

Spis treści

Słowo wstępne przewodniczącego Rady Programowej IV KEP	13
Rada Programowa IV KEP	16
RAPORT 1	
POLSKA W OBLICZU TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ	21
1 Transformacja energetyczna w Polsce – kogo dotyczy i kto jest nią zainteresowany?	23
1.1. Wprowadzenie	23
1.2. Europejskie postulaty dotyczące przyszłych systemów energetycznych	25
1.3. Transformacja energetyczna	32
1.4. Popyt na energię elektryczną	35
1.5. Thomas Edison kontra Nikola Tesla – spór ciągle aktualny	36
1.6. Zmiany pokoleniowe i mityczne bezpieczeństwo ciągłości dostaw energii	37
1.7. Energetyka jądrowa w polskim systemie elektroenergetycznym . . .	41
1.8. Bibliografia	44
2 Koncepcja i doktryna elektroprosumeryzmu	47
Wprowadzenie: jak czytać Raport	47
Część I. KONCEPCJA	59
Problem 1: Konflikt „elektroprosumeryzm a historyczna energetyka” w postoiwicieniowym ładzie ustrojowym	61
Problem 2: Triplet y paradygmatyczne: wschodzący TEE i schodzący historycznej energetyki	63
Problem 3: Bilanse energetyczne stanu początkowego A i heurystyka elektroprosumeryzmu (jako stanu końcowego B)	72

Problem 4: Wartość rynków energii w stanie początkowym A i heurystyki ekonomiczne: trajektorii TEE (A→B) oraz elektroprosumeryzmu (stanu końcowego B)	80
Problem 5: Elektroprosumeryzacyjne sieciowe rynki energii elektrycznej i bezsieciowe rynki usług oraz urządzeń	86
Problem 6: Polski punkt startu do TEE	95
Problem 7: Ład ustrojowy jako główna perspektywa mocowania się wschodzącej weryfikacji elektroprosumeryzmu i falsyfikacji przemijającej historycznej energetyki	102
Część II. DOKTRYNA	107
Problem 8: Mnogość kontekstów doktryny elektroprosumeryzmu	109
Problem 9: Doktryna elektroprosumeryzmu zapisana w postaci zorganizowanego zbioru nazw	113
Problem 10: Endogenne środowisko i egzogenne otoczenie TEE w doktrynie elektroprosumeryzmu	116
Problem 11: Przełomowość elektroprosumeryzmu transformacyjnego oraz humanizm posttransformacyjnego	119
Problem 12: Mapa doktryny elektroprosumeryzmu	120
Problem 13: Mechanizmy sprzężeń zwrotnych i instytucje jako fundament odporności	125
Problem 14: Potencjał przełomowych uproszczeń	128
Podręczny słownik zorientowany na doktrynę elektroprosumeryzmu . . .	132
Bibliografia	137

3 Odbiorca przemysłowy – aktywny interesariusz procesu transformacji energetycznej 141

4 Rola i miejsce energetyki konwencjonalnej w procesie transformacji energetycznej 165

4.1. Strategia rozwoju sektora energetyki w kontekście transformacji energetycznej	165
4.2. Rozwój odnawialnych źródeł energii	166
4.3. Zmiana krajowej struktury wytwórczej energii	166
4.4. Sytuacja konwencjonalnych jednostek wytwórczych na paliwa kopalne	167
4.5. Prognoza zapotrzebowania na energię	169

4.6.	Wykorzystanie energii ze źródeł OZE	170
4.7.	Prognoza dotycząca stanu bezpieczeństwa dostarczania energii elektrycznej na lata 2025–2040	171
4.8.	Ocena wystarczalności mocy	172
4.9.	Wymagana dodatkowa moc dyspozycyjna dla utrzymania wskaźników bezpieczeństwa	174
4.10.	Ocena sytuacji w KSE, możliwości zbilansowania mocy podażą ze źródeł konwencjonalnych	175
4.11.	Struktura mocy zainstalowanej w KSE wg PEP2040 (ver. 06.2023)	176
4.12.	Krajowe zapotrzebowanie na moc według Planu Rozwoju PSE	179
4.13.	Uzupełnienie luki mocowej przez energetykę konwencjonalną	180
4.14.	Rola bloków węglowych w transformacji	181
4.15.	Rola bloków gazowych w transformacji	182
4.16.	Warunki bezpiecznej transformacji technologicznej z udziałem energetyki konwencjonalnej	184
5	Czynniki kształtujące poziom cen energii elektrycznej w okresie transformacji	185
5.1.	Wprowadzenie	185
5.2.	Wycena energii elektrycznej na rynku hurtowym (model tzw. „merit order”)	186
5.3.	Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce	187
5.4.	Struktura zużycia energii elektrycznej w Polsce	190
5.5.	Wybrane notowania cen energii elektrycznej na rynku giełdowym w Polsce	191
5.6.	Ceny sprzedaży energii elektrycznej i usług dystrybucyjnych dla odbiorców końcowych	194
5.7.	Czynniki fundamentalne kształtujące ceny energii elektrycznej w Polsce	197
5.8.	Podsumowanie	201
5.9.	Bibliografia	202
6	Polski Program Energetyki Jądrowej vs Transformacja Energetyczna	205
6.1.	Kontekst ogólnoswiatowy	205

6.2.	Wytwarzanie energii elektrycznej w wybranych krajach Europy i Polsce	209
6.3.	Strategia rozwoju energetyki w Polsce	213
6.4.	Uwagi końcowe	217
6.5.	Bibliografia	219
7	Możliwość wykorzystania modularnych reaktorów jądrowych (SMR) w przemyśle i energetyce	221
7.1.	Wstęp	221
7.2.	Rozwój innowacyjnych rozwiązań w zakresie konstrukcji i zastosowania SMR w kontekście transformacji energetycznej w Polsce . . .	222
7.3.	Rola szkolnictwa wyższego i instytutów badawczych w przygotowaniu kadr dla szerokiego wdrożenia SMR w praktyce	224
7.4.	Podsumowanie	227
7.5.	Bibliografia	227
8	Zrównoważona transformacja energetyczna źródeł wytwórczych w systemie elektroenergetycznym Polski	231
8.1.	Wprowadzenie	231
8.2.	Stan źródeł wytwórczych w KSE	233
8.3.	Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce w latach 2021, 2022 i 2023	234
8.4.	Zrównoważona transformacja energetyczna źródeł wytwórczych w KSE	235
8.4.1.	Bezpieczeństwo pracy KSE	235
8.4.2.	Efektywność ekonomiczna analizowanych technologii JWCD i nJWCD	238
8.5.	Proponycja programu zrównoważonej transformacji energetycznej źródeł wytwórczych w KSE	240
8.6.	Podsumowanie	244
8.7.	Bibliografia	246
9	Transformacja energetyczna – nowy model odpowiedzialności za dostawy i bilansowanie energii elektrycznej	249
9.1.	Wprowadzenie	249
9.2.	Uwarunkowania prawne	250

9.3. Przyłączanie OZE	251
9.4. Usługi elastyczności	251
9.5. Lokalne rynki energii	253
9.6. Przyszłość transformacji – niezbędne elementy	254
10 Odnawialne źródła energii – rola w systemie energetycznym, perspektywy i bariery rozwoju	257
10.1. Uwarunkowania społeczne i polityczne roli OZE w zaopatrywaniu w energię	257
10.2. Europejski Zielony Ład w Polsce	260
10.3. Główne bariery rozwoju elektroenergetyki OZE	262
10.4. Postulaty dotyczące polityki elektroenergetycznej Polski	263
10.5. Podsumowanie	266
11 Optymalizacja systemu elektroenergetycznego i ciepłowniczego na następną dekadę	267
11.1. Wstęp	267
11.2. Czysta energia w Polsce w przyszłości	268
11.2.1. Wyniki modelowania	268
11.2.2. Korzyści z kooptymalizacji	270
11.2.3. Najważniejsze wnioski	273
11.3. Optymalizacja indywidualnych sieci ciepłowniczych	274
11.3.1. Modelowanie indywidualnych sieci ciepłowniczych	276
11.4. Wnioski	276
11.5. Metodyka	277
11.5.1. Modelowanie na poziomie kraju	277
11.5.2. Modelowanie indywidualnych systemów	278
12 Neutralność klimatyczna w roku 2050: wnioski z badania możliwości osiągnięcia neutralności klimatycznej wybranych aglomeracji w Polsce	279
12.1. Wstęp	279
12.2. Transformacja na osłonach kontrolnych	280
12.3. Inżynierskie metody opisywania transformacji energetycznej	281
12.4. Efektywność energetyczna – teoria i praktyka	282

12.5. Elektroprosumeryzm – sposób na neutralność klimatyczną Warszawy?	284
12.6. Podsumowanie – aksjomaty transformacji energetycznej	290
12.7. Bibliografia	291
13 Wyzwania stojące przed automatyką systemową i działaniami operatorскими: system elektroenergetyczny o dużym nasyceniu generacją OZE	293
13.1. Wstęp	293
13.2. Opanowanie problemów napięciowych w sieciach SN	294
13.3. Dynamiczna obciążalność linii 110 kV	295
13.4. Redysponowanie i ograniczenia generacji – nieunikniona konieczność	298
13.5. Operacyjne podziały sieci – naturalny element wdrażania elastyczności	300
13.6. Podejście hybrydowe – redysponowanie mocą z jednoczesną rekonfiguracją sieci	301
13.7. Podsumowanie	303
13.8. Bibliografia	303
14 Lokalny wymiar transformacji energetycznej	305
15 Sztuczna inteligencja handlująca energią na rynku dnia następnego	311
15.1. Wstęp	311
15.2. Definicja problemu	313
15.2.1. Rynek energii dnia następnego	313
15.2.2. Prosument	313
15.3. Powiązane badania	314
15.3.1. Stosowane w praktyce uczenie ze wzmocnieniem	314
15.3.2. Handel automatyczny na rynku energii elektrycznej	315
15.4. Symulowane uczenie się przez wzmacnianie on-line z zarejestrowanymi danymi środowiskowymi	316
15.5. Model	317
15.5.1. Proces Decyzyjny Markowa	317
15.5.2. Strategia czarnej skrzynki i jej optymalizacja poprzez uczenie się przez wzmacnianie	318

15.5.3. Strategia porównawcza	319
15.6. Eksperymenty	319
15.7. Wyniki	320
15.8. Podsumowanie	321
15.9. Bibliografia	321
16 Zapewnienie elastyczności sieci elektroenergetycznych z wykorzystaniem nowatorskich technologii informatycznych kluczem skutecznej transformacji energetycznej	327
RAPORT 2	
BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ . . .	331
17 Suwerenność technologiczna kluczowym czynnikiem w systemach bezpieczeństwa Infrastruktury Krytycznej	333
18 Nowoczesne systemy łączności oraz heterogeniczne platformy UAV w aspekcie Systemów Zarządzania Kryzysowego	337
18.1. Wprowadzenie	337
18.2. Nowoczesny system łączności w aspekcie Systemu Zarządzania Kryzysowego	338
18.3. Parametry pracy systemu łączności oraz analiza kanału transmisyjnego	339
18.4. Wykorzystanie UAV jako retranslacyjnych modułów radiowych . .	341
18.5. Heterogeniczna platforma UAV	343
18.6. Zakończenie	346
18.7. Bibliografia	347
19 Sztuczna inteligencja dla bezpieczeństwa infrastruktury energetycznej	349
19.1. Wstęp	349
19.2. Ochrona sieci elektroenergetycznych stwarza liczne wyzwania z kilku głównych powodów	350
19.3. AI wspomaga optymalizację posiadanych zasobów bezpieczeństwa .	351
19.4. AI dla wzmocnienia systemowej odporności sieci elektroenergetycznych	352
19.5. Bibliografia	353

20	Standaryzacja i certyfikacja cyberbezpieczeństwa urządzeń i systemów przemysłowych	355
20.1.	Wprowadzenie	355
20.2.	Certyfikacja cyberbezpieczeństwa urządzeń informatycznych	357
20.3.	Certyfikacja cyberbezpieczeństwa urządzeń przemysłowych	360
20.4.	Podsumowanie	364
21	Główne problemy bezpieczeństwa OT	367
21.1.	Wprowadzenie	367
21.2.	Rekomendowane wymagania bezpieczeństwa dla OT	369
21.3.	Integracja OT w SOC	370
21.4.	Usługi SOC dedykowane dla OT	371
21.5.	Podsumowanie	373
22	Nowoczesne systemy ochrony kolejowej infrastruktury krytycznej	375
22.1.	Wstęp	375
22.2.	Infrastruktura krytyczna	375
22.3.	Ochrona infrastruktury krytycznej	376
22.4.	Kolejowa infrastruktura krytyczna	377
22.5.	Systemy wspomagające ochronę fizyczną infrastruktury kolejowej .	380
22.6.	Systemy wspomagające ochronę techniczną infrastruktury kolejowej	381
22.7.	Systemy wspomagające ochronę osobową infrastruktury kolejowej .	382
22.8.	Systemy wspomagające ochronę teleinformatyczną infrastruktury kolejowej	382
22.9.	Podsumowanie	383
22.10.	Bibliografia	383
23	Roll-out liczników inteligentnych w Polsce w kontekście bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej	385
23.1.	Wstęp	385
23.2.	Kontekst i istota problemu	386
23.3.	Skrzeczająca rzeczywistość przetargów na liczniki SMART	389
23.4.	Rekomendacje	390

23.5. System weryfikacji i dopuszczania do rynku polskiego liczników SMART – propozycja	393
23.6. Podsumowanie	395
23.7. Bibliografia	395
24 Infrastruktura to też ludzie! Bezpieczeństwo pracy elektryków i funkcjonowania urządzeń rozdzielczych	397
25 Bezpieczeństwo komponentów, procesu, infrastruktury w kontek- ście cyberodporności	403
25.1. Wprowadzenie	403
25.2. Przykład środowiska dla dziedzinowych systemów elektroenergetyki i wprowadzenie fundamentalnych elementów cyberbezpieczeństwa .	404
25.2.1. Przykład środowiska dla dziedzinowych systemów elektro- energetyki	405
25.2.2. Monitorowanie i cyberbezpieczeństwo środowiska IED dla IEC 61850	407
25.3. Rozwiązanie zagadnienia monitorowania sieci IEC 61850	411
25.4. Podsumowanie	412
25.5. Bibliografia	413
RAPORT 3	
FOTONIKA – POLSKA SPECJALNOŚĆ W ELEKTRONICE . .	415
26 Fotonika.pl – w którą stronę? Stan obecny i perspektywy rozwoju fotoniki w Polsce	417
26.1. Wprowadzenie	417
26.2. Zaawansowane technologie elektroniki i fotoniki w pryzmacie wy- zwań i zagrożeń współczesnego świata	419
26.3. Mapa centrów fonicznych w Polsce	428
26.4. Diamenty polskiej fotoniki – wybrane obszary kompetencji	429
26.5. Kierunki rozwoju i trendy – podsumowanie spotkań warsztatowych w programie „Fotonika.pl – which way further”	441
26.6. Podsumowanie i kierunki dalszych prac	444
SUPLEMENT	445
0.0	