

Akademia  Inżyniera



FOTOWOLTAIKA

**sposobem na oszczędność energii
i ochronę środowiska**

ISBN 978-83-945245-8-6

Toruń, listopad 2020 r.



Oddział Toruń

Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń

FOTOWOLTAIKA sposobem na oszczędność energii i ochronę środowiska

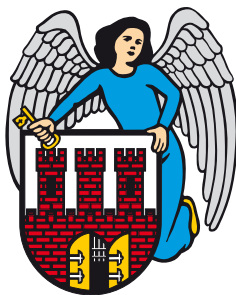
Akademia  Inżyniera

Toruń, listopad 2020 r.

Skład i przygotowanie do druku:



PZITS GRAFIKA
grafikastudio.pl



Zrealizowano dzięki wsparciu
Gminy Miasta Toruń

ISBN 978-83-945245-8-6

© 2020 Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń

Spis treści

I. Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce - Dominik Brodacki	5
II. Trendy rozwojowe w zakresie instalacji PV - Adam Mroziński	27

Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Dominik Brodacki

Ekspert Instytutu Polityki Energetycznej im. Ignacego Łukasiewicza,
Analityk ds. energetycznych, Polityka Insight

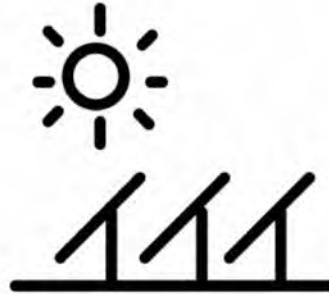
Kluczowe wnioski



1. Fotowoltaika jest jednym z najszybciej rozwijających się sektorów polskiej gospodarki, a jej znaczenie dla krajowej energetyki dynamicznie rośnie.
2. Pod względem rozwoju sektora fotowoltaiki Polska jest w czołówce europejskiej, choć wciąż funkcjonują liczne bariery spowalniające ten proces.
3. Polska jest dobrze uwarunkowana pod kątem dalszego rozwoju fotowoltaiki, jednak pełne wykorzystanie potencjału w tym zakresie wymaga wdrożenia bardziej intensywnych działań.
4. Energetyka słoneczna jest jedną z nielicznych znaczących dla gospodarki technologii nie budzących kontrowersji społecznych i politycznych.
5. Największą barierą rozwoju sektora fotowoltaiki w Polsce jest zły stan sieci elektroenergetycznej, której modernizacja wymaga znacznych nakładów.
6. Efektem rozwoju sektora fotowoltaiki mogą być głębokie zmiany zarówno w polskiej energetyce, jak i całej gospodarce.

Kwestie definicyjne

1. Czym jest fotowoltaika?
2. Jakie są rodzaje instalacji OZE?
3. Kim jest prosument?



2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

4

Stan rozwoju fotowoltaiki w Polsce

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

5

Stan rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Liczba prosumentów instalacji fotowoltaicznych w Polsce

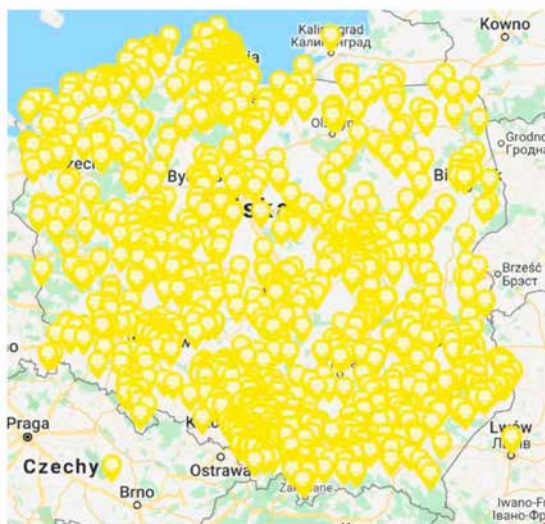


Źródło: URE

- W 2019 r. liczba prosumentów w Polsce wzrosła z 51 do ok. 149 tys., a łączna moc instalacji fotowoltaicznych z 344 do 900 MW.
- Moc instalacji PV w Polsce 1 marca 2020 r. wynosiła 1596,5 MW. To wzrost o 183,2 proc. w stosunku do poprzedniego roku.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Stan rozwoju fotowoltaiki w Polsce: mapa elektrowni fotowoltaicznych



Źródło: <https://gramzielone.pl/mapa-instalacji-oze/fotowoltaika>

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

7

Stan rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Liczba instalacji prosumenckich u największych OSD w latach 2018-2019



Źródło: URE

W 2019 r. największa część mikroinstalacji prosumenckich została przyłączona do sieci **PGE Dystrybucja**, na drugim miejscu był **Tauron Dystrybucja**. Trzecie miejsce przypadło **Enerdze Operator**, zaś czwarte **Enei Operator**.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Stan rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Łączna ilość energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumentów do sieci OSD 2018-2019 (MWh)



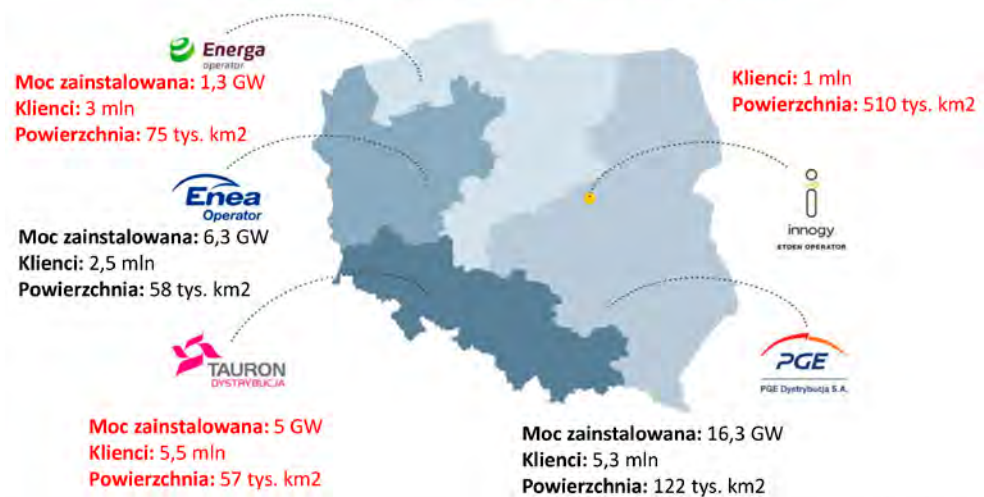
Źródło: URE

Mikroinstalacje prosumenckie wprowadziły do sieci w ubiegłym roku **324,3 GWh** energii elektrycznej, wobec **130,4 GWh** rok wcześniej.

Najwięcej energii z tego typu instalacji trafiło do sieci PGE Dystrybucji, Taurona Dystrybucji oraz Energii Operatora, co jest odbiciem udziału w rynku tych firm.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Najwięksi dystrybutorzy energii elektrycznej w Polsce

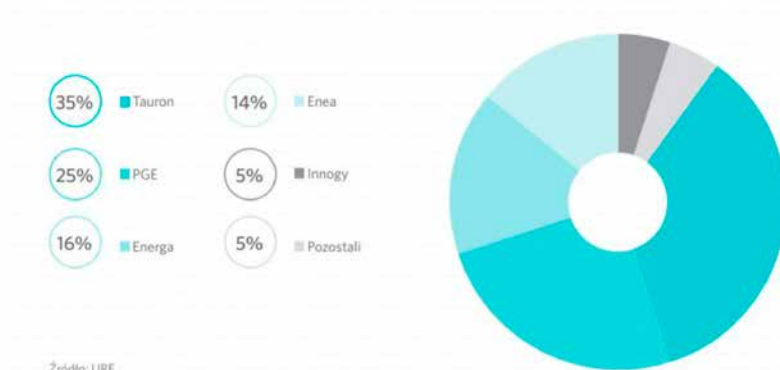


Źródło: PSE

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

10

Wolumen dystrybuwanej energii elektrycznej



Źródło: URE

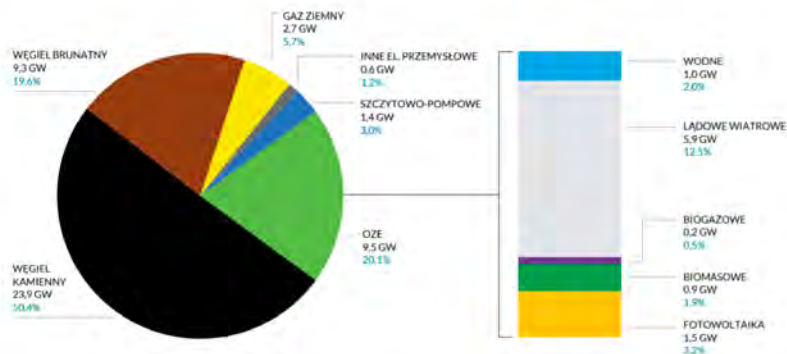
Źródło: Polityka Insight na podstawie danych URE

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

11

Miejsce fotowoltaiki w systemie energetycznym

Moce zainstalowane w Polskiej energetyce (stan na 31.12.2019 r.)



Źródło: Forum Energii

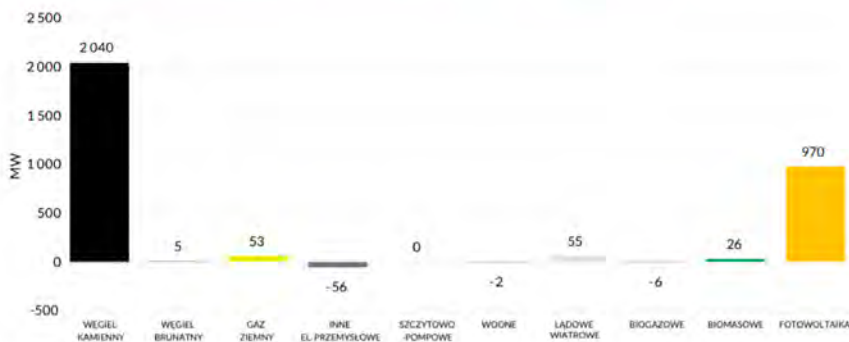
OZE stanowią ponad 20 proc. mocy zainstalowanej, ale wśród nich wciąż dominują elektrownie wiatrowe na lądzie.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

12

Miejsce fotowoltaiki w systemie energetycznym

Zmiany w mocy zainstalowanej źródeł wytwórczych w 2019 r. względem 2018 r.



Źródło: Forum Energii

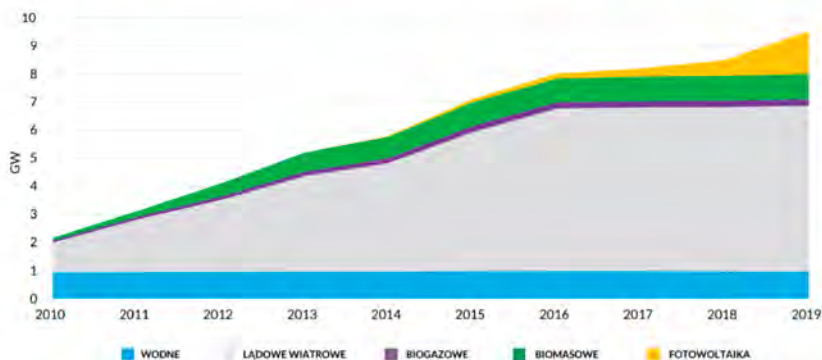
W 2019 r. do użytku oddano ponad 3,5-krotnie więcej instalacji fotowoltaicznych niż rok wcześniej.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

13

Miejsce fotowoltaiki w systemie energetycznym

Zmiany w mocy zainstalowanej źródeł wytwórczych w 2019 r. względem 2018 r.



Źródło: Forum Energii

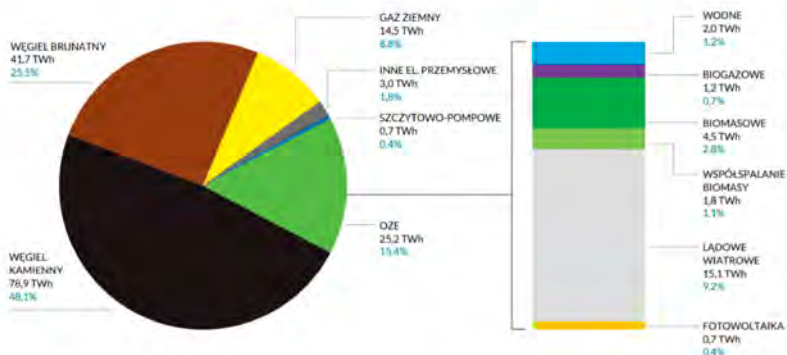
- Na koniec 2019 r. w OZE zainstalowanych było 9,5 GW, z czego 1,5 GW w instalacjach fotowoltaicznych.
- Fotowoltaika jest najszybciej rozwijającym się źródłem OZE w Polsce

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

14

Miejsce fotowoltaiki w systemie energetycznym

Produkcja energii elektrycznej w 2019 r.



Źródło: Forum Energii

W 2019 r. udział OZE w produkcji energii elektrycznej był najwyższy w historii i wyniósł 15,4 proc. Znaczenie fotowoltaiki wciąż jest jednak relatywnie niewielkie.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

15

Inwestycje w fotowoltaikę w Polsce

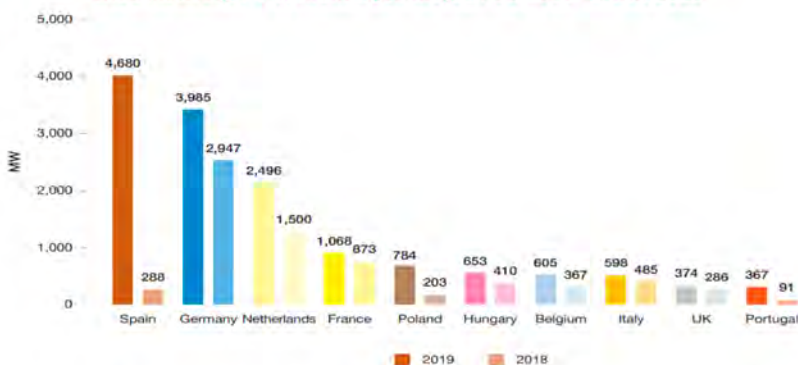
IEO szacuje, że wartość inwestycji w fotowoltaikę, które zostały zrealizowane w 2019 r. mogła wynieść ok. **2,6 mld zł**, natomiast łączne obroty na rynku fotowoltaiki (czyli zarówno wartość inwestycji, jak i wartość energii) mogą już przekraczać **3-4 mld zł**. Oznacza to, że sektor ten stopniowo staje się głównym obszarem inwestycji w OZE w Polsce.

Segment rynku/rodzaje instalacji PV		Nowe moce 2019r	Średni koszt	Wartość rynku inwestycji PV '2019	Łączne obroty handlowe branży w 2019	Moc na koniec 2019	Produkcja energii 2019	Wartość energii z PV
		MW						
off-grid	oświetlenie, domy letniskowe, oddalone obiekty turystyczne	1	10 000 000	10	12	5	4 000	2
przyłączone do sieci	mikroinstalacje 0-50 kW	500	4 500 000	2 250	2 535	857	814 150	285
	małe instalacje 50-500 kW	60	3 500 000	210	243	110	108 900	33
	autoprodukcenci > 500 kW	30	3 000 000	90	104	51	51 000	14
	farmy PV <1 MW	376	2 500 000	940	1 102	441	463 050	162
	farmy PV > 1 MW	30	2 100 000	63	63	30		-
Obroty na krajowym rynku fotowoltaiki '2019				3 563	4 059			496

Źródło: IEO (szacunki z czerwca 2019 r.)

Polska na tle Europy

Moc instalacji PV w niektórych krajach UE 2018- III kw. 2019

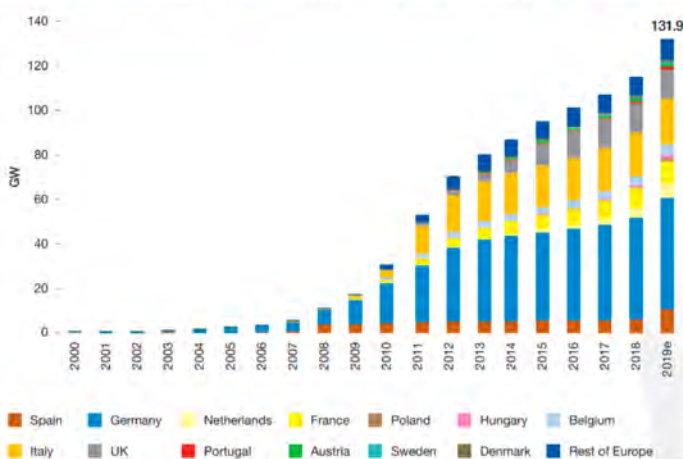


W 2018 r. Polska w Europie zajmowała:

- 8 miejsce pod względem mocy przyłączonej
- 18 miejsce pod względem produkcji prądu z fotowoltaiki
- 17 miejsce pod względem skumulowanej mocy zainstalowanej

Źródło: Solar Europe

Moc instalacji PV w niektórych krajach UE 2000-III kw. 2019



Źródło: Solar Europe

W 2019 r. Polska umocniła się na unijnym rynku PV

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

18

Zachęty do rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Dynamiczny rozwój mikroelektrowni to głównie efekt **spadających kosztów ogniw fotowoltaicznych** i coraz liczniejszych **zachęt ze strony rządu do instalowania domowych paneli PV**, takich jak:

- Aukcje OZE
- Program „Mój prąd”
- Program „Energia Plus”
- Program „Prosument 2”
- Program „Czyste Powietrze”
- Programy regionalne (głównie RPO)
- Ulga termomodernizacyjna
- Ekopożyczki bankowe
- Regulacje prawne (np. system opustów, wymóg przyłączenia nowych prosumentów)

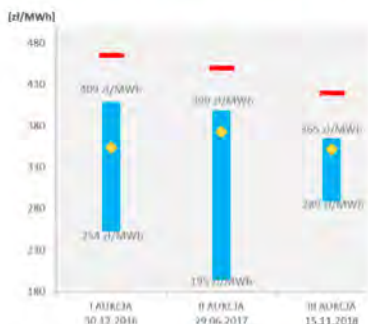


2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

19

Zachęty do rozwoju fotowoltaiki w Polsce: aukcje OZE

Łączna moc projektów PV, które w latach 2016-2018 uzyskały finansowanie w aukcjach OZE wynosi 870 MW. Projekty te należą do 549 podmiotów.



Koszt przygotowania projektu, wybudowania i przyłączenia do sieci 1 MW mocy spadł w latach 2016-2018 r. z 3,8 do 2,8 mln zł.

Uwzględniono wyłącznie instalacje PV	I AUKCJA – 30.12.2016	II AUKCJA – 29.06.2017	III AUKCJA – 15.11.2018
Liczba wygranych projektów PV (szt.)	73	343	548
Moc projektów PV (MW)	68	289	514
Liczba wytwórców, którzy wygrali aukcje	62	236	251

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Źródło: IEO 20

Zachęty do rozwoju fotowoltaiki w Polsce: aukcje OZE

W 2019 r. podczas aukcji dla nowych wiatraków na lądzie i instalacji PV o mocy powyżej 1 MW zakontraktowane zostało **15-letnie wsparcie dla 78 TWh energii elektrycznej** wartej w sumie 16,2 mld zł, z przewidzianej dla nich puli 32,5 mld zł.

Średnia cena sprzedaży prądu ze 101 wygranych ofert wyniosła zaledwie **198,06 zł/MWh** - to blisko 2 zł więcej niż rok wcześniej, ale też aż o 57,8 zł mniej niż w listopadzie wynosiła średnia hurtowa cena prądu na TGE (255,9 zł/MWh).



W 2020 r. wiatraki i fotowoltaika powalczą o 8,19 mld zł. Te o mocy powyżej 1 MW będą rywalizować o sprzedaż 14,7 TWh prądu za 5,36 mld zł, a o mocy do 1 MW - o 7,35 TWh za 2,82 mld zł. To odpowiednio o 65 i 35 proc. niższy wolumen niż rząd chciał zakontraktować w 2019 r.

Dzięki realizacji zaplanowanych na 2020 r. aukcji powstać ma 1000 MW dużych (tj. powyżej 1 MW) oraz 500 MW mniejszych (tj. poniżej 1 MW) instalacji PV

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

21

Zachęty do rozwoju fotowoltaiki w Polsce



To ogólnopolski program wspierający zakup i montaż paneli fotowoltaicznych. W ramach programu osoby fizyczne mogą wnioskować o dofinansowanie zakupu i montażu instalacji PV. Limit wsparcia wynosi 5 tys. zł na instalację, a budżet programu na lata 2019-2024 to 1 mld zł.

Wspiera wymianę źle działających źródeł ciepła na nowoczesne i niskoemisyjne, m.in. instalacje fotowoltaiczne. Jest dedykowany współwłaścicielom jednorodzinnych budynków mieszkalnych, którzy mogą uzyskać dofinansowanie w kwocie do 53 tys. zł.

Koszty zakupu i montażu instalacji fotowoltaicznej mogą być dofinansowane tylko w formie pożyczki do 100 proc. kosztów kwalifikowanych. Może być ona udzielona na okres nie dłuższy niż 15 lat.

PROGRAM

**CZYSZE
POWIETRZE**

Zachęty do rozwoju fotowoltaiki w Polsce



Program „Prosument 2”

Wspiera zakup i montaż nowych instalacji i mikroinstalacji OZE do produkcji energii elektrycznej lub ciepła dla potrzeb budynków mieszkalnych jednorodzinnych lub wielorodzinnych.

Budżet programu na lata 2014-2022 wynosi 800 mln zł z możliwością zawierania umów pożyczek (kredytu) wraz z dotacją do 2020 r.

- dotacja w wysokości 15 lub 30 proc. dofinansowania
- oprocentowanie pożyczki/kredytu: 1 proc.
- maksymalny okres finansowania pożyczką/kredytem: 15 lat.

Nowelizacja ustawy o OZE z 19 lipca 2019 r.

- Przedsiębiorcy zyskali możliwość uzyskania statusu prosumenta
- Rozszerzenie systemu opustów dla prosumentów
- Wsparcie dla rolniczych spółdzielni energetycznych
- Ułatwienia przy budowie mikroinstalacji OZE
- Ułatwienia dla projektów budowlanych instalacji PV



Ulga termomodernizacyjna

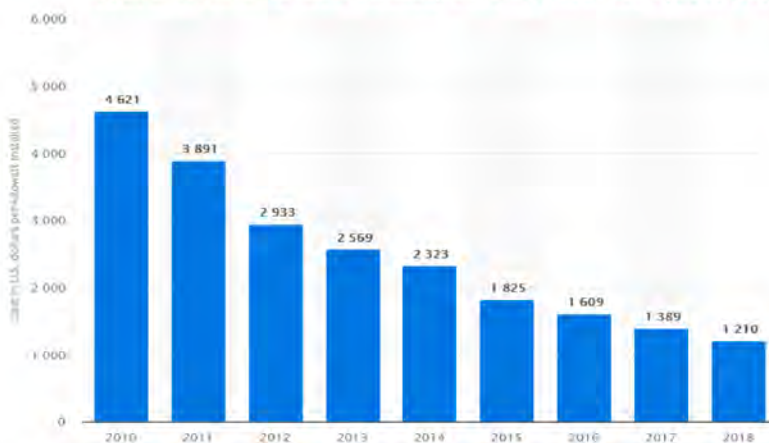
- Od 1 stycznia 2019 r. obowiązuje powszechna ulga, którą można odliczyć od podatku PIT. Limit to 53 tys. zł wydatków poniesionych na ocieplenie domów lub na zakup ekologicznych źródeł ciepła, w tym na zakup paneli PV.

Nowelizacja ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów z 23 stycznia 2020 r.

- Uproszczenie zasad ubiegania się o premię termomodernizacyjną i wprowadzenie możliwości ubiegania się o nią na montaż paneli fotowoltaicznych.

Zachęty do rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Spadek średnich kosztów instalacji paneli PV na świecie (USD/kW)



Średni koszt przygotowania projektu, budowy i przyłączenia od sieci farmy PV o mocy 1 MW w 2016 r. wynosił **3,8 mln zł**, a w 2019 - już tylko **2,8 mln**.

Zachęty do rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Z ostatnich danych Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO) wynika, że koszt budowy farmy fotowoltaicznej o mocy 1 MW spadł w ciągu ostatnich trzech lat o jedną czwartą, **z 4 do 3 mln zł**. Spadają też ceny instalacji na rynku detalicznym.

Obecnie panel fotowoltaiczny o mocy 1 kW można kupić **za mniej więcej 4 tys. zł**, czyli o 1 tys. zł taniej niż jeszcze w 2017 r. Na spadek cen wpływa m.in. wygaszenie we wrześniu 2018 r. ceł antidumpingowych na import modułów PV z Chin, jakie w 2013 r. nałożyła KE.



Panele fotowoltaiczne: 45%
Najdroższy element instalacji, na którym fotowoltaika opiera swoje działanie.

Inwerter: 20%
Przemienia prąd stały z paneli na prąd przemienny.

Konstrukcja i oprzyrządowanie: 15%
Konstrukcja nośna, przewody itp.

Montaż: 10%
Czas pracy wykwalifikowanych pracowników z uprawnieniami wysokościowymi.

Elektryka: 10%
Podłączenie falownika z panelami, sporządzenie odpowiedniej dokumentacji oraz schematu.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

26

Polityka banków wobec rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Dotychczas wyzwaniem dla inwestorów były kwestie związane z finansowaniem inwestycji w PV. Obecnie banki są im znacznie bardziej przychylnie.



Bank	Nazwa Programu	Maksymalna kwota kredytu [zł]	Informacje dodatkowe	Maksymalny okres kredytowania	RRSO [%]	Oprocentowanie [%]
Alior Bank	Eko raty	60 000	zakup i montaż ekologicznych sposobów pozyskiwania energii oraz innych instalacji ekologicznych w tym systemów fotowoltaicznych	10	-	-
Bank Ochrony Środowiska	Eko kredyt PV Promocja „Energia ze Słońca”	75 000	Zakup i montaż instalacji fotowoltaicznych (nie dotyczy urządzeń, których nabycie było finansowane pożyczką z dofinansowaniem z WFOŚiGW/NFOŚiGW). Promocja „Energia ze Słońca” trwa do 31 lipca 2019 r.	10	4,92 (dla 30tył na 10 lat)	3,87 (Zmienne)
Bank Ochrony Środowiska	Przejrzysta pożyczka	100 000	m. in. Zakup paneli fotowoltaicznych do 31.10.2019 r. beneficjenci programu Czyste powietrze	10 10	7,03 (Dla 20tył na 5 lat)	od 4 od 2,5
Bank Ochrony Środowiska	EKOkredyty z dopłatami	Do 90% kosztów inwestycji, max 800 000	Zróżnicowane warunki dla wybranych województw; zakup i montaż urządzeń fotowoltaicznych o mocy do 500 kW	5	2,65 (dla 40 tył na 5 lat)	2
BNP Paribas	finansowanie ekologicznych źródeł energii	60 000	dostępny u wybranych partnerów z branży PV	10	-	-
Eurobank	Pożyczka energooszczędna	120 000	Remont budynku w tym instalację paneli fotowoltaicznych	9	25,43	-
Ikano bank	Energia słoneczna na raty	60 000	zakup instalacji fotowoltaicznych	5 15	6,17 6,17	6 (stałe) 5-6,5 (zmienne)
ING Bank Śląski	Ekopożyczka	160 000	zakup towarów ekologicznych w tym paneli fotowoltaicznych	8	18,56	7,79-10
PKO BP	Ekopożyczka PKO	50 000	zakup paneli fotowoltaicznych	10	5,34 (dla 60 tył na 10 lat)	4,99 (zmienne)

Stan ofert na kwiecień 2019 r., źródło: IEO

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

27

Bariery rozwoju fotowoltaiki w Polsce

- Wydłużane terminy na uzyskanie promesy koncesji/ koncesji na sprzedaż energii elektrycznej
- **Opóźnienia w przyłączeniu instalacji PV do sieci elektroenergetycznej**
- Ograniczenia administracyjne związane z uzyskaniem decyzji środowiskowych
- **Utrudnienia proceduralne w systemie aukcyjnym**
- Ryzyko trudności w zarządzaniu siecią dystrybucyjną i obsłudze prosumentów
- **Brak miejsca na posadowienie instalacji**
- Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego
- **Trudności w tworzeniu klastrów energii**
- Wąski krąg podmiotów mogących korzystać z systemu opustów
- **Brak możliwości rozliczania się w systemie opustów w stosunku 1:1**
- Stosunkowo wąska definicja prosumenta
- **Brak regulacji w zakresie działalności tzw. wirtualnych prosumentów**
- Wątpliwości prawne zw. z dopuszczalnym okresem wsparcia
- **Problem rozprowadzania energii po systemie - coraz liczniejsze mikroinstalacje mogą generować skoki napięcia w sieciach (budowane były z założeniem dostarczania energii do odbiorcy, a nie na odwrót)**



2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

28

Perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

29



Ceny energii elektrycznej

Polityka Unii Europejskiej



Rosnąca popularność umów PPA

Plany przedsiębiorstw



Czynniki polityczne

Ceny energii elektrycznej



Źródło: BiznesAlert.pl na podstawie TGE

- Inwestycje we własne instalacje PV pozwalają zmniejszyć podatność odbiorców na wzrost cen energii elektrycznej.

Cena uprawnień do emisji CO₂ na giełdzie EEX 2017-2020



Źródło: cire.pl

- W latach 2018-2019 zaobserwowany został ponad trzykrotny wzrost cen uprawnień do emisji CO₂.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce



Polityka Unii Europejskiej

11 grudnia 2019 r. przewodnicząca KE Ursula von der Leyen przedstawiła Europejski Zielony Ład - propozycję dotyczącą nowej polityki klimatycznej Unii. Zakłada ona osiągnięcie do 2050 r. pełnej dekarbonizacji gospodarki UE. Aby to zrealizować:

- Powstanie prawo klimatyczne Unii
- Mechanizm sprawiedliwej transformacji wesprze regiony uzależnione od paliw kopalnych
- *Carbon Border Adjustment Mechanism* ma chronić przemysł przed spadkiem konkurencyjności
- Priorytetem elektryfikacja transportu i termomodernizacja budynków.



- Prawo Unii ma być spójne z celem neutralności klimatycznej
- KE co pięć lat, począwszy od 2030 r., będzie mogła podnosić ambicje ograniczania emisji dla całej Unii
- Do września 2020 r. KE ma przedstawić ocenę skutków zwiększenia celu redukcji emisji CO₂ do 2030 r. z 40 do 50-55 proc.

Prawo UE wymaga od Polski osiągnięcia do końca 2020 r. celu **15-proc. udziału OZE** w zużyciu energii finalnej brutto.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce



Rosnąca popularność umów PPA



PPA to długoterminowa (15-20 lat) umowa sprzedaży energii łącząca jej producenta bezpośrednio z odbiorcą, bez pośrednictwa państwa

Pierwszą polską umową PPA podpisała w zeszłym roku fabryka silników Mercedesa w Jaworze, która w jej ramach będzie kupować energię z oddalonej o 12 km farmy wiatrowej Taczalin, należącej do spółki VSB Energie Odnawialne Polska.



Umów PPA w Polsce jest na razie mało ze względu na niesprzyjające regulacje – ich zawierania nie przewiduje bowiem prawo. Tymczasem ich popularyzacja zwiększy napływ inwestycji w fotowoltaikę i zmniejszy presję na wzrost cen prądu, dzięki niższym wydatkom na rządowe wsparcie.



Energia Odnawialna S.A.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

34

Plany przedsiębiorstw



PGE chce w ciągu kilku lat zwiększyć moc swoich elektrowni słonecznych z obecnych 0,5 MW do 2500 MW.

Do 2035 r. Enea chce ograniczyć udział źródeł węglowych w swoim miksie z 90 do 40 proc. Źródła OZE mają wzrosnąć z 7 do 33 proc. Wśród nich ma dominować fotowoltaika (ok. 1,5 GW), a reszta to wiatraki na morzu (700 MW) i na lądzie (ok. 200 MW).



Strategia firmy zakłada ograniczenie do 2030 r. udziału węgla w miksie z 85 do 20 proc. oraz zwiększenie z 10 do 65 proc. udziału w nim źródeł nisko- i zeroemisyjnych. W tym celu Tauron do 2025 r. chce pozyskać instalacje PV o mocy 300 MW, elektrownie wiatrowe o mocy 900 MW.

Koncern chce zbudować elektrownię słoneczną o mocy 70 MW, która ma stanąć na terenie odkrywki węgla brunatnego.



Polskiemu rynkowi przyglądają się też zagraniczni gracze. Litewska Sun Investment Group planuje zainwestować w polski sektor PV 200 mln euro. Podobne plany ma też litewska Modus Energy, a swoje zaangażowanie rozważają Lietuvos Energija oraz estońska Eesti Energia. Z wyczerpień IEO wynika, że łączne inwestycje w polską fotowoltaikę mogą wynieść 5 mld zł do 2020 r.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

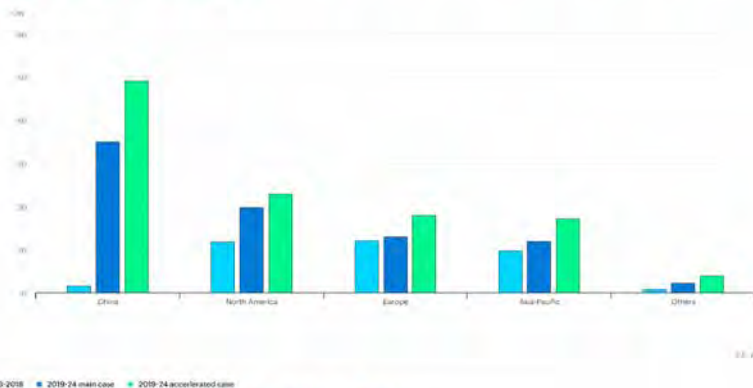
35



- Energetyka słoneczna w odróżnieniu od farm wiatrowych na lądzie nie budzi kontrowersji społecznych i politycznych oraz ma silne poparcie PSE, które upatrują w niej szansy na zmniejszenie ryzyka letniego blackoutu.
- Rozwój fotowoltaiki będzie łagodził szczyty zapotrzebowania na energię w lecie i ograniczy straty na przesyłce, ale zmniejszy przychody koncernów energetycznych ze sprzedaży prądu. Wzrosną też ich wydatki związane z utrzymaniem sieci, ale upowszechnią się inteligentne liczniki.
- Rosnący udział fotowoltaiki w wytwarzaniu energii przyspieszy transformację energetyczną i odejście od węgla.
- Masowy rozwój PV w Polsce przyspieszy dekarbonizację, digitalizację i decentralizację krajowego systemu energetycznego, wymuszając znaczące inwestycje w sieci niskich i średnich napięć.

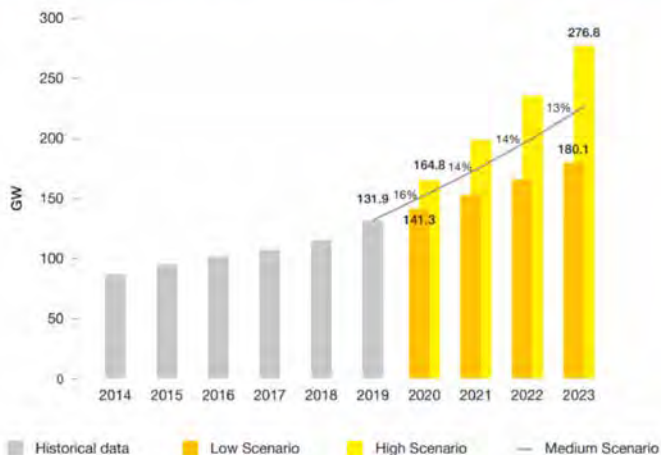
Perspektywy rozwoju fotowoltaiki na świecie

- MAE szacuje, że w 2024 r. łączna moc instalacji OZE na świecie osiągnie moc 3,7 TW, wobec 2,5 TW obecnie, a ich udział w globalnej produkcji energii elektrycznej wzrośnie z 26 do 30 proc.
- 60 proc. wzrostu OZE będzie pochodzić z fotowoltaiki. Łączna moc elektrowni słonecznych zwiększy się 2,5-krotnie, do ok. 1,2 TW, z czego ok. 45 proc. stanowić będą instalacje rozproszone. W ciągu pięciu lat będą one zainstalowane na ok. 100 mln dachów na całym świecie, a koszt wytwarzania energii z PV spadnie o 15-35-proc.



Perspektywy rozwoju fotowoltaiki na świecie

Scenariusze wzrostu łącznej mocy zainstalowanej instalacji PV w UE w latach 2020-2023



Źródło: Solar Europe

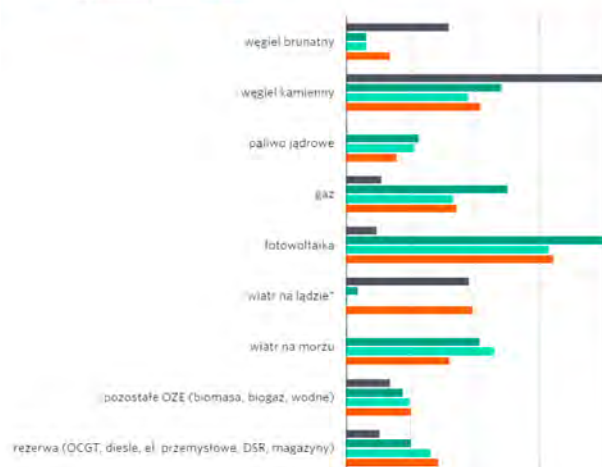
2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

38

Perspektywy rozwoju fotowoltaiki na Polsce: plany rządu

Struktura mocy polskich elektrowni w 2040 r. (netto) wg. PEP'19, KPEiK i PEP'18

Moc w 2020 r. PEP'18 KPEiK PEP'19



Moc w 2020: 2285 MW
PEP'18: 20 200 MW
KPEiK: 15 671 MW
PEP'19: 16 062 MW

Źródło: Polityka Insight

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

39

Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu 2020

- W 2020 r. udział OZE w zużyciu energii finalnej brutto wzrośnie z ok. 11 do 15 proc. (czyli poziomu wymaganego od Polski przez unijną dyrektywę OZE), a w 2030 r. do 21-23 proc.
- W 2030 r. udział OZE w wytwarzaniu prądu wyniesie 31,8 proc. wobec 13,4 proc. w 2015 r. Pozwoli to na ograniczenie roli węgla, który wówczas ma odpowiadać za 56-60 proc. wobec ok. 77 proc. obecnie.



Wzrost mocy osiągalnej w instalacjach PV do ok. 7,3 GW w 2030 r. i ok. 16 GW w 2040 r.

- Do 2040 r. nakłady inwestycyjne w sektorze wytwarzania energii elektrycznej wyniosą 91,1 mld euro, czyli o 1,9 mld euro więcej niż przewidywała wcześniejsza wersja KPiEK. Z tej kwoty aż 50 mld euro trafi na inwestycje w OZE z czego 11,4 mld euro na fotowoltaikę.

Perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Zmniejszy się ryzyko blackoutu i import prądu

- PV produkuje najwięcej prądu latem, czyli w okresie, gdy zapotrzebowanie na moc jest największe. W szczycie letniego sezonu PV dobrze zastępują elektrownie na węgiel, które - by pracować z pełnym obciążeniem - potrzebują dużych ilości chłodnej wody.
- PV poprawia rozptył energii w sieci - ze względu na duże rozproszenie geograficzne koszt przesyłu prądu z fotowoltaiki jest dużo niższy niż ze zwykłych elektrowni zlokalizowanych głównie na południu Polski.
- Rosnące ceny energii z sieci będą zachęcać gospodarstwa domowe i firmy do przechodzenia na własne źródła wytwarzania.



Szybszy coalexit

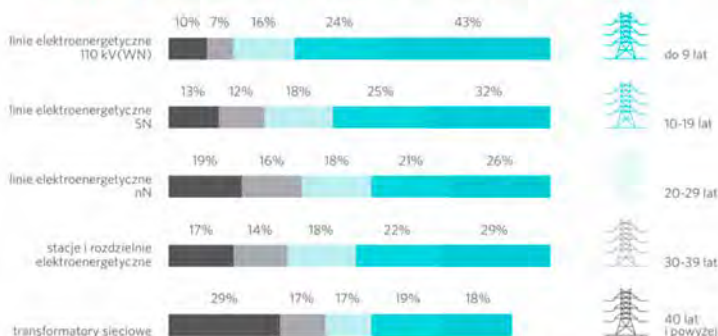
- Masowy rozwój fotowoltaiki obniża przychody producentów prądu, a zwłaszcza elektrowni na węgiel i gaz, które przy wysokich kosztach operacyjnych (zakup paliwa i uprawnień do emisji CO₂) będą stopniowo wypychane przez PV z rynku.

Wzrosną koszty modernizacji sieci

- Coraz liczniejsze instalacje fotowoltaiczne będą generować skoki napięcia w sieciach niskich napięć. Skala potrzebnych inwestycji jest więc znaczna, bo zakłada wymianę transformatorów i linii oraz zwiększenie automatyzacji sieci. Dystrybutorzy muszą także opracować nowy model zarządzania siecią, np. poprzez tworzenie tzw. wirtualnej elektrowni, która integrowałaby wszystkie podłączone do ich sieci mikroinstalacje w jedną jednostkę.

Zagrożenia dla rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Struktura wiekowa majątku OSD na dzień 31 grudnia 2017 r.



Źródło: Polityka Insight

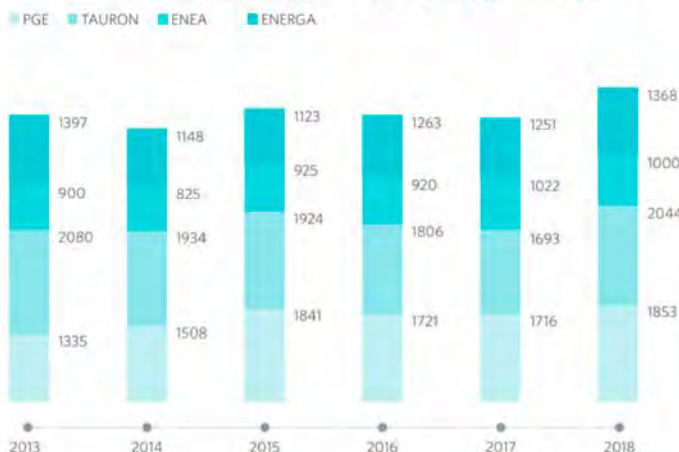
Najbardziej zużytym elementem krajowej sieci są **napowietrzne linie wysokich i średnich napięć** – aż 76 proc. z nich ma ponad 25 lat, a 37-42 proc. nawet ponad 40 lat. Relatywnie najmłodsze są **linie niskich napięć**, a także **podziemne kable średnich i niskich napięć** – większość z nich powstała w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Wciąż jest ich bardzo mało – poziom skablowania sieci średnich napięć wynosi tylko 26 proc.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

42

Zagrożenia dla rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Nakłady inwestycyjne w dystrybucji (w mln zł)



Źródło: Polityka Insight

Rosnąca popularność domowych mikroelektrowni stwarza nowe wyzwania dla operatorów.

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

43

Zagrożenia dla rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Polskie sieci są wciąż mało inteligentne - w 2018 r. inteligentne liczniki miało zainstalowane ok. **1,4 mln odbiorców**, czyli 8,4 proc. To ponad cztery razy mniej niż wynosi średnia europejska (34,2 proc.) i jeden z niższych odsetków w UE.



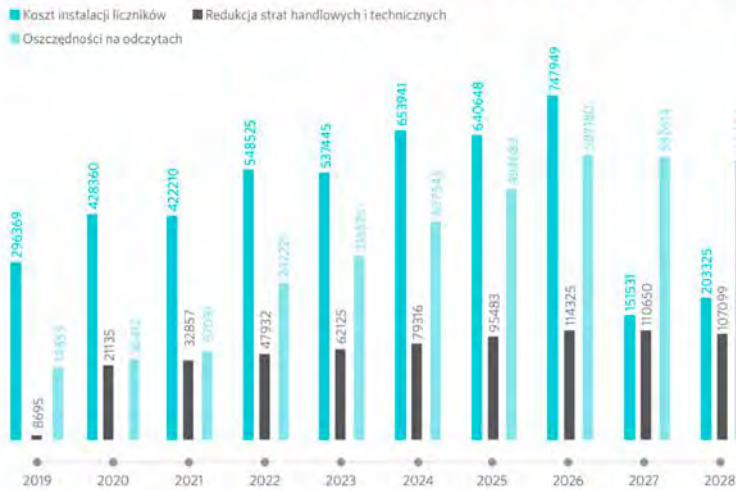
Źródło: Polityka Insight za: European Smart Metering Benchmark, KE

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

44

Zagrożenia dla rozwoju fotowoltaiki w Polsce

Koszty i korzyści z wdrożenia inteligentnych liczników w Polsce (w tys. zł)



Źródło: Polityka Insight

2020-04 | Stan i perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce

45



SEMINARIUM NAUKOWO-TECHNICZNE Z CYKLU

Akademia Inżyniera

Trendy rozwojowe w zakresie instalacji PV

Dr inż. Adam Mroziński

Dr inż. Adam Mroziński



INTERDYSCYPLINARNE
CENTRUM
ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ
ENERGII



www.ICOZE.utp.edu.pl



UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
w Bydgoszczy



Interdyscyplinarne Centrum Odnawialnych Źródeł Energii działa jako Centrum Kompetencji w ramach Krajowego Testyfa Autorskich Technologii i Innowacji w Obszarze Technologiczno-ICT - Energetyka Technologicznej Innowacji i Technologicznej Innowacji Energii.

Dr inż. Adam Mroziński



INTERDISCYPLINARNE CENTRUM ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

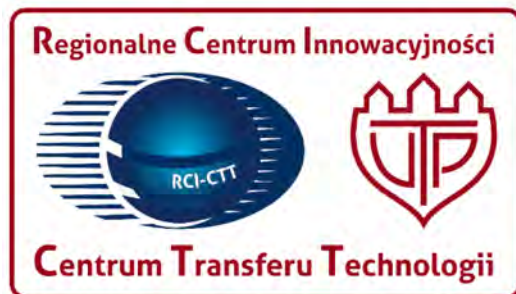
Zadaniem Interdyscyplinarnego Centrum Odnawialnych Źródeł Energii jest inicjowanie, organizowanie i koordynowanie różnorodnych form aktywności naukowo-badawczej, rozwojowej, wdrożeniowej, dydaktycznej i usługowej w zakresie odnawialnych źródeł energii. Do szczegółowych zadań ICOZE należy przede wszystkim:

- Integracja i stymulacja działań z zakresu odnawialnych źródeł energii prowadzonych przez podstawowe jednostki UTP
- Reprezentowanie UTP w zewnętrznych krajowych i międzynarodowych środowiskach związanych z działalnością na rzecz odnawialnych źródeł energii
- Nawiązywanie współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowo-badawczymi i dydaktycznymi z zakresu odnawialnych źródeł energii
- Inicjowanie, pozyskiwanie i realizacja krajowych i międzynarodowych interdyscyplinarnych projektów badawczych, rozwojowych i wdrożeniowych z zakresu odnawialnych źródeł energii, finansowanych ze środków budżetowych i pozabudżetowych, w tym ze środków Unii Europejskiej
- Pozyskiwanie i realizacja prac usługowych z zakresu odnawialnych źródeł energii
- Inicjowanie i realizacja interdyscyplinarnych form dydaktycznych z zakresu odnawialnych źródeł energii
- Inicjowanie i prowadzenie szkoleń i kursów z zakresu odnawialnych źródeł energii

Dr inż. Adam Mroziński



Regionalne Centrum Innowacyjności – Centrum Transferu Technologii



www.ctt.utp.edu.pl

[Facebook.com/CTT.UTP](https://www.facebook.com/CTT.UTP)

CTT@utp.edu.pl

[Linked in LinkedIn.com/company/RCI-CTT](https://www.linkedin.com/company/RCI-CTT)

[Youtube.com/channel/UCXZqVQw0w118z3BrsBNSwA](https://www.youtube.com/channel/UCXZqVQw0w118z3BrsBNSwA)

Budynek RCI - UTP w Bydgoszczy
B100, B100a, B100b, C16
Al. prof. S. Kaliskiego 7
85 - 796 Bydgoszcz

Dr inż. Adam Mroziński



Zakres prezentacji

Trendy rozwojowe w zakresie instalacji PV

- ❑ Rozwój instalacji PV – najdynamiczniej rozwijająca się branża OZE w Polsce i na świecie
- ❑ Wyzwania ekologii – Czy moduł PV jest eko-produktem? Działania na rzecz maksymalizacji efektu zmniejszenia zużycia energii podczas produkcji oraz zmniejszenia obciążania środowiska podczas utylizacji przy skracaniu okresu amortyzacji inwestycji
- ❑ Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami (Agro PV, Floating PV, BIPV, BAPV, Automotive PV, Urban Furniture PV, PV + PC itp.)
- ❑ Coraz większe znaczenie instalacji PV w zdecentralizowanym systemie energetycznym
- ❑ Instalacje PV „rękę w rękę” z elektromobilnością
- ❑ Magazynowanie energii jako panaceum na zwiększenie elastyczności i poziomu integracji systemów PV
- ❑ Dbanie i weryfikacja jakości produktów, instalacji oraz wykonawstwa
- ❑ Zmiany w układzie inwestorów w PV – sektor prywatny – przyrost liczby przedsiębiorców
- ❑ Wybór najbardziej optymalnej technologii ogniw PV – co „wygra”?

Dr inż. Adam Mroziński



Branża PV najdynamiczniej rozwijająca się branża OZE na świecie



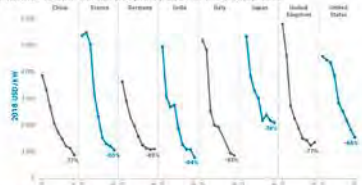
Dr inż. Adam Mroziński



Branża PV najdynamiczniej rozwijająca się branża OZE na świecie



The solar PV industry employed 3.6 million people worldwide in 2018 and this number is expected to rise further to 18.7 million people by 2050 in the REmap case



Dr inż. Adam Mroziński



Branża PV najdynamiczniej rozwijająca się branża OZE na świecie

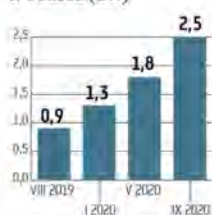


Dr inż. Adam Mroziński



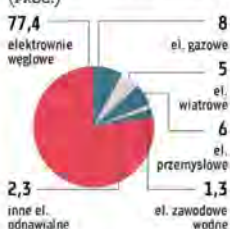
Branża PV najdynamiczniej rozwijająca się branża OZE w Polsce

MOC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH W POLSCE (GW)



Źródło: PSE

PRODUKCJA ENERGII ELEKTRYCZNEJ VIII 2020 R. (PROC.)



W Polsce jest obecnie 260 tys. prosumentów, czyli jednocześnie konsumentów oraz producentów energii. Za 10 lat może być ich już ponad milion.

- Na początku września łączna moc tego typu urządzeń w naszym kraju przekroczyła 2,5 GW. To o 169 proc. więcej rok do roku i o 12 proc. więcej niż przed miesiącem. W takim tempie nie rozwija się żadna inna technologia odnawialnych źródeł energii w naszym kraju.
- Pomocne w rozwoju branży jest wsparcie m.in. w postaci dotacji programu „Mój prąd”, w ramach którego można otrzymać do 5 tys. zł na przydomową instalację oraz z odliczenia od podatku (ulga termomodernizacyjna). Z kolei do przedsiębiorców skierowany jest program „Energia Plus”, dzięki któremu można m.in. otrzymać pożyczkę do 85 proc. kosztów inwestycji.
- Wsparciem dla inwestorów (farmy fotowoltaiczne) są aukcje na sprzedaż energii elektrycznej. W tegorocznych aukcjach wsparcie dla wytwórców zielonej energii może wynieść nawet 27,4 mld złotych.
- Wszystko wskazuje na to, że zgodnie prognozami Instytutu Energii Odnawialnej, fotowoltaika w 2021 rok wejdzie z przynajmniej 2,5 GW zainstalowanej mocy. A jeśli utrzymamy obecne tempo wzrostu, może się nawet okazać, że już na początku przyszłego roku zbliżymy się do magicznej granicy 3 GW.

Dr inż. Adam Mroziński



Branża PV najdynamiczniej rozwijająca się branża OZE w Polsce

W branży nie widać obaw przed ewentualnym spowolnieniem gospodarczym wywołanym przez koronawirusa...



- Według danych z raportu IEO, 90% badanych firm chce w najbliższych latach zwiększyć poziom zatrudnienia, co jest dobrą wróżką dla osób poszukujących pracy w branży. Obecnie, jak wynika z szacunków IEO, sektor fotowoltaiki daje zatrudnienie ok. 5-6 tysiącom osób. Sprzyjająca koniunktura sprawia jednak, że do 2025 roku ilość zatrudnionych wzrośnie nawet **16 tysięcy osób**.
- 85% przedsiębiorstw ma w planie w kolejnych latach zwiększyć swoje możliwości produkcyjne (w przypadku firm wytwarzających podzespoły) i wykonawcze (w przypadku firm instalacyjnych). To pozytywny sygnał, szczególnie dla klientów – być może w 2021 roku opóźnienia wynikające z ograniczonych mocy przerobowych będą mniejsze lub znikną.
- Półowa ankietowanych chce szukać też nowych możliwości biznesowych, rozszerzając działalność firmy, inwestując w innowacje czy poszukując wsparcia finansowego w formie dotacji. Co czwarty badany chce rozwijać eksport.

Dr inż. Adam Mroziński



Problem obciążenia środowiska przez moduły PV po ich eksploatacji



Dr inż. Adam Mroziński



Problem obciążenia środowiska przez moduły PV po ich eksploatacji

Ile materiałów potrzeba do zbudowania 1 MW instalacji PV?



Glass 70 tonnes

Steel 56 tonnes

Concrete 47 tonnes

Aluminium 19 tonnes

Silicon 7 tonnes

Copper 7 tonnes

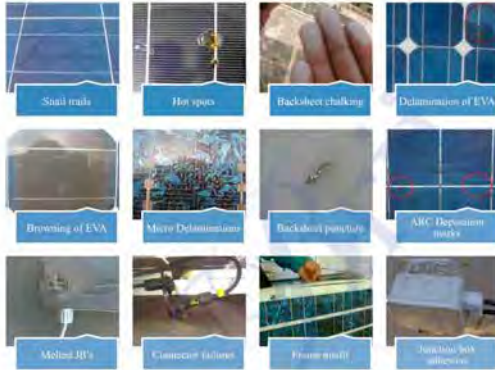
Plastic 6 tonnes



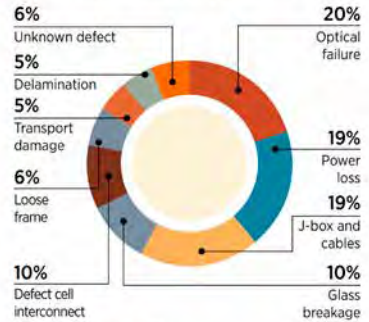
Dr inż. Adam Mroziński



Odpady branży PV na etapie eksploatacji



Failure rates according to customer complaints



Based on IEA-PVPS (2014a)

Dr inż. Adam Mroziński

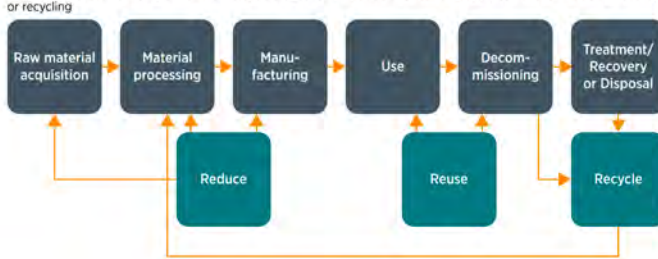


Problem obciążenia środowiska przez moduły PV po ich eksploatacji

Jaka powinna być idea recyklingu modułów PV?

tak jak przy innych problematycznych produktach (np. opakowania) czy materiałach (np. tworzywa sztuczne)

Process flow diagram of the life cycle stages for PV panels and resulting opportunities for reducing, reusing or recycling



Preferred options for PV waste management

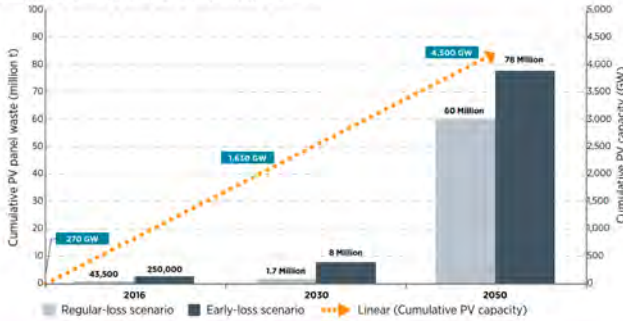


Dr inż. Adam Mroziński



Problem obciążenia środowiska przez moduły PV po ich eksploatacji

Overview of global PV panel waste projections, 2016-2050



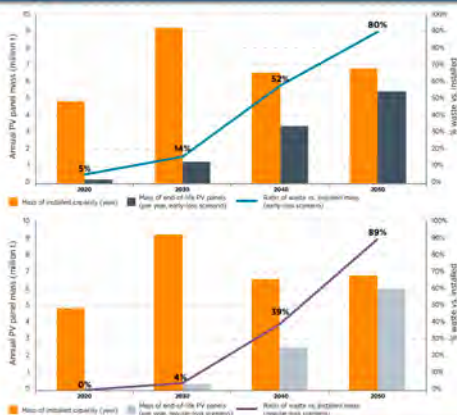
Według raportu Międzynarodowej Agencji Energii Odnawialnej (IRENA) oraz Programu IEA-PVPS „End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels” recykling lub zmiana przeznaczenia paneli fotowoltaicznych może uwolnić około 78 milionów ton surowców oraz innych materiałów w skali światowej do 2050 roku.

Wartość odzyskanych surowców może przekroczyć 15 miliardów dolarów do 2050 roku.

Dr inż. Adam Mroziński



Problem obciążenia środowiska przez moduły PV po ich eksploatacji



Według wyliczeń agencji, surowce technicznie, możliwe do odzyskania do 2030 roku, mogą osiągnąć wartość **450 milionów dolarów**. Jest to ilość niezbędna do wyprodukowania około **50 milionów nowych paneli**, dających **18 GW nowych mocy wytwórczych**.

Do 2050 roku wartość odzyskanych surowców może wynieść **15 miliardów dolarów**, co odpowiednio można wykorzystać do produkcji **dwóch miliardów paneli**, czyli **630 GW nowych mocy**.

Dr inż. Adam Mroziński



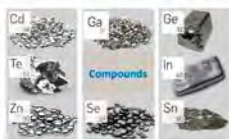
Konieczna będzie zmiana technologii modułów PV?

Rozwój Technologii PV – Ewaluacja: taniej, przy mniejszym zużyciu energii oraz materiałów podczas produkcji, przy mniejszych kosztach utylizacji

Market share of PV panels by technology groups (2014-2030)

Technology		2014	2020	2030
Silicon-based (c-Si)	Monocrystalline			
	Poly- or multicrystalline	92%	73.3%	44.8%
	Ribbon			
Thin-film based	a-Si (amorph/micromorph)	2%	5.2%	6.4%
	Copper indium gallium (di)selenide (CIGS)	5%	5.2%	4.7%
	Cadmium telluride (CdTe)		1.2%	0.6%
	Concentrating solar PV (CPV)		5.8%	8.7%
	Organic PV/dye-sensitized cells (OPV)		8.7%	25.6%
Other	Crystalline silicon (advanced c-Si)		0.6%	9.3%
	CIGS alternatives, heavy metals (e.g. perovskite), advanced III-V			

Based on Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE) (2014), Lux Research (2012) and author research



Ogniwa I generacji

- Produkcja w formie krystalicznej (silikon krystaliczny, polikrystaliczny)
- Zwiększenie efektywności
- Wysokie zużycie energii
- Wysokie koszty

Ogniwa II generacji

- Produkcja w formie krystalicznej (silikon krystaliczny, polikrystaliczny)
- Zwiększenie efektywności
- Wysokie zużycie energii
- Wysokie koszty

Ogniwa III – IV - V generacji

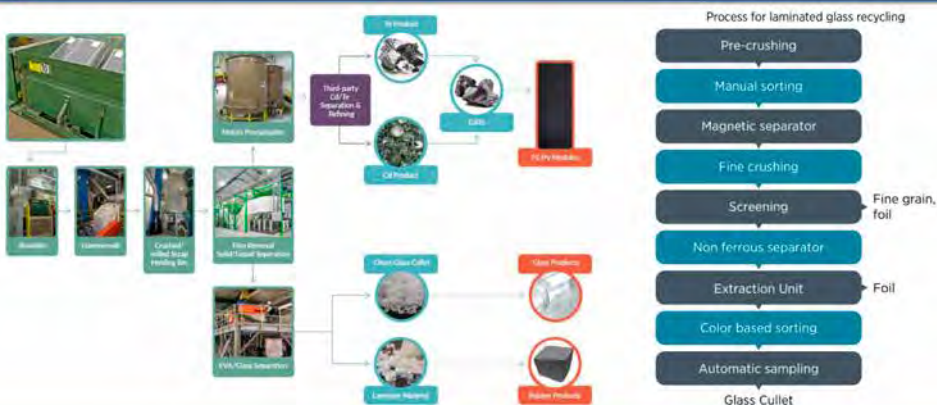
Dlaczego cienkowarstwowe?

- Mniejsze zużycie materiałów (warstw 100x)
- Mniejsze koszty produkcji (temperatury, procesy technologiczne)
- Długość przetrwania / automatyzacja produkcji
- Prosta praca energetyczna, najlepsze współczynniki absorpcji
- Elastyczność wielkości ogniw / modułów
- Półprzewodnik (BIPV)

Dr inż. Adam Mroziński



Czy mamy technologie recyklingu modułów PV?



Dr inż. Adam Mroziński



Zakład recyklingu Veolii specjalizuje się w recyklingu klasycznych modułów PV. Typowy moduł PV z krzemu krystalicznego składa się z 65-75% szkła, 10-15% aluminiowa rama, 10% plastiku i 3-5% krzemu. Zakład recyklingu Veolii może demontować, sortować, przetwarzać i poddawać recyklingowi 95% przetwarzanych materiałów.



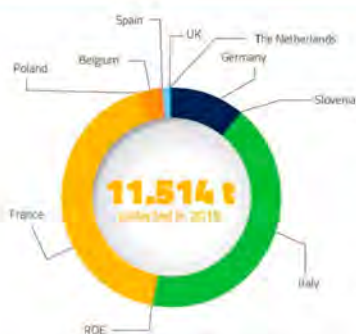
Zakład będzie poddawał recyklingowi 1300 ton paneli słonecznych w 2018 r. I wyznaczył cel w postaci recyklingu 4000 ton w 2022 r.

Po przetworzeniu i zapakowaniu posortowanych materiałów są one wysyłane do różnych branż w celu ponownego wykorzystania. Wśród nich dwie trzecie szkła jest poddawane recyklingowi i staje się stłuczką, która jest wysyłana do przemysłu szklarskiego, rama aluminiowa jest wysyłana do rafinerii aluminium, odpady z tworzyw sztucznych można wykorzystać jako paliwo w cementowni, odzyskany krzem można wykorzystać w przemyśle metali szlachetnych - <https://www.youtube.com/watch?v=1sbW3ucNX48>

Dr inż. Adam Mroziński



Poziomy recyklingu na dzień dzisiejszy



Recykling paneli fotowoltaicznych w PV Cycle w 2019 r.

Wskaźnik odzysku modułów PV powyżej 95% w ostatnich latach

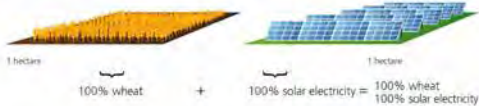


- Unijna dyrektywa WEEE nakazuje wszystkim producentom modułów fotowoltaicznych, którzy sprzedają je na terenie Unii Europejskiej, zbieranie ich po zakończeniu eksploatacji i poddawanie recyklingowi. Dyrektywa nakazuje zebranie przynajmniej 85 proc. materiałów wykorzystanych w panelach i recykling przynajmniej 80 proc.
- Od początku swojej działalności PV Cycle przyczyniło się do recyklingu 35,7 tys. ton zużytych paneli fotowoltaicznych. W tym wyłącznie w 2019 roku było to ponad 11,5 tys. ton modułów PV, co oznaczało wzrost o 35 proc. rok do roku – w większości panele poddane recyklingowi przez PV Cycle w ubiegłym roku pochodziły z Włoch i Francji, a pewien udział miały też moduły przekazane z Polski.

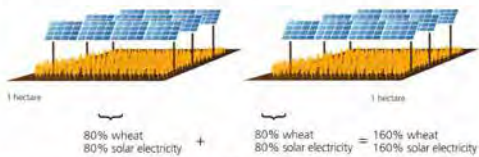
Dr inż. Adam Mroziński



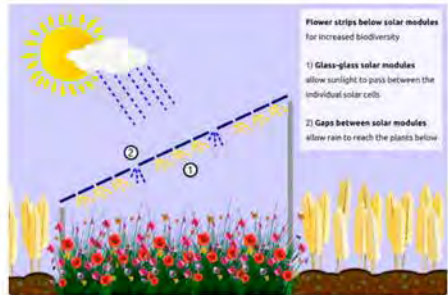
Separate Land Use on 2 Hectare Cropland



Combined Land Use on 2 Hectare Cropland: Efficiency increases over 60%



Source: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (FH-ISE)



Dr inż. Adam Mroziński



Potential of APV in Germany 1 hectare APV per farmer

Basic information/data:

- 300.000 farmers
- 13.300.000 hectares arable land
- 700 kWp APV on 1 hectare land
- 42 GWp total PV capacity installed by 2017
- Between 250-300 GWp PV needed to meet NDC-goals

Calculation on the APV potential:

- 300.000 ha APV = 210 GWp
- 2,3 % of arable land required
- Very decentralized and evenly distributed



Goal:

One APV-hectare per farmer

Source: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (FH-ISE)

Dr inż. Adam Mroziński

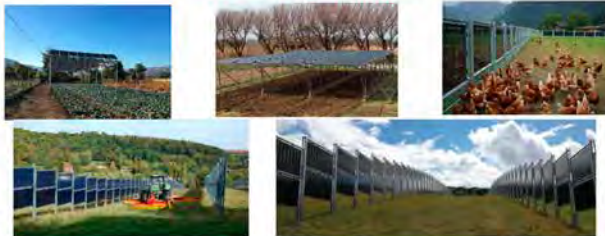


Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Agro PV



O ponad kilku lat pojawiają się doniesienia o działaniach badawczych na rzecz integracji produkcji energii elektrycznej z produkcją rolną na tym samym gruncie



Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Agro PV

Dotychczasowe badania w zakresie AgroPV



Tracked Solar Dual-Use Systems in Italy (Piacenza/Mantua, 6.7MWp in total)
Source: RemTech S.r.l.



Livestock Grazing and Vegetables (150 MW, China) under Conventional Solar Systems
Source: <https://twitter.com/Ribbaudfrison/status/986892522063572992>



Example of Solar PV Greenhouse Concept in Italy
Source: Marucci et al. (2018)

Dr inż. Adam Mroziński

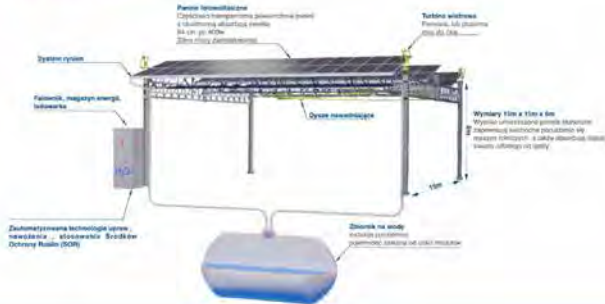


Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Agro PV



HYBRYDA ZASILANA SŁOŃCEM I WIATREM

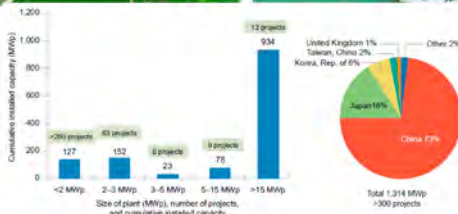


Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

PV na wodzie



Source: World Bank Group, IOP&A, just (2015, 2016)

Korzyści:

- Bez utraty cennej przestrzeni lądowej
- Wyższa wydajność panelu słonecznego - chłodzenie
- Korzyści dla środowiska - mniejsze odparowanie cennej wody
- Połączenie mocy wyjściowej energii wodnej i słonecznej - złagodzenie zmiennego charakteru PV
- Choć panele pływające są droższe w montażu, są do 16 procent bardziej wydajne, ponieważ efekt chłodzenia wodą pomaga zmniejszyć straty ciepła i wydłużyć ich żywotność

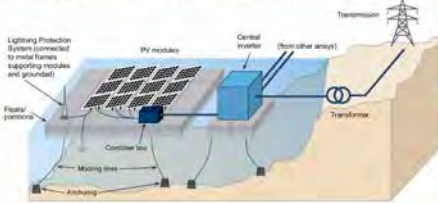
Dr inż. Adam Mroziński



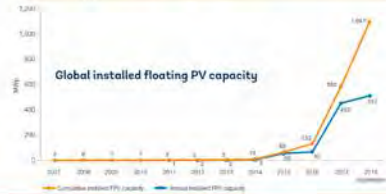
Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

PV na wodzie

Schematic representation of a typical large-scale floating PV system with its key components



Lokalizacja: Prefektura Chiba, Japonia
Firma: Kyocera
Rozmiar: 13,7 megawatów



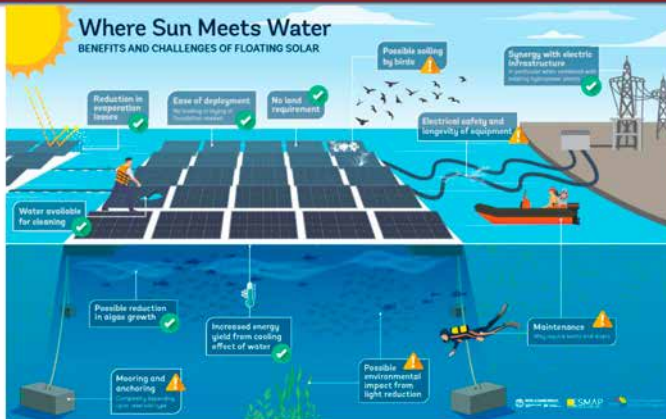
Lokalizacja: prowincja Anhui, Chiny
Firma: Sungrow
Rozmiar zasilacza : 40 megawatów

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

PV na wodzie



Floating PV
Korzyści & Zagrożenia (wyzwania)

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

PV na wodzie



Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

BIPV oraz BAPV



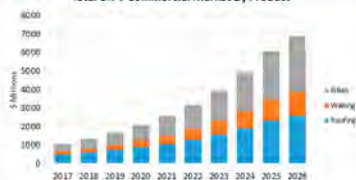
Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

BIPV oraz BAPV

Total BIPV Commercial Market By Product



© InTech Research 2017

Zalety BIPV

- Dostępność dużych powierzchni (dachy+fasady)
- Wydajniejsze wykorzystanie powierzchni ziemi
- Produkcja energii w miejscu jej zużycia, a więc i zmniejszenie strat przesyłu
- Możliwość wykorzystania systemu jako awaryjnego źródła zasilania
- Możliwość pełnej integracji w nowych budynkach
- Możliwe zmniejszenie kosztów w porównaniu z BAPV
- Ciekawe możliwości architektoniczne
- „Zielony” image

- BIPV (Building Integrated Photovoltaics)
- BIPV to koncepcja zakładająca dostosowanie modułów PV do różnorodnych aplikacji w budynku, w tym głównie jako elementów stanowiących **alternatywę** dla tradycyjnych elementów budowlanych
- BAPV (Building Applied Photovoltaics)
- BAPV to koncepcja zakładająca zastosowanie standardowych modułów fotowoltaicznych na budynkach w taki sposób, że nie stanowią integralnej części budynku (tzn. mogą być zdemontowane i nie być niczym zastąpione)

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Urban Furniture PV

Integracja z elementami miejskiej architektury



Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Automotiv PV

Integracja z samochodami

- Electrification of vehicles is ongoing (slowly but growing). 91000 EVs sold in Europe in H1. China first world market.
- Different uses
 - Power auxiliary equipment in cars (reduce fuel consumption or increase range)
 - Recharge EVs' batteries (30km/day?)
- Potential
 - 60,000,000 cars produced every year
 - 0,5 to 1 kWp per car
 - 30 to 60 GW of PV
- Long-term reliability is less important, price is not an issue neither >> possible fast development.



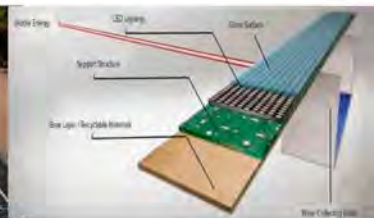
Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Roads PV

Integracja z drogami



Według różnych badań około **0,2-0,5% powierzchni Ziemi to drogi**. Oczekuje się, że odsetek ten wzrośnie o 60% do 2050 r. Jest to imponująca ilość ziemi, po prostu odebrana naturze, generująca silny wpływ na środowisko.

Drogowe Panele PV składają się z kilku elementów:

- **Oświetlenie LED** do tworzenia linii i znaków drogowych bez użycia farby
- **Elementy grzejne** zapobiegające gromadzeniu się śniegu i lodu
- **Mikroprocesory**, co czyni je inteligentnymi. Dzięki temu panele mogą komunikować się z centralną stacją sterowania.

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Roads PV

Integracja z drogami



www.nseenergybusiness.com/features/china-solar-highway-energy/

W ramach starań o osiągnięcie 1300 GW mocy energii słonecznej do 2050 r. Chiny zbudowały 1-kilometrową autostradę słoneczną, która jest w stanie przesyłać do sieci 1 GWh rocznie - wystarczającą do zasilenia 800 domów.

- ❑ Roads PV - \$ 458 per sq m
- ❑ Regular roads - \$ 5 per sq m

Ekonomicznie nieuzasadnione...

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja instalacji PV ze wszystkim co możliwe....
szczególnie z budynkami, farmy na wodzie i innymi instalacjami

Zagospodarowanie wysypisk



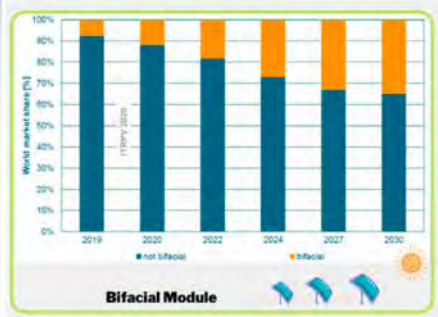
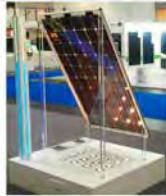
Budowa farmy
fotowoltaicznej na byłym
wysypisku śmieci

Źródło: Gmina Ustronie Morskie

Dr inż. Adam Mroziński



Działania na rzecz maksymalizacji efektu produktywności instalacji PV – moduły dwustronne



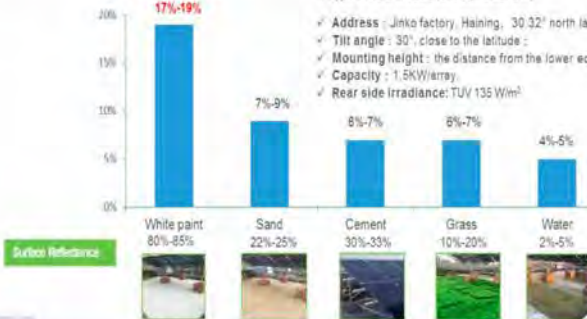
Dr inż. Adam Mroziński



Działania na rzecz maksymalizacji efektu produktywności instalacji PV – moduły dwustronne

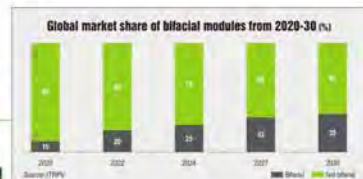
Power generation gain of bifacial modules depends on the different ground conditions

Per watt power generation gain (by front side power) (%)



P-type bifacial module (bifacial factor 0.7)

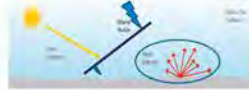
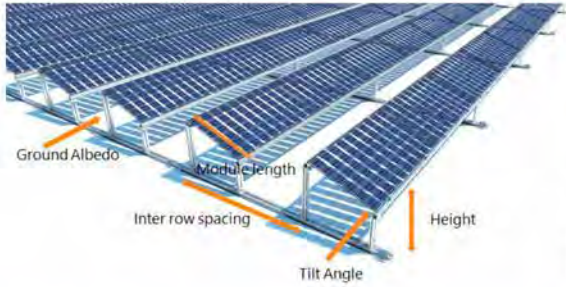
- ✓ Address : Jinko factory, Haining, 30° 32' north latitude, 120° 42' east longitude
- ✓ Tilt angle : 30°, close to the latitude ;
- ✓ Mounting height : the distance from the lower edge to the ground is 1.0m ;
- ✓ Capacity : 1.5kW/array
- ✓ Rear side Irradiance: TUV 135 W/m²



Dr inż. Adam Mroziński



Działania na rzecz maksymalizacji efektu produktywności instalacji PV – moduły dwustronne



Type of soil	Albedo
Urban environment	0.14-0.22
Grass	0.15-0.25
Fresh grass	0.26
Fresh snow	0.82
Wet snow	0.55-0.75
Dry asphalt	0.09-0.10

Type of soil	Albedo
Wet Asphalt	0.18
Concrete	0.20-0.35
Red tiles	0.32
Aluminum	0.85
Copper	0.74
New galvanized steel	0.35
Very dirty galvanized	0.08

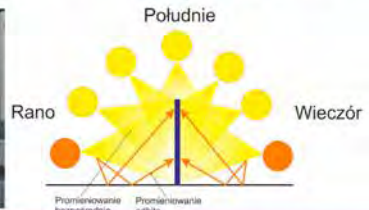
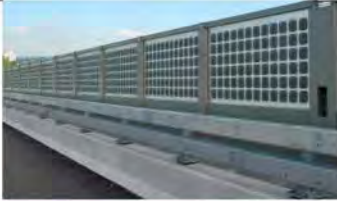
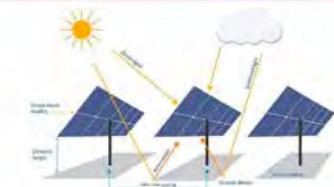


<https://solarquarter.com/2020/05/30/designing-bifacial-pv-power-plants-getting-the-details-right-part-1/>

Dr inż. Adam Mroziński



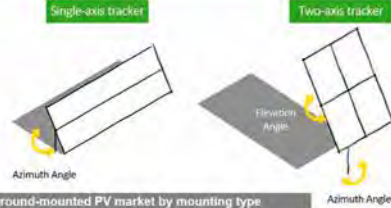
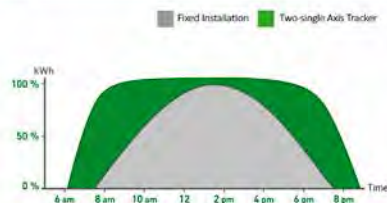
Działania na rzecz maksymalizacji efektu produktywności instalacji PV – moduły dwustronne



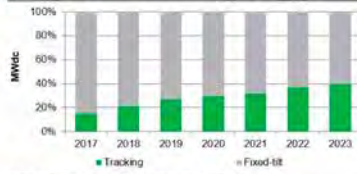
Dr inż. Adam Mroziński



Działania na rzecz maksymalizacji efektu produktywności instalacji PV Układy nadążne na rzecz maks. produkcji



Global ground-mounted PV market by mounting type



około 150 GW systemów nadążnych PV zostanie wdrożonych na całym świecie w latach 2019-2023, a udział trackerów w rynku montowanych na ziemi urządzeń słonecznych podwoi się do około 40%.

Note: Annual installations of ground-mounted PV systems larger than 1 MWdc. Source: IHS Markit

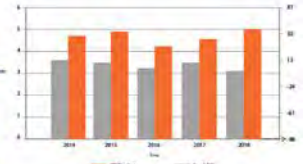
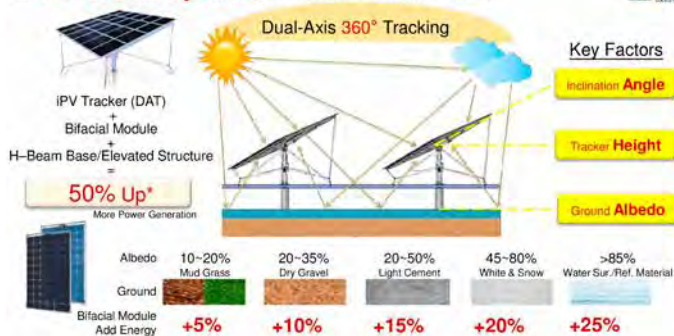
© 2019 IHS Markit

Dr inż. Adam Mroziński

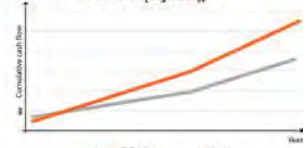


Działania na rzecz maksymalizacji efektu produktywności instalacji PV – Układy nadążne

iPV Bi-Dual System (iPV Tracker + Bifacial Module)



30-50% więcej energii



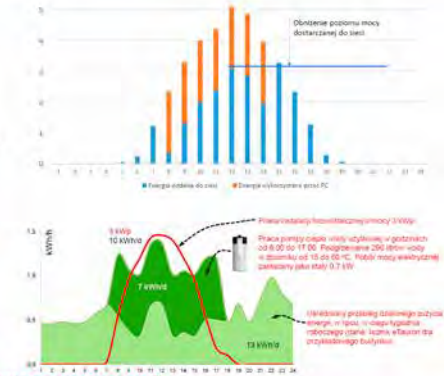
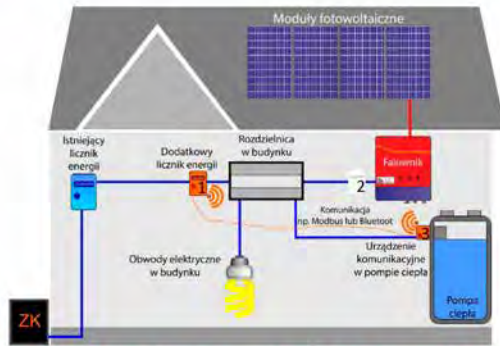
Źródło: BIG SUN Energy - www.big-sun-energy.com

Źródło: www.ipvtracker.com

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja PV z innymi instalacjami – PV i PC to teraz nierozłączna para...

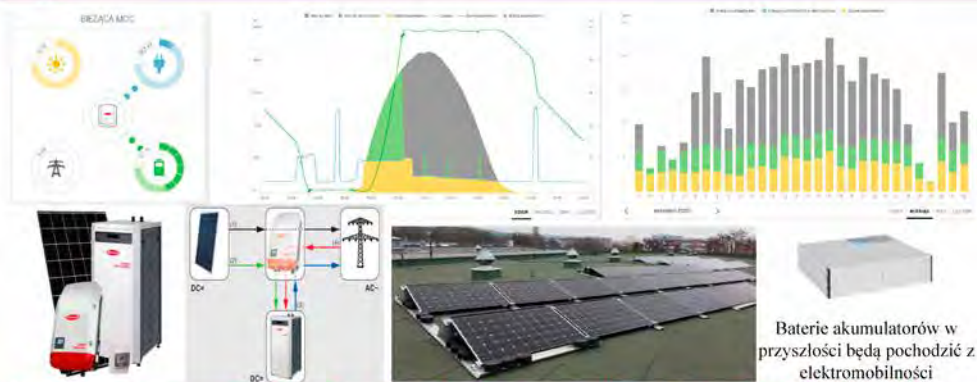


PV + PC = Zwiększenie auto konsumpcji instalacji domowych (lub magazynowania energii)

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja PV z innymi instalacjami – PV + magazyny energii



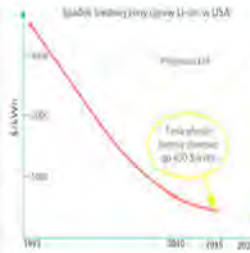
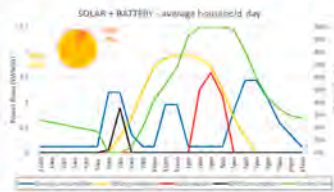
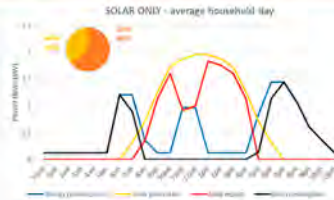
Baterie akumulatorów w przyszłości będą pochodzić z elektromobilności

Monitoring na <https://www.solarweb.com/Home/GuestLogOn?pvSystemid=dbc0831f-d288-4a9f-995c-9d888510be43>

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja PV z innymi instalacjami – PV + magazyny energii

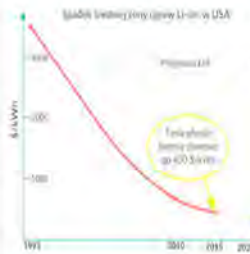
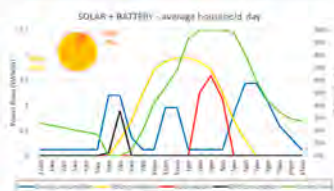
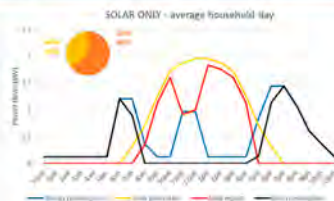


- ❑ Dalszy rozwój energetyki jest uzależniony od nowych tańszych technologii w zakresie magazynowania energii.
- ❑ Konieczne jest opracowanie nowych metod magazynowania energii. Do tej pory sieci elektroenergetyczne nie pozwalały na efektywną integrację nowych źródeł energii, ponieważ elektrownie wiatrowe i słoneczne nie były w stanie w pełni zaspokoić popytu na energię w każdym momencie.
- ❑ W układach przydomowych niezbędne są efektywne i skalowalne systemy magazynowania energii, zapewniające energię elektryczną wtedy, gdy jest ona najbardziej potrzebna.

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja PV z innymi instalacjami – PV + magazyny energii



- ❑ Dalszy rozwój energetyki jest uzależniony od nowych tańszych technologii w zakresie magazynowania energii.
- ❑ Konieczne jest opracowanie nowych metod magazynowania energii. Do tej pory sieci elektroenergetyczne nie pozwalały na efektywną integrację nowych źródeł energii, ponieważ elektrownie wiatrowe i słoneczne nie były w stanie w pełni zaspokoić popytu na energię w każdym momencie.
- ❑ W układach przydomowych niezbędne są efektywne i skalowalne systemy magazynowania energii, zapewniające energię elektryczną wtedy, gdy jest ona najbardziej potrzebna.

Dr inż. Adam Mroziński



Integracja PV z elektromobilnością



Samochód elektryczny zintegrowany z instalacją fotowoltaiczną

Zródło: www.nissan-global.com

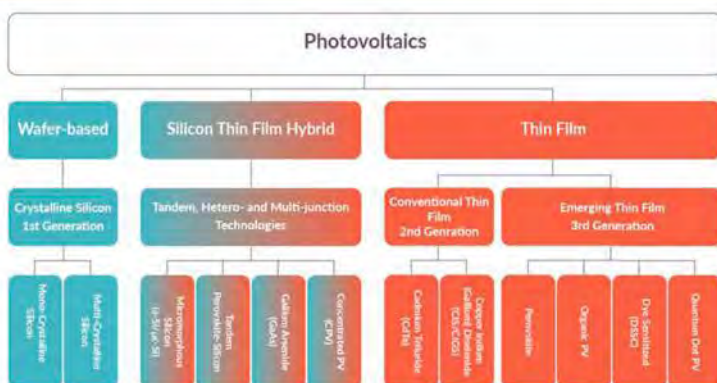


- ❑ Domowa instalacja fotowoltaiczna wytwarza prąd z energii słonecznej. Nadwyżki energii możemy wykorzystać do zasilania stacji ładowania samochodu elektrycznego.
- ❑ Akumulator samochodu elektrycznego w garażu może być wykorzystywany jako magazyn energii wieczorem

Dr inż. Adam Mroziński



Podsumowanie – poszukiwanie optymalnej technologii ogniw PV



Dr inż. Adam Mroziński



Podsumowanie – poszukiwanie optymalnej technologii ogniw PV ogniw PV

Screen-printed Ag-paste
ARC
Screen-printed Ag-paste
Back Surface Field

Aluminum Diffused Back Surface Field Cell (Al-BSF)
This is "standard" technology and can be used on p- or n-type, multi- or mono-crystalline wafers; it currently represents almost 80 % of the market.

Passivated Emitter Rear contact Cell (PERC): two extra steps are added to the AL-BSF process: a rear surface passivation film is applied and then lasers or chemicals are used to open the rear passivation stack and create tiny pockets in the film to absorb more light.

Bifacial cell design, in this case adapted from PERC. A screen-printed rear aluminum finger grid is used instead of a full-area rear layer to allow light to access.

Metal Wrap Through Technology (MWT)
Back contact option with lower silver paste consumption as the rear contact architecture leads to smaller shaded area

Interdigitated back contact (IBC)
Both the positive and negative contacts are on the rear of the device. This eliminates shading from front contacts, and increases efficiency. Its however relatively expensive to produce.

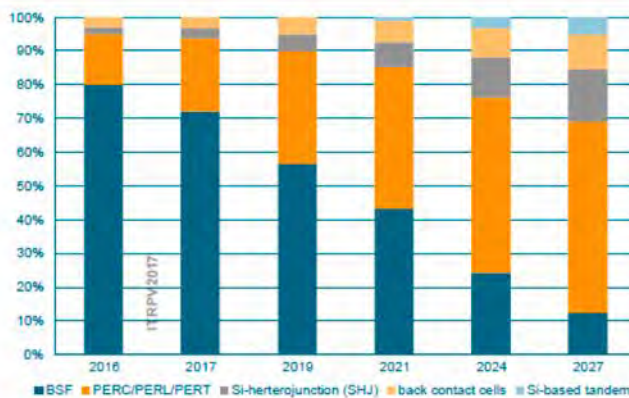
Full Area Passivated Cell: the bottom of the wafer is given a thin-film structure that passivates and serves as a conductive contact to the cell. This eliminates (i) the need for diffusion or implantation doping of the wafer and (ii) complicated patterning of selective emitter/BSF

Heterojunction (HJT) Cells: An ultra-thin layer of amorphous silicon is deposited on the front and back surfaces of a mono, n-type wafer. This can also be combined with IBC contacting for the very highest efficiency Si cells.

Dr inż. Adam Mroziński



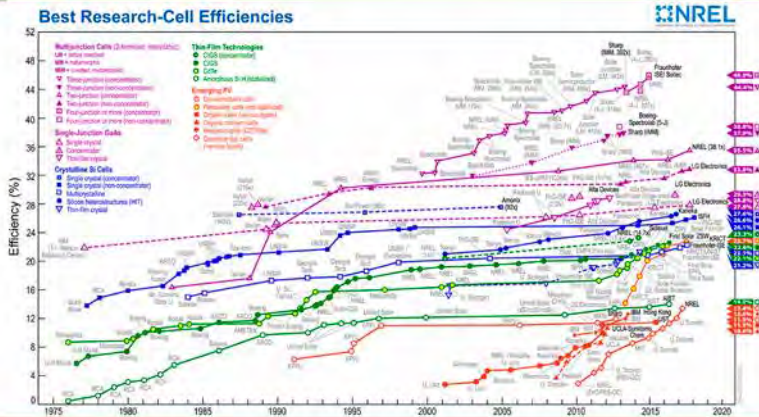
Podsumowanie – poszukiwanie optymalnej technologii



Dr inż. Adam Mroziński



Podsumowanie – poszukiwanie optymalnej technologii



Dr inż. Adam Mroziński



Podsumowanie – konieczna weryfikacja jakości produktów i systemów PV w okresach wieloletnich

Karta wyników niezawodności modułów fotowoltaicznych 2020

	2020	2019	2018	2017	2016	2014
Wielka	●	●	●	●	●	●
Wielka Solar	●	●	●	●	●	●
Wielka ID CELLS	●	●	●	●	●	●
EA Berlin	●	●	●	●	●	●
REC Power	●	●	●	●	●	●
BCS	●	●	●	●	●	●
Adma	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●
Amorich	●	●	●	●	●	●
Amorich-Ris	●	●	●	●	●	●
Admenergy	●	●	●	●	●	●

Badanie modułów na etapie produkcji i na etapie eksploatacji

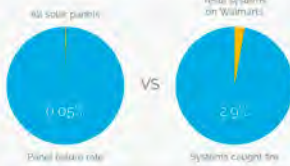


Dr inż. Adam Mroziński

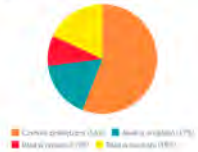


Podsumowanie – konieczna weryfikacja jakości wykonywanych montażu instalacji PV

Tesla's shocking failure rate



Przyczyny pożaru fotowoltaiki (wg. badania TÜV Rheinland - Fraunhofer)



Efekt skali i dynamiki przyrostu branży bez kontroli jakości:
Pożary na instalacjach PV na marketach Walmart od firmy SolarCity, której właścicielem jest Tesla.

Incydentalne przypadki zdarzają się też w Polsce

...do urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 MW stosuje się obowiązującą zgodnością z rzeczywistością do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowej pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej” – art. 29 ust. 4 pkt. 3 lit. c. – koszt 500 zł



badanie z 2015 roku, przeprowadzone w Niemczech przez TÜV Rheinland i Instytut Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera. Sprawdzono wówczas około 1,3 mln domów wyposażonych w instalacje fotowoltaiczne. Problem pożaru odnotowano w ... 430 przypadków. Z tego, zaledwie 210 incydentów miało swoje źródło w fotowoltaice. W przeliczeniu, bezpieczne instalacje stanowiły 0,016% ogółu.

Dr inż. Adam Mroziński



Podsumowanie



Opisane w prezentacji trendy wynikają z dążeń branży PV do:

- Obniżania kosztów produkcji, eksploatacji i utylizacji systemów PV (materiały i procesy)
- Zwiększania efektywności działania systemów PV
- Poprawiania niezawodność technologii PV – odporność na czynniki zewnętrzne

Cel wspólny = Zmniejszania kosztów wywarzania energii elektrycznej w systemach PV

Dr inż. Adam Mroziński



Wykorzystane Źródła

1. Predicting the future for smart PV - www.pv-magazine.com/2020/06/25/predicting-the-future-for-smart-pv/ - dostep 10.2020r
2. Future of solar PV - deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects - www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Nov/IRENA_Future_of_Solar_PV_2019.pdf - dostep 10.2020r
3. Lista wybranych najważniejszych trendów w branży PV (2020) - <https://solarity.pl/blog/lista-wybranych-najwazniejszych-trendow-w-branzycy-pv-2020/> - dostep 10.2020r
4. Renewable energy market update - Outlook for 2020 and 2021 - www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/2020-and-2021-forecast-overview - dostep 10.2020r
5. Covid-19 impact on renewable energy growth - Outlook for 2020 and 2021 - <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/covid-19-impact-on-renewable-energy-growth-the-briefing> - dostep 10.2020r
6. 10 Predictions for the Solar and Storage Market in the 2020s - www.ergentechmedia.com/articles/real10-predictions-for-solar-and-storage-in-2020s - dostep 10.2020r
7. <https://www.alliedmarketresearch.com/photovoltaic-market> - dostep 10.2020r
8. <https://magazynfotowoltaika.pl/nmossze-trendy-w-fotowoltaice/> - dostep 10.2020r
9. IHS Markit Slashes 2020 New PV Forecast - <http://haiyangnews.info/business/ihs-markit-slashes-2020-new-pv-forecast/> - dostep 10.2020r
10. IHS Markit Expects 900 MW Floating PV Capacity In 2020 - <http://haiyangnews.info/business/ihs-markit-expects-900-mw-floating-pv-capacity-in-2020/> - dostep 10.2020r
11. 2020 - the first year for the PV sector to record a decline - www.pv-magazine.com/2020/06/06/the-weekend-read-2020-the-first-year-for-the-pv-sector-to-record-a-decline/ - dostep 10.2020r
12. FUTURE OF SOLAR PHOTOVOLTAIC Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects - http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Nov/IRENA_Future_of_Solar_PV_2019.pdf - dostep 10.2020r
13. Where Sun Meets Water FLOATING SOLAR MARKET REPORT - <http://documents1.worldbank.org/curated/en/5799411540407455811/pdf/Floating-Solar-Market-Report-Executive-Summary.pdf> - dostep 10.2020r
14. Where Sun Meets Water - Floating Solar Handbook for Practitioners - <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32804/Where-Sun-Meets-Water-Floating-Solar-Handbook-for-Practitioners.pdf?sequence=1&isAllowed=y> - dostep 10.2020r
15. Solar roadways: the future of renewable energy? - <http://biblus.accessoftware.com/en/solar-roadways-the-future-of-renewable-energy/> - dostep 10.2020r
16. Building-integrated Photovoltaics Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast, 2018-2026 - www.researchandmarkets.com/reports/4831763/building-integrated-photovoltaics-market-global - dostep 10.2020r

Dr inż. Adam Mroziński

ZAINWESTUJ W FARMĘ FOTOWOLTAICZNA

LUB WYBIERZ



POMPE CIEPŁA



FOTOWOLTAIKĘ



REKUPERACJĘ