

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie



Teraźniejszość i przyszłość energetyki wodnej w Polsce

Janusz Steller

Towarzystwo Elektrowni Wodnych
Instytut Maszyn Przepływowych PAN

Plan wystąpienia

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



- Hydroenergetyka, a inne źródła energii elektrycznej
- Potencjał
- Stan aktualny
- Kontrowersje
- Perspektywy
- Uwagi końcowe

Wystąpienie stanowi kompilację materiałów własnych oraz dorobku Polskich Konferencji Hydroenergetycznych. Źródła zostały wymienione w stopkach poszczególnych slajdów.

Sektor elektroenergetyczny (2023)

moc instalowana

67 770 MW

generacja

163 629 GWh

konsumpcja

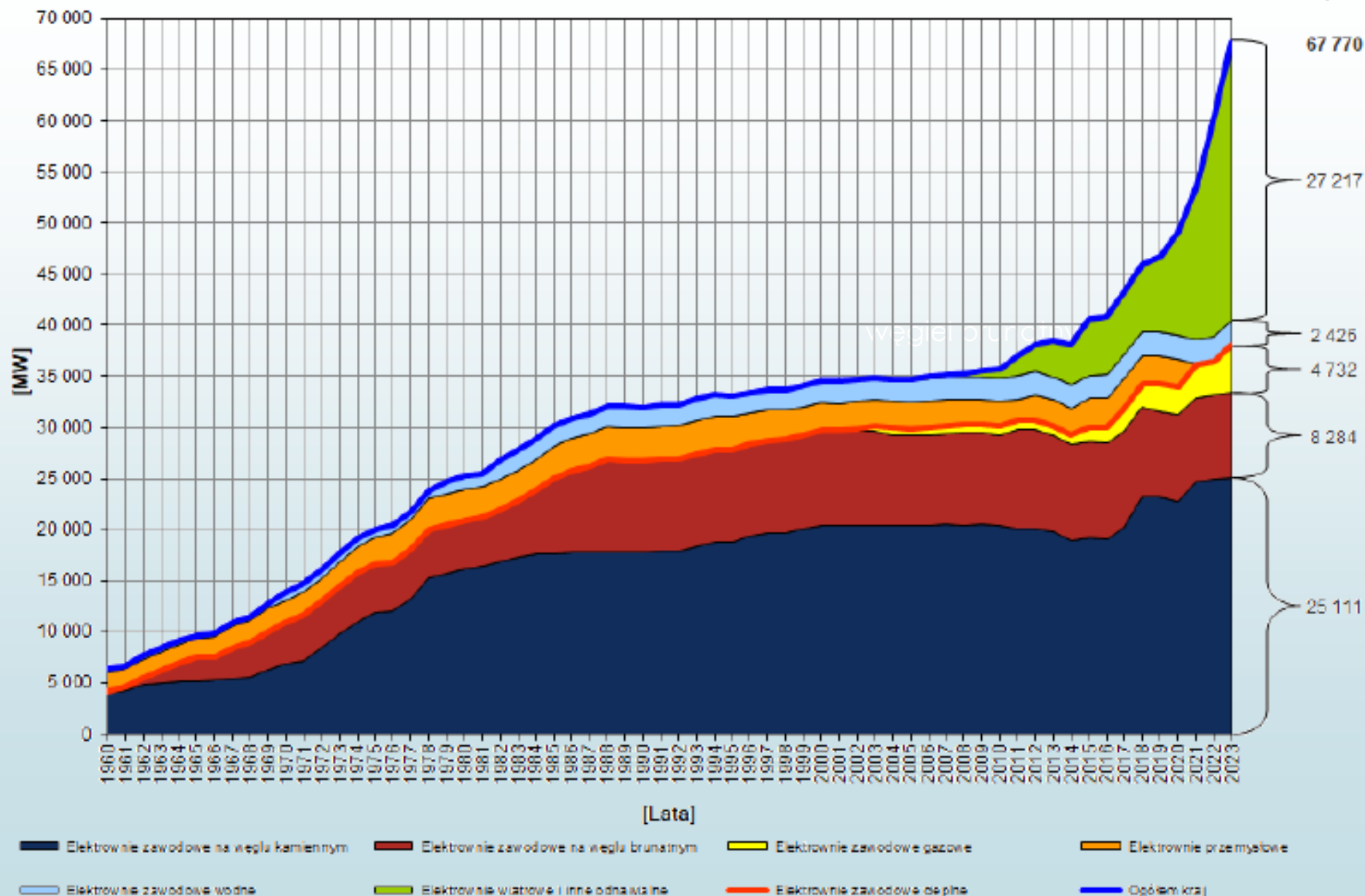
167 529 GWh

generacja OZE (2022)

37 689 GWh (GUS)



Stan aktualny



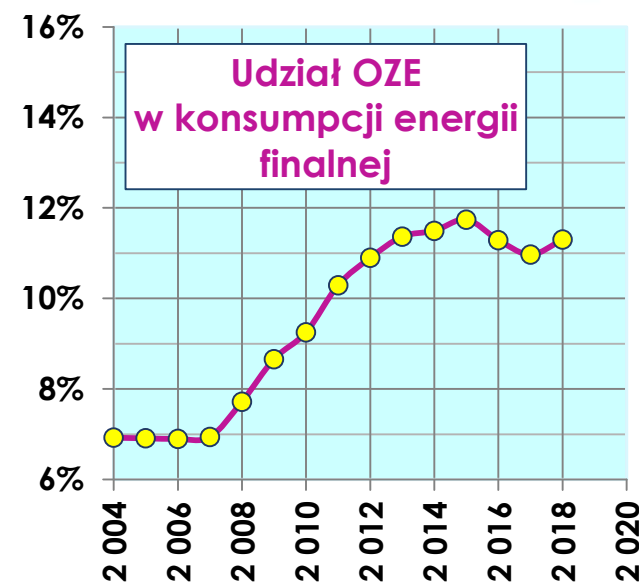
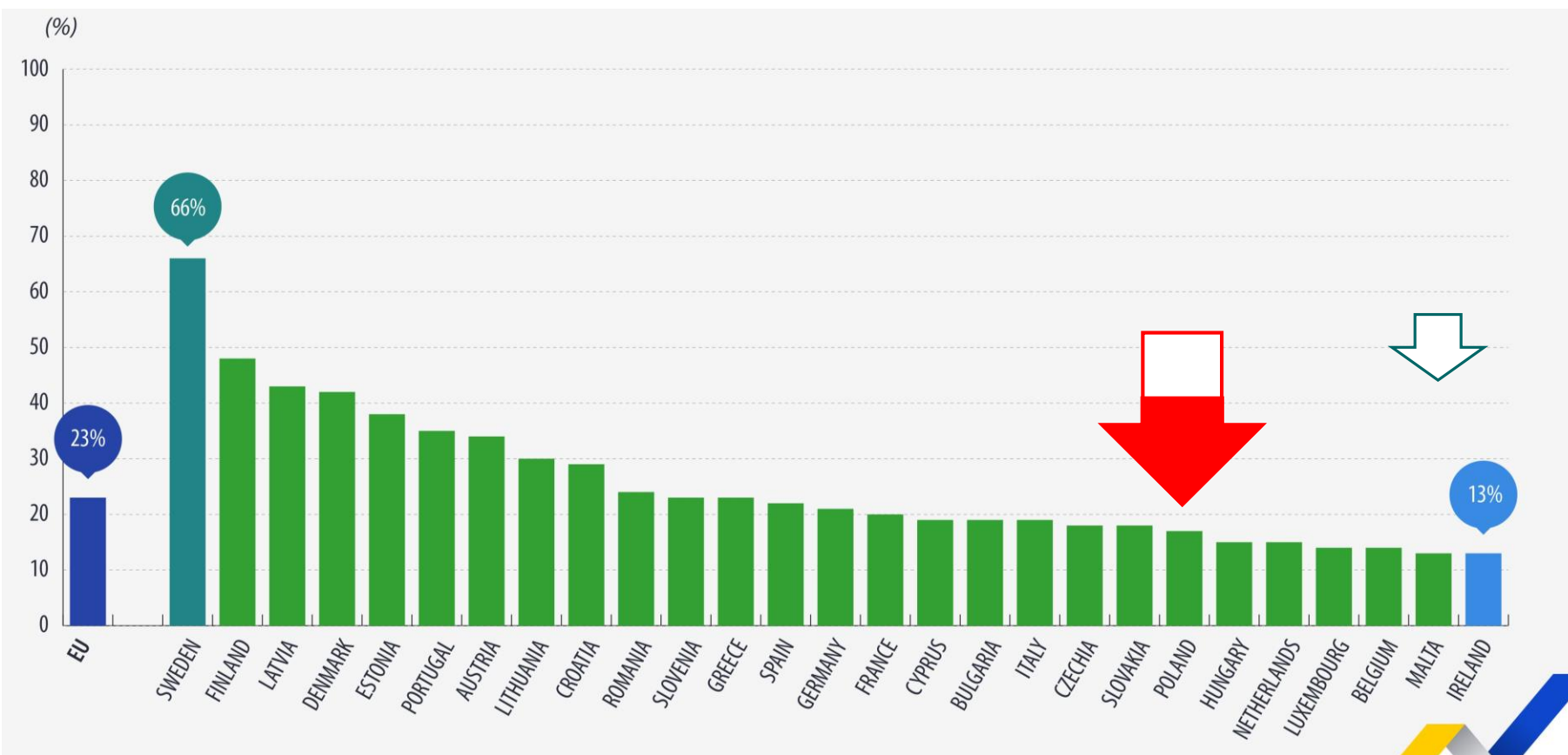
Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie

W roku 2022 udział OZE
w finalnej konsumpcji energii w naszym kraju wyniósł 16,9 %

Stan
aktualny



Iceland
Liechtenstein
Norway grants

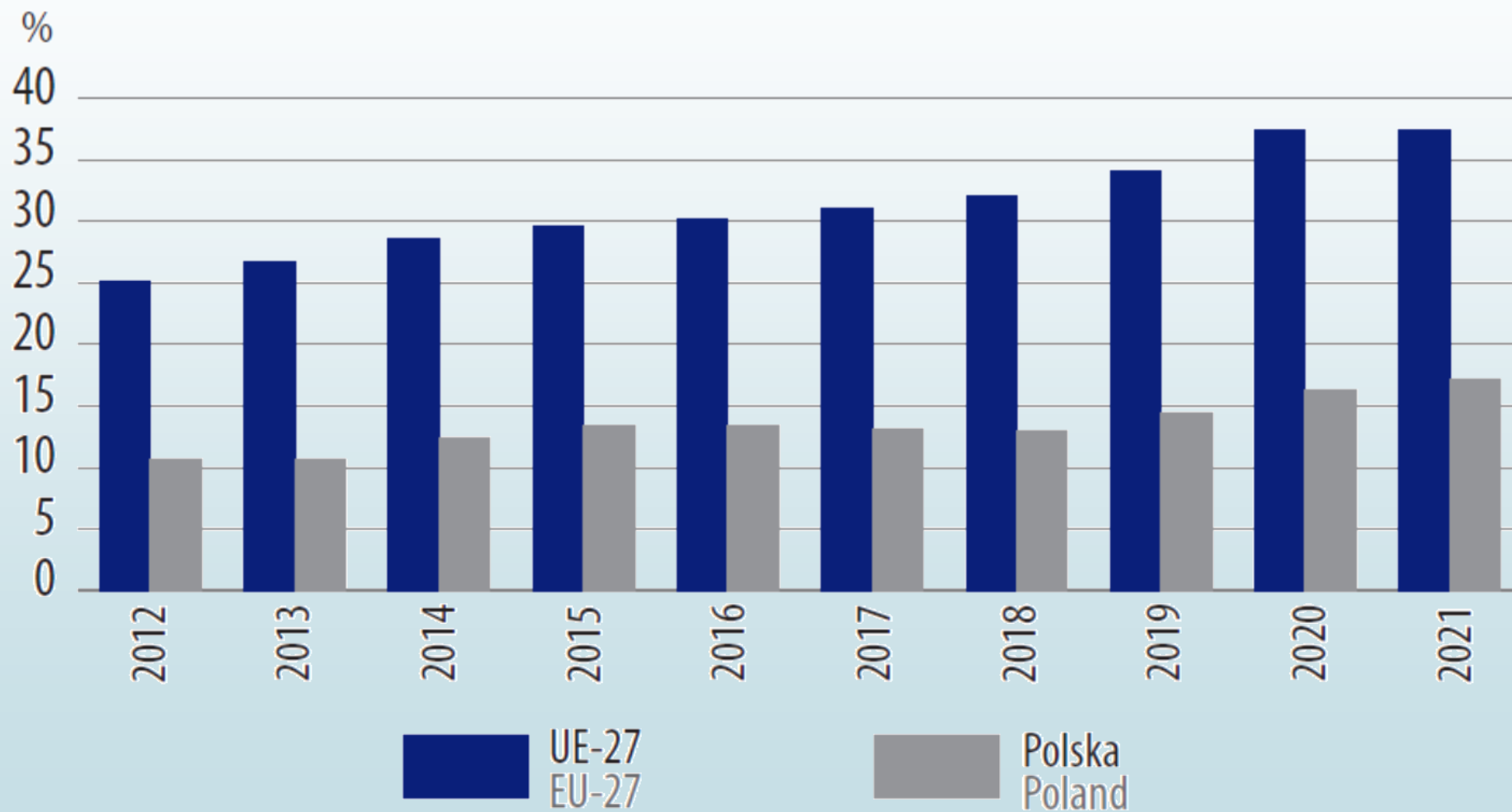


Prowadzimy
w zielonej
zmianie



Udział OZE w końcowym zużyciu energii brutto w elektroenergetyce

Share of renewable energy in final gross energy consumption of electricity



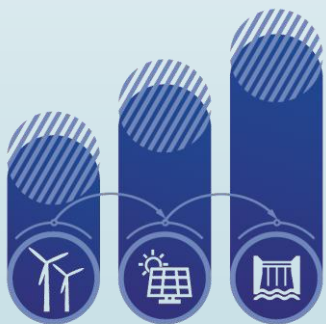
Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie

Analizy statystyczne
statistical analysis

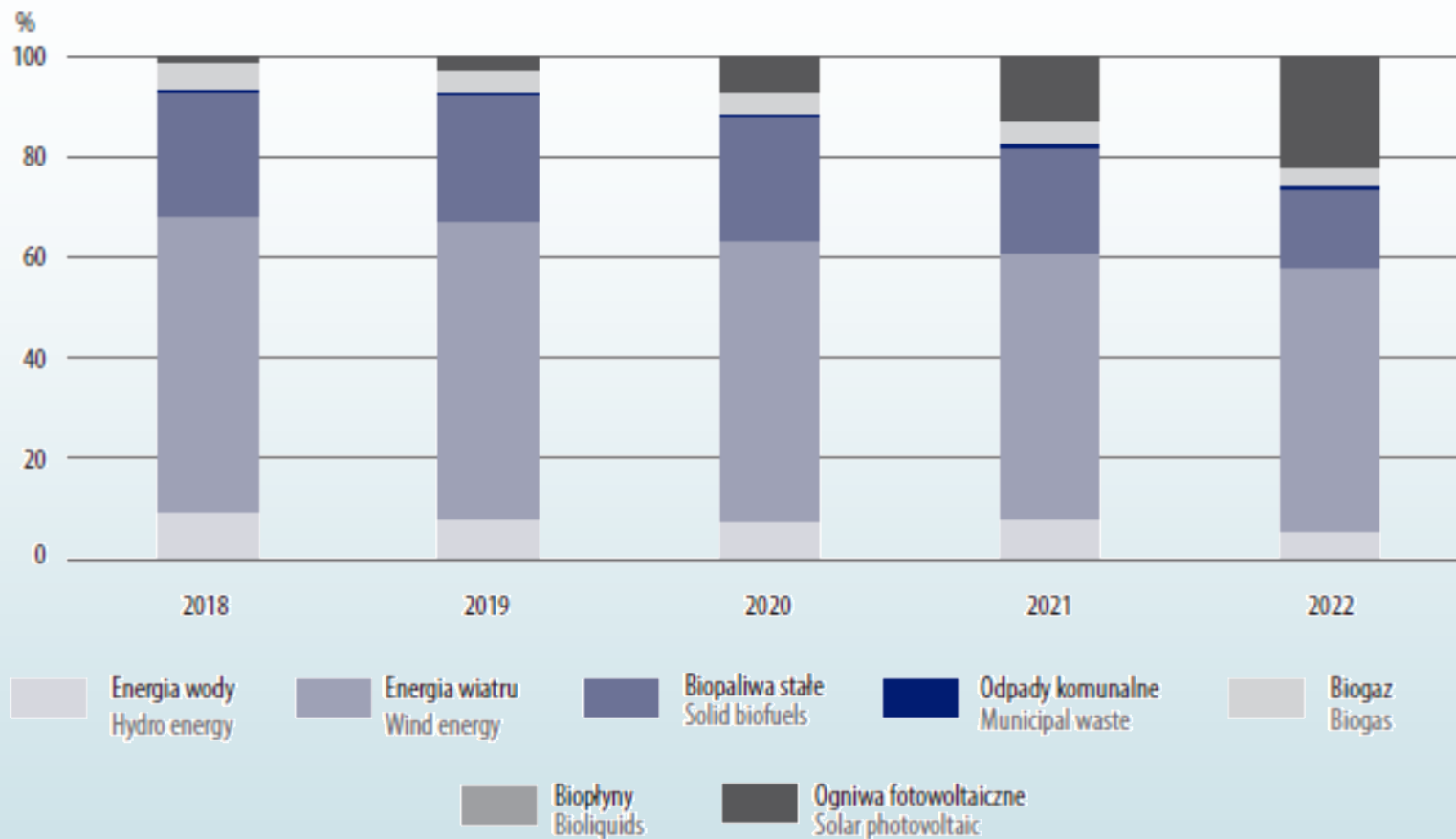
100% GUS



Wykres 40.
Chart 40.

Udział nośników energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej w latach 2018-2022

The share of renewable energy carriers in electricity production in 2018-2022



Energia ze źródeł odnawialnych w 2022 r.

Energy from renewable sources in 2022

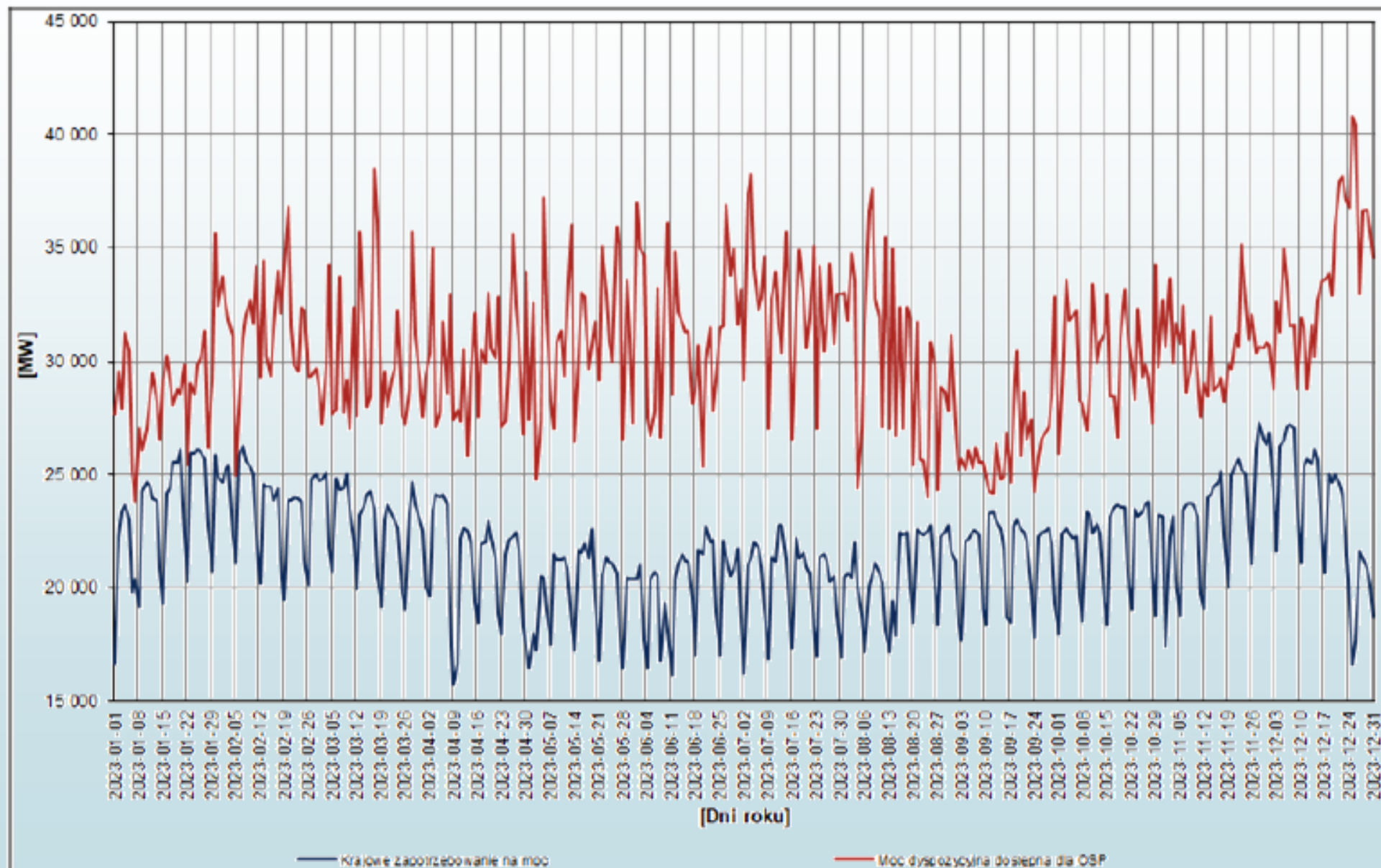
Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie



Bilans mocy



Nr	Zlewnia	GWh
1	Wisła i jej dorzecze	9 270
2	Wisła	6 177
3	Dopływy lewostronne	513
4	Pilica	170
5	Brda	119
6	others	224
7	Dopływy prawostronne	2 580
8	Dunajec	814
9	Wisłoka	126
10	San	714
11	Bug	309
12	Narew	179
13	inne	438
14	Odra i jej dorzecze	2 400
15	Odra	1 273
16	Dopływy lewostronne	619
17	Nysa Kłodzka	134
18	Bóbr	320
19	inne	165
20	Dopływy prawostronne	507
21	Warta	351
22	inne	156
23	Inne (głównie małe rzeki Przymorza)	280
Razem (1+14+23)		11 950

POTENCJAŁ HYDROENERGETYCZNY

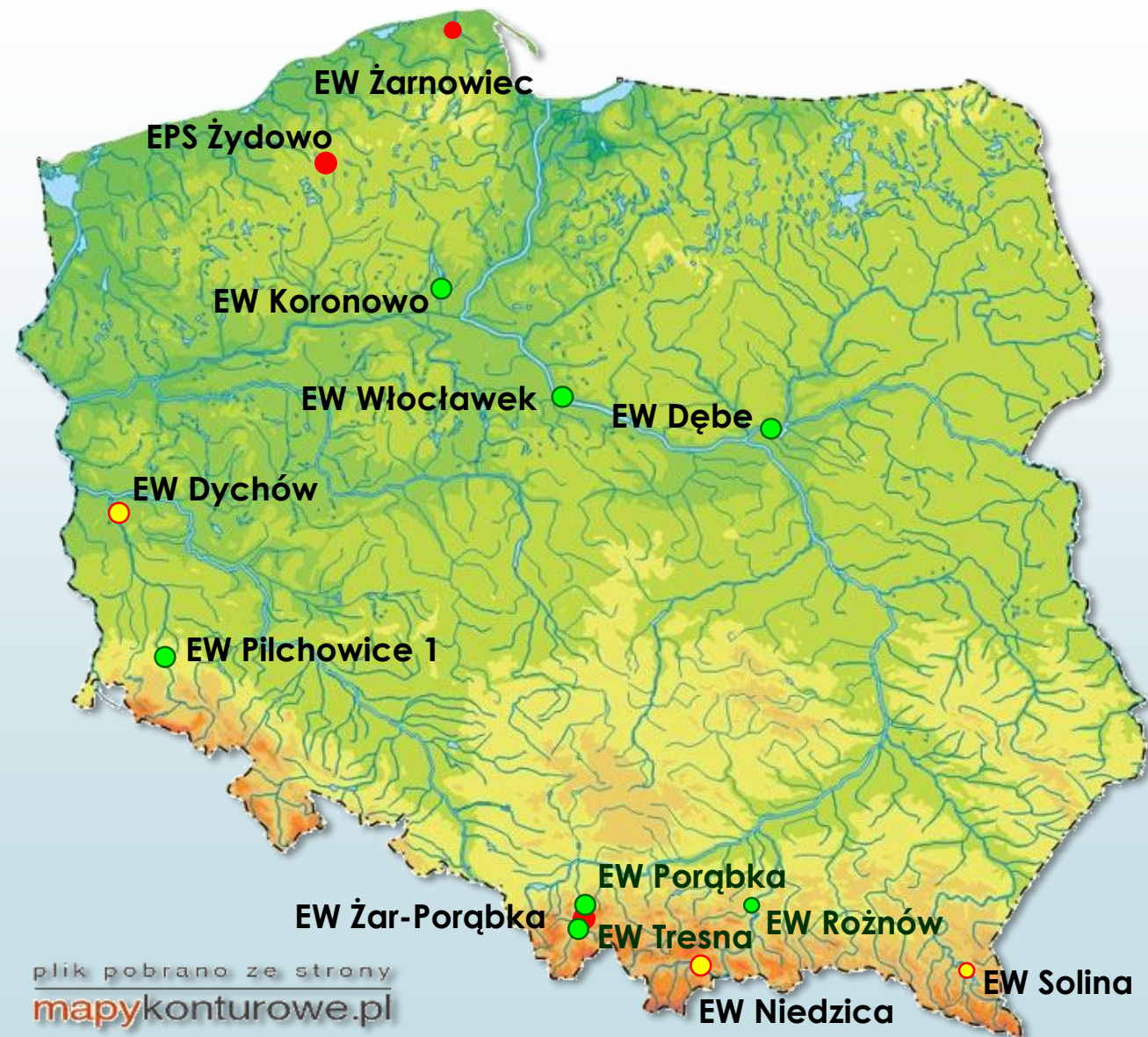


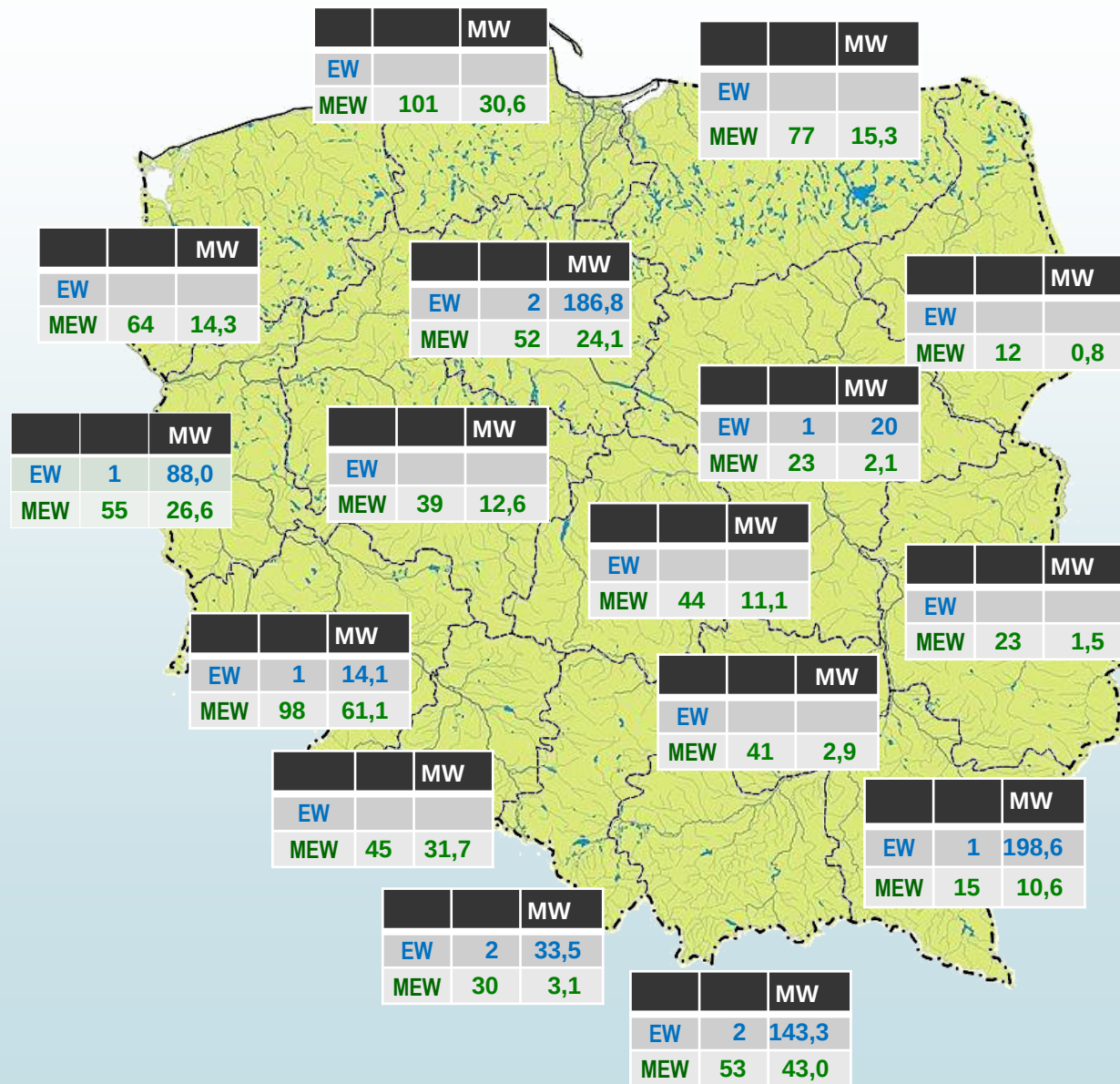
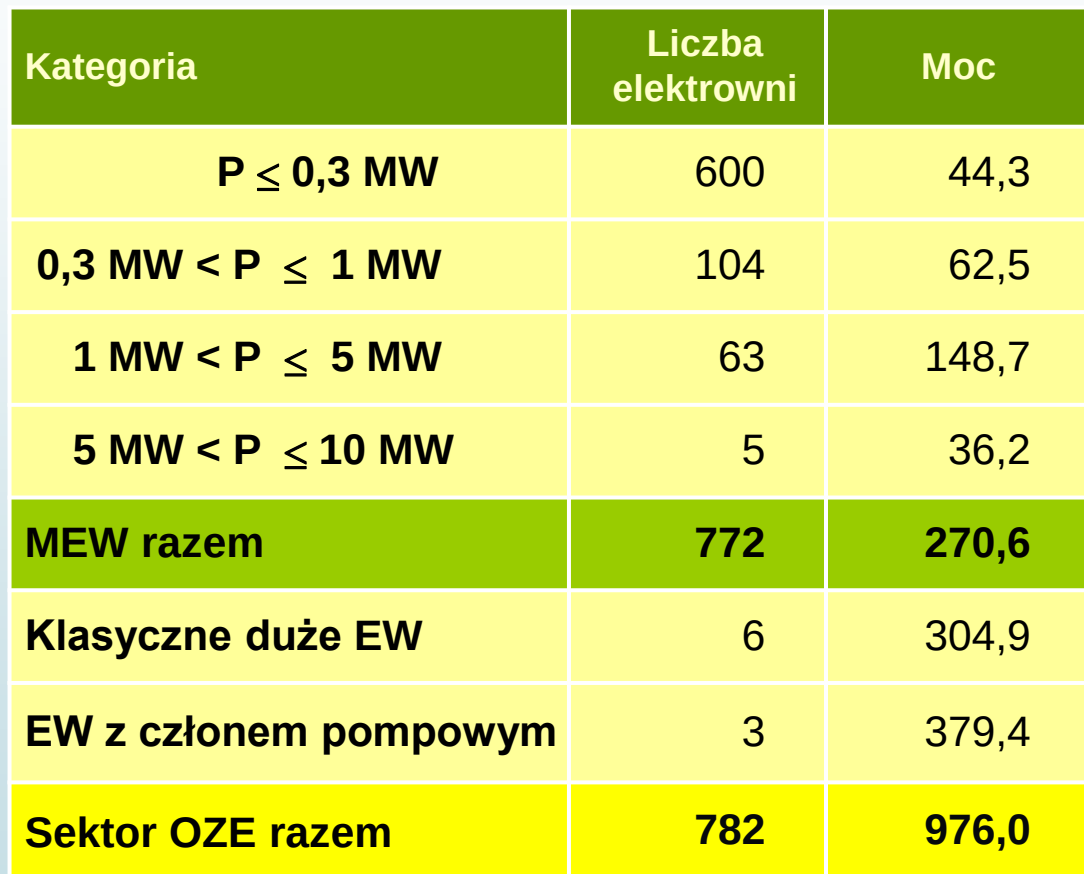
Potencjał
 teoretyczny 25 TWh/rok
 techniczny 12 (13,7) TWh/rok
 ekonomiczny 8,5 TWh/rok (?)

Potencjał MEW
 techniczny 5,1 TWh/rok
 ekonomiczny 2,5 TWh/rok

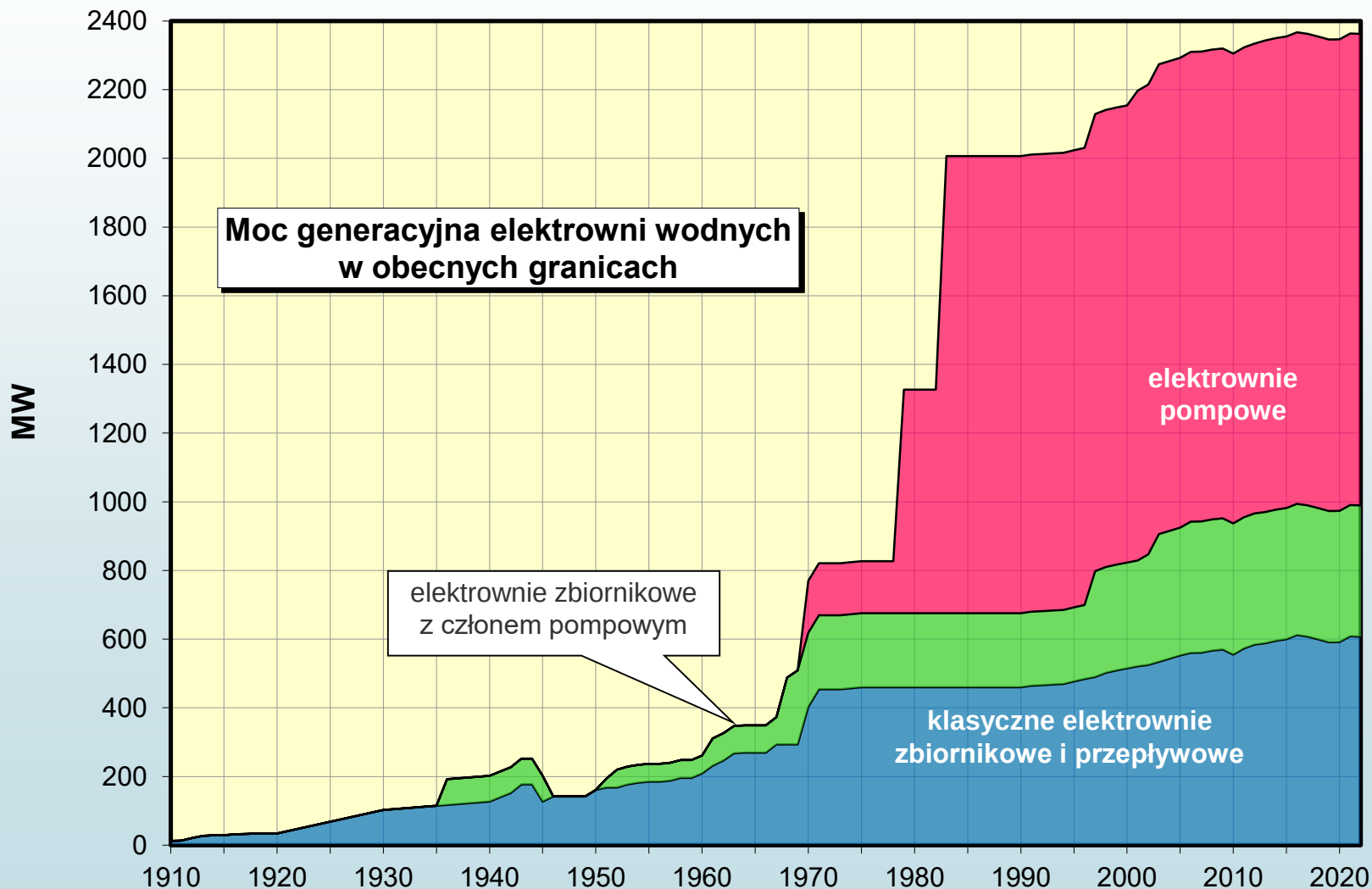
Elektrownia	Moc, MW
Włocławek	160,2
Rożnów	50
Koronowo	26
Tresna	21
Dębe	20
Pilchowice I	13,4
Porąbka	11
Solina	198,5
Dychów	88,0
Niedzica	91,5
EW z członem pompowym	378
w sektorze OZE razem	680
Porąbka-Żar	500
Żarnowiec	716
Żydowo	167
klasyczne pompowo-szczytowe	1383
duża energetyka wodna	2063

Stan aktualny
duża energetyka wodna (> 10 MW)





Spoglądając w przeszłość – prawie 130 lat historii (od roku 1896)



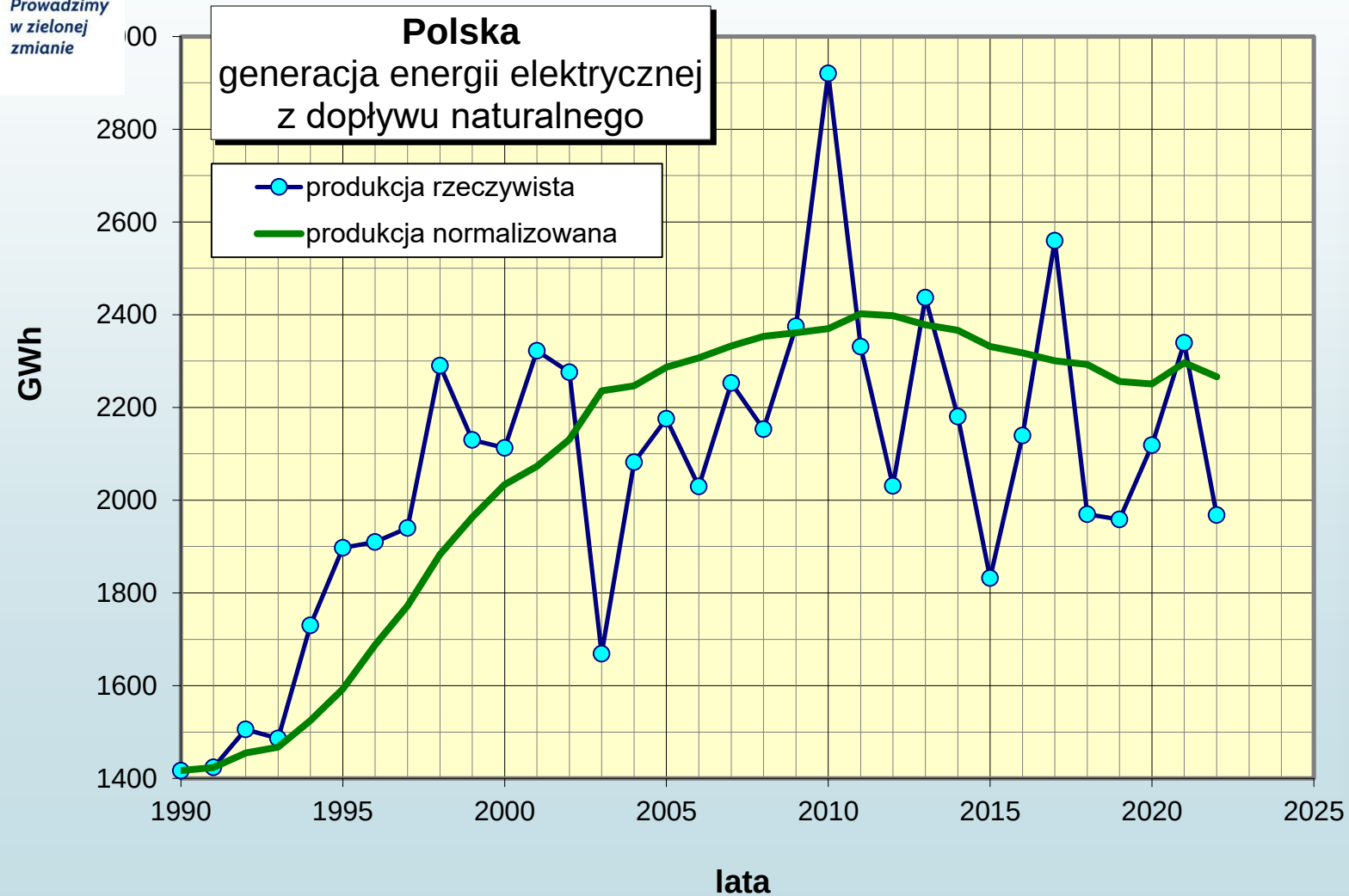
Iceland
Liechtenstein
Norway grants

generacja energii elektrycznej z dopływu naturalnego

Stan aktualny:



Prowadzimy
w zielonej
zmianie



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie

Stan aktualny:
generacja energii elektrycznej z MEW

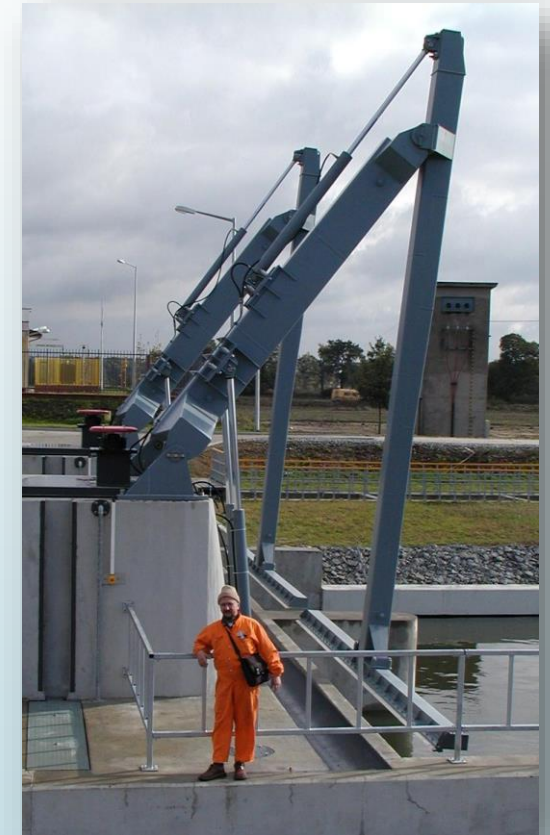
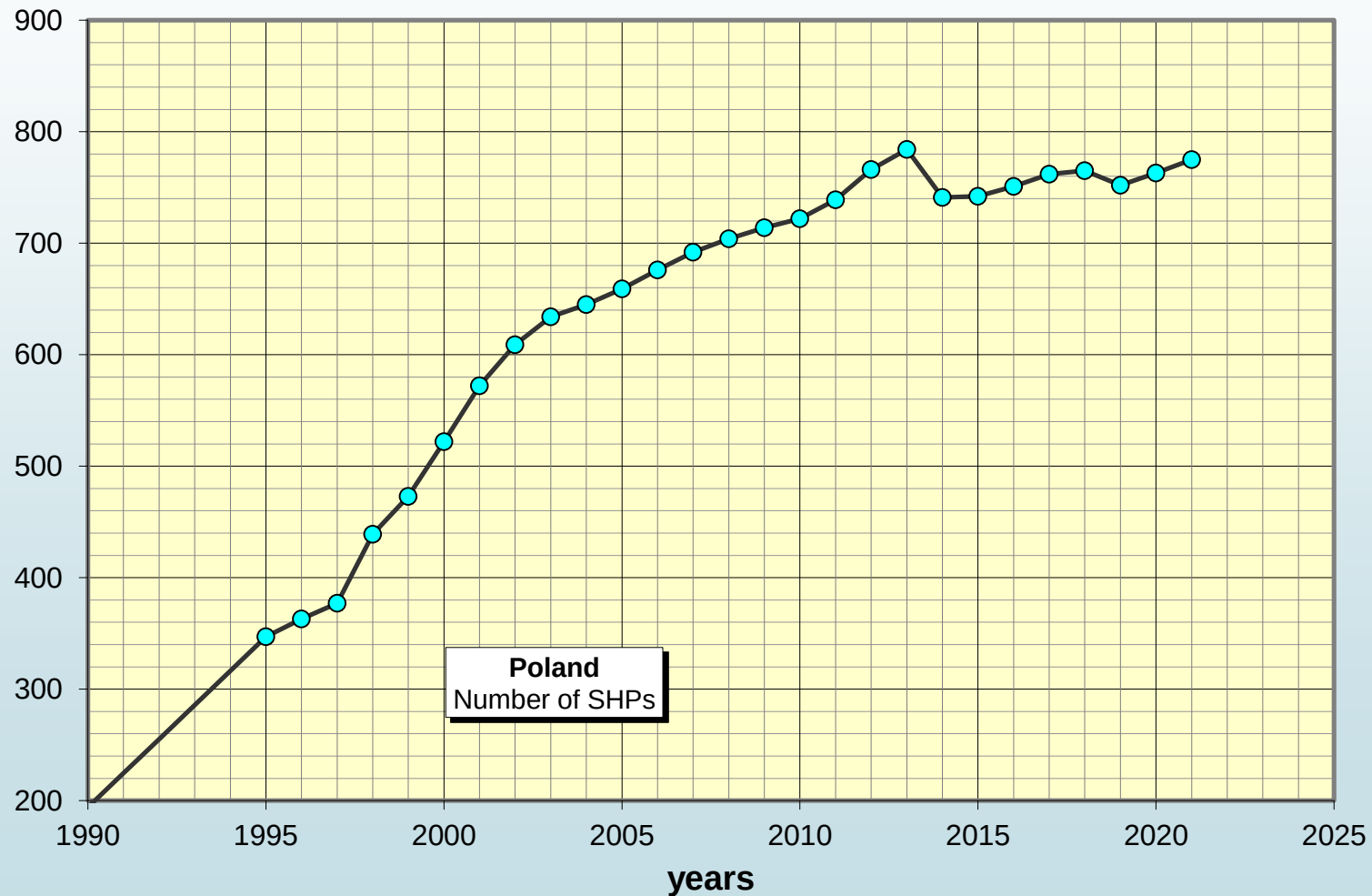


Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie

Stan aktualny:
moc instalowana MEW (< 10 MW)



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie

stan:
2019

No.	Państwo członkowskie	Potencjał techniczny H&D Atlas 2020	Moc instalowana (OZE)	Produkcja normalizowana (OZE) EUROSTAT 2019	Wykorzystanie potencjału technicznego
		GWh/year	MW	GWh	%
1	Austria	56 000	14 597	42 252	75,5
2	Belgia	400	104	302	75,5
3	Bulgaria	14 800	3 211	4 272	28,9
4	Czechy	3 380	1 619	2 227	65,9
5	Estonia	200	7	26	13,0
6	Finlandia	16 916	3 273	14 429	85,3
7	Francja	120 000	24 141	59 787	49,8
8	Niemcy	24 700	5 378	19 809	80,2
9	Grecja	20 000	3 200	5 190	26,0
10	Irlandia	1 180	237	741	62,8
11	Włochy	70 000	18 601	47 052	67,2
12	Łotwa	3 900	1 587	2 957	75,8
13	Litwa	2 090	117	445	21,3
14	Polska	12 000	974	2 331	19,4
15	Portugalia	24 500	7 262	11 910	48,6
16	Rumunia	40 000	6 595	16 470	41,2
17	Słowacja	7 560	1 793	4 324	57,2
18	Słowenia	9 168	1 219	4 528	49,4
19	Hiszpania	61 000	17 085	29 466	48,3
20	Szwecja	130 000	16 462	66 837	51,4
21	Zjedn. Królestwo	14 000	2 173	5 026	35,9

Subregiony Europy Wschodniej	Potencjał techniczny	Potencjał jednostkowy	Generacja normalizowana	Moc całkowita	Wykorzystanie
	TWh/a	MWh/(rok×km²)	GWh/a	MW	%
Białoruś	2,5	12,0	331	95	14,0
Bułgaria	15,1	135,6	4 272	3 208	28,9
Republika Czeska	4,0	50,7	2 227	2 268	65,9
Polska	12,0	38,4	2 331	2 365	19,4
Rumunia	36,0	151,0	16 470	6 759	41,2
Słowacja	7,0	142,8	4 324	2 548	57,2
Ukraina	22,0	38,2	14 051	6 162	63,9
Europa Wschodnia-9, EE9	107,6	63,2	45 305	23 525	42,1
Fed. Rosyjska - razem	1670,0	97,3	179 861	51 815	10,8
Fed. Rosyjska - część europejska	229,0	65,4	61 589	21 070	26,9
Europa Wschodnia-10, EE10	336,6	64,7	106 592	44 595	31,8
Łotwa	4,0	61,9	3 113	1 563	77,8
Kraje Bałtyckie	6,4	36,5	3 718	2 597	58,1
Grecja	20,0	151,6	5 194	4 109	31,7
Serbia	19,5	251,7	10 792	3 018	55,6
Bałkany Zachodnie	114,5	275,4	45 557	16 717	39,8
Razem, EE21	598,0	79,0	156 169	63 909	34,1
Republiki kaukaskie	161,0	550,9	13 155	5 234	12,8

Kontrowersje

Zwolennicy

- ❖ W **odróżnieniu od innych technologii konwersji energii**, hydroenergetyka może służyć nie tylko bezemisyjnemu wytwarzaniu energii elektrycznej ze źródła odnawialnej energii pierwotnej, ale **także bilansowaniu mocy w sieci elektroenergetycznej**, magazynowaniu i odzyskowi energii stosownie do potrzeb, **odbudowie systemu elektroenergetycznego** po jego zapaści (*blackstart*), a także **stabilizacji parametrów pracy systemu elektroenergetycznego** penetrowanego przez źródła niestabilne.
- ❖ Obiekty klasycznej energetyki wodnej mają zwykle **charakter wielozadaniowy** - służą ważnym celom gospodarki wodnej (retencja, ochrona przeciwpowodziowa) i żegludze śródlądowej

Przeciwnicy

- ❖ Zapory ograniczają **ciągłość biologiczną cieków wodnych**, ale także **transport rumowiska. Warunki dla życia biologicznego w wodach zbiorników wodnych są inne** niż w płynących rzekach.
- ❖ **Wahania poziomu wody dolnej elektrowni** wywołane jej pracą regulacyjną (hydropeaking) oddziałują niekorzystnie zarówno na środowisko biologiczne jak morfologię łóżyska cieku wodnego.

Kontrowersje

- wnioski przeciwników energetyki wodnej

- ❖ Korzyści z wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach wodnych okupione są **nazbyt wysokimi kosztami ekologicznymi**.
- ❖ Inne korzyści związane z budową zbiorników wodnych można uzyskać sięgając do **alternatywnych środków technicznych**.
 - Magazynowania energii elektrochemicznej, a w przyszłości i magazynowanie wodoru, jest alternatywą dla elektrowni wodnych szczytowych – w tym pompowych
 - Alternatywą dla tworzenia dużych zbiorników przeciwpowodziowych i retencyjnych jest renaturyzacja rzek, budowa polderów lub zbiorników suchych oraz mała retencja.

- *Wizje uproszczone charakteryzują się często logiczną spójnością.*
- *Dają zdolność przekonywania zarówno szerokich kręgów społeczeństwa, jak i ośrodków decydenckich.*
- *Oparte na nich strategie rozwoju mogą okazać się jednak nieskuteczne, a brak decyzji w sprawie innych działań może prowadzić do opłakanych skutków.*

Duże zapory w Europie

Definicja: powyżej 15 m lub powyżej 5 m ze zbiornikiem o pojemności $> 3 \text{ mln m}^3$

Kraj	Liczba zapór
Hiszpania	1064
Turcja	965
Francja	720
Wielka Brytania	580
Włochy	541
Republika Czeska	118
Polska	69
Rosja	69 (?)
Serbia	60



Energetyka i gospodarka wodna - skutki impasu

- ❖ Do dziś nie wznowiono budowy Kaskady Dolnej Wisły (planowane uruchomienie pełnej Kaskady: do roku 2020).
- ❖ Nie wznowiono budowy elektrowni pompowo-szczytowych (do roku 2020 moc miała wzrosnąć do 6000 MW).
- ❖ Doprowadzono do degradacji zaplecza badawczego (zwłaszcza laboratoriów hydraulicznych).
- ❖ Doprowadzono do bolesnej redukcji zasobów kadrowych niezbędnych dla podejmowania poważnych inwestycji.
- ❖ **Inwestycje w gospodarce wodnej wykazują opóźnienie sięgające dziesiątków lat** (przynajmniej 40, jeśli nie 50).
- ❖ **Energetyka nie jest należycie przygotowana do podjęcia wyzwań związanych z transformacją energetyczną**

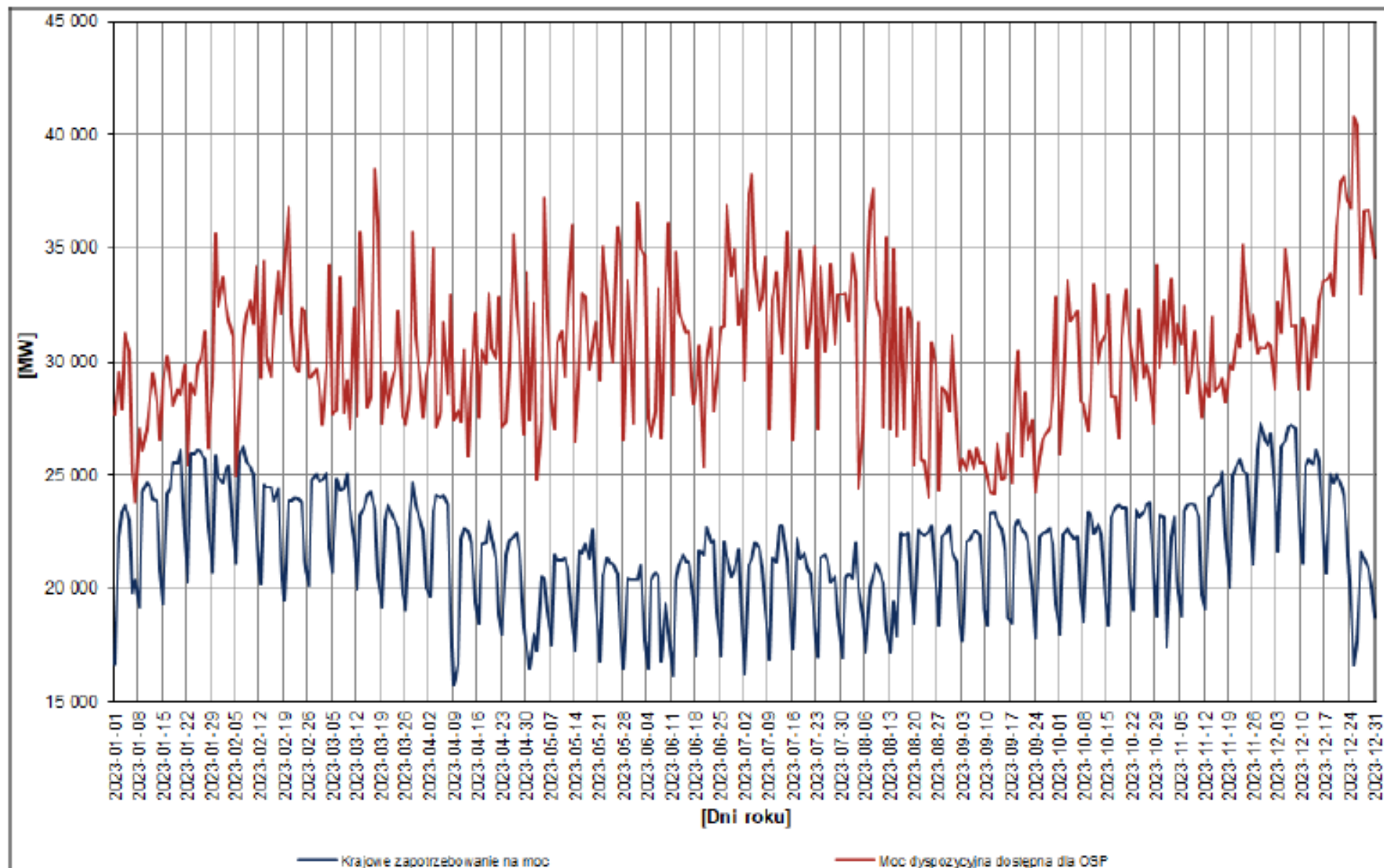
Iceland
Liechtenstein
Norway grants

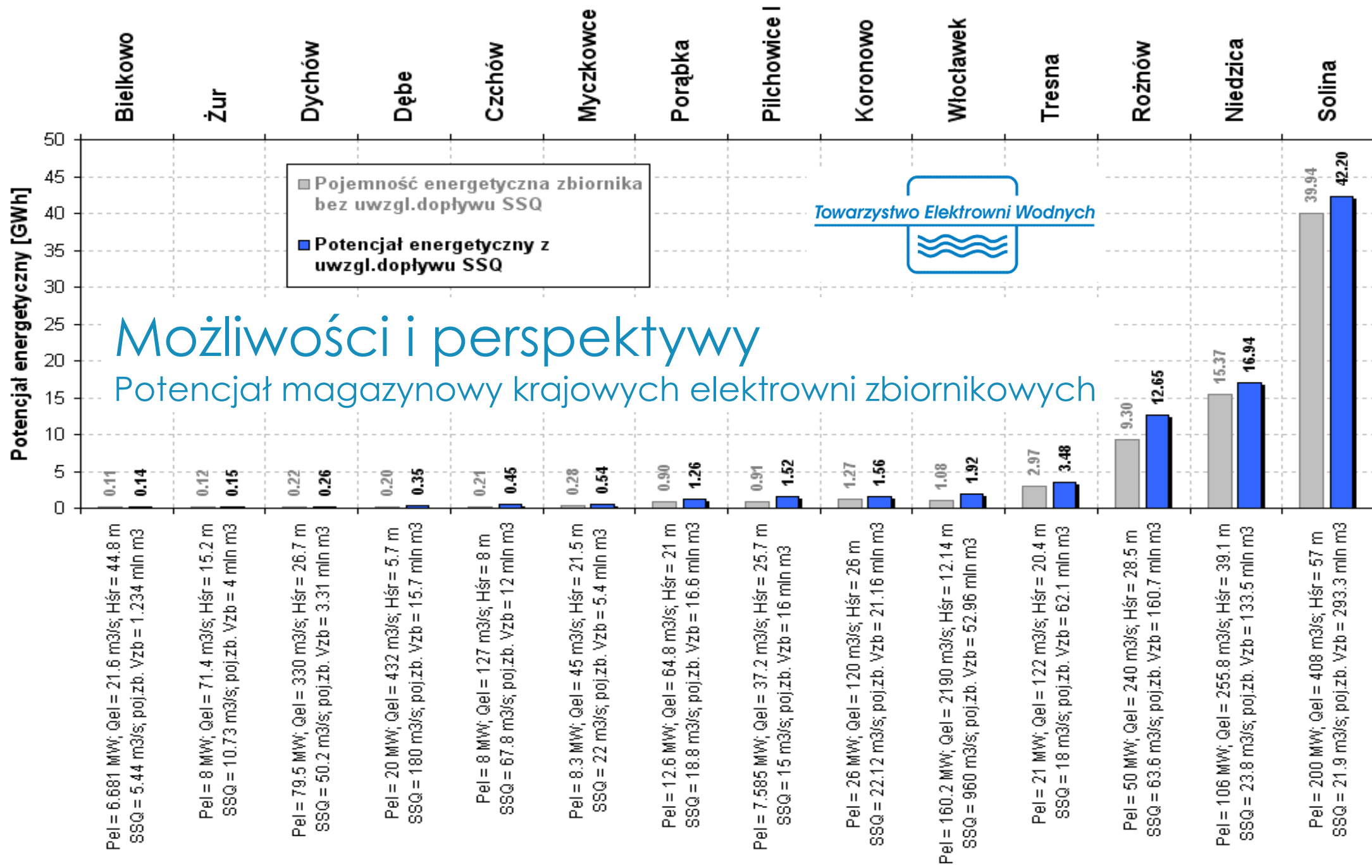


Prowadzimy
w zielonej
zmianie



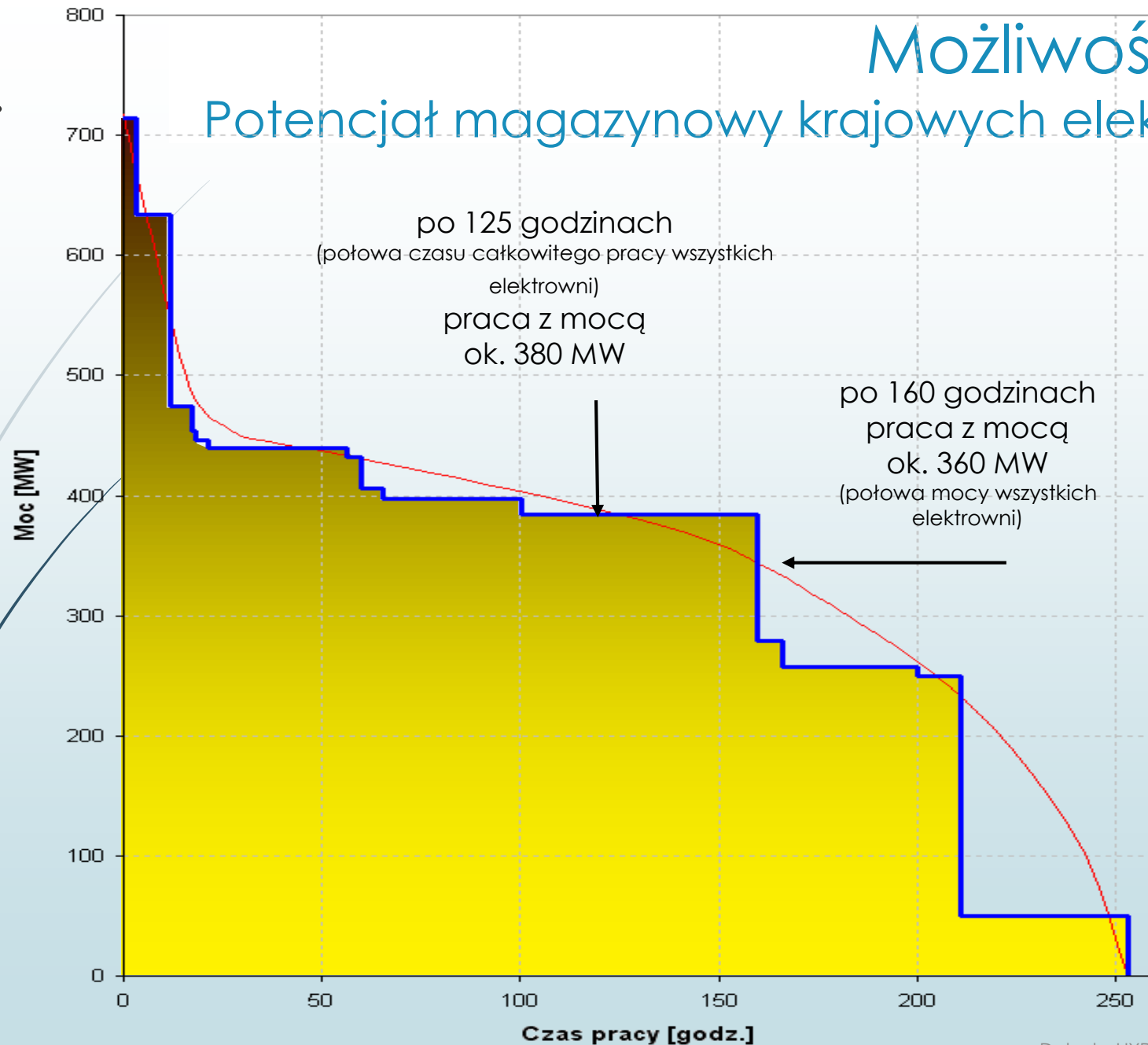
Bilans mocy





Możliwości i perspektywy

Potencjał magazynowy krajowych elektrowni zbiornikowych



Czas pracy elektrowni obliczony z uwzględnieniem dopływu do zbiornika o wartości SSQ

Opracował
Stanisław Lewandowski

Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych o mocy powyżej 5 MW
 $\Sigma E_{aku} = 86\,000 \text{ MWh}$

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie



Nowe obiekty:
Malczyce

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie



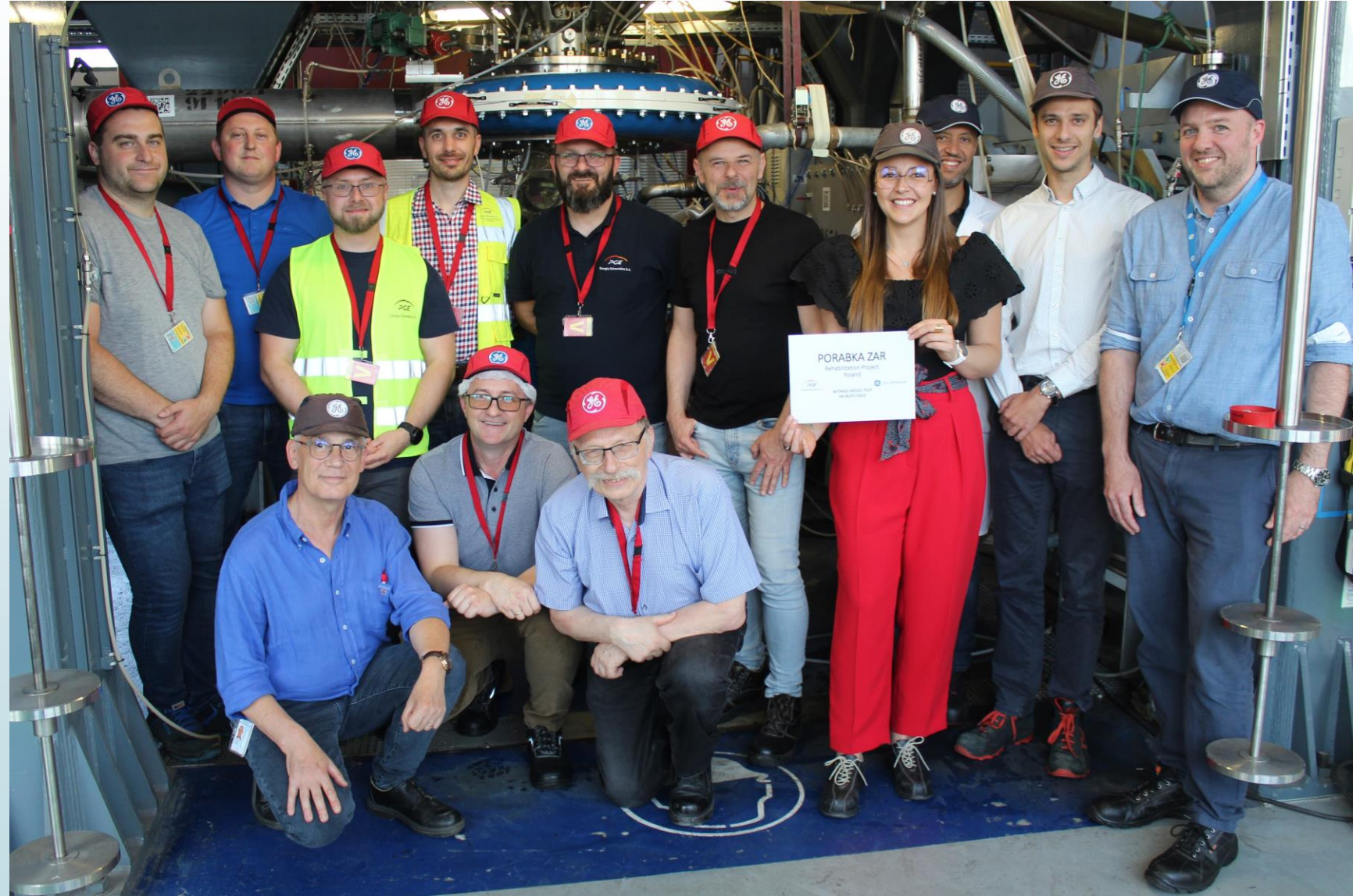
Nowe obiekty:
Świnna Poręba

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie

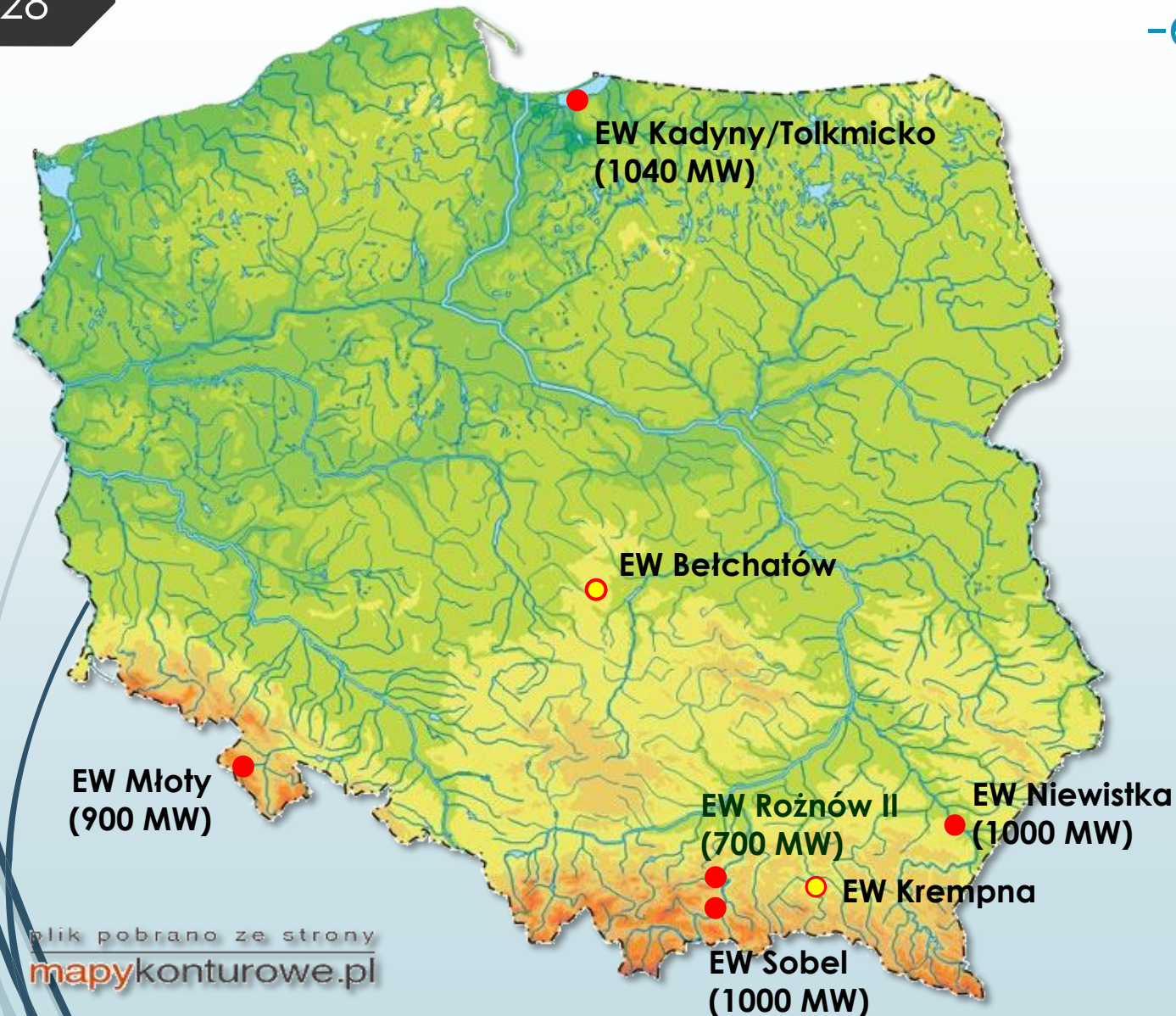
Modernizacje: EW Porąbka-Żar



Możliwości i perspektywy -elektrownie pompowe

[Magazynowanie energii w elektrowniach szczytowo-pompowych szansą dla stabilnych dostaw prądu - Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej - Portal Gov.pl \(www.gov.pl\)](#)

Wspólne działania na rzecz rozwoju w pełni ekologicznych magazynów energii podejmą Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz PGE Polska Grupa Energetyczna. List intencyjny w tej sprawie 22 października w siedzibie resortu podpisali szefowie podmiotów uczestniczących w inicjatywie: minister Michał Kurtyka, prezes Maciej Chorowski i wiceprezesi Paweł Śliwa i Paweł Cioch



Możliwości i perspektywy - szlaki żeglugi śródlądowej



ECE/TRANS/120/Rev.4

**ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE
INLAND TRANSPORT COMMITTEE**

**EUROPEAN AGREEMENT ON MAIN INLAND WATERWAYS
OF INTERNATIONAL IMPORTANCE (AGN)**

DONE AT GENEVA ON 19 JANUARY 1996

**ACCORD EUROPÉEN SUR LES GRANDES VOIES NAVIGABLES
D'IMPORTANCE INTERNATIONALE (AGN)**

EN DATE, À GENÈVE, DU 19 JANVIER 1996

**ЕВРОПЕЙСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ О ВАЖНЕЙШИХ ВНУТРЕННИХ
ВОДНЫХ ПУТЯХ МЕЖДУНАРОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ (СМВП)**

СОВЕРШЕНО В ЖЕНЕВЕ 19 ЯНВАРЯ 1996 ГОДА

*Polska dołączyła do porozumienia
w roku 2017.*



UNITED NATIONS

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

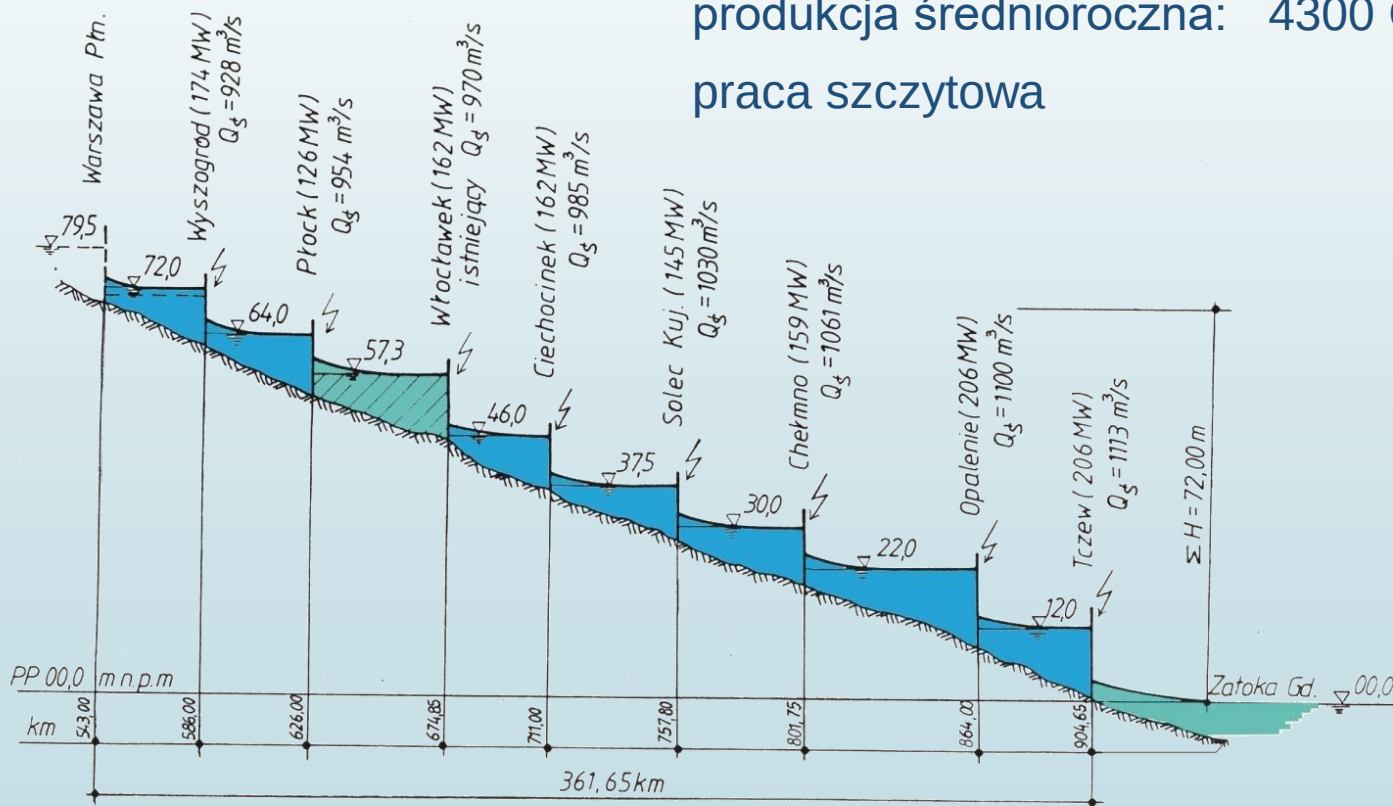
NATIONS UNIES

Możliwości i perspektywy

- duże projekty wielozadaniowe

Kaskada Dolnej Wisły (1980)

moc instalowana: 1340 MW
produkcja średnioroczna: 4300 GWh
praca szczytowa

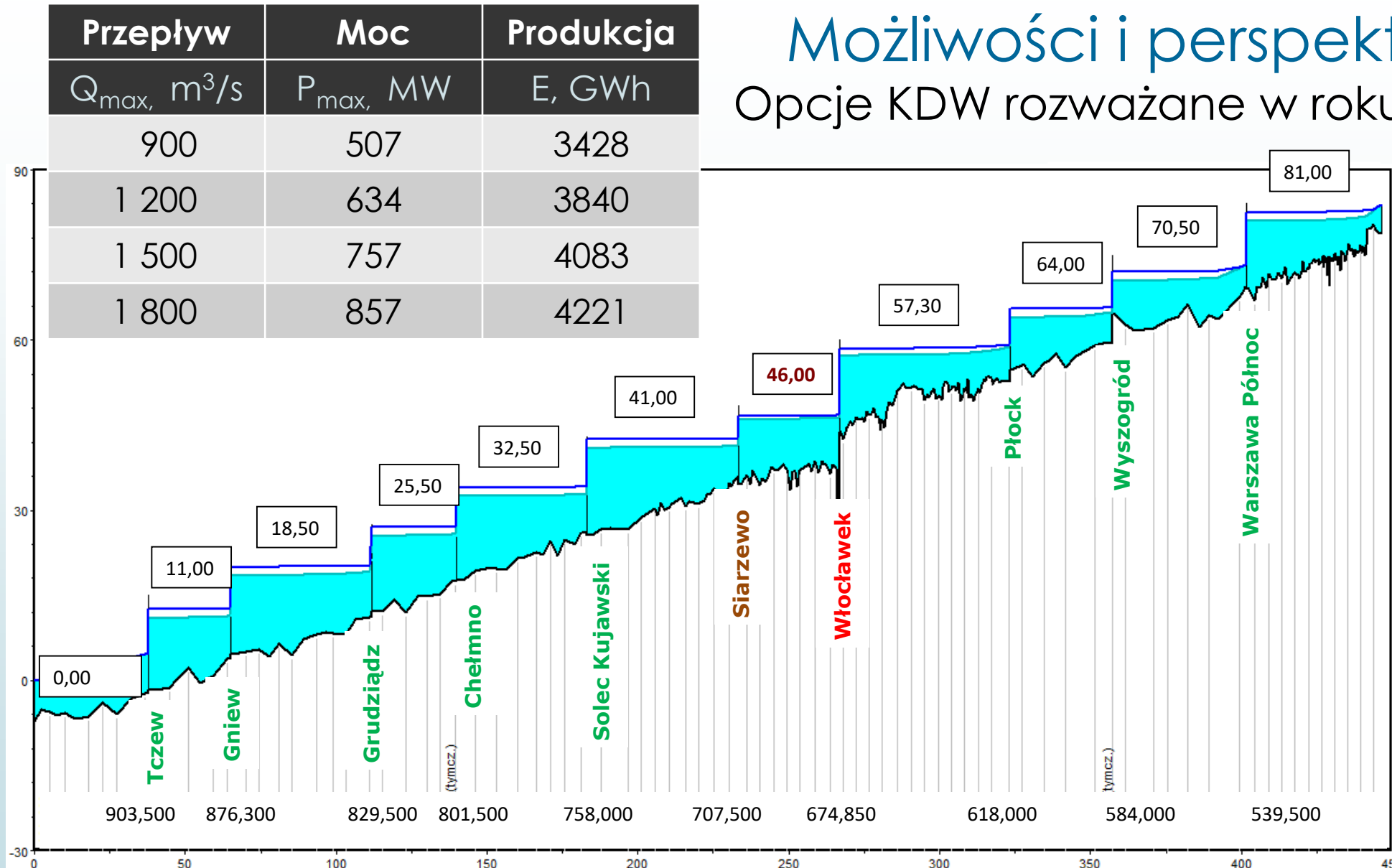


Rok 2016

Moc instalowana 857 MW
Produkcja roczna 4200 GWh

Możliwości i perspektywy

Opcje KDW rozważane w roku 2017



J.Granatowicz: Kompleksowe zagospodarowanie dolnej Wisły – bilans korzyści i kosztów.

Konferencja Naukowo-Techniczna „Hydroenergetyczne dylematy budowy Kaskady Dolnej Wisły - budować czy nie budować?”, Włocławek/Wieniec, kwiecień 2017

Spółeczno-ekonomiczne skutki zagospodarowania **dolnej Wisły**



Korzyści związane
z energetyką wodną
- będą stanowić zaledwie
12-14 % korzyści całkowitych!

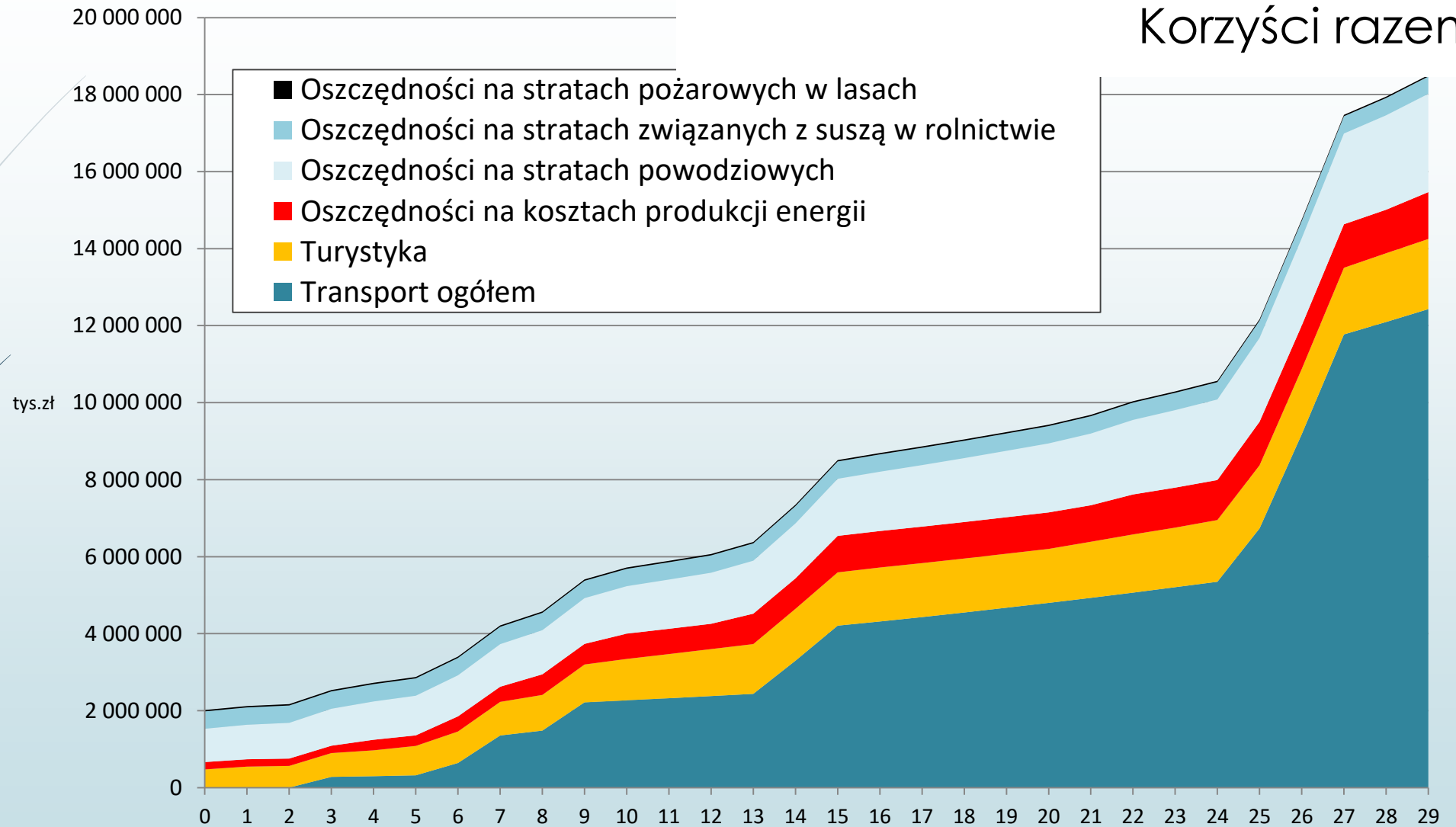
Krystyna Wojewódzka-Król
Ryszard Rolbiecki

Gdańsk 2017



Możliwości i perspektywy

Korzyści razem



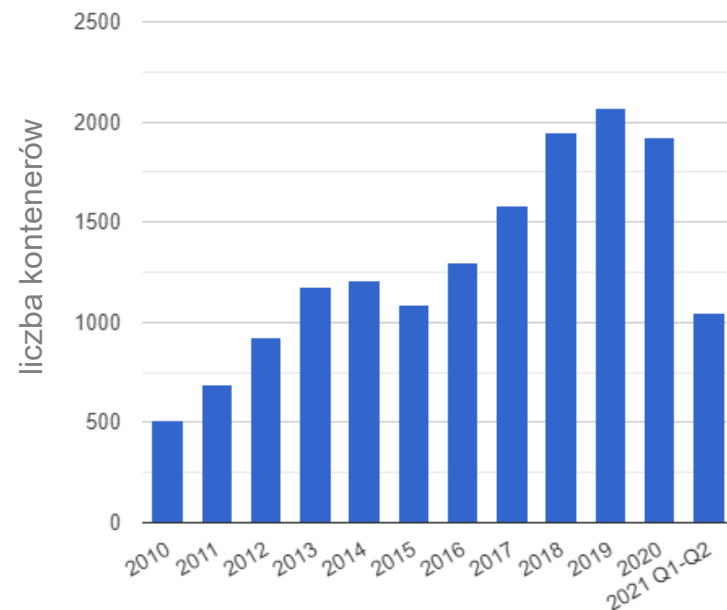
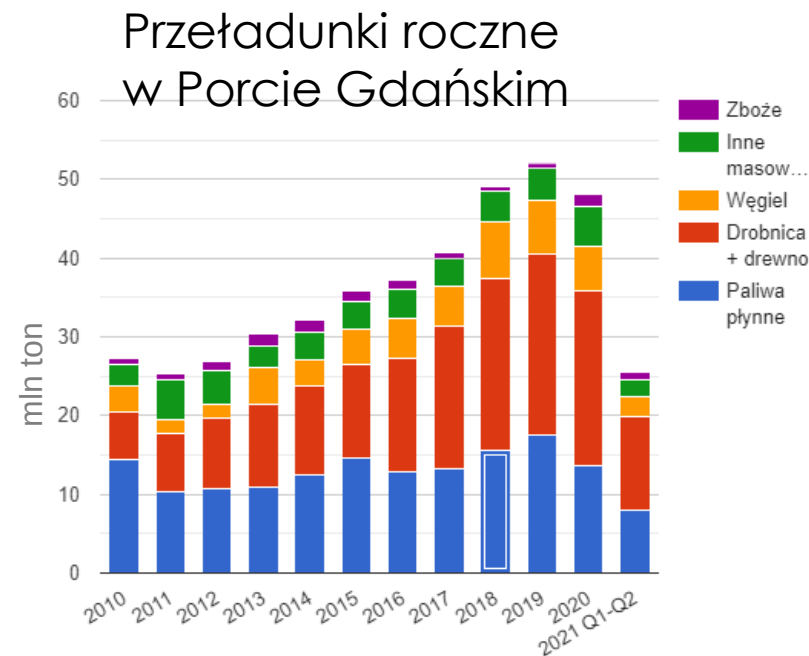
Źródło: J.Granatowicz, P.Śliwiński: Kaskada Dolnej Wisły - fanaberia czy konieczność?,
VI Polska Konferencja Hydroenergetyczna RENEXPO Poland, Warszawa 2016

Kaskada Dolnej Wisły. Transport

Prognoza obrotów portów Gdańska i Gdyni, mln t

	2014	2020	2030	wzrost roczny
Gdańsk	32,3	54,7	99,6	7,3%
Gdynia	19,4	23,5	37,1	4,2%
Razem	51,7	78,2	136,7	

Źródło: J.Granatowicz, P.Śliwiński: Kaskada Dolnej Wisły - fanaberia czy konieczność?,
VI Polska Konferencja Hydroenergetyczna RENEXPO Poland, Warszawa 2016



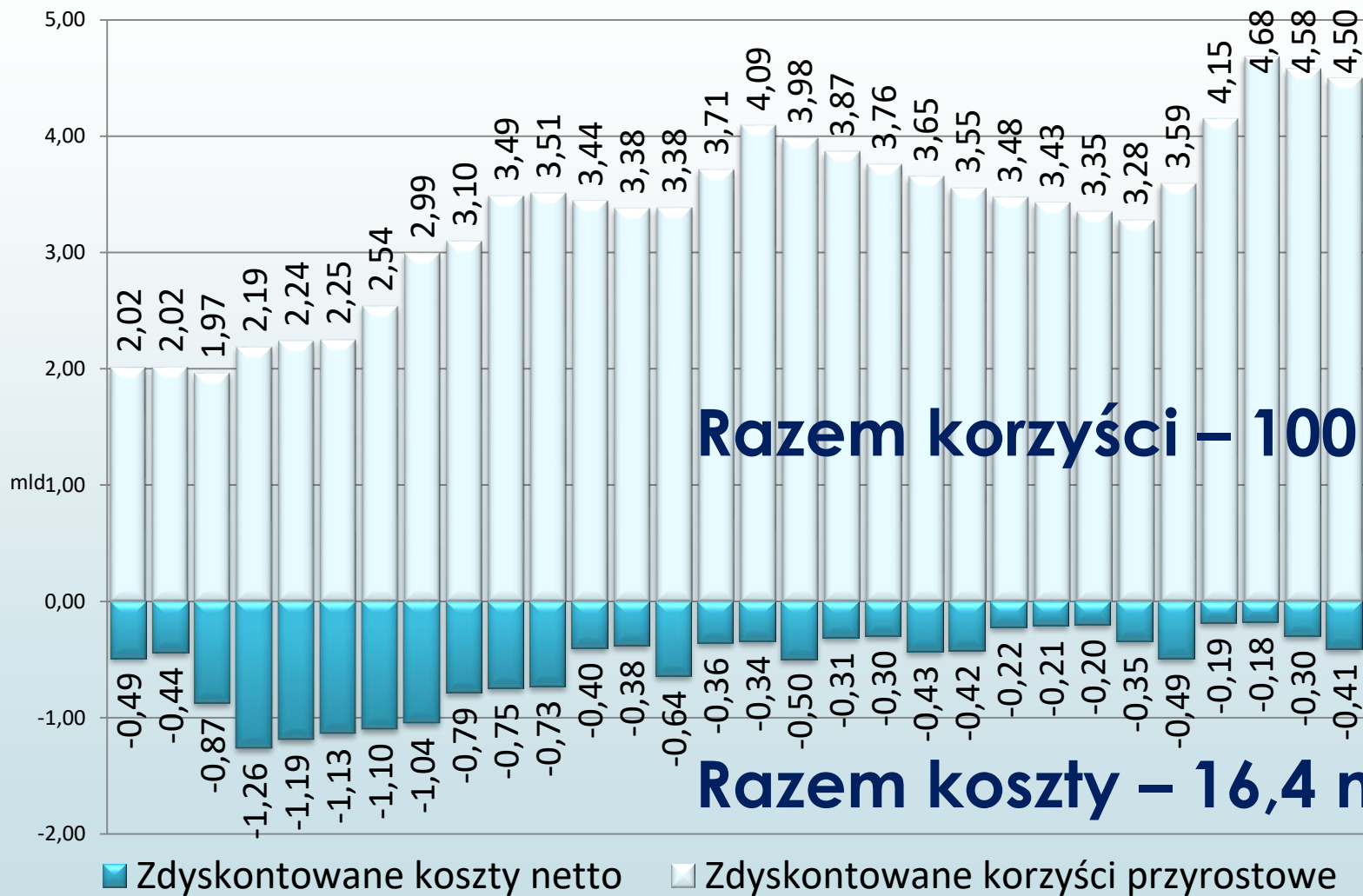
Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Prowadzimy
w zielonej
zmianie

Możliwości i perspektywy

Zdyskontowane koszty netto i korzyści przyrostowe (mld zł)



Źródło: J.Granatowicz, P.Śliwiński: Kaskada Dolnej Wisły - fanaberia czy konieczność?,
VI Polska Konferencja Hydroenergetyczna RENEXPO Poland, Warszawa 2016

Możliwości i perspektywy

Analiza wskaźnikowa opłacalności zagospodarowania dolnej Wisły

Suma zdyskontowanych korzyści przyrostowych mld zł	100,2
Suma zdyskontowanych kosztów netto projektu w mld zł	16,4
Ekonomiczna wartość bieżąca netto (ang. <i>Economic Net Present Value – ENPV</i>) w mld zł	83,8
Ekonomiczny wskaźnik korzyści/koszty (ang. <i>Benefits Costs Ratio – B/C</i>)	6,11



Możliwości i perspektywy

Gospodarka wodna przejmuje inicjatywę



Państwowe
Gospodarstwo Wodne
Wody Polskie

13-15.10.2021 r.



REALIZOWANE I PLANOWANE WIELOFUNKCYJNE INWESTYCJE NA POLSKICH ŚRÓDLĄDOWYCH DROGACH WODNYCH

Krzysztof Woś, Zastępca Prezesa Wód Polskich ds. Ochrony Przed Powodzią i Suszą

Łukasz Pieron, Kierownik Wydziału Śródlądowych Dróg Wodnych

Krzysztof Wrzosek, Ekspert w Pionie Ochrony Przed Powodzią i Suszą



X Polska Konferencja Hydroenergetyczna HYDROFORUM 2020, Gdańsk, 13-14 października 2021

Potencjał energetyczny rzeki Wisły E-40

Elektrownie planowane przy stopniach wodnych, wybudowanych w ramach DW E40 **od Dębina do Zatoki Gdańskiej**, zapewnią **produkcję zielonej energii**, rocznie wytwarzając około 5000 GWh.

Źródło: K.Woś, Ł. Pieron, K.Wrzosek,
Realizowane i planowane wielofunkcyjne inwestycje
na polskich śródlądowych drogach wodnych,
HYDROFORUM 2021, Gdańsk, 13.10.2021

Stopień wodny	Parametry elektrowni wodnej			
	Spad znamionow y [m]	SSQ [m³/s]	Q _{instal} [m³/s]	Moc [MW]
Gniew	5,70	1075,00	1700,00	76,00
Grudziądz	4,00	1070,00	1800,00	56,50
Chełmno	8,00	1052,00	2350,00	68,00
Solec Kujawski	7,50	1014,00	2300,00	79,00
Siarzewo	4,85	939,00	1800,00	80,00
Włocławek	8,80	921,00	2190,00	160,20
Płock II	4,81	932,00	1118,40	42,22
Wyszogród II	6,49	888,00	1065,60	54,24
Warszawa Płn. II	5,61	606,00	727,20	32,00
Warszawa Płd.	5,71	575,95	691,20	31,00
Karczew	5,22	564,34	677,20	27,70
Gusin	5,00	563,19	675,80	26,50
Ostrów II	4,09	514,78	617,70	19,80
Kozienice II	6,62	507,15	Suma	784,79

Potencjał energetyczny elektrowni wodnych zlokalizowanych na planowanych stopniach wodnych na Odrze od Lubiąża do Krzesin

Lp.	Kilometr biegu	Miejscowość	Średni spad [m]	Moc elektrowni [MW]	Średnia produkcja roczna [GWh]
1.	298,970	Lubiąż	2,5	3,4	17,00
2.	315,480	Ścinawa	2,3	3,2	16,00
3.	328,070	Rajczyn	2,5	3,7	18,5
4.	345,950	Orsk	2,5	3,2	16,00
5.	359,100	Wietszyce	3,1	4,7	23,00
6.	373,830	Głogów	2,1	3,2	16,00
7.	386,300	Skidniów	1,9	2,9	14,50
8.	398,950	Bytom Odrzański	2,2	3,3	16,50
9.	411,450	Nowa Sól	4,3	6,5	32,50
10.	425,920	Młynkowo	1,8	3,0	15,00
11.	436,980	Klenica	1,4	2,3	11,50
12.	450,300	Głuchów	1,4	2,3	11,50
13.	459,450	Cigacice	1,1	2,1	10,50
14.	467,400	Brody	1,4	2,6	13,00
15.	477,900	Będów	1,5	2,8	14,00
16.	493,460	Krosno Odrzańskie	2,2	4,1	20,50
17.	505,980	Osiecznica	1,9	3,6	18,00
18.	521,500	Krzesiny	bd	bd	bd
Razem			35,87	56,90	284,00

Źródło: K.Woś, Ł. Pieron, K.Wrzosek,

Realizowane i planowane wielofunkcyjne inwestycje na polskich śródlądowych drogach wodnych, HYDROFORUM 2021, Gdańsk, 13.10.2021

Opracowano na podstawie danych Zarządu Morskich Portów Szczecin i Świnoujście S.A.

Potencjał energetyczny elektrowni wodnych zlokalizowanych na planowanych stopniach wodnych na Odrze Granicznej

Lp.	Kilometr biegu	Miejscowość	Średni spad [m]	Moc elektrowni [MW]	Średnia produkcja roczna [GWh]
1.	552,64	Tawęcín	2,3	5,2	26,00
2.	563,70	Urad	1,5	3,4	17,00
3.	577,30	Świecko	2,8	6,3	31,50
4.	590,84	Lubusz	2,1	4,7	23,50
5.	602,44	Owczary	2,0	4,5	22,50
6.	611,84	Kostrzyn nad Odrą	2,6	5,8	29,00
7.	628,25	Kaleńsko	1,0	3,8	19,00
8.	643,44	Gozdowice	1,3	4,8	24,00
9.	672,04	Bielinek	2,2	8,2	41,00
Razem			17,71	46,7	233,50

Źródło: K.Woś, Ł. Pieron, K.Wrzosek,

Realizowane i planowane wielofunkcyjne inwestycje na polskich śródlądowych drogach wodnych, HYDROFORUM 2021, Gdańsk, 13.10.2021

Uwagi końcowe i podsumowanie

- Mimo ograniczonego potencjału hydroenergetycznego, **elektrownie wodne mają do spełnienia ważną rolę** w transformacji energetycznej kraju.
- Kluczowe znaczenie dla zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym ma **wykorzystanie możliwości regulacyjnych** hydroenergetyki.
- Już dziś możliwe jest **uwolnienie poważnych możliwości magazynowania energii** poprzez wzrost pasma regulacji poziomu wody w zbiornikach elektrowni wodnych. Jakość regulacji można poprawić stosując rozwiązania hybrydowe.
- Dalsze możliwości otwiera wznowienie programu **budowy elektrowni pompowo-szczytowych**. Z uwagi na kilkudziesięcioletnią przerwę pierwszych efektów można oczekiwać po kilkunastu latach. Potrzebny jest więc pakt sił politycznych.
- **Klasyczna energetyka wodna** może zwiększyć kilkukrotnie swój udział w miksie energetycznym uczestnicząc w projektach wielozadaniowych. Co ważniejsze, zyski z działalności energetyki wodnej mogą i powinny być wykorzystywane w dużej mierze dla współfinansowania kolejnych inwestycji wielozadaniowych służących **przeciwdziałaniu skutkom zmian klimatycznych** (w tym: susza i zagrożenie powodziowe)

Dziękuję za uwagę!