mikrogrzebień częstotliwości? W końcu, przecież źródło znajduje się w układzie PIC, a złożony sygnał musi być wyprowadzony do włókna optycznego przez złącze światłowodowe. W każdym razie PIC nie jest i nie może być umieszczony we wtyczce SFP+, ale mimo to standard konektora może zostać jakoś utrzymany. Zanim rozszerzający się obszar pasma być może całkowicie przejmie fotoniczny mikrogrzebień [10] częstotliwości nie poddajemy się tak łatwo i spoglądamy w kierunku alternatyw, czyli doskonaleniu technologii i rozwoju transmisji SDM MCF oraz składaniu transponderów 400, 800 i 1600 Gbps w coraz większe stosy, nawet w kierunku setek Tbps i dalej Pbps.

Pasma L i C, a także coraz częściej i S, łączymy w celu umożliwienia odpowiedniego działania kilku/ wielu zagre-

z dobrą izolacją modów. Multipleksowanie SDM w układzie jednego rdzenia włókna FMF jest mniej kłopotliwe i wymaga prostszej fotonicznej aparatury nadawczej i odbiorczej. Dlaczego pozorną, bowiem SDM jako zagospodarowanie przestrzeni może obejmować łącznie zarówno wielomodowość jak i wielordzeniowość. Bez wątplenia MCF otwierają gigantyczne pole nowych zastosowań w rozłożonej telemetrii fotonicznej. Powyższe rozważania mogą stać się zupełnie nieważne jeśli postęp technologii jednomodowych ultraskośratnych światłowodów MCF dla technik zwielokrotnienia przestrzennego SDM osiągnie poziom klasycznych, telekomunikacyjnych, skompensowanych dyspersyjnie włókien SMF najwyższej klasy. Wówczas nadajniki i odbiorniki dla MCF ulegną zapewne znacznemu uproszczeniu poprzez zastosowanie przestrzennych konwerterów wiązek światła typu GRIN koło – linia, lub x-y – linia, bezpośrednio sprzęgających MCF z PIC.



Problematyka technologii QPIC i wykorzystania w niej efektywnych źródeł bifotonów w postaci zintegrowanych mikrogrzebień jest związana z integracją takich układów zarówno z ogólną platformą fotoniczną realizowaną na układach PIC.

gowanych transponderów 400/800/1600 Gbps. W tak szerokopasmowym systemie, obejmującym pasmo ponad, na razie, 10-20 THz, a w przyszłości kilkadziesiąt THz, a dalej może setek THz, przeszkodą jest nierównomierność rozkładu mocy spowodowana głównie stymulowanym rozpraszaniem Ramana. Konieczne jest stosowanie aktywnych i automatycznych metod kompensacji [14]. Są to jednak głównie zadania techniczne do rozwiązania, a nie ograniczenia o charakterze fundamentalnym.

Spoglądamy więc najpierw ponownie na światłowody wielordzeniowe [15]. Posiadają one wiele ciekawych właściwości w odniesieniu do budowy czujników fotonicznych, elementów funkcjonalnych z przełączanymi kanałami, ale także dla specjalizowanych celów transmisyjnych. Technologia odpowiedniej jakości światłowodów wielordzeniowych szczególnie dla celów transmisji długodystansowej jest znacznie trudniejsza niż jednorodzeniowych, i dodatkowo jest daleka od standaryzacji telekomunikacyjnej. Potencjalnie najbliższe takiego standardu są być może światłowody siedmiordzeniowe. Chociaż rekordy przepływności uzyskiwano na światłowodach SDM MCF o znacznie większej liczbie rdzeni, i to dla znacznej ich długości. Rekordowe eksperymenty wykonywano w warunkach laboratoryjnych, dalekich od warunków eksploatacji przemysłowej. Brak dalekosiężnych telekomunikacyjnych standardów MCF wynika ze znacznie większych kosztów wytwarzania i utrzymania MCF oraz konieczności budowy dla nich dopasowanych nadajników i odbiorników optoelektronicznych.

Pozorną konkurencją dla jednomodowych włókien MCF w obszarze multipleksowania przestrzennego SDM stanowią nowe standaryzowane rodzaje dobrze znanych światłowodów niskomodowych - kilkumodowych MMF/LMF/FMF/FMMF. Opanowano techniki transmisyjne we włóknach FMF

CZY JEST JAKAŚ GRANICA PRZEPŁYWNOŚCI INFORMACYJNEJ ŚWIATŁOWODU?

Bez wątplenia, MCF pozostają ciągle w aktywnym badawczym polu widzenia telekomunikacji. Zastosowanie w MCF, obok przestrzennego wielordzeniowego zwielokrotnienia transmisji, również przestrzennego zwielokrotnienia kilkumodowego, daje kolejny impuls rozszerzenia pasma o empirycznym potencjale kilku rzędów wielkości, co pokazano w kilku rekordowych eksperymentach transmisyjnych SDM MMC FMF. W 6 modowym, 19 rdzeniowym światłowodzie uzyskano w roku 2018 przepływność 10 Pbps [7]. W 3 modowym, 38 rdzeniowym światłowodzie MCF stosując wielkoskalowe zwielokrotnienie przestrzenne SDM w postaci zagregowanej 114 kanałów przestrzennych modowych i rdzeniowych, stosując QAM256, łącząc pasma falowe C i L, łącząc zwielokrotnienie SDM wielomodowe i wielordzeniowe i DWDM, w pasmie częstotliwości ok 10 THz, uzyskano w roku 2020 także przepływność 10 Pbps [8] na odległości ponad 13 km.

Pod koniec roku 2023, stosując ten sam światłowód 3-modowy, 38 rdzeniowy uzyskano w tym samym zespole badawczym przepływność 22,9 Pbps w pojedynczym światłowodzie MCF [12] z wykorzystaniem pasma częstotliwości ok. 20 THz i połączonych pasm falowych S, C i L. W pasmie C i L umieszczono 457 kanałów WDM, a w paśmie S umieszczono 293 kanały falowe. Łącznie dało to 750 kanałów WDM zajmujących zagregowane pasmo częstotliwości ok 20 THz. Ze względów technicznych transmisja agregowana na jeden rdzeń była relatywnie niska i zawierała się w granicach 0,3-0,7 Pbps. Do odbioru sygnału zastosowano wielopasmowy odbiornik MIMO. Optymalizacja kodowania pozwala podwyższyć ten wynik do poziomu 24,7 Pbps, co oznacza, że rekordowy system posiada przepływność o trzy rzędy większą od obecnie użytkowanych systemów telekomunikacji światłowodowej. To warto zapamiętać, 25 Pbps jest obecnym rekordem świata przepływności w pojedynczym światłowodzie, ogłoszonym 5.10.2023 r. w czasie konferencji ECOC2023 w Glasgow [13].

Czy ktoś powiedział, że telekomunikacja światłowodowa osiągnęła górny pułap rozwoju? Ani domena przestrzeni SDM ani domena częstotliwości DWDM nie zostały wykorzystane do końca swoich możliwości w powyższym rekordowym eksperymencie. Do domeny przestrzeni należą stany polaryzacyjne związane z pędem oraz skwantowane topologiczne stany fotonu związane z jego pędem orbitalnym. Technika SDM w domenie polaryzacji jest wykorzystywana i zwielokrotnienie typowo stosowane wynosi 2 lub 4. Technika SDM z wykorzystaniem stanów topologicznych to jeszcze przyszłość choć liczne eksperymenty w tym obszarze były



W systemach rekordowych jednorodzeniowych długość badanych odcinków światłowodów była znaczna i wynosiła w granicach 50-80 km.

wykonywane. Realistyczne obecnie zwielokrotnienie topologiczne SDM wynosi również 2 lub 4, ale prawdopodobnie można będzie uzyskać 10 lub być może nawet więcej.

Załóżmy odważnie zwielokrotnienie topologiczne o dekadę i nagle mamy przepływność 250 Pbps w obecnie rekordowym systemie i to tylko przy pomocy lepszego użycia domeny przestrzeni. Zwiększmy przepływność na rdzeń zdecydowanie powyżej 1 Pbps, co jest realizowalne w układach jednorodzeniowych i już mamy prawie 400 Pbps. Wymieńmy źródło na grzebień optyczny z zwiększmy ilość kanałów falowych tylko o dekadę do 7500, i już mamy 4 Ebps. A przecież potencjał fonicznych grzebieni częstotliwości jest znacznie większy. Szczególnie jeśli całe pasmo DWDM dzielimy na wiele obszarów zwielokrotnienia przestrzenno-SDM. Zakładając zwielokrotnienie falowe o dwie dekady wobec dyskutowanego osiągnięcia rekordowego mamy, jak na dzisiejsze czasy zupełnie nieprawdopodobną przepływność 40 Ebps na jeden światłowód MCF. Czy w tym bardzo prostym rozumowaniu jest jakiś fundamentalny błąd, czy może parametry poszczególnych zwielokrotnień zostały przyjęte zbyt odważnie?

Sprawdźmy to jeszcze inaczej. Do dyspozycji mamy jakieś fizyczne pasmo częstotliwości. Rekordowe systemy wykorzystują z tego pasma obecnie maksymalnie 20 THz. Przy sprawności wykorzystania pasma nieco ponad 1 kbps/Hz przepływność systemu wynosi ponad 20 Pbps. Wszystko się zgadza, tyle właśnie uzyskano. Walcząc o pasmo pojawiają się dwa pytania. Czy 1 kbps/Hz to dużo, czy wcale nie tak dużo? Czy 20 THz to gdzieś w pobliżu końca naszych marzeń o pasmie czy nie zupełnie? Powtarzamy ponownie, że przy fali nośnej 1,6 PHz, efektywnie wykorzystane pasmo 20 THz pokazuje raczej, że jesteśmy gdzieś na początku jego poważniejszego zagospodarowywania. Na razie nie możemy znacznie więcej zagospodarować bo brak jest technologii. Jednak wydaje się, że za jakiś czas, powiedzmy za dekadę, możemy sięgnąć po pasmo dziesięciokrotnie szersze, czyli 200 THz. To i tak niezbyt dużo z dostępnego pasma potencjalnie rzędu nawet 1 PHz, a raczej bez kłopotu rzędu 600-800 THz. Czyli współczynnik zwielokrotnienia przepływności

zamrożony w czystym pasmie fizycznym wynosić może od 10 do 50 razy.

To przecież jeszcze nie wszystko. Wątpliwe abyśmy zatrzymali się w efektywności wykorzystania pasma na poziomie 1 kbps/Hz. Załóżmy skromnie powiększenie tego współczynnika dziesięciokrotnie w okresie nadchodzącego dziesięciolecia do 10 kbps/Hz. Wydaje się to rozsądnie możliwe wraz z wymianą źródeł na foniczne mikrogrzebienie częstotliwości. Mamy z tego dodatkowy czysty mnożnik 10. Mnożniki się nie dodają tylko mnożą co oznacza, że łączny wzrost szerokości pasma funkcjonalnego i efektywności jego wykorzystania daje wartość od 100 do 500. Ponownie odnosimy to, przy pomocy jednak uproszczonego eksperymentu myślowego, do obecnego systemu rekordowego otrzymując przepływność od 2 Ebps do 10 Ebps. To nadal nie koniec. Kolejnym pytaniem jest czy technologie kwantowe operujące na pojedynczych fotonach, a właściwie na splątanych bifotonach dołożą się do tego i dalej rozszerzą pasmo.

Jaka jest graniczna przepływność światłowodu? Nic nie piszemy tutaj o długości światłowodów. W systemach rekordowych jednorodzeniowych długość badanych odcinków światłowodów była znaczna i wynosiła w granicach 50-80 km. W systemach MCF była nieco mniejsza, ale w niektórych rozwiązaniach MCF także duża. W światłowodzie 4 rdzeniowym w którym uzyskano w roku 2022 przepływność 1 Pbps wynosiła ok. 52 km. W eksperymentach rekordowych MCF 3-mody 38 rdzeni długość włókna wynosiła 13 km. Są to długości albo akceptowalne do eksploatacji albo do zaawansowanych eksperymentów.

Oprócz rekordów przepływności maksymalnej zagregowanej w pojedynczym włóknie ze wszystkimi możliwymi technikami zwielokrotnienia, testowane są wartości maksymalne w czystych systemach np. ze zwielokrotnieniem WDM i osobno SDM. Przypominamy, że SDM obejmuje wielomodowość MMF, wielordzeniowość MCF, zwielokrotnienie polaryzacyjne, oraz zwielokrotnienie topologiczne chiralne. W roku 2024 pobito kolejny rekord laboratoryjny transmisji długodystansowej SDM z zastosowaniem światłowodu MMF 15 modowego. Transmitowano sygnał tylko w pasmie c, w formacie 16-QAM, o szybkości 273,6 Tbps na odległość 1001 km [16].

Kolejnym problemem, który musi być rozwiązany rozważając maksymalne wartości przepływności światłowodu jest sumowana moc optyczna w światłowodzie i poziom mocy przypadający na rdzeń i na pojedynczy kanał transmisyjny. Zagadnieniami związanymi z poziomem mocy są: potencjalne zjawiska nieliniowe, przesłuchy między kanałami SDM i kanałami WDM, akceptowalny minimalny poziom mocy wystarczający do zapewnienia funkcjonalności kanałów transmisyjnych, zdolność stabilnego działania źródeł na bardzo niskich poziomach mocy, czułości detektorów, zasięg systemu transmisyjnego SDM/WDM dla bardzo niskich poziomów mocy transmitowanej pojedynczymi kanałami, szum termodynamiczny, itp. Te parametry, łącznie z innymi będą w grupie technicznych ograniczeń transmisji.

Ponawiamy pytanie, jaka jest graniczna przepływność światłowodu? A w związku z tym, na ile skurczymy fonicznie nasz świat. Czy istnieją ograniczenia fundamentalne? Czy

ta przepływność będzie jedynie zdeterminowana technologią i eksperymentem, a nie teorią? Czy ktoś lepiej potrafi odpowiedzieć na to pytania? ●

LITERATURA

- [1] E.B.Desurvire, 2006, Capacity demand and technology challenges for lightwave systems in the next two decades, J.Light.Technol 24, 4697-4710, doi:10.1109/JLT.2006.885772
- [2] I.Tomkos et al., 2012, Next-generation optical access networks: dynamic bandwidth allocation, resource use optimization, and QoS improvements, IEEE Networks, March/April 2012, p.4-6
- [3] A.Sano et al, 2012, 102.3-Tb/s (224×548-Gb/s) C-and extended L-band all-Raman transmission over 240 km using PDM-64QAM single carrier FDM with digital pilot tone, OFCC, Coventry UK, doi:10.1364/NFOEC.2012.PDP5C.3
- [4] NTT Press Release, World record one petabit per second fiber transmission over 50 km, Sept.20, 2012
- [5] D.Lavery et al, 2015, Why compensating fibre nonlinearity will never meet capacity demands, arXiv:1512.03426
- [6] P.Marin-Palomo et al, 2017, Microresonator-based solitons for massively parallel coherent optical communications, Nature 546, 274–279, doi:10.1038/nature22387
- [7] D.Soma et al, 2018, 10.16-Pbps dense SDM/WDM transmission over 6-mode 19-core fiber across the C+L band, Journ.Lightw. Techn, 36(6), doi:10.1109/JLT.2018.2799380
- [8] G.Rademacher et al, 2020, 10.66 Peta-Bit/s Transmission over a 38-Core-Three-Mode Fiber, OFC, San Diego
- [9] S.Fuji et al, 2022, Dissipative Kerr soliton microcombs for FEC-free optical communications over 100 channels, Optics Express, 30(2), 1351-1364, doi:10.1364/OE.447712
- [10] A.A.Jorgensen et al, 2022, Petabit-per-second data transmission using a chip scale microcomb ring resonator source. Nature Photonics 16 798-802, doi:10.1038/s41566-022-01082-z
- [11] Guifang Li et al, 2023, Next-Generation Optical Communications: components, sub-systems, and systems XII, Proc. SPIE 12429, doi:10.1117/12.2675506
- [12] B.J.Puttnam et al, 2023, 22.9 Pb/s data-rate by extreme space-wavelength multiplexing, 49th ECOC Glasgow, October 2023
- [13] World record optical fiber transmission capacity doubles to 22.9 petabits per second, 30.11.2023, [eurekalert.org/news-releases/1009628]
- [14] A.Zhang et al, 2024, Automatic power optimization of a 44 Tbit/s real-time transmission system over 1900 km G.654.E fiber and wideband C+L erbium-doped fiber amplifiers utilizing 400 Gbit/s transponders, Photonics 11 88, doi:10.3390/photonics 110110088
- [15] W.Chen et al, 2024, Applications and development of multi-core optical fibers, Photonics 11, 270, doi:10.3390/photonics 11030270
- [16] M.Hout et al, 2024, Transmission of 273,6 Tbps over 1001 km of 15-mode multi-mode fiber using C-band only 16-QAM signals, Journal of Lightwave Technology 42(3), 1136-1142

www.sigma-not.pl
**Największa baza artykułów
technicznych online!**



III Konferencja Operatorów Hurtowych: czas na likwidację barier inwestycyjnych i większe wykorzystanie sieci

Branża światłowodowa znajduje się na ścieżce szybkiego rozwoju. Aby tempo wzrostu mogło się utrzymać konieczne są jednak m.in. zwiększenie saturacji sieci, zniesienie barier inwestycyjnych i zacieśnienie współpracy międzyoperatorskiej. Były to także główne tematy poruszone podczas III Konferencji Operatorów Hurtowych zorganizowanej 9 kwietnia br. w Warszawie przez Fundację Open Allies.



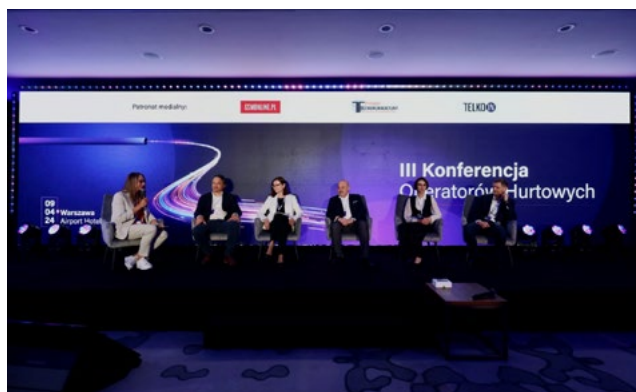
Dyskusja na temat roli operatorów hurtowych na polskim rynku telekomunikacyjnym jeszcze nigdy nie była tak interesująca. W kraju nie ma drugiego, tak młodego sektora o równie dużym znaczeniu społecznym i infrastrukturalnym. Po kilku latach realizacji inwestycji i doprowadzeniu sieci multi-swiatłowodowej do ok. 4,2 mln gospodarstw domowych na horyzoncie pojawiły się nowe cele i nie mniej ambitne zadania. Jednym z kluczowych jest stałe zwiększanie saturacji sieci, która z roku na rok jest coraz wyższa, jednak wciąż ma olbrzymi potencjał do wzrostu.

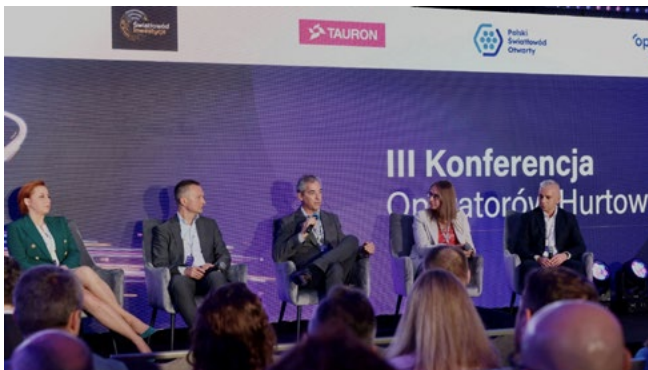
– *Choć to nie koniec multi-swiatłowodowych programów inwestycyjnych, branża coraz większą uwagę kieruje dziś na obszary pokryte już istniejącymi sieciami. Celem budowy każdej infrastruktury jest bowiem jej maksymalne wykorzystanie i zapewnienie dostępu do szybkiego internetu jak największej liczbie mieszkańców. A w tym przypadku przestrzeń do rozwoju jest bezdyskusyjna. Mamy też świadomość, że w osiągnięciu tego celu przed nami jest wiele barier. Tylko działając wspólnie, na poziomie operato-*

rów i urzędów centralnych, możemy im sprostać – mówiła Magdalena Russyan, członkini zarządu Światłowod Inwestycje.

Kampania społeczna pomoże wyrównać szanse

Obecny poziom wykorzystania sieci światłowodowych w Polsce przez mieszkańców znajdujących się w ich zasięgu wciąż znacząco odbiega od oczekiwań i ambicji operatorów. Prognozy dla krajowego rynku są jednak optymistyczne. FTTH Council Europe przewiduje, że liczba subskrypcji światłowodowych do 2029 roku ma osiągnąć 6,3 mln (41% penetracji). Zasięg sieci ma się rozszerzyć do 10 mln gospodarstw domowych w 2024 roku i do 12,5 mln w 2029 roku. – *Aby zrealizować prognozy i wykonać kolejny krok, konieczne jest skokowe zwiększenie świadomości społeczeństwa nt. korzyści wynikających z przyłączenia do multi-swiatłowodu. Ważną rolę może odegrać w tym państwo, promując to rozwiązanie np. poprzez ogólnopolskie kampanie informacyjne. Technologia 5G już się takiej doczekała. Liczymy na to, że wkrótce głośno i często będziemy słyszeć o korzystaniu z internetu światło-*





wodowego – podkreślił Jacek Wiśniewski, prezes zarządu Nexery.

W opinii uczestników konferencji warunkiem dużego skoku rozwojowego branży, są także ułatwienia w zakresie dostępu do danych o infrastrukturze, które pomagają operatorom hurtowym na etapie planowania inwestycji i podejmowania decyzji o budowie sieci.

Z jakimi barierami inwestycyjnymi mierzy się rynek?

Chociaż budowa sieci światłowodowych na polskim rynku postępuje stosunkowo szybko, branża telekomunikacyjna wciąż dostrzega wiele barier formalnych, utrudniających ich płynny i efektywny rozwój.

– *Prowadzenie inwestycji wiąże się m.in. z koniecznością dokonywania uzgodnień z różnymi podmiotami. Jest to proces kosztowny i czasochłonny, a brak konsensusu w skrajnych przypadkach może doprowadzić nawet do rezygnacji z budowy sieci na danym obszarze. Optymalizacja procesu pozyskiwania zgód od organów publicznych i właścicieli nieruchomości, a także uzupełnienie procedur budowlanych o kwestie telekomunikacyjne – mogłyby stanowić skuteczną odpowiedź na to wyzwanie. Wierzę, że działając wspólnie – na poziomie instytucji i operatorów – możemy znaleźć efektywne rozwiązania dla wielu kwestii utrudniających budowę nowoczesnej infrastruktury telekomunikacyjnej* – mówił Ignacio Irurita, prezes zarządu Polskiego Światłowodu Otwartego i Open Allies.

Wiele emocji wśród operatorów hurtowych budzi także waloryzacja cen. Uczestnicy Konferencji poruszali też temat podwyżek opłat hurtowych oraz ich wpływu na ceny detaliczne, opłacane przez konsumentów. Głównym adresatem tego wątku jest Urząd Komunikacji Elektronicznej, który od dłuższego czasu próbuje, wspólnie z operatorami, ustalić konsensus w sprawie mechanizmu indeksacji cen hurtowych akceptowanych przez Regulatora.

– *Od kilku lat inwestujemy znaczne kwoty w rozszerzanie zasięgu infrastruktury multi-światłowodowej, w tym realizujemy trudne projekty w ramach walki z wykluczeniem cyfrowym. Jest to szczególnie trudne, biorąc pod uwagę wskaźniki inflacyjne i rosnące koszty pracy. Jesteśmy przekonani, że rozwój modelu otwartego dostępu, również w obszarze optymalizacji cen hurtowych, jest naszym wspólnym celem i to, czego dziś najbardziej potrzebuje rynek to zrównoważona regulacja i zgodna współpraca* – stwierdziła Marta Wojciechowska, prezeska zarządu Fiberhost.

Hurt i detal muszą grać do jednej bramki

Podczas III edycji KOH wybrzmiał również temat niezbędności i oczekiwanego zacieśnienia współpracy międzyope-



ratorskiej, pomiędzy właścicielami infrastruktury światłowodowej (hurtownikami) i korzystającymi z niej detalistami. Uczestnicy Konferencji byli zgodni, że po kilku latach zbierania doświadczenia na rynku i wypracowaniu własnych praktyk biznesowych, branża musi połączyć siły, by utrzymać, a nawet przyspieszyć tempo wzrostu. Bez silnego zaangażowania obu stron, będzie to niezwykle trudne. – *Operatorzy hurtowi i detaliczni w niektórych kwestiach mają odmienne strategie i oczekiwania. Jednak, gdy na horyzoncie pojawia się wspólny cel – większa saturacja i zadowolenie klienta końcowego – wypracowanie kompromisu staje się koniecznością. Bazując na wielu wspólnych pozytywnych aspektach naszej współpracy, chcemy skupiać się na poprawie wykorzystania sieci światłowodowych, wybudowanych przez operatorów hurtowych. To tysiące kilometrów nowoczesnej infrastruktury, która zapewnia dostęp do szybkiego Internetu milionom użytkowników w skali całego kraju* – tłumaczył mówi Daniel Wojtanowski, Dyrektor Centrum Usług Biznesowych TAURON Obsługa Klienta.

III Konferencja Operatorów Hurtowych, to inicjatywa fundacji Open Allies oraz wiodących operatorów hurtowych, firm: Fiberhos-t, NEXERA, Polski Światłowód Otwarty, Światłowód Inwestycje oraz TAURON Obsługa Klienta. ●

*Korzystamy
z zielonej energii*

Bądź eko
wybierz prenumeratę
cyfrową

Warianty prenumeraty czasopism na 2024 r.

PRENUMERATA cyfrowa – czasopismo wyłącznie w wersji cyfrowej dostępne na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl, prenumerators otrzymają link aktywacyjny do zaprenumerowanego tytułu;

Pakiet PLUS – czasopismo w wersji papierowej (bez doliczanej opłaty za jej dostarczenie) oraz w wersji cyfrowej, wraz z dostępem do archiwum zaprenumerowanego tytułu na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl; prenumerators otrzymają link aktywacyjny do zaprenumerowanego tytułu;

PRENUMERATA papierowa – czasopismo tylko w wersji papierowej (za jego dostarczenie doliczamy opłatę).



więcej informacji: 22 840 30 86, prenumerata@sigma-not.pl
portal@sigma-not.pl

XXIII

KRAJOWA

KONFERENCJA

ELEKTRONIKI



Darłowo

02.06. - 06.06.2024

Grupy tematyczne Krajowej Konferencji Elektroniki

- Materiały i technologie elektroniczne
- Elementy elektroniczne
- Układy analogowe
- Układy cyfrowe
- Energoelektronika
- Optoelektronika
- Szumy, zakłócenia, ograniczenia cieplne i niezawodność
- Zastosowania układów elektronicznych
- Systemy elektroniczne w mechatronice
- Zagadnienia ogólne

*Zapraszamy do udziału
w XXIII*

Krajowej Konferencji Elektroniki

tel. +48 58 5586 582

<http://kke.umg.edu.pl>

kke@umg.edu.pl

[facebook.com/KKE.Krajowa.Konferencja.Elektroniki](https://www.facebook.com/KKE.Krajowa.Konferencja.Elektroniki)



alarmy.org

Portal branży zabezpieczenia mienia

Skuteczne miejsce na Twoją reklamę!



Skontaktuj się z nami:

www.alarmy.org

e-mail: redakcja@alarmy.org

85-758 Bydgoszcz, ul. Przemysłowa 8C

tel. 52 343 73 35, fax 52 561 02 37



VERTICA.PL

Technologie internetowe



Niezmiernie miło jest nam poinformować, że w roku 2024 odbędzie się 18. edycja konferencji naukowo–technicznej „Postępy w Elektrotechnice Stosowanej” (PES-18). Serdecznie zapraszamy wszystkich pracowników naukowo-badawczych, doktorantów, projektantów, konstruktorów oraz wytwórców wdrażających nowe rozwiązania w zakresie szeroko rozumianych nauk technicznych.

Konferencja ta, organizowana tradycyjnie przez Oddział Warszawski PTETiS, jest jedną z nielicznych, podkreślających użytkowy charakter elektrotechniki, elektroniki, automatyki i robotyki, czy informatyki stosowanej. Dzięki współpracy z Międzynarodową Unią Technik Radiowych (URSI), udało się poszerzyć tematykę konferencji PES o istotne zagadnienia oddziaływania pól elektromagnetycznych na organizmy. O jakości naszej oferty niech świadczy wieloletnia współpraca oraz patronaty najważniejszych instytucji, jak Komitet Elektrotechniki PAN, czy IEEE. Pragniemy, aby proponowana przez nas forma sprzyjała efektywnej promocji wyników badań, integracji oraz wymianie doświadczeń środowisk naukowych oraz przemysłowych. Niestabnąca popularność konferencji PES jest dla nas źródłem radości oraz czynnikiem motywującym do dalszego działania. Możliwość prezentacji swoich dokonań oraz ich weryfikacja w gronie Znakomitych Profesorów jest ważnym czynnikiem wpływającym na jakość i szybkość realizacji zadań naukowych. Biorąc pod uwagę czas oceny pracowników jednostek naukowych, dołożymy wszelkich starań, aby pokonferencyjne referaty ukazały się do końca roku 2024.

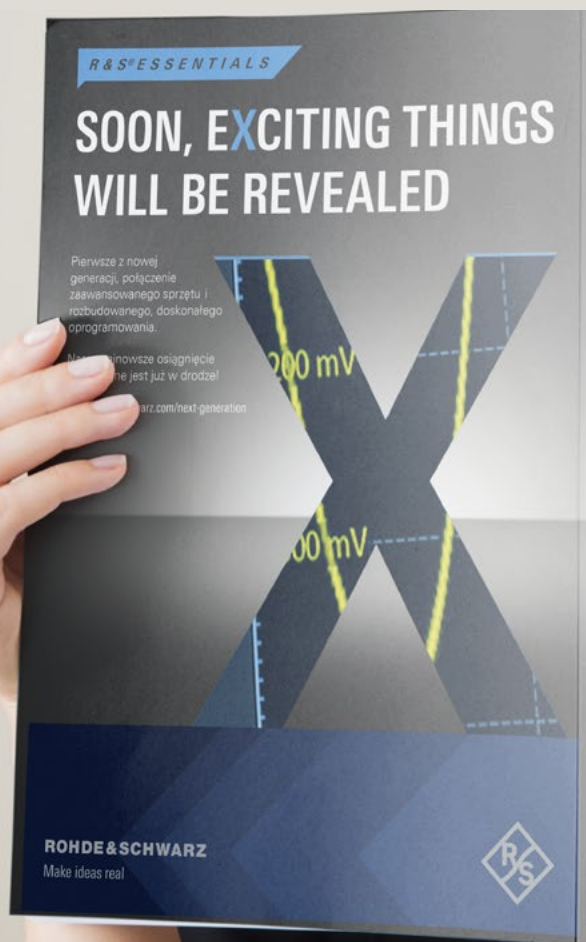
Tradycyjnie zapewniamy 5-dniowy pobyt u wrót Doliny Kościeliskiej, urozmaicony program naukowy i krajoznawczy oraz koleżeńską atmosferę sprzyjającą otwartej wymianie myśli i doświadczeń. Po konferencji pozytywnie zrecenzowane prace zostaną skierowane do publikacji w wiodących punktowanych czasopismach.

Jeszcze raz zapraszamy do uczestnictwa w konferencji PES!

Szczegóły znajdziecie Państwo po zeskanowaniu kodu QR.



Pamiętaj o prenumeracie 2024



www.elektronika.orf.pl
www.sigma-not.pl



W ROKU JUBILEUSZU 105-LECIA STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

6-7 CZERWCA 2024, ENEA STADION POZNAŃ

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

ORGANIZATOR
STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

PARTNER GŁÓWNY
ENEA S.A.



Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Doskonała Nauka



KONGRES ELEKTRYKI POLSKIEJ (KEP) to najważniejsze cykliczne wydarzenie naukowo-techniczne organizowane przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP) co 5 lat. Dotychczas odbyły się trzy Kongresy Elektryki Polskiej (2009, 2014 i 2019 rok). Ostatni stanowił część uroczystych obchodów 100. rocznicy założenia SEP.

Kongresy Elektryki Polskiej skupiają grono specjalistów ze wszystkich praktycznie dziedzin nowoczesnej elektryki, w tym: energetyków, elektrotechników, elektroników, informatyków, automatyków, specjalistów telekomunikacji, czy transportu elektrycznego. Podstawowym ich celem jest diagnoza bieżącego stanu elektryki polskiej, jak również zdefiniowanie strategicznych kierunków rozwoju tej bardzo istotnej dla naszego kraju gałęzi nauki, techniki i gospodarki. Kongresy pozwalają również na upowszechnienie tradycji elektryki polskiej w szerokich kręgach społeczeństwa. Służą popularyzacji i utrwaleniu w świadomości społecznej osiągnięć naukowych i zawodowych polskich elektryków, pokazują konkretne korzyści płynące z branży szeroko pojętej elektryki dla gospodarki Polski.

Prace Kongresu odbywać się będą zarówno w formule wykładowej, jak i w panelach dyskusyjnych. Oprócz sesji plenarnych i prac w sekcjach tematycznych IV Kongres Elektryki Polskiej obejmie spotkania i warsztaty skupione wokół redakcji czasopism branżowych wydawanych przez SEP, a także przygotowane przez stowarzyszenie środowisko młodych wynalazców i profesjonalistów. Obrady Kongresu poprzedzi publikacja trzech raportów dla poszczególnych sekcji tematycznych, a po jego zakończeniu przewidziane jest wydanie pakietu materiałów podsumowujących.

TRZY GŁÓWNE OBSZARY TEMATYCZNE IV KONGRESU ELEKTRYKI POLSKIEJ

POLSKA W OBLICZU TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Transformacja energetyczna służy realizacji podstawowego celu, jakim jest osiągnięcie do 2050 roku neutralności klimatycznej. Eliminowanie z mixsu 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. I najważniejsze - 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.

BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ

Agresja Federacji Rosyjskiej na Ukrainę w 2022 r. 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 - przynajmniej na razie - brakuje jednoznacznych odpowiedzi.

FOTONIKA - POLSKA SPECJALNOŚĆ W ELEKTRONICE

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.

Zachęcamy do aktywnego udziału w przygotowaniach i podczas IV KEP. Naszym celem jest przedstawienie **dorobku firm i instytucji działających na rynku polskim**, dlatego Kongresowi towarzyszyć będzie m.in. **wystawa** osiągnięć branżowych. Przewidujemy możliwość zaprezentowania się na stoiskach firmowych, posterach itp.

WARTO BYĆ PARTNEREM SEP. Oferujemy wszechstronne **możliwości promocji** w ramach współpracy partnerskiej. Proponujemy naszym Partnerom specjalne pakiety (m.in.: diamentowy, złoty, srebrny). Jesteśmy otwarci na współpracę i pozostajemy do Państwa dyspozycji. Zapraszamy do kontaktu:

e-mail: kongres@sep.com.pl

IV Kongres Elektryki Polskiej, 6-7.06.2024 r., Enea Stadion Poznań
STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH ul. Świętokrzyska 14 | 00-050 Warszawa | www.sep.com.pl
tel.: +48 22 556 43 04 | NIP 526 000 09 79 | REGON 000671480 | KRS 0000032870
<http://4kep.sep.com.pl>

