



# Jak sztuczna inteligencja może przyspieszyć transformację sektora energetycznego

Raport Obserwatorium Transformacji  
Cyfrowej THINKTANK

THINKTANK

accenture

Microsoft

intel.

# Jak sztuczna inteligencja może przyspieszyć transformację sektora energetycznego

 Raport Obserwatorium Transformacji  
Cyfrowej THINKTANK

## Autor

Tomasz Klekowski

## Redaktor

Zbigniew Gajewski

## Partnerzy

Accenture

Intel

Microsoft

Warszawa, styczeń 2023

ISBN 978-83-63460-46-4

Wstęp 6  
Podsumowanie i rekomendacje 8

## Rozdział 1

### **Problemy polskiego sektora energetycznego 12**

Analiza sektora 14  
Generacja i przesył 15  
Zużycie i jego ewolucja 17

## Rozdział 2

### **Transformacja cyfrowa polskiej energetyki 20**

Rozwój inteligentnych sieci – smart grid 21  
Konsekwencje budowy OZE dla systemu energetycznego i jego cyfryzacji 21

- Decentralizacja generacji 22
- Elastyczne zarządzanie w czasie rzeczywistym 24

## Rozdział 3

### **Przegląd istotnych projektów cyfrowych w sektorze energii elektrycznej 28**

Centralny System Informacji Rynku Energii 29  
Interdyscyplinarny Zakład Analiz Energetycznych 30  
Projekty wspierane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju 30

## Rozdział 4

### **Najważniejsze zastosowania technologii sztucznej inteligencji w sektorze energetycznym 32**

Generacja 33

- Konwencjonalna 33
- Elektrownie atomowe 33
- Odnawialne źródła energii 33

Przesył 34  
Dystrybucja i sprzedaż 34  
Nowa rola obszaru IT i cyfrowych technologii 36

- Nowe przychody ze sprzedaży usług cyfrowych 36
- Zabezpieczenie infrastruktury krytycznej przed rosnącym cyber-zagrożeniem 37
- Cyfrowe miejsca pracy i wzmacnianie kompetencji pracowników 38

## Rozdział 5

### **Modele dojrzałości rozwiązań sztucznej inteligencji w biznesie 40**

Podstawy transformacji cyfrowej 41  
Rozwój zastosowań i sposoby wdrażania innowacji 42

- Zasoby danych 44
- Aplikacje i systemy 44
- Potencjał analityczny i rozwój kompetencji 45
- Kultura innowacyjności 47
- Zarządzanie danymi, regulacja i etyka 47
- Wizja strategiczna 48

## Rozdział 6

### **Ocena gotowości sektora energetycznego w Polsce do wdrożeń AI 52**

Cel i zakres badania 53  
Hipoteza badawcza 53  
Przegląd pytań badawczych 54

## Rozdział 7

### **Ocena dojrzałości cyfrowej firm rynku energii elektrycznej 56**

Umocowanie odpowiedzialności za transformację cyfrową i przygotowanie strategii – wymiar wizji strategicznej 57  
Kultura innowacyjności 59  
Zasoby i dane oraz zarządzanie danymi, regulacjami i etyką 61  
Rozwój kompetencji zespołów wdrożeń projektów AI 62

## Rozdział 8

### **Studia przypadków 66**

Pierwsze zastosowania i programy pilotażowe 67  
Projekty AI wdrożone w polskiej energetyce 67  
Aigormics & Intel – optymalizacja kosztów i bezpieczeństwa 69  
AGH – optymalizacja zużycia energii z wykorzystaniem inteligentnego oświetlenia 71  
EV Fleet – transformacja systemu transportowego 72

## Raport „Jak sztuczna inteligencja może przyspieszyć transformację sektora energetycznego w Polsce?” **kierujemy do liderów przedsiębiorstw związanych z energetyką oraz tych firm IT, które chcą współpracować z branżą energetyczną. Adresatami są także decydenci zajmujący się polityką gospodarczą i energetyczną w naszym kraju. Mamy nadzieję, że to opracowanie pomoże im w ich misji.**

Raport adresujemy też do specjalistów technicznych zajmujących się rozwiązaniami sztucznej inteligencji. Liczymy, że będzie dla nich użyteczny, ponieważ ma ambicję pogłębić zrozumienie kondycji sektora ich klientów.

Większość dotychczasowych strategicznych opracowań dotyczących tematyki tego raportu skupia się na definowaniu, co należy zrobić, a omija kluczowe odpowiedzi, jak osiągnąć strategiczne cele. W rezultacie mamy wiele strategii leżących na półkach, które nigdy nie przerosły się w działania, choć ich główne tezy są z pewnością prawdziwe. Poniższy raport próbuje opisać praktyczny wymiar transformacji cyfrowej sektora energetycznego i aspiruje do bycia poradnikiem w tej sprawie lub przynajmniej wstępem do realizacji takiego procesu.

W opracowaniu przedstawiamy transformację cyfrową z punktu widzenia potrzeb przedsiębiorstwa działającego na tym rynku. Nie skupiamy się na obrazie makroekonomicznym, który został wszechstronnie opisany w innych dostępnych na rynku analizach i artykułach. Wskazujemy, jakie kluczowe czynniki umożliwiają przyspieszenie cyfryzacji sektora, jak można wpłynąć na ich rozwój i w jaki sposób skutecznie wesprzeć realizację zakładanych celów w zdefiniowanym czasie.

Wiele sektorów w polskiej gospodarce rozwija się cyfrowo w sposób organiczny, metodą prób i błędów. I w dłuższym okresie może w nich dojść do powszechnego

wykorzystania nowych narzędzi cyfrowych i nowych form organizacji. Jednak w przypadku sektora energetycznego nie mamy czasu i nie możemy sobie pozwolić na rozwój taką drogą. Naszym zdaniem decydenci muszą już dziś skupić się na przeprowadzeniu szybkiej i skutecznej transformacji cyfrowej sektora energetycznego.

Kluczową częścią raportu jest prezentacja wyników badania przeprowadzonego na rzecz Grupy Roboczej ds. Sztucznej Inteligencji (GRAI) działającej przy Kancelarii Prezesa Rady Ministrów. Ankietę wypełniła większość największych spółek sektora elektroenergetycznego, a nasza analiza odnosi się do ich konkretnej sytuacji i przedstawia merytoryczne uzasadnienie dla zaproponowanych działań.

Diagnoza i wnioski oparte są o metodykę IBM Center for The Business of Government, opracowaną przy współpracy z Queensland University of Technology i korzystającą ze sprawdzonego know-how. Wybraliśmy to podejście, chociaż stawia ono wysokie wymagania organizacjom przygotowującym się do wdrożeń technologii sztucznej inteligencji. Ich spełnienie gwarantuje jednak osiągnięcie wysokiego poziomu gotowości do cyfryzacji w szerokim zakresie.

W pierwszym rozdziale raport opisuje model funkcjonowania sektora energetycznego w Polsce i kluczowe wyzwania, przed jakimi on dziś stoi. W drugim rozdziale prezentujemy przegląd dostępnych cyfrowych rozwiązań

dla energetyki. W kolejnym przybliżamy kluczowe projekty realizowane w Polsce, mogące mieć duży wpływ na cały sektor, w tym projekt Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii (CSIRE).

W części stanowiącej wstęp do opisu rezultatów badania raport przedstawia w szerszym kontekście metodykę oceny dojrzałości organizacji do wdrażania rozwiązań sztucznej inteligencji, wskazując kluczowe zależności i główne obszary istotne dla końcowych rekomendacji.

Kolejną częścią raportu jest opis i analiza dojrzałości cyfrowej spółek rynku energii elektrycznej w Polsce przeprowadzona w oparciu o ekspertyzę opisującą wyniki wspomnianego wyżej badania i pogłębione rozmowy z przedstawicielami firm energetycznych.

Nasze opracowanie świadomie pomija kwestię organizacji rynku energii elektrycznej i aspekt regulacji prawnych w tym zakresie. Są to ważne obszary, wpływające na kierunki transformacji cyfrowej sektora, jednak wymagają one osobnej analizy.

Raport nie mógłby powstać bez szerokiego zaangażowania i współpracy licznej grupy osób i instytucji. Szczególnie podziękowania składam Ireneuszowi Wochlikowi,

prowadzącemu grupę roboczą zajmującą się zastosowaniami sztucznej inteligencji w energetyce, działającą w ramach GRAI.

Dziękuję także grupie liderów firm sektora energetycznego, którzy poświęcili swój czas, aby podzielić się ze mną swoim doświadczeniem i wiedzą o obecnych i przyszłych wyzwaniach dla energetyki, w tym Grzegorzowi Bojarowi, Ryszardowi Bryle, Krzysztofowi Hajdrowskiemu, Mariuszowi Jurczykowi, Michałowi Kłowskiemu oraz przedstawicielom firm wspierających sektor energetyczny: Jarkowi Zarychcie i Tomaszowi Kozarowi, którzy przygotowali opis rozwiązań AI dla sektora oraz Jarosławowi Karwowskiemu, Piotrowi Pietrusze, Viktorowi Perssonowi, Mariuszowi Przybylikowi, Dariuszowi Sokulskiemu i Martynie Wiącek.

Podziękowania kieruję także do osób, które pomogły w przygotowaniu i realizacji badania będącego kluczowym elementem tego raportu oraz wszystkim zaangażowanym w cały jego proces wydawniczy, szczególnie redaktorowi raportu Zbyszkowi Gajewskiemu.

Tomasz Klekowski



## Procesy cyfryzacyjne w sektorze energii trwają od wielu lat, jednak **obecnie ich tempo i waga gwałtownie rosną** ze względu na szczególne uwarunkowania geopolityczne i cywilizacyjne.

Przyspieszenie transformacji cyfrowej w branży energetycznej umożliwi jej szybszą ewolucję w kierunku większego wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Ułatwiłoby też większą decentralizację sieci i połączenie lokalnej generacji z lokalnym zużyciem, a to skutkowałoby zwiększoną odpornością całej sieci na awarie.

Dotychczasowe wysiłki w tym kierunku oparte o organiczny wzrost, realizowane poprzez wiele małych, luźno powiązanych projektów, dziś są niewystarczające. Wdrożenia bardziej złożonych projektów, w tym rozwiązań sztucznej inteligencji, napotykają jednak na wiele rodzajów barier, a sprowadzenie całej dyskusji do kwestii braku nakładów na modernizację jest poważnym błędem.

Nakłady inwestycyjne będą zawsze istotną kwestią, ale nawet gdybyśmy wzięli pod uwagę scenariusz braku ograniczeń kapitałowych, okazałoby się, że sektor i tak nie jest w stanie przyspieszyć swojego cyfrowego rozwoju z racji występowania kolejnych przeszkód.

Dlatego ich wyeliminowanie lub złagodzenie pozwoliłoby na szybsze i bardziej optymalne wykorzystanie zasobów finansowych i prowadziłoby do szybszych zmian w zakresie elastyczności sieci, wzrostu marginesu bezpieczeństwa w zarządzaniu nią i przyspieszenia zmian w miksie energetycznym. Zagadnienia te zostały przedstawione w rozdziale 2.

Kluczem do tych zmian jest osiągnięcie wyższej dojrzałości cyfrowej, pozwalającej na wdrożenie nowych sposobów organizacji generacji i zużycia, nowych modeli rynku, nowych narzędzi modelowania i zarządzania infrastrukturą. Scenariusze funkcjonowania sektora oparte o nowoczesne możliwości technologiczne dają także szanse na wzrost efektywności posiadanych zasobów.

W dodatku wprowadzanie zmian organizacyjnych ułatwiających transformację cyfrową nie wymaga wielkich inwestycji kapitałowych. Wymaga za to interdyscyplinarnego planowania, poprawy jakości zarządzania i rozwoju kompetencji w całej branży. Każda firma i cały sektor powinny przeprowadzić takie analizy, ocenić korzyści i zaplanować swoją ścieżkę do konsekwentnej cyfryzacji.

Są firmy, które eksperymentują już w tych obszarach, weszły na wyższy poziom dojrzałości cyfrowej i są bardziej zaawansowane w przygotowaniach do kolejnych etapów transformacji. Jednak nawet one mierzą się licznymi barierami zwłaszcza w obszarze kompetencji, współpracy interdyscyplinarnej i zdolności do przekładania mniejszych projektów na ogólnooorganizacyjną skalę.

Rozpoczęty projekt Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii (opisany w rozdziale 3.) oraz pierwsze pozytywne doświadczenia już działających klastrów energii będą miały fundamentalne znaczenie dla sektora i powinny być katalizatorem wielu kolejnych zmian w organizacji rynku. Wdrożenia pilotażowe rozwiązań sztucznej inteligencji w obszarze konserwacji zapobiegawczej mogą wpłynąć na pogłębienie współpracy działów IT i OT. Włączenie rozwiązań sztucznej inteligencji do obsługi klienta powinno wykazać szybki wzrost efektywności i szybszy zwrot z inwestycji w projekty transformacyjne.

Wyniki zrealizowanego na rzecz Grupy Roboczej GRAI badania przedstawiają zagregowany obraz poziomu dojrzałości cyfrowej firm sektora elektroenergetycznego w kluczowych obszarach oraz wskazują najważniejsze sposoby osiągnięcia szybkich i konkretnych rezultatów modernizacyjnych. Badanie zostało opisane w przygotowanej dla Kancelarii Prezesa Rady Ministrów przez ośrodek THINKTANK ekspertyzie „Ocena poziomu dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstw rynku energii elektrycznej w Polsce”<sup>1</sup>. Ekspertyza została przygotowana dla wsparcia realizacji celu „Rozbudowa infrastruktury wytwórczej i sieciowej energii elektrycznej” (PEP2040, Cel szczegółowy 2) zapisanego w Polityce Energetycznej Polski do 2040 r.<sup>2</sup>

Analiza w ekspertyzie jest oparta o model oceny dojrzałości wdrażania i wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji opracowany przez firmę IBM, i Queensland University of Technology.<sup>3</sup>

## Główne konkluzje ekspertyzy pokazuje poniższa tabela:

### Ocena poziomu dojrzałości cyfrowej firm energetycznych w Polsce

	Poziom rozwiązań wdrażanych ad hoc	Poziom eksperymentowania	Poziom gotowości do planowych wdrożeń i rozwoju	Poziom wdrożenia w skali i uzyskiwania nowej wartości	Poziom gotowości do głębokiej transformacji
Zasoby i dane			×		
Aplikacje i systemy				×	
Potencjał analityczny i kompetencje		×			
Kultura innowacyjności			×		
Zarządzanie danymi, regulacje i etyka	×				
Wymiar wizji strategicznej			×		

### Odnosząc się do tej oceny ekspertyza zwraca uwagę na dodatkowe kwestie, które szerzej naświetlają syntetyczne wyniki:

- Firmy sektora od wielu lat gromadzą duże zasoby danych i mogą je wykorzystać do wdrożeń nowych narzędzi i rozwoju nowych procesów, ale często dane te nie są szeroko wykorzystywane.
- Rozwój aplikacji i systemów są w firmach wystarczająco rozwinięte, przy czym należy zwrócić uwagę, że istnieją obszary, w których wymagany jest dalszy postęp np. wykorzystanie infrastruktury chmurowej dla wybranych projektów o adekwatnym do tego modelu przetwarzania poziomie ryzyka.
- Wsparcie innowacji jest usystematyzowane, ale w praktyce ograniczone głównie do wsparcia usprawnień; potrzeba więcej działań wspierających tworzenie nowej wartości poprzez innowacje i uzyskiwanie efektu skali poprzez będące następstwem wprowadzanych innowacji zmiany organizacyjne i procesowe
- Kwestie związane z zarządzaniem danymi oraz budowaniem wizji i kultury wykorzystywania danych wymagają bardzo dużo uwagi. Należy się skupić na przygotowaniu narzędzi i procesów w tym obszarze, wykorzystując know-how, procesy i narzędzia data governance. Wykorzystanie systemów data governance jest na początkowym etapie. Kwestie regulacji w zakresie danych są tematami, które będą wymagały uwagi wraz z implementacją przez Polskę kilku kluczowych regulacji Unii Europejskiej w tym zakresie.
- Firmy mogą poczynić dalsze postępy w gotowości zarządczej do wspierania procesów cyfryzacji. Nie wszystkie bowiem działają wg zdefiniowanej dla cyfryzacji strategii, nie wszędzie funkcjonuje efektywne powiązanie działów rozwoju biznesu z działami IT, można zaobserwować liczne przypadki działania silosowego.

Powyższa ocena posłużyła jako istotny element dla sformułowania wniosków tego raportu.

## Wnioski i rekomendacje dla firm sektora

Na podstawie analizy oceny dojrzałości cyfrowej firm sektora, studiów przypadków oraz licznych materiałów analitycznych przedstawiamy kilka najważniejszych wniosków i polecamy je uwadze adresatów raportu:

- Dalsza transformacja sektora, zmiana miksu energetycznego i poprawa zarządzania systemem energetycznym jest krytycznie zależna od efektywności cyfryzacji w sektorze.
- Zwiększenie tempa i efektywności cyfryzacji i płynących z niej korzyści wymaga lepszej organizacji procesów wspierających transformację cyfrową w firmach, co jest zadaniem wykraczającym poza mandat działów IT i zadanie to powinno być przyjęte do realizacji przez zarządy firm sektora.
- Zadania związane z transformacją cyfrową powinny znaleźć się wśród priorytetów działów zarządzania operacyjnego, działów zasobów ludzkich, jak również działów innowacji i IT.

### W szczególności, z perspektywy organizacyjnej firmy powinny się skupić na następujących zadaniach:<sup>4</sup>

- Firmy sektora powinny przeanalizować umiejscowienie działów IT, cyberbezpieczeństwa oraz automatyki systemów w swoich strukturach i stworzyć bardziej optymalne modele, lepiej wspierające współpracę i rozwój biznesu, pozwalające na lepszą agregację wiedzy i bardziej strategiczną współpracę z otoczeniem i dostawcami. Transformacja cyfrowa sektora powinna być traktowana jako strategiczne zadanie umożliwiające realizację kluczowych elementów strategii energetycznej państwa i zarządzane bezpośrednio przez zarządy firm.
- Tam, gdzie nie zostało to zrobione, firmy powinny opracować strategię cyfryzacji wraz z metodyką jej operacjonalizacji i zarządzania rezultatami.
- Wszystkie firmy mogą dużo skorzystać na rozbudowaniu systemów rozwoju kompetencji, w tym szkoleń i ukierunkowaniu ich na kwestie przygotowania do pracy w środowisku bardziej nasyconym narzędziami cyfrowymi. Jest to potrzebne na każdym szczeblu organizacji, od techników monterów do inżynierów sterowania siecią. Ważnym elementem rozwoju kompetencji powinny być kwestie interdyscyplinarności i zrozumienia ogólnych procesów transformacji cyfrowej oraz specyficznych dla sektora energetycznego.
- Firmy sektora powinny przygotować procesy i kompetencje dla bardziej efektywnego zarządzania zmianą. Pomoże to przyspieszyć skalowanie rozwiązań od projektów pilotażowych do ich wdrożenia w skali całej organizacji. Potrzebne jest do tego zdobycie przez wszystkich managerów i całe organizacje HR wiedzy dotyczącej zasad i specyfiki transformacji cyfrowej sektora oraz uwzględnienie w rozwoju kultury firm energetycznych dynamiki, jaką niesie tempo cyfrowych zmian.
- Rozwój kultury wykorzystania danych jest dziś dużym i niezwykle poważnym wyzwaniem, wymagającym pracy od poziomu zapewnienia data literacy dla szerokich grup użytkowników, po wdrożenie narzędzi i systemów data governance.
- Firmy sektora powinny budować bardziej otwartą kulturę wspierającą innowacje rozwojowe, komunikację w grupach branżowych krajowych i międzynarodowych oraz umożliwiającą lepszą współpracę z innymi sektorami: IT, motoryzacyjnym, telekomunikacją itp.

Realizacja tych działań powinna stworzyć lepsze warunki dla transformacji cyfrowej sektora, umożliwić budowę inteligentnych sieci przesyłowych, lepsze zarządzanie rozproszoną generacją, przesyłem i zużyciem, zwiększyć elastyczność sieci i podnieść jej stabilność, a w efekcie stworzyć podwaliny pod bardziej efektywny i elastyczny rynek energii.

Szczegółowa analiza i kontekst dla wniosków są przedstawione w poniższym raporcie.

# Problemy polskiego sektora energetycznego

**Sektor energetyczny odgrywa strategiczną rolę w każdej gospodarce, jednak procesy ostatnich lat i miesięcy zmuszają do koncentracji na nim szczególnej uwagi rządzących, właścicieli i menedżerów firm energetycznych oraz obywateli i przedsiębiorstw będących konsumentami energii.**

W skali globalnej takie czynniki jak rozwój gospodarczy, wzrost populacji, zawirowania geopolityczne związane z kontrolą paliw kopalnych, stopniowe zmiany w podejściu do polityki klimatycznej – wpływają na sytuację w energetyce i dekomponują jej dotychczasowy obraz. Jednym z tych istotnych czynników jest także dokonująca się od kilku dziesięcioleci transformacja cyfrowa. Obecnie obserwujemy jej zdecydowane przyspieszenie. Sektor energetyczny staje się wręcz uzależniony od technologii cyfrowych.

W ostatnich latach światowy popyt na energię rośnie średnio w tempie 2-3 proc. rocznie, nieco spowalniając w okresach kryzysów gospodarczych i przyspieszając w czasach lepszej koniunktury. W krajach rozwiniętych wzrost zapotrzebowania na energię był i jest równoważony przez działania podnoszące efektywność energetyczną. Z kolei pobór energii w krajach rozwijających się stale rośnie. Jednocześnie transport, przemysł oraz ciepłownictwo coraz szybciej przechodzą na zasilanie elektryczne i to elektryczność staje się główną formą pierwotnego wykorzystania energii.

Proces ten różni się jednak geograficznie. Podczas gdy kraje rozwijające są nadal mocno zależne od węgla, w krajach rozwiniętych następuje szybki proces zmiany miksu energetycznego. Do niedawna było to napędzane wymogami polityki klimatycznej, a obecnie głównym motywatorem jest konieczność uniezależnienia się od paliw kopalnych sprzedawanych przez Rosję. Agresja tego kraju na Ukrainę gwałtownie zmieniła warunki funkcjonowania sektora energetycznego w naszej części świata.

W Polsce doprowadziło to na przykład do podjęcia błyskawicznej decyzji o budowie elektrowni jądrowych, co dotąd przez dziesięciolecia grzęzło w politycznych sporach. Ale prąd z atomu popłynął za kilkanaście lat, dlatego konieczny jest szybki wzrost generacji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, a rozbudowę mocy elektrowni węglowych należy traktować jako opcję przejściową.

Jednocześnie każde z tych działań wymaga rozbudowy infrastruktury przesyłowej i nowoczesnego zarządzania przesyłem oraz poborem energii elektrycznej. A to oznacza konieczność zastosowania zaawansowanych rozwiązań cyfrowych. Dziś krytycznymi elementami systemów energetycznych są przykładowo predykcje generacji i zużycia energii, modele DSR, modele

meteorologiczne dające prognozy dla małych obszarów, konserwacja zapobiegawcza, automatyzacja sterowania przesyłem, monitorowanie i kontrola stanu sieci przesyłowych, automatyzacja i poprawa efektywności komunikacji z klientami. To wszystko jest możliwe dzięki całemu spektrum technologii cyfrowych, ze sztuczną inteligencją (artificial intelligence – AI) jako jedną z głównych. Nie ma obecnie lepszych alternatyw dla rozwiązań opartych o uczenie maszynowe i inne technologie AI, a ma to związek z koniecznością analizowania ogromnej ilości danych generowanych w tych procesach, rozproszeniem systemów i potrzebą zarządzania procesami w czasie rzeczywistym.

Rozwinięte gospodarki już od lat do pokonywania problemów biznesowych wykorzystują technologie cyfrowe. Wiele z nich osiągnęło wysoki stopień dojrzałości, a posługiwanie się nimi jest proste i nie przysparza niestandardowych problemów. Natomiast rozwiązania oparte o sztuczną inteligencję są stosunkowo nowe i wciąż wymagają niestandardowego podejścia oraz szczególnej dojrzałości organizacji, przede wszystkim zgromadzenia wysokich kompetencji, współpracy wewnętrznej i integracji całej infrastruktury cyfrowej. Efektywność rozwiązań AI zależy ponadto od dostępności i jakości danych oraz wymaga silnego powiązania wiedzy branżowej z technologiczną, odpowiedniej struktury prawnej z perspektywy zarządzania danymi, dobrej oceny ryzyka i odpowiedzialności.

Tempo i waga transformacji cyfrowej gwałtownie wzrosły, co oznacza nowe wyzwania dla liderów sektora energetycznego. Są to wymagania w zakresie zarządzania cyfryzacją i wyboru takich rozwiązań cyfrowych, które skutecznie i w odpowiednim tempie dostosują firmy do warunków zewnętrznych oraz wzmocnią ich efektywność. Zarządzający i liderzy muszą rozumieć szeroki kontekst, w którym działa teraz ich branża i podejmować decyzje w sprawie koniecznych zmian i inwestycji z pełną świadomością konsekwencji opóźnień i zaniechań.

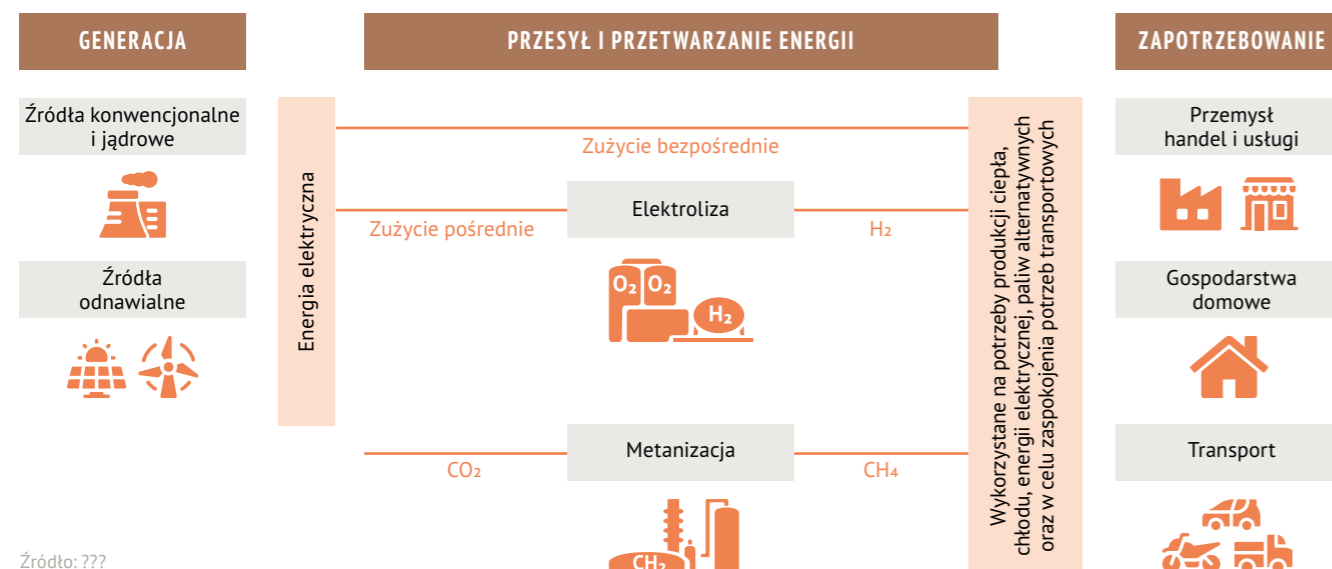
Raport Fundacji Client Earth – Prawnicy dla Ziemi „Sieci – wąskie gardło polskiej transformacji energetycznej” z lipca 2022 r.<sup>5</sup> wskazuje, że „w latach 2015-2021 ok. 30 GW mocy (z OZE) nie zostało przyłączone do polskiej sieci energetycznej”. Potwierdzają to dane Ministerstwa Klimatu i Środowiska mówiące o 3,5 tys. odmów przyłączenia instalacji OZE w latach 2021-2022, co stanowi

60-80 proc. złożonych wniosków<sup>6</sup>. Jednocześnie w siedmiu rekomendacjach dotyczących usprawnienia sieci sześć z nich wskazuje na konieczność wykorzystania w tym celu technologii cyfrowych.

Uwzględniając fakt, że głównym powodem odmów podłączenia źródeł OZE były problemy infrastrukturalne, wciąż możemy założyć, że efektywna cyfryzacja przyniosłaby wzrost podłączonej mocy OZE w wymiarze kilku GW. Byłby to ekwiwalent średniej wielkości elektrowni węglowej i zarazem znacząca ilość energii dla polskiego systemu energetycznego, nawet przy zmiennym poziomie generacji energii ze źródeł odnawialnych. A połączenie inwestycji w infrastrukturę z inwestycjami w cyfryzację dałoby jeszcze wielokrotnie lepsze rezultaty. Oczywiście dla realizacji maksymalnego scenariusza potrzebne są również odpowiednie zmiany legislacyjne, jak ustawa znosząca limit 10H.

Ostatnie prace planistyczne prowadzone w Polskich Sieciach Energetycznych i opisane w dokumencie „Projekt planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032”<sup>7</sup> wskazują na szansę rozwiązania problemów infrastrukturalnych dzięki inwestycjom w infrastrukturę przesyłową. Plany te zakładają osiągnięcie możliwości podłączenia nowych źródeł OZE do poziomu 50 proc. udziału w zainstalowanej mocy w Krajowym Systemie Energetycznym i osiągnięcie stanu, w którym infrastruktura nie będzie blokowała transformacji systemu energetycznego. Większość opisywanych inwestycji będzie jednak zakończona pod koniec lub już po opisywanym okresie i dlatego osiągnięcie wyższej efektywności systemu energetycznego wymaga szybszego i głębszego oparcia rozwoju KSE o rozwiązania cyfrowe i współbieżny rozwój infrastruktury cyfrowej i inteligentnych sieci przesyłowych. Jest to tym bardziej istotne, że wszystkie nowe technologie energetyczne są w dużo większym stopniu zależne od rozwiązań cyfrowych.

### Nowy zintegrowany system energetyczny



Źródło: ???

Cyfryzacja energetyki niesie zatem za sobą konieczność przygotowania branży, firm, zespołów i pracowników na te zmiany. Wyzwaniem jest przygotowanie tysięcy specjalistów do budowy i funkcjonowania „energetyki zcyfryzowanej”. Doświadczenia innych krajów, w tym Francji i Niemiec, gdzie transformacja cyfrowa sektora rozpoczęła się wcześniej, wskazują na duże znaczenie tego problemu.

Zanim nasz raport skupi się na kwestiach cyfrowych, ważne jest dokonanie opisu stanu wyjściowego i zdefiniowanie najważniejszych wyzwań, przed jakimi stoi sektor energetyczny. Dzięki temu będziemy mogli precyzyjnie odnieść kwestie związane z cyfryzacją sektora i konkretnymi rozwiązaniami do realnych problemów biznesowych. Wdrożenie rozwiązań cyfrowych musi się bowiem bezpośrednio przekładać na konkretne korzyści i skutecznie, w mierzalny sposób rozwiązywać postawione przed nimi problemy biznesowe.

### Analiza sektora

Sektor energii elektrycznej ewoluuje. W prostym modelu energię tę generowały konwencjonalne źródła i podlegała ona natychmiastowemu, bezpośredniemu zużyciu w zintegrowanym i zrównoważonym systemie. Nowy zintegrowany system energetyczny zakłada, że generacja oparta jest o źródła odnawialne i energię jądrową, a zaprzestaje się wytwarzania energii w oparciu o paliwa kopalne. Zakłada również, że oprócz zużycia bezpośredniego występuje magazynowanie i odzyskiwanie energii (Power to Power – P2P), a ponadto, że energia elektryczna jest głównym nośnikiem energii i jest powszechnie wykorzystywana również w ogrzewaniu i transporcie.

### Generacja i przesył

Krajowy System Elektroenergetyczny (KSE) składa się z trzech części. Tworzą go podsystemy:

- wytwórczy
- sieć przesyłowa
- sieć dystrybucyjna.

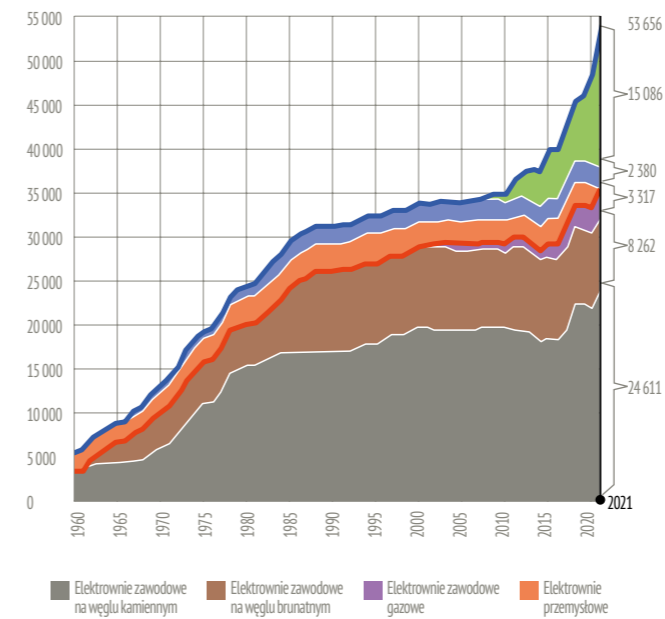
Stanowią one odrębne jednostki podlegające oddzielnym instytucjom i regulacjom.

Podsystem wytwórczy obejmuje elektrownie systemowe, elektrownie i elektrociepłownie przemysłowe, elektrociepłownie lokalne oraz elektrownie wodne, wiatrowe, słoneczne, opalane biomasą oraz biogazem.

Za system przesyłowy odpowiadają Polskie Sieci Elektroenergetyczne. Dystrybucja i sprzedaż jest zapewniana przez 196 operatorów systemów dystrybucyjnego<sup>8</sup>, jednak w praktyce na rynku tym dominuje 5 podmiotów: E.ON, Enea, Energa, Polska Grupa Energetyczna PGE oraz Tauron Polska Energia.

W Polsce moc zainstalowana w Krajowym Systemie Energetycznym wg danych PSE osiągnęła w 2021 r. poziom 53,7 GW<sup>9</sup>.

### Struktura wytwarzania energii



Źródło: Polskie Sieci Energetyczne

Zobrazowane na wykresie lata 1960-2021 to w istocie trzy różniące się okresy:

- do końca lat 80., kiedy rosła moc generowana z elektrowni węglowych (węgla kamiennego i brunatnego)

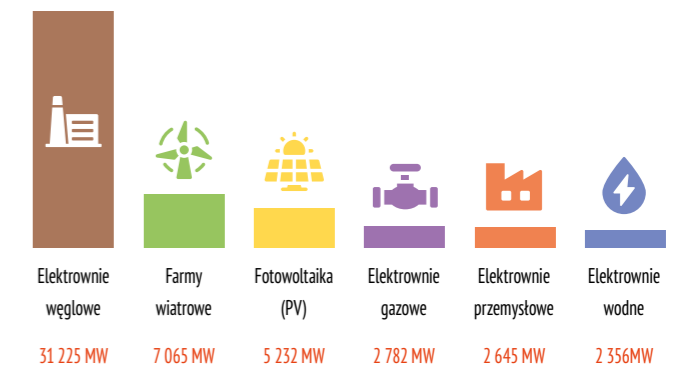
- od początku lat 90. do końca pierwszej dekady XXI w., kiedy zapotrzebowanie na energię elektryczną i jej podaż rosły wolniej ze względu na szybki wzrost efektywności energetycznej w gospodarce
- ostatnie 10 lat, kiedy rozpoczęła się ewolucja systemu energetycznego w stronę zrównoważonego systemu zintegrowanego i szybko rosła ilość mocy generowanej przez OZE, początkowo głównie z elektrowni wiatrowych, potem głównie z fotowoltaiki.

W latach 2010-2016 miał miejsce trzykrotny wzrost mocy zainstalowanej w lądowych elektrowniach wiatrowych. Później nastąpiło spowolnienie na skutek ustawy „10h”, wprowadzającej zakaz budowania turbin wiatrowych w odległości mniejszej niż 10-krotność ich wysokości od zabudowań i miejsc ochrony przyrody.

Za to w ostatnich latach nastąpił szybki przyrost zainstalowanej mocy ze źródeł fotowoltaicznych. Są to przede wszystkim źródła prosumenckie, wspierane programami dofinansowania, jak np. „Mój Prąd” oraz regulacjami takimi jak „wirtualny magazyn”. Dodatkowo kontraktowane są nowe moce w komercyjnych elektrowniach fotowoltaicznych.

### Struktura wytwarzania energii

(dane PSE opublikowane w 2021 roku<sup>10</sup>)



Źródło: <https://www.pse.pl/jak-funkcjonuje-krajowy-system-elektroenergetyczny>

Według tych danych wytwarzanie energii elektrycznej było oparte głównie o elektrownie węglowe i w dalszej kolejności o energię z farm wiatrowych i fotowoltaiki. Jednak w 2022 r. ze względu na bardzo dobre rezultaty programu „Mój prąd” ilość zainstalowanej mocy w fotowoltaice wyprzedziła farmy wiatrowe i według danych Ministerstwa Klimatu i Środowiska osiągnęła 11 GW. Całościowa zainstalowana moc z OZE przekroczyła więc 20 GW<sup>11</sup>.

Obecnie głównym wyzwaniem polskiego systemu energetycznego jest obniżenie, a następnie eliminacja zależności od wykorzystania paliw kopalnych do generowania energii elektrycznej. Cel ten ma być osiągnięty poprzez wzrost udziału odnawialnych źródeł energii i budowę elektrowni jądrowych.



Do rosyjskiej agresji na Ukrainę nastawienie największych firm sektora do szybkiej transformacji energetycznej, rozwijania nowych źródeł wytwarzania i potrzebnej dla nich infrastruktury przesyłowej było raczej konserwatywne.

Prezes PSE Eryk Kłossowski w swoim wystąpieniu „Rynek i system elektroenergetyczny 2030”<sup>12</sup> w grudniu 2020 r. wskazywał, że:

- system elektroenergetyczny i rynek energii do roku 2030 fundamentalnie się nie zmieni
- tempo dekarbonizacji będzie uzależnione od szybkości rozwoju technologii oraz możliwości zapewnienia bezpieczeństwa pracy systemu i ciągłości dostaw energii do odbiorców
- stabilne funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego z bardzo wysokim udziałem OZE nie jest możliwe bez przelomu technologicznego w obszarze magazynowania, co nie nastąpi to przed 2030 r.
- fundamentalne zmiany infrastruktury energetycznej wymagają lat i ogromnych nakładów finansowych
- połączenia transgraniczne nie są cudownym środkiem na rozwiązanie problemów z bilansowaniem OZE.

Takie podejście w dużej mierze kształtowało postawy sektora względem rozwoju innowacyjności, w tym cyfryzacji. Jednak z powodu konieczności gwałtownej zmiany założeń polityki energetycznej na skutek rosyjskiej agresji na Ukrainę w szybko uaktualnionych planach to podejście się zmienia. W dokumencie „Projekt planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032”<sup>13</sup>, opublikowanym i przekazanym do dalszych konsultacji w czerwcu 2022 r., znajdują się między innymi następujące założenia:

- W perspektywie najbliższych 10 lat elektrownie fotowoltaiczne oraz elektrownie wiatrowe mogą rozwijać się szybciej niż to wynika z dokumentów strategicznych. W 2032 r. polska sieć przesyłowa powinna umożliwić osiągnięcie 50 proc. udziału generacji OZE w zużyciu energii elektrycznej netto, bez znaczących ograniczeń w wydawaniu warunków przyłączenia do sieci nowych źródeł OZE.

- Sieć przesyłowa powinna umożliwiać dalszy wzrost udziału OZE (ponad 50 proc.) w niektórych lokalizacjach spełniających techniczne warunki sieci oraz posiadających możliwości rozwoju infrastruktury sieciowej.
- Będzie postępować „transformacja oraz łączenie sektorów”. Wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną netto bazowo może wynosić 1,7 proc. średniorocznie, a wzrost zapotrzebowania na moc szczytową 2,5 proc. Niemniej jednak sieć przesyłowa powinna być gotowa na szybszy wzrost i w 2032 r. pozwolić na przesyłanie energii w celu pokrycia ponad 200 TWh rocznego zużycia energii elektrycznej netto i nawet 35 GW szczytowego zapotrzebowania na moc.
- Sieć przesyłowa powinna umożliwiać przyłączenie nowych magazynów energii oraz instalacji P2P (power to power) w lokalizacjach odpowiednich z punktu widzenia technicznych uwarunkowań pracy sieci oraz możliwości rozwoju infrastruktury sieciowej.
- Sieć przesyłowa powinna umożliwiać przyłączenie nowych wielkich odbiorców energii lokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych o łącznym dodatkowym zapotrzebowaniu na moc rzędu 4 GW oraz ewentualnych źródeł energii towarzyszących tym odbiorcom.
- Sieć przesyłowa powinna posiadać zdolności do obsłużenia samowystarczalnego pod względem generacji systemu elektroenergetycznego oraz do prowadzenia swobodnej wymiany handlowej i technicznej z innymi systemami. Inwestycje w sieć przesyłową powinny wspierać optymalizację wykorzystania istniejących oraz budowanych obecnie połączeń transgranicznych, zapewniając możliwość istotnego udziału tych połączeń w bilansie mocy i energii w KSE. Projekty nowych połączeń transgranicznych mogą być inicjowane tylko w oparciu o jednoznacznie wykazane, wielowymiarowe korzyści, w stosunku do których istnieje konsensus wśród interesariuszy.

Należy mieć nadzieję, że realizacja tego projektu stworzy również potrzebne impulsy i synergie dla efektywnej i pełnej cyfryzacji sektora energetycznego.

## ■ Zużycie i jego ewolucja

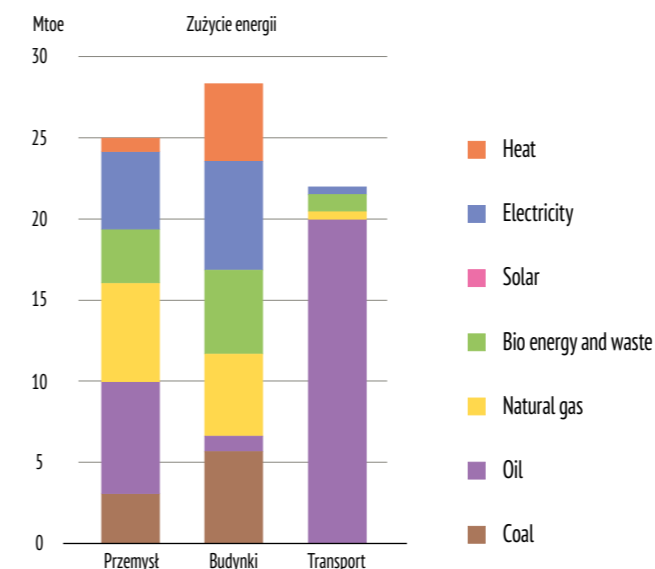
Z perspektyw zużycia energii rynek można podzielić na 3 główne grupy odbiorców:

- przemysł wytwórczy
- budynki (komercyjne i mieszkaniowe)
- transport.

Do tego podziału można dodać nowy rodzaj i czwartą grupę odbiorców, mianowicie systemy magazynowania i odzyskiwania energii, takie jak systemy produkcji wodoru, metanu, amoniaku i inne zarządzalne i zcentralizowane formy magazynowania energii.

Strukturę zużycia energii w Polsce z uwzględnieniem podziału na źródła energii przedstawiają dane z raportu Międzynarodowej Agencji Energetycznej (MAE) z maja 2022 roku „Poland 2022 – Energy Policy Review”<sup>14</sup>. Wykres przedstawia zużycie w milionach ton oleju ekwiwalentnego (toe), gdzie 1 toe jest energetycznym równoważnikiem jednej metrycznej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej 10 000 kcal/kg, co daje 11,63 MWh.

### ■ Struktura zużycia energii w Polsce



Źródło: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b9ea5a7d-3e41-4318-a69e-f7d456ebb118/Poland2022.pdf>

Jak widać, dla budynków energia elektryczna jest największym źródłem energii, dla przemysłu trzecim co do wielkości, a transport w Polsce oparty jest niemal całkowicie na produktach z ropy naftowej i jej pochodnych.

W przyszłości spodziewany jest znaczny wzrost udziału energii elektrycznej w zużyciu energii we wszystkich tych grupach.

Według raportu Międzynarodowej Agencji Energetycznej „Zerowe emisje netto do 2050 r. Plan działania dla globalnego sektora energii”<sup>15</sup> „w 2050 r. energia elektryczna stanowić będzie prawie 50 proc. całkowitego zużycia energii. Będzie ona odgrywać kluczową rolę we wszyst-

kich sektorach – od transportu i budynków po przemysł – i będzie niezbędna do produkcji niskoemisyjnych paliw, takich jak wodór”.

W transporcie wzrost zużycia energii elektrycznej wynika z odchodzenia od samochodów napędzanych silnikami spalinowymi i przechodzenia do pojazdów napędzanych elektrycznością. Wielu producentów zakłada odejście lub dużą redukcję produkcji pojazdów spalinowych w ciągu kilkunastu lat, a Unia Europejska ogłosiła w październiku 2022 r. porozumienie o zakazie sprzedaży samochodów osobowych z silnikami spalinowymi od 2035 roku.<sup>16</sup> Ten trend wpływa bezpośrednio na rynek energii elektrycznej, zwiększając popyt na nią oraz stwarzając olbrzymie wymagania względem rozbudowy infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych.

Ma to również swój wymiar cyfrowy związany z cyfrową transformacją pojazdów elektrycznych i ich wymaganiami odnośnie prognozowania i optymalizacji zużycia energii oraz komunikacji z infrastrukturą ładowania. Samochody elektryczne mają również potencjał magazynowania energii i stworzenia ważnego elementu systemów DSR.

Według raportu „Europe’s EV opportunity and the charging infrastructure needed to meet it”<sup>17</sup>, przygotowanego w październiku 2022 r. przez firmę McKinsey, do roku 2030 musi w Europie powstać 3,4 mln stacji ładowania samochodów. Wymaga to ponad 40 mld leuro dodatkowych inwestycji ze strony operatorów sieci energetycznych i oznacza konieczność 10-krotnego wzrostu liczby ładowarek i czterokrotnego przyspieszenia tempa budowy nowych ładowarek. W Polsce proporcjonalnie skala tego wyzwania może być jeszcze większa z racji mniejszej liczby już zainstalowanych ładowarek i koniecznych dodatkowych inwestycji w przygotowanie infrastruktury przesyłowej.

Według danych „The Implementation Working Group (IWG) on Energy Efficiency in Buildings”<sup>18</sup>, budynki odpowiadają za 40 proc. łącznego zużycia energii w UE. W tym obszarze obserwujemy kilka istotnych zjawisk:

- wzrost wykorzystania OZE jako źródeł energii elektrycznej dla bieżącego zużycia
- wzrost wykorzystania energii elektrycznej jako źródła ogrzewania i klimatyzacji
- wykorzystanie energii elektrycznej (głównie pochodzącej z OZE) do zasilania pomp ciepła
- budowę lokalnych magazynów energii, obecnie głównie w formie zespołów baterii
- tworzenie w budynkach stacji ładowania samochodów elektrycznych
- zarządzanie i optymalizację zużycia energii w budynkach dzięki wykorzystaniu inteligentnych systemów zarządzania zużyciem energii (HEMS).

W ostatnich latach dzięki programowi „Mój Prąd” nastąpił niezwykle dynamiczny przyrost systemów fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej w domach. Rezultaty tego programu zostały już opisane w poprzednim rozdziale. Program ten napędza również rozwój rynku pomp ciepła.

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC) podaje, że „w ciągu poprzedniej dekady w Polsce odnotowano znaczny wzrost sprzedaży pomp ciepła. W 2010 r. urządzeń tych sprzedano około 7 tys., w 2021 r. natomiast około 93 tys. sztuk (różnego rodzaju). Rynek pomp ciepła w 2021 r., podobnie jak we wcześniejszych latach, odnotował bardzo duże przyrosty (...). Tylko w sektorze pomp ciepła powietrze-woda odnotowano wzrost sprzedaży o ok. 88 proc. rok do roku. W ostatnich 5 latach jest to wzrost praktycznie 10-krotny, a w ostatnich 10 latach to wzrost ponad 50-krotny. Natomiast w prognozach na 2022 r. szacujemy, że wzrost rynku pomp ciepła typu powietrze-woda do ogrzewania budynków będzie na poziomie plus 50 proc.”. Udział technologii pomp ciepła w nowych budynkach po roku 2026 może wynieść nawet 50 proc.

Kolejnym nowym elementem miksu staje się segment magazynowania i odzyskiwania energii (P2P). Jest on konieczny dla uzyskania równowagi w systemie energetycznym i uzupełnienia podaży energii w sytuacji ograniczonej generacji ze źródeł OZE.

W „Projekcie planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032” szacuje się, że dodatkowe zużycie w związku z elektryfikacją transportu, popularyzacją pomp ciepła i produkcją wodoru na potrzeby systemów P2P może stanowić od około 15 proc. w scenariuszu podstawowym do około 20 proc. w scenariuszu znaczącego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną w roku 2040.

Obecnie magazyny energii są budowane w dwóch głównych modelach. Od lat do magazynowania energii wykorzystuje się elektrownie szczytowo-pompowe (ESP), a w ostatnich latach jako uzupełnienie lokalnych OZE wykorzystuje się magazyny energii oparte o baterie litowo-jonowe.

Inne metody magazynowania energii ciszą się mniejszą popularnością lub są wykorzystywane w nieco innych modelach. Do innych technologii magazynowania energii zalicza się zasobniki kinetyczne (wykorzystywane często w dużych urządzeniach UPS), nadprzewodnikowe zasobniki energii, superkondensatory, ogniwa paliwowe na paliwo wodorowe oraz magazyny sprężonego powietrza.

Wykorzystanie i możliwości rozwoju infrastruktury elektrowni szczytowo-pompowych (ESP) opisuje portal [www.wysokienapiecie.pl](http://www.wysokienapiecie.pl) w artykule „Elektrownie szczytowo-pompowe coraz pilniej potrzebne”.<sup>19</sup>

ESP oferują kilka istotnych korzyści:

- dają możliwość magazynowania energii elektrycznej w okresach, gdy jest ona tańsza, a następnie sprzedaży w okresach dużego zapotrzebowania na energię i wyższych cen
- wspierają stabilizację sieci i kompensację wpływu zmiennych źródeł OZE
- posiadają wysoką, 80-procentową sprawność
- charakteryzują się długim, ponad 40-letnim okresem funkcjonowania
- zwiększają możliwości retencji wody oraz bezpieczeństwa przeciwpowodziowego
- mogą zwiększać lokalną infrastrukturę rekreacyjną i turystyczną.

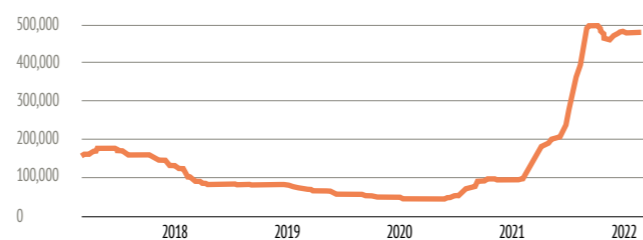
Dla systemu elektroenergetycznego kluczowe są pierwsze cztery.

Infrastruktura ESP była aktywnie rozwijana do początku transformacji, ale w sytuacji ograniczenia energochłonności gospodarki na skutek wzrostu efektywności energetycznej stosowanych technologii i ograniczenia udziału przemysłu ciężkiego inwestycje w elektrownie szczytowo-pompowe zostały zawieszane. Powrót do budowy kilku takich elektrowni wobec potrzeb związanych z równoważeniem sieci może być istotną odpowiedzią na to wyzwanie.

W ostatnich latach nastąpił szybki rozwój magazynów energii opartych o baterie litowo-jonowe. Są one instalowane jako uzupełnienie instalacji fotowoltaicznych. Jest to relatywnie prosty sposób stworzenia magazynów energii, posiada on jednak istotne ograniczenia związane z kosztem pozyskania surowców (litu, kobaltu i niektórych metali ziem rzadkich) wykorzystywanych w produkcji oraz czasem funkcjonowania (cyklu życia) takich baterii (ok. 10 lat). Baterie są również wykorzystywane w samochodach elektrycznych. Wzrost sprzedaży „elektryków” oznacza zatem bardzo duży wzrost popytu na baterie.

### ■ Gwałtowny wzrost cen węgla litu stawia pod presją producentów baterii

Cena węgla litu w Chinach od sierpnia 2017 do sierpnia 2022 (w Chińskich yuanach na tonę)\*



\* Battery grade | Źródło: Trading Economics

W Polsce czynnikiem zwiększającym popyt na bateryjne magazyny energii jest program „Mój Prąd”, który w edycji czwartej oprócz dofinansowania do instalacji fotowoltaicznej wspiera instalację dodatkowych, bardziej efektywnych zestawów umożliwiających magazynowanie wytworzonej energii oraz jej możliwie dużą autokonsumpcję.

Raport „Zerowe emisje netto do 2050 r. Plan działania dla globalnego sektora energii” wskazuje na potrzebę dużej zmiany, jeśli chodzi o elastyczność systemu energetycznego i podkreśla wagę cyfryzacji i ochrony cybernetycznej systemów energetycznych. „Elastyczność systemu elektroenergetycznego – niezbędna do bilansowania energii wiatrowej i fotowoltaicznej wraz

ze zmieniającymi się wzorcami konsumpcji – wzrośnie do 2050 r. czterokrotnie, nawet jeśli redukcja mocy obiektów zasilanych paliwami kopalnymi ograniczy konwencjonalne źródła tej elastyczności. Zmiana ta wymagać będzie znacznego zwiększenia elastyczności wszystkich źródeł: akumulatorów (magazynów energii), zarządzania popytem oraz niskoemisyjnych elastycznych elektrowni, wspieranych przez inteligentniejsze i bardziej ucyfrowione sieci elektroenergetyczne. Konieczne będzie zwiększenie odporności systemów elektroenergetycznych na ataki cybernetyczne i inne pojawiające się zagrożenia” – piszą autorzy raportu.



# Transformacja cyfrowa polskiej energetyki



**Technologie cyfrowe w energetyce tworzą nowe możliwości w zakresie analizy danych, budowy rozwiązań IoT, cybersecurity, a ostatnio sztucznej inteligencji. Współgra to z koniecznością odchodzenia do paliw kopalnych.**

## ■ **Rozwój inteligentnych sieci – smart grid**

Dyskusje związane z rozwojem inteligentnych sieci pojawiły się już kilka dekad temu wraz z pojawieniem się inteligentnych liczników umożliwiających zbieranie informacji w czasie rzeczywistym. Koncepcja ta rozwijała się wraz z rosnącymi wyzwaniami w zakresie zarządzania siecią i utrzymywania równowagi pomiędzy popytem i podażą energii, powstaniem rozwiązań redukcji poboru mocy na żądanie, działaniami na rzecz wzrostu niezawodności sieci i ochrony bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej. Wiele działań w zakresie rozwoju koncepcji smart grid nastąpiło w pierwszej dekadzie XXI w., przede wszystkim w Europie, USA, Kanadzie i Australii. W 2005 r. w instytucjach Unii Europejskiej powstał program European Technology Platform (ETP) for the development of smart grid technology, który miał przygotować kraje Wspólnoty do wykorzystania inteligentnych sieci przesyłowych.

Rozwój sieci smart grid dodatkowo napędzał rozwój technologii cyfrowych, które tworzyły nowe możliwości w zakresie analizy danych (big data), budowy rozwiązań IoT, cybersecurity, a ostatnio sztucznej inteligencji. Ponadto czynnikiem przyspieszającym rozwój sieci smart grid była konieczność odchodzenia do paliw kopalnych.

Pierwsze rozwiązania o charakterze pilotażowym były testowane pod koniec pierwszej dekady XXI w., a w ciągu ostatnich ponad dziesięciu lat widzimy olbrzymie inwestycje w konkretne rozwiązania oraz tworzenie i wzrost skali działania systemów smart grid. Liderami na tym polu jest Unia Europejska, w tym takie kraje jak Niemcy, Francja i Włochy.

W Polsce pierwsze pilotażowe sieci smart grid były tworzone już przed 10 laty przy wsparciu Programu Priorytetowego Inteligentne Sieci Energetyczne, uruchomionego w Narodowym Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Polskie uczelnie realizowały liczne projekty badawcze w ramach programów europejskich. W prace te były zaangażowane wszystkie firmy sektora energetycznego.

Obecnie sieć dystrybucji pierwotnej jest w dużym stopniu zautomatyzowana, ale w sieciach dystrybucji wtórnej średnich i niskich napięć ten proces jeszcze się nie zaczął lub jesteśmy na jego początku.

W ciągu ostatnich lat wszystkie nowobudowane sieci i projekty modernizacji istniejących przygotowują infrastrukturę do działania w modelu smart grid, jednak nadal mamy na tym polu duże zapóźnienia, a ich skala urosta wraz ze wzrostem liczby podłączanych źródeł OZE.

Oprócz zaawansowanych systemów automatyki do stworzenia sieci smart grid konieczne jest dodanie systemów komunikacji dla wszystkich jej elementów, systemów do gromadzenia danych z sieci oraz zaawansowanych systemów analitycznych działających w czasie rzeczywistym lub bliskim rzeczywistemu.

Kluczowym warunkiem zapewnienia elementom sieci dwustronnej komunikacji jest stworzenie systemu dostarczającego informacje o ich kondycji we wszystkich węzłach i gałęziach w czasie rzeczywistym, za pośrednictwem sieci transmisji danych przygotowanej do świadczenia usług przemysłowych – Advanced Measurement Infrastructure.<sup>20</sup>

## ■ **Konsekwencje budowy OZE dla systemu energetycznego i jego cyfryzacji**

Zbudowanie nowoczesnego systemu energetycznego złożonego z OZE i źródeł konwencjonalnych stawia zupełnie nowe wyzwania z perspektywy zarządzania generacją, popytem i infrastrukturą. Jego ideą przewodnią jest decentralizacja systemu i rozproszenie źródeł oraz lokalne zużycie energii generowanej przez różne źródła w miejscu jej wytwarzania. Podstawą dla takiej sieci jest odbywające się w czasie rzeczywistym równoważenie generacji i zużycia energii w złożonym systemie składającym się z tysięcy elementów oraz budowa inteligentnej sieci przesyłowej. Warunkiem koniecznym dla jej powstania jest zapewnienie pełnego opomiarowania poszczególnych elementów sieci oraz łączności pomiędzy poszczególnymi jej węzłami, aby uzyskiwać dane o lokalnym działaniu wszystkich elementów, przewidywać zapotrzebowanie i zużycie oraz optymalizować działanie systemu z perspektywy równowagi generacji i zużycia oraz kosztów.

Wg autorów artykułu „Przekształcanie istniejących sieci SN w sieci typu Smart”<sup>21</sup> taka sieć oferuje Krajowemu Systemowi Elektroenergetycznemu wiele korzyści:

- optymalizuje zarządzanie majątkiem i zwiększa efektywność eksploatacyjną
- poprawia jakość dostaw energii elektrycznej
- wprowadza zdolność sieci do rekonfiguracji i samo-naprawialności
- wprowadza opcję zasilania odbiorów w przypadku zaburzeń w sieci zasilającej poprzez możliwość pracy wyspowej
- uodpornia sieć na ataki w obszarze fizycznym i cyberprzestrzeni
- umożliwia rozwijanie nowych rynków, usług i produktów
- umożliwia kontrolę i sterowanie produkcją energii elektrycznej
- pozwala na monitorowanie pracy systemu w czasie rzeczywistym
- jednakowo traktuje wszystkie podmioty w zakresie generacji, magazynowania i sterowalnego użytkowania energii
- umożliwia odbiorcom energii aktywne uczestnictwo w rynku energii.

Realizacja tych funkcji niesie fundamentalne korzyści i jest kluczowa dla budowy nowoczesnego systemu energetycznego, będącego pełną hybrydą rozwiązań automatyki z zaawansowanymi rozwiązaniami cyfrowymi.

Można się w pełni zgodzić tezami z powyższej listy, ale trzeba do niej dodać komentarz związany z bezpieczeństwem cybernetycznym. Sieci smart grid z racji swojego nasycenia urządzeniami cyfrowymi są podatne na ataki cybernetyczne i ich ochrona przed takimi atakami jest niezwykle istotnym elementem systemu. Trzeba stale mieć na uwadze, że infrastruktura energetyczna jest zaliczona do infrastruktury krytycznej we wszystkich regulacjach dotyczących cybersecurity.

## ☀️ Decentralizacja generacji

Generacja energii w systemie wykorzystującym OZE jest z definicji rozproszona. Energia pochodzi z setek tysięcy źródeł o małej mocy oraz małej liczby elektrowni o dużej mocy. Lokalizacja instalacji OZE zależy od czynników geograficznych i klimatycznych (następczenie, zachmurzenie, liczba dni wietrznych, siła wiatru, ale również dostęp do biomasy) i dlatego generacja jest również nierównomiernie rozproszona. Dodatkowo część odnawialnych źródeł mocy (słoneczna, wiatrowa) jest niedyspozycyjna i niesterowalna.

Bezpośrednie podłączanie źródeł OZE do sieci tworzy wiele wyzwań związanych z jej zarządzaniem. Jednym z kluczowych jest zapewnienie elastyczności rozumianej jako możliwość dynamicznego modyfikowania zapotrzebowania. Pojawia się tu pytanie, czy decentralizacja generacji jest efektywnym kosztowo środkiem przeciwdziałania zmienności i niepewności wprowadzanej do systemu elektroenergetycznego przez odnawialne źródła energii i nowe obciążenia.

Elastyczność użytkowania i świadczenie usług systemowych mogą stanowić alternatywę dla modernizacji sieci, ponieważ pozwala na ograniczenie lub bezterminowe odroczenie inwestycji sieciowych.<sup>22</sup>

W rzeczywistości budowa efektywnych i elastycznych usług wymaga również nakładów związanych z budową systemów informatycznych oraz automatyzacji kontroli pracy źródeł. Przy rosnącej decentralizacji jest to jeden z kluczowych elementów zarządzania siecią.

Elastyczność i świadczenie usług systemowych pozwalają zbilansować podaż i zapotrzebowanie na energię elektryczną zarówno w pracy normalnej, jak i awaryjnej. Do usług elastyczności należy:

- zmiana (zwiększenie lub zmniejszenie) generacji na żądanie
- redukcja zapotrzebowania na żądanie (np. usługi DSR).

Rafał Gawin, Prezes Urzędu Regulacji Energetyki wskazał, że „W najbliższych latach jednostki wytwórcze o wysokim współczynniku dyspozycyjności będą zastępowane jednostkami o współczynniku niskim. Przełoży się to na sposób i koszt bilansowania systemu przez operatora systemu przesyłowego. Nowa struktura źródeł w systemie wymusi wprowadzenie nowych lub ewolucję istniejących rozwiązań rynkowych dla zabezpieczenia pracy systemu, takich jak elastyczne zarządzanie popytem czy magazyny energii. Konieczna jest zatem nie tylko zwykła modernizacja obecnej infrastruktury sieciowej, ale też „cyfryzacja sieci” oparta o technologie akwizycji i analizy olbrzymiej ilości danych na temat funkcjonowania systemu, zapewnienie powszechnego dostępu do tych informacji, a także opracowanie kompleksowych systemów IT wspierających analizę, predykcję i optymalizację lokalnych obszarów sieci, wraz z ofertą usług elastyczności dla wszystkich jej użytkowników na danym obszarze”.<sup>23</sup>

Na logikę takiego systemu składa się struktura złożona z mikrosieci, wspólnot energetycznych i klastrów energii. Te ostatnie są agregowane i zarządzane przez inteligentne systemy, takie jak wirtualne elektrownie i systemy DERMs, włączone w inteligentną sieć przesyłową charakteryzującą się dużym poziomem automatyzacji i autonomizacji.

Mikrosieć niskiego napięcia prądu przemiennego jest wyposażona w mikroźródła oraz magazyny energii elektrycznej i ciepła, przekształtniki energoelektroniczne

i posiada odbiorów mocy elektrycznej i ciepła. Mikrosieć może pracować synchronicznie z siecią OSD lub jako system autonomiczny.<sup>24</sup>

Mikrosieci posiadają trzy główne cechy. Są one:

- **Lokalne** – generacja i zużycie realizowane są w bliskiej odległości, co ogranicza straty przesyłu.
- **Niezależne** – działają niezależnie od połączenia do centralnej sieci przesyłowej, co zwiększa odporność całego systemu i pozwala na lokalne działanie w sytuacji awarii z powodu czynników naturalnych lub ataków na infrastrukturę energetyczną.
- **Inteligentne** – każda mikrosieć musi być sterowana przez lokalny mikrokontroler sieci, który nią zarządza i realizuje jej kluczowe funkcje zarówno w scenariuszu on-grid, kiedy mikrosieć jest połączona z siecią przesyłową, jak i off-grid, kiedy pracuje wyspowo.

Mikrokontroler sieci pozwala:

- sterować, planować i regulować pracę rozproszonych źródeł energii, obciążeń i magazynów energii
- umożliwia porównanie taryf energii z kosztami generacji z dostępnych jednostek wytwórczych oraz ładowanie/rozładowywanie magazynu energii w odpowiednich okresach
- na kompensację pobieranej szczytowej mocy czynnej (peak-shaving), która polega na rozładowywaniu magazynów energii w celu obniżenia zapotrzebowania na moc z sieci dystrybucyjnej, kiedy występuje zagrożenie przekroczenia określonej maksymalnej mocy umownej
- komunikować się z siecią dystrybucyjną
- na uczestnictwo w programach redukcji mocy na żądanie – Demand Side Response.<sup>25</sup>

Kolejną formą organizacji rynku energii umożliwiającą wzrost elastyczności jest formuła klastrów energii. Można je opisać jako porozumienia działających lokalnie podmiotów zajmujących się wytwarzaniem, konsumpcją, magazynowaniem i sprzedażą energii elektrycznej, ciepła, chłodu i energii elektrycznej w transporcie (paliw).<sup>26</sup>

Jest to zatem forma organizacji rynku. W ramach zarządzania taką organizacją wykorzystuje się systemy informatyczne realizujące głównie funkcje administracyjne,

jednak coraz częściej dodawane są moduły pozwalające na planowanie mocy poszczególnych jednostek wytwórczych, monitorowanie zużycia energii i jej bilansowanie. Pozwala to na lepsze zarządzanie generacją i zużyciem, zarządzanie elastycznością i uczestniczenie w programach redukcji mocy na żądanie. Moduły te wymagają wykorzystania systemów automatyki i otwierają możliwość zwiększenia potencjału inteligentnych sieci. W Polsce funkcjonuje już kilkadziesiąt klastrów energetycznych, a oczekuje się, że za kilka lat będzie ich ponad 300.

Ważne jest, aby funkcjonowanie klastrów wykraczało poza aspekty transakcji pomiędzy podmiotami w nich zrzeszonymi i obejmowało optymalizację generacji, zarządzanie magazynowaniem, zużyciem i innymi aspektami kierowania systemem. Dopiero wtedy można realizować pełną wartość płynącą z koncepcji klastra energii.

W Unii Europejskiej realizowane są obecnie projekty służące przygotowaniu narzędzi dla mikrosieci i klastrów energii. Są one realizowane poprzez inicjatywę Data Cellar, utworzoną w ramach programu Horizon Europe.

Celem tego programu jest:

- opracowanie, ocena i przedstawienie dynamicznego centrum danych (Dynamic Data Hub), zapewniającego ciągłą aktualizację, jakość i wiarygodność danych z klastra energii
- zapewnienie ochrony prywatności i cyberbezpieczeństwa już w fazie projektowania, zgodnie z RODO i krajowymi przepisami dotyczącymi przetwarzania danych oraz standardami bezpieczeństwa
- zapewnienie dostępu do modeli sztucznej inteligencji i usług energetycznych opartych na danych poprzez wykorzystanie przechowywanych i wymienianych danych
- stworzenie i utrzymanie ekosystemu wymiany danych za pośrednictwem otwartego rynku opartego na technologii DLT (blockchain)
- ocena nowych modeli biznesowych w ramach projektu DATA CELLAR na podstawie zrealizowanych projektów pilotażowych.<sup>27</sup>

Istotna jest tu równowaga pomiędzy celami biznesowymi a koncentracją na możliwościach technologicznych i narzędziach do tworzenia nowatorskich rozwiązań na rynku energetycznym.



## Elastyczne zarządzanie w czasie rzeczywistym

Na wyższym poziomie w obszarze zarządzania systemami z rozproszonymi źródłami energii funkcjonują dwie grupy rozwiązań:

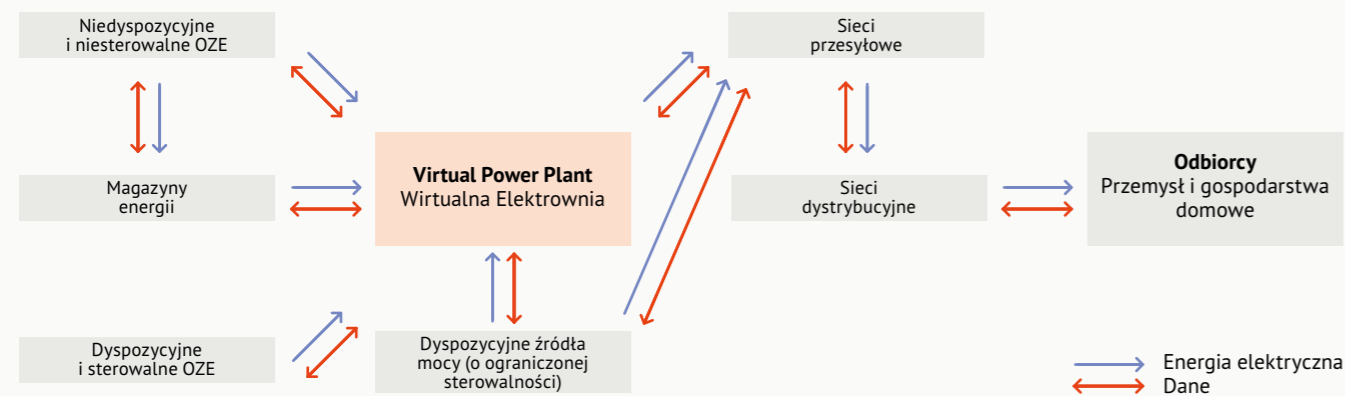
- wirtualne elektrownie – Virtual Power Plants
- systemy Distributed Energy Resource Management (DERMS).

Wirtualna elektrownia jest oprogramowaniem stworzonym dla zarządzania złożonym systemem źródeł, magazynów i odbiorców w celu optymalizacji generacji, zużycia i kosztów energii. System zarządza rozproszonymi elementami sfederowanymi jedynie w ramach platformy oprogramowania.

Systemy Distributed Energy Resource Management (DERMS) są wykorzystywane do lepszej kontroli funkcjonowania i stabilności sieci, w tym utrzymania napięcia, przepływów mocy i zarządzania lokalnymi sieciami. Oba systemy wykorzystują dane z systemów IoT, które działają w czasie rzeczywistym. Są tak zaprojektowane, aby generowały wyniki pracy w czasie wystarczającym do skutecznej kontroli parametrów systemu. Korzystają z elementów infrastruktury energetycznej wyposażonej w różnorodne sensory i akulatory, umożliwiające zmianę kierunku działania urządzeń oraz złożonego systemu oprogramowania, który zbiera, scala wszystkie informacje, analizuje je i generuje komendy sterujące systemem, biorąc również pod uwagę otrzymane wymagania sieci przesyłowej.

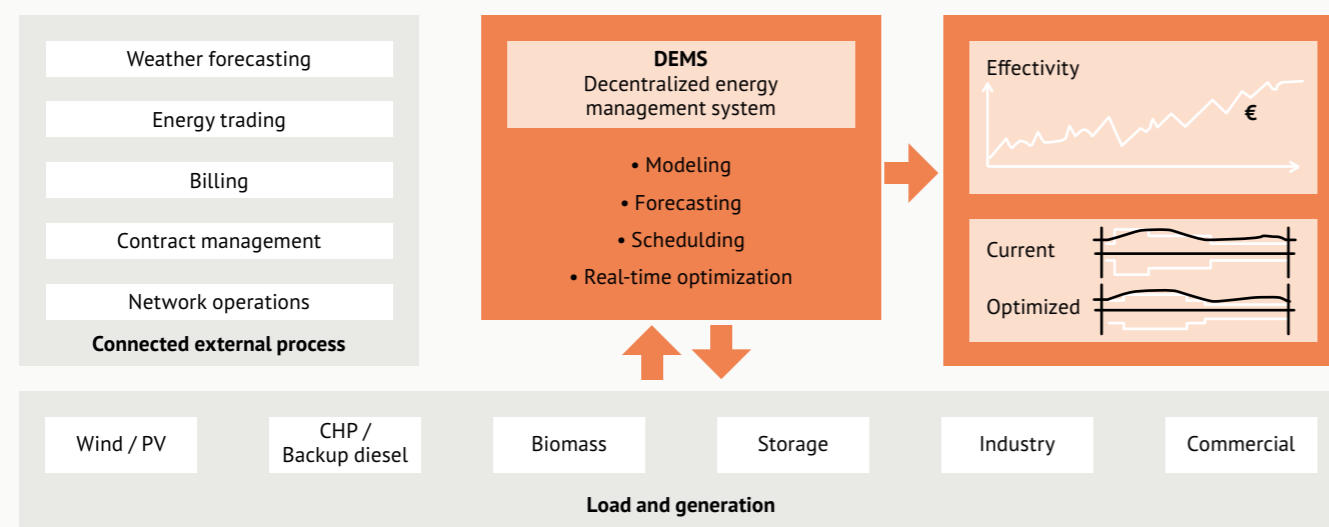
Na szczególną uwagę zasługują takie cechy systemów VPP i DERMS jak agregacja generacji i zużycia oraz wpasowanie się w wymagania sieci przesyłowej.

### Schemat działania elektrowni wirtualnej



Źródło: Opracowanie własne autora

### Obszary i funkcje wirtualnej elektrowni z perspektywy oprogramowania



Źródło: <https://www.renewableenergyworld.com/storage/virtual-power-plants-a-new-model-for-renewables-integration/#gref>

Aby ten cel realizować, wirtualna elektrownia wykonuje wiele innych, złożonych zadań, takich jak:

- wygładzanie podaży energii (peak shaving, energy shifting)
- automatyzacja zarządzania siecią
- przywracanie równowagi i reakcje na awarie
- transakcje zakupu i sprzedaży energii
- rozliczanie kontraktów
- modelowanie sieci
- predykcje generacji i zużycia
- predykcje czynników wpływających na funkcjonowanie elektrowni, np. prognozy pogody dla małych obszarów geograficznych.

VPP i DERMS są niezwykle złożonymi systemami informatycznymi, działającymi w czasie rzeczywistym. Ich efektywność w dużym stopniu zależy od jakości zbieranych danych oraz precyzji i szybkości predykcji i modelowania. Tego typu rozwiązania w dużej skali wykorzystują technologie sztucznej inteligencji ze względu na oferowane przez nie: szybkość działania, skalę i złożoność danych, która uniemożliwia ręczne sterowanie i przekracza kognitywne możliwości człowieka oraz umiejętności samouczenia się systemu,

Podobne wyzwania, ale o jeszcze większej skali występują w zarządzaniu całą siecią, a wprowadzenie elementów smart grid zwiększa dodatkowo skomplikowanie działania takiego systemu.

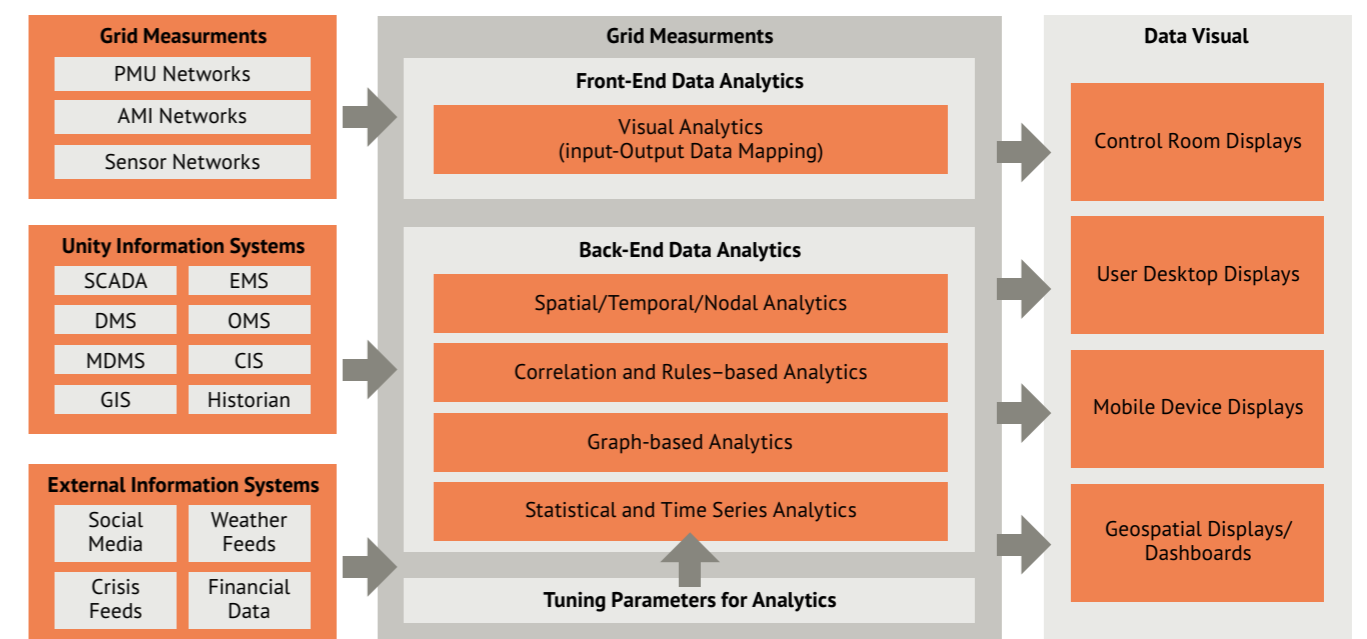
Systemy zarządzania siecią przesyłową skupiają się głównie na takich aspektach, jak zarządzanie przepływaniami mocy, napięciem w sieciach, zarządzaniem stabilnością i bezpieczeństwem sieci, przywracaniem sieci do działania po awariach i odłączeniach. Wraz ze wzrostem ucyfrowienia sieci rośnie również waga ich bezpieczeństwa cybernetycznego.

Obecnie wiele działań jest zorientowanych na migrację analogowych systemów zarządzania siecią do systemów cyfrowych, w dalszej kolejności inteligentnych i docelowo posiadających funkcje autonomizacji pracy. Obecnie jednak człowiek jest zawsze końcowym decydem w tych systemach.

Z obrazem inteligentnej sieci przesyłowej z perspektywy danych, jakie ona wykorzystuje i wymagań związanych z budową systemów analitycznych na jej potrzeby możemy się zapoznać patrząc na model przedstawiony w artykule „Recent advancement in smart grid technology: Future prospects in the electrical power network” z marca 2021 r.<sup>28</sup> Pokazuje on zróżnicowanie źródeł danych i konieczność ich integracji w spójną strukturę, z której będą potrafiły korzystać systemy analityczne, systemy zarządzania siecią i ich operatorzy.

W celu przygotowania KSE na działanie w warunkach rosnącej decentralizacji generacji i rosnących wyzwań związanych z zarządzaniem systemem realizowanych jest kilka centralnych projektów, wśród których na pierwszy plan wysuwa się projekt budowy Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii (CSIRE). Będzie on poważnym katalizatorem dla stworzenia podstaw pod zaawansowane wykorzystywanie danych w sektorze elektroenergetycznym w Polsce.

### Obraz inteligentnej sieci przesyłowej z perspektywy danych



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447920301064?via%3Dihub>

## ■ Wybieramy rozwiązania budujące wartość

Cyfryzacja jest warunkiem realizacji ambitnych celów zdefiniowanych dla transformacji energetycznej. Technologie informatyczne, które będą odgrywać ważne role w energetyce to Big Data, sztuczna inteligencja (AI), IoT, chmura i blockchain. W mojej ocenie kluczowe będą te związane z przechowywaniem, przetwarzaniem i analizą dużych ilości danych. Technologie zarządzania informacjami umożliwiają wgląd do baz danych i pozwalają na lepsze podejmowanie decyzji, a także budowanie wartości oraz osiągnięcie celów środowiskowych i społecznych.

W koncepcji zrównoważonego rozwoju technologia występuje w podwójnej roli. Po pierwsze, sama powinna być odpowiedzialna i zrównoważona, ponieważ wywiera wpływ na ludzi i środowisko. Po drugie, ma niemal nieograniczony potencjał, by przyspieszać zieloną transformację. W Polsce cyfryzacja i zrównoważony rozwój coraz częściej pojawiają się wśród głównych celów strategicznych niektórych przedsiębiorstw. Jednak dla wielu naszych rodzimych firm niestety nie są to jeszcze powszechne kierunki działania.

Dostosowanie aktywności na poziomie operacyjnym do zmienionych zasad w zakresie alokacji kapitału w zgodzie z efektywną transformacją energetyczną powinno być wspierane technologią. Kluczowe dla branży energetycznej jest przyspieszenie transformacji procesów głównych, a w tym może pomóc sztuczna inteligencja. Jest ona niezbędna przy kompleksowej infrastrukturze, dużej ilości danych i wpływie wielu czynników losowych. Dla przykładu prognozowanie produkcji z odnawialnych źródeł energii na bazie danych z IoT jest bardziej precyzyjne przy zastosowaniu uczenia

maszynowego. Duża dokładność prognoz pozwala na realizację korzyści finansowych i zwiększanie możliwości podłączenia nowych mocy wytwórczych.

W pracach nad rozwojem nowych technologii kluczowe jest skupienie się na tych, które budują wartość. Na świecie coraz rzadziej spotykamy się z przełomowymi i jednorazowymi innowacjami. W wielu krajach mamy już do czynienia z industrializacją rozwoju innowacji. Coraz częściej technologie rozwijane są w sposób ciągły, a to co w danym momencie wydaje się osiągnięciem przełomowym, już po kilku latach lub nawet kilkunastu miesiącach jest osiągalne dla wszystkich i to nawet za darmo.

Dobrym przykładem jest tutaj wykorzystanie sztucznej inteligencji do komunikacji. Kilka lat temu było wiele organizacji, które wydawały miliony dolarów na rozwój chatbot'ów do generowania odpowiedzi na dane wprowadzane przez użytkownika, a dzisiaj każdy może już bezpłatnie korzystać z zaawansowanych narzędzi takich jak Chat GPT.

Kluczowa jest weryfikacja rozwiązań technologicznych funkcjonujących i rozwijanych w innych częściach świata oraz analiza kosztów i korzyści. Na podstawie takiej wiedzy możemy zdecydować, które technologie kupić, a nad których rozwojem warto dalej pracować z własnymi zespołami. Przydatne jest zaangażowanie osób z wiedzą o tym, jakie rozwiązania funkcjonują na innych rynkach. Mogą to być doradcy lub inni eksperci międzynarodowi, którzy pracowali w wielu miejscach i przy wielu technologiach. W naszych działaniach powinniśmy się zatem skupić na doskonaleniu tego, co jest dla nas specyficzne i wyborze rozwiązań dodających wartość.



Mariusz Przybylik

Posiada ponad 20 lat doświadczenia w doradztwie dla sektora energetycznego. Doświadczenie zdobył prowadząc projekty z zakresu strategii, inwestycji, handlu energią, nowych technologii, integracji i transformacji firm w wielu krajach na świecie. Posiada tytuł magistra inżyniera zdobyty na Politechnice Wrocławskiej oraz tytuł MBA zdobyty na INSEADzie. Realizował programy edukacyjne na Oxfordzie i London Business School. Prowadził wykłady na MBA Politechniki Warszawskiej w zakresie definiowania strategii.

# Przegląd istotnych projektów cyfrowych w sektorze energii elektrycznej

Rośnie liczba projektów cyfrowych ukierunkowanych na rozwój inteligentnych sieci przesyłowych, wsparcie zarządzania elastycznością i rozwiązania wspomagające decentralizację sieci.

## ■ Centralny System Informacji Rynku Energii

Stworzenie Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii (CSIRE) jest z pewnością jednym z podstawowych projektów umożliwiających elastyczne zarządzanie rynkiem, generacją, zużyciem i infrastrukturą. Kluczowym warunkiem powstania takiego systemu jest prawne zobowiązanie Operatorów Sieci Dystrybucyjnej do instalacji liczników zdalnego odczytu w punktach poboru. Ma ich być co najmniej 80 proc. łącznej liczby punktów poboru energii u odbiorców końcowych. Terminem spełnienia tego obowiązku jest 31 grudnia 2028 r.

W myśl nowelizacji ustawy Prawo energetyczne do pełnienia funkcji Operatora Informacji Rynku Energii (OIRE) zostały wyznaczone Polskie Sieci Elektroenergetyczne. Celem działalności OIRE jest utworzenie i nadzorowanie Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii. W CSIRE będą gromadzone oraz przetwarzane dane niezbędne między innymi do zmiany sprzedawcy energii elektrycznej czy też dokonywania rozliczeń za jej sprzedaż oraz dostarczanie. Dzięki ujednoczeniu standardów informacji przetwarzanych w CSIRE zostaną znacznie usprawnione i przyspieszone procesy zachodzące na detalicznym rynku energii elektrycznej w Polsce. Dostęp do systemu będzie darmowy, co w szczególności oznacza ułatwione korzystanie z danych dotyczących własnych punktów poboru energii, w tym z danych pomiarowych. Kluczowa jest tu przy tym konieczność zapewnienia bezpieczeństwa ochrony informacji, zgodnie z wymogami UE.<sup>29</sup>

Główne cele OIRE i CSIRE to:

- obniżenie kosztów funkcjonowania rynku energii oraz kosztu wejścia na rynek
- bezpłatna, wygodna wymiana informacji na rynku
- poprawa efektywności wykorzystania zasobów, w szczególności OZE
- wykorzystanie danych z systemu pomiarowego CSIRE
- poprawa jakości danych dzięki wprowadzeniu jednolitych standardów.

CSIRE gromadzi głównie dane transakcyjne i dane pomiarowe, w tym informacje o:

- statusie formalnym stanu punktów pomiarowych
- dobowym profilu zużycia
- wskazaniach pomiarowych
- rozliczeniach

oraz wspiera procesy

- zarządzania kontami użytkowników – właścicieli punktów pomiarowych
- zawierania, zmiany i rozwiązywania umów
- definiowania charakterystyk punktów pomiarowych
- udostępnienia dobowego profilu zużycia
- udostępnienia danych pomiarowych, zagregowanych i zbiorczych
- realizacji żądania dodatkowego odczytu danych pomiarowych
- przekazania i udostępnienia informacji o rozliczeniu dodatkowym
- żądania wyłączenia i załączenia dostarczania energii
- wstrzymania i wznowienia dostarczania w sytuacji zagrożenia
- zarządzania dostępnością mocy dla punktu pomiarowego
- zarządzania obiektem pomiarowym.<sup>30</sup>

Stworzenie tak złożonego systemu wspierającego cały rynek energii w Polsce jest wielkim wyzwaniem, które uporządkuje podejście do gromadzenia danych w całym sektorze i stworzy standardy i procesy dla wszystkich podmiotów. Z tej perspektywy CSIRE staje się katalizatorem rozwoju dojrzałego podejścia do danych w sektorze energetycznym.

Oczywiście CSIRE gromadzi tylko wycinek danych i dotyka tylko części działania rynku i infrastruktury, jednak jego powołanie otwiera możliwości dalszego wykorzystania tych danych dla rozwoju systemu elektroenergetycznego.

Z całą pewnością na uwagę zasługuje też kwestia definiowania praw dostępu i wykorzystania tych danych w szerszym celu związanym z optymalizacją funkcjonowania rynku, systemu i infrastruktury oraz rozszerzenia i zarządzania listy podmiotów, które mogą mieć dostęp do tych danych. Jest to kluczowe wyzwanie organizacyjno-prawne mogące umożliwiać powstanie nowych usług i nowej wartości.

## ■ Interdyscyplinarny Zakład Analiz Energetycznych

Interdyscyplinarny Zakład Analiz Energetycznych (DIZ) działa w ramach Narodowego Centrum Badań Jądrowych. Zakład ma wspierać szeroko pojęty sektor energetyki – w tym energetyki konwencjonalnej oraz rozproszonej. W ramach swoich prac zakład wykorzystuje algorytmy sztucznej inteligencji głównie w zakresie prognozowania generacji OZE, cen na rynkach energii oraz popytu. Zakład tworzy też szereg narzędzi planowania, w których na poziomie preprocessing-u wykorzystywane jest uczenie maszynowe, na przykład do klasyfikacji stanów systemu elektroenergetycznego lub klasteryzacji podobnych grup odbiorców.

Zakład działa w sieci międzynarodowych instytutów badawczych, współpracując z takimi jednostkami jak sieć Fraunhofer, Los Alamos National Laboratory, KU Leuven. Współpracuje też z operatorami, m.in. z organizacją zrzeszającą europejskich operatorów sieci przesyłowych European Network of Transmission System Operators, Tauronem czy irlandzkim EirGRID.

W Polsce Zakład współpracuje z kilkoma grupami podmiotów: z operatorem sieci przesyłowej PSE, firmami będącymi dystrybutorami energii, z regulatorami, uczelniami oraz samorządami.

Na uwagę zasługuje brak w tej grupie firm prywatnych, zarówno dużych międzynarodowych koncernów rozwijających technologie dla sektora energetycznego, jak i mniejszych podmiotów. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy może być skupienie na realizacji projektów finansowanych w ramach programów unijnych, co skutkuje bardziej operacyjną perspektywą i mniejszym stopniem współpracy z ekosystemem.

W obszarze energetyki wielkoskalowej Zakład skupia się na rozwoju wielu narzędzi dla zarządzania rynkiem. Tworzy prognostyczne modele zachowań rynku energii z perspektywy cen, wahań popytu i generacji z uwzględ-

nieniem OZE. Tworzy narzędzia do planowania rozwoju sieci przesyłowej i modele systemów predictive maintenance. Z perspektywy lokalnej pomaga w prognozowaniu zachowań rynku energii, tworzy systemy do zapewnienia mu elastyczności, pomaga planować rozwój infrastruktury energetycznej na poziomie miast i powiatów.

Prace zakładu w bardzo dużym stopniu wykorzystują technologie związane ze sztuczną inteligencją. Dlatego zatrudnia on szerokie grono specjalistów o profilu niezbędnym do rozwoju takich rozwiązań, jak również do interpretacji wyników tworzonych modeli. Wydaje się, że kompetencje zespołów związane z wykorzystywaniem technologii AI są jego silną stroną. Trudniej jest sformułować odpowiedź na pytanie o potencjał komercjalizacji umiejscowiona jest po stronie klienta/partnera projektu, a Zakład nie ma bezpośredniej obserwacji ich dalszego wykorzystywania. W swoich projektach Zakład wykorzystuje dane udostępnione przez ich partnerów.

## ■ Projekty wspierane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) z powodu swojej misji i zadań jest kluczowym ośrodkiem wspierania i tworzenia innowacyjnych rozwiązań technologicznych i społecznych, tworzącym ekosystem wiedzy i informacji na ich temat. Inicjuje i realizuje przedsięwzięcia przyczyniające się do cywilizacyjnego rozwoju kraju.<sup>31</sup> Wraz z Polską Agencją Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP), Polskim Funduszem Rozwoju (PFR) i Bankiem Gospodarstwa Krajowego (BGK) odgrywa istotną rolę we wspieraniu i finansowaniu programów badawczych w Polsce z wykorzystaniem funduszy europejskich. Od początków działania NCBiR w jego obszarze zainteresowań znajdowały się badania związane z rozwojem rozwiązań dla sektora energetycznego.

Wiele projektów otrzymało wsparcie w ramach poprzedniego okresu finansowania poprzez Program Operacyjny Inteligentny Rozwój. Już w tamtym okresie pojawiały się projekty bazujące na technologiach sztucznej inteligencji. Pierwsze takie projekty pojawiły się w latach 2013-2015, jak np. 'Projekt opracowania innowacyjnej technologii magazynowania energii z wykorzystaniem technik sztucznej inteligencji' czy 'Projekt wykorzystania sieci neuronowych do sterowania procesów cieplnych w budynkach'.<sup>32</sup> W kolejnych latach wraz z rozwojem technologii pojawiało się więcej odniesień do sztucznej inteligencji, np. 'Connected Energy – inteligentny system rozpoznawania odbiorników pracujących w sieci oraz pomiaru zużycia energii elektrycznej' czy 'Prognozowanie dystrybucji Hg i As w procesie spalania węgla kamiennych i brunatnych w kotłach pyłowych i oczyszczania spalin z wykorzystaniem modeli regresyjnych i sieci neuronowych'.

Obecnie projekty związane z rozwojem rozwiązań cyfrowych, w tym sztucznej inteligencji, mogą być finansowane w ramach programu „Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” INFOSTRATEG. W ramach tego programu do początku grudnia 2022 r. zostały ogłoszone 4 konkursy.

Projekty związane z rozwojem sektora energetycznego mogą uzyskać wsparcie w ramach Strategicznego Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych „Nowe technologie w zakresie energii”.<sup>33</sup>

Do głównych celów programu należą:

- wzrost potencjału przemysłu energetyki odnawialnej (w tym prosumenckiej)
- rozwój inteligentnej infrastruktury sieciowej (energetycznej)
- obniżenie emisyjności energetyki poprzez zwiększenie wykorzystania surowców biodegradowalnych oraz produktów odpadowych.
- Na realizację tego programu w latach 2020-2029 przewidziano kwotę 800 mln zł. Na razie ogłoszone zostały 2 konkursy, a w ramach pierwszego wsparcie otrzymywały programy w trzech obszarach:

- energetyka wiatrowa na lądzie i na morzu
- technologie wytwarzania i wykorzystania wodoru
- magazyny energii i mikrosieci energetyczne i ciepłe.

W obecnie realizowanych programach można znaleźć np. projekty: 'Opracowania zintegrowanego narzędzia bazującego na metodach programowania matematycznego i uczenia maszynowego umożliwiającego przedsiębiorstwu optymalizację procesu zakupu, wykorzystania produkcji własnej i magazynowania energii elektrycznej, przyjmując jako kryterium optymalizacji minimalizację kosztów energii' czy 'Opracowanie inteligentnego systemu Energy-I System, wspomagającego planowanie produkcji i zarządzanie energią w zakładzie wytwórczym, w oparciu o predykcję zapotrzebowania i kosztów zakupu oraz magazynowanie i autoprodukcję energii'.

Na liście beneficjentów aktualnych projektów dominują podmioty prywatne (w większości małe firmy), kilka dużych uczelni technicznych (Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Śląska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny), kilka instytutów badawczych oraz PGE

Energia Odnawialna, ENEA Operator, PKP Energetyka i PGE Dystrybucja. Pewnym zaskoczeniem może być niewielka obecność na liście dużych spółek energetycznych lub podmiotów wchodzących w skład ich grup kapitałowych. Może to wynikać z braku pełnego zrozumienia przez zarządzających potencjału nowych technologii dla wspierania rozwoju sektora i relatywnie niskiego priorytetu badań w strategii przedsiębiorstw.

Rośnie liczba projektów badawczych, które ukierunkowane są na rozwój inteligentnych sieci przesyłowych, wsparcie zarządzania elastycznością i rozwiązania wspomagające decentralizację sieci. Większość projektów jest oparta o wykorzystanie technologii cyfrowych, w wielu przypadkach widać odwołania wprost do technologii sztucznej inteligencji. Wskazuje to dobre zrozumienie potencjału nowych technologii z perspektywy badawczo-rozwojowej i technicznej.

Wybór priorytetów i ogólne ukierunkowanie programów są właściwe. Widać profilowanie programów pod kątem głównych wyzwań, z jakimi mierzy się sektor energetyczny oraz duży nacisk na budowę cyfrowych rozwiązań ze zorientowaniem na rozwój inteligentnej infrastruktury.

Zdecydowanie problemem pozostaje komercjalizacja rozwiązań, która napotyka szereg barier. Do najważniejszych należą te związane z formalną definicją reguł projektowych, które utrudniają zmianę, uaktualnianie celów badawczych w trakcie trwania projektu w związku ze zmianami w technologii i na rynku oraz bariery związane ze skalowaniem projektów w ramach istniejących organizacji. Stworzone rozwiązanie funkcjonuje tylko w minimalnej skali dla spełnienia wymagań formalnych finansowania projektu. Często dobre projekty z interesującymi rezultatami napotykają na brak zainteresowania decydentów odnośnie ich dalszego finansowania i wdrożeń przekraczających fazę proof of concept. Taki brak systemowego podejścia do rozwoju i wdrażania na szeroką skalę sprawdzonych projektów jest jednym z większych problemów, z jakimi mierzy się sektor energetyczny. Źródło tych problemów leży w kulturze zarządzania i orientacji sektora na utrzymanie działalności, a nie na rozwój i zmianę.

Tezy te będą poddane próbie weryfikacji w badaniu przeprowadzonym na potrzeby tego raportu. Warto jednak wskazać projekty, które były zrealizowane w odpowiedni i efektywny sposób. Pozytywnie wyróżniają się wdrożenia prowadzone przez Tauron i Krakowski Park Technologiczny oraz projekt „Platforma zarządzania danymi z zaawansowanej infrastruktury pomiarowej”.<sup>34</sup>



# Najważniejsze zastosowania technologii sztucznej inteligencji w sektorze energetycznym

Na rozwiązania sztucznej inteligencji w sektorze energii elektrycznej można spojrzeć z perspektywy ich ulokowania w łańcuchu tworzenia wartości: generacji, przesyłu, dystrybucji i sprzedaży.

## ■ Generacja

### 🏠 Konwencjonalna

Wysłużone bloki energetyczne wymagają ciągłego monitorowania i optymalizacji procesu produkcji energii elektrycznej z węgla i gazu. I właśnie tu ogromny potencjał stwarza technologia AI, która umożliwia wykorzystanie nieograniczonej w praktyce ilości danych z różnych źródeł do zwiększenia bezpieczeństwa i niezawodności procesów.

Sztuczna inteligencja umożliwia realizację następujących scenariuszy i rozwiązań dla elektrowni i elektrociepłowni konwencjonalnych:

- **Predictive maintenance** – modele uczenia maszynowego (Machine Learning), analizujące zbiory danych wejściowych i potrafiące rozpoznać określone wzorce na monitorowanym urządzeniu lub grupie urządzeń pracujących w systemie. Na podstawie danych z bloku energetycznego (IoT, SCADA) oraz innych systemów OT/IT, a także wiedzy eksperckiej budowany i trenowany jest model ML w celu przewidywania i/lub diagnozowania awarii i sytuacji nieplanowanych. Przykładowo modele ML mają zastosowania do monitorowania pracy taśmociągów, młynów węglowych, turbozespołów, generatorów, rozdzielnic, przewidywania awarii i nieplanowanych przestojów w dobowo-godzinowym planie produkcji.
- **Cyfrowy Bliźniak** (ang. Digital Twin) – cyfrowy odpowiednik rzeczywistego procesu i/lub urządzenia. Sztuczna inteligencja nie musi być powiązana z rzeczywistym zasobem przedsiębiorstwa energetycznego. Może wnioskować na modelu cyfrowym, co w wielu przypadkach pozwala na testowanie określonych ustawień, zanim trafią na SCADę rzeczywistego systemu. AI pozwala analizować teoretycznie nieskończoną liczbę parametrów jednocześnie, podnosząc tym samym w istotny sposób jakość i bezpieczeństwo procesów decyzyjnych.
- **Vision AI** – wykorzystanie sztucznej inteligencji w obszarze usług kognitywnych. W praktyce to analiza obrazów z kamer i monitorowanie jakości surowców, pracy maszyn, urządzeń, pojazdów i ludzi, detekcja określonych sytuacji.
- **Smart BHP** – wykorzystanie sztucznej inteligencji do monitorowania stref, w których pracownicy zobowiązani są do przestrzegania przepisów BHP.

AI pomaga wykrywać naruszenia bezpieczeństwa i incydenty takie jak braki w odzieży ochronnej, nieuprawniony dostęp czy nieprawidłowe postępowanie z urządzeniem lub pojazdem.

- **Optymalizacja produkcji** – wykorzystanie algorytmów sztucznej inteligencji (dedykowane modele uczenia maszynowego) do optymalizacji procesu produkcji energii elektrycznej z uwzględnieniem całego łańcucha dostaw. Możliwa jest także koordynacja produkcji własnej i zakupów energii w celu pokrycia niedoborów.

### ⚡ Elektrownie atomowe

Energia elektryczna z atomu, a konkretnie z tzw. "małego atomu" – technologii SMR, została wpisana w energetyczną strategię Polski. Do 2029 r. ma powstać u nas pierwsza tego typu elektrownia, kompleksowa instalacja dostarczona przez generalnego wykonawcę. Dopiero wówczas będzie możliwe dookreślenie potencjału sztucznej inteligencji w tym segmencie generacji.

Jednak już na etapie oceny i planowania konkretnego projektu warto wykorzystać możliwości, jakie otwiera przed ekspertami i decydentami sztuczna Inteligencja. Zastosowanie modeli uczących się w procesie oceny ryzyka, symulacji wpływu instalacji na lokalny i krajowy system elektroenergetyczny, środowisko i społeczeństwo, może mieć kluczowy wpływ na ostateczne parametry projektu.

Na etapie realizacji, a następnie uruchomienia instalacji, sztuczna Inteligencja pracująca na modelu tzw. Cyfrowego Bliźniaka może w istotny sposób przyczynić się do poprawy wydajności i bezpieczeństwa przedsięwzięcia.

### 🌿 Odnawialne Źródła Energii

W Polsce OZE stały się oczywistym elementem naszego krajobrazu, a wolumen energii elektrycznej z tego typu instalacji ma coraz większy udział w krajowym miksie energetycznym. Trend w tym obszarze jest wyraźnie rosnący, co daje nadzieję na coraz czystsza energię w polskim przemyśle i gospodarstwach domowych. Z drugiej strony źródła OZE istotnie komplikują proces prognozowania i bilansowania energii elektrycznej w Krajowym Systemie Energetycznym oraz w zarządzaniu lokalnymi sieciami rozdzielczymi. Nic więc dziwnego,

że rosnąca liczba instalacji zarówno mikrogeneracji OZE (prosumenci, spółdzielnie, klastry), jak i przemysłowych, zarządzanych przez energetykę zawodową, zmusza sektor do sięgania po technologię ICT. Ułatwia ona bowiem optymalizację i zarządzanie tego typu instalacjami na określonych terytoriach i obszarach bilansowania.

W tym zakresie sztuczna inteligencja dostarcza niemal gotowych scenariuszy do wykorzystania, począwszy od prognoz pogody. Pogoda ma ogromny wpływ na produkcję i rynki energii. Siła i czas trwania wiatru wpływa na produkcję energii z turbin wiatrowych. Chmury nagle zasłaniające duży panel słoneczny mogą zmniejszyć produkcję nawet o 90 proc. Sztuczna inteligencja umożliwia:

- **Dokładne prognozowanie pogody** – oferując gotowe do wykorzystania modele prognostyczne w chmurze do dokładnego przewidywania pogody z punktu widzenia potrzeb farm wiatrowych i fotowoltaicznych.
- **Predictive maintenance** – samo-monitorujące się farmy wiatrowe to nie wizja przyszłości, ale już codzienność. Czujniki i analizatory wewnątrz gondol oraz algorytmy monitorujące funkcjonowanie i zasilające tymi informacjami systemy SCADA w znaczny sposób podnoszą efektywność zarządzania tego typu majątkiem.
- **SUPER SCADA** – wraz ze wzrostem liczby przemysłowych farm wiatrowych i PV rośnie liczba systemów dyspozytorskich dedykowanych poszczególnym instalacjom. Super Scady to rozwiązania klasy Business Intelligence (BI), agregujące informacje z wielu tego typu systemów do skalowalnej hurtowni danych, dokonujące ich korelacji za pomocą algorytmów ML oraz prezentacji w rozwiązaniach BI.
- **Prognozowanie generacji ze źródeł wiatrowych/PV** – produkcja energii ze źródeł odnawialnych jest w oczywisty sposób uzależniona od warunków pogodowych. Tym samym to proces charakteryzujący się wysokim współczynnikiem niestabilności. Zarządzanie nim jest trudne, ponieważ zmiany w wolumenie produkowanej energii muszą być kompensowane przez źródła konwencjonalne. Z tego powodu wraz ze wzrostem udziału energetyki odnawialnej w całkowitym bilansie energetycznym coraz ważniejsze staje się prognozowanie jej produkcji w krótkich i ultrakrótkich okresach oraz możliwość jej optymalizacji w czasie rzeczywistym. Tutaj metody statystyczne przegrywają z rozwiązaniami opartymi na sztucznej inteligencji. Wykorzystują one sieci neuronowe i zaawansowane modele uczące się do analiz danych pogodowych i tych z instalacji pogrupowanych w wirtualne elektrownie oraz przewidują wolumeny produkcji z wysokim współczynnikiem prawdopodobieństwa.
- **Wirtualne Elektrownie** – łączą wiele lokalnych źródeł wytwórczych OZE w jeden wirtualny byt. Z punktu widzenia prognozowania i bilansowania energii elektrycznej stanowi on znacznie efektywniejszy sposób na zarządzanie generacją z niestabilnych źródeł opartych o aktualne warunki atmosferyczne. Sztuczna

inteligencja i modele uczące się są w tym scenariuszu wykorzystywane nie tylko do zwiększenia wiarygodności prognoz generacji, ale także do efektywniejszego bilansowania energii elektrycznej w takim układzie.

- **Platformy handlu energią odnawialną** – rozwiązania z algorytmami sztucznej inteligencji łączą dostawców i odbiorców zielonej energii na rynku B2B.

## ■ Przesył

Operator Systemu Przesyłowego ma w Instrukcji Ruchu zapisane obowiązki m.in. w zakresie bilansowania Krajowego Systemu Energetycznego. W wypełnieniu tej misji od lat używana jest technologia IT i OT. Systemy dyspozytorskie monitorujące sieć Wysokich Napięć, systemy konfiguracji rynku, prognostyczne, planistyczne, wymiany handlowej i inne tworzą zintegrowany System Informatyczny Rynku Energii.

Planowane zmiany w zasadach funkcjonowania tego rynku w Polsce, w szczególności nowe obowiązki PSE jako Operatora Informacji Rynku Energii sprawiają, że dotychczasowe technologie i rozwiązania mogą nie wystarczyć, by osiągnąć zakładane cele transformacji energetycznej. Sztuczna inteligencja jest technologią, która może wspomagać, a niekiedy realizować wybrane procesy opisane w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRIESP). Dotyczy to prognozowania popytu, zaawansowanej analizy informacji pomiarowych, cyberbezpieczeństwa i wielu innych.

## ■ Dystrybucja i sprzedaż

Segment rozdziału energii elektrycznej dostarcza ją do odbiorców końcowych. Infrastruktura nN/SN zasilają w prąd zarówno gospodarstwa domowe, jak i małe i średnie firmy. Operatorzy Systemu Dystrybucyjnego (OSD) są ponadto odpowiedzialni za układy pomiarowe, przyłączenia nowych odbiorców i lokalne bilansowanie energii elektrycznej w systemie. To duży zakres obowiązków i olbrzymia odpowiedzialność. Wyzwaniem jest słaba widoczność sieci niskich napięć w Polsce, pozbawionych systemów monitorowania w czasie rzeczywistym oraz gwałtowny rozwój mikroinstalacji OZE (prosumenci) na obszarach, gdzie sieć energetyczna była projektowana jako infrastruktura dostarczająca energię, a nie odbierająca ją od punktu dostarczenia.

Nowy model Rynku Energii (CSIRE), a także konieczność wznowienia masowych instalacji inteligentnych liczników ze zdalnym odczytem dodatkowo obciążą ten sektor nowymi obowiązkami. W wielu zadaniach (nowych i obecnych) sztuczna inteligencja w znaczny sposób może poprawić efektywność, ale i precyzję ich realizacji. A co za tym idzie – także bezpieczeństwo.

Przykładowe rozwiązania w tym obszarze to:

- **Smart Metering w chmurze** – akwizycja danych z rozproszonych geograficznie układów pomiarowych, analityka informacji i ew. substytucja jeszcze na poziomie systemu Head-end oraz implementacja scenariuszy Smart Home – rozpoznawanie podłączonych do zasilania aktywnych urządzeń gospodarstw domowych, strażnik mocy i wiele innych. Sztuczna inteligencja ma więc spory potencjał już na etapie akwizycji i analizy danych z liczników Smart Metering.
- **Meter Data Management Analytics** – analiza Big Data danych pomiarowych; korelacje informacji pomiarowej z innymi danymi, zarówno z liczników energii, jak i systemów trzecich; budowa Data Lake i zaawansowanej analityki w oparciu o gromadzone w nim dane; wyznaczanie wskaźników SAIDI, SAIFI, analiza strat technicznych, a w korelacji z systemem billingowym – także strat handlowych; analizy behawioralne odbiorców – to tylko niektóre use case'y wykorzystania AI w obszarze danych pomiarowych.
- **System prognozowania** – wykorzystuje zaawansowaną sieć neuronową do przewidywania pogody, cen rynkowych i produkcji energii wiatrowej z 36-godzinnym wyprzedzeniem. Taka optymalizacja poprawia wyniki finansowe aktywów o 20 proc.
- **Optymalizacja sieci elektroenergetycznej** – tzw. Cyfrowy Bliźniak znajduje zastosowanie także w przypadku budowy cyfrowego modelu sieci elektroenergetycznej. Model rzeczywistej sieci nN i/lub SN, przekształcony na cyfrowy model impedancyjny może posłużyć do symulowania działania sieci rozdzielczej od stacji transformatorowej SN/nN po punkt dostarczenia energii, a nawet wybranych wewnętrznych linii zasilających (WLZ). Dzięki takiemu podejściu możliwe jest wykonywanie wielu analiz bez konieczności ingerowania w rzeczywistą infrastrukturę, co zwykle wiąże się z kosztownymi inwestycjami. Przykładowo mogą to być:
  - symulacje dwukierunkowego przepływu energii elektrycznej w danym obszarze bilansowania
  - badanie wpływu mikrogeneracji na stabilność wybranych odcinków sieci nN
  - analiza strat handlowych (kradzieży)
  - bilansowanie strat technicznych
  - badanie możliwości przyłączeniowych stacji transformatorowych.

Ponad 16 mln gospodarstw domowych i niektórych innych podmiotów, czyli odbiorców w taryfie G, od 2009 r. ma prawo swobodnie zmieniać sprzedawcę energii. To dość duży potencjał biznesowy stojący otworem przed segmentem obrotu w Polsce.

Niestety, odbiorcy na rynku masowym od lat czują się bardziej petentami koncernów energetycznych aniżeli klientami komercyjnych, nowoczesnych firm. Stan ten miał zmienić unbundling, czyli rozdział segmentu dystrybucji i sprzedaży, a następnie wdrożenie możliwości zmiany sprzedawcy w taryfach G. Miał, ale nie zmienił. Zabrakło narzędzi, które pozwoliłyby na efektywną segmentację i personalizację oferty energetycznej (i nie tylko) na rynku masowym. To przestrzeń na wykorzystanie sztucznej inteligencji, bo dla tej technologii wolumen 16 mln liczników nie stanowi wyzwania. W tym obszarze dostępne są:

- **Zaawansowana analityka danych** w systemie klasy ERP
- **Segmentacja odbiorców** – wykorzystanie AI do efektywniejszej analizy różnych grup odbiorców energii elektrycznej w taryfie G.
- **Marketing Automation** – na podstawie inteligentnych segmentacji odbiorców możliwe staje się precyzyjniejsze przygotowywanie i egzekwowanie kampanii marketingowych do określonych grup oraz predykcja efektów sprzedażowych.
- **Analizy behawioralne** – wykorzystanie AI do predykcji zachowań konsumentów energii i wychodzenie do rynku masowego z personalizowaną ofertą. Na podstawie danych z licznika energii w gospodarstwie domowym możliwe jest dokonywanie w czasie ciągłym analizy nawyków konsumentów w zakresie zużycia energii. Jak kształtuje się krzywa zużycia w danym gospodarstwie domowym, kiedy są piki (największe zużycie), jakie urządzenia i jakiej klasy energetycznej są podłączone do sieci i czy są eksploatowane w efektywny ekonomicznie sposób? – to jedynie część informacji, jakie sztuczna Inteligencja może wywnioskować na podstawie danych z nowoczesnych liczników energii elektrycznej. To z kolei może być wykorzystywane w cyfrowym marketingu.
- **Personalizowane oferty** – na podstawie danych z analiz behawioralnych możliwe jest przy wykorzystaniu sztucznej inteligencji, a dokładniej mówiąc – zaawansowanych silników rekomendacyjnych, personalizowanie oferty dla odbiorców. Oferty mogą dotyczyć produktów taryfowych, ale przede wszystkim łączonych (bundle) z produktami i usługami nietaryfowymi.

Współpraca przy powyższej części rozdziału:  
**Jarosław Zarychta** | Google Cloud Poland

Pasjonat nowoczesnych technologii ICT, w tym chmury obliczeniowej, IoT i sztucznej inteligencji, mających zastosowanie w przemyśle i energetyce. Wykładowca i autor wielu modeli biznesowych i publikacji prasowych. W firmie Google Poland pełni funkcję Dyrektora Rozwoju Rynku Przemysł i Energetyka i jest odpowiedzialny za kreację i sprzedaż koncepcji wykorzystania chmury obliczeniowej Google Cloud w tych sektorach.

## ■ Nowa rola obszaru IT i cyfrowych technologii

Obecnie budowane i publikowane strategie największych koncernów energetycznych wskazują, że wpływ na ich działalność mają nie tylko ogromne zmiany w miksie energetycznym, ale przede wszystkim nowe technologie umożliwiające im innowacyjne poszerzanie usług. Jest to możliwe dzięki odkrywaniu kolejnych, coraz ciekawszych zastosowań chmury obliczeniowej i algorytmów uczenia maszynowego, potocznie nazywanych sztuczną inteligencją. Istotnymi trendami na rynku są zwłaszcza:

- nowe kategorie przychodów firm energetycznych ze sprzedaży usług cyfrowych
- zabezpieczanie infrastruktury krytycznej przed rosnącym cyberzagrożeniem
- cyfrowe miejsce pracy i wzmocnienie kompetencji pracowników.

### 📈 Nowe przychody ze sprzedaży usług cyfrowych

Charakterystyczne dla obecnych czasów jest wyraźne prokonsumenckie nastawienie koncernów energetycznych. Starają się one lepiej zrozumieć profil i potrzeby cyfrowego klienta i dostosować swoje produkty do zmieniającego się rynku. Tworzony jest nowy model organizacji IT, który opiera się na standaryzacji i automatyzacji dostarczania usług w modelu anything-as-a-service (XaaS) zarówno na potrzeby własne, jak i na potrzeby zewnętrznego klienta.

To podejście wiąże się z nowymi działaniami operacyjnymi w sprzedaży, zarządzaniu majątkiem oraz w efektywnej generacji ze źródeł OZE, co w sumie umożliwia dostarczanie odbiorcom energii elektrycznej zupełnie nowego portfolio usług:

- możliwość dynamicznego zarządzania profilem klienta przy wsparciu energetyki prosumenckiej (mikroźródła; magazyny energii; efektywność energetyczna)
- elastyczne modele rozliczeniowe (taryfa dynamiczna)
- budowę analityki ukierunkowanej na obecne i przyszłe potrzeby energetyczne/infrastrukturalne klientów.

Kolejnym ciekawym obszarem zupełnie nowego biznesu są projekty typu Smart Cit. Firmy energetyczne budują platformy do zarządzania miastem, umożliwiające znaczne oszczędności energii, usprawnienie ruchu ulicznego, zwiększenie bezpieczeństwa i ochronę środowiska. Mieszkańcy miasta otrzymują dostęp do informacji o jakości powietrza, wolnych miejscach parkingowych oraz natężeniu ruchu.

Warunkiem efektywności takich rozwiązań jest zintegrowanie infrastruktury miasta, na przykład latarni ulicznych, kamer monitoringu miejskiego, inteligentnych koszy na śmieci, czujników parkingowych czy stacji pogodowych. Generuje to olbrzymie ilości danych strumieniowych, wysyłanych w czasie rzeczywistym, do których przetworzenia trzeba nowoczesnych narzędzi analitycznych i modeli predykcyjnych. Algorytmy takie muszą dawać się łatwo zarządzać, w tym „przetrenować” nawet użytkownikowi bez większego doświadczenia programistycznego.

Przykładem takiego rozwiązania są systemy głębokiego uczenia, które na podstawie strumienia wideo z kamery są w stanie wykryć anomalie w ruchu ulicznym, na przykład zablokowanie ulicy, wypadek samochodowy, ciężarówkę wjeżdżającą do strefy centrum. Mogą też automatycznie naliczać opłaty parkingowe na podstawie OCR odczytu rejestracji. Rozwiązania takie dostarczają ponadto ciekawych informacji na temat rozkładu ruchu pieszo i rowerowego w dłuższym okresie, ułatwiając tym samym optymalne decyzje co do inwestycji w chodniki i ścieżki dla rowerów.

Firma energetyczna stoi tutaj na bardzo dobrej pozycji. Jako dostawca energii elektrycznej do oświetlenia miejskiego, urzędów, szkół może szybko zaadoptować rozwiązania wykorzystujące sztuczną inteligencję w przestrzeni miejskiej.

Inny obszarem, w którym widać nowe pola aktywności spółek energetycznych są rozwiązania dla inteligentnego domu i biura. Polegają one na zainstalowaniu inteligentnych wtyczek do podłączania urządzeń elektrycznych lub wpinania ich w obwód licznika, co umożliwia bieżące dokonywanie pomiarów poboru mocy. W ten sposób budowany jest profil urządzenia, a algorytm uczy się i rekomenduje optymalne wykorzystanie przez nie energii elektrycznej, a czasami rekomenduje jego wymianę na nowe, bardziej oszczędne. Projekty pilotowe przeprowadzone w Polsce wykazały, że tego typu podejście może zmniejszyć rachunek za energię elektryczną o ok 10-16 proc.

Innym ważnym celem takich projektów jest sprawdzenie nowych modeli biznesowych, poprawa jakości życia i edukacja w zakresie oszczędzania energii za pomocą wpływu na zachowanie i gamifikację klientów firm energetycznych. Co ciekawe, tego typu inicjatywy pomagają dystrybucji i sprzedawcy energii na lepsze zarządzanie popytem i przesuwanie większego zapotrzebowania na energię poza godziny szczytu. Systemy DSM/DSR nie muszą być „ciężkimi” aplikacjami, żeby bilansować sieć i optymalnie planować inwestycje w infrastrukturę.

Oczywiście nie wszystkie usługi Smart City/Smart Home da się skomercjalizować jako nowe źródło przychodu sprzedawcy energii. Część usług będzie bowiem oferowana społecznościom i mieszkańcom bezpłatnie. Największym wyzwaniem na dzisiaj jest zbudowanie interesującego modelu biznesowego i działającego ekosystemu złożonego z firmy energetycznej, firmy technologicznej, operatora telekomunikacyjnego i klienta publicznego/samorządu.

## 🛡️ Zabezpieczenie infrastruktury krytycznej przed rosnącym cyberzagrożeniem

Kwestia bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej jest kluczowa przy wdrażaniu każdej nowej technologii, zwłaszcza w przypadku rozwiązań opartych na chmurze. Zastosowanie algorytmów sztucznej inteligencji do ochrony systemów przed cyberatakami znacząco wzmacnia odporność architektury bezpieczeństwa i ułatwia szybką reakcję na wykryte zagrożenia. W ostatnim czasie znacząco wzrosła liczba cyberataków, których celem jest system energetyczny. Od 21 lutego 2022 r. obowiązuje w Polsce trzeci stopień alarmowy, który ma zapewnić podwyższony poziom ochrony infrastruktury krytycznej (CHARLIE-CRP).

Architektura bezpieczeństwa powinna być od samego początku wpisana w strategię cyfrowej transformacji sektora energetycznego. Dotyczy to zarówno zarządzanie tożsamością i zabezpieczeniem danych, jak i ochrony infrastruktury i aplikacji. W wielu miejscach standardy i procedury bezpieczeństwa dla usług chmurowych i wdrażania sztucznej inteligencji w organizacji dopiero są tworzone, co może wydłużać proces certyfikacji i dopuszczenia tych rozwiązań do zastosowań w segmencie infrastruktury krytycznej, jaką są sieci energoelektryczne.

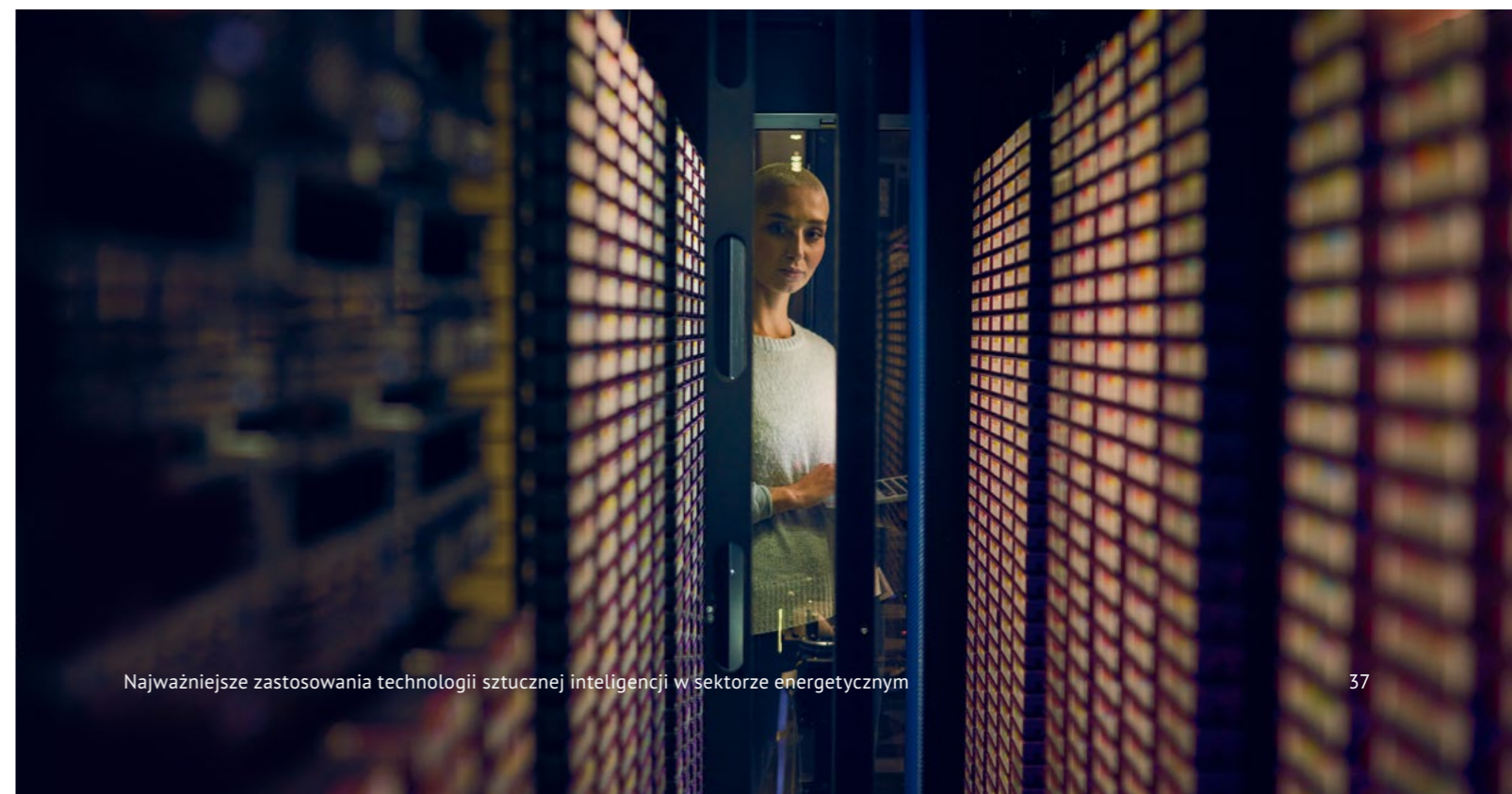
Szczególnie ciekawym obszarem zastosowania modeli AI do analizy behawioralnej jest wykrywanie zagrożeń i anomalii w działaniu urządzeń IoT, sieci technologicznych OT i systemów dyspozytorskich SCADA. Ciągły monitoring ruchu i aktywności w sieci IoT/OT pozwala algorytmowi nauczyć się prawidłowych wzorców i wykrywać anomalie związane z nieuprawnionym dostępem do sieci technologicznej i przejęciem

kontroli nad kontrolerem przemysłowym czy systemami nadzoru. Wyzwalanie alarmów i natychmiastowa reakcja związana z odcięciem dostępu dla potencjalnej strony atakującej pozwala ochronić aplikację krytyczną znacznie skuteczniej i szybciej niż zrobiłby to człowiek.

Drugim chyba najoczywistszym zastosowaniem sztucznej inteligencji w obszarze cyberbezpieczeństwa są filtry antyspamowe. Do jednego z pierwszych poważnych ataków wymierzonych w infrastrukturę zapewniającą dostawę energii elektrycznej doszło za pomocą złośliwego oprogramowania, które znalazło się w systemie informatycznym za pośrednictwem maila otwartego przez nieświadomego zagrożenia pracownika. W efekcie spora grupa mieszkańców była pozbawiona przez kilka godzin dostaw energii elektrycznej.

Filtry antyspamowe już od długiego czasu nie opierają się na prostych sekwencjach słów-kluczy czy wyrażeniach regularnych. Modele nadzorowanego uczenia maszynowego największych dostawców poczty, którzy mają dostęp do ogromnej ilości danych treningowych, działają świetnie w zakresie klasyfikacji typu: spam vs. nie-spam. Dodatkowo użytkownicy mogą zgłaszać podejrzaną wiadomość, wzmacniając w ten sposób dokładność i precyzję modelu. Dzięki temu organizacje chronią się nie tylko przed niechcianą pocztą, ale także przed o wiele groźniejszym zjawiskiem phishingu, który od wielu lat prowadzi w statystykach najpopularniejszych wektorów ataku.

Konieczność wykorzystania wyżej opisanych modeli nie wynika jedynie z ogromnej ilości poczty elektronicznej, którą przetwarza statystyczna organizacja (ani z tego, jak duży jej procent stanowią niechciane wiadomości), ale także – a może przede wszystkim – z możliwości brania



pod uwagę przy podejmowaniu decyzji innych czynników, mających swe źródło w wiedzy o zagrożeniach (threat intelligence) dostawcy. W przypadku poczty mogą to być bloki adresów IP znanych dostawcy jako powiązane np. z phishingiem, odnośniki do podejrzanych URL czy ilość podobnych wiadomości wysyłanych globalnie.

Przy działaniu modelu należy jednak także brać pod uwagę odsetek wiadomości fałszywie pozytywnie zaklasyfikowanych jako spam. Model, który 100 proc. poczty oznaczy jako wiadomości niechciane z pewnością sprawi, że żaden spam nie trafi do skrzynek, ale oczywiście będzie bezużyteczny. W związku z tym dodatkowe sygnały, jakimi dysponuje dostawca rozwiązania opartego na uczeniu maszynowym mają zasadnicze znaczenie dla odpowiedniego dostrojenia modelu. Takie rozwiązanie wykorzystuje także możliwości wynikające z budowania kontekstu – np. czy dany użytkownik często lub kiedykolwiek komunikował się z innym, aby wykrywać próby podszywania się pod inną osobę np. w celu wyłudzenia opłaty za fałszywą fakturę.

W ostatniej dekadzie doszło do wielu zmian w obszarze wykrywania szkodliwego oprogramowania – i szerzej jego szkodliwego działania w urządzeniach. Wpływ na to miało wiele czynników, między innymi coraz mniejsza skuteczność tradycyjnego podejścia opartego na sygnaturach. W sytuacji, kiedy 97 proc. próbek szkodliwego oprogramowania występuje tylko raz, trudno o wspólny dla nich element, który stanowiłby podstawę dla sygnatury.

Dodatkowo coraz popularniejsze stawały się ataki wykorzystujące techniki fileless czy korzystające z binarów stanowiących część systemu operacyjnego typu lolbin, których uruchomienie siłą rzeczy nie było wykrywane tradycyjnymi metodami. W takiej sytuacji koniecznością stała się kontrola procesów w kontekście, a kontekst ten wynika przede wszystkim z ilości danych zebranych na temat konkretnego zdarzenia (co rozszerza skuteczność badania złośliwy vs. niezłośliwy), a także możliwości interpretacji danego zdarzenia na podstawie danych z przeszłości. Takie wymagania aż proszą się o zastosowanie uczenia maszynowego, którego głównymi zaleceniami są zdolność klasyfikacji oraz uczenie się na danych historycznych w celach przewidywania przyszłych zdarzeń (tzw. prescriptive analysis). Rozwiązania klasy XDR korzystają nie tylko z modeli odpowiednio dostrojonych na dużej ilości danych, ale mają także dostęp do danych pochodzących z wielu różnych obszarów organizacji (informacje o tożsamości i użytkownikach, o urządzeniach, aplikacjach, sieciach i więcej).

Dzięki temu ponownie następuje rozszerzenie kontekstu, w którym badane jest dane zdarzenie. Uruchomienie szkodliwego pliku na urządzeniu nie odbywa się w próżni – skądś ten plik się tam znalazł (poczta, sieć), ktoś go uruchomił (tożsamość) i do czegoś próbował uzyskać dostęp (dane i aplikacje). Rozpartrywanie tych wszystkich elementów jako części tego samego killchaina pozwala na szerszą perspektywę i lepszą klasyfikację.

Jak wspomniano powyżej, kontekst musi być oceniany w odniesieniu do jak najbardziej aktualnej wiedzy o zagrożeniach. W związku z tym przewaga rozwiązań chmurowych nie wynika tylko z zasobów, jakie są niezbędne do przetworzenia tej ilości informacji, ale również z dostępu do informacji, które mogą okazać się kluczowe przy klasyfikacji danego zdarzenia jako zagrożenie. Organizacje nie są jednak ograniczone do korzystania z istniejących modeli proponowanych przez dostawców rozwiązań bezpieczeństwa. Rozwiązania klasy SIEM zapewniają opcję tworzenia, przetestowania i zastosowania własnego modelu. W niektórych przypadkach potrzeby organizacji dotyczą bardzo konkretnych dostrojonych, dlatego taka możliwość jest niezwykle cenna.

Podsumowując, sztuczna inteligencja w obszarze ochrony przed zagrożeniami i szerzej – w cyberbezpieczeństwie pomaga poradzić sobie z ogromną ilością danych spływających z wszelkiego rodzaju systemów, które stanowią ekosystem organizacji. Jedno z głównych zadań nadzorowanego uczenia maszynowego, jakim jest klasyfikacja, doskonale odpowiada potrzebom zespołów bezpieczeństwa. Należy jednak zwrócić uwagę, że wykorzystanie AI w takich rozwiązaniach jak XDR czy SIEM nie ma na celu zastąpienia człowieka na stanowisku analityka. Ma pomóc zautomatyzować i rozwiązać powtarzalne zadania (np. zamknięcie szkodliwego procesu, usunięcie pliku i izolacja urządzenia czy reset hasła użytkownika), aby dać analitykom więcej czasu na rozwiązanie innych ważnych problemów.

### **Cyfrowe miejsca pracy i wzmacnianie kompetencji pracowników**

Praca zdalna staje się powszechna, a dedykowane narzędzia zwiększają jej efektywność i stwarzają możliwości, których nie mieliśmy nigdy wcześniej. Celem platform dostępnych w chmurze jest zapewnienie skutecznej i efektywnej komunikacji w zespołach. Choć uczestnicy spotkania pracują z dala od siebie, ale poprzez włączone wideo, chat, udostępnianie plików, współpracę przy edycji dokumentów oraz wspólną realizację zadań mają wrażenie pracy w jednym miejscu. Dzięki wykorzystaniu technologii uczenia maszynowego, rozpoznawania głosu, voice to speech i personalnego asystenta, ułatwiona jest komunikacja i organizacja spotkań. Tak wydawałoby się błaha kwestia, jak zmiana tła zwiększa elastyczność cyfrowego miejsca pracy i poprawia efektywność spotkań. Nowy indeks trendów w pracy (Work Trend Index) pokazuje też, jak zmieniają się nasze nawyki w pracy zdalnej i jak narzędzia dostępne z chmury realizują podstawowe potrzeby ludzkie związane na przykład z kontaktem wzrokowym, podniesieniem ręki, notatkami ze spotkania, potwierdzaniem obecności, zwiększaniem prywatności uczestników poprzez wycięcie tła.

Na bazach platform do pracy grupowej powstają też aplikacje typu low-code, no-code, skrojone na specyficzne potrzeby użytkowników i przygotowywane przez nich

samodzielnie. Rola IT sprowadza się do udostępnienia odpowiednich zestawów danych i edukowania pracowników, jak mogą samodzielnie profilować narzędzia. Aplikacje takie skierowane dla pracowników terenowych i mobilnych mogą wykorzystywać bardzo zaawansowane modele sieci neuronowych, na przykład do analizy obrazu i pomagać w inspekcji stacji transformatorowych lub sieci przesyłowych. Ważnym fundamentem zapewnienia powszechności wykorzystania AI w grupie energetycznej jest tzw. demokratyzacji dostępu do danych na potrzeby codziennej i zaawansowanej pracy analitycznej.

Istotne również staje się wykorzystanie intranetu, na przykład do zaawansowanego przeszukiwania informacji w organizacji (DataMining), szkoleń i wykorzystania wielokierunkowych kanałów komunikacyjnych do kontaktu z klientami. Poprzez tworzenie konwersacyjnych botów opatych na AI i platformie cyfrowego miejsca pracy można znacząco obniżyć koszty funkcjonowania IT i podnieść jakość obsługi i bezpieczeństwo podmiotów wchodzących w skład grupy energetycznej.

Współpraca przy powyższej części rozdziału:  
**Tomasz Kozar** | Cloud Technology Strategist, Microsoft

Zajmuje się wspieraniem największych polskich przedsiębiorstw w ich cyfrowej transformacji. Zaangażowany w innowacyjne projekty IoT, Blockchain, AI, SmartCity dla branży energetycznej i telekomunikacji. Członek grup strumień Blockchain i Waluty Cyfrowe oraz IoT przy Ministerstwie Cyfryzacji. Wykładowca na studiach podyplomowych SGH Blockchain: biznes, prawo, technologia.



# Modele dojrzałości rozwiązań sztucznej inteligencji w biznesie

**Sztuczna inteligencja może ułatwić i przyspieszyć wzrost efektywności zdecentralizowanego systemu energetycznego opartego o różnorodne źródła, zapewniającego bezpieczeństwo energetyczne i redukującego negatywny wpływ na środowisko i klimat.**

## ■ Podstawy transformacji cyfrowej

Transformacja cyfrowa to przekrojowy, zorganizowany i zarządzany program zmiany w organizacji, ukierunkowany na wzrost wydajności i poprawę jakości struktur i procesów – z wymiernymi i mierzonymi rezultatami. Program ten wykorzystuje pełen zakres dostępnych technologii cyfrowych dla osiągnięcia celów przedsiębiorstwa.

Celami transformacji cyfrowej są:

- wykorzystanie potencjału technologii do osiągnięcia silnej i stabilnej pozycji konkurencyjnej
- rozwój biznesu do wybranej skali, zasięgu i przy optymalnych kosztach
- wykreowanie i wykorzystanie nowych modeli biznesowych.

Transformacja cyfrowa odpowiada na cały szereg potrzeb przedsiębiorstwa:

- bieżącej kontroli nad głównymi parametrami biznesu
- zwiększenia elastyczności i bezpieczeństwa firmy
- wsparcia wzrostu przychodów i/lub zysków
- odpowiedzi na wymagania dostawców i klientów
- migracji konsumentów do sfery usług cyfrowych
- presję konkurencyjną i zagrożenia z tym związane.

Dziś na świecie większość firm w większości sektorów gospodarki inwestuje w ten obszar olbrzymie środki. Wyzwaniem jest dla nich połączenie możliwości technologii cyfrowych z nowymi metodami realizacji ważnych procesów biznesowych. Synteza tych dwóch światów wymaga pracy po obydwu stronach. Trzeba zrozumieć podstawy funkcjonowania technologii i ich możliwości biznesowych i w optymalny sposób stworzyć i realizować nowe procesy.

Efektywna transformacja wymaga, aby struktury biznesowe rozumiały, co zmienia technologia i co umożliwia, a działy techniczne rozumiały wyzwania biznesu

i projektowały efektywne rozwiązania. Ważne jest, aby z założenia proces ten był traktowany iteracyjnie, bowiem dojście do dobrych rezultatów wymaga czasu, efektywnego uczenia się i korekt.

Jest cała wiązka technologii, których sposoby i skutki działania przedstawiciele świata biznesu powinni rozumieć. Z punktu widzenia technologii podstawowych w transformacji cyfrowej sektora należy brać pod uwagę:

- wykorzystanie chmury obliczeniowej w jej różnych odmianach i kombinacjach (chmura publiczna, chmura prywatna, chmura hybrydowa)
- wykorzystanie rozwiązań dla analizy danych (zarówno ustrukturyzowanych, jak i nieustrukturyzowanych)
- rozwiązania oparte o obliczenia dużej mocy (HPC) służące do modelowania procesów
- przyłączenia do sieci różnych urządzeń i elementów infrastruktury wyposażonych w sensory i zwiększanie mocy obliczeniowej/inteligencji podłączanych elementów (IoT)
- wykorzystywanie różnych technologii komunikacji bezprzewodowej (5G, BTLE, NFC, WiFi, RFID, NB-IoT, LoRaWAN, etc)
- wykorzystanie technologii blockchain (łańcucha bloków) do weryfikacji integralności rozproszonych transakcji
- wykorzystanie rozwiązań sztucznej inteligencji.

Powyższe technologie z punktu widzenia potrzeb i procesów biznesowych przekładają się na:

- automatyzację – zastępowaniu pracy ludzkiej lub wspomaganie jej przez roboty fizyczne lub software'owe (RPA)
- zamianę stale dostępnych zasobów na usługę on demand, w oparciu o ich wirtualizację
- połączenie wszystkich elementów danego systemu w sieć i poszerzenie opisu stanu tych elementów i zwiększenie stopnia ich inteligencji (Connectivity)

- szerokie wykorzystanie danych i analityki do tworzenia wartości opartej o dane
- wykorzystaniu skali usług i danych poprzez ich agregację w platformach
- wykorzystanie technologii rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej (Virtual Reality i Augmented Reality)
- wzrost wymagań cyberbezpieczeństwa jako konsekwencja podłączenia infrastruktury obliczeniowej i fizycznej do Internetu, co tworzy możliwość ingerencji zewnętrznej w sposób jej działania.

## ■ Rozwój zastosowań i sposoby wdrażania innowacji

Proces wdrażania innowacji może odbywać się w sposób ewolucyjny, bez systemowego wsparcia. W każdym środowisku rozchodzą się nowe pomysły i idee, część z nich zdobywa uwagę i zostaje przekształcona w koncepcje rozwiązań, a następnie jest wdrażana. Dopiero po czasie okaże się, które z nich są istotnie przydatne. Taki model jednak nie jest efektywny. Wymaga wiele czasu i często wielu prób w nadziei, że kilka innowacji samodzielnie osiągnie wystarczającą skalę, aby przekształcić się ewolucyjnie w nowe metody pracy.

W sytuacji rynkowej konkurencji i presji na szybkie wzrosty efektywności większość dobrze zarządzanych organizacji rozwija innowacje w sposób systemowy. Dąży do przyspieszenia procesu weryfikacji nowych idei oraz osiągania właściwej skali niezbędnej do stworzenia bardziej efektywnych procesów produkcji czy świadczenia usług. Te działania oparte o wykorzystanie technologii ICT są istotą transformacji cyfrowej.

Sektor energetyczny jest w chwili obecnej poddany dużej presji zmian i dlatego zarządzanie wdrażaniem innowacji nabiera szczególnego znaczenia.

Analiza wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji w badanym sektorze energii elektrycznej powinna być zatem przeprowadzana z naciskiem na efektywność modelu wdrażania innowacji. Ułatwi to zrozumienie dynamiki rozwoju rozwiązań cyfrowych w organizacjach, zróżnicowanie ich dojrzałości i skali stosowania.

Teoretyczna klasyfikacja różnych rodzajów innowacji najczęściej wywodzi się z prac prof. Claytona Christiansena, który podzielił je w zależności od cyklu ich życia i rozwoju. W praktyce biznesowej (w konsultingu) i w pracach naukowych jednak często wykorzystywana jest matryca innowacji, która kategoryzuje innowacje z perspektywy stopnia ich nowości i skali wpływu. Model ten pozostaje co do zasady spójny z podejściem Christiansena.

### ■ Matryca innowacji

		Stopień unikalności rozwiązania	
		Mały	Duży
Poziom wpływ na rynek	Duży	Osiągnięcie skali	Głęboka zmiana rynku
	Mały	Stopniowe usprawnienia	Zmiana w organizacji

Źródło: Opracowanie własne autora

Z perspektywy technicznej sztuczna inteligencja wykorzystuje najczęściej sieci neuronowe i jest metodą programistyczną. Jej stosowanie często może nie być widoczne dla użytkownika danego systemu, tak jak na ogół nie ma on wiedzy, w jakim języku programowania została napisana konkretna usługa lub aplikacja. Dlatego skupiać się będziemy na konkretnych zastosowaniach AI i dokonywać analiz konkretnych rozwiązań.

Na poziomie „stopniowe usprawnienia” mamy do czynienia głównie z pojedynczymi, niepowiązаныmi projektami. Są one realizowane, ponieważ pojawił się pomysł na usprawnienie i jest taka techniczna możliwość. To podejście z reguły nie łączy się z głębszymi zmianami w organizacji i przynosi punktowy wzrost wydajności lub pozwala na weryfikację jakiegoś pomysłu (POC). Liczba takich punktowych innowacji jest z reguły wyższa niż innowacji o większej skali wpływu. W firmach o dużej tradycji inżynierskiej funkcjonuje wiele programów nastawionych na realizację takich punktowych usprawnień. Prowadzą one do optymalizacji i podnoszenia efektywności procesów. W takich podejściach jak Kaizen przechodzi się do kumulowania efektów drobnych usprawnień w widoczne rezultaty.

Rozwiązania przynależne do kategorii „osiągnięcie skali” skupiają się na kumulacji efektów podejścia „stopniowych usprawnień” lub na wdrożeniu i identyfikacji rozwiązań dających istotnie duże efekty. Podejście takie wpisuje się w strategię Kaizen. Kumulowane usprawnienia skupiają na sobie uwagę kierownictwa i mogą prowadzić do rozpoczęcia zmian procesów pracy i sposobów organizacji zespołów. Zmiany te mają z reguły charakter dostosowawczy. W tym obszarze mamy również do czynienia z innowacjami, które realizują nowy pomysł na produkt, proces lub usługę, wymagający innej organizacji pracy. Takie innowacje mają duży potencjał i dużą wartość dla organizacji.

Rozwiązania z grupy „zmiana w organizacji” polegają na realizacji nowego pomysłu poprzez nową formę organizacji i prowadzą do innowacji rozwojowych, są w większym stopniu unikatowe i kreują potencjał do zaoferowania nowego produktu czy usługi oraz do przebudowy istotnych procesów i kluczowych obszarów w organizacji. Inicjują i stają się osią jej transformacji. Wymagają bardziej kreatywnego podejścia, wprowadzają nowe elementy i prowadzą do powstania nowej wartości realizowanej w nowym modelu. Dla ich rozwoju potrzebne jest dodanie istotnie nowego elementu, co wiąże się z większym ryzykiem i wymaga dłuższego czasu na weryfikację, większej liczby iteracji, zanim osiągnie się satysfakcjonującą jakość. Wprowadzanie takich innowacji wiąże się z większym ryzykiem.

Rozwiązania z segmentu „głęboka zmiana rynku” są w pełni unikatowe i wywołują dużą zmianę w sposobie działania organizacji. Skłania ona inne organizacje do naśladownictwa i nowego podejścia do oferowania usług i produktów, co może skutkować pojawieniem się nowego segmentu rynku funkcjonującego w odrębny sposób.

To dość oczywiste, że nie można łatwo i w przewidywalny sposób zaprojektować lub wybrać z grupy dostępnych rozwiązań tych, które spowodują transformację organizacji lub radykalnie zmienią rynek. Jednak wszystkie organizacje powinny mieć odpowiedni system wspierania innowacji, który zweryfikuje i oceni potencjał nowych rozwiązań, a następnie zaplanuje skuteczne wdrożenie, ułatwi osiągnięcie skali, zmianę procesów i odpowiednie zmiany organizacyjne.

Generowanie usprawnień może dać bardzo wymierne efekty ekonomiczne, aby jednak doprowadzić do istotnej innowacji konieczne jest wprowadzenie do systemu

nowych elementów, nowego podejścia. Chodzi w nim nie o modyfikację istniejącego procesu, produktu, ale stworzenie czegoś nowego i istotnie różnego. Bez tego przeprowadzanie transformacji i nowych sposobów tworzenia wartości, nowych modeli biznesowych, jest utrudnione.

Polityka wspierania innowacji powinna mieć zatem dwa dominujące wektory: wektor ciągłych usprawnień i wektor poszukiwania nowej wartości, innowacji o większym potencjale zmiany i istotnej nowości podejścia do rozwiązania problemu. Jeśli firma działa w otoczeniu o dużej zmienności, konieczne jest dobre wsparcie dla wektora nowej wartości. Orientacja ograniczona do wspierania organicznych usprawnień natknie się na problemy związane z niedostatecznym tempem i skalą innowacji.

Sektor energetyczny zdominowany przez spółki z udziałem Skarbu Państwa stoi przed większym wyzwaniem niż sektor prywatny, ponieważ występuje w nim większa awersja do ryzyka i konsekwencji potencjalnych niepowodzeń. Widać też w nim mniej pozytywne nastawienie do zmiany w organizacji. Wynika to z oczekiwanej stabilności i przewidywalności usług oferowanych przez ten sektor, jego hermetyczności i koncentracji na tradycyjnych metodach działania. Problemem jest również ograniczona dostępność specjalistów z nowymi kompetencjami, a niekiedy zastane przerosty organizacyjne i personalne. To przekłada się na spowolnienie rozwoju zupełnie nowych kompetencji. Organizacje mogą posiadać systemy wspierania usprawnień, ale trudniej im jest poszukiwać nowych metod, ponieważ wiąże się to z większym ryzykiem i niepewnością.

Dodatkowo tylko nieliczne organizacje traktują wsparcie innowacji jako ważny element swojej struktury i posiadają odpowiednie kompetencje i doświadczenia w efektywnym wdrażaniu innowacji i przekształcaniu ich w nowe modele i metody pracy.

Obecnie skomplikowana sytuacja geopolityczna i duża niepewność na rynku surowców i energii dodatkowo ograniczają akceptację ryzyka.

Opisana wyżej matryca innowacji została wykorzystana jako podstawa modelu dojrzałości wdrażania i wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji przez firmę IBM, w szczególności IBM Center for The Business of Government, przy współpracy z Queensland University of Technology.

Modele oceny dojrzałości służą jako narzędzia analityczne i pozwalają na porównywanie zaawansowania różnych organizacji i zapewniają większy obiektywizm oceny. Posiadają jasno zdefiniowaną strukturę i są oparte o jednolite kryteria możliwe do stosowania w wielu przypadkach.

Model wykorzystany w badaniu został stworzony i zweryfikowany w oparciu o projekty wdrożeń rozwiązań AI realizowane przez specjalistów IBM. Dla oceny dojrzałości wykorzystuje on opisaną wcześniej koncepcję rozwoju innowacji. Opiera się on na ocenie dokonanej z dwóch perspektyw, które są krytycznie ważne przy przygotowaniu rozwiązań AI:

1. analizuje kluczowe obszary dla rozwoju rozwiązań sztucznej inteligencji
2. w poszczególnych obszarach dokonuje oceny prowadzonych przez firmę działań, przygotowanych procesów oraz efektywności organizacji i przypisuje odpowiadający im poziom dojrzałości.

Model ten nadaje się dobrze do oceny dojrzałości dużych organizacji z perspektywy wykorzystania potencjału rozwiązań sztucznej inteligencji i może być z powodzeniem wykorzystywany w sektorze energetycznym. W pierwszym wymiarze model IBM Center for the Business of Government analizuje następujące obszary:

- zasoby i dane (Big Data)
- aplikacje i systemy (Computational Systems)
- potencjał analityczny i rozwój kompetencji (Analytical Capacity)
- kulturę innowacyjności (Innovation Climate)
- zarządzanie danymi, regulacje i etyka (Governance and Ethical Frameworks)
- dojrzałość strategii i jakość wizji strategicznej (Strategic Visioning).

W drugim kroku w poszczególnych obszarach model przypisuje adekwatną ocenę dojrzałości, wybraną spośród następujących poziomów:

1. rozwiązań wdrażanych ad hoc
2. eksperymentowania
3. planowych wdrożeń i rozwoju
4. wdrożenia w szerokiej skali i uzyskiwania nowej wartości
5. głębokiej transformacji.

Analizowane obszary są wspólne i ważne dla wszystkich rozwiązań AI. Kluczową, wynikającą ze specyfiki rozwiązań AI różnicą względem oceny innych systemów informatycznych i technologii cyfrowych jest skupienie się na kwestiach związanych z danymi.

Przyjrzyjmy się poszczególnym elementom wpływającym na sukces wdrożenia AI w modelu stosowanym przez IBM.

## Zasoby danych

Ten obszar ocenia wszechstronność i skalę gromadzonych danych, skupia procesy przygotowywania zbiorów danych, które mogą być wykorzystywane przez modele AI. Poszczególne organizacje w ramach przedsiębiorstwa powinny profesjonalnie inwentaryzować swoje zasoby, rozumieć możliwy zakres ich wykorzystania i strukturę, tworzyć podstawy agregacji i wymiany z innymi systemami. Powinny umieć ocenić jakość, reprezentatywność i przydatność danych. Powinny zrozumieć, jak ich dane mogą być używane w połączeniu z danymi innych organizacji spoza sektora, np. ośrodków badawczych lub do uzyskania wglądu w strukturę procesów klientów. Obszar ten wraz ze wzrostem dojrzałości będzie się łączył z obszarem zarządzania danymi, regulacją i etyką.

Przy ocenie dojrzałości zwraca się uwagę na następujące kwestie:

- rozmiary i liczbę zbieranych zbiorów danych
- jakość, spójność i zapis kontekstu gromadzonych danych
- jasność definicji architektury danych
- jakość procesów wykorzystania danych
- jak firma potrafi korzystać z zewnętrznych zasobów danych.

## Aplikacje i systemy

Punktem wyjścia do analizy tego obszaru jest spojrzenie na infrastrukturę informatyczną firmy, jej nowoczesność i organizację architektury IT z punktu widzenia możliwości wykorzystania różnych zastosowań AI.

Ten wymiar analizy odnosi się do konkretnych typów rozwiązań korzystających z algorytmów i modeli sztucznej inteligencji oraz obejmuje procesy oceny gotowości infrastruktury informatycznej do ich wsparcia. Jednym z podstawowych pól zastosowania AI jest automatyzacja, która w organizacjach przetwarzających bardzo duże zorganizowane zbiory danych bardzo często prowadzi do automatyzacji lub ułatwień w usługach oferowanych klientom. Przykładami może być wsparcie robotów RPA (Robotic Process Automation) przy uzupełnianiu danych i właściwym wypełnianiu formularzy dokumentów czy zautomatyzowane wsparcie kontaktów z klientami poprzez wykorzystanie chatbotów. Zaawansowane roboty softwareowe często wykorzystują elementy AI w swoim działaniu. Usprawnia to organizację i poprawia efektywność wewnętrznych procesów,

eliminuje błędy i przyspieszając czas realizacji. Chatboty potrafią zaś skrócić czas potrzebny na obsługę klienta i podnieść jego satysfakcję z usługi.

Dużym obszarem wykorzystania sztucznej inteligencji jest wsparcie analityki i przejście od analiz post factum do systemów predykcyjnych. Dla realizacji tych funkcji konieczne jest odpowiednie przygotowanie poszczególnych systemów z punktu widzenia interoperacyjności, możliwości przekazywania danych, elastyczności zarówno w alokacji zasobów obliczeniowych, jak i w zarządzaniu przechowywaniem danych, sieciami i cyberbezpieczeństwem. Wiele z systemów w sektorze energetycznym może wykorzystywać wewnętrzne i zewnętrzne zasoby danych.

Wiele rozwiązań pracujących w sektorze energetycznym musi działać w czasie rzeczywistym i wykorzystywać systemy operacyjne czasu rzeczywistego (ang. real-time operating system, RTOS), czyli takie komputerowe systemy operacyjne, które zostały opracowane do spełniania wymagań narzuconych na czas wykonywania żądanych operacji. Tego typu podejście jest powszechnie wymagane w rozwiązaniach przemysłowych, w tym w automatyce i systemach sterowania wykorzystywanych w energetyce. Stabilność i przewidywalność takich systemów są ich podstawowymi cechami.

Wraz ze wzrostem nasycenia infrastruktury energetycznej przez technologie cyfrowe myślimy niejako o systemie Internetu rzeczy (IoT). Jest to sieć fizycznych obiektów (rzeczy) z wbudowanymi rozwiązaniami technicznymi do odczytywania stanu otoczenia i przeprowadzania interakcji z nim i innymi obiektami. Systemy takie posiadają zdolność do wykonywania programów działania w środowisku rozproszonym. Obecnie rośnie liczba zastosowań, w których moc obliczeniowa dostępna dla pojedynczym elementom Internetu rzeczy wzrasta, a pojedyncze elementy stają się coraz bardziej inteligentne (edge computing). Dojrzałość i skala tych systemów wpływa na gotowość do wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji, jako że systemy Internetu rzeczy są dla nich doskonałymi źródłami danych.

Rozwój systemów informatycznych tworzy liczne wyzwania związane z zarządzaniem nimi, skalowaniem i szybkim oferowaniem usług użytkownikom. Wyzwania te łatwiej jest realizować w środowisku chmurowym, jednak należy wybrać odpowiedni model chmury obliczeniowej pod kątem jej efektywności, kontroli nad zasobami i danymi. W większości przypadków będzie to model chmury hybrydowej.

Wraz ze wzrostem nasycenia infrastruktury energetycznej układami cyfrowymi działającymi w połączeniu i podłączonych do Internetu, rośnie znaczenie bezpieczeństwa cybernetycznego. Cyberbezpieczeństwo infrastruktury energetycznej ma najwyższe możliwe znaczenie, ponieważ infrastruktura energetyczna jest jednym z głównych obszarów infrastruktury krytycznej każdego państwa.

Z tego też powodu wymogi cyberbezpieczeństwa będą miały zawsze dominujący charakter i ich wypełnienie jest koniecznym elementem każdego systemu działającego w infrastrukturze energetycznej. Zagadnienia te są całościowo regulowane przez prawo polskie i unijne.

Dla dokonania oceny dojrzałości badane są następujące zagadnienia:

- jaki jest poziom integracji i interoperacyjności systemów
- jaka jest ich elastyczność i skalowalność
- czy w firmie używana jest dedykowana infrastruktura sprzętowa do realizacji rozwiązań AI
- czy firma wykorzystuje odpowiednie narzędzia oprogramowania do wsparcia rozwiązań AI
- jak firma potrafi wykorzystywać zewnętrzne zasoby obliczeniowe
- jak jest jakość procesów w tym obszarze.

## Potencjał analityczny i rozwój kompetencji

W tym obszarze bada się i postuluje obecność w organizacji osób z kompetencjami niezbędnymi rozwojowi i wykorzystaniu rozwiązań AI. Na rynku jest na razie niewielu specjalistów od data science, data engineering i integracji systemów AI z innymi częściami architektury informatycznej. Tymczasem dla tworzenia i wykorzystywania modeli AI jest bardzo ważne, aby pracowały z nimi osoby o wysokich kwalifikacjach oraz głębokim zrozumieniu materii, w której funkcjonuje dany sektor. Złożenie wiedzy branżowej z kompetencjami w obszarze budowy i wykorzystania sztucznej inteligencji jest konieczne do właściwego przygotowania skutecznych rozwiązań, właściwej oceny jakości ich pracy i efektywnej integracji z pozostałymi elementami infrastruktury cyfrowej. Tylko wtedy mogą powstawać wartościowe modele AI, korzystające z właściwych danych, odpowiednio sparametryzowane, systematycznie oceniane z punktu widzenia skuteczności działania oraz poddawane retreningowi, kiedy zachodzi taka potrzeba.

Organizacje sektora energetycznego stoją przed poważnym wyzwaniem: jak pozyskać takich profesjonalistów i jak złożyć wiedzę w obszarze sztucznej inteligencji z głębokim zrozumieniem wyzwań sektora. Sposobem możliwym, lecz organizacyjnie trudnym jest otwieranie się na współpracę z zewnętrznymi podmiotami i integracja know-how pochodzącego z kilku organizacji. Wymaga to jednak ze strony managerów zarządzających takim projektami dużej interdyscyplinarności i ponadprzeciętnych umiejętności zarządzania zdywersyfikowanymi zespołami.

Dobrym alternatywnym podejściem może być wewnątrzorganizacyjny rozwój kompetencji dla

budowy i wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji. Takie podejście wymaga czasu, przygotowania i dedykowanych programów rozwojowych dla istotnie dużej grupy pracowników zarówno z organizacji IT, jak i z organizacji biznesowych.

Kompetencje wymagane do rozwijania rozwiązań AI mają charakter interdyscyplinarny i są miksem kompetencji dla poszczególnych specjalności: technicznych, branżowych, związanych z rozwojem biznesu, zarządzaniem zmianą oraz projektami i programami. Niezbędna jest także wiedza z zakresu prawa i regulacji dotyczących AI.

Przygotowanie tak przekrojowych programów rozwoju kompetencji jest często wyzwaniem dla działów szkoleń i HR. Mogą się one posłkować zewnętrznymi zasobami. Bardzo użytecznym zasobem do projektowania kompetencji ICT, w tym AI jest rama kwalifikacji Skills Framework for the Information Age.<sup>35</sup>

Matryca ta jest niezwykle użyteczna do opisu kompetencji każdego obszaru ICT, w tym między innymi cyberbezpieczeństwa, zarządzania projektami, podejścia DevOps oraz posiada wartościowy zakres wsparcia rozwoju kompetencji związanych z AI. Serwis dostępny jest zarówno w języku angielskim, jak i polskim, ale ten ostatni zawiera wiele błędów w tłumaczeniu, co obniża jego przydatność. Dlatego jeśli to możliwe, warto korzystać z angielskiej wersji.

Kompetencje dla rozwoju rozwiązań AI są zgrupowane w profilu "Big data/Data science view".<sup>36</sup> Jest to opis wymaganych kompetencji dla ról organizacyjnych funkcjonujących w kilku obszarach. Do każdego z nich przypisanych jest kilkanaście kompetencji, z których wybrane należy przypisać do różnych ról. Kompetencje są opisane z uwzględnieniem ich zaawansowania i rozwoju. Np. dla obszaru „data lifecycle management” szczegółowe kompetencje to:

Nazwa kompetencji	Zakres zaawansowania kompetencji (1 niski – 7 wysoki)						
Product management			3	4	5	6	
Machine learning		2	3	4	5	6	
Data visualisation				3	4	5	
Data modelling and design		2	3	4	5		
Database design			3	4	5		
Data engineering		2	3	4	5	6	
Business situation analysis			3	4	5	6	
Feasibility assessment			3	4	5	6	
Requirements definition and management		2	3	4	5	6	
Acceptance testing		2	3	4	5	6	
Solution architecture				4	5	6	
Systems design			3	4	5	6	
Database administration		2	3	4	5		
Availability management				4	5	6	
Storage management			3	4	5	6	
Capacity management				4	5	6	
Content authoring	1	2	3	4	5	6	
Content publishing	1	2	3	4	5	6	
Systems development management					5	6	7
Programming/software development		2	3	4	5	6	
Testing	1	2	3	4	5	6	

Liczby w wierszach opisują wymagany poziom tych kompetencji, ponieważ różne zespoły potrzebują specjalistów z różnym stopniem zaawansowania wiedzy i doświadczenia. Tych stopni jest siedem. Jedynka to najniższy z nich – w zasadzie oznacza pracę pod ciągłym nadzorem. Poziom 7. to kompetencje najwyższe, potwierdzone studiami doktorskimi lub wieloletnim doświadczeniem w zarządzaniu na wysokim strategicznym poziomie w złożonych organizacjach. Szczegółowe opisy wykorzystywania matrycy są zawarte w zasobach serwisu internetowego.

Z perspektywy oceny poziomu dojrzałości badane są następujące kwestie:

- czy firmy posiadają odpowiednie spektrum specjalistów pokrywające kluczowe role dla rozwoju i wykorzystania rozwiązań AI
- czy firmy posiadają i realizują programy rozwoju kompetencji potrzebnych dla wdrażania rozwiązań AI
- czy firmy posiadają i realizują programy rozwoju kompetencji dla szerokiego wykorzystania rozwiązań AI
- czy firmy potrafią wykorzystywać zewnętrzne zasoby specjalistów
- czy firmy posiadają wizję i plan rozwoju kompetencji w tym obszarze.

### Kultura innowacyjności

Rozwiązania wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji mają duży potencjał innowacyjny, ale wymagają przygotowania całej organizacji w zakresie szerokości spojrzenia, zaawansowanej współpracy pomiędzy różnymi obszarami organizacji, nastawienia na zmianę i akceptacji innowacji o charakterze przekraczającym proste usprawnienia.

Nacisk należy położyć na tworzenie nowej wartości, generowanie innowacji o bardziej przełomowym charakterze, które pozwalają na robienie nowych rzeczy, na nowatorskie podejście do rozwiązywania problemów. Pracownicy powinni umieć myśleć systemowo, brać odpowiedzialność za propozycje wykraczające poza ramy poszczególnych komórek organizacyjnych i mieć zrozumienie całościowego działania organizacji, procesów i produktów. Innowacje rozwojowe wprowadzają nowe sposoby kreowania wartości. Z tego względu mogą mieć większy potencjał dla rozwoju biznesu. Jednak ich generowanie i wprowadzanie wymagają od firm innego podejścia niż sumowanie usprawnień. Krytycznym elementem dojrzałości jest zbudowanie głębokiej współpracy pomiędzy różnymi działami i pozytywne nastawienie do ciągłego wprowadzania zmian.

Wprowadzanie systemów sztucznej inteligencji różni się od wdrożeń tradycyjnych systemów IT. Często wymaga eksperymentowania, systemy działają jak „czarne

skrzynki”, nie gwarantują precyzyjnie przewidywalnych rezultatów o wyjaśnionych zależnościach. Praca z takimi rozwiązaniami wymaga podejścia, które często wykracza poza tradycyjne, sformalizowane metody działania ugruntowane w dużych organizacjach będących własnością Skarbu Państwa. Wyzwaniem może być np. tworzenie specyfikacji produktów i usług. Problem ten powinny wkrótce rozwiązać regulacje planowane w Unii Europejskiej. Będą one pomagały dopuszczać do użytku systemy AI w oparciu o zasady oceny ryzyka ich stosowania.

Pozytywne rezultaty procesów budowy kultury innowacyjności powinny skutkować gotowością całej organizacji do nowych metod działania i akceptacji środowiska, w którym zachodzą ciągłe zmiany. Jest to często największa bariera w dużych organizacjach. Nawet jeśli dział i jednostki odpowiedzialne za poszukiwanie i weryfikację nowych pomysłów opracują nowe rozwiązanie, cała organizacja nie ma wystarczającego przygotowania i odpowiedniego nastawienia do przeprowadzenia zmiany organizacyjnej. Dlatego rozwój kultury sprzyjającej ciągłej adaptacji i ciągłemu wdrażaniu istotnych zmian powinien być dla firm priorytetem. W praktyce firmy często starają się ograniczać zmiany do minimalnego poziomu w imię redukcji ryzyka związanego z nowymi rozwiązaniami.

Z perspektywy oceny dojrzałości organizacji w zakresie kultury innowacyjności badane są następujące aspekty:

- jakie jest nastawienie do innowacji
- jaki wygląda system wsparcia dla weryfikacji pomysłów innowacji
- jaki jest system weryfikacji innowacji
- jaki jest system skalowania i wdrażania innowacji
- jak efektywnie wykorzystywane są zewnętrzne źródła innowacji
- jaki jest poziom akceptacji ryzyka
- jaki jest poziom akceptacji niepewności w trakcie procesu zmiany.

### Zarządzanie danymi, regulacje i etyka

To w istocie kilka niezwykle ważnych obszarów: zasady zarządzania danymi i praktyki ich wykorzystywania, regulacje prawne określające formalną odpowiedzialność w tym zakresie oraz wymogi etyczne, które przez sektor publiczny powinny być przestrzegane w pełnej rozciągłości. Jednym z centralnych tematów w tym obszarze jest kwestia prawa do danych, ustalenia, kto jest ich dysponentem i administratorem oraz jaki jest cel ich gromadzenia i przetwarzania.



Kolejnym istotnym obszarem są kwestie etyczne. Ich istotność i ramy pokazuje opublikowany wiosną 2019 r. dokument Komisji Europejskiej „Wytyczne w zakresie etyki dotyczące godnej zaufania sztucznej inteligencji”. Wskazują one kryteria oceny rozwiązań sztucznej inteligencji z perspektywy fundamentalnych wartości Unii Europejskiej i proponują „Listę kontrolną oceny godnej zaufania sztucznej inteligencji”.

Wymagania te dotyczą:

- praw podstawowych i przewodniej roli człowieka
- technicznej solidności i bezpieczeństwa
- ochrony prywatności i zarządzania danymi
- przejrzystości
- różnorodności, niedyskryminacji i sprawiedliwości
- dobrostanu społecznego i środowiskowego
- odpowiedzialności.

Wymagania te mają się przełożyć na konkretne regulacje ewentualnie na działania samoregulacyjne producentów i użytkowników systemów sztucznej inteligencji, którzy powinni w oparciu o nie tworzyć kodeksy dobrych praktyk. Regulacje te są konieczne, aby stworzyć jednolite podstawy pod oceny ryzyka i definiowania odpowiedzialności w łańcuchu tworzenia, wdrażania, oferowania i wykorzystywania rozwiązań AI.

Regulacje dotyczące tych wszystkich zagadnień mają wysoki priorytet w Unii Europejskiej. W kwietniu 2021 r. Komisja Europejska przedstawiła całościowy projekt rozporządzenia o AI (Artificial Intelligence Act), regulujący i definiujący ramy prawne korzystania z AI w Unii Europejskiej. Dokument ten niebawem powinien zostać opublikowany i wprowadzony. Postawi on przed twórcami rozwiązań AI dla energetyki poważne wyzwania, zwłaszcza jeśli zostaną one uznane za systemy wysokiego ryzyka.

Organizacje, które działają w obszarze AI powinny mieć świadomość tych regulacji, aby proponować rozwiązania zgodne z wymogami obowiązującego prawa oraz kierunkami nowych, przygotowywanych w Unii Europejskiej norm prawnych.

Praktyczne zastosowania sztucznej inteligencji to nowa dziedzina, która stale i bardzo szybko się rozwija, dlatego proces powstawania i finalne możliwości konkretnych rozwiązań nie są zbyt czytelne dla użytkowników końcowych. Generalnie wiedza na ten temat jest jeszcze chaotyczna, a ramy regulacyjne AI dopiero powstają, dlatego wiele organizacji sektora publicznego z trudem porusza się w tym obszarze.

Do oceny dojrzałości organizacji w tym obszarze odnoszą się następujące pytania:

- czy firmy zdefiniowały reguły i procesy dla data governance
- czy firmy posiadają narzędzia do realizacji procesów data governance
- w jaki sposób firmy udostępniają dane i współpracują z zewnętrznymi podmiotami w kwestiach wykorzystywania własnych danych i danych innych organizacji i podmiotów
- czy firmy stworzyły i wykorzystują zasady oceny skutków działania systemów AI
- czy są realizowane programy szkolenia w kwestiach wykorzystywania danych i systemów AI.

## Wizja strategiczna

To ostatni, ale kluczowy czynnik. Bez całościowego i długoterminowego spojrzenia na rolę rozwiązań sztucznej inteligencji w organizacji trudno jest w pełni wykorzystać ich transformacyjny potencjał. Działania podjęte bez strategicznej wizji będą realizowane punktowo, ugrzęzną w silosach lub będą źle funkcjonować z powodu niedostatecznego dostępu do danych, braku odpowiednich kompetencji w organizacji lub też innych nieefektywności, np. nieuwzględnienia wymogów prawnych. Pod tym względem rozwiązania AI mają większe wymagania niż inne projekty cyfrowe w organizacji i są bardziej wrażliwe na negatywne konsekwencje braku zintegrowanego podejścia, braku uwagi ze strony kierownictwa i właśnie braku dobrze przemyślanej strategii.

Przygotowanie strategii cyfryzacji i budowa organizacji, która potrafi realizować procesy transformacji cyfrowej jest kluczowym zadaniem dla zarządów. Organizacje, które odpowiednio wykorzystują potencjał transformacji cyfrowej, w tym potencjał rozwiązań sztucznej inteligencji, mają kulturę wspierającą szerokie i głębokie wdrażanie innowacji.

Wiele organizacji z podłożem inżynierskim przygotowało dobre systemy wspierania procesów ciągłych usprawnień, co daje im istotną wartość. Systemy takie są rozwijane przez dedykowane komórki organizacyjne, szkolenia i procesy.

Nieco inaczej wygląda sprawa wspierania innowacji o bardziej przetomowym charakterze. Istniejące struktury zorientowane na proces, uzyskanie szybkiego rezultatu, dokładne wyliczenia zwrotu z inwestycji (ROI) – nie są optymalnie przygotowane do poszukiwania nowych rozwiązań. Ich weryfikacja wymaga bardziej przekrojowego podejścia, akceptacji większego ryzyka i faktu, że pierwsza generacja rozwiązań często obciążona jest wadami wieku dziecięcego.

Firmy podejmują różne próby zorganizowania procesów na rzecz wspierania takich innowacji o większym wpływie na ich działanie. Tworzą nowe wydzielone struktury,

np. laboratoria badawcze, akceleratory, fundusze VC, aby poszukiwać nowych rozwiązań. Jest to dobre podejście z perspektywy gromadzenia wiedzy, jednak cierpi ono na izolację takich struktur od obszarów podstawowego biznesu. Jak widzieliśmy w przypadku oceny prac Interdyscyplinarnego Zakładu Analiz Energetycznych, dobra praca badawcza nie przekłada się na systemowe podejście i wprowadzanie zmian w potrzebnej skali.

Wraz z postępującą transformacją cyfrową rośnie zależność działania całej organizacji od rozwiązań cyfrowych, co przekłada się na umiejscowienie i definicje kompetencji działań za nią odpowiedzialnych. Jednym z głównych wymogów dla takiej organizacji jest integracja perspektyw biznesowej i technicznej. Drugim jest umocowanie tego zadania w głównej strukturze organizacyjnej, zamiast w odrębnej, odizolowanej spółce. Kolejnym jest umocowanie go na poziomie zarządu lub tuż pod zarządem, aby zapewnić łatwość całościowej dyskusji i efektywnego zarządzania zmianami przechodzącymi poprzez całą organizację.

Wpływ transformacji cyfrowej na ewolucję struktur organizacyjnych można zobaczyć śledząc zmiany w podejściu do ulokowania i definicji odpowiedzialności działań IT w dużych organizacjach na przestrzeni ostatnich trzydziestu lat. Pod koniec lat 90. poprzedniego wieku działy te były w większości ulokowane w głównej strukturze przedsiębiorstw i odpowiadały za stworzenie infrastruktury do cyfryzacji procesów przedsiębiorstw. Wraz ze wzrostem nakładów na budowę i utrzymanie rozwiązań IT rósł nacisk na kontrolę kosztów ich funkcjonowania, pojawił się trend outsourcingu funkcji IT i tworzenia dedykowanych, wydzielonych spółek. Równocześnie rosła rola dostawców systemów i usług IT. W efekcie powstała duża grupa firm nastawionych na integrację systemów.

Outsourcing IT ograniczał możliwości agregacji wiedzy i doświadczenia wewnątrz organizacji, tworzył wyzwania z zakresu zarządzania licencjami i własnością intelektualną, nie zapewniał integracji biznesu i technologii cyfrowych, zmniejszał możliwość wprowadzania inicjatyw transformacyjnych dotyczących wielu obszarów i działów, ograniczał i wąsko profilował rozwój kompetencji cyfrowych w organizacji i osłabiał siłę głosu IT w całym przedsiębiorstwie.

Ten trend w branżach, które jako pierwsze przeszły transformację cyfrową, został zatrzymany i odwrócony. Przykładem jest zmiana podejścia do ulokowania w strukturze organizacji kwestii cyberbezpieczeństwa, a drugim popularyzacja podejścia DevOps w organizacjach szeroko wykorzystujących rozwiązania cyfrowe.

Dobrym przykładem takiej ewolucji jest branża finansowa, która szybko postawiła na szerokie wykorzystanie technologii cyfrowych. Po cyfryzacji podstawowych wewnętrznych procesów i zintegrowanych systemów nastąpił etap rozwoju bankowości internetowej i mobilnej, rozszerzenie gamy usług i dalszy nacisk na automatyzację procesów. Efektywność wykorzystania technologii

cyfrowych stała się podstawą zyskiwania i utrzymywania przewagi konkurencyjnej. Aby ją sobie zapewnić, firmy sektora finansowego zaczęły zatrudniać rosnącą liczbę specjalistów IT i w drugiej dekadzie XXI w. w szybko cyfryzujących się organizacjach finansowych ich liczba zaczęła przekraczać liczbę specjalistów finansowych.

Równocześnie nastąpił dynamiczny rozwój sektora fintech, a wewnątrz organizacji finansowych rosta współpraca pomiędzy funkcjami biznesowymi a funkcjami IT. Wprowadzanie zwinnych metodyk prowadzenia projektów informatycznych otworzyło możliwość włączenia funkcji biznesowych w realizację projektów informatycznych, a dalszy rozwój tego podejścia skutkował powstaniem działów i stałych struktur łączących funkcje biznesowe i cyfryzacyjne. Organizacje takie były ulokowane w głównym obszarze działalności i ich wpływ na zarządzanie całą organizacją był bardzo istotny.

Podobne zmiany nastąpiły w sektorze telekomunikacyjnym, a obecnie widać gwałtowne przyspieszenie takich procesów w branży motoryzacyjnej. Branża energetyczna z pewnością może wykorzystać doświadczenia tych sektorów do lepszego zarządzania procesem swojej transformacji cyfrowej.

Ocena dojrzałości w tym obszarze oparta jest o następujące kryteria:

- gdzie jest ulokowana w organizacji odpowiedzialność za transformację cyfrową
- jakie jest zaangażowanie zarządu w realizację transformacji cyfrowej
- czy organizacja posiada strategię cyfryzacji i jak zarządza realizacją tej strategii
- gdzie ulokowane są w strukturze działy IT
- ilu specjalistów IT i AI pracuje w firmach
- jak się te liczby odnoszą do całości zatrudnienia.

W części badawczej raportu opartej o analizę ekspertyzy „Ocena dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstw rynku energii elektrycznej w Polsce” przyjrzymy się, jak wygląda dojrzałość organizacji sektora energetycznego w tych obszarach i przedstawimy wnioski w sprawie usprawnienia realizacji procesów cyfryzacyjnych i zarządzania transformacją cyfrową. Chodzi o to, aby ułatwić i przyspieszyć wykorzystanie potencjału rozwiązań cyfrowych dla wzrostu efektywności zdecentralizowanego systemu energetycznego opartego o różnorodne źródła, zapewniającego bezpieczeństwo energetyczne i redukującego negatywny wpływ na środowisko i klimat.

## ■ Potrzebne diametralne zmiany

Mogłoby się zdawać, że czasy „zwykłego” IT już dawno minęły. W większości znanych mi innowacyjnych organizacji zarządy zdały sobie już sprawę z istotności transformacji cyfrowej i roli technologii informatycznych w budowaniu przewag konkurencyjnych. Jeszcze jakiś czas temu transformacja cyfrowa postrzegana była przez pryzmat tzw. „help desk”, wyposażenia pracowników w komputery i jak najtańszego utrzymania i rozwoju IT w spółce, w tym zakupu tanich serwerów. Departamentami IT zarządzali dyrektorzy, którzy traktowani byli przez zarząd jak centrum kosztowe, niczym administracja.

Liderzy wielu innowacyjnych spółek zrozumieli już jednak, jak wielką przewagę oferuje cyfryzacja, stąd w ostatnich 10 latach nastąpił w nich znaczący wzrost istotności technologii informacyjnych. Dyrektorzy IT awansowali na członków zarządu (CIO), a strategie cyfryzacji wprost powiązano z głównymi strategiami spółek. Zrozumiano też, jak istotna jest współpraca pomiędzy biznesem a zespołami IT. Stąd coraz bardziej popularne stało się tworzenie zespołów DevOps i praca w zwinnych zespołach zgodnie z metodyką „agile”.

Zgoła odmienne wyniki pokazuje ankieta omówiona w tym raporcie. Energetyka wydaje się być jednym z najbardziej zapóźnionych sektorów w polskiej gospodarce. Nie napawa optymizmem fakt, że 55 proc. jednostek zajmujących się transformacją cyfrową było ulokowanych w strukturze firmy przynajmniej dwa poziomy poniżej Zarządu i nie podlegało dyrektorowi bezpośrednio raportującemu do członka zarządu. Co gorsza, w 64 proc. przypadków respondenci wskazywali, że kwestie transformacji cyfrowej są decydowane przez struktury IT.

Widać zatem wyraźnie, że w sektorze elektroenergetycznym większość podmiotów błędnie zredukowała zadania IT do kwestii głównie technicznych i nie związanych bezpośrednio z biznesem.

W sektorze energii w naszym kraju powinny zatem zajść diametralne zmiany, trafnie zarekomendowane w niniejszym raporcie. Są one konieczne, bo nie będzie zielonej transformacji bez cyfryzacji. Przykładowo już dawno sektor do obsługi inteligentnych liczników, sterowania automatyką i włączenia OZE powinien korzystać z sieci 4G (np. LTE450MHz) czy obecnie 5G. Czujniki i sieć powinny generować miliony rekordów. Za tym powinny następować natychmiastowe analizy, które przekładają się na konkretne działania. To wszystko musi być w rękach zarządu, by mógł on jak najlepiej zrealizować konkretne cele biznesowe. Dzisiaj bez takiej współpracy biznesu z IT jest to po prostu możliwe.



### Piotr Mieczkowski

Kieruje pracami fundacji Digital Poland, której misją jest uczynienie z Polski centrum innowacji.

Posiada 18-letnie doświadczenie zdobyte w sektorze TMT, obejmujące transformację cyfrową, modelowanie procesów biznesowych, tworzenie programów wspierających innowacyjność, wdrażanie strategii biznesowych, analizę rynków i usług, a także opracowywanie polityk publicznych w sektorze nowych technologii. Pracował m.in. dla Grupy Polsat Plus, EY, Orange i Shell.

# Ocena gotowości sektora energetycznego w Polsce do wdrożeń AI

**Efektywne wdrożenie projektów opartych na sztucznej inteligencji wymaga nie tylko odpowiedzi na pytanie „co należy robić?”, ale też „jak tego dokonać?” i „co jest do tego potrzebne”.**

## ■ Cel i zakres badania

Przygotowana przez ośrodek THINKTANK ekspertyza „Ocena dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstw rynku energii elektrycznej w Polsce”<sup>37</sup> opiera się o badanie przeprowadzone dla GRAI.

Zostało ono zrealizowane w końcu 2022 r. w oparciu o następujące założenia:

- skupiało się na obszarze infrastruktury wytwórczej i sieciowej energii elektrycznej oraz na obszarze rozwoju rynku energii elektrycznej
- dotyczyło spółek z udziałem Skarbu Państwa
- dobór próby był celowy
- zostało przeprowadzone metodą ankiety internetowej
- celem badania było uzyskanie zagregowanego obrazu stanu całego sektora
- było anonimowe i jego celem nie było identyfikowanie firm, w których pracują respondenci.

Badanie i ekspertyza zostały uzupełnione szeroką analizą materiałów, raportów i artykułów opisujących sytuację w branży, wyzwania przed jakimi ona stoi oraz zebraniem informacji o dostępnych rozwiązaniach technicznych. Wyniki zostały dodatkowo poszerzone dzięki wywiadam pogłębionym z wybranymi reprezentantami sektora oraz ekosystemu energetycznego.

O rozwoju sztucznej inteligencji pisze się najczęściej z perspektywy technicznych rozwiązań. Takiemu podejściu sprzyja zorientowanie branży IT na kwestie związane z computer science i rozwojem oprogramowania oraz niewystarczająco rozwinięta orientacja na jego biznesowe zastosowania w dużej skali.

Równie często pisze się o rozwoju AI z perspektywy globalnej, pokazując dokonania technologicznych liderów i analizując światowy ekosystem tych rozwiązań. Celowe jest jednak uzupełnienie tej dyskusji o wątek dotyczący tworzenia warunków do efektywnych wdrożeń w konkretnym przedsiębiorstwie.

Ważne i ogólnie sformułowane zagadnienia związane z odpowiedzią na pytanie ‘co należy robić?’ – ‘należy przeprowadzić transformację cyfrową sektora energetycznego’, trzeba uzupełnić dyskusją i odpowiedzią na pytanie ‘jak tego dokonać?’ i ‘co jest do tego potrzebne?’.

Takie wnioski będą praktycznie użyteczne dla szerokiej grupy decydentów i osób zajmujących się kluczowymi projektami w tej dziedzinie. Odpowiedzi na te pytania pomagają również specjalistom pracującym i planującym pracować w tym obszarze lepiej przygotować się do współpracy z firmami sektora. Dotyczy to zarówno specjalistów pochodzących z sektora energetycznego, jak i tych z sektora IT i rozwiązań AI.

W efekcie można spróbować odpowiedzieć na tytułowe pytanie: ‘Jak AI może przyspieszyć transformację sektora energetycznego i jak osiągnąć kluczowe cele stawiane przed branżą?’. Wyniki badania mogą też służyć zarządom firm do porównania ich pozycji względem branży i pomóc w głębszej analizie własnej sytuacji.

## ■ Hipoteza badawcza

Badanie zrealizowane dla potrzeb ekspertyzy dla KPRM stawiało następującą tezę badawczą: „Projekty AI wymagają odpowiedniej dojrzałości cyfrowej. Wyższa dojrzałość cyfrowa przekłada się na pełniejsze i bardziej efektywne wykorzystanie rozwiązań sztucznej inteligencji w przedsiębiorstwach.”

W poszukiwaniu weryfikacji tej tezy badanie postąpiło metodą modelu oceny dojrzałości wdrażania i wykorzystania rozwiązań AI opracowanym przez IBM Center for The Business of Government, opisaną szczegółowo w poprzedniej części raportu

Problemy badawcze w badaniu GRAI zostały zdefiniowane w następujący sposób:

Czy przygotowanie i realizacja przekrojowego planu cyfryzacji sprzyja wdrażaniu rozwiązań AI w działalności podstawowej firm energetycznych?

- Czy zorganizowane zarządzanie innowacjami wewnątrz firmy i w jej otoczeniu wpływa na liczbę i jakość projektów, które pozytywnie przechodzą weryfikację i są skalowane w działalności podstawowej?
- Czy firmy energetyczne w zorganizowany sposób zarządzają swoimi zasobami danych w celu poszukiwania szans na optymalizację i usprawnienia swojej działalności?
- Czy firmy energetyczne posiadają zespoły z odpowiednimi kompetencjami i czy posiadają odpowiednie systemy rozwoju kompetencji dla transformacji cyfrowej?
- Jak firmy energetyczne oceniają potencjał wykorzystania rozwiązań opartych o AI w dostosowaniu swojego działania do obecnych i nadchodzących wymagań rynkowych?

## ■ Przegląd pytań badawczych

Ankieta badawcza została podzielona na kilka sekcji, które skupiały się na różnych obszarach i problemach.

Pierwsza sekcja badała wymiar gotowości organizacji do strategicznego traktowania wdrożeń i wykorzystania rozwiązań cyfrowych, by dać odpowiedź na pytanie, czy struktura organizacyjna odpowiednio wspiera realizację celów transformacyjnych oraz czy firmy mają dobrze zdefiniowaną i zarządzaną z perspektywy realizacyjnej strategię cyfryzacji. Do najważniejszych pytań należały:

1. Gdzie w strukturze ulokowana jest organizacja odpowiedzialna za projekty informatyczne i cyfrowe (transformacja cyfrowa, cyfryzacja)?
2. Czy firma przygotowała strategię cyfryzacji?
3. Jak często zarząd dokonuje oceny realizacji planu i strategii cyfryzacji?

Druga sekcja badania skupiła się na analizie systemu wsparcia innowacji z perspektywy wdrożeń i przeprowadzania zmiany w sposobie działania kluczowych procesów pracy oraz poszukiwania pomysłów i źródeł inspiracji. Do najważniejszych pytań należały:

1. Jaka funkcja (dział, komórka) w organizacji jest odpowiedzialna za zbieranie pomysłów usprawnień zgłaszanych wewnątrz (lub w otoczeniu) firmy?
2. Czy proces zbierania i oceny pomysłów jest sformalizowany?
3. Czy firma stworzyła wydzielone środowisko do testowania pomysłów (PoC) – sandbox, inkubator/akcelerator, strukturę VC, etc?
4. Jakie organizacje odpowiadają za przełożenie projektów cyfrowych na nowe procesy pracy i realizację zadań w oparciu o nowe metody pracy?

Trzecia sekcja miała na celu zbadanie procesu zbierania i zarządzania danymi i sprawdzenie, jakie dane są zbierane, jak są zorganizowane systemy ich gromadzenia i przetwarzania, jak zdefiniowane są procesy data governance i jakie narzędzia są wykorzystywane w tych celach. Kluczowe pytania w tej sekcji to:

1. Jakie rodzaje danych są zbierane?
2. Jaki jest typ organizacji danych w przedsiębiorstwie?
3. Jakie funkcje w organizacji są odpowiedzialne za organizację procesu przetwarzania danych i jego realizację?
4. Czy firma wykorzystuje dedykowane narzędzia do Data Governance?
5. Czy organizacja ma proces udostępniania danych dla podmiotów zewnętrznych?

Kolejna sekcja analizowała kwestie pierwszych pilotaży i wdrożeń rozwiązań AI, badała obszary, w których firma już eksperymentowała i wykorzystuje rozwiązania sztucznej inteligencji i/lub ma takie plany. Do najważniejszych pytań należały:

1. Czy w organizacji zostały zrealizowane projekty wykorzystujące metody sztucznej inteligencji?
2. W których obszarach firma realizuje projekty z wykorzystaniem AI?
3. Jakie przykładowe projekty zostały zrealizowane w organizacji?

4. Jeśli firma nie ma dotąd wdrożeń AI, kiedy jest spodziewane wdrożenie pierwszych projektów wykorzystujących sztuczną inteligencję?

Następny blok badawczy dotyczył kompetencji zespołów prowadzących projekty AI oraz rozwoju w organizacji kompetencji koniecznych do realizacji wdrożeń i pełnego wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji. Były to następujące pytania:

1. Jakie zespoły zajmują się realizacją projektów AI w firmie?
2. Czy zespół posiada kompetencje z zakresu data science/uczenia maszynowego?
3. Czy zespół posiada kompetencje z zakresu machine learning operations?
4. Czy specjaliści dziedzinowi z biznesu współpracują z zespołem AI?
5. Czy zostały przeprowadzone działania edukacyjne podnoszące zakres wiedzy o branżowych rozwiązaniach AI w innych działach poza działem IT?

Ostatni blok pytań dotyczył rozmiarów działów IT względem całej organizacji oraz poszukiwał odpowiedzi na pytania związane z liczbą specjalistów przygotowanych do wsparcia procesów rozwoju i wdrożeń rozwiązań sztucznej inteligencji. W tym bloku między innymi były zbierane odpowiedzi na następujące pytania:

1. Ilu specjalistów zajmuje się wykorzystywaniem i zarządzaniem danymi maszynowymi w organizacji?
2. Ilu specjalistów zatrudniają zespół/zespoły zajmujące się wdrożeniami projektów AI?
3. Ilu specjalistów z kompetencjami Data Science zatrudnia organizacja?
4. Jaki duży jest zespół IT w firmie?
5. Jak duży (w przybliżeniu) jest zespół IT w całej grupie?

## Ocena dojrzałości

cyfrowej firm  
rynku energii  
elektrycznej

Analiza wyników badania polegała na ilościowej analizie odpowiedzi respondentów na pytania zadane w kwestionariuszu badawczym.

Należy jednak zaznaczyć, że ze względu na mały rozmiar próby badawczej już kilka odpowiedzi mogło zniekształcić opis badanej rzeczywistości. Dlatego główne wnioski z opracowanej ekspertyzy zostały na potrzeby tego raportu uzupełnione poprzez wywiady pogłębione z przedstawicielami firm sektora i jego otoczenia. Na tej podstawie uważamy, że badanie i niniejszy raport dają dobry, jakościowy obraz sektora, przydatny w dyskusji na temat jego cyfrowej transformacji.

#### ■ Umocowanie odpowiedzialności za transformację cyfrową i przygotowanie strategii – wymiar wizji strategicznej

Pierwszym problemem badawczym była ocena jakości wizji strategicznej w badanych podmiotach. Szczególną uwagę zwrócono na kwestie związane z umocowaniem w organizacji odpowiedzialności za transformację cyfrową, jakością współpracy pomiędzy kluczowymi jednostkami organizacyjnymi oraz przygotowanie i zarządzanie realizacją strategii cyfryzacji.

Ekspertyza wskazuje, że „55 proc. jednostek zajmujących się transformacją cyfrową było ulokowanych w strukturze organizacji przynajmniej dwa poziomy poniżej zarządu i nie podlegało dyrektorowi bezpośrednio podlegającemu członkowi zarządu”. W 27 proc. podmiotów odpowiedzialność za transformację cyfrową była ulokowana w jednostce o charakterze centrum usług wspólnych.

W 64 proc. przypadków respondenci wskazywali, że kwestie transformacji cyfrowej są ulokowane w jednostkach IT, a w 36 proc. firm deklarowali włączenie w kwestie transformacji cyfrowej innych jednostek biznesowych, z reguły odpowiedzialnych za innowacje.

Równocześnie wszystkie spółki wskazywały, że kwestie zarządzania siecią są ulokowane w obszarze odpowiedzialności dyrektorów podlegających bezpośrednio zarządowi. Z kolei w 60 proc. przypadków jednostki odpowiedzialne za zapewnianie cyberbezpieczeństwa były częścią działów IT.<sup>38</sup>

Jak widać, 2/3 firm patrzy na kwestie związane z transformacją cyfrową i cyberbezpieczeństwem

jako sprawy stricte techniczne i umieszcza je w strukturze organizacyjnej w działach odpowiedzialnych za IT, zorientowanych na utrzymanie infrastruktury i dostępności usług.

Wady takiego rozwiązania zostały wskazane wcześniej. Takie podejście skupia się głównie na ograniczaniu kosztów, ostabia chęć poszukiwania nowych rozwiązań i gotowość do ryzyka związanego z realizacją nowych projektów. Organizacje usługowe na ogół dbają o niskie zatrudnienie, starając się przenieść wiele funkcji na współpracujących dostawców.

Takie ulokowanie odpowiedzialności za transformację cyfrową utrudnia ponadto uwzględnianie w tym procesie perspektywy biznesowej i hamuje zintegrowaną współpracę działów automatyki i zarządzania siecią, działów rozwoju biznesu i działów rozwijających rozwiązania cyfrowe. W efekcie ogranicza to możliwości akumulacji i agregacji wiedzy i doświadczenia.

Peryferyjne ulokowanie jednostki odpowiedzialnej za transformację cyfrową tworzy również bariery dla rozwoju i realizacji strategii cyfryzacji, czemu przyjrzymy się za chwilę. Jest także nieoptymalne dla cyberbezpieczeństwa i w dodatku tworzy kilka dodatkowych ryzyk. Ekspertyza formułuje je w następujący sposób:

- wyklucza stosowanie podejścia 'Cybersecurity by design' – bo wymagania cyberbezpieczeństwa nie są włączone w działalność wszystkich części organizacji
- powierza funkcje kontrolne względem bezpieczeństwa infrastruktury i rozwiązań IT jednostce odpowiedzialnej za rozwój tych obszarów, przez co oczekuje się, że będzie ona nadzorować sama siebie
- może powodować niedostateczną widoczność wyzwań cyberbezpieczeństwa na poziomie zarządów.<sup>39</sup>

Analiza dostępnych publicznie raportów spółek energetycznych wskazuje jednak, że w niektórych firmach odpowiedzialność za cyberbezpieczeństwo jest traktowana nieco bardziej strategicznie i jest ulokowana wyżej w organizacji. Na przykład w grupie PGE odpowiedzialność za cyberbezpieczeństwo jest oddzielona od działu IT i ulokowana na poziomie „-2” względem zarządu.<sup>40</sup> Jednak jest to w dalszym ciągu niewystarczające.

Ekspertyza formułuje kilka dodatkowych rekomendacji dla firm sektora energetycznego, wskazujących optymalne umiejscowienie jednostki odpowiedzialnej za cyfryzację w strukturze organizacji:

- Należy skupić się na polepszeniu współpracy działów odpowiedzialnych za automatykę sieci i działów odpowiedzialnych za wdrażanie rozwiązań cyfrowych.
- Z racji nieuniknionego wzrostu zależności całej infrastruktury energetycznej od technologii cyfrowych firmy sektora powinny posiadać większy poziom ich zrozumienia, w tym konkretnych rozwiązań, kwestii kontroli nad nimi (IP, licencje) i dopasowywania ich do konkretnych wymogów całościowych systemów.
- Z tych powodów racjonalne jest myślenie o tworzeniu działów IT zorientowanych na rozwój biznesu i działających z szerszą perspektywą niż utrzymanie i administrowanie infrastruktury IT. Warto zastanowić się nad rozwojem zespołów działających w logice DevOps, łączących wymagania funkcji biznesowych (energetycznych) z rozwojem rozwiązań cyfrowych w wewnętrznych działach firm. Stworzenie takich zespołów ustawia rozwój biznesu / transformację sieci jako priorytet ich działania.
- Zespoły takie lepiej agregują doświadczenie, szybciej dostosowują rozwiązania do wymogów biznesu i sprzyjają tworzeniu szytych na miarę rozwiązań, które stają się podstawą przewagi konkurencyjnej firmy.
- Z racji występującej preferencji dla rozwijania całości rozwiązań cyfrowych wewnątrz organizacji, pewnym wyzwaniem dla takich zespołów jest współpraca z zewnętrznymi dostawcami. Jednak można ją odpowiednio zaprojektować i zdefiniować, a wielu dostawców rozwiązań (w tym rozwiązań dla energetyki) oferuje podejście platformowe i modułowe, gdzie w ramach danego rozwiązania można rozwijać szerokie portfolio dodatkowych funkcji i narzędzi adekwatnych do potrzeb organizacji.
- Takiego zespołu nie można jednak stworzyć z dnia na dzień. Wymaga to zatrudnienia specjalistów z doświadczeniem w tworzeniu i rozwijaniu rozwiązań cyfrowych, właściwego określenia i opisu ich odpowiedzialności oraz stałego rozwijania kompetencji.<sup>41</sup>

Taką drogą podąża wiele transformujących się branż, w tym finansowa, telekomunikacyjna, logistyczna, a ostatnio motoryzacyjna.

Podobnie, jak w odniesieniu do cyberbezpieczeństwa w sektorze można znaleźć przykłady firm, które w bardziej optymalny sposób umieściły odpowiedzialność za rozwijanie technologii cyfrowych. Analiza dostępnych informacji wskazuje, że PSE już w 2018 r. włączyły zagadnienia transformacji cyfrowej do strategii firmy, która jest realizowana pod bezpośrednią kontrolą zarządu. Podobnie w firmie PKP Energetyka obszary transformacji cyfrowej i IT umieszczone są bezpośrednio pod zarządem, dając zarządowi bezpośredni wzgląd i umożliwiając lepszą współpracę pomiędzy różnymi działami i spółkami.

Przygotowanie i realizacja w firmach strategii cyfryzacji było drugim badanym zagadnieniem w obszarze wizji strategicznej. Ekspertyza wskazuje, iż „tylko niespełna 30 proc. badanych podmiotów potwierdziło, że przygotowało strategię cyfryzacji wyznaczającą jej kierunki, a kolejne kilkanaście procent posiada inny formalny dokument określający sposób zarządzania procesem cyfryzacji”.<sup>42</sup>

Pozostałe organizacje odwołują się do innych dokumentów formułujących ogólne strategie rozwoju, w których umieszczono też zapisy poświęcone kwestiom związanym z cyfryzacją.

Według ekspertyzy w innych dokumentach strategicznych kwestie cyfrowe zajmują mniej niż 25 proc. miejsca, a zakładany okres realizacji celów cyfryzacyjnych przekracza 10 lat, co jest zbyt długim okresem w szybko rozwijającej się branży cyfrowej.

„Tylko 20 proc. firm posiada strategię cyfryzacji i dokonuje jej corocznych lub półrocznych przeglądów. Niektóre przeprowadzają kwartalne przeglądy planów operacyjnych, ma to jednak bardziej doraźny charakter”.<sup>43</sup> Przygotowanie przez wszystkie firmy sektora energetycznego strategii cyfryzacji jest więc najważniejszą rekomendacją. Strategia powinna odnosić się do kluczowych wyzwań biznesowych (opisanych w dwóch pierwszych rozdziałach raportu) i możliwości stwarzanych przez nowe technologie. Taka strategia wymaga odpowiedniej operacjonalizacji, która definiuje zasady przekładania strategii na plany operacyjne, sposoby jej



aktualizacji, przeglądów, komunikacji i integracji z systemem zarządzania firmą.

Przygotowanie strategii wraz z metodyką jej operacjonalizacji mogłoby pozwolić firmom na bardziej skuteczne planowanie i realizację transformacji cyfrowej. Im klarowniej jest zapisana strategia, tym łatwiej kontrolować jej realizację, aktualizację i podejmowanie działań korekcyjnych i adaptacyjnych. Taka strategia jest również ważnym narzędziem dla komunikacji wewnętrznej i z kluczowymi interesariuszami. Właściwie ustawione priorytety porządkują i ułatwiają pracę zarządów.

Oczywiście stworzenie samego dokumentu strategicznego jest tylko punktem wyjścia do tworzenia planów operacyjnych, których postęp musi być konsekwentnie mierzony i które są aktualizowane wraz z rozwojem sytuacji rynkowej. W efekcie jest to bardzo efektywne narzędzie rozwoju biznesu. Warto przy tym zaznaczyć, że respondenci potrafili wskazać priorytety dla swoich projektów cyfrowych, z czego 40 proc. zapisuje je bardzo precyzyjnie, a 60 proc. w sposób bardziej ogólny.

Pozytywnym wnioskiem z badania jest też świadomość respondentów co do priorytetów zawartych w Energetycznej Polityce Państwa do 2040 r. Ponad 70 proc. badanych firm jednoznacznie potrafiło się odnieść do wymogu połączenia kierunków swojego działania z priorytetami zawartymi w tym strategicznym dokumencie.

## ■ Kultura innowacyjności

W kolejnym bloku pytań badanie analizowało podejście firm do innowacyjności. Według przedstawionych rezultatów „80 proc. badanych firmy deklaruje posiadanie rozwiniętego formalnego systemu jej wspierania, a wszystkie firmy mają komórki organizacyjne zajmujące się innowacjami”.

Wszystkie badane firmy podały, że podejmowane przez nie projekty kończą się weryfikacją poprzez realizację rozwiązania testowego (Proof of Concept), przy czym tylko 40 proc. z nich deklaruje, że w zorganizowany sposób przypisuje zasoby do realizacji projektów PoC.

W 40 proc. firm przełożenie rezultatów zweryfikowanego projektu PoC na nowe procesy i metody pracy angażuje partnerów biznesowych. Jednak w 60 proc. odpowiedzialność za wdrożenie rezultatów PoC spoczywa na zespole projektowym, co może wskazywać na słabość w skalowaniu wdrożeń innowacji.

Wszystkie badane firmy wskazują na współpracę z uczelniami wyższymi jako główną grupą zewnętrznych podmiotów istotnych dla wspierania innowacji.<sup>44</sup>

Z wywiadów pogłębionych wynika, że procesy wsparcia innowacji zorientowane są głównie na wspieranie usprawnień. Często występującym wyzwaniem jest skalowanie rozwiązań do szerszego wykorzystania w organizacji. Grupy projektowe nie mają jednak dostatecznie silnego przełożenia na definiowanie nowych metod pracy i skalowanie projektu, a czasami ten etap nie jest dla nich krytycznie istotny i poprzestają na weryfikacji potencjału innowacyjnego rozwiązania, pozostawiając wsparcie dalszego skalowania innym podmiotom w organizacji.

Przedmiotem badania była też organizacja wsparcia innowacji rozwojowych. Warto zwrócić uwagę, że według analizowanego badania 70 proc. firm stworzyło funkcje i organizacje odpowiedzialne za wsparcie innowacji. Są to czasem wyodrębnione spółki (np. PSE Innowacje, ENEA Innowacje czy PGE Ventures) albo wyodrębnione działy (Departament Rozwoju i Innowacji w PGE czy Dział Innowacji i Akceleracji w PKN ORLEN). Organizacje te działają w różnych modelach. Spółka PSE Innowacje jest nastawiona głównie na samodzielny rozwój rozwiązań cyfrowych dla PSE. W Orlenie prowadzony jest program akceleracyjny ORLEN Skylight Accelerator, w którym od czerwca 2022 r. inicjowane są również projekty dla Grupy Energa, przy czym organizacja programu jest realizowana przez zewnętrzną firmę. PGE i ENEA Innowacje zbierają pomysły poprzez formularze zgłoszeń dla startupów, PGE Ventures jest funduszem typu corporate VC, a Tauron współpracuje z Krakowskim Parkiem Technologicznym. Ciekawym przypadkiem jest, opisane wcześniej, wspieranie przez PSE Interdyscyplinarnego Zakładu Analiz Energetycznych, który prowadzi bardzo interesujące projekty badawcze.

Z wyjątkiem PSE Innowacje podmioty te są nastawione na interakcje zewnętrzne. W Tauronie można znaleźć przykłady projektów, które po uzyskaniu wsparcia



zostały wdrożone szerzej w firmie. Pomimo powszechnej obecności systemu wsparcia innowacji firmy wskazują jednak na silosowe podejście do tego wyzwania i kłopoty z szerszym skalowaniem rozwiązań, a część projektów „realizowana jest na półkę”.

Innowacje rozwojowe polegają na wprowadzaniu nowego sposobu kreowania wartości. Z tego względu mogą mieć większy potencjał dla rozwoju biznesu. Generowanie i wprowadzanie takich innowacji wymaga od firm innego podejścia niż do wsparcia procesów prostych usprawnień. Przydaje się poszukiwanie inspiracji na zewnątrz, liczne interakcje z zewnętrznymi podmiotami, nastawienie na uczenie się, holistyczne myślenie. Jednak kluczowymi elementami jest integracja działania takich podmiotów z organizacjami biznesowymi w grupie kapitałowej, działanie w oparciu o wspólnie uzgodnioną agendę rozwojową i zdolność do skalowania zweryfikowanych pomysłów. To coś szerszego niż realizacja programu akceleracyjnego lub dedykowanej organizacji. Wśród szerokiej grupy zarządzających i specjalistów potrzebne jest myślenie prorozwojowe.

Dobłą ilustracją tych wyzwań jest podejście do realizacji projektów wykorzystujących rozwiązania predictive maintenance, które mogą odciążać służby techniczne odpowiedzialne za sieć i zaoszczędzić wiele godzin ich pracy. W jednej ze organizacji projekt (PoC) został zrealizowany, ale nie jest szerzej wdrażany. Równocześnie firmy skarżą się, że nie mogą dostatecznie szybko modernizować sieci, bo nie mają czasu na szkolenie służb technicznych (monterów) pod kątem instalacji nowych elementów infrastruktury. Odpowiednie złożenie tych dwóch kwestii mogłoby dać możliwość rozwiązania konkretnego problemu biznesowego.

Warto przy tym podkreślić, że stwierdziliśmy również pozytywne przykłady skuteczności takich projektów. W kolejnej ze spółek przeprowadzono pilotaż rozwiązania predictive maintenance, dotyczącego optymalizacji serwisu urządzeń stacyjnych. Przyniósł on bardzo dobre efekty i będzie skalowany w kolejnych latach.

Istotną stwierdzoną w badaniu barierą jest niechęć do eksperymentowania i poszukiwania nowych projektów wśród zarządzających. Są oni raczej skupieni na rozwijaniu dotychczasowych rozwiązań. W badaniu dość często pojawiała się opinia, że „spółki dystrybucji energii nie są od robienia R&D”. A wielu liderów wskazywało na konieczność czekania, aż innowacje np. w obszarze magazynowania energii, przyjdą z rynku. Niechęć do podejmowania ryzyka jest teraz dodatkowo wzmocniana przez niepewność wywołaną sytuacją zewnętrzną, powodującą duże zawirowania na rynku energii.

Bieżąca sytuacja wymaga większego zaangażowania w rozwiązywanie pojawiających się problemów i potęguje obawy o stabilne działanie rynku. Jednak warto pamiętać, że okresy dużych zmian i niepewności są często szansą na wprowadzanie nowych rozwiązań i warto się do nich aktywnie przygotowywać.

Cyfryzacja długo jeszcze będzie znaczącym procesem w gospodarce, w tym w branży energetycznej i będzie miała kluczowe znaczenie dla zarządzania rynkiem energii czy infrastrukturą i systemem elektroenergetycznym. Dlatego warto podjąć dodatkowy wysiłek związany z przygotowaniem kadry zarządzającej różnymi pionami biznesowymi do sięgania po nowe rozwiązania i pomóc jej w zrozumieniu źródeł i potencjału nowych koncepcji biznesowych.

Istnieje kilka efektywnych form realizacji takiego działania. Jedną z nich jest peer sharing – wymiana informacji i inspiracji w ramach podobnych funkcji. Działa to bardzo dobrze na przykład w branżowych (międzynarodowych lub krajowych) grupach roboczych. W polskiej energetyce wymagałoby to zwiększenia współpracy międzynarodowej pomiędzy spółkami i organizacjami krajowymi i zagranicznymi. Znaleźliśmy przykłady takiej kooperacji, jednak jest ich niewiele. Tymczasem w Europie i w Stanach Zjednoczonych realizowanych jest bardzo wiele ciekawych i złożonych projektów, które mogłyby służyć jako źródło know-how i inspiracji.

Innym sposobem jest organizacja strategicznych warsztatów, które mogą zainicjować dyskusje dotyczące planowania długookresowego i być punktem wyjścia do nowych inicjatyw. W realizacji tych wszystkich działań można uzyskać wsparcie firm badawczych i analitycznych, grup branżowych czy wyższych uczelni wyspecjalizowanych w zagadnieniach transformacji cyfrowej. Można też sięgać po zasoby firm technologicznych zorientowane na rozwój i edukację rynku.

## ■ Zasoby i dane oraz zarządzanie danymi, regulacjami i etyką

Kolejnym zagadnieniem badawczym był poziom dojrzałości firm energetycznych w zarządzaniu danymi, regulacjami i etyką. Każdy z tych obszarów ma swój wyznacznik dojrzałości, ale dla potrzeb tej analizy opisujemy je łącznie. Pierwszy z nich dotyczy danych i systemu ich wykorzystywania, drugi zajmuje się kwestiami organizacji formalnej i opracowania procesów z punktu widzenia odpowiedzialności za wykorzystywanie danych i rezultaty działania systemów sztucznej inteligencji.

Zarządzanie nowoczesnym systemem energetycznym wymaga działających w czasie rzeczywistym efektywnych narzędzi analitycznych oraz danych, które umożliwiają sprawne zarządzanie siecią i realizację ważnych procesów biznesowych.

Wszystkie badane firmy energetyczne generują i od lat gromadzą dane w dużej ilości i posiadają ich duże zasoby. Pochodzą one z infrastruktury sieciowej, pomiarowej i z logów systemów komputerowych, w tym dane transakcyjne i dane z obszaru obsługi klienta (online, zapisy rozmów telefonicznych). Firmy zbierają również dane geodezyjne i pogodowe. Widać więc, że samo zbieranie danych nie jest w tej branży szczególnym wyzwaniem.

Problemy pojawiają się jednak przy spojrzeniu na szczegóły. Dane wymagają rejestracji i zapisu w formie, która pozwala na ich późniejsze, konkretne zastosowanie.

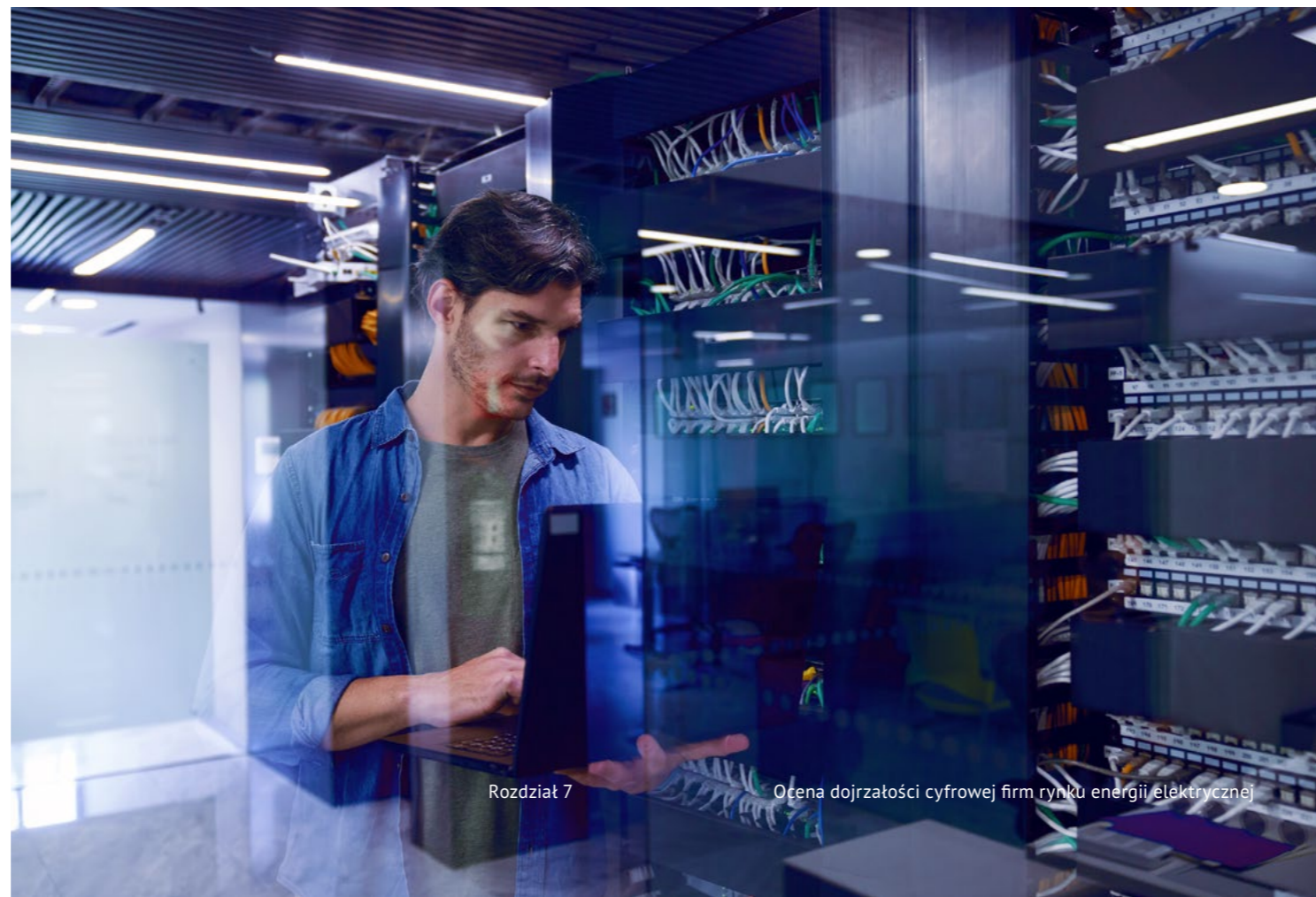
Często wiąże się to z przetworzeniem danych do odpowiednich formatów, zdefiniowaniem właściwej kadencji zapisów i dobudowaniem kontekstu metadanych. W celu realizacji takich zadań konieczne jest przygotowanie założeń wykorzystania danych oraz zdefiniowanie ich architektury. Dopiero wdrożenie takiego podejścia pozwala na budowę systemu umożliwiającego wykorzystanie danych w wielu potrzebnych analizach, modelach, aplikacjach i systemach.

Ekspertyza zrealizowana dla KPRM przedstawia następujący obraz sytuacji: „40 proc. respondentów wskazuje, że zbierane dane są rozproszone w różnych systemach i różnych bazach. 20 proc. twierdzi, że mają dane rozproszone, ale ich firmy prowadzą obecnie projekty ich agregacji, a kolejne 40 proc. wskazuje, że dane są częściowo zagregowane i znajdują się w kilku systemach, pomiędzy którymi występują połączenia. Żaden z respondentów nie wskazał, że jego firma ma w pełni zbudowany system agregacji danych”.<sup>45</sup> Niewystarczający poziom integracji różnych zasobów danych oraz brak efektywnych narzędzi do ich organizacji są więc poważnym wyzwaniem. Pozytywnym wnioskiem jest wyraźnie widoczna wśród respondentów świadomość tego problemu.

Rozwojowi narzędzi do gromadzenia i przygotowania danych do dalszych procesów analitycznych oraz wykorzystywania ich w systemach AI powinno towarzyszyć budowanie kultury powszechnego i zaawansowanego korzystania z dostępnych danych. Uczestnicy wywiadów pogłębionych przyznawali jednak, że na razie nawet dobrze zintegrowane i przygotowane zasoby danych są niewykorzystywane bądź wykorzystywane sporadycznie.

Przywoływana już ekspertyza stwierdza, że „tylko dwie spośród badanych firm zadeklarowały stałe wykorzystywanie procesów data governance i narzędzi do zarządzania danymi (data management), co może oznaczać niską lub zróżnicowaną jakość danych w organizacjach polskiego sektora energetycznego. Jednocześnie 70 proc. respondentów deklaruje możliwość udostępniania danych podmiotom zewnętrznym. Ta sprzeczność nie jest trudna do interpretacji, ponieważ z jednej strony dane zużycia są dostępne dla każdego odbiorcy, ale równocześnie brakuje zdefiniowania zasad dostępu do tych danych przez inne podmioty. W większości przypadków kwestie dostępowe są łączone z wymaganiami cyberbezpieczeństwa i ochrony informacji. Jest to z pewnością istotny, ale nie jedyny wymóg dla określania zasad dostępu do danych”.<sup>46</sup>

Formalna organizacja dostępu do danych i ich współdzielenia z podmiotami zewnętrznymi są intensywnym obszarem analiz z perspektywy prawnej i biznesowej w związku z uruchomieniem CSIRE. Według przedstawicieli PSE jedna czwarta prac wykonywanych w projekcie CSIRE ma charakter organizacyjno-prawny. Ponieważ w system będą włączone wszystkie firmy sprzedające energię elektryczną, są one jednocześnie uczestnikami tego projektu. Wypracowane w nim doświadczenia,



przygotowane procedury i zdefiniowane wymagania będą zatem służyć wszystkim, co stanie się katalizatorem procesów uporządkowania zasad zarządzania danymi. Należy mieć nadzieję, że wypracowanie praktyk data governance w obszarze danych zużycia i umów pozwoli na przeniesienie tego know-how na inne obszary wykorzystania danych, stworzenie całościowych zasad data governance i wdrożenie odpowiednich narzędzi i procesów.

Badanie przeprowadzone na rzecz ekspertyzy wskazuje ponadto, że niespełna 40 proc. respondentów zatrudnia specjalistów o profilu data engineering. Przy czym, jak zobaczymy w dalszej części raportu, profil i poziom ich kwalifikacji jest często niewystarczający do wsparcia projektów sztucznej inteligencji. W obszarze formalnej organizacji danych są również obszary dobrze przygotowane. Wśród nich najlepiej z perspektywy data governance wypada zarządzanie danymi osobowymi, podlegające szczegółowym regulacją RODO.

Ekspertyza „Ocena dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstw rynku energii elektrycznej w Polsce” formułuje w obszarze data governance kilka rekomendacji:

- Świadomość wagi danych w przedsiębiorstwie jest podstawą do ich ciągłego wykorzystywania w większości procesów biznesowych każdej firmy. Umożliwia to podejmowanie większej liczby decyzji w oparciu o analizy danych i narzędzia analityczne pracujące z udziałem człowieka lub w sposób zautomatyzowany.
- Przygotowanie organizacji, w tym przede wszystkim jej funkcji biznesowych, do takiego podejścia jest poważnym zadaniem z zakresu rozwoju kompetencji, często niewłaściwie lub w niepełny sposób identyfikowanym.
- Na wykorzystywanie danych w firmie należy spojrzeć z kilku perspektyw. W tym celu warto stworzyć interdyscyplinarne zespoły zajmujące się tymi zagadnieniami. Z powodu licznych regulacji w obszarze wykorzystania danych oraz regulacji dotyczących rozwiązań AI pod kątem ich transparentności, wyjaśnialności i norm etycznych, w takich zespołach konieczna jest obecność prawników. Z kolei potrzeba przełożenia tematu danych na procesy biznesowe firmy i możliwości stworzenia nowych usług i modeli biznesowych wymaga udziału w nich menedżerów z dużą wiedzą o funkcjonowaniu przedsiębiorstwa zarówno z perspektywy wewnętrznej, jak i rynkowej. Trzecią grupą są oczywiście specjaliści techniczni związani z działami IT, ze specjalizacją w obszarze analityki oraz sztucznej inteligencji. Czwarta niezbędna grupa to specjaliści zajmujący się cyberbezpieczeństwem i ochroną informacji.
- Takie zespoły będą mogły przygotować odpowiednie zasady data governance, które z uwzględnieniem architektury systemów przełożą się na ustalenie i spójne stosowanie zasad gromadzenia, przetwarzania, wykorzystywania i udostępniania danych.

W nowoczesnym podejściu do rozwoju kompetencji zarządczych przykładem jest także sama waga do zarządzania biznesem i ludźmi, jak do kwestii rozumienia i wykorzystywania danych. Najlepsze programy edukacyjne realizowane w firmach (również w Polsce) uwzględniają rozwój kompetencji związanych z wykorzystywaniem danych przez wszystkie funkcje w organizacji. Przykładem może być program Skills for the Future firmy Volkswagen.<sup>47</sup>

## ■ Rozwój kompetencji zespołów wdrożeń projektów AI

Kolejny obszar, w którym badane firmy wskazywały istotne deficyty, to rozwijanie kompetencji. Według ekspertyzy przygotowanej dla KPRM „Wszystkie badane firmy wskazały, że zespoły zajmujące się cyfryzacją, w większości przypadków działają IT, posiadają niewystarczające kompetencje w zakresie analizy danych. Połowa ankietowanych uznała, że ich firmowe zespoły posiadają częściowe kompetencje wymagające dalszego rozwoju, a kolejne 50 proc. przyznało, że kompetencje w tym obszarze są niewystarczające.

Jeszcze trudniejsza sytuacja występuje w przypadku kompetencji związanych z data science oraz budową i trenowaniem modeli AI/ML. W odpowiedzi na to pytanie tylko 30 proc. respondentów wskazało na istnienie częściowych, ale wymagających dalszego rozwoju kompetencji, a 70 proc. wskazało na niewystarczające kompetencje w tym zakresie. 30 proc. firm nie zatrudnia specjalistów z takim profilem, 50 proc. deklaruje, że takie kompetencje posiada 5 specjalistów bądź mniej. Jedynie 20 proc. uważa, że ma dobrze rozwinięte zespoły z 10 lub 20 przygotowanymi specjalistami oraz z dedykowaną infrastrukturą do projektów AI.

Firmy przyznają, że prowadzą bardzo ograniczony zakres działań edukacyjnych podnoszących wiedzę o branżowych rozwiązaniach AI w innych działach niż IT. Niespełna 10 proc. firm podjęło takie działania, a kolejne 50 proc. je planuje. Pozostałe 40 proc. nie przeprowadziło i nie planuje tego rodzaju aktywności”.<sup>48</sup>

Dane te obrazują wysokie potrzeby rozwoju kompetencji i szkoleń w zakresie wdrażania rozwiązań sztucznej inteligencji oraz istotny brak takich kompetencji w firmach. Jest to spójne z wieloma innymi badaniami. Przykładowo wg raportu Światowego Forum Ekonomicznego „Future of Job Survey 2020” problemy kompetencyjne są największą barierą dla wykorzystywania nowoczesnych technologii w gospodarkach, a szczególnie doskwiera im niska dostępność specjalistów o odpowiednich kwalifikacjach.<sup>49</sup>

Z pozoru łatwą drogą do rozwiązania tych problemów jest zatrudnienie specjalistów AI z rynku, jednak firmy energetyczne mogą nie być wystarczająco konkurencyjne pod względem płac, a podaż takich specjalistów w Polsce nie jest duża.

Inną opcją jest rozwijanie kompetencji pracowników zatrudnionych w przedsiębiorstwie. Jednak wiedza z zakresu biznesowych zastosowań sztucznej inteligencji nie może być ograniczona do działu IT czy działu rozwoju rozwiązań AI. Programy rozwoju kompetencji powinny objąć wiele grup pracowników: specjalistów IT, specjalistów OT, zarządzających na różnych szczeblach, działu HR, działu prawne. Dotyczy to oczywiście także liderów organizacji, którzy jako pierwsi powinni zrozumieć wymogi efektywnej transformacji cyfrowej podmiotów sektora energetycznego.

W praktyce najczęściej będziemy widzieli połączenie obu podejść, uzupełnione o kontraktowanie do projektów pracowników z firm specjalistycznych, co przy okazji może pomóc w transferze wiedzy do firmy.

Działy HR mogą również wykorzystywać zewnętrzne programy do rozwoju kompetencji pracowników. Oferta takich programów stale rośnie. KPRM w swoim serwisie internetowym umieścił listę kierunków studiów podyplomowych, na których można studiować zagadnienia związane z biznesowym potencjałem sztucznej inteligencji.<sup>50</sup>

Z tej racji, że obecnie w zdecydowanej większości firm sektora nie ma odpowiednich kompetencji dla wdrażania rozwiązań AI, do projektowania i realizacji szkoleń i programów rozwoju zasadne wydaje się większe czerpanie z zasobów zewnętrznych. Warto też brać pod uwagę podejście hybrydowe, łączące realizowane w firmie szkolenia prowadzone przez zewnętrznych ekspertów z praktycznymi aspektami wykorzystywania takich systemów, przedstawianymi w oparciu o konkretne projekty przedsiębiorstwa.

W naszym badaniu ostatnia grupa pytań dotyczyła rozmiarów zespołów zajmujących się projektami AI oraz rozmiarów zespołów IT w danej spółce i grupie kapitałowej.

„Respondenci wskazywali na udział specjalistów ICT w ogólnym zatrudnieniu w grupie kapitałowej na poziomie pomiędzy 5 a 10 proc. Są to relatywnie niskie udziały względem innych branż wykorzystujących szeroko technologie cyfrowe. (...) Rozmiary działów zajmujących się rozwojem rozwiązań AI wg wskazań respondentów były niewielkie, jednak występuje wyraźna pozytywna korelacja wskazująca na wzrost wielkości zespołów zajmujących się rozwojem rozwiązań AI wraz ze wzrostem zaawansowania i dojrzałości takich projektów. Firmy, które wskazywały na realizację konkretnych projektów wykorzystujących technologie AI posiadały 2 lub nawet 4 razy większe zatrudnienie w działach związanych z wdrożeniami i wykorzystaniem rozwiązań sztucznej inteligencji.”<sup>51</sup>

Transformacja cyfrowa będzie prowadziła do wzrostu zatrudnienia specjalistów ICT w firmach sektora oraz do wzrostu wymagań w zakresie zaawansowanych kompetencji cyfrowych w innych grupach pracowników. Przyglądając się procesom transformacji cyfrowej innych branż można założyć, że w kolejnych latach firmy energetyczne podniosą udział specjalistów ICT w zatrudnieniu do poziomu 20 proc.

W kolejnym rozdziale analizujemy dostępne informacje na temat wdrożeń rozwiązań AI w polskich firmach energetycznych.





## ■ Data Governance a transformacja cyfrowa i sztuczna inteligencja

Analiza wniosków zaprezentowanych w raporcie jasno wskazuje, że jednym z kluczowych aspektów, od którego zależy szybkość adaptacji nowych technologii cyfrowych w sektorze energetycznym jest Data Governance. Bazując na doświadczeniach z innych sektorów przemysłu można stwierdzić, że energetyka nie jest na tym polu odosobniona. Za powstanie skomplikowanych struktur silosowych w obszarze gromadzenia i przetwarzania informacji odpowiadają zaszczości historyczne. Ale dziś powodują one, że wdrażanie zaawansowanych narzędzi bazujących na analizie danych (np. sztucznej inteligencji) trafia na barierę ich dostępności i jakości. Szczególnie jeśli dotyczy to analiz horyzontalnych, obejmujących kilka niepowiązanych ze sobą "silosów" z danymi.

Kolejnym wyzwaniem jest "zrozumienie" danych. Tradycyjny model zakłada, że w organizacji zarządzają nimi zespoły IT, które zajmują się administrowaniem bazami i hurtowniami danych oraz scentralizowane zespoły analityków. To z założenia skupia uwagę na strukturach przetwarzanych danych, a nie ich wartości biznesowej. Takie podejście powoduje, że do problemu "silosowości" danych dochodzi kwestia ich biznesowego zrozumienia, a czasem także pomijania kluczowych informacji w strukturach zebranych danych.

Sztuczna inteligencja opiera się na danych. Oczywistym więc jest, że przy niewłaściwym przygotowaniu zbiorów uczących nie udaje się uzyskać oczekiwanych rezultatów. Systemowe podejście do Data Governance wymaga fundamentalnych zmian w kulturze organizacji. Kluczowe jest zrozumienie, jaką wartość można odnaleźć w danych oraz opracowanie właściwej metodyki zarządzania nimi.

Obecnie bardzo mocnym trendem w tej dziedzinie jest podejście Data Mesh. Koncepcja ta została wprowadzona przez Zhamak Deghani i ma trzy filary:

- zarządzalna decentralizacja w kierunku zwiększenia operacjonalizacji
- infrastruktura samoobsługowa jako ogólnodostępna platforma danych
- sfederowany model zarządzania oparty na spójności, zgodności i dobrej jakości danych.

W uproszczeniu koncepcję Data Mesh można określić jako praktyczne podejście do demokratyzacji zarządzania danymi w organizacjach. Jest to stosunkowo nowy trend i jego produkcyjny potencjał będziemy mogli ocenić dopiero za jakiś czas. Obserwując jednak firmy, które rozpoczęły proces wdrażania tego podejścia, widać pierwsze, pozytywne efekty.

Takie przeorganizowanie myślenia o danych skutecznie zaczyna rozwiązywać problemy, które pojawiają się przed zespołami analitycznymi działającymi w modelu scentralizowanym. Kluczem do maksymalizacji wartości płynącej z danych i wdrażania rozwiązań sztucznej inteligencji jest właściwe powiązanie ze sobą zagadnień z tego obszaru zarówno na poziomie technologicznym i procesowym, jak i ludzkim. Dopiero taki ekosystem jest w stanie przelożyć korzyści z gromadzonych danych i sztucznej inteligencji na konkretne aspekty działania organizacji i jej dynamiczny wzrost.



dr inż. Ireneusz Wochlik

Biocybernetyk, specjalista w dziedzinie sztucznej inteligencji. Od przeszło 20 lat zajmuje się analizą danych i tworzeniem inteligentnych rozwiązań wspierających biznes. Współzałożyciel i CEO Aigormics, członek zarządu Fundacji AI LAW TECH, wykładowca na studiach podyplomowych Biznes.AI na Akademii Leona Koźmińskiego. Lider Podgrupy ds. energetyki w Grupie Roboczej ds. Sztucznej Inteligencji przy KPRM.

# Analiza zrealizowanych wdrożeń AI w energetyce i studia przypadków



„Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020”, przyjęta przez Radę Ministrów 28.12. 2020 r. stawia za cel zwiększenie liczby polskich spółek Skarbu Państwa realizujących projekty z obszaru AI.

## ■ Pierwsze zastosowania i programy pilotażowe

Zrealizowane na rzecz GRAI i KPRM badanie pokazało również obraz skali pierwszych pilotaży i wdrożeń rozwiązań sztucznej inteligencji oraz planów w tym zakresie. Raport wskazuje kilka obszarów, w których zrealizowano projekty AI. Ciekawe jest szerokie spektrum ich zastosowań:

- zarządzanie siecią – predykcje generacji
- zarządzanie siecią – predykcje zużycia
- konserwacja zapobiegawcza (predictive maintenance) infrastruktury poza siedzibą firmy
- inspekcja infrastruktury (sieci i instalacji)
- tworzenie modeli i predykcja
- automatyzacja procesów, w tym procesów związanych z obsługą klienta.

Z tej listy najbardziej zaawansowane jest wykorzystanie rozwiązań sztucznej inteligencji w obszarze automatyzacji obsługi klienta, co będzie opisane w kolejnym podrozdziale. W wywiadach zidentyfikowaliśmy również projekty, które zakończyły pilotaż i znajdują się obecnie na etapie organizacyjnego przygotowania do szerszego wdrożenia. W większości przypadków projekty były jednak w trakcie pilotażu lub nie miały zdefiniowanych planów dalszego wykorzystania.

Omawiana ekspertyza wskazuje, że „wśród tych firm, które nie realizowały jeszcze takich projektów jedna trzecia spodziewa się, że będą one realizowane w ciągu dwóch następnych lat, a 2/3 oczekuje ich realizacji w okresie powyżej dwóch lat lub nie prowadziło dyskusji o takich planach.”<sup>52</sup>

Ustalanie tak odległego horyzontu dla wykorzystania rozwiązań AI przez znaczącą grupę około 30 proc. firm z badanej próby jest niepokojące, zwłaszcza kiedy weź-

mie się pod uwagę konkretne wyzwania stojące przed sektorem energetycznym i jednoznaczne zalecenia dotyczące kierunków rozwoju nowoczesnego systemu elektroenergetycznego.

Dodatkowo takie podejście stoi w sprzeczności z zaleceniami „Polityki dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020”, przyjętej w drodze uchwały Rady Ministrów z 28 grudnia 2020 r. Polityka ta stawia za cel zwiększenie liczby polskich spółek Skarbu Państwa realizujących projekty z obszaru AI oraz:

- uwzględnianie w dokumentach biznesowych zidentyfikowanych spółek (np. w strategiach przedsiębiorstw) rozwoju sztucznej inteligencji oraz wdrażanie technologii opartej na AI
- uwzględnianie w strukturach organizacyjnych zidentyfikowanych spółek z udziałem Skarbu Państwa lub w strukturach grup kapitałowych wyspecjalizowanych stanowisk, komórek, zespołów czy jednostek zajmujących się wykorzystaniem i wdrażaniem AI, tworzących docelowo sieć wymiany wiedzy i kompetencji w grupie spółek Skarbu Państwa.<sup>53</sup>

W najbliższym czasie można się jednak spodziewać przyspieszenia w realizacji projektów AI, ponieważ 80 proc. firm zidentyfikowało już obszary, w których można wykorzystać sztuczną inteligencję.

W kolejnych podrozdziałach przyjrzymy się konkretnym, zrealizowanym już projektom.

## ■ Projekty AI wdrożone w polskiej energetyce

Jeden z obszarów, gdzie wykorzystanie AI jest najbardziej dojrzałe i ugruntowane to automatyzacja obsługi klienta. Firmy dystrybucyjne obsługujące wiele milionów odbiorców zawsze stoją przed wyzwaniem związanym z efektywnym zarządzaniem tymi relacjami.

Problemy wynikają z liczby kontaktów, różnorodności ich form, kumulacji w określonych punktach czasowych związanych z różnymi zdarzeniami. Stosowany przez wiele lat model biur obsługi klienta w ostatnim czasie napotyka na wiele problemów związanych z rotacją pracowników, kłopotami w zatrudnianiu, efektywnością szkoleń i zakresem wiedzy, jaką konsultanci muszą nabyć w czasie. Dla klienta oznacza to wydłużenie oczekiwania na kontakt i pomoc.

Rozwiązania AI do automatyzacji kontaktu z klientem stosuje oczywiście wiele branż. Z tego powodu są one rozwijane na dużą skalę od wielu lat i widać już ich dużą dojrzałość. Z reguły są one dedykowane następującym zadaniom:

- kolejkiwanie oczekujących zapytań i połączeń klientów do odpowiednich konsultantów
- automatyczne generowanie odpowiedzi na standardowe pytania
- porządkowanie procesów zapisu i gromadzenia informacji z kontaktów z klientem
- tworzenie systemów rekomendacji dla klienta w sprawie dalszych kroków i dodatkowych usług lub produktów.
- Od strony technologii AI na pierwszy plan wysuwają się następujące grupy zastosowań:
- analityka dużych zbiorów danych z wykorzystaniem systemów uczenia maszynowego
- analiza języka naturalnego
- automatyzacja rozmowy z klientem poprzez chatboty lub voiceboty.

W sektorze energetycznym w Polsce kilka firm z powodzeniem stosuje tego typu rozwiązania. Należą do nich między innymi Tauron, E-ON i PGNiG. Tauron wykorzystuje chatbota do usprawnienia kontaktów z klientem od 2019 r. Chatbot został opracowany wspólnie z start-upem Roboticon.<sup>54</sup> Projekt był pierwotnie prowadzony przez 13 miesięcy i znacząco pomógł w czasie pandemii, kiedy niemożliwe były bezpośrednie kontakty z klientami. Chatbot Tauronu obsłużył wtedy zdalnie ponad milion klientów. Projekt był realizowany przy wsparciu Krakowskiego Parku Technologicznego, a w październiku 2020 r. uzyskał drugą rundę wsparcia.

W ramach projektu opracowano rozwiązanie realizujące kilka funkcji: obsługę procesu pierwszego kontaktu z klientem, obsługę procesu przedłużenia umowy lub podpisania nowej umowy oraz wsparcia procesu zakupu instalacji fotowoltaicznych.

eON stosuje rozwiązania sztucznej inteligencji od kilku lat w Niemczech. Obecnie wykorzystuje około

30 dedykowanych chatbotów i voicebotów zbudowanych wspólnie z firmą Cognigy. W Polsce wdrożenie chatbotów poprawiło efektywność pracy biura obsługi klienta i skróciło czas oczekiwania klienta na infolinię do średnio 26 sekund.<sup>55</sup>

Innym obszarem, w którym polskie firmy energetyczne eksperymentują z rozwiązaniami AI jest konserwacja zapobiegawcza (predictive maintenance). PKP Energetyka, Tauron oraz Interdyscyplinarny Zakład Analiz Energetycznych deklarowały w wywiadach prowadzenie projektów dotyczących tego obszaru.

Rozwiązania konserwacji zapobiegawczej przynoszą spótkom energetycznych szeroki wachlarz korzyści. Pozwalają monitorować stan rozproszonej infrastruktury oraz kondycję skomplikowanych urządzeń technicznych. Tym samym optymalizują koszty serwisu oraz zmniejszają czas przestoju i ryzyko niespodziewanych awarii, co jest kluczowe dla zarządzania systemem energetycznym. Takie rozwiązania są również korzystne dla zarządzania zespołami technicznymi. Pozwalają oszczędzić czas pracowników oraz lepiej organizować planowe remonty.

PKP Energetyka z sukcesem zakończyła etap Proof of Concept dla systemu planowania serwisu urządzeń stacyjnych na 10 stacjach kolejowych i zapowiada szersze, regularne wdrożenie takiego systemu w latach 2023-24.

Interdyscyplinarny Zakład Analiz Energetycznych prowadzi ocenę możliwości realizacji projektu weryfikującego stan pracy transformatorów w oparciu o analizę składu chemicznego oleju używanego do ich chłodzenia. Na podstawie zmian składu i właściwości oleju można szacować ryzyko awarii i ustalać priorytety działań serwisowych. Projekt badawczy przyniósł pozytywne rezultaty, które zostały przekazane firmom energetycznym.

Również Tauron prowadzi kilka projektów związanych z konserwacją zapobiegawczą. Na szczególną uwagę zasługuje projekt realizowany wspólnie z Akademią Górniczo Hutniczą w ramach spin-offu ReliaSol.<sup>56</sup> Jego celem było zminimalizowanie ilości oraz skutków awarii bloku 460 MW w Elektrowni Łagisza. System dokonuje około 1000 pomiarów stanu z różnych czujników i wykorzystuje 150 modeli monitorujących kondycję różnych instalacji kotła. Modele monitorują też bieżący stan techniczny maszyn krytycznych, przekazują informację o anomaliach w ich pracy oraz przewidują takie zdarzenia jak skoki wibracji czy gwałtowne wzrosty temperatur.

Według przedstawicieli firmy rozwiązanie przygotowane dla Tauronu jest w stanie przewidzieć do 100 proc. awarii urządzeń monitorowanych przez system w horyzoncie czasowym 3-17 godzin, wskazując przy tym miejsce awarii. Daje ono szybszy i dokładniejszy wgląd w pracę maszyn niż jakiegokolwiek inny system monitorowania. Szczegółowo zostało to opisane w artykule „Wykorzystanie analizy Big Data i metod predykcyjnych w utrzymaniu majątku produkcyjnego – na przykładzie Elektrowni Łagisza”.<sup>57</sup>

Kolejnym obszarem użycia ciekawych rozwiązań AI jest analiza danych i generowanych na ich podstawie predykcji. Są to m.in. opisane już prace Interdyscyplinarnego Zakładu Analiz Energetycznych oraz projekt „Platforma zarządzania danymi z zaawansowanej infrastruktury pomiarowej”<sup>58</sup> – rozwiązanie do analizy danych pomiarowych z inteligentnych liczników (Meter Data Management – MDM), wdrożone we Wrocławiu przez Tauron i firmę Future Processing.

System analizuje dane pomiarowe i zdarzenia pochodzące z ponad 405 tys. liczników zdalnego odczytu, które przesyłają informację o zużyciu energii elektrycznej w 15-minutowych interwałach, generując 35 milionów odczytów dziennie, co przekłada się na ponad miliard odczytów miesięcznie. Zbierane dane są wykorzystywane do wykrywania awarii oraz zakłóceń pracy infrastruktury pomiarowej, modelowania obciążeń oraz identyfikacji nielegalnego poboru energii elektrycznej, monitorowania zapotrzebowania na moc, a następnie planowania i realizowania inwestycji w infrastrukturę sieci elektroenergetycznej. Ze względu na ogromną ilość danych do ich analizy wykorzystuje się narzędzia BigData i algorytmy sztucznej inteligencji. Projekt jest realizowany w modelu chmury obliczeniowej. Pilotażowe wdrożenie odbyło się we Wrocławiu, a w 2022 r. rozpoczęły się prace zmierzające do wykorzystania platformy MDM-GridFlow w całym obszarze działania firmy Tauron Dystrybucja.

Wśród innych pomysłów wykorzystania sztucznej inteligencji w polskiej energetyce warto też zauważyć projekt Interdyscyplinarnego Zakładu Analiz Energetycznych, polegający na predykcji następczniczenia farm fotowoltaicznych w oparciu o analizę spektrum światła padającego na zlokalizowane w nich czujniki. System jest w stanie określać nadchodzące zmiany zachmurzenia i daje czas na podejmowanie decyzji związanych z zarządzaniem elastycznością sieci.

W dalszej części rozdziału prezentowane są przykładowe rozwiązania pochodzące spoza firm energetycznych, ale pokazujące ciekawe podejście do zarządzania energią. Dodajemy je do ogólnego obrazu sektora energetycznego w Polsce. Nie jest to pełna mapa zrealizowanych zastosowań i nie przesadzamy, że są one jedyne i najlepsze. Wybraliśmy rozwiązania zrealizowane w naszym kraju, aby pokazać, że są one do podjęcia w lokalnych warunkach.

## ■ Aigorithmics & Intel – optymalizacja kosztów i bezpieczeństwa

To opracowanie analizuje kwestię bezpieczeństwa oraz kosztów, jakie niesie za sobą wdrażanie rozwiązań bazujących na sztucznej inteligencji w przemyśle energetycznym i przedstawia nowatorskie podejście do ich optymalizacji.

Głębokie sieci neuronowe szturmem zdobywają kolejne branże, gdyż doskonale radzą sobie z zastosowaniami takimi jak rozpoznawanie obrazu, prognoza szeregów czasowych czy wykrywanie anomalii. Dynamiczny rozwój sztucznej inteligencji w ciągu ostatnich lat, dostęp do coraz to większej mocy obliczeniowej i ich imponująca skuteczność dają praktycznie nieograniczone możliwości tworzenia algorytmów opartych właśnie o głębokie sieci neuronowe. Rozwiązania te stają się jednak coraz bardziej skomplikowane i wymagające od strony obliczeniowej. Aby zidentyfikować tzw. „wąskie gardła” jeśli chodzi o koszty, powinniśmy być świadomi, jak przebiega taki proces opracowania (nauczenia) modelu sieci neuronowych.

Uczenie głębokie można podzielić na dwa etapy: trenowanie i wnioskowanie. Podczas fazy treningowej definiujemy liczbę neuronów i warstw, z których będzie się składać sieć neuronowa i wystawiamy ją na działanie oznaczonych danych treningowych. Proces oceny nowych obrazów za pomocą sieci neuronowej nazywa się wnioskami. Kiedy przedstawimy wytrenowanej sieci neuronowej nowy obraz, dostarczy on wnioskowania.

Modele obecnie używane do przetwarzania języka naturalnego albo materiałów video mają już miliardy parametrów. Spróbujmy sobie wyobrazić, jak czasochłonny jest proces znalezienia tych parametrów (trenowanie), a później wyciszenia tak skomplikowanej funkcji na konkretnym obiekcie (wnioskowanie). Biorąc pod uwagę potencjał algorytmów i modeli sztucznej inteligencji, wraz z ich coraz szybszym i szerszym wykorzystywaniem m.in. w branży energetycznej (predykcje zapotrzebowania na energię, predykcje zużycia energii, predictive maintenance, analiza obrazu pod kątem oceny infrastruktury itd.), koszt działania takich rozwiązań, jak też ich bezpieczeństwo w związku z przetwarzaniem wrażliwych danych, zaczyna odgrywać kluczową rolę.

Koszty treningu zależą od m.in. od rozmiaru danych, architektury modelu czy liczby epok trenowania. Z kolei na koszty wnioskowania wpływ ma np. typ danych, liczba wywołań czy optymalizacja modelu. Oba etapy ściśle zależą od czynników typowo technicznych, jak oprogramowanie (software) czy sprzęt obliczeniowy (hardware).

Budowa dedykowanego modelu uczenia maszynowego wymaga zaawansowanych kompetencji, co pociąga za sobą wysokie koszty. Dodatkowym wyzwaniem są często trudności ze znalezieniem odpowiednich kandydatów do pracy w takich projektach. W odpowiedzi na to światowi giganci oferują platformy AutoML, które w pełni automatyzują ten proces. Jednak to uniwersalne rozwiązanie często nie daje zadowalających rezultatów – szczególnie jeśli dana branża charakteryzuje się specyficznym modelem biznesowym czy też specyficznymi wymaganiami technologicznymi.

Specyfikę branży trudno uogólniać i tego typu zagadnienie należy poddać indywidualnej analizie w celu stworzenia dedykowanych rozwiązań i modeli sztucznej

inteligencji dla konkretnego sektora czy konkretnych przykładów użycia.

Rozwiązanie oferowane przez Aigorithmics to niejako kompromis pomiędzy w pełni manualnym i w pełni generycznym tworzeniem modeli. Platforma AigoML umożliwia częściową automatyzację analityki przy zachowaniu dokładności modeli. Jest ona przygotowana do pracy zarówno z głębokimi sieciami neuronowymi (deep learning), algorytmami i modelami uczenia maszynowego, jak i klasycznymi algorytmami ekonomicznymi czy statystycznymi. Szczególny nacisk został położony na pracę z szeregiem czasowym, co jest bardzo istotne m.in. dla sektora energetycznego.

W platformie AigoML zostały zaimplementowane predefiniowane algorytmy uczenia maszynowego dla konkretnych zastosowań w sektorze energetyki, m.in.:

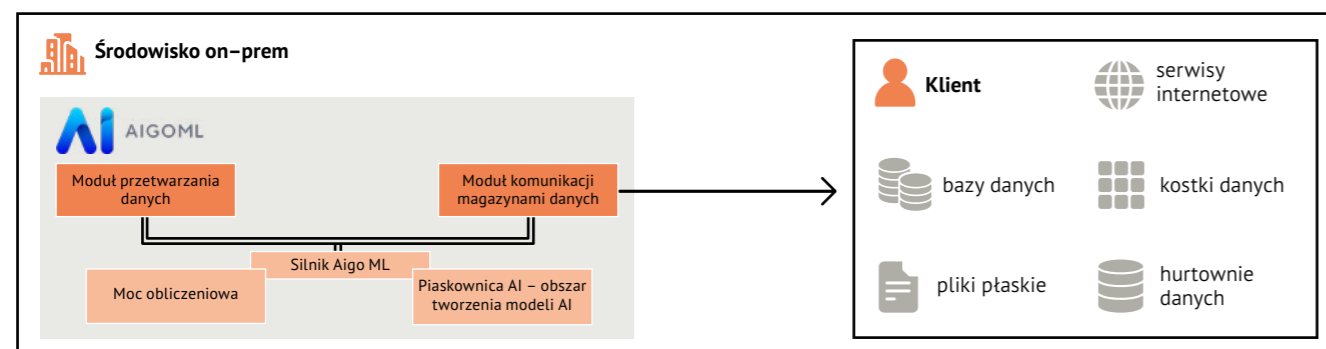
- prognoza produkcji energii, np. z farm fotowoltaicznych i wiatrowych
- prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną
- prognoza zapotrzebowania na energię ciepłą
- prognoza cen energii
- bilansowanie wieloźródłowych systemów wytwórczych (np. farmy słoneczne, farmy wiatrowe itd.).

Moduł prognozowania po wdrożeniu go w środowisku produkcyjnym, z dostępem do dobrej jakości danych źródłowych, osiąga dokładność prognozowania z błędem, który daje żądaną wartość biznesową. Co istotne, dane te mogą pochodzić z wielu źródeł i być w różnych formatach. Przykładowo dla energetyki bardzo ważne są dane pogodowe i prognozy pogody. W praktyce okazuje się, że nie zawsze są one wystarczające, a trzeba skorzystać np. z kalendarza ferii, danych o wydarzeniach w okolicy czy też z informacji o planowanych inwestycjach.

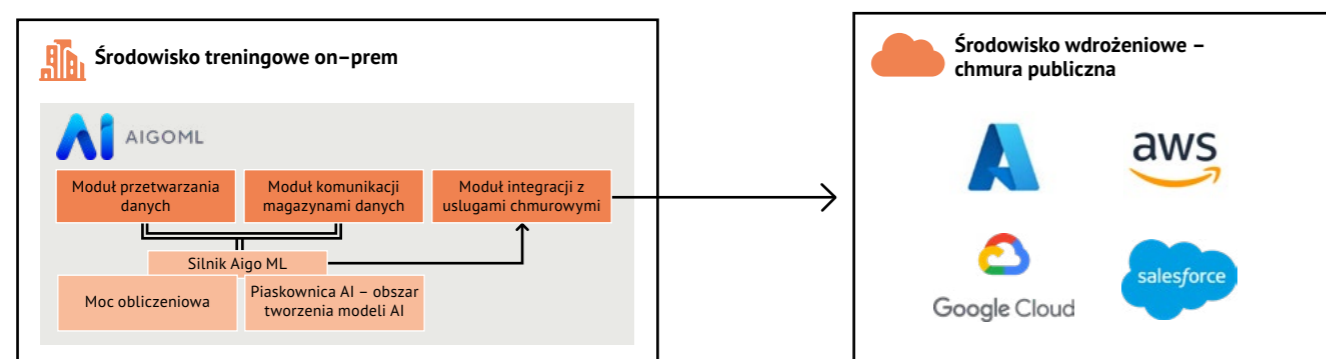
W platformie AigoML została również zaimplementowana automatyczna kalibracja, tzn. uruchomienie mechanizmu retrainingu modelu w przypadku, gdy dokładność na nowych danych spada poniżej ustalonego poziomu, który jest automatycznie monitorowany, zgodnie z ustalonymi w trakcie wdrożenia parametrami. Ponadto Platforma AigoML korzysta ze specjalistycznych akceleratorów GPU w celu przyspieszenia obliczeń realizowanych na własnych serwerach oraz jest zintegrowana z narzędziem Intel OpenVINO.

**Platforma AigoML może być wdrażana zarówno w środowiskach lokalnych, chmurach publicznych jak również w modelu hybrydowym.**

### Model on-prem



### Model hybrydowy z chmurą publiczną

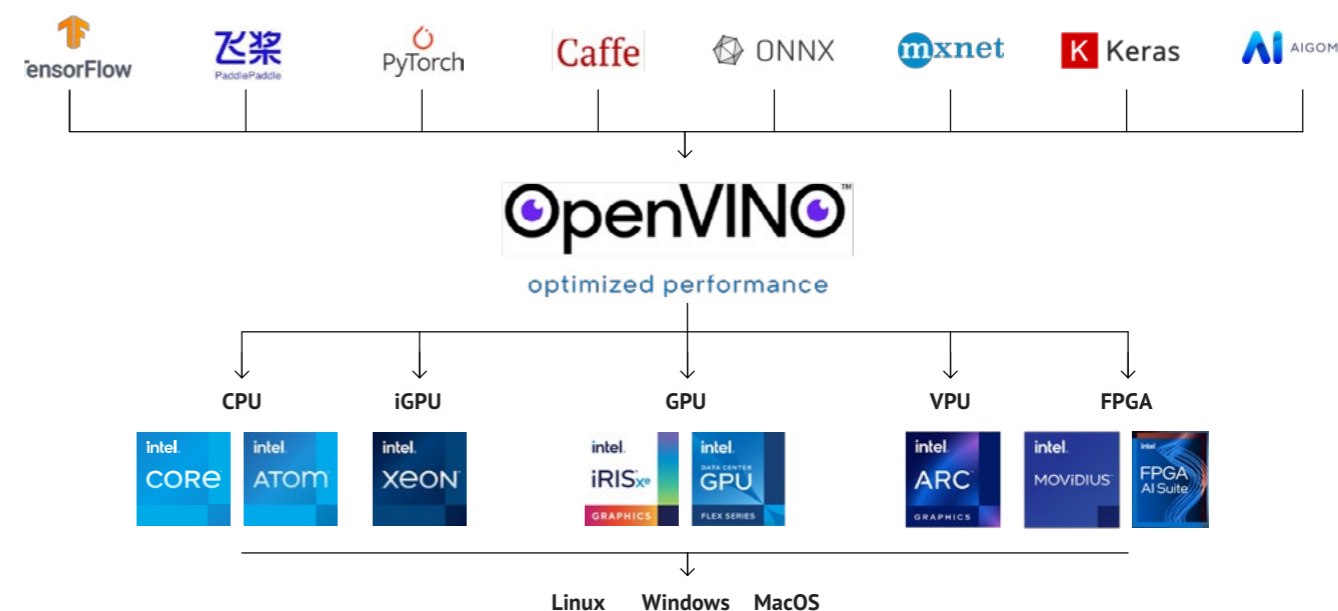


Źródło: <https://www.aigorithmics.com>

Opracowany przez inżynierów Intel zestaw narzędzi (tzw. toolkit) OpenVino ułatwia optymalizację modelu (sieci neuronowej) i wdrożenie za pomocą silnika wnioskowania na platformie sprzętowej Intel. W efekcie lokalne budowanie modeli i ich produkcyjne wykorzystanie jest tańsze. Ponadto taka architektura istotnie zmniejsza latencję, tj. czas oczekiwania na odpowiedź modelu.

Skutecznym mechanizmem pośredniej rekompensaty wzrostu cen energii dla jednostek samorządowych byłoby dofinansowanie działań związanych z podniesieniem efektywności energetycznej. Jest to zarazem strategia długofalowa, gdyż inwestycja w energooszczędność oznacza obniżenie kosztów w dłuższej perspektywie czasowej. Kluczowy segment gminnych wydatków na prąd stanowi oświetlenie uliczne, które pochłania 50 proc. energii elektrycznej. Ponieważ modernizacja

### Schemat optymalizacji modeli w Intel OpenVino



Źródło: <https://docs.openvino.ai/latest/home.html>

Jak możemy zauważyć na rysunku powyżej, autorskie algorytmy Aigorithmics dedykowane sektorowi energetycznemu mogą być wdrożone łącznie z narzędziem Intel OpenVINO, analogicznie jak to ma miejsce w przypadku popularnych frameworków takich jak TensorFlow czy PyTorch. Stosując takie podejście, zmniejszamy dzięki lokalnemu użyciu GPU czas i koszty trenowania oraz wnioskowania, a także dzięki użyciu komputera z procesorem Intel i narzędzi Intel OpenVINO.

### AGH – optymalizacja zużycia energii z wykorzystaniem inteligentnego oświetlenia

Średnia cena energii w Unii Europejskiej znacznie przewyższa aktualne ceny na polskim rynku, zatem podwyżki są nieuniknione. Energia Plus adresuje problem od strony prosumenckiej generacji energii, ale jest jeszcze druga strona zagadnienia – koszty zużycia energii. Pozostaje na to jedna odpowiedź – energooszczędność.

oświetlenia to najniższy koszt pozyskania zielonej energii na poziomie 100 zł/MWh do 250 zł/MWh [<https://doi.org/10.3390/en14102771>], stąd też najszybsza droga do oszczędności prowadzi przez modernizację oświetlenia zewnętrznego.

Według danych Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Polsce jest obecnie 3,3 mln lamp ulicznych, które zużywają rocznie 1 500 GWh energii elektrycznej. Zarządcy infrastruktury oświetleniowej ponoszą z tego tytułu koszty w wysokości 2,475 mld zł rocznie (przy koszcie 165 groszy za kWh). Kwota ta będzie rosła wraz ze wzrostem cen energii. Jednocześnie tylko 20 proc. punktów świetlnych wykorzystuje rozwiązania energooszczędne.

W toku badań prowadzonych przez zespół z Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Inżynierii Biomedycznej, Katedra Informatyki Stosowanej wykazaliśmy, że prawidłowo zrealizowany projekt wymiany oświetlenia pozwala uzyskać pomiędzy 60 a 70 proc. oszczędności energetycznej, gdy prosta wymiana lamp sodowych na lampy LED daje jedynie około 40 proc. oszczędności. W ramach komercjalizacji wyników naukowych AGH

powołało spółkę GRADIS, która dzięki dwóm grantom NCBiR rozwijała oprogramowanie do projektowania, optymalizacji i zarządzania oświetleniem.

Wykazany poziom efektywności energetycznej został potwierdzony na gruncie badawczym (ponad 40 międzynarodowych publikacji naukowych, w tym 12 opublikowanych w czasopiśmie z listy A MNIŚW) oraz wdrożeniowym w postaci kilkudziesięciu projektów systemów oświetleniowych. W projektach tych wykorzystaliśmy unikatowe w skali światowej oprogramowanie oparte na sztucznej inteligencji, bazujące na formalnej specyfikacji problemu za pomocą rozproszonych transformacji grafowych. Największym z tych projektów był master plan dla Tbilisi – 96 tys. punktów świetlnych.

Najbardziej zaawansowany projekt dla Krakowa dla 3 768 lamp generuje 71 proc. oszczędności + 10 proc. dzięki dynamicznemu sterowaniu (w powiązaniu z danymi sensorycznymi o natężeniu ruchu w mieście). Obecnie w przygotowaniu są projekty dla kolejnych 30 tys. lamp w Krakowie.

Największym odbiorcą usług GRADIS jest firma Tauron Nowe Technologie – 21 projektów. GRADIS współpracuje również z wiodącymi producentami oświetlenia: GE Lighting, Schreder, Signify oraz polskimi: LUG, Pollight, Rosa.

Z punktu widzenia ekonomicznego istotne jest, że można obniżyć rachunku za energię elektryczną o co najmniej 60 proc. Po modernizacji ponosimy koszty w wysokości 40 proc. kosztów przed modernizacją. Kluczowym wymogiem jest jednak, by wymusić osiągnięcie wysokiej efektywności projektów oświetlenia, gdyż często można spotkać instalacje LED dające zysk energetyczny mniejszy niż 50 proc. w porównaniu z instalacją przed wymianą.

Ważne jest przy tym spełnienie 2 warunków:

1. Narzucenie progu efektywności umożliwiającego 100 proc. dofinansowania na przy 60 procentowej redukcji zużycia (i ewentualnie zmniejszenie dofinansowania przy efektywności 50% do poziomu 70% kosztów).
2. Konieczna jest weryfikacja czy projekty przedstawione w przetargu spełniają deklarowane progi efektywności przy zastosowaniu określonego formatu prezentacji danych dotyczących projektów oświetlenia (tzw. projektów fotometrycznych). Taka zautomatyzowana weryfikacja jest oferowana m.in. przez firmę GRADIS.

Warto zwrócić uwagę, że dopłaty do „modernizacji oświetlenia” w pełni wpisują się w osie priorytetowe oraz politykę alokacyjną Unii Europejskiej. Obniżenie zużycia energii wprost przekłada się na obniżenie emisji zanieczyszczeń i podniesienie jakości życia, a cele te ujęte są zarówno w Regionalnych Programach Operacyjnych jak i PO Infrastruktura i Środowisko. Środki dystrybuowane były dotychczas na przykład przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej za pośrednictwem programu priorytetowego



„SOWA – oświetlenie zewnętrzne”. Zatem odpowiednia realokacja oraz intensyfikacja wydatkowania środków z osi priorytetowych związanych z obniżeniem emisji zanieczyszczeń oraz energooszczędnością miałyby szansę zastąpić bądź uzupełnić program rekompensat.

Przykładowy koszt wymiany 3 milionów lamp szacowany jest na 6 mld złotych, przy czym znaczna jego część mogłaby zostać pokryta z funduszy unijnych. Efektem takiego ogólnopolskiego działania byłoby:

- zysk energetyczny w wysokości ponad 810 GWh rocznie
- roczna oszczędność w opłatach za energię: 1,34 mld zł
- 4,5 letni okres zwrotu z inwestycji przy uwzględnieniu oszczędności energii elektrycznej
- zmniejszenie emisji CO2 o 668 tys. ton rocznie, co również przekłada się na efekt finansowy.

## ■ EV Fleet – transformacja systemu transportowego

Polska spółka technologiczna EV Fleet tworzy innowacyjną cyfrową platformę służącą do kompleksowego zarządzania flotami i mobilnością w miejskim transporcie towarowym. Umożliwia ona oferowanie nowoczesnych usług firmom transportowym, logistycznym i operatorom flotowym.

EV Fleet Cloud Platform to projekt o znaczeniu globalnym, którego celem jest cyfrowa transformacja systemu transportowego, w tym jego pełna optymalizacja i automatyzacja. Spółka zamierza dostarczać narzędzia do zarządzania zróżnicowaną, współdzieloną flotą składającą się wyłącznie z pojazdów zeroemisyjnych. Rozwiązanie pozwoli na znaczącą poprawę wydajności

flot, wspieranie ich zrównoważonego rozwoju i ciągłe obniżanie kosztu posiadania (eTCO).

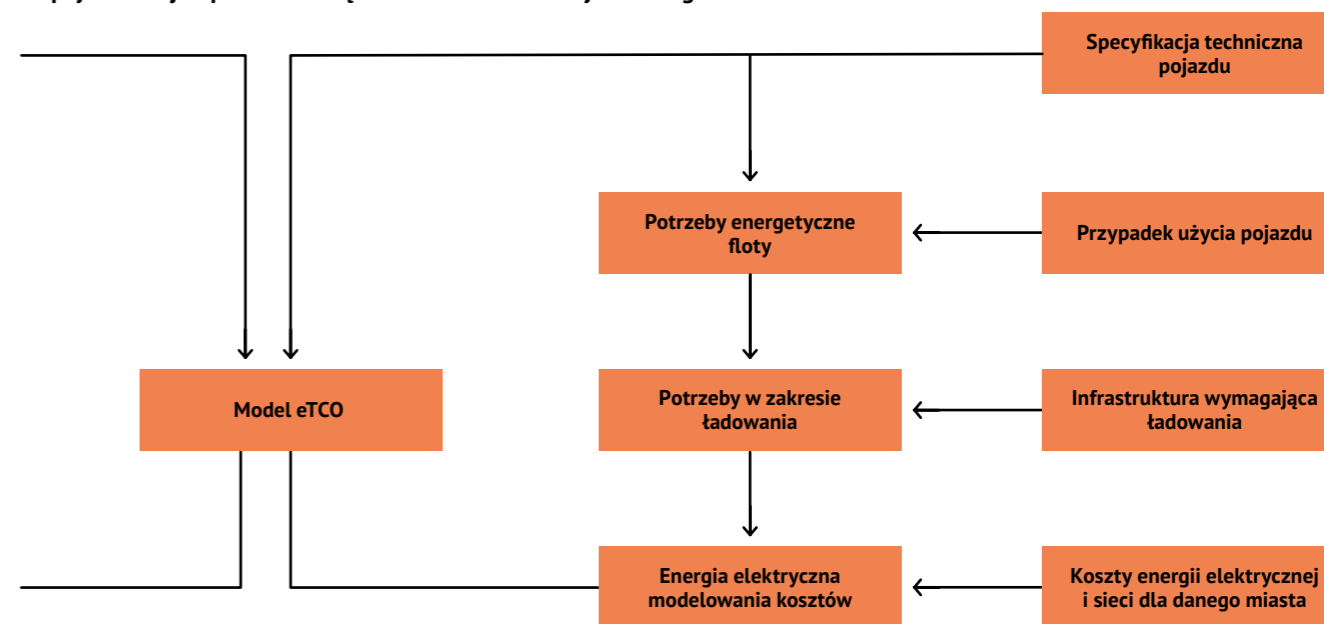
Obecnie z powodu mało efektywnego modelu zarządzania flotami pojazdów użytkowych miejski transport towarowy nie jest ani wydajny, ani odpowiednio zoptymalizowany. Możliwości wielu flot nie są w pełni wykorzystywane, a z drugiej strony wiele firm boryka się z niedoborem pojazdów oraz kierowców. Platforma EV Fleet pozwoli optymalnie zaplanować transport w każdym mieście i jego okolicach. Zgodnie z danymi niemieckiego Federalnego Ministerstwa Cyfryzacji i Transportu, ponad 150 mln pojazdów na świecie ma tak zwane „puste przebiegi”, co oznacza aż 6,5 miliarda pustych kilometrów rocznie, czyli ponad 160 tysięcy niepotrzebnych przejazdów dookoła Ziemi. Jeśli chodzi o miejskie przejazdy transportowe, aż 25 proc. z nich to przebiegi puste, co oznacza nie tylko ogromne koszty, ale także niepotrzebny ślad węglowy.

Platforma stanowi spójny ekosystem łączący zaawansowane oprogramowanie i autorską telematykę z pojazdami i infrastrukturą ładowania, mającymi swoje cyfrowe odpowiedniki, tak zwane digital twins. Służy przede wszystkim do obsługi i zaawansowanej analizy transportu aglomeracyjnego middle mile i last mile, zarówno w modelu B2B, jak i B2C. To chmurowe rozwiązanie nie tylko wykorzystuje najnowsze trendy technologiczne, ale jest także odpowiedzią na wyzwania związane z ochroną środowiska i klimatu.

Rozwiązanie pozwala na zarządzanie energią w zeroemisyjnych flotach składających się wyłącznie z elektrycznych pojazdów użytkowych. Tą funkcjonalność realizujemy poprzez monitoring zapotrzebowania energetycznego i nadzór nad przepływem energii zarówno w pojedynczym pojeździe, jak i całej flocie. Dzięki temu możliwe jest zarządzanie wszystkimi pojazdami oraz dodatkowymi odbiornikami energii.

Takie podejście ma na celu zwiększenie wydajności energetycznej floty poprzez zmniejszenie zużycia energii na kilometr, a co za tym idzie zwiększenie zasięgu pojazdu. Wpłyne to także na żywotność akumulatorów. Dzięki platformie można określić zapotrzebowanie na energię w realizacji usług transportowych, np. uwzględniając pokonanie danej trasy z uwzględnieniem topologii czy temperatury zewnętrznej powietrza. Dzięki temu zużycie energii osiągnięte dzięki pomiarowi wskaźnika eTCO, będzie zoptymalizowane w zależności od aktualnych uwarunkowań. W zależności od skali floty może to oznaczać oszczędność sięgającą nawet milionów kilowatogodzin rocznie, co ma znaczenie nie tylko ekonomiczne, lecz także ekologiczne.

### ■ Optymalizacja oparta o zarządzanie obszarem zużycia energii



Źródło: <http://evfleet.cloud/>

Transformacja cyfrowa, energetyczna i zarządzanie danymi pozwolą już dziś osiągnąć nowy poziom wydajności, a dzięki analizie i bilansowaniu energetycznemu floty składającej się z zeroemisyjnych pojazdów użytkowych uzyskujemy wysoki poziom bezpieczeństwa zasilania, co pozwoli wejść na kolejny poziom mobilności.

EV Fleet jako dostawca technologii dla pojazdów użytkowych ma dostęp do danych pojazdów z własnego, rozbudowywanego portfolio urządzeń IoT / łączności. Dzięki temu platforma będzie miała możliwość prognozowania, samodzielnego uczenia się i automatycznego podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym. Ten całkowicie nowy model pozwoli przededefiniować zarządzanie flotą składającą się z cyfrowej floty pojazdów użytkowych oraz infrastruktury ładowania. Daje to ogromną przewagę nad innymi rozwiązaniami w zakresie zarządzania flotami komercyjnymi. Dzięki analizie i bilansowaniu energetycznemu pojazdów użytkowych pozwoli też osiągnąć nowy poziom wydajności.

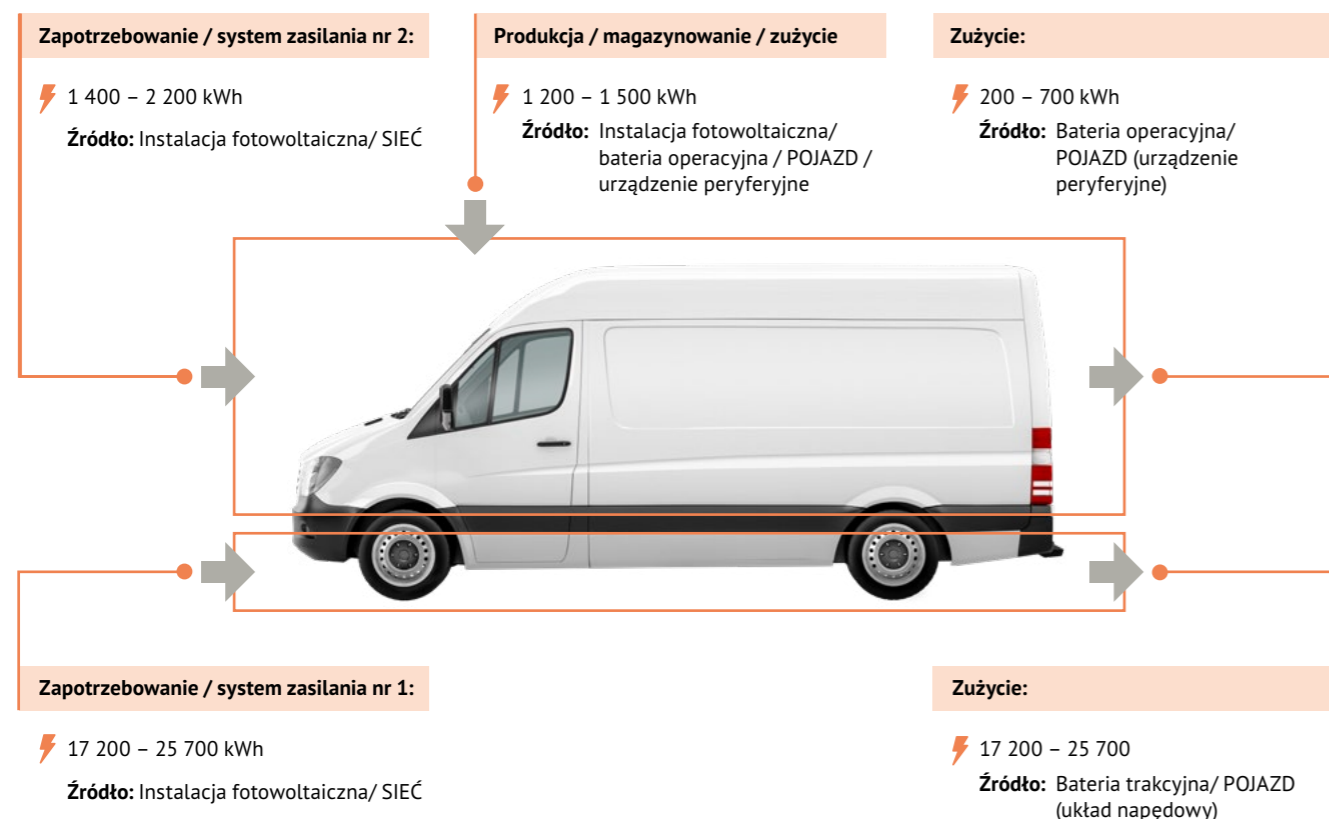
Dzięki zaangażowaniu sztucznej inteligencji możliwe będzie jak najlepsze wykorzystanie dostępnych zasobów i optymalizacja kosztu i czasu realizacji usługi transportowej. Wraz z firmą Aigorithmics tworzony jest projekt modułu analitycznego wspierającego zarządzanie flotą, m.in. poprzez moduł monitoringu i analizy zużycia energii elektrycznej przez baterie w pojazdach.

Rozwiązanie EV Fleet umożliwi w przyszłości wejście na kolejny poziom zarządzania flotą. Chodzi o współ-

dzielenie flot pomiędzy wieloma firmami działającymi w transporcie miejskim i operatorami flotowymi. Jest to możliwe dzięki cyfrowym usługom opartym na złożonych algorytmach wspieranych przez AI, co umożliwi optymalizację wykorzystania pojazdów. Platforma pozwoli zmniejszyć liczbę samochodów realizujących dostawy aż o 30 proc., rozwiązując też takie problemy jak nieefektywność flot w zakresie planowania zasobów, wydajności oraz gromadzenia i przetwarzania danych na potrzeby analityki biznesowej. Plan zakłada zapewnienie firmom świadczącym usługi transportowe i logistyczne w miastach szybkiego i łatwego dostępu do usług cyfrowych za pośrednictwem platformy.

Ten całkowicie rewolucyjny model działania, oparty o tzw. sharing economy, to wielka oszczędność kosztów energii elektrycznej i co za tym idzie – ogromne korzyści dla środowiska. Rozwiązanie to jest istotne z perspektywy przyszłości. W roku 2030 globalny transport towarów ma wzrosnąć o 40 proc., a do roku 2050 aż o 145 proc. Rynek, który obecnie jest rozdrobniony w skali globalnej i mało efektywny, bardzo skorzysta na konsolidacji w oparciu o innowacyjne technologie.

Transformacja cyfrowa i energetyczna w sektorze transportu i logistyki miejskiej to radykalna zmiana dotychczasowych modeli biznesowych i filozofii myślenia, pozwalająca na wykreowanie wartości dodanej dla uczestników procesu transportowego i wdrożenie nowych koncepcji mobilności.



Źródło: <http://evfleet.cloud/>

## Komentarz

### ■ Energia z chmury

To oczywiste, że transformacja cyfrowa i sztuczna inteligencja powinna odgrywać większą rolę w rozwoju spółek energetycznych w Polsce. W przedstawionym raporcie widać z jednej strony ogromne potrzeby w tym zakresie, a z drugiej wiele barier hamujących innowacje i wykorzystanie nowych technologii. W sumie z raportu wynika, że poziom dojrzałości polskich przedsiębiorstw do zmian i wdrażania sztucznej inteligencji jest niski.

Uważam jednak, że pozytywne zmiany na polskim rynku energetycznym nabierają tempa, bo firmy coraz śmielej sięgają po nowe technologie. Pierwsze firmy energetyczne już wdrażają długofalową strategię transformacji cyfrowej. Przenoszą się do chmury i przecierają szlaki innym polskim przedsiębiorstwom z obszaru infrastruktury krytycznej. Chmura obliczeniowa oferuje ogromny potencjał nie tylko firmom, które powstały w środowisku cyfrowym. Z najnowszych technologii w sposób bezpieczny mogą korzystać także koncerny energetyczne. Przykładem jest transformacja cyfrowa Grupy TAURON i jej największej spółki TAURON Dystrybucja. Również w Grupie PGE budowa nowoczesnego i bezpiecznego środowiska pracy staje się kluczowym elementem transformacji cyfrowej.

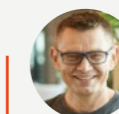
Przedsiębiorstwa wdrażające chmurę uzyskują dostęp do dynamicznie skalowalnych zasobów obliczeniowych i nowoczesnych narzędzi. Na przykład głównym argumentem na rzecz wyboru chmury Microsoft Azure jako platformy danych jest możliwość elastycznej i bezpiecznej implementacji scenariuszy biznesowych, takich jak analiza danych licznikowych, przewidywanie zużycia, dynamiczne bilansowanie, prognozowanie cen, wprowadzanie mechanizmów DSR (demand side response), budowanie rynku

elastyczności, optymalizacja strat i bilansowanie sieci SN/NN, analiza profili konsumenckich i w efekcie osiąganie ważnych celów biznesowych, jak na przykład lepsze zrozumienie potrzeb odbiorców energii elektrycznej.

Dostęp do platformy Microsoft Azure daje możliwości szybkiego prototypowania usług i tworzy także kompleksowe środowisko do szkoleń pracowników. Rozwiązanie IoT Central for Energy zapewnia dostęp do najnowszych technologii i umożliwia budowanie własnych modeli predykcyjnych dla liczników energii i paneli fotowoltaicznych.

Uważam, że jednym z ciekawszych projektów realizowanych ostatnio w sektorze energetycznym jest cyfrowy bliźniak fragmentu infrastruktury krytycznej rafinerii Lotos. Było to pierwsze tego typu zastosowanie technologii w sektorze naftowo-gazowym w Polsce. Wirtualne odwzorowanie rzeczywistej instalacji, urządzeń i procesów pozwoliło spółce przewidywać potencjalne problemy i awarie zanim do nich dojdzie.

Transformacja cyfrowa to proces, który wymaga wzmocnienia kompetencji pracowników na wszystkich poziomach organizacji oraz konsekwentnego wprowadzania kultury innowacji. W ramach inwestycji w Polską Dolinę Cyfrową pracownicy największych spółek energetycznych mają dostęp do szkoleń Microsoft, które im to umożliwiają. Chodzi zwłaszcza o obszary Data&AI, Digital Application Innovation, Security i ModernWork. Od momentu ogłoszenia kompleksowego planu inwestycyjnego #polskadolinacyfrowa Microsoft przeszkolił już 200 tysięcy polskich specjalistów IT. Mamy nadzieję, że pomoże to nie tylko branży energetycznej szybciej i efektywniej przejść cyfrową transformację.



**Tomasz Kozar**

Cloud Technology Strategist, Microsoft

Zajmuje się wspieraniem największych polskich przedsiębiorstw w ich cyfrowej transformacji. Zaangażowany w innowacyjne projekty IoT, Blockchain, AI, SmartCity dla branży energetycznej i telekomunikacji. Członek grup strumień Blockchain i Waluty Cyfrowe oraz IoT przy Ministerstwie Cyfryzacji. Wykładowca na studiach podyplomowych SGH Blockchain: biznes, prawo, technologia.

## Przypisy

- <https://www.gov.pl/web/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP20210000264/O/M20210264.pdf>
- <https://www.businessofgovernment.org/report/artificial-intelligence-public-sector-maturity-model>
- Ocena dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstw rynku energii elektrycznej w Polsce; <https://www.gov.pl/web/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- Sieci – Wąskie gardło polskiej transformacji energetycznej; Client Earth – Prawnicy dla Ziemi; lipiec 2022; <https://www.clientearth.pl/media/5wgbrffy/2022-07-19-raport-sieci-w%C4%85skie-gard%C5%82o-polskiej-transformacji-energetycznej.pdf>
- <https://biznesiklimat.gazetaprawna.pl/ekologiczny-dom/8575860,fotowoltaika-OZE-przylaczenie-do-sieci-odmowa.html>
- <https://www.pse.pl/dokumenty>
- <https://rejstry.ure.gov.pl/o/15>
- [https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-kse/raporty-roczone-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2021#r1\\_3](https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-kse/raporty-roczone-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2021#r1_3)
- <https://www.pse.pl/jak-funkcjonuje-krajowy-system-elektroenergetyczny>
- <https://www.gov.pl/web/klimat/wiceminister-ireneusz-zyska-na-konferencji-towarowej-gieldy-energii>
- <https://www.pse.pl/-/rynek-i-system-elektroenergetyczny-2030-prezentacja>
- <https://www.pse.pl/dokumenty>
- <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b9ea5a7d-3e41-4318-a69e-f7d456ebb118/Poland2022.pdf>
- „Zerowe emisje netto do 2050 r. Plan działania dla globalnego sektora energii”; IEA Publications; Luty 2022
- <https://www.reuters.com/markets/europe/eu-approves-effective-ban-new-fossil-fuel-cars-2035-2022-10-27/>
- Europe’s EV opportunity—and the charging infrastructure needed to meet it; McKinsey Global Publishing, październik 2022
- <https://www.iwg5-buildings.eu/about-iwg-5>
- <https://wysokienapiecie.pl/72345-elektrownie-szczytowo-pompowe-coraz-pilniej-potrzebne/>
- <https://transformacja2050.pl/project/inteligentne-sieci-energetyczne-przyszlosci/>
- Przekształcanie istniejących sieci SN w sieci typu Smart; Marek Szadkowski, Andrzej Warachim; „Energetyka”, wrzesień 2014
- Raport: „Kompendium wiedzy o usługach elastyczności” Zespół projektowy Narodowego Centrum Badań Jądrowych działający w ramach projektu współfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków – GOSPOSTRATEG” – umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/19 – „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii – KlastER” oraz Zespół projektowy TAURON Dystrybucja S.A. w ramach projektu Elastyczna Dystrybucja B+R. Kraków, grudzień 2021 – „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii – KlastER” oraz Zespół projektowy TAURON Dystrybucja S.A. w ramach projektu Elastyczna Dystrybucja B+R. Kraków, grudzień 2021
- <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogólne/aktualnosci/9532,Odchodzimy-od-dyspozycyjnych-i-sterowalnych-mocy-Niezbedne-bedzie-zabezpieczenie.html> – odczytane 16.11.2022r
- „Projektowanie i optymalne sterowanie pracą mikrosieci niskiego napięcia na obszarach wiejskich”; Praca zbiorowa; projekt Rural Intelligent Grid, w ramach inicjatywy ERA-Net Smart Grid Plus
- <https://new.siemens.com/pl/pl/o-firmie/aktualnosci/systemy-zarzadzania-mikrosieciami-oparte-na-rozwiazaniach-siemensa.html>
- [https://www.gov.pl/documents/33372/436746/Klastry\\_energii\\_-\\_warto\\_wiedzie%C4%87\\_wi%C4%99cej.pdf](https://www.gov.pl/documents/33372/436746/Klastry_energii_-_warto_wiedzie%C4%87_wi%C4%99cej.pdf)
- <https://datacellarproject.eu/uncategorized/public-energy-data-space/>
- Recent advancement in smart grid technology: Future prospects in the electrical power network”; Osama Majeed Butt, Muhammad Zulqarnain, Tallal Majeed Butt; Ain Shams Engineering Journal, 2021; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447920301064?via%3Dihub>
- Raport: „Kompendium wiedzy o usługach elastyczności” Zespół projektowy Narodowego Centrum Badań Jądrowych działający w ramach projektu współfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków – GOSPOSTRATEG” – umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/19 – „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii – KlastER” oraz Zespół projektowy TAURON Dystrybucja S.A. w ramach projektu Elastyczna Dystrybucja B+R. Kraków, grudzień 2021
- Sposób funkcjonowania Centralnego systemu informacji rynku energii oraz współpracy Operatora systemu przesyłowego elektroenergetycznego, działającego jako Operator informacji rynku energii, z Użytkownikami systemu elektroenergetycznego i innymi podmiotami zobowiązanymi lub uprawnionymi do korzystania z Centralnego systemu informacji rynku energii. <https://www.pse.pl/dokumenty>
- <https://www.gov.pl/web/ncbr/ncbr>
- <https://www.poir.gov.pl/>
- <https://www.gov.pl/web/ncbr/nowe-technologie-w-zakresie-energii>
- <https://www.tauron-dystrybucja.pl/o-spolce/innowacje/mdm>
- <https://sfia-online.org/en>
- <https://sfia-online.org/en/sfia-8/sfia-views/big-data-data-science>
- <https://www.gov.pl/web/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- <http://www.gov.pl/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- tamże
- Sprawozdanie na temat informacji niefinansowych PGE Polskiej Grupy Energetycznej S.A. oraz Grupy Kapitałowej PGE za rok 2018.
- <http://www.gov.pl/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- tamże
- tamże
- <http://www.gov.pl/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- <http://www.gov.pl/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- Tamże str. 17
- <https://www.coachwise.org/podsumowanie-41-forum-skills4future-kompetencje-przyszlosci/>
- <http://www.gov.pl/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/>
- <https://www.gov.pl/web/ai/studia-zwiazane-z-ai>
- <http://www.gov.pl/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- <http://www.gov.pl/ai/ocena-dojrzalosci-cyfrowej-przedsiębiorstw-ryнку-energii-elektrycznej-w-polsce>
- <https://monitorpolski.gov.pl/M202100002301.pdf>
- <https://www.parp.gov.pl/attachments/article/80526/6%20maja%20infor%20prasowe.pdf>
- <https://ccnews.pl/2022/09/23/e-on-reklamuje-sie-fcr-em-i-czasem-oczekiwania-na-polaczenie/>
- <https://reliasol.ai/pl/wdrozenie-strategii-predictive-maintenance-dla-bloku-energetycznego/>
- Jachymek, Piotr Wykorzystanie analizy Big Data i metod predykcyjnych w utrzymaniu majątku produkcyjnego – na przykładzie Elektrowni Łagisza. Nowa Energia. 2019, (3), s. 46–50.
- <https://amplus.tauron-dystrybucja.pl/o-amplus/aktualnosci/2021/02/01-02-2021#slide0>







## Tomasz Klekowski

Autor raportu

Ekspert i popularyzator tematyki cyfrowej transformacji gospodarki i wpływu technologii na społeczeństwo. Jeden z nielicznych liderów polskiego ekosystemu nowoczesnych technologii o wszechstronnym doświadczeniu na rynku polskim i międzynarodowym.

Związany z branżą IT od 1994 roku. Obecnie działa na rzecz gospodarki cyfrowej jako Członek Rady Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości, wspiera Konfederację Lewiatan i Związek Pracodawców Technologii Cyfrowych Lewiatan. Jest członkiem oraz ekspertem Sektorowej Rady ds. Kompetencji Informatyka, Ambasadorem i Członkiem Kolegium projektu PoLAND of IT Masters.

Polskie Towarzystwo Informatyczne zaliczyło go w 2019 r. do 100 osób o największym wpływie na rozwój kompetencji cyfrowych w Polsce. Jest twórcą studiów transformacji cyfrowej Biznes.AI oraz ekspertem i współpracownikiem Ośrodka analiz i dialogu THINKTANK.

Poprzednio odpowiadał w firmie Intel za rozwój rynku w segmentach Data Center i Internetu Rzeczy w regionie Europy, Bliskiego Wschodu i Afryki, zarządzał zespołem zajmującym się m.in. AI, analityką danych, technologiami chmurowymi, HPC, 5G oraz cyberbezpieczeństwem. Wcześniej był prezesem Intelu w Europie Środkowo-Wschodniej.

Tomasz Klekowski jest absolwentem wydziału Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej oraz INSEAD International Executive Programme.



## Zbigniew Gajewski

Redaktor raportu

Partner w Ośrodku analiz i dialogu THINKTANK, ekspert w zakresie wpływu nowych technologii na biznes i życie społeczne oraz autor raportów i analiz makroekonomicznych. Pracę zawodową zaczynał jako dziennikarz mediów biznesowych, redaktor i wydawca. W latach 2006-2016 pracował w Konfederacji Lewiatan jako dyrektor komunikacji i zastępca dyrektora generalnego. Od 2011 r. współtworzył Europejskie Forum Nowych Idei w Sopocie. Jako dyrektor EFNI kierował programem i organizacją sześciu pierwszych edycji Forum.



ISBN 978-83-63460-46-4



9 788363 46046 4