Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk
Pracownia Polityki Surowcowej

Poster powstał w ramach projektu NAWA „Ochrona złóż kopalin jako podstawa bezpieczeństwa surowcowego Europy". Umowa nr PPI/APM/2019/1/00079/U/001

Gospodarka wybranymi surowcami krytycznymi stosowanymi w fotowoltaice w krajach UE

Katarzyna Guzik, Anna Burkowicz, Jarosław Szlugaj

GAL

[tony]
wg danych: EUROSTAT, WMP, PRODCOM

Wyszczególnienie	2010	2013	2016	2019	2020	2021
Produkcja	bd	bd[3]	bd[3]	114,7	72,9	bd
Import spoza UE	71,0	67,3	25,2	25,5	40,0	50,0
Eksport poza UE	49,7	23,7	9,1	3,0	3,1	8,6
Saldo wymiany międzynarodowej	21,3	43,6	16,1	22,5	36,9	41,4
Zużycie[1,2]	bd	bd	bd	137,2	109,8	bd

[1,2] pozorne, szacunkowe [3] produkcja galu ze źródeł pierwotnych w UE, dane dostępne za lata 2012-2018 wg BGS i USGS, 11,0-39,7 t/r

GERMAN

[tony]
wg danych: EUROSTAT, WMP, WMD, PRODCOM oraz obliczeń Autorów

Wyszczególnienie	2010	2013	2016	2019	2020	2021
Produkcja[3]	12,0	17,0	0,0	-	-	bd
Import spoza UE[4]	15,8	13,6	7,4	14,6	6,8	21,0
Eksport poza UE[4]	0,5	4,3	4,0	5,3	5,7	4,7
Saldo wymiany międzynarodowej[4]	15,3	9,3	3,4	9,3	1,1	16,3
Zużycie[1,2]	27,3	26,3	3,4	9,3	1,1	bd

[1,2] pozorne, szacunkowe, [3] german metaliczny, [4] german nieobrobiony i proszki germanu

IND

[tony]
wg danych: EUROSTAT, WMP, WMD, PRODCOM oraz obliczeń Autorów

Wyszczególnienie	2010	2013	2016	2019	2020	2021
Produkcja[3]	50,0	83,0	35,0	65,0	63,0	bd
Import spoza UE[4]	129,6	61,2	44,9	29,1	29,3	28,1
Eksport poza UE[4]	105,7	52,8	20,1	42,6	52,9	34,8
Saldo wymiany międzynarodowej[4]	23,9	8,4	24,8	-13,5	-23,6	-6,7
Zużycie[1,2]	73,9	91,4	59,8	51,5	39,4	bd

[1,2] pozorne, szacunkowe, [3] ind rafinowany, [4] ind nieobrobiony i proszki indu

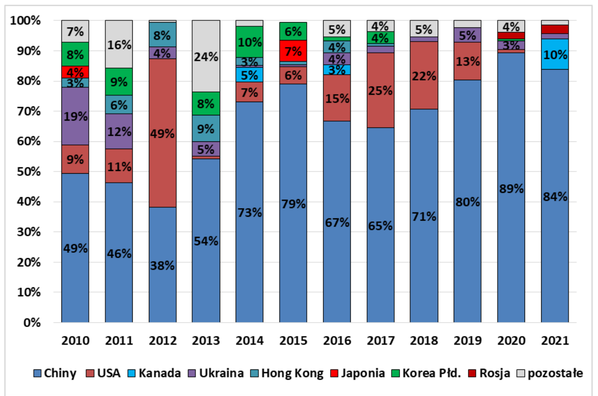
KRZEM METALICZNY ≥99.99% Si

[tys. ton]
wg danych: EUROSTAT, WMP, PRODCOM

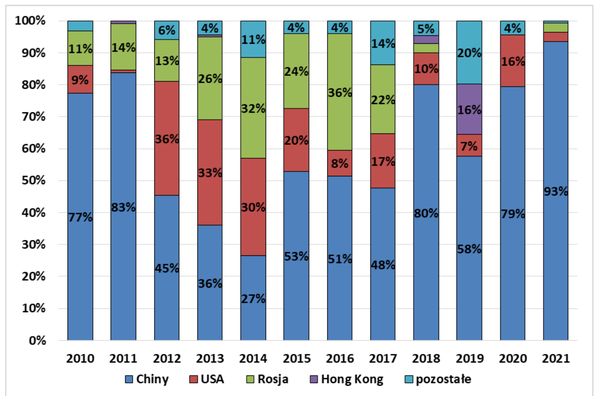
Wyszczególnienie	2010	2013	2016	2019	2020	2021
Produkcja	bd	bd	bd	172 658	60 000	bd
Import spoza UE	10 178	2 402	4 042	7 061	5 561	8 119
Eksport poza UE	28 202	44 508	54 763	62 811	59 587	65 643
Saldo wymiany międzynarodowej	-18 024	-42 106	-50 721	-55 750	-54 026	-56 524
Zużycie[1,2]	bd	bd	bd	116 908	5 974	bd

[1,2] pozorne, szacunkowe

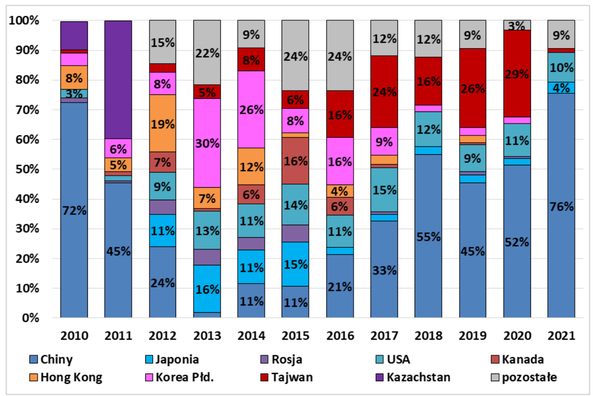
Kierunki importu galu do UE 27



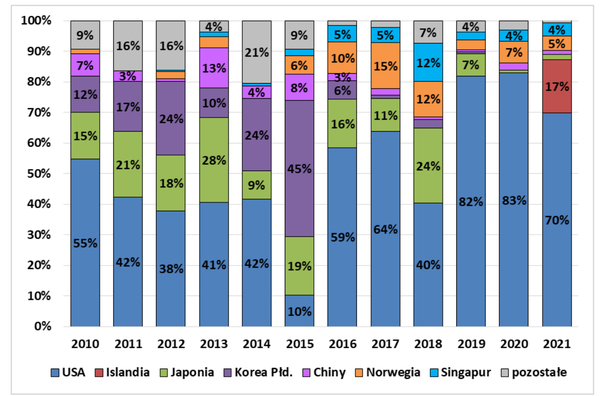
Kierunki importu germanu do krajów UE 27



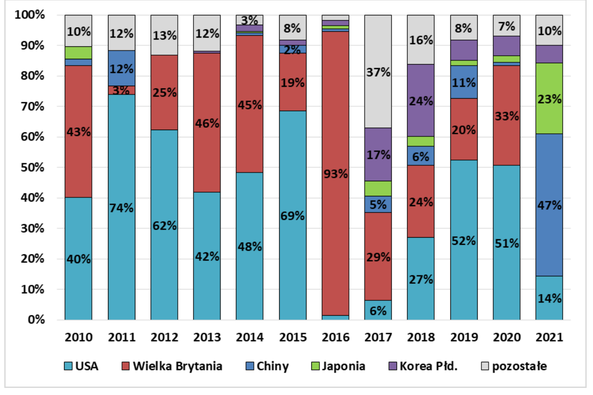
Kierunki importu indu do krajów UE 27



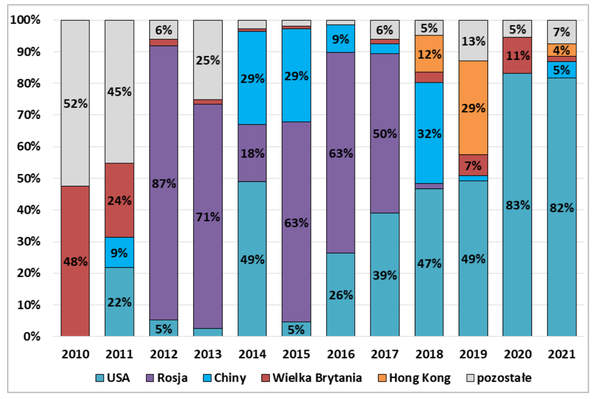
Kierunki importu krzemu metal. ≥99.99% Si do UE 27



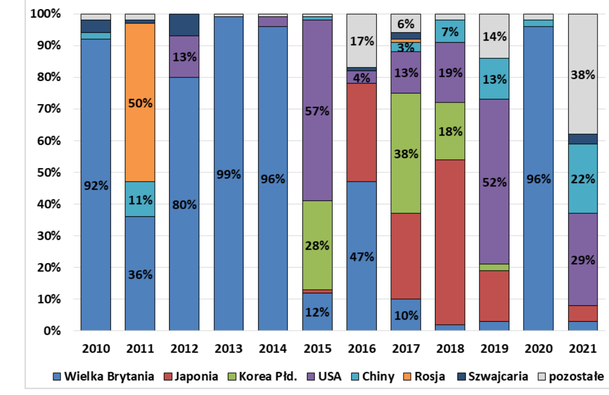
Kierunki eksportu galu z krajów UE 27



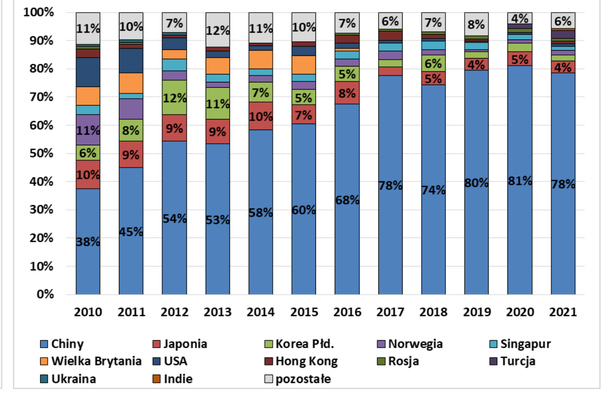
Kierunki eksportu germanu z krajów UE 27



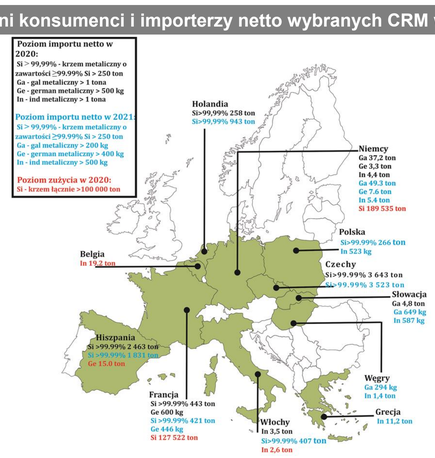
Kierunki eksportu indu z krajów UE 27



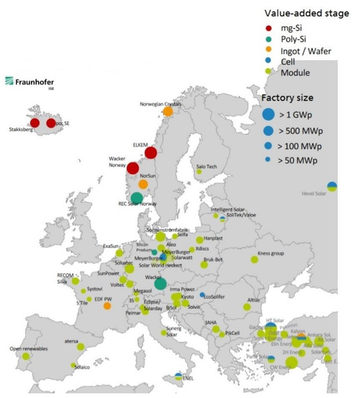
Kierunki eksportu krzemu metal. ≥99.99% Si z UE 27



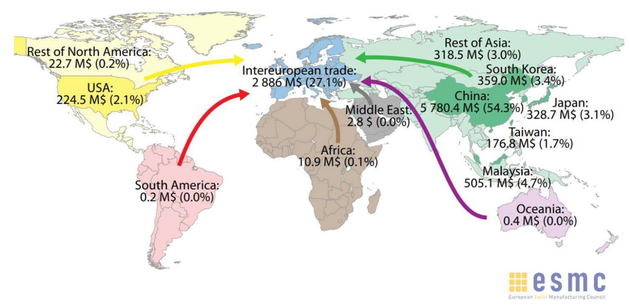
Główni konsumenci i importerzy netto wybranych CRM w UE



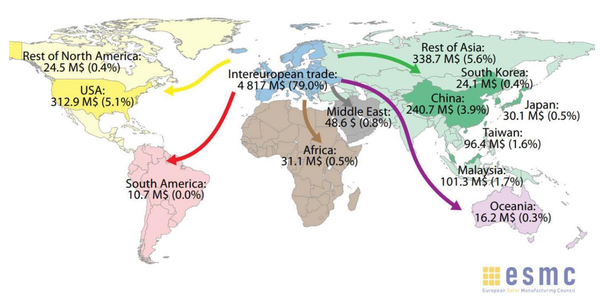
Miejsca produkcji komponentów fotowoltaiki w Europie



Kierunki i wartość importu komponentów fotowoltaiki do UE 27



Kierunki i wartość eksportu komponentów fotowoltaiki z UE 27



Podsumowanie

Dążenie do osiągnięcia neutralności klimatycznej w krajach Unii Europejskiej (UE) zakłada odejście od tradycyjnych paliw kopalnych jako głównych źródeł energii elektrycznej i cieplnej na rzecz szerszego wykorzystywania energetyki wiatrowej i słonecznej. Rozwój tych technologii wymaga stosowania w szerokim zakresie surowców uznawanych za krytyczne dla gospodarki krajów UE. Ograniczona dostępność tych surowców wynika z faktu, że źródła ich pozyskiwania znajdują są głównie poza kontynentem europejskim. Przewidywany wzrost wykorzystania energetyki słonecznej skutkował będzie proporcjonalnym zwiększeniem zużycia surowców krytycznych a w konsekwencji również koniecznością wzrostu ich importu. Ograniczona produkcja tych surowców ze źródeł znajdujących się w krajach UE, przy stosunkowo niewielkim ich odzysku ze źródeł wtórnych oraz znacznej niepewności dotyczącej dostaw ze źródeł silnie skoncentrowanych poza UE budzi obawy czy realizacja planu dekarbonizacji gospodarki UE zostanie zrealizowana w zakładanym kształcie (tj. redukcja emisji CO_2 o 55% do roku 2030; względem roku 1990).

Uwzględniając te uwarunkowania Autorzy poddali analizie gospodarowanie w krajach UE czterema surowcami krytycznymi, które wytypowane zostały z uwagi na ich kluczowe znaczenie dla rozwoju technologii fotowoltaicznej. Są to krzem metaliczny, gal, german oraz ind. Krzem metaliczny stosowany jest zarówno w typowych ogniwach płytkowych opartych na kryształach krzemu (krzem monokrystaliczny lub polikrystaliczny) jak też w ogniwach cienkowarstwowych (krzem amorficzny a-Si lub stop a-SiC). W technologii fotowoltaicznej stosowany jest surowiec charakteryzujący się wysoką czystością (zawartość Si powyżej 99,9999%). Ogniwa z krzemu krystalicznego (c-Si) stanowią 94,5% obecnego światowego rynku, podczas gdy technologie cienkowarstwowe stanowią jedynie 4,6% (przy czym CdTe stanowi 2,4%, CIGS 1,9%, a a-Si 0,3 %). W ogniwach z krzemu krystalicznego niemal 88% stanowią ogniwa monokrystaliczne, a jedynie 12% to technologie polikrystaliczne. Gal jest komponentem do produkcji cienkowarstwowych ogniw typu CIGS (miedziowo-indowo-galowo-selenowych) oraz GaAs (z uwagi na wysoką cenę wykorzystanie ograniczone przede wszystkim w kosmonautyce). Z kolei german stosowany jest w amorficznych ogniwach typu a-SiGe, a ind w ogniwach typu CIGS.

Obecnie sektor energetyki słonecznej jest silnie uzależniony od dostaw gotowych ogniw i paneli fotowoltaicznych (przede wszystkim z Chin i innych krajów azjatyckich), ponieważ kraje UE w zasadzie nie prowadzą produkcji tych elementów instalacji. Jednocześnie udział sektora fotowoltaicznego w łącznym zużyciu poszczególnych metali (krzemu metalicznego, galu, germanu i indu) w UE jest niewielki i stanowi na ogół nie więcej niż 10%.

Szacuje się, że łączna wielkość zużycia pozornego w krajach Unii Europejskiej w latach 2001-2021 nie przekraczała 400-600 tys. t w przypadku krzemu metalicznego (wysokiej czystości krzem ≥ 99,99% Si stanowi tylko niewielką część łącznej wielkości – do 117 tys. ton w latach 2019-2020), maksymalnie kilkaset ton w przypadku galu i indu oraz do kilkudziesięciu ton w przypadku germanu (dane te odnoszą się wyłącznie do produkcji metali na bazie źródeł pierwotnych). Głównym konsumentem tych surowców były Niemcy, Francja, Belgia, Słowacja, Hiszpania i Włochy.

Przeprowadzona analiza wykazała, że obecnie tylko krzem metaliczny i ind były produkowane ze źródeł pierwotnych położonych na terenie Unii Europejskiej. Odzysk germanu i galu został natomiast w ostatnich latach wstrzymany i aktualnie prowadzony jest wyłącznie z wykorzystaniem surowców wtórnych i odpadowych. W latach 2010-2021 wielkość importu krzemu metalicznego o wysokiej zawartości Si (≥ 99,99%) zmieniała się w zakresie 2-11 tys. t/r. (stanowiąc tylko niewielką część łącznych dostaw krzemu metalicznego do UE; łącznie nie więcej niż ok. 3%), podczas gdy poziom eksportu zmieniał się w granicach 28-65 tys. t/r. Zdecydowanie niższy poziom importu notowany był w przypadku indu (w formie surowej i proszków; 28-225 t/r.), galu (25-94 t/r.) i germanu (6-22 t/r.). W przypadku indu wielkość eksportu na ogół przekraczała poziom jego importu (kształtując się w granicach 20-529 tys. t/r.), podczas gdy ilości eksportowanego galu i germanu były na ogół zdecydowanie mniejsze, odpowiednio 3-102 t/r. oraz 1-19 t/r. Struktura importu analizowanych surowców krytycznych jest słabo zdywersyfikowana z silnie zaznaczającą się dominacją jednego kraju (głównie Chin lub USA, a okresowo z większym udziałem Korei Płd., Rosji oraz Tajwanu). Uzależnienie od dostaw z Chin pogłębiło się 2021 r. zwłaszcza w odniesieniu do germanu (93% dostaw; 79% w 2020 r.) oraz indu (76% dostaw; 52% w 2020 r.).

XXXV Konferencja z cyklu: Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii w Gospodarce Krajowej, 9 – 12 październik 2022, Zakopane