



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



European
Climate Initiative
EUKI



Znaczenie OZE i rozproszonej energetyki obywatelskiej dla rozwoju obszarów wiejskich

01 Marzec 2023 r.

dr hab. inż. Grzegorz Wałowski , prof. ITP-PIB
– kierownik Zespołu Badawczego Energii Odnawialnych,
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Państwowy Instytut Badawczy w Falentach

- **Powołany przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi** zarządzeniem nr 76 z dnia 23 grudnia 2009 r. w sprawie nadania statutu Instytutowi Technologiczno-Przyrodniczemu, w wyniku połączenia Instytutu Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa (IBMER) oraz Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych (IMUZ).
- **Historia Instytutu sięga lat 50. XX** kiedy to ówczesny IBMER dał początek pionowi inżynieryjno-rolniczemu (technologicznemu), a IMUZ agro-środowiskowemu (przyrodniczemu). Siedzibą nowego instytutu stała się siedziba byłego IMUZ-u w pałacu w Falentach (aleja Hrabska 3).
- **Przedmiotem działania Instytutu** jest prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych oraz działalności wdrożeniowej, upowszechnieniowej, doradczej, edukacyjnej, szkoleniowej, promocyjnej, wynalazczej i monitoringowej, m.in. w zakresie:
 - agroenergetyki, bioenergetyki i innych odnawialnych źródeł energii,
 - infrastruktury rolniczej i wiejskiej, układów infrastruktury technicznej i technologiczno-przyrodniczej,
 - kształtowania warunków środowiskowych w obiektach rolniczych i ograniczania emisji gazów, odorów i pyłów ze źródeł rolniczych,
 - ekonomiki, organizacji mechanizacji i energetyzacji rolnictwa oraz programów rozwoju wsi i rolnictwa.

Wyzwania na obszarach wiejskich oraz oczekiwania względem OZE

- ✓ wykorzystanie lokalnych zasobów energetycznych (w tym zagospodarowanie różnego rodzaju produktów ubocznych i odpadów),
- ✓ zmniejszenie przerw i podniesienie jakości dostarczanej energii do odbiorców końcowych,
- ✓ obniżenie kosztów pozyskania energii,
- ✓ tworzenie nowych miejsc pracy,
- ✓ poprawa warunków życia,
- ✓ poprawa gospodarki wodnej, poprzez wykorzystanie lokalnych piętrzeń i energetyki wodnej.



Uwarunkowania na obszarach wiskickich

Gminy	Liczba gmin	Przeciętna powierzchnia gminy [km ²]	Przeciętna liczba ludności w gminie	Ludność na km ²
Miejskie	302	47	60 095	1 278
Wiejskie	1 513	125	7 080	57
Miejsko-wiejskie	662	165	13 667	83
Razem	2 477	126	15 304	121

- dłuższe ciągi linii energetycznych, niż w przypadku odbiorców w gminach miejskich,
- mniej rozwinięta infrastruktura energetyczna,
- problemy z zapewnieniem stabilności dostaw energii oraz odpowiednich jej jakości (parametrów).

Zapotrzebowanie na energię

W 2020 r. średnio gospodarstwa domowe w UE zużywały energię do:

- ❑ ogrzewania domów - **62,8 %** końcowego zużycia energii w sektorze mieszkaniowym,
- ❑ ogrzewania wody - **15,1 %**,
- ❑ oświetlenia i większości urządzeń elektrycznych - **14,5 %** (nie obejmuje zużycia energii elektrycznej do zasilania głównych systemów ogrzewania, chłodzenia lub gotowania),
- ❑ gotowania posiłków - **6,1 %**,
- ❑ chłodzenie pomieszczeń i inne zastosowania końcowe pokrywały odpowiednio **0,4 % i 1,0 %**.

Ogrzewanie pomieszczeń i wody stanowiło 77,9% energii końcowej zużywanej przez gospodarstwa domowe.

Źródło: Eurostat https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households



Średnie ceny energii elektrycznej wynikające z taryf sprzedawców z urzędu zawarte w tych taryfach

Grupa taryfowa	Średnie ceny [zł/kWh]	
	Rok 2022	Rok 2023
G11	0,4140	1,0847
G12	0,4067	1,0507
G12n	0,4217	1,0801
G12r	0,3921	1,0649
G12w	0,3983	1,0355
G13	0,3840	1,0371
Razem średnio dla grupy G	0,4120	1,0767

Źródło: URE, Podane ceny są cenami netto (nie zawierają podatku od towaru i usług VAT oraz podatku akcyzowego).



Średnie ceny sprzedaży ciepła wytworzonego w koncesjonowanych jednostkach wytwórczych

Rok	Średnie ceny sprzedaży ciepła [w zł/GJ] dla jednostek wytwórczych niebędących jednostkami kogeneracji			
	paliwa węglowe	paliwa gazowe	olej opałowy	odnawialne źródła energii
2021	51,9	72,0	75,7	46,1
2020	50,4	72,4	113,3	46,5
2019	46,7	71,9	94,3	44,9
2018	41,9	63,6	80,7	44,2
2017	39,7	66,9	84,9	43,1
2016	40,2	71,5	89,0	44,1

Źródło: URE



Gospodarka paliwowo energetyczna Polski

Pozyskanie energii pierwotnej w 2021 r. :

- ❑ węgiel kamienny - 53,6%,
- ❑ węgiel brunatny - 17,5%
- ❑ gazu ziemnego - 5,6%,
- ❑ ropy naftowej - 1,5%
- ❑ pozostałe, w znacznej mierze odnawialne nośniki energii – 24,3%

W 2021 r. **importu energii (2 459,2 PJ)** wzrósł o 0,8% w stosunku do roku poprzedniego i był nieznacznie niższy od wielkości krajowego pozyskania energii.

Eksport energii był znacząco mniejszy od importu i w 2021 roku wyniósł **626,7 PJ**, co stanowiło 25,5% importu. Import dwóch najważniejszych nośników – **ropy naftowej i gazu ziemnego** – stanowił w 2021 roku **66,9% całości importu**.

Źródło: GUS



Zużycie bezpośrednie energii

Zużycie bezpośrednie energii wyniosło w 2021 r. 3 697,5 PJ:

- przemysł - 32,5%, w ostatnich latach udział ten charakteryzował się niewielkimi wahaniami,
- transportu - 27,0%, obejmujący także prywatne samochody osobowe, udział ten systematycznie wzrastał,
- gospodarstwa domowe - 25,8%,
- rolnictwo 4,3%,
- budownictwo 1,6%,
- pozostali odbiorcy 8,8%.

Źródło: GUS



Udziału OZE w końcowym zużyciu energii brutto

Wskaźnik ten dla Polski w 2021 r. wyniósł 15,62%, przy czym udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w poszczególnych sektorach:

- elektroenergetyce wyniósł 17,17%
- ciepłownictwie i chłodnictwie wyniósł 21,03%.
- transporcie wyniósł 5,66%.

Źródło: GUS



Charakterystyka wybranych paliw - biomasa

- ❖ Nadwyżki słomy
- ❖ Nadwyżki nawozów naturalnych
- ❖ Nadwyżka siana
- ❖ Odpady drewna z konserwacji sadów
- ❖ Biomasa odpadowa z przetwórstwa rolno-spożywczego
- ❖ Komunalne odpady biodegradowalne
- ❖ Biomasa z pielęgnacji pasów komunikacyjnych

Nadwyżki biomasy ponad potrzeby żywnościowe i glebowe, możliwe do wykorzystania na cele energetyczne na podstawie danych IUNG oraz szacunków MRiRW pozwalają w skali kraju na **zastąpienie przynajmniej 10 mln ton węgla.**



Powierzchnia użytków rolnych potencjalnie przydatnych pod uprawę roślin energetycznych

Województwo	2015	2016	2017	2018	2019	2021
	ha					
Dolnośląskie	252	404	330	411	373	373
Kujawsko-pomorskie	48	79	66	59	77	77
Lubelskie	102	114	113	121	130	130
Lubuskie	68	154	95	73	80	80
Łódzkie	160	157	278	273	283	283
Małopolskie	266	334	328	317	372	372
Mazowieckie	215	233	228	251	272	272
Opolskie	21	35	25	43	49	49
Podkarpackie	149	158	192	235	216	216
Podlaskie	34	48	58	75	96	96
Pomorskie	272	348	393	407	440	440
Śląskie	181	217	306	226	278	278
Świętokrzyskie	21	25	32	35	44	44
Warmińsko-mazurskie	82	112	124	92	102	102
Wielkopolskie	174	293	174	205	198	198
Zachodniopomorskie	263	256	264	232	221	221

Źródło: Opracowanie dr J.T. Hołaj-Krzak za GUS Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2015-2021.



Potencjalne ilości drewna możliwe do pozyskania na cele energetyczne

Prognoza pozyskania w 2031 r. drewna na cele energetyczne w Lasach Państwowych 40,7 mln m³ oraz w lasach prywatnych 6,0 mln m³ grubizny netto.

Sortyment	Lasy Państwowe	Lasy prywatne	Razem
	mln m ³		
Grubizna opałowa	3,05	0,78	3,83
Drewno małowymiarowe	2,44	0,30	2,74
- w tym drobnica opałowa	1,63	0,24	1,87
Pozostałości zrębowe	2,04	0,30	2,34
Razem	7,53	1,38	8,91
Razem bez drobnicy przemysłowej	6,72	1,32	8,04

Źródło:

- Zajączkowski, S. Prognozy pozyskania drewna w Polsce w perspektywie 20 lat oraz możliwości ich wykorzystania do szacowania zasobów drewna na cele energetyczne.
- Biomasa leśna na cele energetyczne. Redakcja naukowa P. Gołos i A. Kaliszewki.
- Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Sękocin Stary, 2013, 21–31.



Porównanie wybranych paliw opałowych

Najtańszym nośnikiem energii jest słoma (przy założeniu 1t słomy równej 150 PLN). W poniższej tabeli porównano koszty wykorzystania paliw opałowych do ogrzania budynku przy założeniach [29]: - obciążenia cieplnego 70 kW, - obciążenia godzinowego 2 968 h/rok, - zapotrzebowania na energię 207 786 kWh/rok.

Rodzaj paliwa		Słoma	Węgiel kamienny	Zrębki	Pellet	Gaz ziemny	Olej opałowy
Jednostka		PLN/kg				PLN/m ³	PLN/l
Wartość		0,15	0,75	0,40	0,675	3,56	3,84
Cecha	Jednostka						
Koszty jednostkowe paliw	PLN/m ³	7,50	525,00	60,00	607,50	3,56	3.840,00
Roczne koszty paliwa	PLN/rok	8.507	15.578	34.922	37.302	67.370	78.883
Koszty paliwa	PLN/MWh	32,8	61,5	117,6	143,6	291,8	322,7
	PLN/GJ	9,1	17,1	32,7	39,9	81,1	89,6
Zapotrzebowanie paliwa	m ³ /rok	11.434	26.673	404	84	24.302	24
	kg/rok	56.710	20.770	87.305	55.262	18.924	20.542
Sprawność kotła	%	80	82	70	80	90	85
Końcowe zapotrzebowanie energii	kWh/rok	207.786	207.786	207.786	207.786	207.786	207.786
Wilgotność paliw	% wag.	20	23	30	8	0	0
Wartość opałowa	MJ/kg	16,5	30,0	12,30	17,00	44,00	42,70
	kWh/kg	4,6	12,2	3,4	4,7	12,2	11,9
	MJ/m ³	825,0	34,3	2.644,0	11.079,0	34,3	36.078,0
	kWh/m ³	229,0	9,5	735,0	3.077,0	9,5	10.022,0

Źródło: [29] CIRE 2022. https://www.cire.pl/pliki/2/ciepl_biom.pdf [dostęp 24.08.2022].



Ciepłownictwo - biomasa

Wśród paliw biomasowych stosowanych w ciepłownictwie i ogrzewnictwie są m.in. **pelety drzewne, zrębki drzewne, drewno, słoma oraz pelety agro**. Przemysłowe kotły wodne oraz kotły parowe opalane biomasą rozdrobioną stanowią obecnie najtańsze źródło ciepła w Polsce.

Ciepło produkowane z biomasy wykorzystywane jest głównie na potrzeby komunalne do ogrzewania gospodarstw, jak również na potrzeby technologiczne w zakładach przemysłowych, w których następuje spalanie biomasy.

Gospodarstwa domowe mogą być zaopatrywane w ciepło pochodzące z biomasy z różnych źródeł, z czego trzy podstawowe to:

- **źródła indywidualne,**
- **źródła lokalne,**
- **systemy ciepłownicze.**

Przyjęto następujący podział dla odnawialnych źródeł ciepła:

- **do 200 kW** (dla zakresu wielkości domek jednorodzinny – blok mieszkalny),
- **powyżej 200 kW do 500 kW** (dla zakresu wielkości blok mieszkalny – małe osiedle),
- **powyżej 500 kW do 5000 kW** (dla zakresu wielkości małe osiedle – duże osiedle),
- **powyżej 5000 kW** (ciepłownie pracujące na potrzeby systemów ciepłowniczych).



Przykład źródła indywidualnego

Kotły centralnego ogrzewania, na paliwo stałe (pellet) z automatycznym podajnikiem - zasyp mechaniczny ślimakowy (Rys. a – od lewej) oraz z ręcznym zasypem paliwa – polana drewna (Rys. a – od prawej).

Przykład ciepłowni indywidualnej wraz z magazynem ciepła o obj. 1 m³ (Rys. b) na 120 m² pow. grzewczej (wysokość 3 m) w tym 80 m² ogrzewania podłogowego.

a)



b)



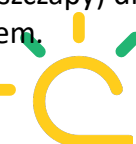
Rys. Stanowisko badawcze (instalacja pilotażowa):

a) kocioł 25 kW [fotografia G. Wałowski]:

- od lewej - zasilany pelulem, - od prawej - zasilany polana (szczapy) drewna;

b) bufor (magazyn) ciepła 1 m³ - przed montażem.

Źródło: <https://rencraft.eu/technika/kotly-hdg-bavaria-25-400-kw/>



Przykład źródła lokalnego

System ciepłowniczy w Ruciane-Nida (województwo warmińsko-mazurskie) obejmuje 2 niskotemperaturowe kotły wodne opalane biomasą o mocach cieplnych odpowiednio 1000 kW i 800 kW - masa każdego to ok. 20 ton. Nowoczesna ciepłownia wytwarza energię na potrzeby **centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej w ilości ok. 12 000 GJ rocznie dla blisko 740 mieszkań**. Inwestycja, w połączeniu z praktycznym zastosowaniem koncepcji partnerstwa publiczno-prywatnego, przynosi oszczędności z tytułu dotychczasowych kosztów zaopatrzenia w energię ciepłą dla osiedla rzędu 20% w skali roku. Przedsięwzięcie pozwala zredukować emisję CO₂ o ok. 1120 ton rocznie. Ciepłownia osiedlowa w Rucianem Nidzie (Rys. 4) pracuje od II kwartału 2013 roku.

Źródło ciepła w postaci **zrębków drzewa, trocin, pelletów oraz brykietu drzewnego** [1], przystosowano w ramach projektu „Kompleksowa modernizacja systemu grzewczego kotłowni przy ul. Szkolnej 2 – Budowa kotłowni opalanej biomasą o mocy 1,8 MW”.

[1] <https://rencraft.eu/realizacje/cieplownia-osiedlowa-ruciane-nida/>



Rys. Ciepłownia osiedlowa w Ruciane-Nida – widok ciepłowni.

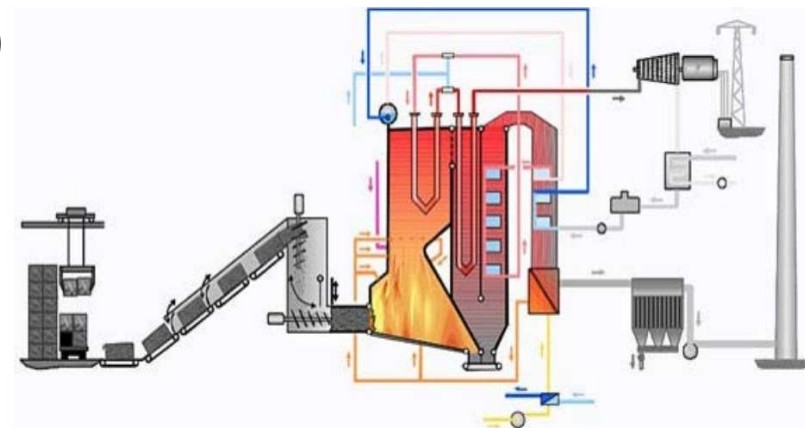
Przykład systemu ciepłowniczego

Kocioł parowy na słomę (Rys. a) działa na wysokie parametry pary przy wysokim przepływie produkowanej pary generuje energię elektryczną przy sprawności 20% i 70% dla ciepłownictwa.

Przykładowy system ciepłowniczy w Lubaniu od 15 grudnia 1998 r. stanowi kotłownia (Rys. b) opalana słomą, o mocy 1 MW, a 20 grudnia 2000 r. dobudowano do niej kotłownię na słomę typu WCO 160/S o mocy 3,5 MW. Moc kotłów na słomę w tym przedsiębiorstwie to 8,0 MW. Oba przedsięwzięcia składają się na realizowany w Lubaniu program konwersji węgla na paliwa odnawialne i racjonalizacji zużycia energii.

Źródło ciepła stanowią kotły dużej mocy na **słomę w balotach** od 100 do 500 kW oraz kotły na słomę rozdrobnioną do 1 MW. Sprawność tych urządzeń wynosi ok. 85% przy płynnej regulacji mocy od 20% do 100%.

a)



b)



Rys. System ciepłowniczy: a) schemat kotła na słomę [15] ;
b) PEC Sp. z o.o. w Lubaniu – widok ciepłowni [16].



Przykład mobilnej biogazowni kontenerowej- instalacja pilotażowa

a)



b)



Substrat (gnojowica świńska) :

- 1 tucznik produkuje 4,5 litra/24h
- w cyklu 90 dniowym (odchowany 1 tucznik) produkuje 0,4 litra/24h
- w cyklu rocznym 3.500 tuczników produkuje 1400 m³

Rys. Składowe zrównoważonego systemu gospodarowania i wytwarzania energii dla mobilnej pilotażowej biogazowni kontenerowej:

a) producent substratu, **b)** model konwersji.



Przykład mikroinstalacji fotowoltaicznej

- Prace badawcze w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym – Państwowym Instytucie Badawczym (dr inż. Barbara Dybek oraz dr hab. inż. Grzegorz Wałowski) obejmują:
 - koncepcję przemodelowania energetyki konwencjonalnej na energetykę prosumencką przy zastosowaniu nowej generacji paneli fotowoltaicznych (technologia MWT) i nowego systemu rozliczeń „net-billing”
 - stanowisko badawcze na budynku mieszkalnym z mikroinstalacją o mocy zainstalowanej elektrycznej **2,96 kW dla 8 paneli**
 - technologię, która polega na zastąpieniu srebrnych pasm występujących na powierzchni paneli (busbarów),
 - weryfikację wydajności oraz opłacalności tego rodzaju rozwiązań.



Rys. Stanowisko badawcze (instalacja pilotażowa) – fotowoltaika 2,96 kW [fotografia G. Wałowski]: a) zmontowane panele, b) instalacja, c) monitoring produkcji prądu.

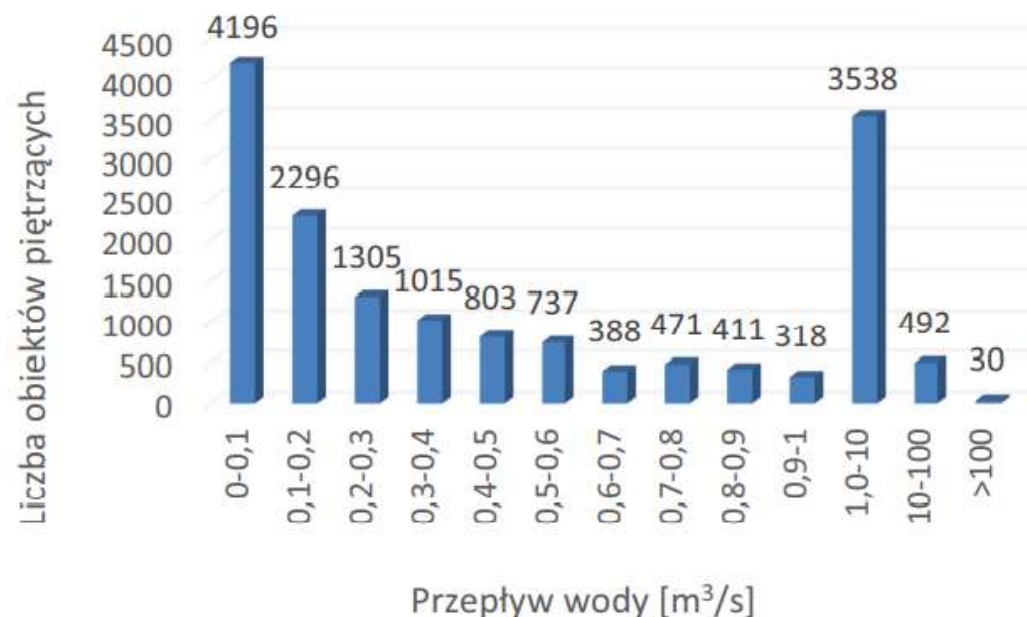


Potencjał hydroenergetyczny Polski

Większość polskich zasobów hydroenergetycznych skupionych jest w obszarze dorzecza **Wisły**, zwłaszcza jej prawobrzeżnych dopływów. Dogodne warunki do budowy małych elektrowni wodnych istnieją w **Karpatach, Sudetach, na Roztoczu, a także na rzekach Przymorza**. Również istotne znaczenie ma potencjał **Odry**.

W latach 50. ubiegłego wieku w **Polsce funkcjonowało około 6,5 tys. siłowni wodnych**. Dziś jest ich zaledwie 750 i **ponad 81% potencjału technicznego na terenie naszego kraju jest niewykorzystane**.

Według obecnych szacunków **na terenie Polski istnieje około 7,5 tys. obiektów hydrotechnicznych**, które nie są wykorzystywane w celach energetycznych, a które posiadają potencjał przepływu wody większy niż $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$, zaś najliczniejsze przepływy to do $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ oraz $1^{-10} \text{ m}^3/\text{s}$.



Rys. Liczba obiektów piętrzących w Polsce o określonych przepływach wody [2]

Źródło: Terlikowski P., Łuć J. Perspektywy rozwoju małych elektrowni wodnych w Polsce na przykładzie elektrowni wodnej Potok Służewiecki. Elektroenergetyka nr 1 (22) I 2020.



Potencjał hydroenergetyczny Polski

Polska posiada zatem sprzyjające uwarunkowania do rozwoju energetyki wodnej, zwłaszcza w zakresie MEW, jednak tempo uruchomienia nowych mocy wytwórczych jest w dalszym ciągu zbyt niskie.

Dokładne miejsca budowy MEW zostały opracowane w ramach europejskiego **projektu RESTOR Hydro**. Polskę w konsorcjum reprezentowało Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych. W czasie trwania projektu **znaleziono ponad 8 tysięcy potencjalnych lokalizacji MEW** w Polsce, a w połączeniu z danymi zebranymi podczas inwentaryzacji obiektów piętrzących na terenie Polski, wytypowano 16 tysięcy obiektów piętrzących.

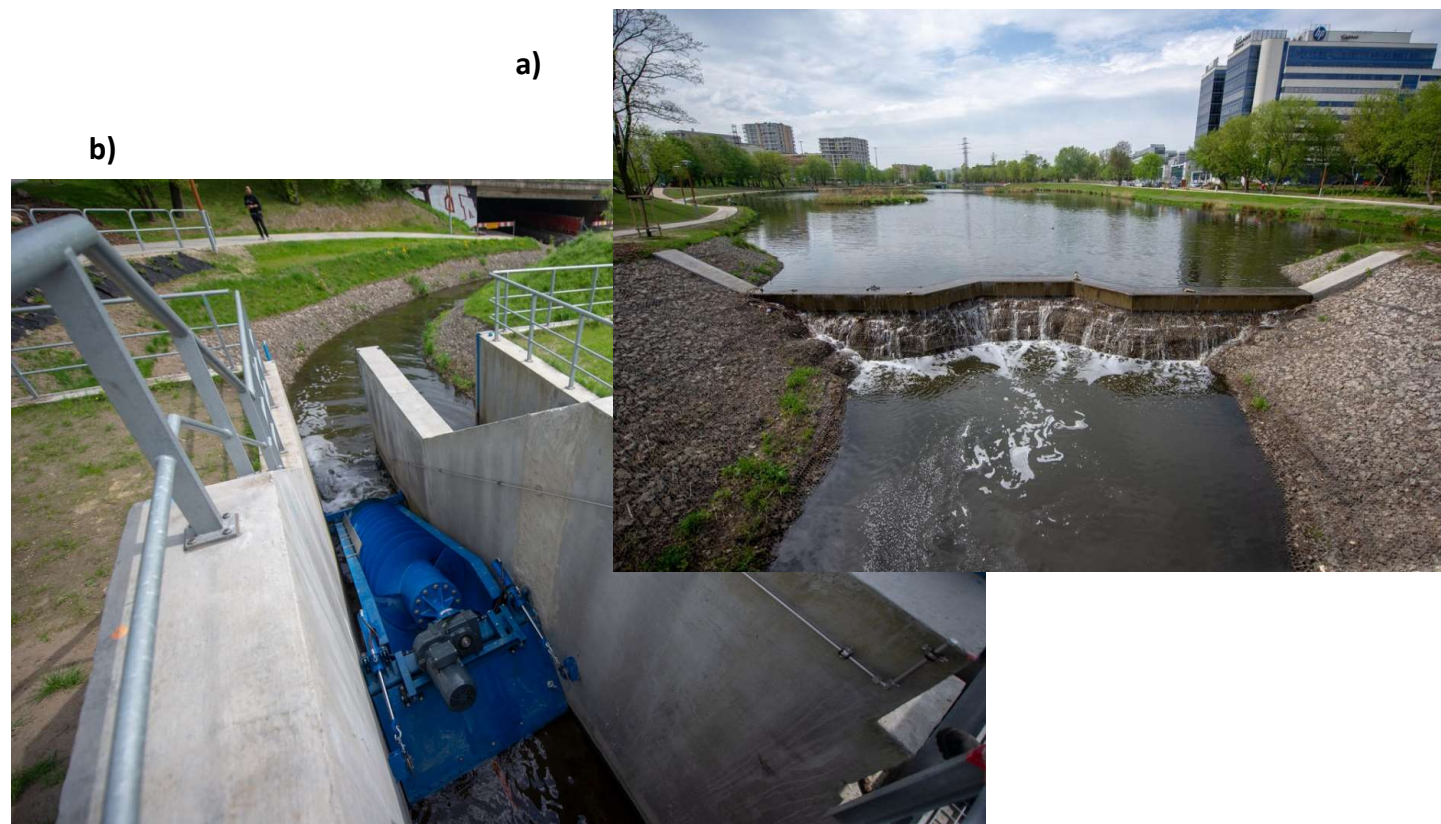


Rys. Miejsca pod budowę MEW wg RESTOR Hydro i Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej

Źródło: Terlikowski P., Łuć J. Perspektywy rozwoju małych elektrowni wodnych w Polsce na przykładzie elektrowni wodnej Potok Służewiecki. *Elektroenergetyka* nr 1 (22) | 2020.

Mała Elektrownia Wodna (MEW) Potok Służewiecki

MEW została zrealizowana jako część projektu rewitalizacji Stawu Służewieckiego i jego okolic (Rys. a). Elektrownia (Rys. b) produkuje prąd trójfazowy o napięciu 400 V i ma moc ok. **3 kW** czyli prąd przez nią wytworzony wystarczyłby do ok. 50 lamp LED.



Źródło: <https://um.warszawa.pl/-/zielona-energia-potoku-sluzewieckiego>

Rys. MEW: a) Staw Służewiecki; b) Potok Służewiecki wraz z turbo zespołem produkcji energii (Fot. R. Motyl).

Statystyczne ujęcie OZE w Polsce

Zainstalowana w Polsce moc pochodząca z odnawialnych źródeł energii (stan na 31.12.2020).

Źródło	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
GW											
Biogaz	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Biomasa	0,4	0,4	0,8	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5
Słońce	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,9
Wiatr	1,2	1,6	2,5	3,4	3,8	4,6	5,8	5,8	5,9	5,9	6,3
Woda	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Łącznie	2,6	3,1	4,4	5,5	6,0	7,0	8,4	8,5	8,6	9,1	10,0

Źródło: Opracowanie dr J.T. Hołaj-Krzak za URE. Instalacje odnawialnych źródeł energii.



Podsumowanie

- 1) Potrzeby energetyczne obszarów wiejskich to oprócz energii elektrycznej również potrzeby ciepłe.
- 2) Obszary wiejskie to miejsce, gdzie zlokalizowanych jest najwięcej zasobów odnawialnych, w szczególności możliwej do zagospodarowania biomasy.
- 3) Wykorzystanie potencjału energetycznego obszarów wiejskich to szansa na poprawę niezależności energetycznej kraju, a także możliwość ograniczenia kosztów pozyskania energii i rozwój gospodarczy.
- 4) Kluczowe dla efektywnego wykorzystania OZE są rozwiązania prawne gwarantujące określone warunki wytwarzania energii oraz preferencje, a także rozwiązania techniczne umożliwiające zagospodarowanie OZE.
- 5) Na inwestycje OZE należy patrzeć wielowymiarowo, nie tylko z punktu widzenia produkcji energii, ale również możliwości wykorzystania lokalnie dostępnych zasobów do rozwoju różnego rodzaju działalności, w tym również rolnictwa.



Znaczenie OZE i rozproszonej energetyki obywatelskiej dla rozwoju obszarów wiejskich

DR HAB. INŻ. GRZEGORZ WAŁOWSKI, PROF. ITP-PIB
– KIEROWNIK ZESPOŁU BADAWCZEGO ENERGII ODNAWIALNYCH,
INSTYTUT TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY, PAŃSTWOWY
INSTYTUT BADAWCZY W FALENTACH

g.walowski@itp.edu.pl

Dziękuję za uwagę

