Silesian University of Technology

RESEARCH UNIVERSITY
EXCELLENCE INITIATIVE
Ministry of Science and Higher Education

Transformacja energetyczna Śląska i Zagłębia jako szansa dla lokalnych społeczności

Łukasz Bartela

Konferencja
„Atom dla Samorządu”
23 listopada 2023

Transformacja energetyczna Śląska i Zagłębia jako <u>SZANSA</u> dla lokalnych społeczności

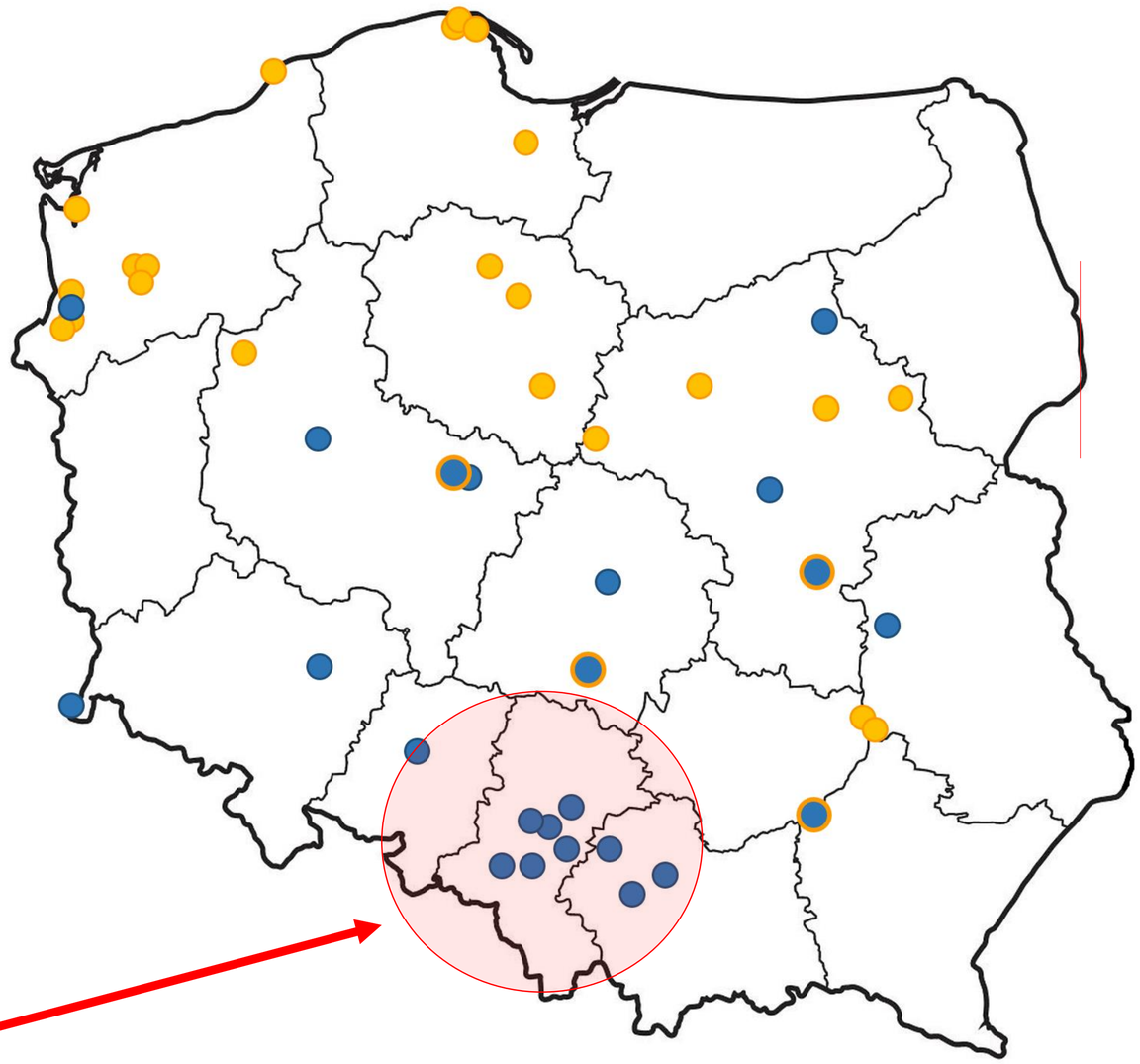
czy może:

Transformacja energetyczna Polski jako <u>RYZYKO</u> dla lokalnych społeczności Śląska i Zagłębia

?

Obecne oraz potencjalne lokalizacje właściwe dla działalności energetyki zawodowej

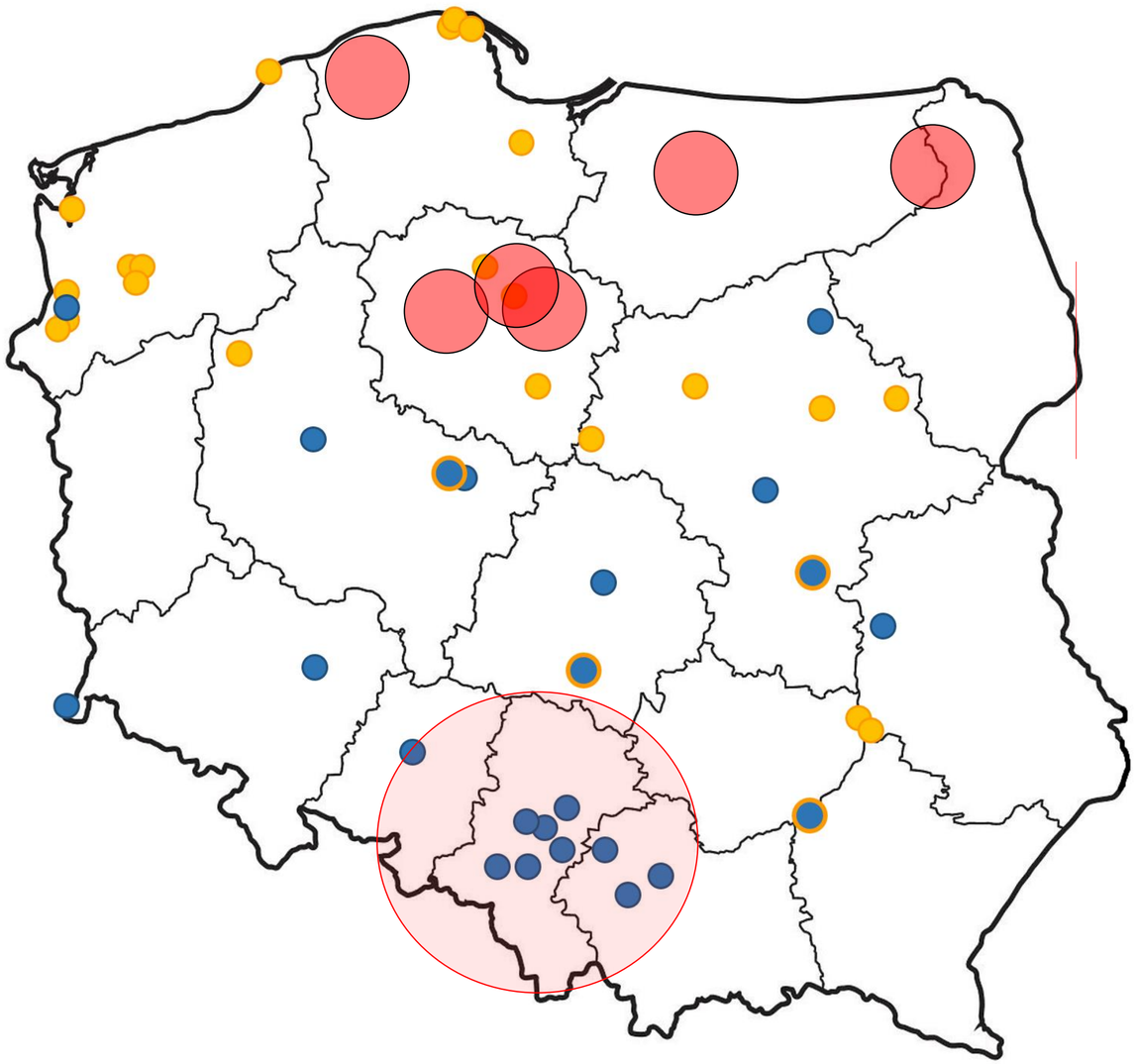
- Lokalizacje wskazane w **programie polskiej energetyki jądrowej**
- Lokalizacje dużych systemów wytwórczych **energetyki węglowej**



transformacja energetyczna jest obowiązkowym elementem sprawiedliwej transformacji regionów węglowych!

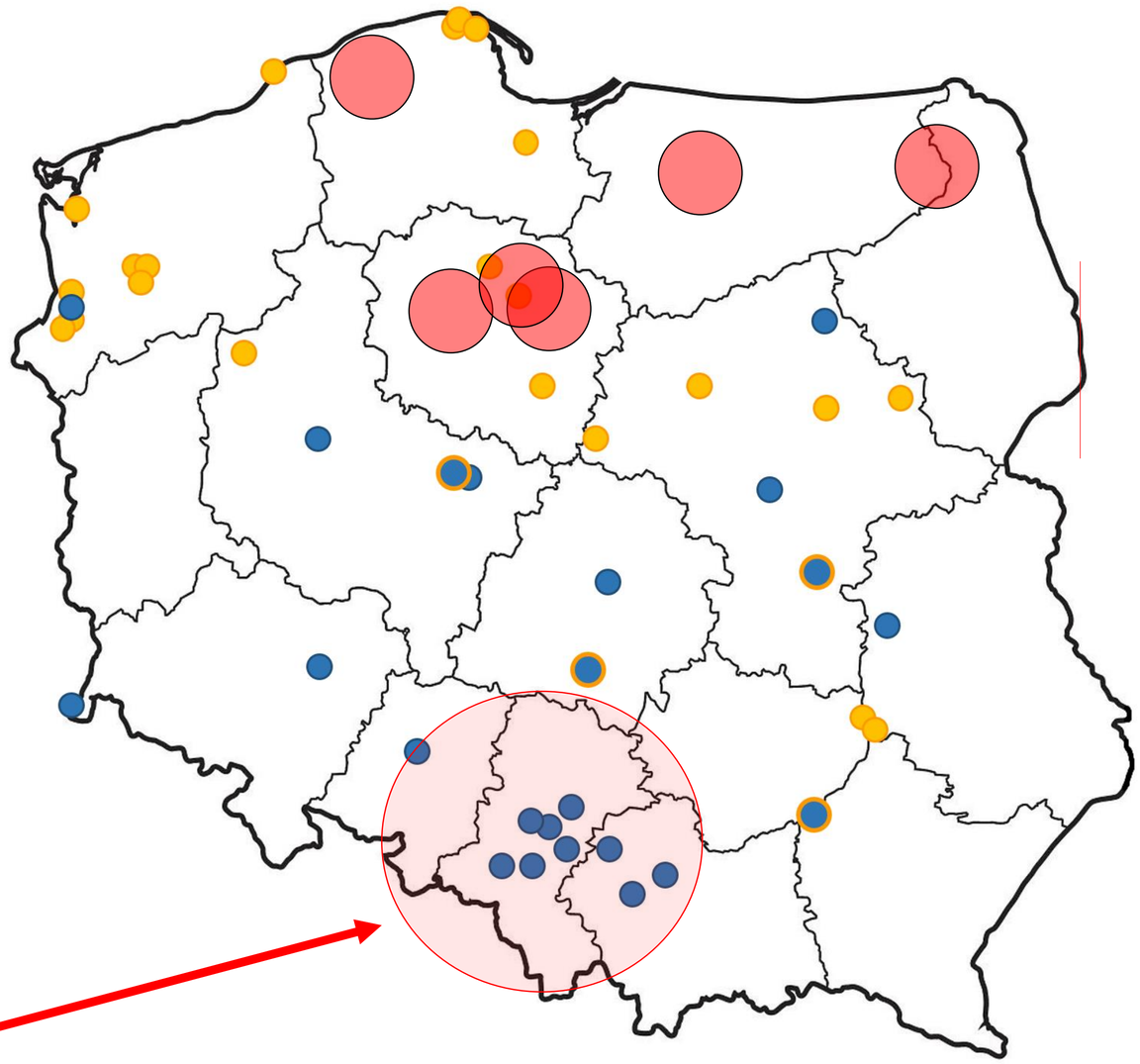
Obecne oraz potencjalne lokalizacje właściwe dla działalności energetyki zawodowej

- Lokalizacje wskazane w **programie polskiej energetyki jądrowej**
- Lokalizacje dużych systemów wytwórczych **energetyki węglowej**
- Lokalizacje proponowanych **Specjalnych Stref Energetycznych**



Obecne oraz potencjalne lokalizacje właściwe dla działalności energetyki zawodowej

- Lokalizacje wskazane w **programie polskiej energetyki jądrowej**
- Lokalizacje dużych systemów wytwórczych **energetyki węglowej**
- Lokalizacje proponowanych **Specjalnych Stref Energetycznych**



transformacja energetyczna jest obowiązkowym elementem sprawiedliwej transformacji regionów węglowych!

Zespół DEsire:

NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Rzeczpospolita Polska

Silesian University of Technology

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

EPK

ichtj

INSTYTUT SOBIESKIEGO

Główne cele projektu DEsire

Plan dekarbonizacji krajowej energetyki zawodowej na drodze modernizacji z wykorzystaniem reaktorów jądrowych generacji III/III+ i IV,

który będzie stanowił mapę drogową dla organizacji procesów inwestycyjnych mających na celu transformację scentralizowanych systemów wytwórczych z uwzględnieniem kryteriów zrównoważonego rozwoju.

Pilotaż krajowego Klastra Transformacji Energetyki (KTE),

który stanowić będzie zaplecze organizacyjne dla działań mających na celu zwiększenie efektywności różnych grup interesariuszy w procesie transformacji krajowych elektrowni oraz elektrociepłowni.

Struktura projektu

FAZA A
Badania przemysłowe oraz prace rozwojowe

- EPK: Identyfikacja i analiza krajowej infrastruktury energetycznej i towarzyszącej
- Zintegrowany model oceny aspektów energetyczno-ekonomicznych
- ichtj: Organizacja i bezpieczeństwo procesu modernizacji i eksploatacji

FAZA B
Prace przedwdrożeniowe

- EPK: Procedury dla modernizacji
- INSTYTUT SOBIESKIEGO: Diagnoza społeczna oraz przygotowanie materiałów analitycznych wspierających wdrożenie planu modernizacji
- Przygotowanie do zastosowania w praktyce wyników projektu
- Przygotowanie planu modernizacji

Ścieżki transformacji Coal-to-Nuclear

C2N

C2N#0 Greenfield

- *EJ jest budowana w pobliżu likwidowanej EW,*
- *brak powiązań materialnych między likwidacją, a inwestycją,*
- *korzystne może być np. przeniesienie praw do wykorzystania ujęć wodnych, dostępność do linii przesyłowych oraz siły roboczej.*

C2N#1 Brownfield

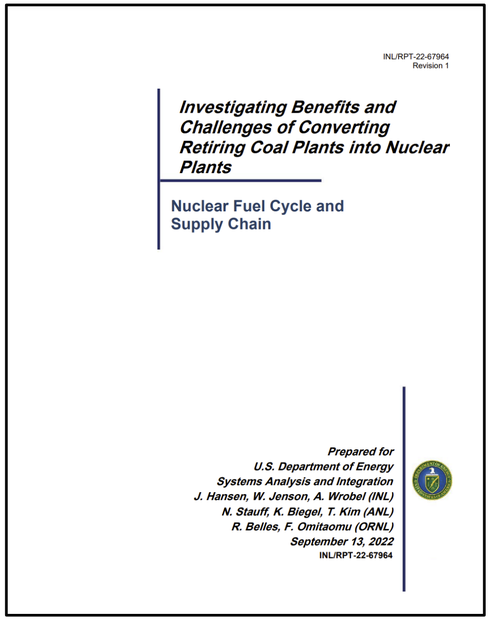
- *EJ jest budowana w miejscu likwidowanej EW,*
- *Wykorzystaniu w nowej inwestycji podlega miejsce, infrastruktura pomocnicze EW,*
- *Wykorzystane mogą być dowolne typy reaktorów jądrowych.*

C2N#2 Direct

- *EJ jest budowana w miejscu likwidowanej EW,*
- *Wykorzystaniu w nowej inwestycji podlega miejsce, infrastruktura pomocnicze oraz infrastruktura główna EW,*
- *bezpośrednie sprzęgnięcie wyspy reaktorowej z wyspą turbinową.*

C2N#3 Indirect

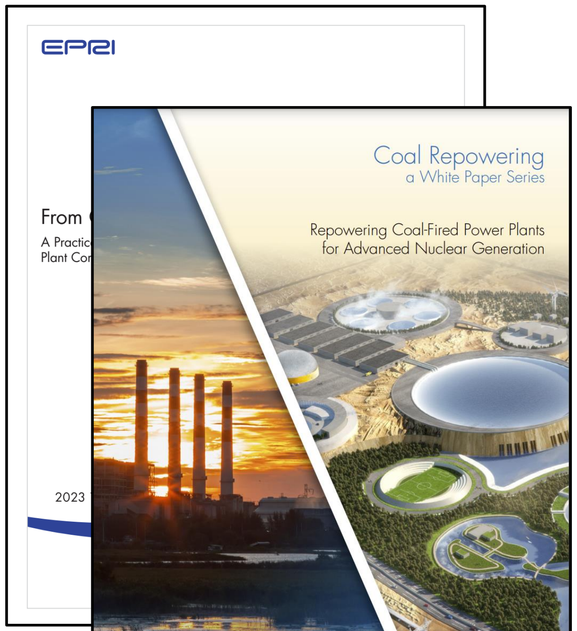
- *EJ jest budowana w miejscu likwidowanej EW,*
- *Wykorzystaniu w nowej inwestycji podlega miejsce, infrastruktura pomocnicze oraz infrastruktura główna EW,*
- *pośrednie sprzęgnięcie wyspy reaktorowej z wyspą turbinową (wytwornicy pary + TES)*


INL/RPT-22-67964
Revision 1

Investigating Benefits and Challenges of Converting Retiring Coal Plants into Nuclear Plants

Nuclear Fuel Cycle and Supply Chain

Prepared for
U.S. Department of Energy
Systems Analysis and Integration
J. Hansen, W. Jenson, A. Wrobel (INL)
N. Stauff, K. Biegel, T. Kim (ANL)
R. Belles, F. Omitaomu (ORNL)
September 13, 2022
INL/RPT-22-67964



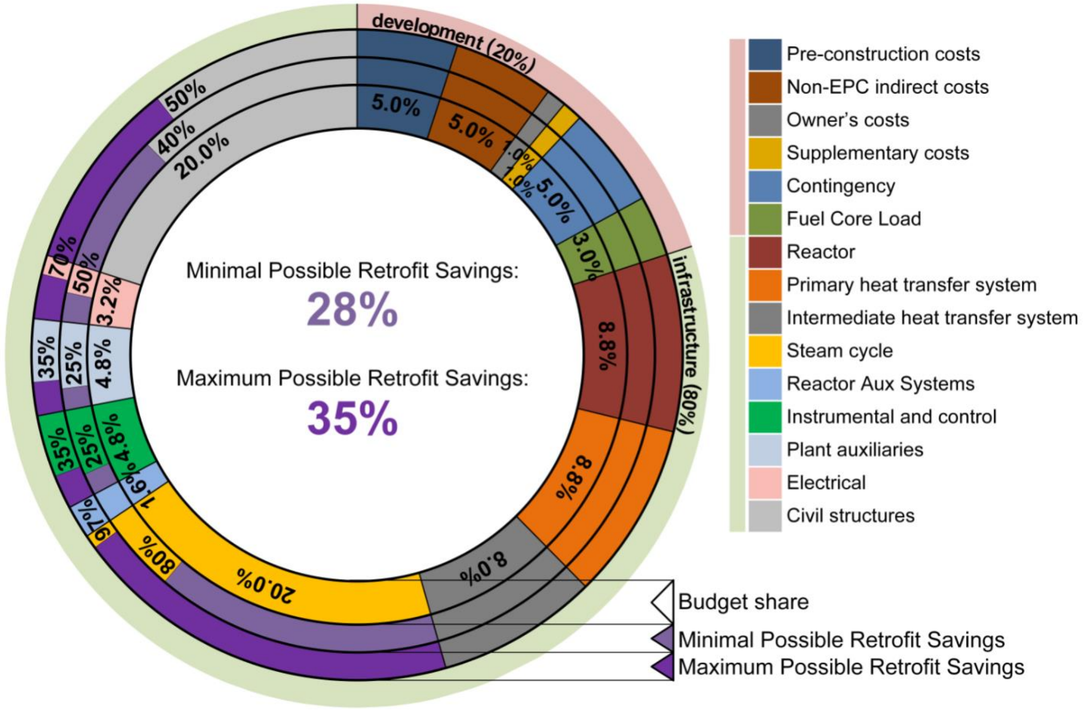
Repurposing

Full Repowering

& Partial Repowering

2019 – 2020 2021 – 2022

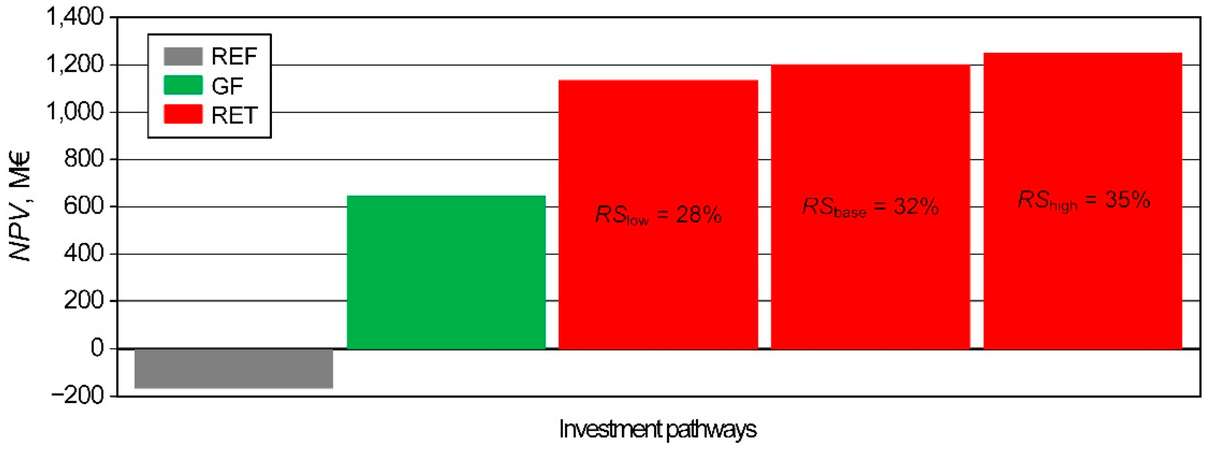
Geneza projektu DEsire



Rys. Identyfikacja oszczędności wynikającej z zastosowania w ramach inwestycji jądrowej infrastruktury bloku węglowego

Tabela. Zdyskontowany czas zwrotu dla różnych wartości podstawowych wielkości kształtujących opłacalność inwestycji

		Pathway of investment					
		GF			RET		
		C_{ea}, €/tCO2			C_{ea}, €/tCO2		
		25	**50**	75	25	**50**	75
C_{el}, €/MWh	50	33	14	8	18	8	4
	75	35	**17**	10	19	**10**	6
	100	33	17	12	19	11	8
C_{coal}, €/GJ	1.6	>60	26	9	41	15	14
	3.2	35	**17**	10	19	**10**	6
	6.4	13	8	6	8	5	3

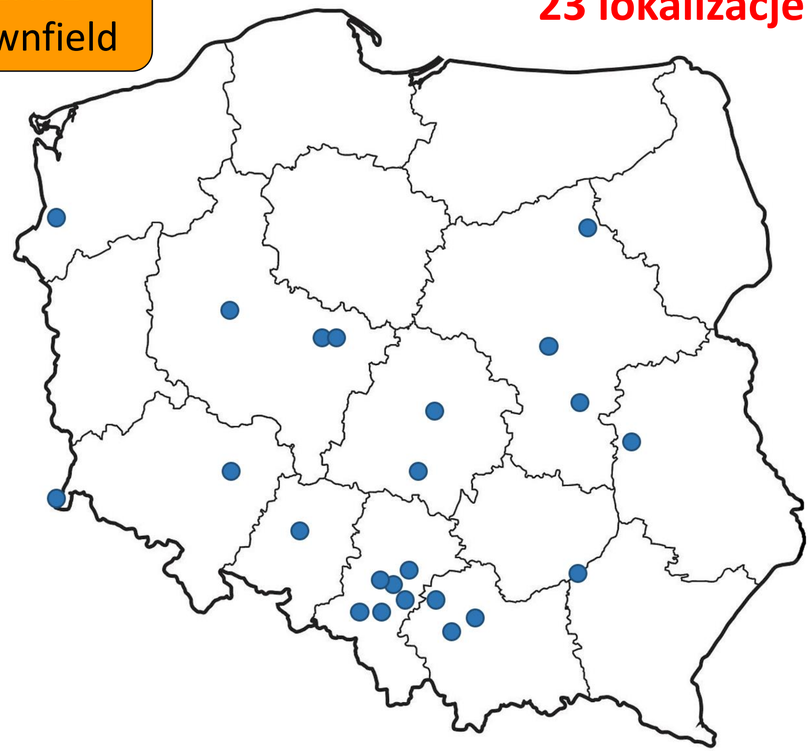


Rys. Przykładowe wyniki analiz efektywności ekonomicznej przeprowadzonych dla jednego z badanych przypadków

Lokalizacje

C2N#1
Brownfield

23 lokalizacje



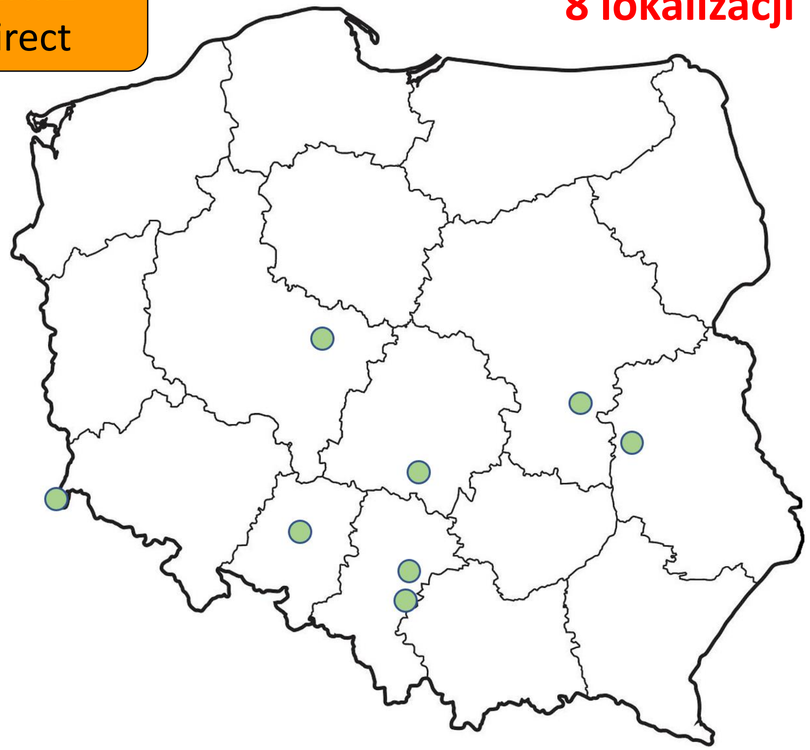
Rys. Lokalizacje elektrowni wybranych do oceny możliwości konwersji do źródeł jądrowych

1. Bełchatów
2. Chorzów
3. Dolna Odra
4. Jaworzno
5. Katowice
6. Karolin
7. Konin
8. Kozienice
9. Kraków
10. Łagisza
11. Łaziska
12. Łódź
13. Opole
14. Ostrołęka
15. Pątnów
16. Połaniec
17. Puławy
18. Rybnik
19. Siekierki
20. Siersza
21. Skawina
22. Turów
23. Wrocław

∑ 92 bloki
∑ 22.4 GW_{el}

C2N#2
Direct

8 lokalizacji



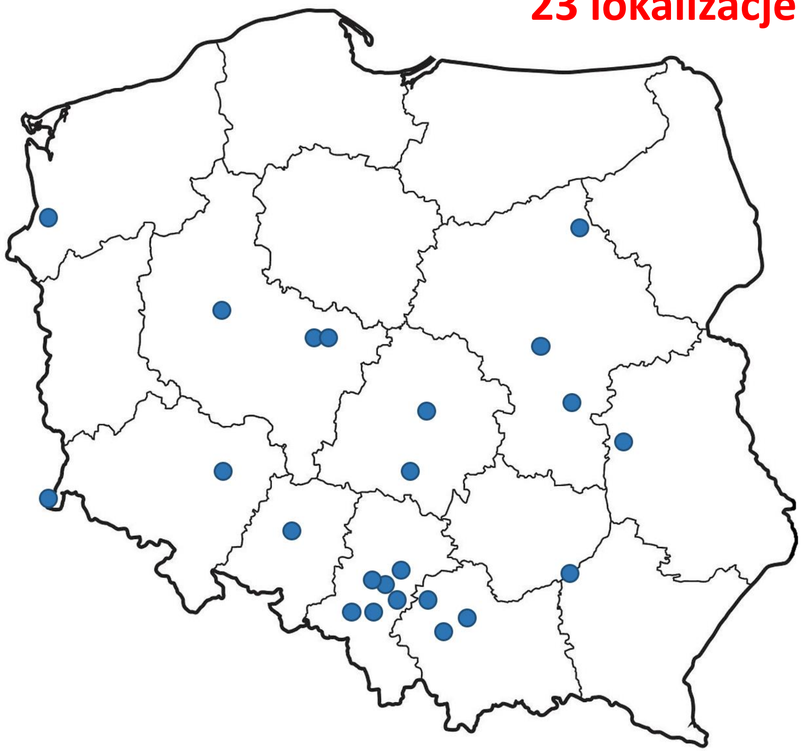
Rys. Lokalizacje bloków energetycznych wybranych do oceny możliwości konwersji do źródeł jądrowych

1. Bełchatów
2. Jaworzno
3. Kozienice
4. Łagisza
5. Opole
6. Pątnów
7. Puławy
8. Turów

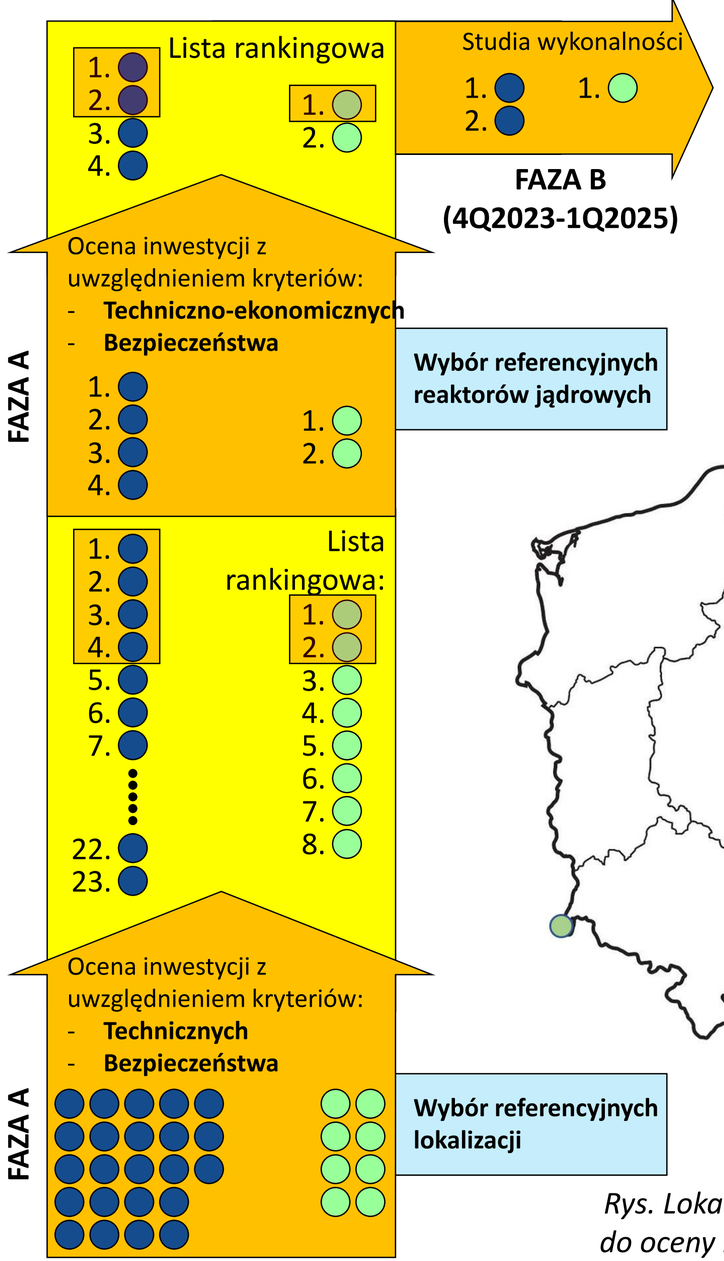
∑ 9 bloków
∑ 6.2 GW_{el}

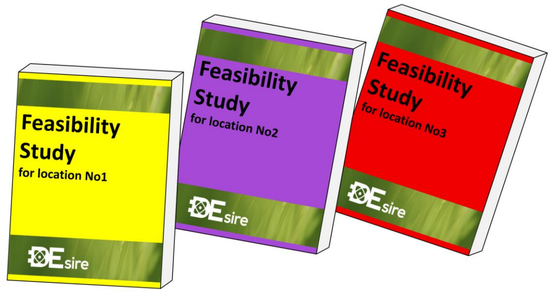
Lokalizacje

23 lokalizacje

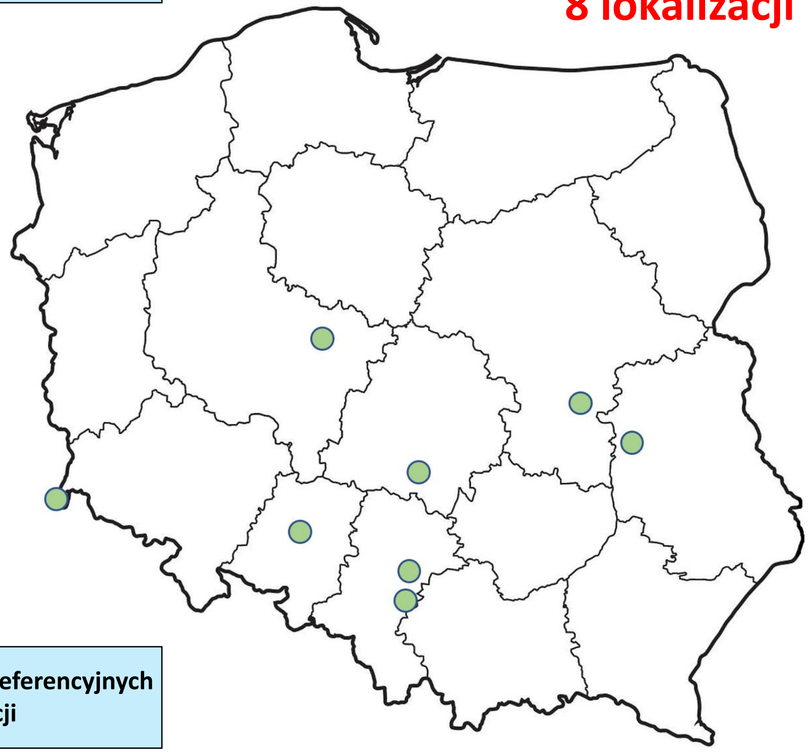


Rys. Lokalizacje elektrowni wybranych do oceny możliwości konwersji do źródeł jądrowych



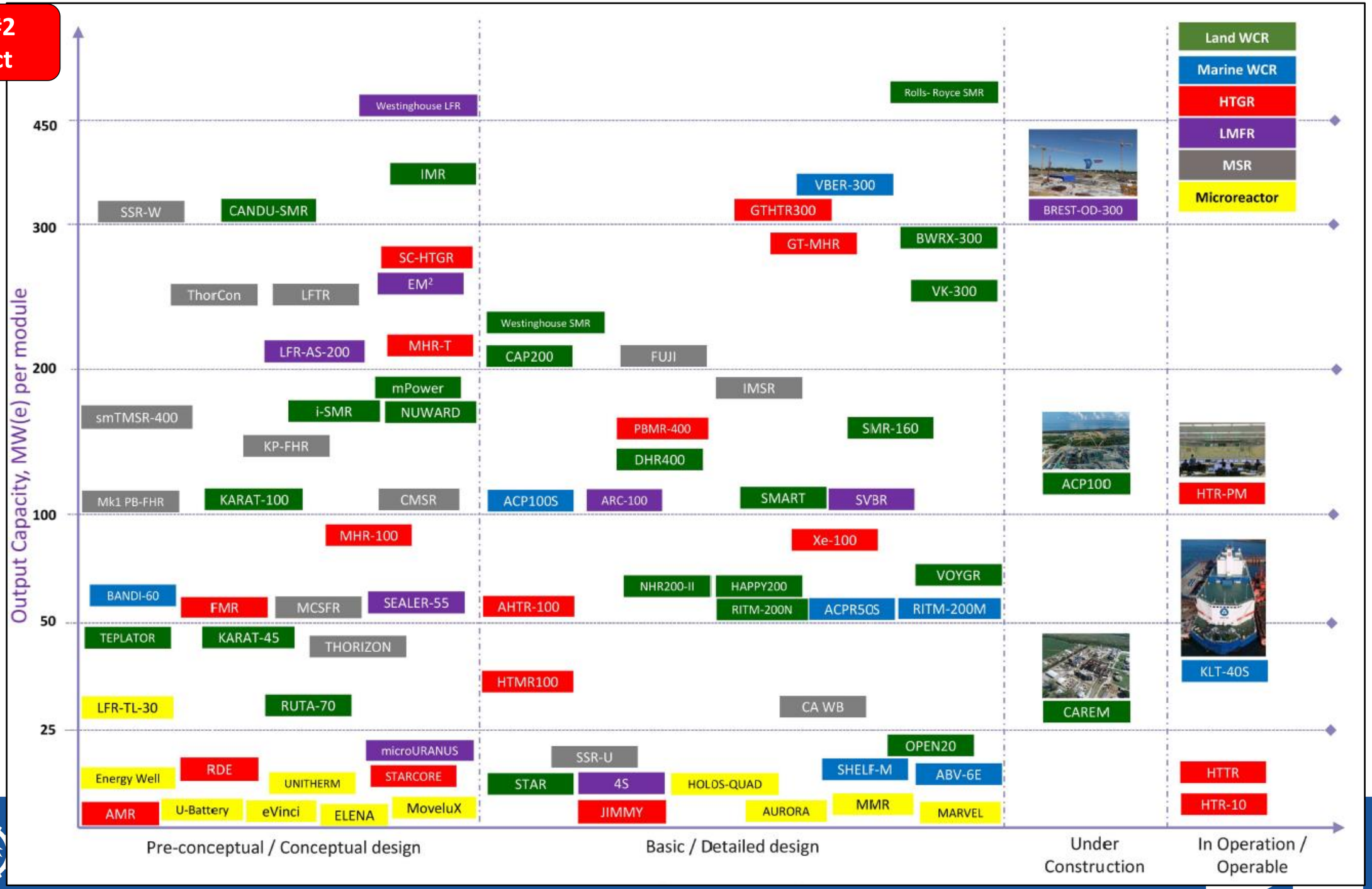


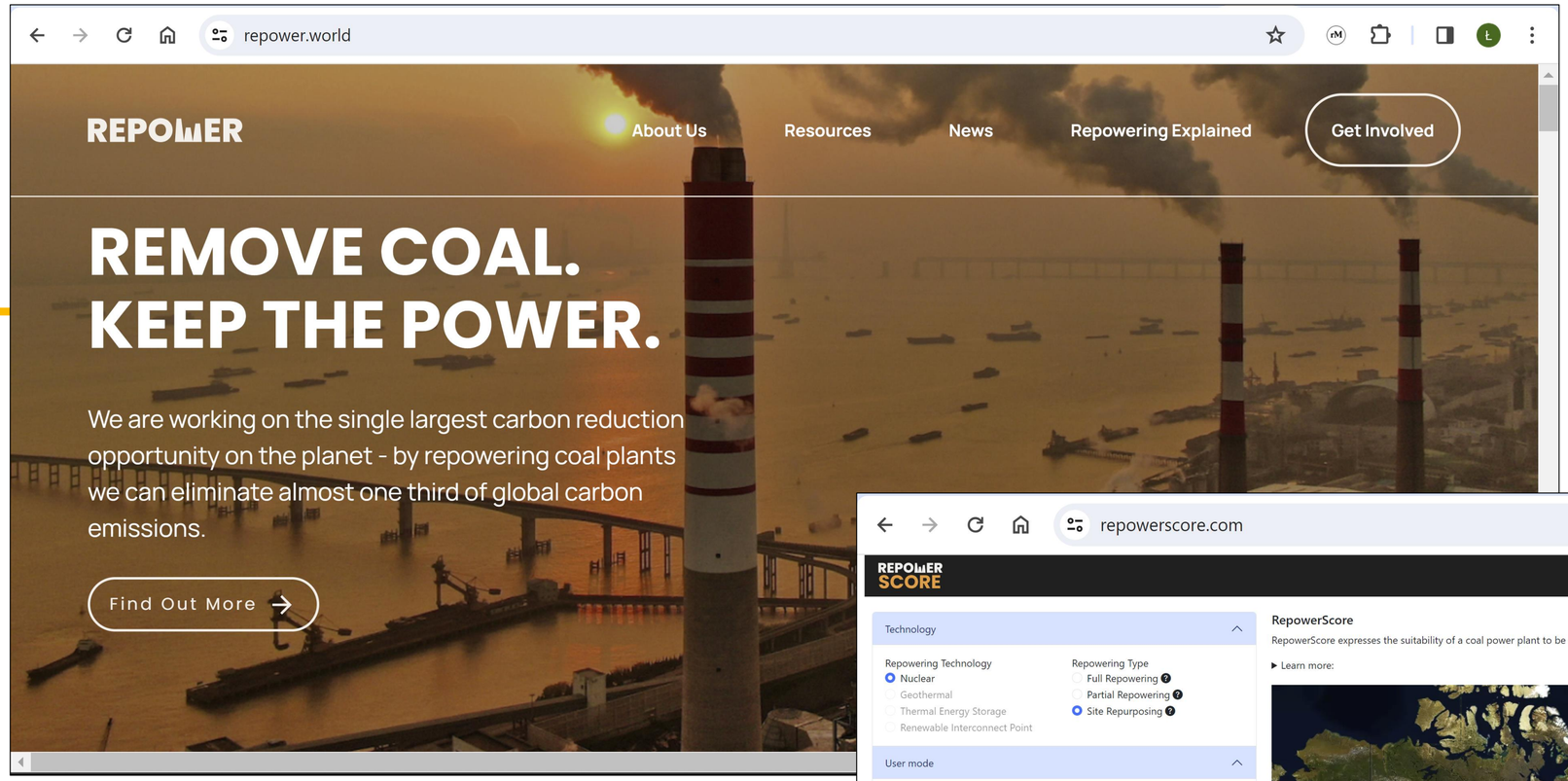
8 lokalizacji



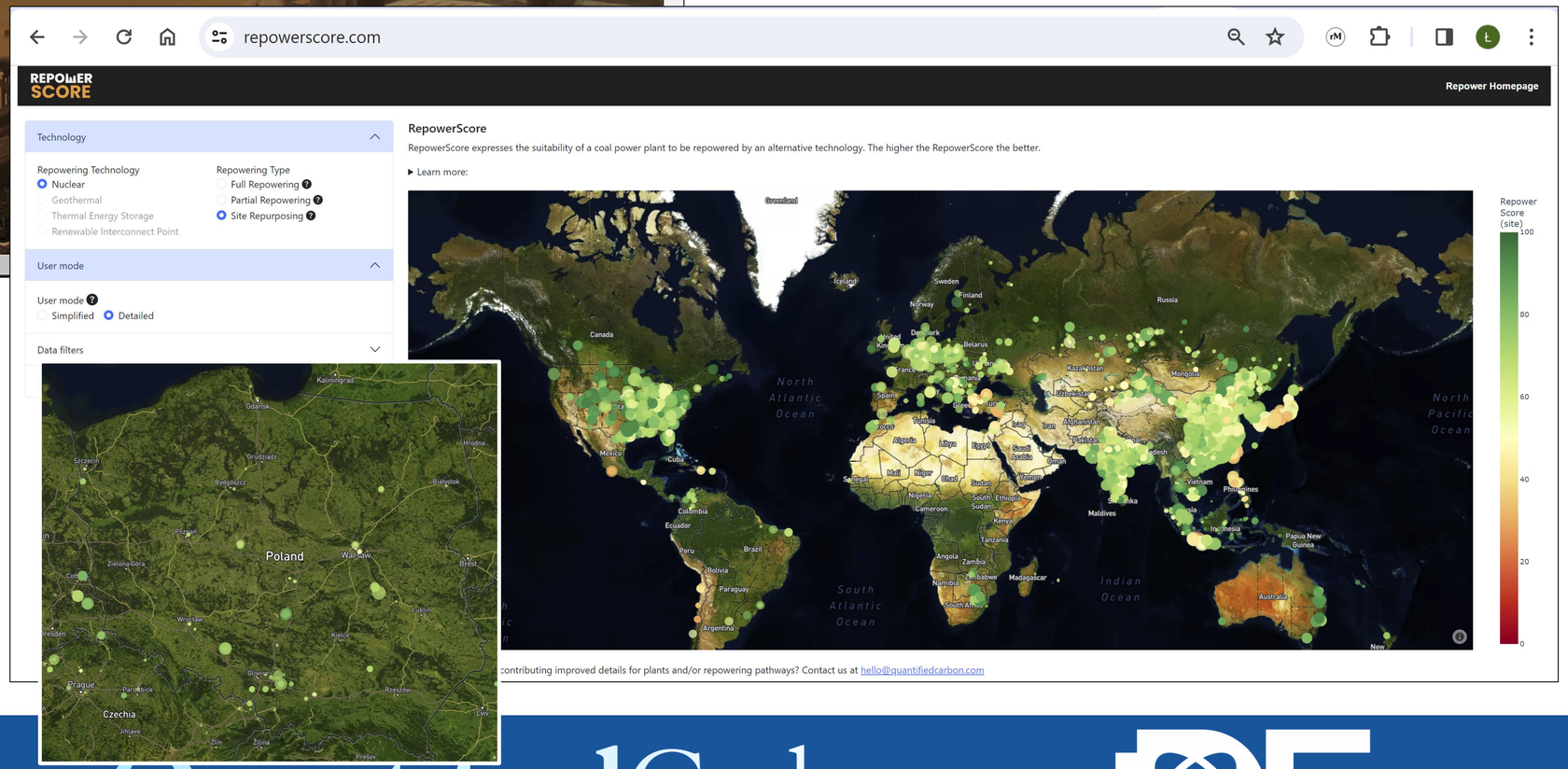
Rys. Lokalizacje bloków energetycznych wybranych do oceny możliwości konwersji do źródeł jądrowych

C2N#2 Direct


Output Capacity, MW(e) per module
450
300
200
100
50
25
Land WCR
Marine WCR
HTGR
LMFR
MSR
Microreactor
Westinghouse LFR
Rolls- Royce SMR
IMR
VBER-300
SSR-W
CANDU-SMR
GTHTR300
BREST-OD-300
GT-MHR
BWRX-300
SC-HTGR
EM²
ThorCon
LFTR
VK-300
Westinghouse SMR
LFR-AS-200
MHR-T
CAP200
FUJI
mPower
IMSR
smTMSR-400
i-SMR
NUWARD
PBMR-400
SMR-160
KP-FHR
DHR400
ACP100
HTR-PM
Mk1 PB-FHR
KARAT-100
CMSR
ACP100S
ARC-100
SMART
SVBR
MHR-100
Xe-100
VOYGR
BANDI-60
NHR200-II
HAPPY200
FMR
MCSFR
SEALER-55
AHTR-100
RITM-200N
ACPR50S
RITM-200M
TEPLATOR
KARAT-45
THORIZON
KLT-40S
HTMR100
LFR-TL-30
RUTA-70
CA WB
CAREM
OPEN20
microURANUS
SSR-U
RDE
Energy Well
UNITHERM
STARCORE
SHELF-M
ABV-6E
STAR
4S
HOLOS-QUAD
HTTR
HTR-10
AMR
U-Battery
eVinci
ELENA
MoveluX
JIMMY
AURORA
MMR
MARVEL
Pre-conceptual / Conceptual design
Basic / Detailed design
Under Construction
In Operation / Operable



https://www.repower.world/



https://www.repowerscore.com/

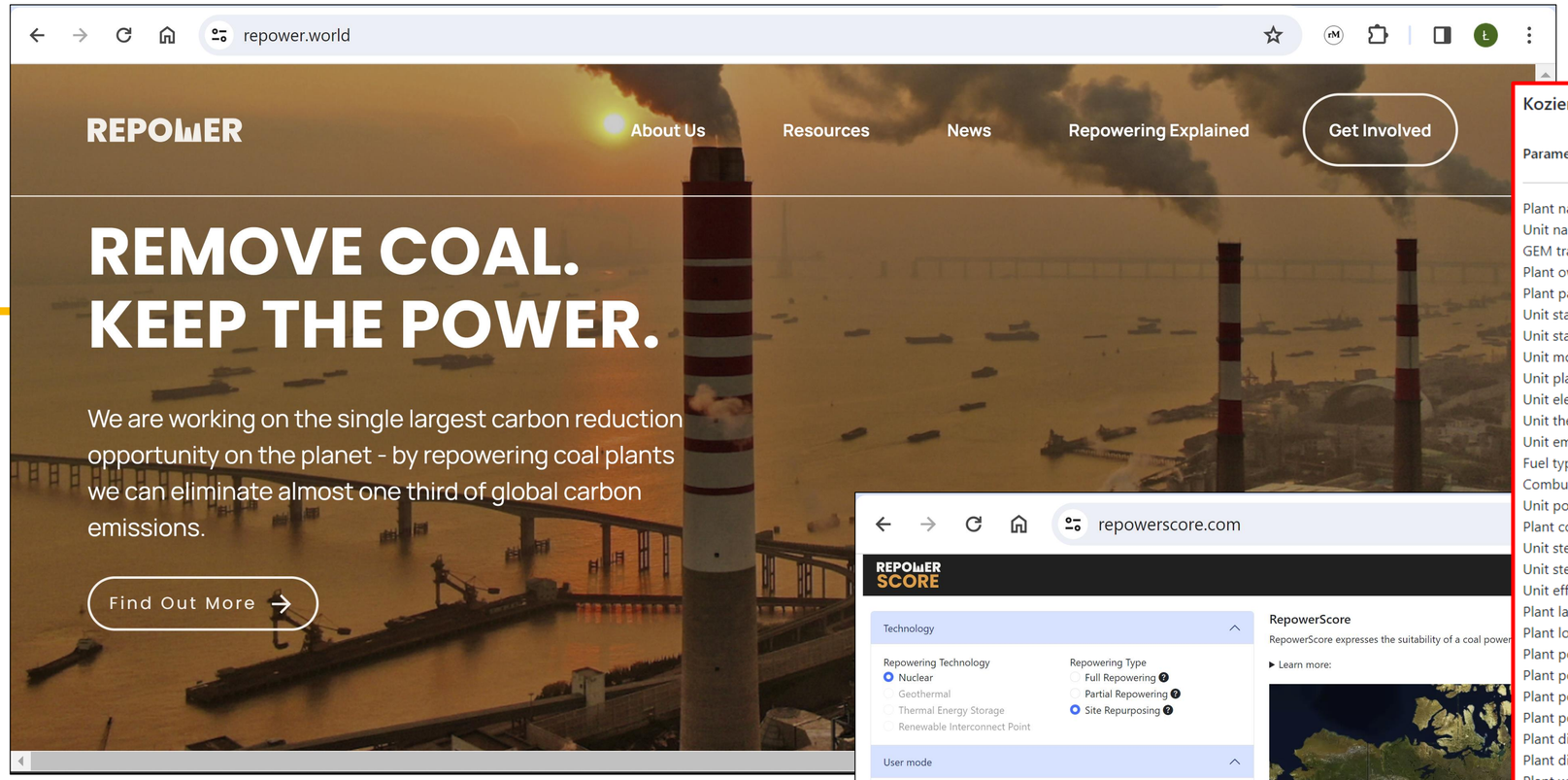
Silesian University of Technology

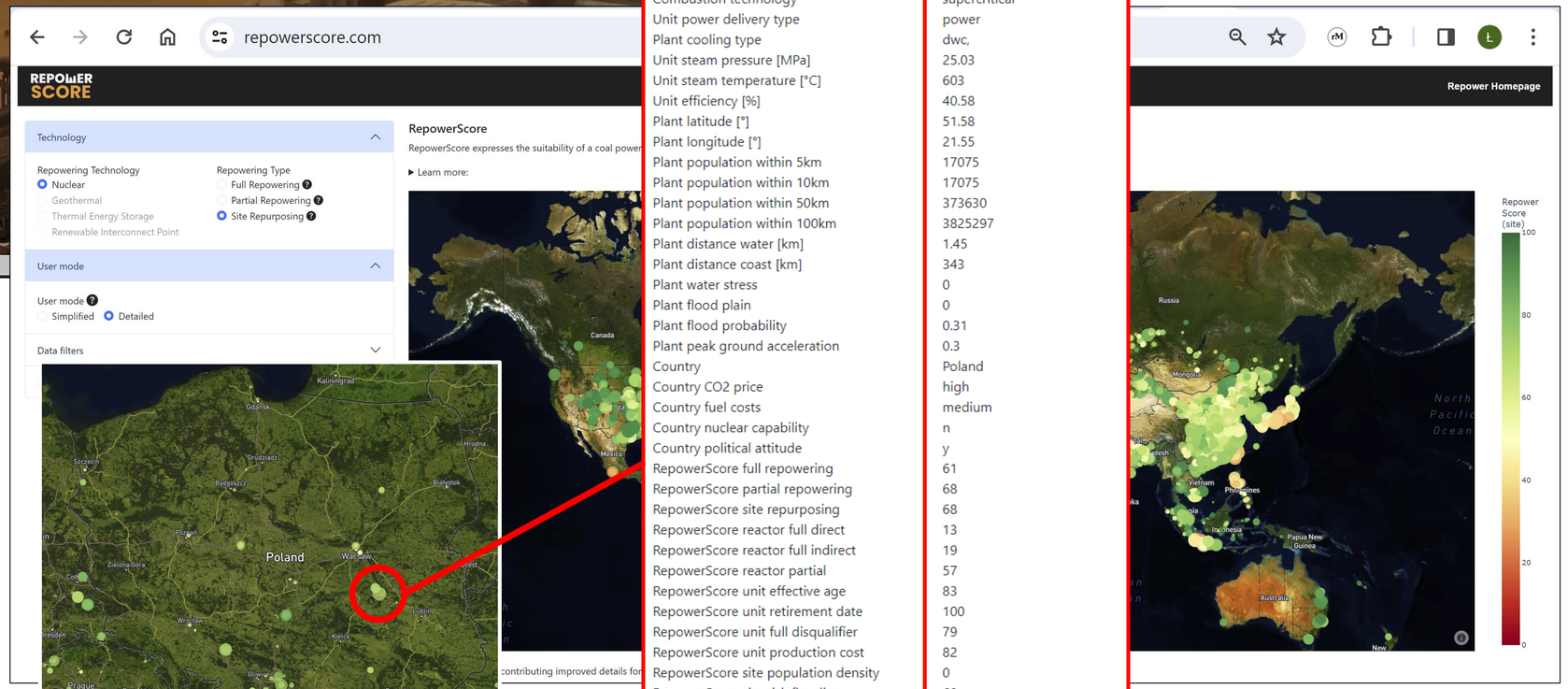
RESEARCH UNIVERSITY EXCELLENCE INITIATIVE

QuantifiedCarbon

Esire

https://www.repower.world/





https://www.repowerscore.com/

Kozienice power station, Unit 11

Parameter	Value
Plant name	Kozienice power station
Unit name	Unit 11
GEM tracker ID	G105917
Plant owner	Elektrownia Wytwarzanie S.A.
Plant parent	Enea
Unit status	operating
Unit startup date	2017-01-01
Unit modernisation date	
Unit planned retirement date	2048-01-01
Unit electric capacity [MWe]	1075
Unit thermal capacity [MWth]	2649.27
Unit emission intensity [gCO2/MWhe]	839.28
Fuel type	anthracite
Combustion technology	supercritical
Unit power delivery type	power
Plant cooling type	dwc,
Unit steam pressure [MPa]	25.03
Unit steam temperature [°C]	603
Unit efficiency [%]	40.58
Plant latitude [°]	51.58
Plant longitude [°]	21.55
Plant population within 5km	17075
Plant population within 10km	17075
Plant population within 50km	373630
Plant population within 100km	3825297
Plant distance water [km]	1.45
Plant distance coast [km]	343
Plant water stress	0
Plant flood plain	0
Plant flood probability	0.31
Plant peak ground acceleration	0.3
Country	Poland
Country CO2 price	high
Country fuel costs	medium
Country nuclear capability	n
Country political attitude	y
RepowerScore full repowering	61
RepowerScore partial repowering	68
RepowerScore site repurposing	68
RepowerScore reactor full direct	13
RepowerScore reactor full indirect	19
RepowerScore reactor partial	57
RepowerScore unit effective age	83
RepowerScore unit retirement date	100
RepowerScore unit full disqualifier	79
RepowerScore unit production cost	82
RepowerScore site population density	0
RepowerScore site risk flooding	68
RepowerScore site risk tsunami	100
RepowerScore site water stress	100
RepowerScore site risk seismic	100
RepowerScore site cooling type	100
RepowerScore site delivery type	0
RepowerScore unit emission intensity	13

Tezy do dyskusji

1 Nieprzerwanie, od ponad dwóch dekad zachodzi **potrzeba dywersyfikacji technologii** pozyskiwania energii elektrycznej działających na potrzeby krajowej energetyki. Dzisiaj pojawia się potrzeba prowadzenia dyskusji także na temat kierunków dywersyfikacji technologii magazynowania energii.

2 Samorządy mają **zdolność wsparcia transformacji** energetycznej na poziomie małych, średnich oraz dużych inwestycji.

3 Krajowe inwestycje w bloki jądrowe **są absolutnie konieczne**. Są one szansą na uzyskanie wysokiego stopnia uniezależnienia gospodarki od dostaw pierwotnych nośników energii oraz energii elektrycznej, jak również na utrzymanie konkurencyjności gospodarki.

4 Wyjątkowo atrakcyjna dla terenów wysoko uprzemysłowionych jest implementacja **w przyszłości** rozwiązań reaktorów modułowych małej oraz średniej mocy.

5 Ważną rolą jaką odgrywać powinny Samorządy jest **kreowanie platform wymiany rzetelnych informacji** na temat energetyki jądrowej.

6 Wodór jako nośnik energii może odegrać **w przyszłości** bardzo ważną rolę dla **dekarbonizacji gospodarki**. Ścieżka do uzyskania przez wodór statusu konkurencyjnego nośnika energii jest jednak bardzo długa i obarczona wieloma ryzykami. Najbardziej dojrzałymi technologiami wodorowymi są te, którymi powinny interesować się Samorządy już obecnie.

DEsire Team:

Silesian University of Technology

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

DZIĘKUJĘ!

website:

https://projektdesire.pl/en

lukasz.bartela@polsl.pl

Wybrane publikacje

- Qvist, S.; Gładysz, P.; Bartela, Ł.; Sowiżdżał, A. Retrofit Decarbonization of Coal Power Plants—A Case Study for Poland. *Energies* **2021**, *14*, 120. https://doi.org/10.3390/en14010120
- Bartela, Ł.; Gładysz, P.; Andreades, C.; Qvist, S.; Zdeb, J. Techno-Economic Assessment of Coal-Fired Power Unit Decarbonization Retrofit with KP-FHR Small Modular Reactors. *Energies* **2021**, *14*, 2557. https://doi.org/10.3390/en14092557
- Bartela, Ł.; Gładysz, P.; Ochmann, J.; Qvist, S.; Sancho, L.M. Repowering a Coal Power Unit with Small Modular Reactors and Thermal Energy Storage. *Energies* **2022**, *15*, 5830. https://doi.org/10.3390/en15165830
- Łukowicz, H.; Bartela, Ł.; Gładysz, P.; Qvist, S. Repowering a Coal Power Plant Steam Cycle Using Modular Light-Water Reactor Technology. *Energies* **2023**, *16*, 3083. https://doi.org/10.3390/en16073083
- Haneklaus N., Qvist S., Gładysz S., Bartela Ł., Why coal-fired power plants should get nuclear-ready. Energy 2023;280:128169. https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128169