



KANCELARIA
SENATU

BIURO ANALIZ,
DOKUMENTACJI
I KORESPONDENCJI

Wpływ uruchomienia
elektrowni jądrowej
na otaczający region,
w tym na lokalny rynek pracy,
turystykę, ceny nieruchomości
i środowisko naturalne
– analiza ze szczególnym
uwzględnieniem przypadku
Finlandii

Opinie
i ekspertyzy
OE-401

WARSZAWA 2022

Biuro Analiz, Dokumentacji i Korespondencji zamawia opinie, analizy i ekspertyzy sporządzone przez specjalistów reprezentujących różne punkty widzenia. Wyrażone w materiale opinie odzwierciedlają jedynie poglądy autorów. Korzystanie z opinii i ekspertyz zawartych w tym zbiorze bez zezwolenia Kancelarii Senatu dopuszczalne wyłącznie w ramach dozwolonego użytku w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 2017 r. poz. 880 ze zm.) i z zachowaniem wymogów tam przewidzianych. W pozostałym zakresie korzystanie z opinii i ekspertyz wymaga każdorazowego zezwolenia Kancelarii Senatu.

© Copyright by Kancelaria Senatu, Warszawa 2022

Biuro Analiz, Dokumentacji i Korespondencji
Dyrektor – Agata Karwowska-Sokolowska
tel. 22 694 94 32, fax 22 694 94 28,
e-mail: Agata.Karwowska-Sokolowska@senat.gov.pl

Wicedyrektor – Danuta Antoszkiewicz
tel. 22 694 93 21,
e-mail: Danuta.Antoszkiewicz@senat.gov.pl

Dział Analiz i Opracowań Tematycznych
tel. 22 694 95 33, fax 22 694 94 28
Redaktor prowadzący – Iwona Moskalik-Tyma

Opracowanie graficzno-techniczne
Centrum Informacyjne Senatu
Dział Wydawniczy

Kancelaria Senatu
maj 2022

Prof. dr hab. Jan Popczyk¹
Dr inż. Krzysztof Bodzek²
Politechnika Śląska w Gliwicach

Wpływ uruchomienia elektrowni jądrowej na otaczający region, w tym na lokalny rynek pracy, turystykę, ceny nieruchomości i środowisko naturalne – analiza ze szczególnym uwzględnieniem przypadku Finlandii

A. Rynki elektroprosumeryzmu, społeczna gospodarka rynkowa i kryzysowa odporność elektroprosumencka vs paramilitarna energetyka jądrowa³ i wielkoskalowa energetyka korporacyjna paliw kopalnych ogólnie – WEK-PK(iEJ) – oraz bezpieczeństwo energetyczne (stanowiące produkt polityczno-korporacyjnej polityki energetycznej⁴, którą w Polsce jest aktualna polityka PEP2040)

1. Trójkąt relacji. Przedmiotowa ekspertyza – dotycząca wpływu uruchomienia elektrowni jądrowej na otaczający region w zawężonej perspektywie wyizolowanych problemów – powinna się rozpoczynać od charakterystyki relacji w trójkącie: **przedmiot ekspertyzy** (podstawowo

-
- 1 Autor części A-C, Zakończenie/Wnioski – współautorstwo.
 - 2 Autor części D-E, Zakończenie/Wnioski – współautorstwo.
 - 3 Energetyka wymagająca odrębnych regulacji prawnych, wyłączających ją w dużym stopniu z obszaru gospodarki rynkowej, ograniczających społeczny dostęp do informacji jawnych, włączających tę energetykę w obszar bezpieczeństwa militarnego i wreszcie w obszar obniżonej odporności kryzysowej na ataki terrorystyczne (w tym cyberataki) całego systemu KSE (Krajowy System Elektroenergetyczny).
 - 4 Polityczno-korporacyjna polityka energetyczna – polityka zdominowana przez państwo i korporacje na rynkach paliw kopalnych, ograniczająca działanie mechanizmów rynkowych, zdominowana przez paradygmat skali (zarówno w wymiarze technologicznym jak i biznesowym), blokująca transformację energetyczną w kierunku społecznej gospodarki rynkowej.

mikroekonomia, ale poprzez środowisko naturalne wyjście nieuchronnie również na makroekonomię) – **transformacja energetyki** (z bezpieczeństwem energetycznym jako kluczową kategorią makroekonomiczną) – **energetyka jądrowa** (w tym wypadku najważniejszy jest jej paramilitarny charakter). To wymaganie podkreśla się tu, bo chociaż powinno ono być obecne zawsze w wypadku analiz inwestycyjnych (rozwojowych) dotyczących energetyki jądrowej (czyli przez ostatnie siedem dekad, od początku lat pięćdziesiątych XX w.), to dotychczas rzadko było ono respektowane. I w ten sposób kształtowany był największy (pierwszy) błąd poznawczy całej wielkoskalowej energetyki korporacyjnej paliw kopalnych, w tym jądrowych – akronim WEK-PK(iEJ) – a nie tylko elektroenergetyki.

2. Pierwszy błąd poznawczy energetyki WEK-PK(iEJ) i ustrojowy zwrot cywilizacyjny. Pierwszy błąd poznawczy energetyki, z jego dominującą składową powiązaną z paramilitarnym charakterem energetyki jądrowej (p. 1), w marcu 2022 r. wpisuje się w wymiary humanitarny, polityczny i gospodarczy rzeczywistości zmienionej napaścią rosyjską na Ukrainę. W dramatyczny sposób dokonał się ustrojowy zwrot cywilizacyjny: demokracja (gospodarka rynkowa) vs autorytaryzm (ale także wspomagany politycznie korporacjonizm). Świadomość tego faktu nie powinna pozostawiać żadnej przestrzeni do kontynuacji dotychczasowego chaosu metodologicznego obciążającego polityczne decyzje inwestycyjne dotyczące energetyki jądrowej. A są to zawsze decyzje mające ukryte źródło w bieżących partykularnych interesach politycznych (rozciągających się niestety także na konkretne obszary interesów polityczno-korporacyjnych, takie na przykład jak unijna taksonomia zrównoważonych inwestycji). W szczególności są to decyzje co najmniej osłabiające demokratyczny porządek ustrojowy w postaci konkurencji gospodarczej z jednej strony, a z drugiej naruszające fundamentalne podstawy fizyki (w tym, takie jak drugie prawo termodynamiki, analiza entropijna i egzergetyczna, koszt termo- i elektro-ekologiczny).

3. Rozwój energetyki jądrowej za „żelazną kurtyną”. Trójkąt relacji nabiera wspólnie – w świetle napaści Rosji na Ukrainę – całkowicie nowego znaczenia w kontekście transformacji energetycznej. Przede wszystkim trójkąt ten domaga się na nowo analizy historii rozwoju energetyki jądrowej za „żelazną kurtyną”. Mianowicie, kontynuacja dotychczasowego postrzegania tej historii, obciążonego błędami poznawczymi, jest absolutnie niedopuszczalna. W tym kontekście trzeba pamiętać, że była to historia prowadzonej metodycznie wielkomocarstwowej polityki ZSRR na rzecz wykorzystania energetyki jądrowej do całkowitego uzależnienia krajów RWPG w zakresie bezpieczeństwa energetycznego.

Rezultatem był system elektroenergetyczny Pokój – obejmujący Ukrainę i kraje RWPG – wysycony w największym stopniu na całym świecie (względem potencjału gospodarczego tego obszaru) elektrowniami jądrowymi, powiązanymi „najsilniejszą” (absolutnie nieproporcjonalną do potencjału gospodarczego) siecią 750 kV.

4. Energetyka jądrowa – mikroekonomia – i makroekonomia (I). Skutki polityki ZSRR na rzecz wykorzystania energetyki jądrowej do uzależnienia krajów RWPG w zakresie bezpieczeństwa energetycznego są obecnie widoczne w szczególności na przykładzie Węgier, gdzie Elektrownia Jądrowa (EJ) Paks ma udział wynoszący ponad 50% w pokryciu całkowitego zapotrzebowania i gdzie buduje się EJ Paks II. Na przeciwnym biegunie doświadczeń węgierskich jest Polska, która w ramach PURE (pierwszej ustrojowej reformy elektroenergetyki), zrealizowanej w latach 1990-1995, ukierunkowanej na odłączenie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE), wraz z systemami elektroenergetycznymi Republiki Czeskiej, Słowacji i Węgier, od systemu Pokój zdecydowała się na odstąpienie od budowy EJ Żarnowiec (w ponad połowie już zbudowanej). Decyzja ta – chociaż bardzo kontrowersyjna w ówczesnym okresie 1990-1992, kiedy była podejmowana, i kiedy oznaczała koszty osierocone wynoszące ponad 1 mld \$ (ówczesnej wartości dolara) – w ocenie autora była słuszna. I oznacza, że niedopuszczalne jest w obecnej perspektywie kontynuowanie polityki energetycznej PEP2040 ukierunkowanej na polskie inwestycje w energetyce jądrowej, wykraczające poza polskie potrzeby gospodarcze i poza polskie możliwości rynków kapitałowych, w dodatku realizowane przy całkowitym braku polskich kompetencji. Jest jasne, że po odstąpieniu od budowy EJ Żarnowiec w ramach PURE jest obecnie konieczne po raz drugi odstąpienie przez Polskę od polityki rozwoju energetyki jądrowej. Tym razem to odstąpienie powinno nastąpić w ramach realizacji transformacji TETIP2050 (transformacji energetyki w trybie innowacji przełomowej 2050)⁵, oznaczającej transformację do rynków elektroprosumeryzmu.

5 Transformacja energetyki w trybie innowacji przełomowej, czyli transformacja polegająca na restrukturyzacji energetyki WEK-PK i zastąpieniu jej trzech koncesjonowanych, schodzących rynków końcowych energii (energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych) będących (na mocy koncesji) własnością energetyki WEK-PK czterema wschodzącymi, konkurencyjnymi rynkami elektroprosumeryzmu zdobytymi (wytworzonymi) przez pretendenta (głównie sektor MMSP) w odpowiedzi na potrzeby prosumentów, mianowicie dwoma „sieciovymi” rynkami napędowej energii elektrycznej OZE (podlegającymi ogólnym regulacjom konkurencji) oraz dwoma rynkami „bezsieciovymi”, czyli rynkiem urządzeń (systemów, technologii) i rynkiem usług.

5. Energetyka jądrowa – mikroekonomia – i makroekonomia (II). Pożyteczne jest prześledzenie skutków na ścieżkach mikroekonomii i makroekonomii w kontekście decyzji rozwojowych dotyczących energetyki w czasach przełomów technologicznych na bardzo charakterystycznym przykładzie dwóch państw europejskich rozdzielonych żelazną kurtyną, którymi są Bułgaria i Dania (kraje o podobnej liczbie ludności: 6,8 i 5,8 mln, odpowiednio). Bułgaria (a dokładniej to ZSRR) w latach 1974 do 1993 zbudowała w trzech etapach EJ Kozłoduj o łącznej mocy 3760 (2x440 + 2x440 + 2x1000) MW. Elektrownia zdominowała, łącznie z elektrowniami na węgiel brunatny (odpowiednio 35% i 55% produkcji energii elektrycznej) całą elektroenergetykę i całą gospodarkę bułgarską, stając się jednym z głównych hamulców rozwoju (bardzo wysoka elektrochłonność gospodarki; niewydolny rynek energii elektrycznej: korupcja sektorowa; niskie ceny, a przy tym masowa skala kradzieży energii elektrycznej). Dania w tym samym czasie poszła inną drogą. Vestas, firma kowalska (utworzona w 1898 r. pod inną nazwą) w 1979 r. produkuje, sprzedaje i instaluje pierwszą elektrownię wiatrową i staje się największą światową firmą technologiczną w obszarze energetyki wiatrowej (ten prymat utrzymuje aż do 2020 r.). Jednocześnie cały kraj transformuje się do elektroprosumeryzmu (mimo, że tak nie nazywa tej transformacji). Mianowicie, już w 2019/2020 r. udział produkcji wiatrowej wynosi w Dani ponad 50% rocznego zapotrzebowania, jednocześnie cały kraj wchodzi na trajektorię transformacyjną z coraz dłuższymi okresami przewagi produkcji wiatrowej nad całkowitym zapotrzebowaniem na energię elektryczną. I bardzo dynamicznie wchodzi w procesy elektryfikacji ciepłownictwa (po wcześniejszej pasywizacji budownictwa) oraz elektryfikacji transportu.

6. Potrzeba wygaszenia energetyki WEK-PK(iEJ). Napaść Rosji na Ukrainę do historycznej odsłony wykorzystania energetyki jądrowej na rzecz autorytarne uzależniania krajów satelickich (RWPG) dodaje odsłonę w postaci „strategii” autorytarne państwa (Rosji) na rzecz uzależnienia całej Europy od gazu ziemnego, ropy naftowej i węgla. Ponadto każe demokratycznemu światu (głównie społeczeństwom, które tak czy owak będą ponosić konsekwencje) zastanowić się jeszcze raz nad transformacją TETIP2050, nad prawdziwym uniezależnieniem się od paliw kopalnych. Tabela 1 pokazuje jednoznacznie, że neutralność klimatyczna – całkowite wygaszenie energetyki WEK-PK(iEJ) – nie jest tylko problemem klimatycznym. Jest także problemem „być albo nie być” całego demokratycznego świata, zbudowania na czas kryzysu odporności elektroprosumenckiej (w ramach społecznej gospodarki rynkowej).

Tab. 1. Struktura regionalna globalnych zasobów prognostycznych paliw kopalnych (%)⁶

Lp.	Kraj	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Ropa naftowa
1	Rosja	20	30	5
2	USA	40	5*	5*
3	Chiny	30	(-)	(-)
4	Iran	(-)	15	10
5	Arabia Saudyjska	(-)	(-)	25
6	Katar	(-)	15	(-)
7	Zjednoczone Emiraty Arabskie	(-)	5	10
8	Kuwejt	(-)	(-)	10
9	Irak	(-)	(-)	10
10	Wenezuela	(-)	(-)	10
11	Razem	90	70	85

*Gaz ziemny łącznie z gazem łupkowym, i odpowiednio ropą naftową w złożach konwencjonalnych łącznie z ropą w formacjach łupkowych.

7. Z kolei tabela 2 daje obraz globalnej nierównowagi w zakresie zużycia energii elektrycznej w kontekście skalowania ludnościowego. Ta nierównowaga stała się już soczewką skupiającą problemy społeczne związane z (globalnym) celem polityki klimatycznej, którym jest neutralność klimatyczna 2050.

Tab. 2. Produkcja energii elektrycznej na świecie 2019 (2020)

	świat	Chiny	USA	UE	Polska	„reszta” świata
	ludność, mld					
	7,8	1,4	0,33	0,45	0,038	5,6
	roczna produkcja energii elektrycznej					
tys. TWh	26	7,5	4,1	3,8	0,17	10,4
%	100	29,0	15,8	14,6	0,6	40,0
MWh na mieszkańca	3,3	5,4	12,4	8,4	4,5	1,9

6 Tabele w częściach A – C są opracowaniem własnym autora.

Mocno ujawniło się to na Konferencji COP 26 (Glasgow, 2021). W tym kontekście – dla dopełnienia obrazu wynikającego z tabeli 2 – trzeba dodać, że w „reszcie” świata, co najmniej 1 mld mieszkańców jest ciągle jeszcze całkowicie pozbawiony dostępu do energii elektrycznej. Warto odnotowania jest fakt, że w Polsce roczna produkcja energii na mieszkańca jest zbliżona do średniej światowej. Niewielka nadwyżka zapewnia Polsce wielowymiarowy komfort bezpieczeństwa realizacji transformacji energetycznej do elektroprosumeryzmu i umożliwi korzyści wizerunkowe w kontekście budowania polskiej pozycji międzynarodowej.

Pocovidowa i powojenna energetyczna perspektywa transformacyjna

8. Globalna (systemowa) sprawność energetyczna (koszt termoeologiczny) elektrowni jądrowej. Systemowa sprawność energetyczna istniejących elektrowni jądrowych wynosi 1,73%; w wypadku elektrowni jądrowych Gen III + jest to 2,93%; w wypadku elektrowni węglowych w Polsce jest to 25,64%. Koszt termoeologiczny (w MJ*/MJ_{el}) to 58,39 – 34,13 – 3,90, odpowiednio⁷. Do tych danych trzeba dodać jeden komentarz i jedno uzupełnienie.

9. Ślad węglowy elektrowni węglowych oraz gazowych i drugi błąd poznawczy. Komentarz (p. 8) jest związany z faktem, że w wypadku elektrowni węglowych przytoczone dane nie uwzględniają straty około 60% zasobów geologicznych węgla związanej ze sposobem jego wydobycia (takie straty są charakterystyczne dla metod wydobycia realizowanych w polskich kopalniach). Energia chemiczna w straconych złożach nie jest utracona. Dlatego nie wchodzi do bilansu energetycznego zasobów wykorzystanych. Jednak z punktu widzenia zasobów energetycznych jest, przy obecnym poziomie technologicznym wydobycia węgla, raz na zawsze utracona. Poziomu tego nie da się zmienić ze względu na wyższą konkurencyjność technologii OZE dopełnionych (przy pełnym poszanowaniu paradygmatu energetycznego) sposobami użytkowania energii elektrycznej, technologiami zasobnikowymi (bardzo zróżnicowanymi) i technologiami wodorowymi (w szczególności poza wodorowymi zasobnikowymi). Uzupełnienie dotyczy z kolei gazu ziemnego, jego śladu węglowego. Otóż ślad ten, w przypadku transportu gazu do europejskich (unijnych) elektrowni gazowych transkontynentalnymi

⁷ Źródło danych: Wojciech Stanek. *Analiza energetyczna w teorii i praktyce. Monografia*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2016, w szczególności s. 259.

gazociągami azjatycko-europejskimi⁸ jest dla elektrowni węglowych i gazowych porównywalny. W tym miejscu dochodzi się do drugiego wielkiego błędu poznawczego energetyki WEK-PK(iEJ).

10. Unijna taksonomia inwestycji zrównoważonych. Błędy poznawcze – pierwszy (p. 1) i drugi (p. 9) – mają wielkie praktyczne znaczenie dla Polski. Wynika to z faktu, że unijna taksonomia inwestycji zrównoważonych całkowicie je pomija, co oznacza, że politycy unijni sprzeniewierają się podstawom fundamentalnym transformacji energetycznej, wspierają natomiast interesy własne i korporacji energetycznych WEK-PK(iEJ) zasiedziały na rynkach pierwotnych paliw kopalnych (w tym jądrowych) oraz na rynkach końcowych energii (elektrycznej, ciepła i paliw transportowych). Znajduje to wyraz we wprowadzeniu (w sposób mało przejrzysty) do taksonomii inwestycji w postaci elektrowni jądrowych, a przejściowo także gazowych. Wynika to także z dominacji technologii wodorowych nad technologiami biogazowymi w dekarbonizacji gazu ziemnego.

11. Polska szansa. Polega ona na wykorzystaniu podstaw fundamentalnych transformacji TETIP2050 na rzecz ponownego (tak jak to było w latach 1990–1995 w ramach PURE) włączenia się Polski do głównego nurtu unijnej transformacji energetycznej, tym razem na rzecz neutralności klimatycznej 2050, budowy Europejskiego Zielonego Ładu i kryzysowej oddolnej odporności elektroprosumenckiej w ramach społecznej gospodarki rynkowej. Polskim wkładem w transformację energetyczną UE (przynoszącym korzyść społeczeństwu unijnemu, chociaż nie politykom i nie korporacjom energetycznym) byłyby propozycje zmian w taksonomii (dobrze uzasadnione, i rozważnie zaproponowane), w tym takie na przykład jak wykorzystanie agregatów dieslowskich awaryjnego zasilania jako powszechnego (choć przejściowego) zasobu na oddolnych (lokalnych) rynkach technicznych (bilansująco-regulacyjnych) dla zwiększenia kryzysowej odporności elektroprosumenckiej z jednej strony, a z drugiej dla zdynamizowania oddolnej trajektorii transformacyjnej do elektroprosumeryzmu. Z kolei specyficznie polską korzyścią powinna być możliwość przejściowego (bezinwestycyjnego) wykorzystania istniejących zasobów energetyki węglowej jako alternatywy dla inwestycji w źródła gazowe energii elektrycznej na rynku technicznym (regulacyjno-bilansującym) potrzebnym do zwiększenia efektywności zasady ZWZ-KSE i optymalizacji rekonfiguracji KSE (równoważenia rynkowego trajektorii: wschodzącej i schodzącej).

12. Mapa transformacji TETIP2050. Mapę tę w strategicznym wymiarze przedstawia tabela 3. Jej znaczenie polega na tym, że z jednej

8 W tym przypadku straty gazu (bez jego spalania) wynoszą w transporcie 3–5 .

strony „inwentaryzuje” ona całą złożoność (kompleksowość) transformacji TETIP2050 konieczną w procesie przekraczania barier dziedzinowych (to w nauce) oraz sektorowych (w praktyce) na etapie tworzenia jej (transformacji) koncepcji, na którym musi dojść do przełomowej rekonfiguracji kompetencji.

Tab. 3. Mapa transformacji TETIP2050

KONCEPCJA TETIP triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego		
WSCHODZĄCE RYNKI ELEKTROPROSUMERYZMU rynk konkurencyjne i ekonomia współdzielenia		
Prawo elektryczne	budowa odporności elektroprosumenckiej	społeczna gospodarka rynkowa
SCHODZĄCE RYNKI PIERWOTNE I KOŃCOWE ENERGII reforma DURE – druga ustrojowa reforma elektroenergetyki		
rekonfiguracja KSE	kontrolowane wygaszanie paliw kopalnych i sektorów WEK-PK(iEJ)	

Z drugiej strony, po rekonfiguracji koncepcji musi dojść do ustabilizowania się segmentacji planów (praktycznych) realizacji transformacji TETIP2050, która będzie całkowicie odmienna od segmentacji sektorowej energetyki WEK-PK(iEJ). Jednak segmentacja ta nie może odtwarzać silosowości (branżowości) sektorowej energetyki WEK-PK(iEJ). Czyli każdy segment całego planu realizacyjnego transformacji TETIP2050 musi dążyć do swojej specjalizacji bez utraty zrozumienia złożoności całej transformacji (por. część C).

13. Jest też poważniejszy problem związany z inwestycjami w energetykę jądrową na współczesnym etapie transformacji energetyki WEK-PK(iEJ) w świecie, o znaczeniu fundamentalnym, na razie dającym się jeszcze „ulożować” w przestrzeni tripletu paradygmatycznego transformacji TETIP (obejmującego paradygmaty: elektroprosumencki, egzergetyczny i wirtualizacyjny⁹). Otóż transformacja TETIP (mapa – tab. 3) wymaga na etapie jej realizacji przez trzy kolejne dekady

9 Popczyk J. Ustawa o dostępie do informacji – początek Prawa elektrycznego. „Energetyka” 2021, nr 10, Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu nr 2(3)/2021.

powiązania: **kreacjonizmu** (m.in.: rządowa reforma DURE¹⁰; senacka ustawa Prawo elektryczne¹¹), **ewolucjonizmu** (m.in.: sprawnie działających rynków elektroprosumeryzmu; także zrównoważonej trajektorii rekonfiguracji KSE dokonującej się pod wpływem dwóch porządków ustrojowych zapisanych we wschodzącym Prawie elektrycznym i schodzącym Prawie energetycznym) i **sztucznej inteligencji** (stabilizującej równowagę między **ewolucjonizmem i kreacjonizmem**). Powiązanie to jest warunkiem skutecznej (efektywnej) budowy kryzysowej odporności elektroprosumenckiej na całej trajektorii transformacji TETIP (A→B), gdzie A i B są punktami początkowym i końcowym trajektorii. W tym kontekście obniżona odporność kryzysowa energetyki jądrowej na cyberataki oraz podatność systemu elektroenergetycznego (KSE i systemu europejskiego) z elektrowniami jądrowymi na black out-y spowodowane utratą systemowej stabilności dynamicznej na skutek cyberataków na strukturę sieciową dyskwalifikuje tę energetykę jako racjonalne rozwiązanie. Drugą przyczyną, która dyskwalifikuje energetykę jądrową jest fakt, że nie jest ona zdolna już uczestniczyć w konkurencji (na ścieżce ewolucjonizmu) o przyszłość (o rynki elektroprosumeryzmu). Decyduje o tym fakt utraty przez nią w sposób ostateczny zdolności do reprodukcji, i tym samym zdolności do konkurencji z nowymi, elektroprosumenckimi technologiami i rozwiązaniami biznesowymi. Powodem jest ekstremalnie długi czas życia bloków jądrowych, i wielokrotnie dłuższy czas „dopalania” się paliwa jądrowego po jego wykorzystaniu w reaktorze. Z kolei czas życia technologii elektroprosumenckich unifikuje się bardzo szybko z czasem życia technologii w pozostałych obszarach gospodarki, co zapewnia im bardzo dużą reprodukcyjność i konkurencyjność względem całej energetyki WEK-PK(iEJ). To spostrzeżenie ma bardzo istotny walor heurystyczny w kontekście pytania, która strategia wygra: ta kryjąca się w zapisach polityki PEP2040, czy w koncepcji TETIP do elektroprosumeryzmu?

10 Druga Ustrojowa Reforma Elektroenergetyki - Jest to reforma, która ma zapewnić, na całej trajektorii A→B transformacji TETIP (w ciągu trzech dekad), wygaszenie podsektora wytwórczego WEK-PK oraz rekonfigurację sieciową i rynków technicznych KSE zapewniającą pełną odporność elektroprosumencką Polski w stanie B (2050). Popczyk J., DRUGA USTROJOWA REFORMA ELEKTROENERGETYKI – główny filar transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu. „Energetyka” 2021, nr 4, Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu nr 1(2)/2021.

11 Ustawa będąca przedmiotem prac Parlamentarnego Zespołu ds. Prawa elektrycznego.

B. Cywilizacyjna potrzeba przyspieszenia politycznej rewizji roli paramilitarnej energetyki jądrowej stanowiącej ekstraordynaryjną część całej energetyki WEK-PK(iEJ)

14. Napaść rosyjska na Ukrainę i koniec szlachetności energetyki jądrowej. Nikt nie jest w stanie odpowiedzieć jakie przepływy finansowe istniały między przemysłem zbrojeniowym w okresie zimnej wojny (i później również) oraz dynamicznym rozwojem energetyki jądrowej napędzanym niskimi cenami energii elektrycznej z elektrowni jądrowych. Jest natomiast pewne, że te niskie ceny i idący za nimi dynamiczny rozwój energetyki jądrowej był potrzebny politykom po obydwu stronach żelaznej kurtyny jako listek figowy zasłaniający rzeczywistość biznesową (ekonomiczną, „geopolityczną”) jądrowego przemysłu zbrojeniowego (rozwoju energetycznych technologii jądrowych) i do osłabiania sprzeciwu społecznego skierowanego przeciwko zbrojeniom jądrowym. Aktualna „dyskusja” między globalnymi graczami w pięciokacie Wielkich: Chiny – Japonia – Francja – USA – Wielka Brytania (skoncentrowana na przyszłości rozpoczętych inwestycji w energetyce jądrowej w Wielkiej Brytanii) i trzy projekty szóstego Wielkiego – Rosji – pokazuje, że problem nie przestał istnieć. Ale pokazuje też, że w całkowicie nowym środowisku transformacji energetycznej energetyka jądrowa fałszywej nieskazitelności nie zachowa, i – według autora – musi odejść.

Zmaganie się Wielkich w Europie (2020)

15. Kto ma dopłacać do elektrowni jądrowych? W toczącej się bardzo aktywnej dyskusji w pięciokacie Wielkich (Wielka Brytania, Francja, Chiny, USA, Japonia) jednym z wątków jest pytanie, który podatnik ma płacić za nowe inwestycje i rewitalizację istniejących zasobów EJ w Wielkiej Brytanii: brytyjski (który będzie musiał kupować w Wielkiej Brytanii energię elektryczną na podstawie regulacji państwowych, tę której na rynku absolutnie się nie da sprzedać), czy francuski (który będzie musiał finansować nieefektywność francuskiego biznesu jądrowego realizowanego przez Orano (Areva po bankructwie) – firmę w grupie EDF – za pomocą subsydiowania skrośnego na francuskim rynku energii elektrycznej.

16. Globalny impas polityczno-korporacyjny energetycznego biznesu jądrowego (strategia uporczywego kreowania przez ten biznes głównego błędu poznawczego energetyki jądrowej). Inny wątek, to

taki: Chiny i Japonia walczą o rynek Wielkiej Brytanii, aby wejść na ten rynek ze swoimi technologiami (wypchnąć blok francuski EPR1600). Z kolei Wielka Brytania chce się wycofać ze zobowiązań rządowych, zwłaszcza związanych z flagowym projektem Hinkley Point C (2 francuskie bloki EPR1600). USA chce wejść z amerykańskim blokiem AP1000, ewentualnie z modułowym blokiem NuScale720 (12 modułów po 60 MW). „Strategia” związana z blokami EPR1600 trwa od 2005 r. (początek budowy EJ Olkiluoto 3 w Finlandii), ale też jest związany z budową EJ Flamanville 3 we Francji rozpoczętą w 2007 r. W tym ostatnim wypadku blok 1650 MW miał kosztować 4 mld € i wejść do eksploatacji w 2013 r. Obecnie wiadomo, że będzie kosztował ponad 12 mld €, a termin wejścia do eksploatacji jest już przesunięty na 2022 r. Praktycznie „bliźniaczą” historię ma EJ Olkiluoto 3.

17. Rosyjskie projekty inwestycyjne w energetykę jądrową w Europie. W wypadku Europy Wschodniej i Środkowej trzeba dodać niemoc wokół flagowych projektów szóstego Wielkiego – Rosji. Jest to przede wszystkim Bałtycka Elektrownia Atomowa w Kaliningradzie z dwoma blokami VVER-1200. Jej budowa zaczęła się w 2010 r., a przerwana została w 2013 r. (powód – brak perspektyw sprzedaży energii elektrycznej z EJ w Rejonie Morza Bałtyckiego). Drugim projektem Rosji jest Białoruska Elektrownia Jądrowa z dwoma blokami VVER-1200; pierwszy został uruchomiony w 2020 r, i do tej pory boryka się z awariami, drugi ma być uruchomiony w 2022 r. Głównym problemem praktycznym (oprócz innych) znowu jest załamanie się „prognoz” zapotrzebowania na energię elektryczną: oczekiwanie Białorusi, że energię elektryczną kupią sąsiednie kraje (Litwa, Polska) okazało się bezpodstawne, a recesja w gospodarce białoruskiej zmniejszyła dodatkowo zapotrzebowanie wewnętrzne. Trzeci projekt, to dwa bloki VVER-1200 w Elektrowni Jądrowej Paks II na Węgrzech. Tajna początkowo umowa między rządami Węgier i Rosji na budowę elektrowni została podpisana w 2014 r. Zgodnie z umową pierwszy blok miał być uruchomiony w 2024 r., drugi w 2025 r. Koszt dwóch bloków miał wynosić 12 mld €, a rosyjski kredyt 10 mld €. W kolejnych latach zaczęły pojawiać się trudności. Mianowicie, projekt został zawieszony na 22 miesiące w związku z kontrolami unijnymi. Dlatego Węgierski Urząd Energii Atomowej wydał licencję na budowę dopiero na początku 2017 r. Na początku 2019 r. umowa została wprawdzie opublikowana (po zaskarżeniu do sądu jej utajnienia przez opozycyjnego europosła, ale z pominięciem wielu zapisów dotyczących kar umownych). „Uroczyste” (w atmosferze sukcesu) rozpoczęcie budowy nastąpiło dopiero 20 czerwca 2020 roku. To oznacza, że utrzymanie pierwotnych terminów uruchomienia bloków jest nierealne. Tak samo

jak i pierwotnie „zakładanych” nakładów inwestycyjnych. Dlatego nie da się dalej podtrzymywać legendy o „taniej” energii elektrycznej dla gospodarki węgierskiej z EJ Paks II. Przeciwnie, gospodarka węgierska stanie się w wolnym świecie czterech rynków elektroprosumeryzmu¹² „zakładnikiem” Elektrowni Paks II.

Technologie wodorowe vs technologie jądrowe

18. Odrębną sprawą są mini- i małe źródła jądrowe (kilkadziesiąt do około 300 MW) do zastosowań w specjalnych segmentach cywilnych (poza wojskowymi), np. w międzykontynentalnym transporcie morskim. W tym wypadku muszą one jednak wygrać w nadchodzącej dekadzie konkurencję z technologiami wodorowymi. Wynik jest jednak praktycznie przesądzony. Decyduje o tym postęp w obszarze turbin wodorowych zapewniających im przewagę konkurencyjną w lotnictwie międzykontynentalnym. Czyli poza segmentem technologicznie znacznie „trudniejszym” od podstawowego, którym są technologie wodorowe masowego zastosowania, z dwoma przemianami fazowymi: źródło OZE – ogniwo paliwowe – napęd elektryczny.

Polska perspektywa sieciowo-systemowa (KSE) energetyki jądrowej

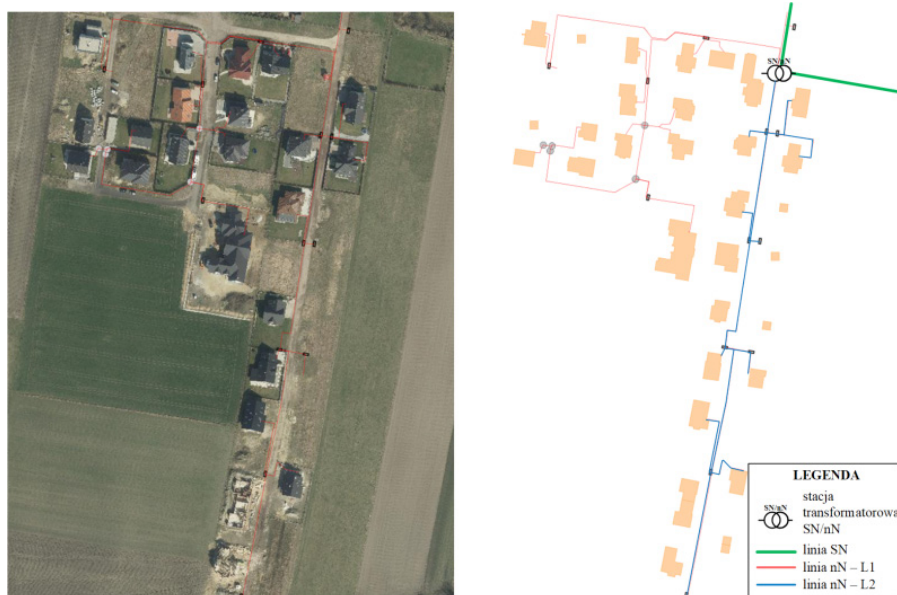
19. **Brak konkurencyjności wielkoskalowych elektrowni jądrowych na rynkach elektroprosumeryzmu.** Realizacja polskiego programu rządowego rozwoju EJ z 2009 r., wpisanego do polityki energetycznej PEP2030 i podtrzymywanego w kolejnych wersjach „testowych” polityki PEP 2040 (6 bloków o mocy jednostkowej 1000-1600 MW) – gdyby nastąpiła – zablokowałaby całkowicie sens transformacji TETIP. Temu programowi musiałyby bowiem być podporządkowany szybki, kosztowny i silnie ingerujący w środowisko naturalne rozwój sieci przesyłowych 400 kV i rozdzielczych 110 kV, a także podtrzymane musiałyby być zdolności „importowe” energii elektrycznej z elektrowni jądrowych

12 Rynek EP(1)– rynek energii elektrycznej 1 (RCR); rynek EP(2)– bezsieciowy rynek urządzeń (technologii, materiałów, produktów, ...); rynek EP(3)– bezsieciowy rynek usług (projektowych, instalacyjnych, serwisowych, innych, a także usług związanych z obsługą modeli biznesowych spółdzielczych, klastrowych, deweloperskich, franczyzowych, outsourcingowych, innych); rynek EP(4) – rynek energii elektrycznej 2 (offshore). Popczyk J., Cztery rynki elektroprosumeryzmu. Odpowiedź na strukturalny kryzys 2020 (ścianę rodzącą energetyczny przełom), wyzwanie i szansa 2050. „Energetyka” 2020, nr 11, Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu nr 1/2020, s. 584–597.

w strefę sieci rozdzielczych średniego i niskiego napięcia – sieci SN, nN. Czyli nadrzędne stałyby się inwestycje polityczne całkowicie sprzeczne z rynkiem oraz fundamentalnymi prawami społecznymi i fizycznymi (paradygmaty elektroprosumeryzmu: prosumencki, egzergetyczny, wirtualizacyjny)¹³.

Brak miejsca dla elektrowni jądrowych w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym

20. Czterdzieści tysięcy sołectw na pewno nie potrzebuje energetyki jądrowej. W nowej sytuacji (w środowisku transformacji TETIP) trzeba zadać sobie pytanie, dlaczego sołtysa w sołectwie (rys. 1) zamieszkałym przez mniej niż 1000 mieszkańców (jest ich w Polsce prawie 40 tys.) ma niepokoić ile mieszkańcy sołectwa będą musieli płacić za energię elektryczną kupowaną pod przymusem z elektrowni jądrowych dostępnych za dwadzieścia, trzydzieści lat, i jakie utracą szanse rozwoju lokalnego, jeśli tenże sołtys może już w 2022 r. zorganizować społeczność sołectwa tak, że będzie mogła w ciągu kilku lat odłączyć się całkowicie od KSE.

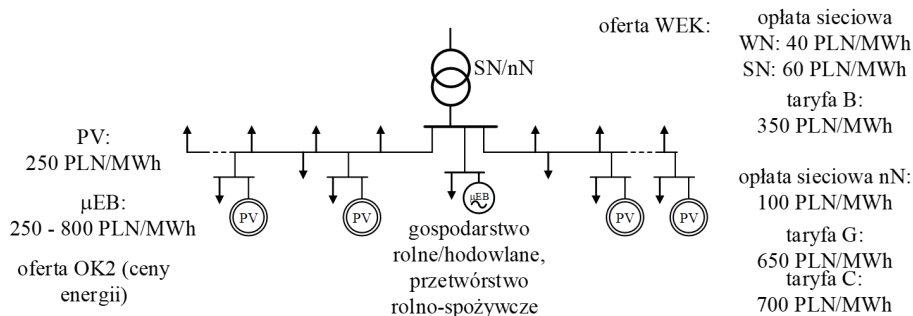


Rys. 1. Wizualizacja sołectwa, planu zabudowy i sieci elektroenergetycznej¹⁴

13 Popczyk J.: Transformacja Energetyki. Paradygmatyczny triplet i mapa oraz trajektoria, Część 1 i 2. Śląskie wiadomości Elektryczne, nr 5/2018, <https://ppte2050.pl/>; Część 3. Śląskie wiadomości Elektryczne, nr 1/2019, <https://ppte2050.pl/>.

14 Rysunki w częściach A–B są opracowaniem własnym autora.

21. Co jest potrzebne sołectwu? Wynika to ze schematu sieci nN przedstawionego na rys. 2. Mianowicie, każde z 40 tys. sołectw może bardzo szybko, w ciągu kilku lat, osiągnąć na trajektorii on/off grid pełną autonomizację względem KSE. W tym celu w pełni wystarczy, że zaczną instalować dachowe źródła PV, a jedno z gospodarstw wybuduje mikro-elektrownię biogazową utylizacyjną off grid klasy 10 do 50 kW, z zasobnikiem biogazu (o takiej zdolności magazynowej jaka będzie potrzebna). Wszystkie polskie sołectwa mogą się autonomizować względem KSE do 2035 r. (p. 34). Czyli elektrownie jądrowe nie będą im potrzebne wcześniej niż pierwsza z nich zostanie przekazana do eksploatacji (choćby tylko w polityce energetycznej PEP2040, bo w rzeczywistości jest to nieosiągalne).

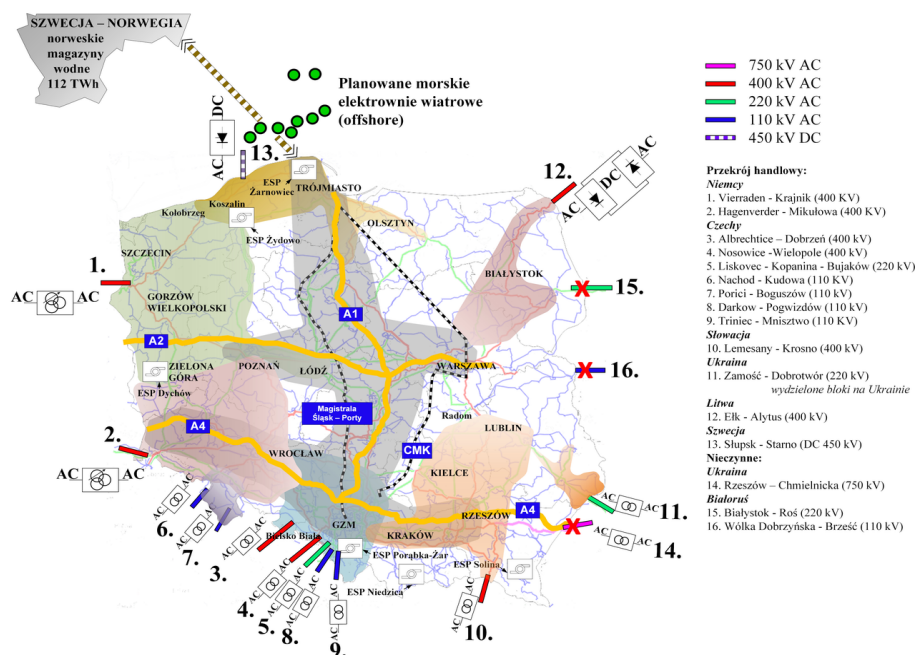


Rys. 2. Schemat sieci na trajektorii transformacji sołectwa do 1 tys. mieszkańców

22. Mapa rekonfiguracji KSE w koncepcji TETIP bez energetyki jądrowej. Trochę bardziej skomplikowane działania musi podjąć wójt gminy wiejskiej, burmistrz gminy miejsko-wiejskiej, aż po prezydenta m. st. Warszawa. Ten ostatni na pewno sprawdzi zresztą, czy kontrakt PPA (Power Purchase Agreement) z operatorem farmy offshore na pewno zapewnia Warszawie tańszą energię elektryczną niż kontrakt PPA z operatorem blok NuScale720. Jeśli nie, to wtedy dopiero podpisze z tym ostatnim kontrakt.

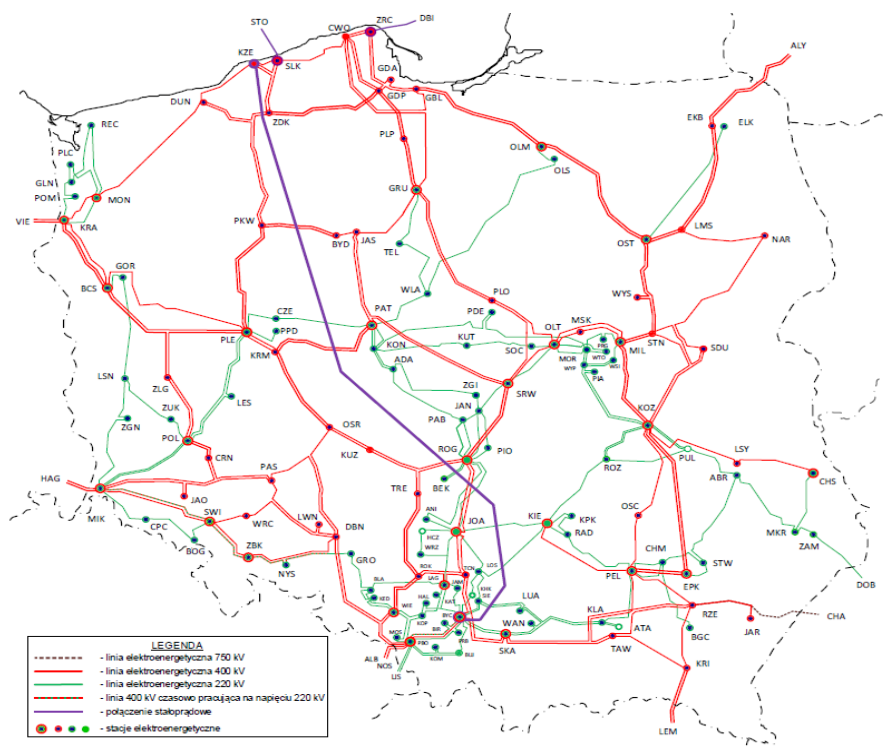
23. Nieobecność elektrowni jądrowych w planach rozwojowych sieci przesyłowych operatora OSP-PSE. Symptomatyczny jest fakt, że plany rozwojowe sieci przesyłowych prezentowane w marcu 2022 r. przez operatora OSP-PSE na okres 2023–2032 (rys. 4) w ogóle nie uwzględniają elektrowni jądrowych. Ten fakt całkowicie dyskwalifikuje program rozwoju energetyki jądrowej zapisany w polityce energetycznej PEP2040. Trzeba bowiem mieć na względzie, że jest to program, który pociąga za sobą ekstremalne wymagania związane w szczególności z zapewnieniem podstawowych kryteriów rozwojowych krajowej

sieci przesyłowej (w tym przede wszystkim sieci 400 kV) i Krajowemu Systemowi Elektroenergetycznemu. Są to wymagania obejmujące kryterium niezawodnościowe dotyczące wyprowadzenia mocy z EJ, kryterium związane z zapewnieniem stabilności krajowego (KSE) i europejskiego systemu elektroenergetycznego oraz kryterium związanego ze wzrostem wymaganych systemowych rezerw mocy w KSE. W wypadku pierwszego kryterium każdy blok jądrowy musiałby mieć zapewnioną redundancję sieciową zgodną co najmniej z kryterium n-3 (wyłączenie trzech linii w otoczeniu bloku nie może ograniczyć wyprowadzenia pełnej mocy bloku).



Rys. 3. Potrzebne jest współużytkowanie zasobów KSE, a nie energetyka jądrowa

W wypadku drugiego kryterium chodzi o wzrost ryzyka systemowych black out-ów i związany z tym dylemat: ogromny koszt redukcji ryzyka blackout-ów sposobami technicznymi vs. bardzo duży koszt społeczny w wypadku ich wystąpienia. W wypadku trzeciego chodzi o rezerwy zdolne pokryć ubytek mocy związany z wyłączeniem największego bloku w systemie. W wypadku drugiego i trzeciego kryterium trzeba podkreślić, że w KSE nawet bloki 1000 MW są już zdecydowanie nierealne, za duże. Z kolei uwzględniając **mapę rekonfiguracji KSE w koncepcji TETIP** (p. 23, rys. 3) oraz heurystyki autonomizacji lokalnych systemów elektrycznych (elektroenergetycznych) względem systemu KSE (p. 34, tab. 5) nie wiadomo w jaki sposób mógłby on (KSE)



Rys. 4. Standard (OSP-PSE) schematu KSE do potrzeb absorpcji zasobów offshore

Historia (1965–2020) energetyki jądrowej w Polsce

24. Studia lokalizacyjne dotyczące lokalizacji pierwszej EJ w Polsce (wtedy o mocy ok. 2000 MW) zostały rozpoczęte w 1965 r. Od tego czasu był projekt Żarnowiec (decyzja o budowie – 1972 r., rozpoczęcie budowy – 1982 r., decyzja o przerwaniu budowy – 1992 r.); straty, to ponad 1 mld \$ (przy jego kursie, początek 1990 r. – maj 1991 r., wynoszącym 9,5 tys. „starych” złotych); to rzuca światło na „ekonomię” EJ, wtedy i obecnie także.

25. Powrót do programów EJ nastąpił na fali recentralizacji elektroenergetyki po reformie ustrojowej w latach 1990-1995 (kontynuowanej jeszcze siłą rozpędu do końca dekady). W programach rządzących projekt taki pojawił się w 2006 r. Był to program udziału Polski w budowie EJ Ignalina – nigdy nie wszedł on w realną fazę realizacji, a koszty prac rozwojowych na rzecz programu są nieznane.

26. W polityce energetycznej państwa program EJ pojawił się w 2010 r. Decyzja w tej sprawie została podjęta „spontanicznie” przez premiera w 2009 r. i wprowadzona do polityki energetycznej PEP 2030,

„kontynuowanej” w kolejnych projektach polityki PEP 2040, w których jest 6 bloków klasy 1000 MW w dolnym wariantcie i 1600 MW w górnym.

27. W 2020 r. sytuację pogarsza jeszcze zaangażowanie prezydenta we współpracę na platformie technologii amerykańskich, chociaż nie wiadomo której: AP1000, NuScale720, czy też SMR?. Wiadomo za to, że inwestycje te nie zostaną zrealizowane, ze względu na podstawy fundamentalne (prawie zerowa systemowa sprawność egzergetyczna, wysoki koszt termoeologiczny) jak i ze względów biznesowych. Bariery w kontekście tych ostatnich są potrzebne nakłady inwestycyjne, drastycznie różniące się od pojawiających się po stronie rządowej i lobbystów (aż dwukrotnie zaniżonych). Mianowicie, gdyby program budowy sześciu bloków miał być zrealizowany, to w wariantcie dolnym (bloki AP1000), musiałby kosztować ponad 300 mld PLN (przy kursie \$ z końca marca 2022 r.). Do tego oszacowania wykorzystano nakłady inwestycyjne na dwa bloki AP1000 w amerykańskiej elektrowni EJ Vogtle (nakłady 22,5 mld € ciągle jeszcze tylko prognozowane, bo pierwszy blok jest w fazie uruchamiania, a w wypadku drugiego bloku uruchomienie jest planowane dopiero w 2023 r.). Oczywiście, do nakładów inwestycyjnych na EJ trzeba dodać – mniejsze, ale idące w dziesiątki mld PLN – koszty rozwoju sieci, przede wszystkim przesyłowych, w dużym stopniu także rozdzielczych (czego w analizach ekonomicznych inwestycji w energetykę jądrową dotychczas się nie uwzględniało).

28. Chociaż inwestycje w technologie jądrowe obecnej generacji nie zostaną zrealizowane, to będą niestety koszty. Już poniesione straty związane z kontynuacją programu przez kolejne rządy są realne. Prace „rozwojowe”, poza demoralizacją niczego pozytywnego nie dające, kosztowały co najmniej 1 mld PLN). Pod tym względem nie jest wcale lepiej (jest nawet gorzej) niż to, czego Polska doświadczyła od czasu decyzji rządowej o rozpoczęciu studiów lokalizacyjnych dla pierwszej (miały być kolejne) elektrowni jądrowej w 1965 r.

C. Transformacja Energetyki w Trybie Innowacji Przełomowej (TETIP) do elektroprosumeryzmu jako odpowiedź

29. **Potencjał wzrostu sektora MMSP.** Po co jest potrzebna transformacja TETIP w Polsce? Aby odwrócić kierunek inwestycji odgórnych na oddolne. I w nowym porządku zredukować w zasadniczy sposób przedsiębiorstwa korporacyjne oraz stworzyć warunki do rozwoju sektora

MMSP. W tabeli 4 przedstawiony został potencjał rozwoju tego sektora na elektroprosumenckim bezsieciowym rynku usług w jego trzech segmentach: pasywizacji budownictwa (domów jednorodzinnych i budynków podobnych); elektryfikacji ciepłownictwa (realizacja instalacji ciepłowniczych i produkcji ciepłej wody użytkowej ze źródłami w postaci elektrycznych pomp ciepła) oraz reelektryfikacji OZE (realizacja: instalacji PV, mikroelektrowni biogazowych i wiatrowych, sieciowych terminali dostępowych, magazynów energii, agregatów prądotwórczych awaryjnego zasilania oraz elektroprosumenckich układów inteligentnej infrastruktury).

Tab. 4. Liczba mikro i małych firm potrzebnych w Polsce do zrealizowania transformacji TETIP w obszarze zasady ZWZ-KSE, czyli poza rynkiem offshore i wymianą transgraniczną na europejskim rynku JRE (oszacowanie poglądowe)

		Liczba firm	Liczba pracowników w firmie	Liczba zatrudnionych
Polska	Firmy mikro	64 tys.	6	384 tys.
	Firmy małe	4 tys.	24	96 tys.
	Razem	-	-	480 tys.
JST(ŚZGIP)	Firmy mikro	6,4 tys.	6	40 tys.
	Firmy małe	400	24	10 tys.
	Razem	-	-	50 tys.

30. Bariery wzrostu sektora MMSP (w konsekwencji bariery łagodzenia kryzysu energetycznego). Dwie przeszkody, które ograniczają możliwość działań na rzecz oddolnego łagodzenia kryzysu, to polityka energetyczna Polski i dramatyczny deficyt kompetencji potrzebnych do budowy rynków elektroprosumeryzmu. Zgodnie z wstępnymi oszacowaniami przedstawionymi w tabeli 4, na rynkach elektroprosumeryzmu jest już miejsce dla 4 tys. małych firm (20 do 30 pracowników, łączne zatrudnienie w kraju około 100 tys. pracowników) oraz dla ponad 60 tys. mikro firm (5 do 8 pracowników, łączne zatrudnienie w kraju około 400 tys. pracowników). Niestety, ze względu na rządową politykę blokowania transformacji TETIP (i blokowania rozwoju sektora MMSP – pokazał to w ostatnim czasie Polski Ład) na rzecz poszerzania etatyizmu państwowego) nie ma dobrze przygotowanych zasobów ludzkich zdolnych do szybkiego „zagospodarowania” cywilizacyjnej szansy przechodzenia do społecznej gospodarki rynkowej. Zatem w tym obszarze – szkolenia zawodowego, edukacji ukierunkowanej na Jednostki

Samorządu Terytorialnego (gminy wiejskie i miejsko-wiejskie oraz miasta) – otwiera się nowa historyczna szansa dla całej Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT, w szczególności dla Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP) i powtórzenia ich wkładu w „startową” elektryfikację Polski w okresie dwudziestolecia międzywojennego (w szczególności Wielkiego Kryzysu).

31. Pilnie potrzebne jest określenie zwłaszcza profilu kompetencji potrzebnych na rynkach elektroprosumeryzmu przekraczających dotychczasowe bariery branżowe między zawodami takimi jak: elektrycy/energoelektronicy – informatycy/teleinformatycy – ciepłownicy (elektryfikacja ciepłownictwa) – budowlańcy (pasywizacja budownictwa) – elektryfikacja transportu – ochrona środowiska, inne zawody. Czyli potrzebna jest integracja kształcenia zawodowego na rzecz rynków elektroprosumeryzmu ponad dotychczasowymi granicami poszczególnych branż zawodowych. Ponadto potrzebna jest integracja na rzecz ukształtowania roli SEP-u i innych stowarzyszeń NOT w zakresie niezbędnej certyfikacji produktów i usług na rynkach elektroprosumeryzmu, a również pozwoleń uprawniających do wykonywania takich zawodów jak Certyfikator Transformacji Elektroprosumenckiej, Inżynier Transformacji Elektroprosumenckiej i wielu innych.

32. Kluczową sprawą jest zaangażowanie się Senatu RP w pracę u podstaw w obszarze transformacji energetycznej, mianowicie pracę której celem jest stworzenie Prawa elektrycznego zapewniającego Polsce „przeprowadzenie” się – w ciągu kolejnych trzech dekad – na drugi brzeg, w świat rynków elektroprosumeryzmu.

33. Cykl konferencji senackich nt.: „PRAWO ELEKTRYCZNE – budowa kryzysowej energetycznej odporności elektroprosumenckiej” zapoczątkowany konferencją nt. „UŻYTKOWANIE SIECI I BUDOWA ELEKTROWNI BIOGAZOWYCH klucz do autonomizacji (względem KSE) jednostek JST (do 500 tys. mieszkańców) w trybie transformacji on/off grid”, która się odbyła 14 marca 2022 r. jest dobrym początkiem. Wprowadzenie do Konferencji przedstawione przez Marszałka Senatu RP prof. Tomasza Grodzkiego daje podstawy do optymizmu społeczno-politycznego. Prezentacje problemowe dotyczące rekonfiguracji KSE – obejmującej zasadę współużytkowania zasobów KSE (ZWZ-KSE) oraz elektrownie biogazowe klasy 0,5-1 MW stanowiące zasoby regulacyjno-bilansujące lokalnych rynków technicznych on/off grid właściwe dla poziomu napięciowego SN – są już dzisiaj bardzo silnym sygnałem możliwości technologiczno-ekonomicznych znacznego przyspieszenia polskiej trajektorii przejścia do neutralności klimatycznej.

34. Autonomizacja lokalnych rynków energii elektrycznej – umożliwiająca pełną neutralność klimatyczną jednostek JST (traktowanych indywidualnie) obejmująca około 60% ludności Polski i około 35% pokrycia całkowitego zapotrzebowania na elektryczną energię napędową potrzebną ludności i całej gospodarce – jest możliwa w horyzoncie 2040, tab. 5. Dla pozostałych 40% ludności i 65% zapotrzebowania na elektryczną energię napędową możliwe jest osiągnięcie w horyzoncie 2040 neutralności klimatycznej w ponad 60%.

Tab. 5. Trajektoria neutralności klimatycznej – wygaszania energetyki WEK-PK – w osłonach elektroprosumenckich JST, wielkiego przemysłu oraz krytycznej infrastruktury transportowej

Segment (prosumencki)	Napięcie autonomiczności (względem KSE)	Udział w ogólnej liczbie ludności	Udział w rynku energii elektrycznej w stanie B	Podstawowe technologie	Horyzont neutralności klimatycznej
sołectwo do 1000 mieszkańców (40 tys. sołectw)	nN	22%	10%	PV, μEW, μEB,	2035
gmina wiejska (1500) i miejsko-wiejska (650)	nN-SN	28%	16%	PV, μEW, EWL, μEB, EB	2040
miasto do 50 tys. mieszkańców (1700)	nN-SN	12%	9%	PV, μEW, EWL, μEB, EB	2040
miasto 50 do 500 tys. mieszkańców (70)	nN-SN-110 kV	18%	16%	PV, μEW, EWL, μEB, EB	2045
aglomeracje powyżej 500 tys. mieszkańców (8)	nN-SN-110 kV -NN	20%	25%	PV, μEW, EWL, μEB, EB, GOZ, offshore, europejski jednolity rynek energii elektrycznej (JREE)	2050
elektroprosument w segmencie wielkiego przemysłu	110kV-NN -(AC-DC-AC)	(-)	10%	PV, μEW, EWL, μEB, EB, GOZ, offshore, europejski jednolity rynek energii elektrycznej (JREE)	2050
elektroprosument w segmencie krytycznej infrastruktury transportowej	SN-110kV-NN -(AC-DC-AC)	(-)	15%	PV, μEW, EWL, μEB, EB, GOZ, offshore, europejski jednolity rynek energii elektrycznej (JREE)	2050

Piśmiennictwo do p. A-C

- [1] Leonard S. Hyman. *America's Electric Utilities: Past, Present and Future*. Fourth Edition. Public Utilities Reports, Inc., Publisher. Arlington, Virginia, 1992.
- [2] Alex Henney. *A Study of the Privatisation of the Electricity Supply Industry in England & Wales*. EEE Limited, 1994.
- [3] *Historia elektryki polskiej – Elektroenergetyka*. SEP. WNT – Warszawa 1992.
- [4] Swietłana Aleksijewicz. *Czarnobylska modlitwa. Kronika przyszłości*. Wydawnictwo Czarne. Wołowiec, 2012.
- [5] Piotr Bernardyn. *Słońce jeszcze nie weszło. Tsunami. Fukushima*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2014.
- [6] Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki 2050 (PPTE2050). www.ppte2050.pl.
- [7] Wojciech Stanek. *Analiza egzergetyczna w teorii i praktyce*. Monografia. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2016.
- [8] Dyskusja „biznesowa” („geopolityka”) w „pięciokącie” Wielkich (Chiny-Japonia-Francja-USA-Wielka Brytania (Internet, w szczególności Ludwik Pieńkowski – opinie/artykuły).
- [9] Jacek Nowicki. *Blok jądrowy z reaktorem energetycznym AP1000*. Rozwiązania konstrukcyjne i perspektywy zastosowań. Energetyka 8/2020.
- [10] Jerzy Kubowski. *Elektrownie jądrowe*. WNT – Warszawa 2020 (Wydanie II zmienione).
- [11] Robert Bryce. *Siła energii. Elektryczność bogactwem narodów*. PWN – Warszawa 2020.

D. Wpływ elektrowni jądrowej na otaczający region, w tym na lokalny rynek pracy, turystykę, ceny nieruchomości i środowisko naturalne

35. Wpływ elektrowni jądrowych na otaczający region został przeanalizowany ze względu na rynek pracy, w tym zatrudnienie, środowisko naturalne uwzględniając m.in. skumulowany ślad CO₂ cenę nieruchomości oraz turystykę ze szczególnym uwzględnieniem Finlandii.

Elektrownie jądrowe mają istotny wpływ na region, należy jednak podkreślić, że jest on w większości przypadków negatywny lub obojętny (poza miejscami pracy i lokalnymi podatkami), przy czym, alternatywne inwestycje w źródła odnawialne pozbawione są negatywnych cech

energetyki jądrowej (p. 29), charakteryzują się większym zatrudnieniem, pobudzając lokalne inwestycje i zwiększając kompetencje społeczne (rozdział E).

Aktualny stan energetyki jądrowej w Europie

36. Elektrownie jądrowe w Europie. Elektrownie jądrowe obecne są w 14 krajach Europy, jednak produkcja energii elektrycznej systematycznie spada od roku 2005. Wynika to w dużej części z tego, że Niemcy planowo zamykają swoje elektrownie jądrowe. Roczna produkcja energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych w Europie została zamieszczona w tabeli 6.

Tab. 6. Roczna produkcja energii elektrycznej brutto w Europie w TWh¹⁵

Kraj	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Belgia	43	41	48	48	48	26	34
Bułgaria	15	17	18	19	15	15	17
Czechy	13	12	14	25	28	27	30
Niemcy	152	153	170	163	141	92	64
Hiszpania	54	55	62	58	62	57	58
Francja	314	377	415	452	429	437	354
Litwa	17	12	8	10	0	0	0
Węgry	14	14	14	14	16	16	16
Niderlandy	4	4	4	4	4	4	4
Rumunia	0	0	5	6	12	12	11
Słowenia	5	5	5	6	6	6	6
Słowacja	12	11	16	18	15	15	15
Finlandia	19	19	22	23	23	23	23
Szwecja	68	70	57	72	58	56	49
EU	729	792	860	916	854	787	684

37. Paliwo do elektrowni jądrowych. Podstawowym paliwem wykorzystywanym w elektrowniach jądrowych jest wzbogacony uran. Uran występuje na wszystkich pięciu kontynentach. Źródłem dostaw tego pierwiastka w 2020 r. był import. W 44% uran pochodził z krajów OECD, w 22% z krajów BRICS (Brazylia, Rosja, Indie, Chiny i RPA), a w 34% z pozostałych krajów świata. Taki podział dostaw ogranicza ryzyko geopolityczne np. w porównaniu z podażą ropy, jednak uzależnienie

¹⁵ Eurostat: Nuclear energy statistics Statistics. Styczeń 2022.

Europy od dostaw jest całkowite. Jedynie 0,5% wydobywa się w Europie oraz 1,6% pochodzi z przerobu wypalonego paliwa. Pozostała część, 98% pochodzi z importu (tab. 7).

Uran jest metalem stabilnym, który można łatwo przechowywać bez ograniczeń czasowych. Konieczne jest jednak zapewnienie odpowiednich warunków składowania, ze względu na istniejące niebezpieczeństwo skażenia.

Tab. 7. Źródła dostaw uranu do Europy w 2020 r.¹⁶

Kraj	Udział procentowy, %
Nigeria	20,3
Rosja	20,2
Kazachstan	19,2
Kanada	18,4
Australia	13,3
Namibia	3,8
Uzbekistan	2,6
Przerób wypalonego paliwa	1,6
EU	0,5
Południowa Afryka	0,2
Inne	0,0

38. Inwestycje w elektrownie jądrowe. Każda inwestycja w elektrownie jądrowe realizowana poza Chinami charakteryzuje się kolosalnymi kosztami inwestycyjnymi, a jej oddanie do użytkowania nastąpiło z bardzo dużymi opóźnieniami. Technologia ta bezdyskusyjnie wpływa na rynek (nie tylko lokalny) i wiąże się z dużym ryzykiem związanym z niedoszacowania kosztów. W tab. 8 przedstawiono czas budowy i koszty inwestycyjne wybranych elektrowni jądrowych na świecie, zarówno oddanych do użytku jak i planowanych.

Wpływ elektrowni jądrowych na środowisko naturalne

39. Środki bezpieczeństwa stosowane w elektrowniach jądrowych należą do najlepszych na świecie. Praca jest ciągle monitorowana, ale zawsze istnieją zagrożenia takie jak huragany, powodzie czy trzęsienia ziemi, błędy ludzkie, awarie mechaniczne i wady konstrukcyjne, które mogą nadal powodować uwalnianie skażenia radioaktywnego.

¹⁶ Eurostat: *Nuclear energy statistics Statistics*. Styczeń 2022.

Drastycznym przypadkiem wpływu elektrowni jądrowych na środowisko są poważne wypadki, w których dochodzi do stopienia rdzenia (np. Czarnobyl, Fukushima) i skażenia środowiska naturalnego materiałami radioaktywnymi. Sytuacje takie są mało prawdopodobne, jednak, jeżeli już do nich dojdzie skutki są tragiczne i obejmują swoim zasięgiem duży obszar. Bezpośrednio po takim wypadku szczególnie narażeni są pracownicy i zespoły ratunkowe. Ryzyko związane jest z napromieniowaniem i chorobą ostrego zespołu popromiennego (ARS), znaną również jako choroba popromienna lub zatrucie popromienne. Wysoka ekspozycja na promieniowanie jonizujące uszkadza również DNA, powodując nowotwory i mutacje genetyczne, które mogą być przenoszone na przyszłe pokolenia. Niższe narażenie na promieniowanie jonizujące może również zwiększać ryzyko rozwoju nowotworów, takich jak białaczka i rak tarczycy.

Tab. 8. Czas budowy i koszty inwestycyjne wybranych elektrowni jądrowych¹⁷

Elektrownia	Kraj	Jednostki	Okres budowy	Typ reaktora	Koszt całkowity	Koszt jednostkowy
Elektrownie oddane do użytku: koszty rzeczywiste						
Taishan	Chiny	2 x 1660	2008 - 2018	EPR	8,6 mld €	2.590 €/kW
Sanmen	Chiny	2 x 1080	2008 - 2018	AP1000	5,88 mld €	2720 €/kW
Novovoronezh	Rosja	2x 1200	2008 - 2017	VVER1200	brak danych	-
Barakah1-4	ZEA	4 x 1400	2013 - 2018	APR1400	22 mld €	4824 €/kW
Olkiluoto 3	Finlandia	1650	2005 - 2022	EPR	11 mld €	6666 €/kW
Elektrownie budowane i w planach: koszty planowane						
Flamanville3	Francja	1600	2007 - 2023	EPR	12,4 mld €	7500 €/kW
Vogtle 3, 4	USA	2 x 1080	2013 - 2023	AP 1000	22,5 mld €	10416 €/kW
Hinkley Point C	Wielka Brytania	2 x 1600	2017 - 2025	EPR	29,5 mld €	9120 €/kW
Hanhikivi	Finlandia	1200	2021 - 2028	VVER1200	7 mld €	5800 €/kW
Akkuyu	Turcja	4 x 1200	2018 - 2024	VVER1200	18 mld €	4160 €/kW
EDF plan	Francja	6 x 1600	2023 - 2048	EPR-2	46 mld €	5200 €/kW
Paks 2	Węgry	2 x 1200	2022 - 2028	VVER1200	12 mld €	5000 €/kW
Sizewell C	Wielka Brytania	2 x 1600	2024 - 2036	EPR	20 mld €	6250 €/kW

17 Opracowanie własne na podstawie: Eurostat: *Nuclear energy statistics Statistics*. Styczeń 2022; Raport enco: *Possible role of nuclear in the Dutch energy mix in the future*. 2020; How construction of Hinkley Point C is supporting companies in Britain, EDF (<https://www.edfenergy.com/energy/nuclear-new-build-projects/hinkley-point-c/for-suppliers-and-local-businesses/built-in-britain>); Hardisty Jones Associates: *Sizewell C Economic Impact Assessment*, 2018 <https://www.eastsuffolk.gov.uk/assets/Planning/Size-well/Economic-Impact/SZC-Economic-Impact-Draft-Final-Report-v4.o.pdf>; World Nuclear Industry Status Report: *Europe's First EPR: 13 Years Behind Schedule, Olkiluoto-3 in Finland Starts Up*. <https://www.worldnuclearreport.org/Europe-s-First-EPR-13-Years-Behind-Schedule-Olkiluoto-3-in-Finland-Starts-Up.html>.

40. Wydobycie uranu. W Polsce nie występują złoża rud uranu, konieczny jest więc import paliwa do elektrowni. W analizie związanej z wpływem EJ na środowisko, pomimo braku surowca, należy rozważyć wpływ wydobycia uranu w kontekście odpowiedzialności globalnej za środowisko. Polityka taka jest zgodna z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu i zasadą zrównoważonego rozwoju.

W zależności od głębokości zalegania złoża oraz jego rodzaju, wydobycie rudy uranowej prowadzone jest następującymi metodami¹⁸:

- podziemną (głębinową),
- odkrywkową,
- otworową (ang. In Situ Leaching - ISL) – polegającą na ługowaniu podziemnego złoża roztworami zasad lub kwasów i po upłynięciu rudy wypompowywaniu jej na powierzchnię.

Górnictwo podziemne naraża pracowników na wysoki poziom gazu radonowego, który zwiększa ryzyko raka płuc u górników uranu z powodu narażenia na ten bezwonny, bezbarwny, radioaktywny gaz powstający podczas naturalnego rozpadu uranu w glebie, skałach i wodzie. Podobnie jak wszyscy górnicy, również w kopalni uranu istnieje ryzyko zapadlisk oraz narażenie na choroby takie jak pylica płuc.

Górnictwo odkrywkowe jest bezpieczniejsze dla górników niż kopalnie podziemne, ale materiał pozostały po wydobyciu jest radioaktywny i toksyczny. Otaczające tereny są również dotknięte zwiększoną erozją, osuwaniem się ziemi oraz zanieczyszczeniem gleby i wody¹⁹.

Wydobycie metodą ISL uwalnia znaczne ilości radonu, produkuje odpady ściekowe i ścieki podczas odzyskiwania uranu z ciekłego roztworu. Jednak największy wpływ na środowisko związany jest z zagrożeniem zanieczyszczenia wód gruntowych. Przywrócenie naturalnych warunków wód gruntowych po zakończeniu operacji wymywania jest praktycznie niemożliwe i nigdy nie zostało osiągnięte.

Każda technika wydobycia ma istotny wpływ na człowieka i środowisko naturalne. Dla przykładu południowo-zachodnie Stany Zjednoczone są zaśmiecone tysiącami opuszczonych kopalni uranu, co stwarza poważne problemy środowiskowe. Na wschód od Parku Narodowego Wielkiego Kanionu, w Navajo, setki opuszczonych kopalni uranu nadal stanowią zagrożenie dla zdrowia społeczności i ekosystemu rzeki

18 Departament Energii Jądrowej Ministerstwa Energii: *Jądrowy cykl paliwowy*. 2016.

19 Portal Sciencing: *How Does Nuclear Energy Affect the Environment?* 2018, <https://sciencing.com/nuclear-energy-affect-environment-4566966.html>.

Kolorado. Wiele społeczności wciąż cierpi z powodu skażenia środowiska i toksycznych wycieków²⁰.

Ze względu na możliwości dużego skażenia środowiska, wydobywanie przeniosło się do krajów słabo rozwiniętych (np. Kazachstan), w których kwestie środowiskowe nie są aż tak bardzo istotne. Takie podejście jest sprzeczne z polityką klimatyczną, w której zmiany klimatyczne należy rozpatrywać globalnie.

41. Odpady jądrowe. Odpady jądrowe są wytwarzane na każdym etapie przetwarzania i wykorzystywania energii jądrowej, od odpadów niskoaktywnych po wypalone paliwo jądrowe i odpady przerobcze uranu (promieniotwórcze piaskowe odpady zawierające metale ciężkie i rad).

Odpady niskoaktywne obejmują przedmioty, które zostały skażone materiałem radioaktywnym lub stały się radioaktywne w wyniku narażenia na promieniowanie neutronowe w elektrowni jądrowej, takie jak pojemniki używane do transportu, ubrania i buty pracowników, papier, szmaty i wszystko inne, co mogło być używane do obsługi lub oczyszczania odpadów nuklearnych. Radioaktywność materiałów może wahać się od naturalnych poziomów tła do bardzo wysokich, np. części z wnętrza zbiornika reaktora.

Wypalone paliwo jądrowe pozostaje niebezpieczne dla zdrowia ludzi i środowiska przez tysiąclecia. Dla przykładu Jod-129, jest niebezpiecznym produktem ubocznym zakładów przerobu paliwa jądrowego, który w małych ilościach przedostaje się do atmosfery. Dla ludzi jest o tyle groźny, że potrafi uszkodzić tarczycę. Jego okres półtrwania to 17 milionów lat.

42. Wrażliwość energetyki jądrowej na zmianę warunków klimatycznych. Elektrownie jądrowe są wrażliwe na skutki zmian klimatycznych. Zmiany temperatury powietrza i wody, prędkości wiatru, ekstremalne opady i wzrost poziomu morza, mogą zmniejszyć wydajność reaktorów jądrowych i wymagać od operatorów ograniczenia lub wyłączenia reaktorów, co zwiększa koszty energetyki jądrowej oraz zwiększa zagrożenia dla bezpieczeństwa i środowiska. Wpływ zmian klimatycznych na elektrownię jądrową można ograniczyć na etapie projektowania, ale wiąże się to z jeszcze większymi nakładami finansowymi. W warunkach Polskich zagrożeniami mogą być silne wiatry i powodzie, które mogą również uszkodzić elektrownie jądrowe i odciąć dostęp do wody chłodzącej, podobnie jak w przypadku awarii jądrowej w Fukushima Daiichi. Wszystkie technologie wytwarzania energii są podatne na zmiany klimatyczne, jednak oddziaływanie na elektrownie jądrowe może prowadzić do katastrofalnych wypadków o nieodwracalnych i rozległych skutkach dla zdrowia i środowiska.

20 NRDC: *Nuclear Power 101*. <https://www.nrdc.org/stories/nuclear-power-101>.

Wrażliwość na zmianę warunków klimatycznych dotyczy przede wszystkim istniejących elektrowni jądrowych, ale nowe reaktory mogą napotkać takie same problemy i wyzwania. Każdy z reaktorów projektowany był na warunki istniejące na etapie planów, jednak zmiany klimatyczne były trudne do przewidzenia²¹.

43. Ślad CO₂. Energetyka jądrowa traktowana jest jako źródło bezemisyjne, nie jest to prawda, ponieważ dotyczy jedynie emisji bezpośredniej, czyli emisji bezpośrednio w procesie produkcji energii elektrycznej w elektrowni jądrowej. Uwzględniając emisję skumulowaną obejmującą cały łańcuch produkcyjny (wydobycie, transport, przetwórstwo, utylizacja) uranu, ale również emisje związane z budową elektrowni jądrowej, decydują o tym, że nie jest to technologia bezemisyjna. Szacunkowe skumulowane wartości śladu CO₂ dla energetyki jądrowej mogą wynieść nawet 110 kg CO₂/MWh²².

Dla porównania w tabeli 9 zamieszczono skumulowany ślad technologii OZE. Elektrownie jądrowe mogą charakteryzować się większym śladem CO₂ w porównaniu do źródeł OZE (choć wartości średnie są na poziomie technologii odnawialnych), jest on jednak znacznie niższy niż w energetyce węglowej i gazowej.

Tab. 9. Skumulowany ślad CO₂ źródeł OZE²³

	Skumulowany ślad CO ₂
	kg CO ₂ /MWh
GOZ	30
μEB	30
EB	30
EWL	30
PV	40
EWM	10
EJ	<110

21 Raport IPCC: <https://www.ipcc.ch/>.

22 Stanek W. i in.: *Thermodynamics for Sustainable Management of Natural Resources*, Springer International Publishing, 2017, DOI 10.1007/978-3-319-48649-9.

23 Opracowanie własne na podstawie: Raport enco: *Possible role of nuclear in the Dutch energy mix in the future*. 2020; NREL: *Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Solar Photovoltaics*, Raport KPMG: *Nuclear energy market construction*, 2021: https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010012/EN010012-001687-SZC_Bk5_5.1_Consultation_Report_AppxE.1_Part_1_of_2.pdf.

Wpływ elektrowni jądrowych na lokalny rynek pracy

44. Wpływ elektrowni jądrowej na lokalny rynek pracy można podzielić na dwa etapy. Pierwszy związany jest z budową i uruchomieniem elektrowni, natomiast drugi z jej działaniem. Szacuje się, że do wybudowania 1 GW elektrowni jądrowej potrzeba około 12 tys. osobołat pracy bezpośrednio²⁴, z tego udział lokalnych firm może wynieść od 20% do 80%. Wartości te mogą znacznie od siebie odbiegać, ze względu na trudne do przewidzenia na etapie projektowania czynniki zewnętrzne. Ryzyko nieprzewidzianych sytuacji rośnie, jeżeli wdrażane są nowe technologie, tak jak to miało miejsce np. przy budowie elektrowni Olkiluoto 3, której budowa opóźniła się o 13 lat. Zatrudnienie dla budowanych i planowanych elektrowni europejskich zamieszczono w tabeli 10.

Tab. 10. Zatrudnienie w EJ²⁵

	Maksymalna liczba osób zatrudnionych w fazie budowy	Szacunkowa liczba osobołat	Zatrudnienie w fazie działania elektrowni
Olkiluoto 3	4500	brak danych	150-200
Hinkley Point C	4400	30 tys.	900
Sizewell C	5600	70 tys.	900

Budowa elektrowni jądrowej charakteryzuje się zmiennym zapotrzebowaniem na siłę roboczą. Typowy profil zatrudnienia podczas realizacji budowy elektrowni jądrowej, tu projekt Sizewell C²⁶, przedstawia rys. 5. Na różnych etapach budowy zmienia się liczba pracowników oraz ich profil zawodowy. Powoduje to, że pracę przy budowie traktuje się

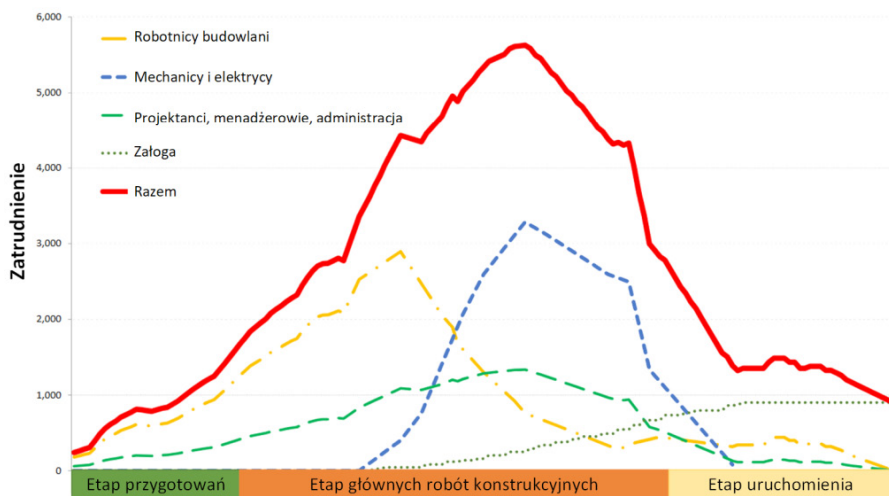
24 Raport KPMG: *Nuclear energy market construction*, 2021: https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010012/EN010012-001687-SZC_Bk5_5.1_Consultation_Report_AppxE.1_Part_1_of_2.pdf.

25 Opracowanie własne na podstawie: Hardisty Jones Associates: *Sizewell C Economic Impact Assessment*, 2018 <https://www.eastsuffolk.gov.uk/assets/Planning/Sizewell/Economic-Impact/SZC-Economic-Impact-Draft-Final-Report-v4.0.pdf>; Raport KPMG: *Nuclear energy market construction*, 2021. https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010012/EN010012-001687-SZC_Bk5_5.1_Consultation_Report_AppxE.1_Part_1_of_2.pdf; *Power Reactor Information System "OL3 – koko Suomen projekti" TVO. Archived from the original on 19 September 2012. Retrieved 10 August 2012.*

26 Hardisty Jones Associates: *Sizewell C Economic Impact Assessment*, 2018 <https://www.eastsuffolk.gov.uk/assets/Planning/Sizewell/Economic-Impact/SZC-Economic-Impact-Draft-Final-Report-v4.0.pdf>.

jako pracę dorywczą, z dużym udziałem firm spoza regionu. Dla przykładu Virginie Moucquot-Laiho²⁷ stwierdziła, że w szczytowym okresie projektu Olkiluoto 3 w roku 2009 uczestniczyło 4500 pracowników reprezentujących 85 narodowości. Jest to charakterystyczne dla wielkich inwestycji, ale mało korzystne (w dłuższej perspektywie) dla lokalnych społeczności.

Rys. 5. Prognozowany profil zatrudnienia przy budowie EJ Sizewell C²⁸



Należy również podkreślić, że bardzo często wykorzystywane finansowanie poprzez zagraniczny kredyt eksportowy może skutkować niższymi poziomami zakupów nie tylko lokalnych, ale i krajowych, ponieważ często warunkiem finansowania są zakupy sprzętu i technologii z kraju udzielającego kredytu.

W tym względzie z dużym prawdopodobieństwem budowa reaktorów modułowych np. SMR, charakteryzuje się jeszcze niższym wykorzystaniem lokalnych rynków pracy, ponieważ znaczna część prac ma miejsce w fabryce.

Eksploatacja elektrowni jądrowej o mocy 1000 MW wymaga średnio około 600 pełnoetatowych miejsc pracy.

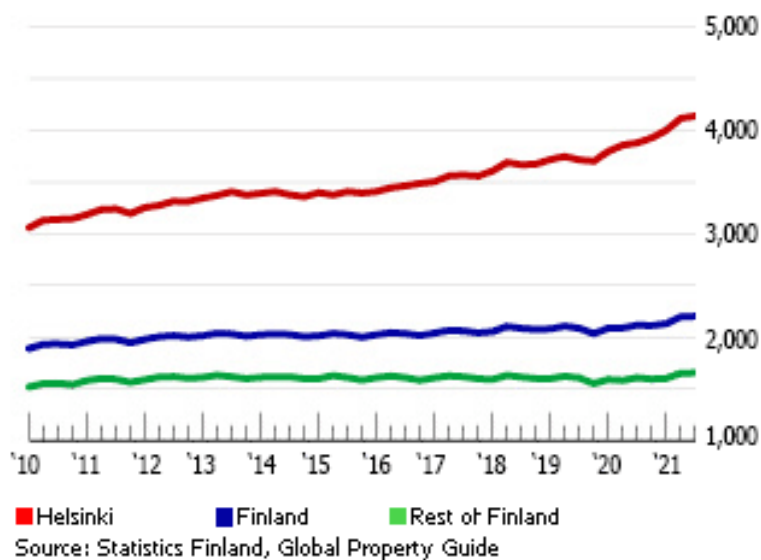
27 AREVA, Virginie Moucquot-Laiho, AREVA: Building Finland's Largest Industrial Project Ever – Olkiluoto 3, <https://digitaleditions.nuclearplantjournal.com/ND14/files/assets/common/downloads/page0012.pdf>.

28 Hardisty Jones Associates: *Sizewell C Economic Impact Assessment*, 2018 <https://www.eastsuffolk.gov.uk/assets/Planning/Sizewell/Economic-Impact/SZC-Economic-Impact-Draft-Final-Report-v4.0.pdf>.

Wpływ elektrowni jądrowych na ceny nieruchomości

45. Prowadzone badania nie dają jednoznacznej odpowiedzi czy eksploatacja elektrowni jądrowych obniża wartość lokalnych nieruchomości. W Stanach Zjednoczonych, większy wpływ na ceny nieruchomości ma podatek, który może zostać obniżony ze względu na bliskość dużych zakładów, niekoniecznie elektrowni jądrowych²⁹. Z badania wynika, że gdy duże obiekty przemysłowe przestają działać i przestają płacić podatki, to negatywny wpływ na ceny domów jest istotny i odczuwalny przez wiele lat.

46. **Wpływ Olkiluoto 3 na ceny nieruchomości – studium przypadku.** W ramach badań przeanalizowano przypadek wpływu europejskiej elektrowni jądrowej Olkiluoto, a w szczególności reaktora Olkiluoto 3 na cenę nieruchomości w przyległych terenach. Średnie ceny nieruchomości w Finlandii rosną. Tendencja wzrostu w ciągu ostatnich 11 lat została pokazana na rys. 6.

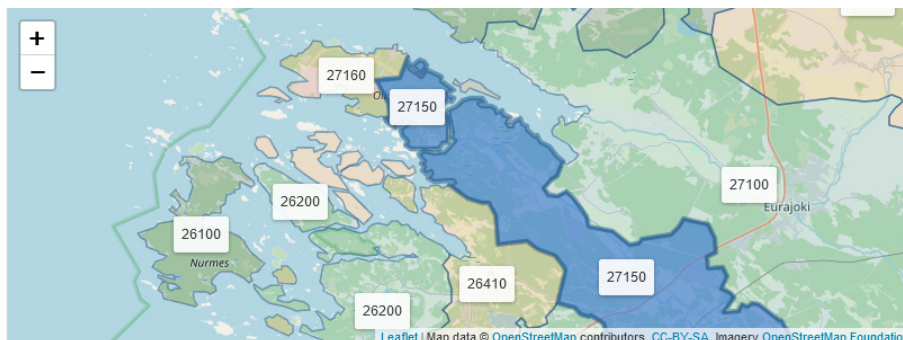


Rys. 6. Profil zmian średnich cen mieszkań w Finlandii, €/m² ³⁰

29 Kirstin Munro, George Tolley: *Property values and tax rates near spent nuclear fuel storage*, Energy Policy, Volume 123, 2018, Pages 433-442, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.035>.

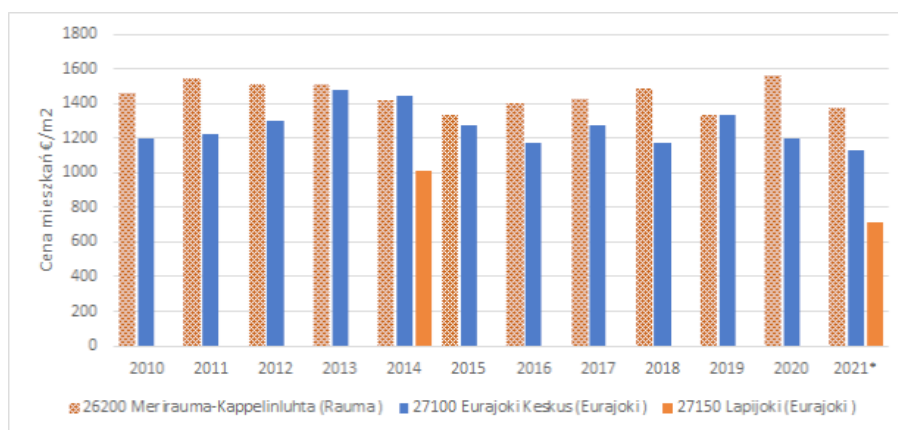
30 Lalaine C. Delmendo: *Finnish housing market strengthening*, 2022, <https://www.globalpropertyguide.com/Europe/Finland/Price-History>.

Analizę cen nieruchomości przeprowadzono dla obszarów (rys. 7), będących w bezpośrednim sąsiedztwie elektrowni – 27150 Lapijoki (Eurajoki), a także obszarów przylegających: 26200 Merirauma-Kappelinluhta (Rauma) oraz 27100 Eurajoki Keskus (Eurajoki). Obszary identyfikuje się po kodzie pocztowym, który dla elektrowni wynosi 27160.



Rys. 7. Obszary przylegające do EJ Olkiluoto³¹

Pomimo notowanego wzrostu cen mieszkań w Finlandii, ceny w terenach w bliskim sąsiedztwie nie rosną, a nawet w roku 2021 odnotowano ich spadek (rys. 8)



Rys. 8. Średnie ceny mieszkań w obszarach przyległych do Olkiluoto³²

Dla porównania, wybrano dwa obszary na północ i dwa obszary na południe od elektrowni, ale nie będące w bezpośrednim sąsiedztwie.

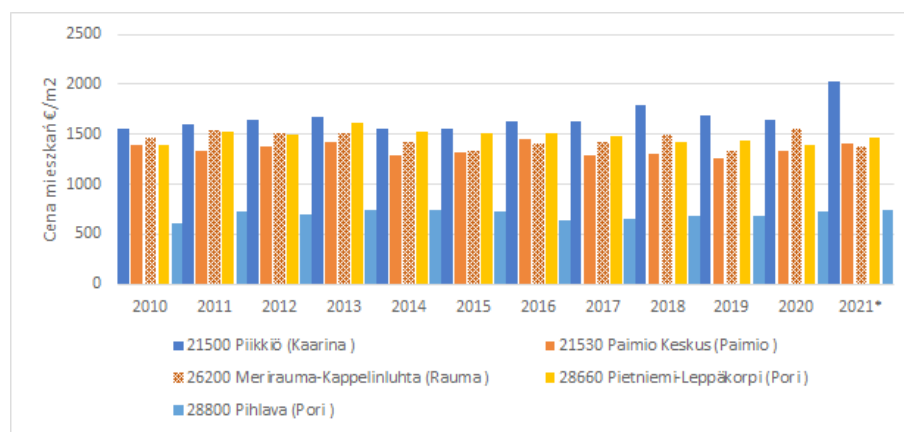
31 Postal Code, Finland: <https://postal-codes.cybo.com/finland/27160/>.

32 Opracowanie własne na podstawie: Prices of dwellings in housing companies, Statistics Finland. https://stat.fi/tup/tilastotietokannat/index_en.html.

W celu odniesienia pokazano również obszar 26200 Merirauma-Kappelinuhta (Rauma). Obszary na południe od EJ – 21500 Piikkiö (Kaarina), 21530 Paimio Keskus (Paimio) – charakteryzują się wyższymi cenami oraz tendencją wzrostową, natomiast obszary na północ – 28660 Pietniemi-Leppäkorpi (Pori), 28800 Pihlava (Pori) – ceną niższą, ale również tendencją wzrostową.

Przeprowadzona analiza nie obejmuje wszystkich obszarów, natomiast pozwala sformułować wnioski, że bliskość elektrowni jądrowej nie wpłynęła w Finlandii pozytywnie na ceny, a raczej, ze względu na ostatnią fazę uruchomienia i spadek liczby potrzebnych pracowników, ceny uległy nieznacznemu spadkowi.

Rys. 9. Porównanie średnich cen mieszkań w obszarach na północ i południe od Olkiluoto³³



Dane liczbowe wykorzystane do analizy zostały zebrane w tab. 11. W danych statystycznych brakuje wpisów o średnich cenach w miejscowości Lappijoki. Istniejące dane z roku 2014 oraz szacowane w roku 2021 pokazują, że mieszkania w bezpośrednim sąsiedztwie elektrowni (rys. 9) charakteryzują się najniższymi cenami, są one niższe o blisko 36% (2021 r.) w porównaniu do cen w obszarach nieznacznie oddalonych. Jednak ze względu na brak szczegółowych danych za pozostałe lata, trudno jest uzyskać potwierdzenie negatywnego wpływu EJ na cenę mieszkań.

33 Opracowanie własne na podstawie: Prices of dwellings in housing companies, Statistics Finland. https://stat.fi/tup/tilastotietokannat/index_en.html.

Tab. 11. Porównanie średnich cen mieszkań €/m² ³⁴

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
00100 Helsinki Keskusta - Etu-Töölö (Helsinki)	5208	5661	5874	6012	6116	6130	5774	6738	7038	7336	7587	8237
21500 Piikkiö (Kaarina)	1557	1605	1641	1672	1562	1549	1628	1629	1798	1695	1647	2025
21530 Paimio Keskus (Paimio)	1388	1337	1373	1419	1294	1325	1449	1293	1299	1258	1329	1409
26200 Merirauma-Kappelinluhta (Rauma)	1464	1546	1513	1516	1421	1330	1401	1428	1490	1336	1560	1380
27100 Eurajoki Keskus (Eurajoki)	1198	1221	1298	1477	1445	1275	1174	1278	1172	1335	1201	1127
27150 Lapijoki (Eurajoki)	0	0	0	0	1011	0	0	0	0	0	0	715
28660 Pietniemi-Lepäkorpi (Pori)	1398	1526	1498	1609	1521	1507	1512	1478	1426	1430	1398	1468
28800 Pihlava (Pori)	611	719	695	734	748	722	636	653	684	682	722	747

* prognoza

Wpływ elektrowni jądrowych na turystykę

47. Prowadzone badania wpływu EJ na turystykę nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, czy efekt jest pozytywny czy negatywny, jeżeli dotyczy to istniejących elektrowni³⁵. W większości przypadków opisuje się, że wpływ ten jest obojętny, w szczególności, że tereny wybierane jako potencjalne miejsca do budowy EJ, są terenami przemysłowymi, albo takimi, które nie są w bliskim sąsiedztwie terenów atrakcyjnych turystycznie.

48. **Elektrownia Bradwell.** Bardzo dobrze udokumentowane są konsultacje społeczne dotyczące projektu budowy nowej EJ w Bradwell w Essex w Wielkiej Brytanii. Elektrownia Bradwell ma powstać w sąsiedztwie zamkniętej elektrowni Bradwell A i korzystać z Chińskich reaktorów HPR1000. Przeprowadzone konsultacje społeczne wskazują, że tego typu projekty istotnie oddziałują na środowisko lokalne, w tym

34 Ibidem.

35 Opinia na podstawie m.in.: Mariusz P. Dąbrowski: Can Nuclear Power Plants Co-exist with Tourist Infrastructure, 2nd International Nuclear Energy Congress: Nuclear Safety, 2012; Nuclear Engineering: *Hearings raise a jobs question: nuclear or tourism?*, 2021, <https://www.neimagazine.com/features/featurehearings-raise-a-jobs-question-nuclear-or-tourism-8917599/>; Sungjin Cho, Seonggyun Kim: *Analysis of the Impact of Nuclear Power Generation on Local Economies*, Policy Issue Paper 18-01, 2018.

turystykę. Lokalizacja elektrowni powoduje, że zostanie utracony dostęp do plaż, a sam etap budowy wpłynie niekorzystnie na lokalną społeczność. Obszar budowy obejmuje region, w którym w ostatnich latach rozwija się turystyka a liczba miejsc pracy w branży turystycznej rosła 5% rocznie³⁶. Wpływ na to mają pobliskie rezerваты ptaków i inne lokalne obszary dzikiej przyrody. Głównym argumentem firmy EDF (inwestor), był wzrost liczby lokalnych miejsc pracy, jednak prognozowana liczba etatów w elektrowni wynosząca 900 odpowiada rocznemu zwiększeniu miejsc pracy w branży turystycznej. Należy jednak podkreślić, że liczba miejsc pracy związanych z turystyką nie będzie rosła w nieskończoność. Również w tym obszarze nastąpi wysycenie. Jednak brakuje analiz, kiedy i na jakim poziomie ustabilizuje się liczba miejsc pracy związana z branżą turystyczną.

Co istotne EDF definiuje lokalny rynek pracy jako obszar, który znajduje się w odległości 90 minut jazdy samochodem. Argument ten również został przedstawiony jako taki, który stawia pod znakiem zapytania rzeczywisty wpływ elektrowni na rozwój regionu. Zwrócono uwagę, że największe utrudnienia wystąpią na etapie budowy, która ze względu na rozmiar, wprowadzi szereg niedogodności w tym ograniczenie dostępu do plaży czy ścieżek rowerowych. Problemem jest również dostarczanie bardzo dużej liczby materiałów, które zakłóci lokalne funkcjonowanie transportu.

Podkreślano, że nie tylko sama elektrownia stanowi problem, ale również konieczne inwestycje w infrastrukturę sieciową, która może zagrozić turystyce w sposób pośredni, np. poprzez ograniczenie liczby ptaków.

49. Wpływ elektrowni jądrowej na rozwój lokalnej turystyki jest bardzo trudny do określenia, ponieważ obejmuje bardzo długi horyzont czasowy. Od rozpoczęcia prac budowlanych do wygaszenia i rekultywacji terenu może minąć nawet 100 lat, przez co wpływ innych czynników trudno uwzględnić w analizach. Na podstawie aktualnych badań można wnioskować, że istniejące elektrownie mają zazwyczaj wpływ obojętny, natomiast budowa nowych związana jest z wieloma utrudnieniami wpływającymi na istniejącą lokalną branżę turystyczną. Największe utrudnienia występują w fazie budowy EJ, i mogą trwać nawet kilkanaście lat.

36 Nuclear Engineering: *Hearings raise a jobs question: nuclear or tourism?*, 2021, <https://www.neimagazine.com/features/featurehearings-raise-a-jobs-question-nuclear-or-tourism-8917599/>

Wpływ awarii elektrowni jądrowych na lokalny rynek pracy, środowisko i turystykę

50. Czarnobyl. Odkąd energia jądrowa zaczęła działać w latach pięćdziesiątych, miały miejsce trzy poważne awarie komercyjnego reaktora jądrowego. Wypadek w 1986 r. w Czarnobylu na Ukrainie uważany jest za najgorszą katastrofę nuklearną w historii. Niekontrolowany wzrost mocy doprowadził do eksplozji i pożaru, który zniszczył jednostkę 4 zakładu i uwolnił materiał radioaktywny, po czym tajemnica rządowa i dezinformacja narażały ofiary na znacznie większe ryzyko. Skażenie promieniowaniem dotarło aż do Szwecji. Zamiast próbować usunąć lokalne skażenie poprzez zbieranie materiałów skażonych radioaktywnie i przenoszenie ich na stałe składowisko, rząd sowiecki stworzył „strefę wykluczenia” w promieniu około 30 km wokół zakładu, do której dostęp pozostaje ograniczony. Około 350 tys. osób musiało zostać na stałe przesiedlonych z miejsca. Wypadek zabił bezpośrednio 31 osób i spowodował tysiące dodatkowych zgonów. Koszty awarii pozostają nieznane.

51. Fukushima Daiichi. Druga co do wielkości awaria jądrowa miała miejsce po trzęsieniu ziemi na północno-wschodnim wybrzeżu Japonii w 2011 r. Tsunami z falami o wysokości 9 metrów wyłączyła zasilanie i obniżyła wydajność chłodzenia trzech reaktorów i czterech basenów magazynowych wypalonego paliwa jądrowego w japońskiej elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi, powodując awarię jądrową, w wyniku której materiał radioaktywny został uwolniony do otaczającego powietrza i wody. Substancje radioaktywne zostały ostatecznie znalezione we wszystkich prefekturach Japonii i chociaż nie było natychmiastowych zgonów ani przypadków choroby popromiennej, ponad 100 tys. osób zostało ewakuowanych ze swoich domów z powodu zagrożenia promieniowaniem. Dziesięć lat po wypadku, kilka miast w okolicy pozostaje niedostępnych, a nawet w obszarach, które rząd uznał za bezpieczne, wielu mieszkańców zdecydowało się nie wracać. Pośrednio awaria w Fukushimie spowodowała ogromne straty w przemyśle w całej Japonii, w tym w energetyce, turystyce, rolnictwie i rybołówstwie. Bezpośredni koszt ekonomiczny wypadku w Fukushimie jest oszałamiający, prawdopodobnie znacznie przekroczy 250 miliardów dolarów na oczyszczenie i odbudowę. Proces, który ma potrwać dziesięciolecia. Ostatnio Japonia zmagala się z rozwiązaniem problemu ścieków skażonych radioaktywnie, które obecnie gromadzą się w magazynach na miejscu. Zaproponowała oczyszczenie ścieków i odprowadzanie ich do Pacyfiku, czemu sprzeciwia się wiele sąsiednich krajów, organizacji rybackich i grup ekologicznych.

52. Three Mile Island Generating Station. Częściowe stopienie jednego z reaktorów w stacji Three Mile Island Generating Station (TMI) w Pensylwanii w 1979 r. spowodowało uwolnienie materiałów radioaktywnych do środowiska. Setki tysięcy osób mieszkających w pobliżu dobrowolnie ewakuowało się. Chociaż nie było natychmiastowych zgonów, niektóre badania epidemiologiczne wykazały niejednoznaczne dowody na to, że promieniowanie wpłynęło na ryzyko zachorowania na raka. Oczyszczanie po wypadku zajęło ponad dekadę i kosztowało około 1 miliarda dolarów.

Elektrownia Olkiluoto 3 – studium przypadku

53. Olkiluoto jest jedną z dwóch elektrowni jądrowych w Finlandii. Dotychczasowe dwa reaktory uruchomione na przełomie lat 70 i 80. wytwarzają ok. 16 proc. zużywanej w kraju energii elektrycznej. Łącznie z trzecim reaktorem będzie to już około 30 proc. Taka koncentracja produkcji sprawia, że jest to bardzo niebezpieczne rozwiązanie w kontekście bezpieczeństwa energetycznego, zwłaszcza w sytuacjach kryzysowych.

Kontrakt na budowę bloku energetycznego z reaktorem EPR w ramach inwestycji Olkiluoto 3, zawarto w 2003 r., budowę rozpoczęto w 2005 i planowano zakończyć w 2009 r. Praca z pełną mocą planowana jest na sierpień 2022 r., czyli czas budowy trwał 19 lat, a planowany termin oddania do użytku przekroczone o 13 lat. Olkiluoto 3 miał być niedrogi – 3 mld euro – bezpieczny i gotowy już w 2009 r. Jednak w związku z problemami i opóźnieniem realizacji projektu o trzynaście lat, według najnowszych szacunków, koszty wzrosły do około 11 mld €³⁷. W tym szacuje się, że firma AREVA poniosła straty w wysokości 5,5 mld €.

54. Bankructwo Arevy. Budowa reaktora w Olkiluoto 3 przyczyniła się do bankructwa należącej w większości do francuskiego państwa Arevy, które musiało dofinansować firmę wsparciem wynoszącym 4,5 mld €. Firma Areva nie uniknęła przymusowego podziału. Budowa Olkiluoto 3 nie jest wyjątkiem w Europie. Podobne opóźnienia notuje realizacja drugiego EPR-a we Flamanville we Francji. Sytuacja nieco lepiej przedstawia się w Azji. W Chinach w grudniu 2018 r. oddano do komercyjnej

37 World Nuclear Industry Status Report: *Europe's First EPR: 13 Years Behind Schedule, Olkiluoto-3 in Finland Starts Up*. <https://www.worldnuclearreport.org/Europe-s-First-EPR-13-Years-Behind-Schedule-Olkiluoto-3-in-Finland-Starts-Up.html>.

eksploatacji pierwszy z dwóch bloków jądrowych w Taishan, który uległ awarii w czerwcu 2021 r.³⁸.

55. Umowa TAKE OR PAY. Projekt Olkiluoto 3 był finansowany głównie z bilansów wiodących fińskich firm i dużych użytkowników energii, a także szeregu gmin w ramach unikatowego porozumienia, które nakłada na nie odpowiedzialność na czas nieokreślony za koszty kapitałowe nie wyspecyfikowane w umowie, niezależnie od tego, czy otrzymają energię elektryczną – umowa typu „TAKE OR PAY”³⁹ w zakresie nakładów inwestycyjnych.

56. Problem reaktorów EPR. Zgoda fińskiego regulatora STUK na rozpoczęcie działalności w Olkiluoto 3 w grudniu 2021 r. nastąpiła pomimo wyłączenia reaktora EPR Taishan-1 w Chinach z powodu awarii układu paliwowego ogłoszonej 30 lipca 2021 r. Reaktor ten pozostaje wyłączony do końca marca 2022 r., a dochodzenia w sprawie przyczyny są w toku. Podejrzenie ogólnych problemów projektowych w rdzeniu reaktora zostało zgłoszone w listopadzie 2021 r., a francuski regulator ASN w styczniu 2022 r.⁴⁰, potwierdził, że awaria układu paliwowego została spowodowana turbulencjami w rdzeniu reaktora. Fiński regulator, STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority), wyraził zgodę na uruchomienie, przyjmując zapewnienia TVO (operatora inwestycji), że produkcja paliwa jądrowego w Finlandii⁴¹ jest inna niż dla Taishan.

Projekt Olkiluoto 3 został trafnie podsumowany przez dyrektora projektu, Jouni Silvennoinen, który powiedział, że nie będzie odgadywał całkowitych kosztów i strat, a jeśli chodzi o porażkę projektu: „bez komentarza”.

38 Portal Forsal.pl: *Awaria elektrowni jądrowej w Taishan nie jest groźna. Prawdziwy dramat to chińska polityka informacyjna.* <https://forsal.pl/swiat/chiny/artykuly/8192247,chiny-awaria-elektrowni-jadrowej-w-taishan-nie-jest-grozna-prawdziwy-dramat-to-chinska-polityka-informacyjna.html>.

39 Lalaine C. Delmendo: *Finnish housing market strengthening*, 2022, <https://www.globalpropertyguide.com/Europe/Finland/Price-History>.

40 Philippe Collet: *EPR de Taishan: l'ASN confirme la découverte de vibrations imprévues dans le cœur du réacteur.* <https://www.actu-environnement.com/ae/news/epr-taishan-ASN-confirmation-decouverte-vibrations-coeur-reacteur-38940.php4>.

41 STUK: *Reactor Safety Committee Meeting 1/2021.* https://www.stuk.fi/documents/12547/319501/RSC_meeting_memorandum_2021-1.pdf/f900of75-f3f7-aofi-07bo-ef39af3cc2c3?t=1646646593386.

E. Lokalne rynki elektroprosumeryzmu – ekwiwalentyzacja bloku jądrowego klasy 1600 MW, NewScale720 (12x60 MW) i SMR klasy 300 MW w kontekście regionu, kraju, UE

57. Ekwiwalentowanie bloków jądrowych. Ekwiwalentowanie bloków jądrowych w ekspertyzie polega na zaproponowaniu alternatywnego miks energetycznego zapewniającego równoważną produkcję energii elektrycznej w elektroprosumeryzmie. Miks technologiczny dobrany jest w sposób gwarantujący możliwość wykorzystania synergii lokalnej takich obszarów jak: energetyka, budownictwo, rolnictwo, transport i gospodarka w obiegu zamkniętym (w szczególności gospodarka odpadami). Takie podejście pozawala na szacowanie korzyści lokalnych społeczności, obejmujących indywidualne gospodarstwa domowe, gospodarstwa rolne oraz przedsiębiorców z segmentu MMSP (p. 19 i 20).

58. Struktura źródeł wytwórczych. W artykule⁴² została określona struktura źródeł wytwórczych dla analizowanych przypadków. Wyniki analizy stanowią punkt końcowy krzywej transformacyjnej (tab. 12). Analiza prowadzona jest dla energii wyrażonej w jednostkach względnych, w celu unifikacji i łatwego skalowania rozwiązań:

Przeskalowanie uzyskanych wyników dla rzeczywistych potrzeb energetycznych, można wykonać mnożąc wyniki względne przez rzeczywiste roczne potrzeby energetyczne E_r .

Tab. 12. Struktura źródeł wytwórczych wykorzystanych do ewiwalentyzacji EJ⁴³

Technologia	Względna produkcja energii E^* , %
GOZ	5
μ EB	5
EB	10
EWL	30
PV	30
EWM	20

42 Bodzek K.: *Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych osłonach kontrolnych*. Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu Nr 1/2020. Energetyka 11/2020 (także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>).

43 Bodzek K.: *Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych osłonach kontrolnych*. Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu Nr 1/2020. Energetyka 11/2020 (także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>).

59. Zatrudnienie w elektroprosumeryzmie. Szacowanie nowych miejsc pracy w elektroprosumeryzmie pokazuje wielki potencjał, ale zarazem adekwatność rynków elektroprosumeryzmu w kontekście potrzeb lokalnych (energetycznych i nowych zielonych miejsc pracy) oraz lokalnych zasobów (ludzkich przede wszystkim, także gospodarki GOZ⁴⁴).

Transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu wpłynie na zwiększenie zatrudnienia, ale również na wzrost kompetencji mieszkańców. Dodatkowe przychody mogą uzyskać rolnicy dostarczający rośliny energetyczne, ale również sektor MMSP świadczący usługi energetyczne oraz produkujący komponenty dla źródeł OZE, których pełna wartość jest osiągalna w dopiero w scyfryzowanym środowisku (inteligentna infrastruktura). Tworzenie i rozwój lokalnych firm wiąże się z poprawą sytuacji mieszkańców mikroregionu i przynosi również wymierne korzyści związane np. z podatkiem CIT, przy czym im więcej firm związanych z branżą energetyki odnawialnej, tym więcej przychodów z podatków.

Zatrudnienie dla obecnego sposobu korzystania ze źródeł OZE można przeanalizować na podstawie danych o etatach związanych z poszczególnymi technologiami⁴⁵. W 2020 r. liczba miejsc pracy związana ze źródłami OZE wyniosła ponad 12 mln i charakteryzowała się rocznym przyrostem około 4% w ciągu ostatnich 4 lat. Średnie jednostkowe zatrudnienie związane z OZE, a w szczególności trzema technologiami wykorzystanymi do pokrycia zapotrzebowania źródłami PV, elektrowniami wiatrowymi oraz elektrowniami biogazowymi dla Świata oraz UE zostało zebrane w tab. 13. Jednostkowy poziom zatrudnienia został oszacowany na podstawie danych o zatrudnieniu oraz produkcji energii elektrycznej. Należy podkreślić, że przedstawione współczynniki obejmują jedynie obecny sposób wykorzystania energii elektrycznej. Mianowicie produkcję, projektowanie, montaż oraz usługi utrzymania i serwisu.

Tabela 12 wymaga szerszego wyjaśnienia, w szczególności bardzo dużych różnic we wskaźnikach zatrudnienia. Tak duże różnice wynikają z metodyki obliczenia zatrudnienia, w której uwzględnia się również zatrudnienie przy produkcji komponentów związanych z daną technologią wytwarzania. Dla przykładu w Chinach zatrudnienie związane z technologią PV stanowi 58% globalnego zatrudnienia

44 Gospodarka o obiegu zamkniętym.

45 Renewable Energy and Jobs Annual Review 2021 International Renewable Energy Agency IRENA. www.irena.org.

(ponad 2,3 mln etatów), natomiast w dziesięciu krajach o największej liczbie zatrudnionych (skupiających 85% wszystkich etatów), jest tylko jeden kraj z UE, mianowicie Niemcy (na 9 pozycji) z liczbą zatrudnionych sięgającą jedynie nieco ponad 30 tys. Dodatkowo, procentowy przyrost energii ze źródeł PV na świecie jest ponad 4 krotnie wyższy niż w UE. Dla Polski, jednostkowy poziom zatrudnienia w UE będzie właściwszy. Jednak w miarę rozwoju elektroprosumentyzmu, liczba zatrudnionych może wzrosnąć. Pomimo tego, nie należy spodziewać się aż tak wysokiego współczynnika jak dla świata.

W przypadku elektrowni wiatrowych, współczynnik zatrudnienia w UE jest wyższy od globalnego. Przyczyną jest to, że pomimo dalej bardzo dużego udziału Chin (44%), aż cztery kraje z UE znajdują się wśród dziesięciu państw o największej liczbie zatrudnionych. Są to w kolejności: Niemcy, Dania, Hiszpania i Niderlandy.

Różnice w jednostkowych poziomach zatrudnienia związanych z elektrowniami biogazowymi nie są już tak duże. Niski jednostkowy poziom zatrudnienia w UE wynika między innymi z tego, że w UE nastąpił niewielki spadek produkcji energii w elektrowniach biogazowych.

Tab. 13. Jednostkowy poziom zatrudnienia w OZE dla Świata i UE (2020)⁴⁶

	Zatrudnienie os./GWh	
	Świat	UE
PV	6,8	1,0
EW	0,3	0,9
EB	2,2	1,2

W szacowaniu zatrudnienia (tab. 14) przyjmuje się aktualny poziom zatrudnienia w UE bez licznych synergii związanych z tworzeniem lokalnych rynków zarządzanych przez operatorów (WSE⁴⁷) i wykorzystujących wysokie kompetencje pracowników z sektora cyfrowego ale także budownictwa, rolnictwa itd. Jest to więc minimalna liczba nowych etatów, które są związane z energetyką OZE.

⁴⁶ Renewable Energy and Jobs Annual Review 2021 International Renewable Energy Agency IRENA. www.irena.org.

⁴⁷ Wirtualny System Elektryczny.

Tab. 14. Zatrudnienie w energetyce odnawialnej, ekwiwalentne do energetyki jądrowej ograniczone do obecnego sposobu korzystania ze źródeł OZE (projektowanie, montaż, usługi utrzymania i serwis)⁴⁸

	Zatrudnienie w OZE, etatów
Blok klasy 1600	12500
NewScale720	5600
SMR klasy 300	2300
	Zatrudnienie w EJ, etatów
Olkiluoto 3	150-200 (4500*)
Hinkley Point C	900 (4400*)
Sizewell C	900 (5600*)

* zatrudnienie maksymalne w fazie budowy

Nowe miejsca pracy wytwarzają dobra o znacznie większej efektywności pracy. Użyteczność pracy w elektroprosumeryzmie (w scyfryzowanym środowisku) jest znacznie wyższa niż w energetyce WEK-PK. Stawia się hipotezę, że rzeczywiste zatrudnienie będzie w dziale gospodarki, którym jest elektroprosumeryzm, kilkanaście razy większe (nie ma na razie heurystyk zbudowanych dla tej hipotezy). Jeszcze ważniejszy jest jednak efekt mnożnikowy, który wystąpi poza elektroprosumeryzmem (p. 30). Mianowicie, kompetencje wytworzone w elektroprosumeryzmie – w systemach (WSE) budowanych przez innowatorów-pretendentów (obszary: JST i sektor MMSP) w trybie sandboxów, w systemach informatycznych i w urządzeniach/układach ICT systemów (WSE) – w infrastrukturze takiej jak sieciowe terminale dostępowe STD, platformy handlowo techniczne OIRE, wreszcie systemy nadzoru i zarządzania SCADA – umożliwią mikroregionowi przez cały proces transformacji TETIP budowanie nowoczesnych miejsc pracy poza elektroprosumeryzmem, w tym, w edukacji i szeroko pojętych usługach. Ponadto pozwoli zwiększać bogactwo mieszkańców w trybie wzrostu bogactwa samych elektroprosumentów (trend globalny). Wreszcie pozwoli lepiej przygotować się do wejścia w przemysł 4.0 oraz w świat AI.

48 opracowanie własne na podstawie: Hardisty Jones Associates: *Sizewell C Economic Impact Assessment*, 2018 <https://www.eastsuffolk.gov.uk/assets/Planning/Sizewell/Economic-Impact/SZC-Economic-Impact-Draft-Final-Report-v4.0.pdf>; World Nuclear Industry Status Report: *Europe's First EPR: 13 Years Behind Schedule, Olkiluoto-3 in Finland Starts Up*. <https://www.worldnuclearreport.org/Europe-s-First-EPR-13-Years-Behind-Schedule-Olkiluoto-3-in-Finland-Starts-Up.html>; Renewable Energy and Jobs Annual Review 2021 International Renewable Energy Agency IRENA. www.irena.org.

60. Jednostkowe koszty dostaw energii elektrycznej. Oszacowanie kosztów krańcowych dostaw energii elektrycznej uwzględniających koszty wytwarzania oraz opłatę sieciową oszacowaną na podstawie średnich opłat sieciowych poszczególnych operatorów sieci dystrybucyjnych zamieszczono w tab. 15. Uzyskane wyniki uwzględniają medianę cen osiągniętych w skończonych projektach w latach od 2017 do 2020 oraz ceny z aukcji energii w roku 2019 i 2020. Dodatkowo oszacowano nakłady inwestycyjne poszczególnych technologii w tym potrzebne do bilansowania akumulatory, których trajektoria inwestycyjna jest ściśle związana z inwestycjami w źródła PV. Nie zakłada się wykorzystania wielkoskalowych chemicznych magazynów energii. W tabeli 15 podano jedną cenę nakładów inwestycyjnych. Cena ta będzie zależała od wybranej technologii i wielkości instalacji, ale przyjęte założenie pozwala zgrubnie oszacować koszty, na poziomie referencyjnego modelu. W tabeli 15 podano również czas wykorzystania mocy szczytowej, na podstawie którego obliczono nakłady inwestycyjne dla każdego z modeli.

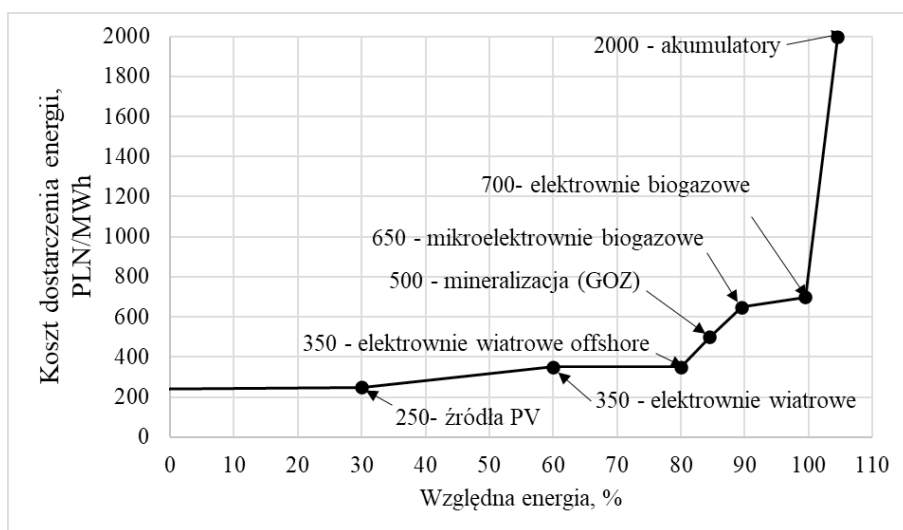
Tab. 15. Koszty krańcowe dostaw energii elektrycznej w OK (JST) (wytwarzanie + opłaty sieciowe) oraz nakłady inwestycyjne w cenach stałych (2020 r.)⁴⁹

	Koszt jednostkowy, PLN/MWh	Jednostkowe nakłady inwestycyjne tys. PLN/kW	Roczny czas wykorzystania mocy szczytowej, h
GOZ	500	22,5	8000
μEB	650	20,0	8000
EB	700	13,0	8000
EWL	350	5,0	3500
PV	250	4,5	1000
EWM	350	11,0	4500
Akumulatory	2000	3,5 tys. PLN/kWh	-

61. Koszty krańcowe technologii OZE. Przeprowadzona analiza dotyczy kosztów pokrycia wszystkich potrzeb energetycznych za pomocą energii elektrycznej, które obejmują zarówno obecny sposób użytkowania energii elektrycznej, ale również rynki ciepła i transportu. Oszacowanie wyników średniorocznych kosztów dostaw energii elektrycznej w porównaniu do obecnych kosztów tej energii można przeprowadzić dosyć dokładnie. Należy podkreślić, że w elektroprosumeryzmie wprowadza się rezerwę wynoszącą 5%. Rezerwa ta pozwala na pokrycie

⁴⁹ Tabela jest opracowaniem własnym autora.

bilansu energetycznego. Dane te można zestawić z marginesem mocy w systemach WEK, które wynosiły w Polsce 25% i zostały istotnie zwiększone, z 20% po blackoucie obejmującym Stany Zjednoczone i Kanadę w 1965 r. Dla porównania w Stanach Zjednoczonych margines mocy zwiększono z 15% do 20%. Zacznie mniejszy margines bezpieczeństwa wynika ze współistnienia wielu systemów (WSE) w elektroprosumeryzmie, które mogą pracować jako systemy off-grid. Taka praca znacznie ogranicza ryzyko blackoutu, ponieważ rezerwowanie dotyczy nie całego systemu KSE, ale lokalnego systemu WSE).



Rys. 10. Koszty krańcowe dostarczenia energii w elektroprosumeryzmie; średnioroczny koszt: 475 PLN/MWh⁵⁰

62. Nakłady inwestycyjne. Oszacowanie potrzebnych nakładów inwestycyjnych w modelach wykonano na podstawie aktualnej średniej jednostkowej ceny technologii, rocznego czasu wykorzystania mocy szczytowej (tab. 15) oraz miksu energetycznego (tab. 14). W nakładach inwestycyjnych uwzględniono również koszt akumulatorów, których pojemność jest powiązana z mocą zainstalowaną w źródłach PV zgodnie ze współczynnikiem 1 kWh na 1 kW mocy PV, wyznaczonym na podstawie badań własnych.

⁵⁰ Rysunek jest opracowaniem własnym autora.

Tab. 16. Nakłady inwestycyjne dla ekwiwalentnych miksów OZE, oraz EJ dla porównania⁵¹

	Nakłady Inwestycyjne OZE, mld PLN
Blok klasy 1600	42
NewScale720	19
SMR klasy 300	8
	Nakłady Inwestycyjne EJ, mld PLN*
Olkiluoto 3	52
Hinkley Point C	138
Sizewell C	94

* kurs 1 € = 4,70 PLN

Ekwiwalentne miksy energetyczne OZE charakteryzują się niższymi nakładami inwestycyjnymi w porównaniu do nakładów inwestycyjnych na energetykę jądrową. Elektrownia Olkiluoto 3 kosztowała o ponad 23% więcej w porównaniu do energetyki OZE, co więcej nakłady inwestycyjne w modelu elektroprosumenckim w dużej części pochodzą z zasobów własnych inwestorów (elektroprosumentów) czy firm z sektora MMSP.

⁵¹ Tabela jest opracowaniem własnym autora.

Piśmiennictwo do p. D i E

- [12]Eurostat: *Nuclear energy statistics Statistics*. Styczeń 2022.
- [13]Raport enco: *Possible role of nuclear in the Dutch energy mix in the future*. 2020.
- [14]How construction of Hinkley Point C is supporting companies in Britain, EDF (<https://www.edfenergy.com/energy/nuclear-new-build-projects/hinkley-point-c-for-suppliers-and-local-businesses/built-in-britain>).
- [15]Hardisty Jones Associates: *Sizewell C Economic Impact Assessment*, 2018 <https://www.eastsuffolk.gov.uk/assets/Planning/Sizewell/Economic-Impact/SZC-Economic-Impact-Draft-Final-Report-v4.0.pdf>.
- [16]World Nuclear Industry Status Report: *Europe's First EPR: 13 Years Behind Schedule, Olkiluoto-3 in Finland Starts Up*. <https://www.worldnuclearreport.org/Europe-s-First-EPR-13-Years-Behind-Schedule-Olkiluoto-3-in-Finland-Starts-Up.html>.
- [17]Departament Energii Jądrowej Ministerstwa Energii: *Jądrowy cykl paliwowy*. 2016.
- [18]Portal Sciencing: *How Does Nuclear Energy Affect the Environment?* 2018, <https://sciencing.com/nuclear-energy-affect-environment-4566966.html>.
- [19]NRDC: *Nuclear Power 101*. <https://www.nrdc.org/stories/nuclear-power-101>.
- [20] Raport IPCC: <https://www.ipcc.ch/>.
- [21]Stanek W. i in.: *Thermodynamics for Sustainable Management of Natural Resources*, Springer International Publishing, 2017, DOI 10.1007/978-3-319-48649-9.
- [22] NREL: *Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Solar Photovoltaics*.
- [23]Raport KPMG: *Nuclear energy market construction*, 2021. https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010012/EN010012-001687-SZC_Bk5_5.1_Consultation_Report_AppxE.1_Part_1_of_2.pdf.
- [24] *Power Reactor Information System "OL3 – koko Suomen projekti".. TVO. Archived from the original on 19 September 2012. Retrieved 10 August 2012.*
- [25]AREVA, Virginie Moucquot-Laiho, AREVA: Building Finland's Largest Industrial Project Ever – Olkiluoto 3, <https://digitaleditions.nuclearplantjournal.com/ND14/files/assets/common/downloads/page0012.pdf>.

- [26] Kirstin Munro, George Tolley: *Property values and tax rates near spent nuclear fuel storage*, Energy Policy, Volume 123, 2018, Pages 433-442, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.035>.
- [27] Lalaine C. Delmendo: *Finnish housing market strengthening*, 2022, <https://www.globalpropertyguide.com/Europe/Finland/Price-History>.
- [28] Postal Code, Finland: <https://postal-codes.cybo.com/finland/27160/>.
- [29] Prices of dwellings in housing companies, Statistics Finland. https://stat.fi/tup/tilastotietokannat/index_en.html.
- [30] Mariusz P. Dąbrowski: Can Nuclear Power Plants Coexist with Tourist Infrastructure, 2nd International Nuclear Energy Congress: Nuclear Safety, 2012.
- [31] Nuclear Engineering: *Hearings raise a jobs question: nuclear or tourism?*, 2021, <https://www.neimagazine.com/features/feature-hearings-raise-a-jobs-question-nuclear-or-tourism-8917599/>.
- [32] Sungjin Cho, Seonggyun Kim: *Analysis of the Impact of Nuclear Power Generation on Local Economies*, Policy Issue Paper 18-01, 2018.
- [33] Portal Forsal.pl: *Awaria elektrowni jądrowej w Taishan nie jest groźna. Prawdziwy dramat to chińska polityka informacyjna*. <https://forsal.pl/swiat/chiny/artykuly/8192247,chiny-awaria-elektrowni-jadrowej-w-taishan-nie-jest-grozna-prawdziwy-dramat-to-chinska-polityka-informacyjna.html>.
- [34] Tomasz Srokosz, Małgorzata Brzóska: Charakter prawny klauzuli „TAKE OR PAY”. <http://ksplegal.pl/en/wp-content/uploads/2016/07/legal-publication-27-october-2009.pdf>.
- [35] Philippe Collet: *EPR de Taishan: l'ASN confirme la découverte de vibrations imprévues dans le cœur du réacteur*. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/epr-taishan-ASN-confirmation-decouverte-vibrations-coeur-reacteur-38940.php4>.
- [36] STUK: *Reactor Safety Committee Meeting 1/2021*. https://www.stuk.fi/documents/12547/319501/RSC_meeting_memorandum_2021-1.pdf/f9000f75-f3f7-a0f1-07b0-ef39af3cc2c3?t=1646646593386
- [37] Bodzek K.: *Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych osłonach kontrolnych*. Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu Nr 1/2020. Energetyka 11/2020 (także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>)
- [38] Renewable Energy and Jobs Annual Review 2021 International Renewable Energy Agency IRENA. www.irena.org

Zakończenie. Wnioski

1. Wpływ elektrowni jądrowej na lokalny region jest bezdyskusyjny. Oddziałuje ona na każdy aspekt funkcjonowania lokalnej społeczności. Jednak w przypadku budowy obiektów tego typu ograniczenie się do lokalnej społeczności i mikroekonomii nie jest właściwe i przyczynia się do fałszowania rzeczywistego oddziaływania makroekonomicznego. Należy podkreślić, że od etapu projektowania, przez etap budowy i ustabilizowanej eksploatacji w projekt zaangażowanych jest tysiące pracowników z czego bardzo wielu nie pochodzi z regionu, w którym elektrownia jest budowana. Tym bardziej, że lokalny rynek traktowany jest nie tylko jako bezpośrednie miejsce budowy, ale również tereny przyległe (EDF – określa lokalny rynek jako miejsce oddalone do 90 minut jazdy samochodem).
2. Elektrownia jądrowa zwiększa liczbę miejsc pracy, przy czym duża część z tych miejsc związana jest z etapem budowania, dlatego należy traktować je jako przejściowe (tymczasowe) zatrudnienie. Szacuje się, że w fazie ustabilizowanej eksploatacji liczba stałych miejsc pracy wynosi około 600 na GW mocy zainstalowanej (mniej niż w elektrowniach węglowych, ale więcej niż w elektrowniach gazowych), a pracownicy pochodzą w dominującym stopniu nie z regionu, ale z kraju inwestycji i z zagranicy. Ponadto prace serwisowe przy reaktorach, wymagające niskich kwalifikacji – osiągalnych na lokalnym rynku pracy – są niebezpieczne. Dlatego lepiej byłoby, gdyby w ogóle ich nie było (ryzyko ich wykonywania jest przez energetyczne korporacje jądrowe często „zacierane”, również dla obniżenia kosztów tych prac; potwierdziły to Raporty z badań katastrofy w Fukushima, chociaż nie ten stworzony przez TEPCO, a Raporty opracowane przez Komisję Parlamentarną i Rządową⁵²).
3. Bezpośredni wpływ na środowisko elektrowni jądrowych związany jest przede wszystkim z możliwością skażenia promieniotwórczego spowodowanego wyciekami substancji radioaktywnych, a także z zagrożeniami wynikającym z możliwości awarii elektrowni.
4. Pośredni wpływ na środowisko odczuwalny jest na każdym etapie związanym z pozyskiwaniem paliwa, od wydobycia uranu,

52 Piotr Bernardyn. *Słońce jeszcze nie weszło. Tsunami. Fukushima*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2014.

przez jego transport, przetwarzanie, wykorzystanie w elektrowni i składowanie.

5. Europa jest w pełni uzależniona od importu uranu, a około 44% importu pochodzi z krajów OECD. Bezpieczeństwo dostaw jest więc większe niż np. ropy naftowej, ale i tak obciążone wysokim ryzykiem w sytuacjach kryzysowych. Jedynym pozytywnym aspektem jest to, że uran może być długotrwale składowany.
6. Wpływ elektrowni jądrowych na cenę nieruchomości w obszarach bezpośredniego sąsiedztwa jest bardzo trudny do przeanalizowania ze względu na to, że czas eksploatacji jest większy od 40 lat, a etap budowy to kolejne 10 lat. Większość aktualnych opracowań dotyczących wpływu istniejących elektrowni jądrowych na cenę nieruchomości określa wpływ jako neutralny. Istnieją również takie, które wykazują wpływ zarówno negatywny jak i pozytywny, z tym, że wpływ pozytywny wynika z pragmatyzmu mieszkańców spowodowanego mniejszymi podatkami od nieruchomości w bezpośrednim sąsiedztwie elektrowni. Ze względu na bardzo małą liczbę nowych inwestycji ich wpływ na cenę mieszkań również jest trudny do określenia, jednak na przykładzie reaktora Olkiluoto 3 dane wskazują, że efekt ten obniża nieznacznie cenę wraz z uruchomieniem elektrowni. Następuje spadek liczby miejsc pracy związanych z etapem budowy.
7. Elektrownie jądrowe budowane są zazwyczaj na obszarach nie będących w bezpośrednim sąsiedztwie obszarów atrakcyjnych turystycznie. Dlatego wpływ na turystykę jest również trudny do określenia, ale ze wskazaniem na neutralny w przypadku istniejących elektrowni i negatywny w przypadku ich budowy. Negatywny wpływ wynika z dużej ingerencji w krajobraz, transportowania ogromnej ilości materiałów, brakiem dostępu do obszaru budowy i samej elektrowni.
8. Alternatywne rozwiązanie w postaci elektroprosumeryzmu i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, charakteryzuje się większą liczbą miejsc pracy i ograniczonym wpływem na inne aspekty będące przedmiotem analizy.
9. Ekwiwalentowanie energetyki jądrowej za pomocą źródeł OZE pozwala na uzyskanie takiej samej produkcji taniej, a wpływ na lokalne rynki pracy jest znacznie lepiej dostosowany do lokalnych warunków i równomiernie rozłożony na większy obszar.
10. Środki na inwestycje w źródła OZE, mogą pochodzić ze źródeł własnych elektroprosumentów oraz firm z sektora MMSP, przez co efektywność ich wykorzystania jest znacznie większa

a ryzyko inwestycyjne mniejsze, pod warunkiem, że nie dochodzi do przeinwestowania.

- 11. Wniosek generalny.** Wnioski 1 do 10 – bazujące na wynikach analiz mikroekonomicznych – mają charakter neutralny lub są w kontekście decyzji inwestycyjnych niekorzystne dla elektrowni jądrowych. W kontekście makroekonomicznym, i zmian cywilizacyjnych – elektrownie te nie mają natomiast racji bytu i powinny być całkowicie zaniechane (zignorowane w koncepcjach transformacyjnych).

Spis treści

A. Rynki elektroprosumeryzmu, społeczna gospodarka rynkowa i kryzysowa odporność elektroprosumencka vs paramilitarna energetyka jądrowa i wielkoskalowa energetyka korporacyjna paliw kopalnych ogólnie – WEK-PK(iEJ) – oraz bezpieczeństwo energetyczne (stanowiące produkt polityczno-korporacyjnej polityki energetycznej, którą w Polsce jest aktualna polityka PEP2040)	4
B. Cywilizacyjna potrzeba przyspieszenia politycznej rewizji roli paramilitarnej energetyki jądrowej stanowiącej ekstraordynaryjną część całej energetyki WEK-PK(iEJ)	13
C. Transformacja Energetyki w Trybie Innowacji Przełomowej (TE-TIP) do elektroprosumeryzmu jako odpowiedź	20
D. Wpływ elektrowni jądrowej na otaczający region, w tym na lokalny rynek pracy, turystykę, ceny nieruchomości i środowisko naturalne.	25
E. Lokalne rynki elektroprosumeryzmu – ekwiwalentyzacja bloku jądrowego klasy 1600 MW, NewScale720 (12x60 MW) i SMR klasy 300 MW w kontekście regionu, kraju, UE.	43