

Analiza potencjału energetycznego województw Polski w kontekście konstrukcji indeksu zrównoważonego rozwoju energetycznego regionów

Definicja zrównoważonego rozwoju energetycznego

- Najczęściej cytowana definicja zrównoważonego rozwoju pochodzi z raportu Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju [UN 1987]
- Odnosząc się do tej definicji, wielu autorów podobnie definiuje **zrównoważony rozwój energetyczny jako pozyskiwanie i konsumpcję energii, które zaspokajają obecne potrzeby, bez uszczerbku dla zdolności przyszłych pokoleń do zaspokajania ich własnych potrzeb** (patrz np. [Patterson 2009]).
- Ważne jest, aby móc **zmierzyć stan obecny i monitorować postęp** w kierunku osiągnięcia zrównoważonego rozwoju energetycznego.
- Opracowanie **kompleksowego systemu wskaźników i indeksu zrównoważonej energetyki** mogłoby być zatem przydatne do *oceny zarówno stanu obecnego, jak i postępów czynionych* w kierunku osiągnięcia zrównoważonej energetyki.
- Bardziej rozbudowane opisy koncepcji zrównoważonego rozwoju energetycznego uwzględniają zarówno kwestię długoterminowej dostępności, jak i **społecznych, środowiskowych i gospodarczych** potrzeb rozwoju człowieka [por. Prandecki 2014].
- Literatura wskazuje także na wymiar **instytucjonalny** zrównoważonego rozwoju energetycznego, jako spinającego trzy wskazane powyżej podstawowe wymiary.

Wskaźniki i indeksy zrównoważonego rozwoju energetycznego

- Pierwszy powszechnie znany prosty wskaźnik rozwoju energetycznego (EDI) został przygotowany przez IEA w edycji World Energy Outlook z 2004 roku [IEA, 2004]. Indeks miał na celu lepsze zrozumienie roli, jaką współczesna energetyka odgrywa w rozwoju gospodarczym i społecznym [IEA, 2004].
- Najbardziej znany i cytowany zestaw wskaźników energetycznych zrównoważonego rozwoju został opracowany przez IAEA (Międzynarodową Agencję Energii Atomowej) we współpracy z UN DESA, IEA, Eurostat i EEA [IAEA, 2005] pt. ENERGY INDICATORS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: GUIDELINES AND METHODOLOGIES” zostały zaprojektowane do stosowania na poziomie państwa w celu oceny systemu energetycznego i śledzenia postępów w osiągnięciu określonych na szczeblu krajowym celów i zadań zrównoważonego rozwoju.

Cel badania

- Aktualna praca **dotyczy zrównoważonego rozwoju energetycznego na poziomie regionalnym.**
- Praca koncentruje się na najistotniejszym elemencie zrównoważonego rozwoju energetycznego jakim są **odnawialne źródła energii**. Uwzględniono wskaźniki opisujące **potencjał** poszczególnych OZE regionów, faktycznego **wykorzystania** poszczególnych OZE oraz uwzględniono wymiar instytucjonalny w zakresie **wsparcia wykorzystania OZE**.
- **Celem badania** jest analiza porównawcza poziomu zrównoważonego rozwoju energetycznego regionów Polski w odniesieniu do potencjału, wykorzystania i wsparcia instytucjonalnego odnawialnych źródeł energii. Zastosowano modelowanie miękkie (*soft modeling*) oraz metody taksonomiczne: SAW i TOPSIS. Celem badania w warstwie metodycznej jest porównanie uzyskanie wyników oraz dopasowania wskazanych metod.

Wskaźniki instytucjonalne – poziom regionalny

Poziom regionalny na potrzeby badania został zdefiniowany jako poziom województwa. Analizę przeprowadzono zatem dla 16 województw Polski

Przez wskaźniki instytucjonalne rozumie się wszelkie uwarunkowania polityczne, prawne i administracyjne w ujęciu w jakim mogą one stać się przydatne dla konstrukcji wskaźników wchodzących w skład indeksu zrównoważonej energetyki regionalnej.

- Problemy z dostępnością danych
 - Brak informacji na poziomie województw i gmin
 - Sposób raportowania nie uwzględnia poziomu województw

Wskaźniki na bazie dostępnych danych statystycznych

Zmienna	Wskaźnik	Jednostka miary
IP1	Małe biogazownie wg województw	liczba
IP2	Moc zainstalowana w małych biogazowniach wg województw	MW
IP3	Małe instalacje biomasowe wg województw	liczba
IP4	Moc zainstalowana w małych instalacjach biomasowych wg województw	MW
IP5	Małe elektrownie fotowoltaiczne wg województw	liczba
IP6	Moc zainstalowana w małych elektrowniach fotowoltaicznych wg województw	MW
IP7	Małe elektrownie wiatrowe wg województw	liczba
IP8	Moc zainstalowana w małych elektrowniach wiatrowych wg województw	MW
IP9	Małe elektrownie wodne wg województw	liczba
IP10	Moc zainstalowana w małych elektrowniach wodnych wg województw	MW
Zmienna	Wskaźnik	Jednostka miary
IW1	Certyfikowane klastry energii wg województw	liczba
IW2	Dostępne moce przyłączeniowe wg województw/powierzchnia województwa mieszkańca	MW/m2
IW3	Alokacje środków na programy RPO wg województw	Mln Euro

Zmienna	Wskaźnik	Jednostka miary
IL1	Liczba wniosków w programie „Czyste powietrze” w województwie/ liczba gospodarstw domowych w województwie nie posiadających dostępu do sieci ciepłowniczej	%
IL2	Wysokość dofinansowania na gospodarstwo domowe bez dostępu do sieci ciepłowniczej	zł
IL3	Liczba gmin z podpisanymi umowami z NFOŚiGW w programie „Czyste powietrze”/ liczba gmin w województwie	%
IL4	Liczba instalacji w programie „Mój prąd”/ liczba gospodarstw domowych mieszkających w domach jednorodzinnych w województwie	%
IL5	Moc instalacji w programie „Mój prąd”/ liczba gospodarstw domowych mieszkających w domach jednorodzinnych w województwie	Liczba

Zmienna	Wskaźnik	Jednostka miary
Z1	Moc zainstalowana w OZE wg województw w 2020 r./powierzchnia województwa	MW/m2
Z2	Moc zainstalowana w OZE wg województw w 2020 r./liczba ludności	MW/osobę
Z3	Produkcja energii z OZE wg województw w 2020 r./powierzchnia województwa	MWh/m2
Z4	Produkcja energii z OZE wg województw w 2020 r./liczba ludności	MWh/osobę

Potencjał energetyczny województw

Określenie metodyki działania

- Juszczak, A., Maj, M. (2020), *Rozwój i potencjał energetyki odnawialnej w Polsce*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa
- Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii - wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020 [red] B. Wiśniewski, IEO 2011
- Igliński, B. (2019). *Badanie sektora energii odnawialnej w Polsce – potencjał techniczny, badania ankietowe, analiza SWOT, analiza PEST*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.

Analizowane źródła OZE:

- Biomasa
- Energia słoneczna
- Energia wiatrowa
- Energia wodna
- Pompy ciepła

Biomasa

Drewno z lasów (15% przeznaczono na potrzeby energetyczne)

- pozyskanie drewna (dane GUS)
- odpady przemysłowe założenie (tyle samo)

Sady (30% przeznaczono na potrzeby energetyczne)

- Przcinka 7 ton/ha
- Karczowanie 3,5 ton/ha
- Obszar sadów – dane GUS

Drogi (bez autostrad)

- 1,5m³/km --0,6t/m³
- W oryginalnej pracy 100% zakładamy 50% na cele energetyczne

Rośliny energetyczne

- Przeznaczenie 50% ugorów (dane GUS) na uprawy roślin energetycznych
- Uprawa wierzby energetycznej 7-15 ton/ha , miskant 20-25 ton/ha – przyjęto 10 ton/ha (w oryginalnej pracy 15 ton/ha)
- Dodatkowo w oryginale założono przeznaczenie 5% użytków na rośliny energetyczne – zrezygnowano z tego.

Biomasa cd.

Słoma (30% przeznaczono na potrzeby energetyczne)

- Założono Ilość ton ziarna (dane GUS) = ilości ton słomy

Siano (30% przeznaczono na potrzeby energetyczne)

- Założenie pozyskanie siana z łąk 4,9 ton/ha z pastwisk 3,6 ton/ha
- łąki i pastwiska (dane GUS) – przyjęto 4 ton/ha

Bioetanol (10% przeznaczono na potrzeby produkcji bioetanolu)

- Produkcja z ziarna, ziemniaków i buraków cukrowych
- Założenia: z 1 tony ziarna – 320dm³ bioetanolu; z 1 tony ziemniaków - 100dm³ metanolu, z 1 tony buraków - 90dm³
- W stosunku do oryginalnej pracy zrezygnowano z bioetanolu z oleju i oleju zużytego

Przelicznik wyprodukowanej energii (sprawność 30%)					
drewno	sady	rośl. energ.	słoma	siano	bioetanol
3,9	4,5	5,14	4,2	4,2	5,83
kWh/kg	kWh/kg	kWh/kg	kWh/kg	kWh/kg	kWh/l

Biogaz

Biogaz z gnojowicy (25% przeznaczono na potrzeby energetyczne)

- Liczbę sztuk bydła, trzody chlewnej oraz drobiu (dane GUS) przeliczono na DJP. Założono produkcję gnojowicy w kg/dzień odpowiednio ok: 45; 43; 27.
- Z 1 tony gnojowicy można uzyskać odpowiednio 50; 55; 140 m³ biogazu

Biogaz z odpadów (40% przeznaczono na potrzeby energetyczne)

- Odpady przeznaczone do kompostowania (dane GUS)
- Z 1 tony odpadów biodegradowalnych (dane GUS) można uzyskać 90m³ biogazu

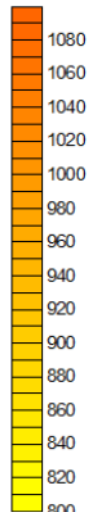
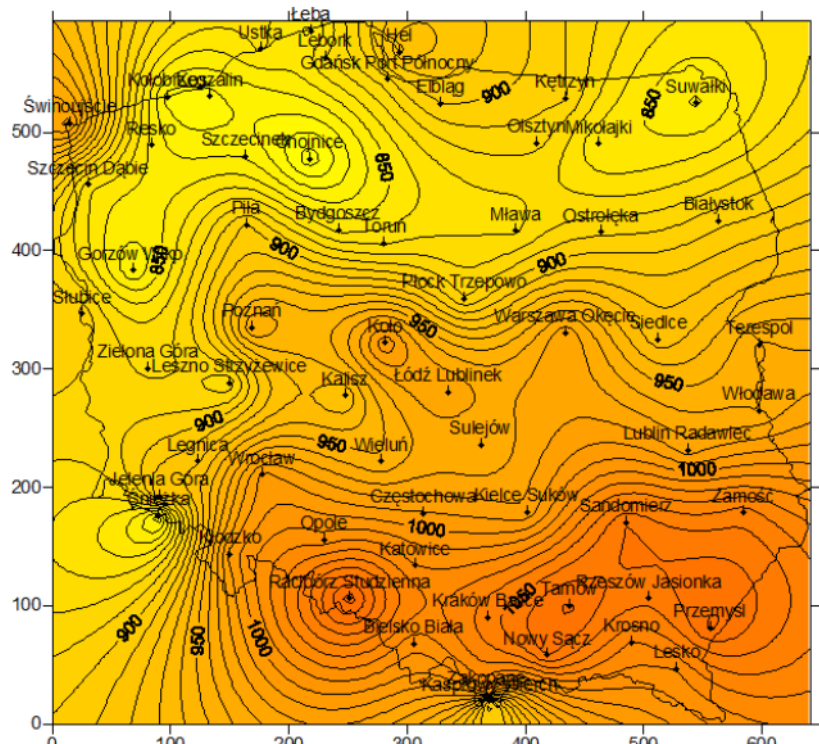
Biogaz z oczyszczalni

- Ilość ścieków komunalnych m³ (dane GUS) z których 50% pozwoli na uzyskanie osadu
- Z 1m³ osadu uzyskuje się 15m³ biogazu (osad stanowi 1% ścieków)
- Z 1 tony odpadów biodegradowalnych (dane GUS) można uzyskać 90m³ biogazu

Zrezygnowano stosunku do oryginalnej pracy z biogazu z kukurydzy

Przelicznik wyprodukowanej energii (sprawność 40%)		
gnojowica	odpady	oczyszczalnia
6 kWh/m ³	5,8 kWh/m ³	5 kWh/m ³

Energetyka słoneczna



Założenia:

- Instalacje na dachach instytucji oraz domach (w oryginale 20%)
- Instalacje na składowiskach odpadów
- Przyjęto średnią wartość energii z m² PV jako 720kWh (80% z 900kWh)

Składowiska odpadów – *(w planach gmin składowiska odpadów mają być zlikwidowane)*

- Aktualna powierzchnia składowisk odpadów (dane GUS) – założenie o wykorzystaniu 10% aktualnej powierzchni

Placówki edukacyjne (przedszkola, sz. podstawowe +sz. ponadpodstawowe)

- Liczba placówek (dane GUS)
- Założona powierzchnia dachu 500 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 20%

Żłobki

- Liczba placówek (dane GUS)
- Założona powierzchnia dachu 500 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 20%

Baza noclegowa

- Liczba obiektów (dane GUS)
- Założona powierzchnia dachu 1000 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 25%

Usługi kulturalne (kina, muzea, teatry)

- Liczba obiektów (dane GUS)
- Założona powierzchnia dachu 1000 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 15%

Przychodnie

- Liczba placówek (dane GUS)
- Założona powierzchnia dachu 250 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 10%
- Zrezygnowano z aptek w stosunku do oryginału

Szpitale

- Liczba placówek (dane GUS)
- Założona powierzchnia dachu 2500 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 25%

Urzędy

- Liczba placówek (dane teleadresowe urzędów JST - MSWIA)
- Założona powierzchnia dachu 1000 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 20%

Domy jednorodzinne istniejące

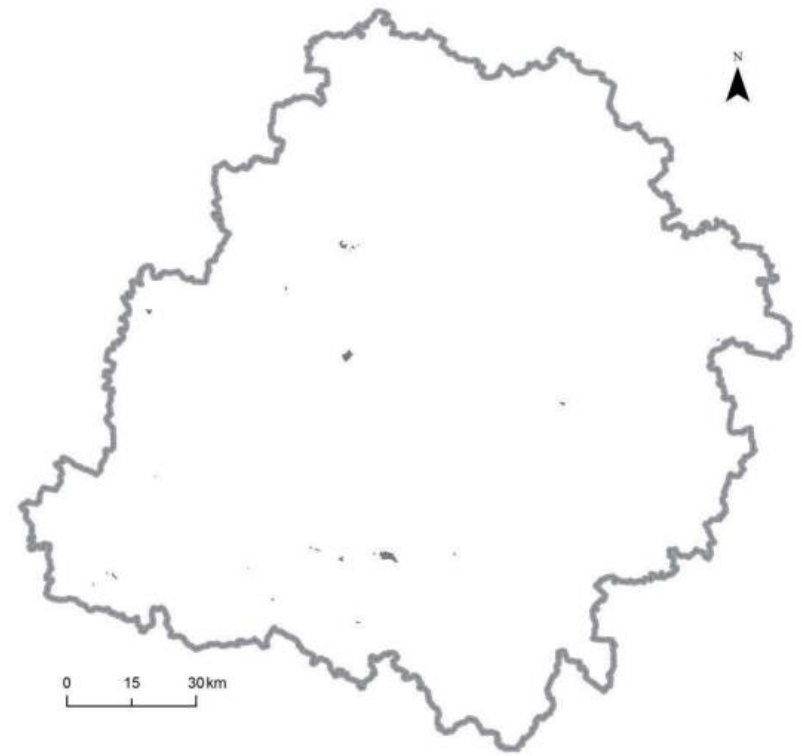
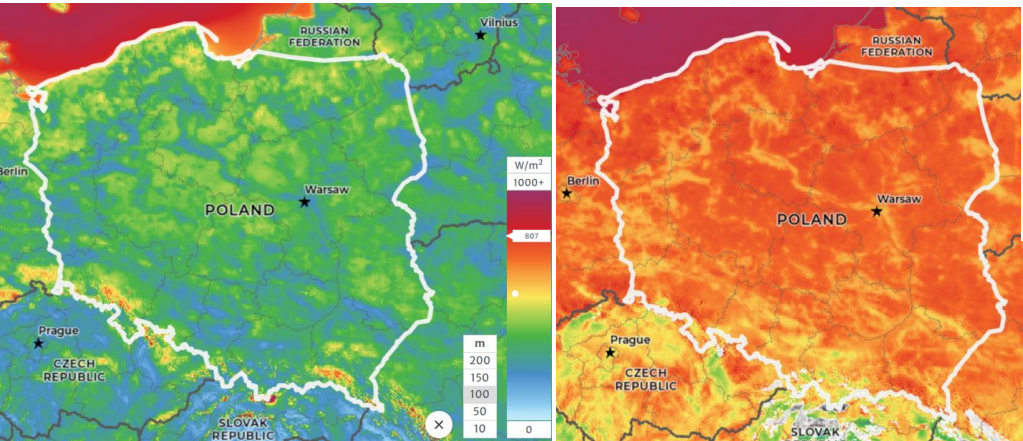
- Liczba obiektów (dane GUS)
- Założona powierzchnia dachu 150 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 5%

Nowobudowane domy jednorodzinne

- Liczba obiektów (dane GUS) na podstawie średniej liczby oddawanych budynków i wydawanych pozwoleń na budowę
- Założona powierzchnia dachu 150 m²,
- Założona możliwość wykorzystania 30%
- Perspektywa 10 lat

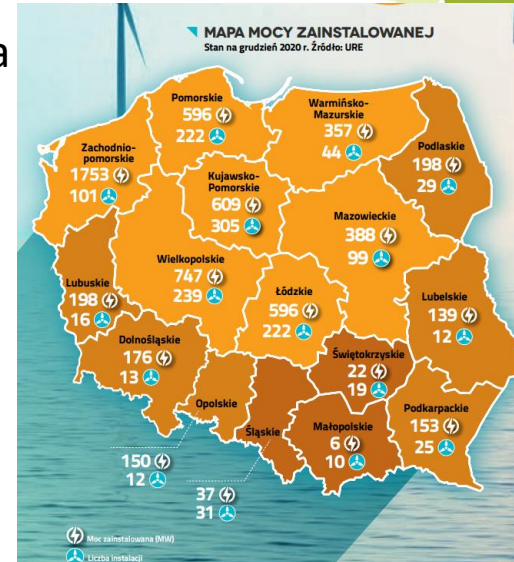
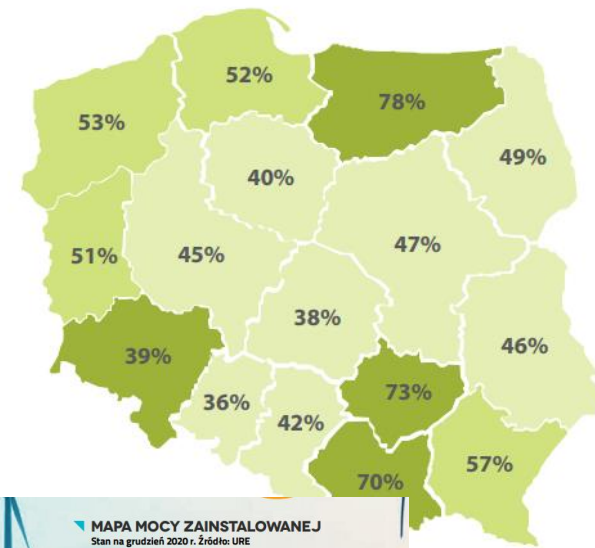
Ustawa 10H

- Woj. łódzkie 8,53km², 0,047%
- Polska, 247km², 0,02%
- Ogromny potencjał w lutym 2022 wiatraki w 4 dni wyprodukowały 440GWh (35% zapotrzebowania)



Energetyka wiatrowa

- Powierzchnia upraw (dane GUS)
- Udział miejsc w których instalacja wiatraków jest problematyczna (IEO 2011)
- 5% przeznaczono na potrzeby energetyki
- Założenie 10ha na 1 MW
- Ilość wytworzonej energii zależy od „siły” wiatru zakłada się 2000h w których wiatraki pracują – zróżnicowano województwa +/-10% - wybór ekspercki



Energetyka wodna

- Wykorzystanie istniejących spiętrzeń wodnych (25% z nich)
- Potencjalna moc istniejących spiętrzeń wodnych (Igliński, 2019)
- Założenie 6000h pracy elektrowni

- Znaczne koszty budowy elektrowni wodnych
- Aktualnie 1,5% produkowanej energii jest z elektrowni wodnych

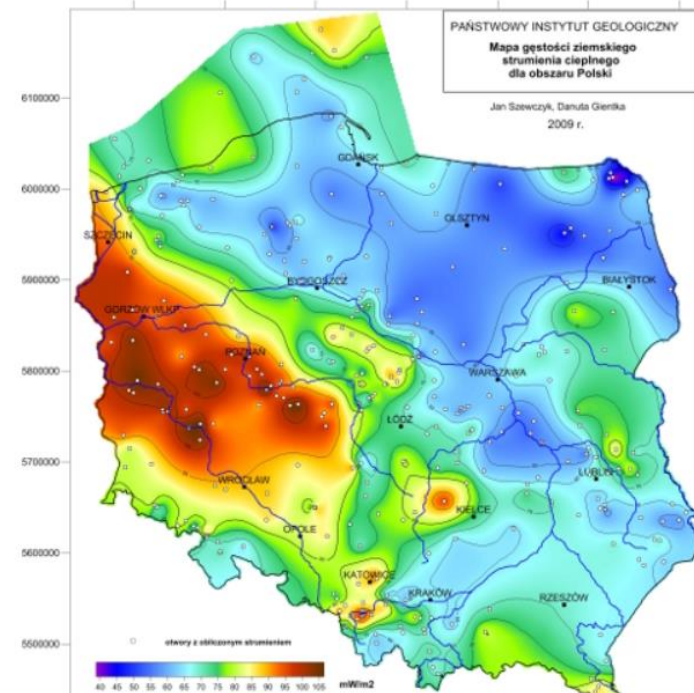
Pompy ciepła oraz geotermia

Energetyka geotermalna

- Wykorzystywana głównie do energetyki cieplnej oraz rozrywki
- Bardzo trudno oszacować zasoby – niezbędne odwierty
- Zrezygnowano z szacowania zasobów – skupiając się na pompach ciepła

Pompy ciepła:

- przyjęto montaż w instytucjach i domach (analogicznie jak do PV)
- Przyjęto COP 3 (ze względu na rosnącą liczbę pomp powietrznych), a dla nowych domów 3,8
- Przyjęto zapotrzebowanie na ciepło 70 W/m^2 w instytucjach, 50 W/m^2 w nowych domach
- Założono możliwość montażu w 10% budynków za wyjątkiem bazy noclegowej 20%, domów nowowytbudowanych 30% oraz starych domów 5%
- W oryginale założono 10% wszystkich budynków za wyjątkiem nowych domów, gdzie zaproponowano 2%



Wyliczone wskaźniki potencjału energetycznego województw

Zmienna	Wskaźnik	Jednostka miary
P1	Ilość energii możliwa do wyprodukowania z wykorzystaniem energetyki słonecznej wg województw	GWh
P2	Ilość energii możliwa do wyprodukowania z wykorzystaniem energetyki wiatrowej wg województw	GWh
P3	Ilość energii możliwa do wyprodukowania z wykorzystaniem energetyki wodnej wg województw	GWh
P4	Ilość energii możliwa do wyprodukowania z wykorzystaniem biomasy i biogazu wg województw	GWh
P5	Ilość energii możliwa do wyprodukowania z wykorzystaniem pomp ciepła wg województw	GWh
RP1	Udział mocy zainstalowanej do potencjału - energia słoneczna wg województw	%
RP2	Udział mocy zainstalowanej do potencjału - energia wiatrowa wg województw	%
RP3	Udział mocy zainstalowanej do potencjału - energia wodna wg województw	%

Metodyka obliczenie indeksów energetyki zrównoważonej

Zdecydowano się skorzystać z metody sum standaryzowanych oraz metody TOPSIS

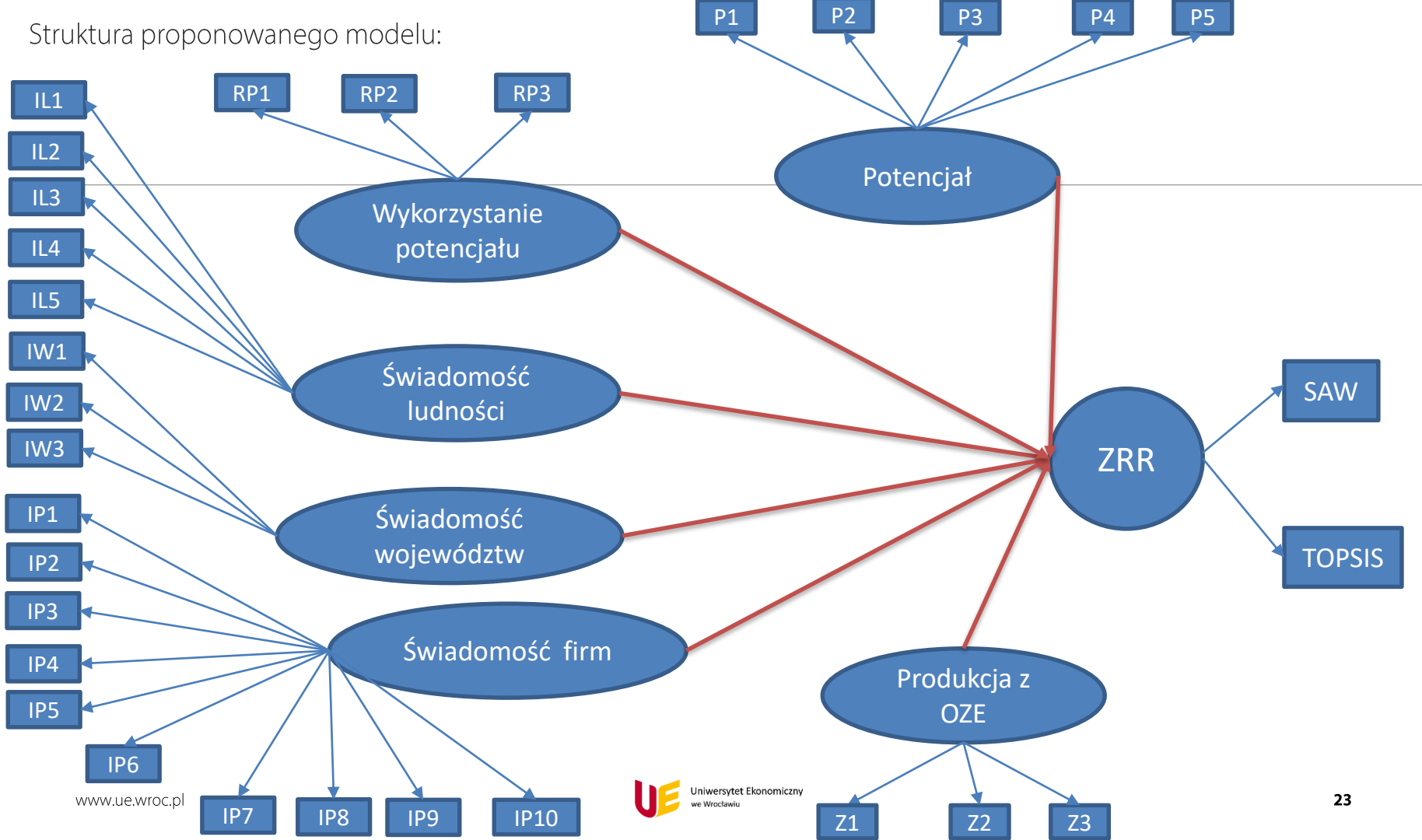
Wszystkie zmienne były stymulantami

Nie nakładano wag na wskaźniki

Zdecydowano się zweryfikować uzyskane rezultaty z wykorzystaniem metod modelowania miękkiego (PLS-SEM)

	TOPSIS		SAW
kujawsko-pomorskie	0,4779	kujawsko-pomorskie	14,4335
śląskie	0,4680	śląskie	13,4819
łódzkie	0,4445	wielkopolskie	7,9661
zachodniopomorskie	0,3755	łódzkie	7,0324
wielkopolskie	0,3600	zachodniopomorskie	6,0971
mazowieckie	0,3559	pomorskie	5,0864
dolnośląskie	0,3328	mazowieckie	4,3683
pomorskie	0,3265	dolnośląskie	0,1105
świętokrzyskie	0,3071	małopolskie	-0,5835
warmińsko-mazurskie	0,2969	podlaskie	-2,2441
małopolskie	0,2930	świętokrzyskie	-2,6701
podlaskie	0,2896	warmińsko-mazurskie	-4,2274
lubelskie	0,2519	lubelskie	-5,9320
podkarpackie	0,2441	podkarpackie	-7,2267
lubuskie	0,2275	lubuskie	-14,9675
opolskie	0,1443	opolskie	-20,7250

Struktura proponowanego modelu:



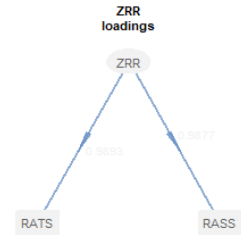
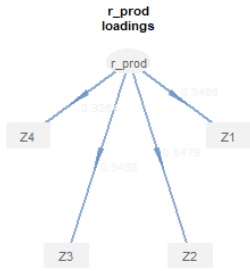
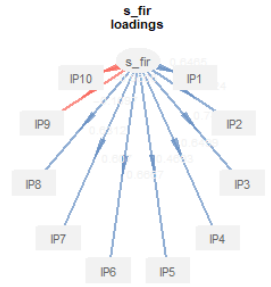
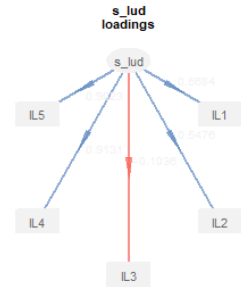
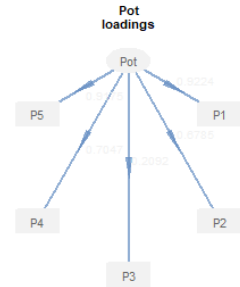
Wyniki modelowania

Wskaźniki dopasowania modeli pomiarowych wskazują na nieistotność niektórych zmiennych ukrytych
Zdecydowano się metodą krokową usuwać zmienne ukryte z modelu strukturalnego po wcześniejszej weryfikacji modeli pomiarowych

	Alfa Cronbacha	Rho Dillona-Goldsteina	Współczynnik	Błąd oszacowania*	t value*	p-value*
Potencjał	0,7413	0,836	0,182	0,112	1,620	0,139
Wykorzystanie potencjału	0,0514	0,442	0,015	0,111	0,137	0,894
Świadomość ludności	0,5942	0,775	0,280	0,079	3,530	0,006
Świadomość województw	0	0,31	0,087	0,139	0,628	0,546
Świadomość przedsiębiorstw	0,6768	0,718	0,645	0,159	4,070	0,003
Produkcja	0,9446	0,96	0,420	0,088	4,780	0,001
ZRR	0,9776	0,988				

	Alfa Cronbacha	Rho D-G	Współczynnik	Błąd oszacowania*	t value*	p-value*
Potencjał	0,741	0,836	0,218	0,094	2,330	0,040
Świadomość ludności	0,594	0,775	0,274	0,073	3,760	0,003
Świadomość przedsiębiorstw	0,677	0,718	0,681	0,093	7,300	0,000
Produkcja	0,945	0,96	0,412	0,079	5,200	0,000
ZRR	0,977	0,988				

	Alfa Cronbacha	Rho D-G	Współczynnik	Błąd oszacowania*	t value*	p-value*
Potencjał	0,741	0,836	0,265	0,094	2,830	0,016
Świadomość ludności	0,835	0,890	0,274	0,073	3,770	0,003
Świadomość przedsiębiorstw	0,677	0,718	0,647	0,092	7,000	0,000
Produkcja	0,945	0,960	0,451	0,079	5,740	0,000
ZRR	0,977	0,988				



Dopasowanie modelu strukturalnego R²=0,943



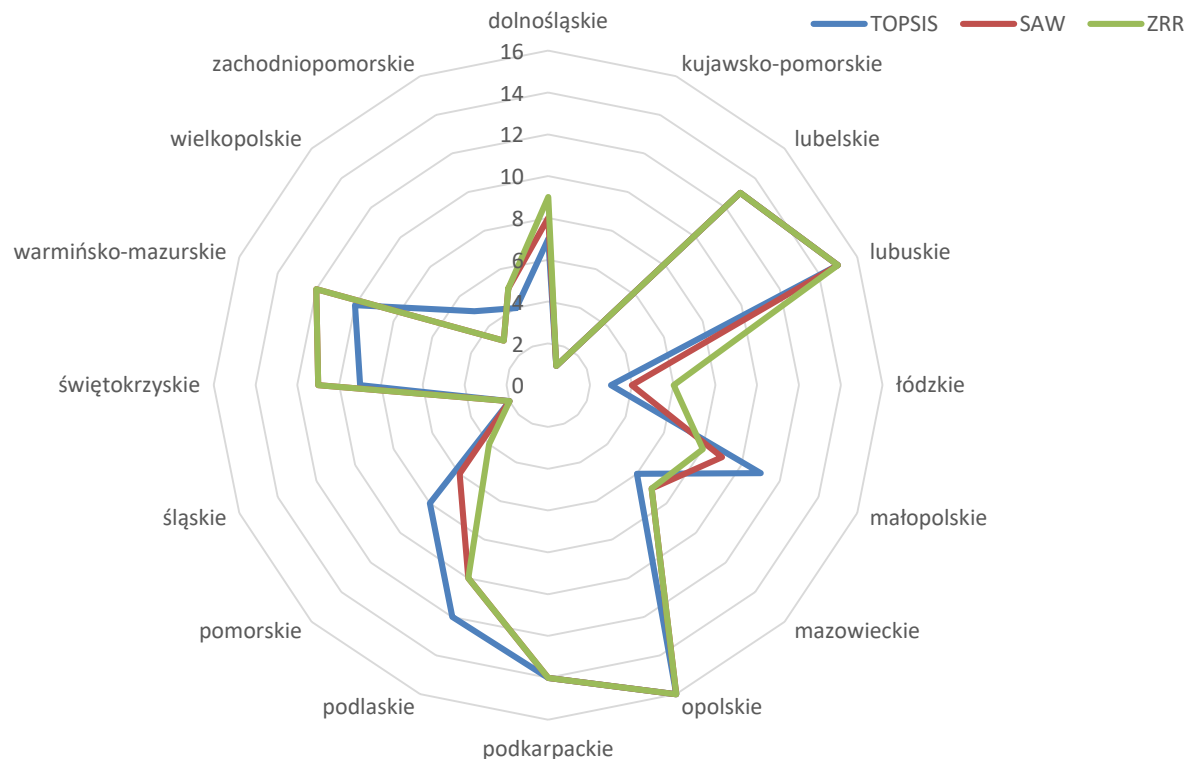
P1	0,9224	IL1	0,5583	IP1	0,646	Z1	0,9468	RASS	0,988
P2	0,6783	IL2	0,5313	IP2	0,6019	Z2	0,8479	RATS	0,989
P3	0,2096	IL4	0,9759	IP3	0,7461	Z3	0,9498		
P4	0,7045	IL5	0,962	IP4	0,6502	Z4	0,9264		
P5	0,9175			IP5	0,4692				
				IP6	0,6666				
				IP7	0,6072				
				IP8	0,6315				
				IP9	-0,1101				
				IP10	-0,0608				

Wartości
ładunków
czynnikowych

Potencjał		Potencjał	Świadomość ludności	Świadomość przedsiębiorstw	Produkcja		Świadomość ludności	Potencjał	Świadomość ludności	Świadomość przedsiębiorstw	Produkcja
	P1	0,9224	-0,20407	0,6189	-0,2594		IL1	-0,3343	0,5583	-0,071	0,0903
	P2	0,6783	0,02064	0,1823	-0,1322		IL2	-0,3259	0,53131	-0,2207	-0,0425
	P3	0,2096	0,01648	0,1255	0,0769		IL4	-0,0926	0,9759	-0,1508	-0,0641
	P4	0,7045	-0,01695	0,2127	-0,0408		IL5	-0,062	0,96203	-0,1019	-0,0383
	P5	0,9175	-0,2058	0,6151	-0,2606						
Świadomość przedsiębiorstw							Produkcja				
	IP1	0,7396	-0,15576	0,646	-0,0998		Z1	-0,0833	-0,08562	0,3022	0,9468
	IP2	0,8316	-0,1531	0,6019	-0,1632		Z2	-0,3658	0,00282	-0,1675	0,8479
	IP3	0,0715	-0,0438	0,7461	0,0588		Z3	-0,1703	0,03506	0,2534	0,9498
	IP4	-0,0105	-0,03555	0,6502	0,0935		Z4	-0,373	0,06639	-0,1147	0,9264
	IP5	0,3072	-0,09245	0,4692	-0,1593						
	IP6	0,4016	-0,15803	0,6666	-0,1807						
	IP7	0,2561	0,02797	0,6072	0,3774						
	IP8	0,2745	-0,02218	0,6315	0,4121						
	IP9	0,0116	0,07346	-0,1101	0,1008						
	IP10	-0,1421	0,04441	-0,0608	0,3789						

Porównanie wyników wszystkich trzech rankingów

	TOPSIS		SAW		ZRR
kujawsko-pomorskie	0,4779	kujawsko-pomorskie	14,4335	kujawsko-pomorskie	1,4698
śląskie	0,4680	śląskie	13,4819	śląskie	1,3722
łódzkie	0,4445	wielkopolskie	7,9661	wielkopolskie	1,0003
zachodniopomorskie	0,3755	łódzkie	7,0324	pomorskie	0,7183
wielkopolskie	0,3600	zachodniopomorskie	6,0971	zachodniopomorskie	0,6743
mazowieckie	0,3559	pomorskie	5,0864	łódzkie	0,5427
dolnośląskie	0,3328	mazowieckie	4,3683	mazowieckie	0,5033
pomorskie	0,3265	dolnośląskie	0,1105	małopolskie	0,0387
świętokrzyskie	0,3071	małopolskie	-0,5835	dolnośląskie	-0,0154
warmińsko-mazurskie	0,2969	podlaskie	-2,2441	podlaskie	-0,1853
małopolskie	0,2930	świętokrzyskie	-2,6701	świętokrzyskie	-0,3132
podlaskie	0,2896	warmińsko-mazurskie	-4,2274	warmińsko-mazurskie	-0,4958
lubelskie	0,2519	lubelskie	-5,9320	lubelskie	-0,5662
podkarpackie	0,2441	podkarpackie	-7,2267	podkarpackie	-0,7208
lubuskie	0,2275	lubuskie	-14,9675	lubuskie	-1,7607
opolskie	0,1443	opolskie	-20,7250	opolskie	-2,2622



Podsumowanie

- modelowanie miękkie pozwala na „Agregacje” wyników wielu rankingów (metod uzyskiwania indeksów)
- model PLS-SEM pozwala na wskazanie najważniejszych czynników wpływających na indeks
- możliwa jest wzajemna weryfikacja poprawności zebranych wskaźników i przypisania do czynników
- najistotniejszym czynnikiem zrównoważonego rozwoju regionalnego energetycznego okazała się zmienna związana z zaangażowaniem przedsiębiorstw

Dalsze prace:

- zebranie czynników w wymiarze środowiskowym, gospodarczym i społecznym - powtórzenie badania dla rozszerzonego zestawu danych - być może wymagać to będzie zredefiniowania czynników ukrytych

Dziękujemy za uwagę

Literatura i źródła danych.

ARE, *Statystyka elektroenergetyki polskiej*, Warszawa 2021, <https://www.are.waw.pl/badania-statystyczne/wynikowe-informacje-statystyczne#statystyka-elektroenergetyki-polskiej>

Bank Danych Lokalnych 20202, <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>

EU-SILC, *Dochody i warunki życia ludności Polski*, 2019; <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/warunki-zycia/dochody-wydatki-i-warunki-zycia-ludnosci/dochody-i-warunki-zycia-ludnosci-polski-raport-z-badania-eu-silc-2019,6,13.html>

<https://globalwindatlas.info>

IAEA (International Atomic Energy Agency); United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA); International Energy Agency (IEA); Eurostat; European Environment Agency (EEA), *Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies*, Vienna, 2005. Available online: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>.

Mapa nasłonecznienia Polski https://kierunkizamawiane.apsl.edu.pl/pliki/czystaenergia/raport3_II.pdf

Igliński, B. (2019). *Badanie sektora energii odnawialnej w Polsce – potencjał techniczny, badania ankietowe, analiza SWOT, analiza PEST*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika

Igliński, B., Skrzatek, M., Koziński, G., Pazderski, L., & Buczkowski, R. (2018). *Energia odnawialna w województwie łódzkim – stan aktualny, potencjał techniczny, analiza SWOT*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.

Juszczak, A., Maj, M. (2020), *Rozwój i potencjał energetyki odnawialnej w Polsce*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa

Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii - wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020 [red] B. Wiśniewski, IEO 2011

Patterson, W., *Keeping the Lights On, Towards Sustainable Electricity*, Earthscan, London, 2009.

Prandecki, K., *The theoretical basis of sustainable Energy*, Studia Ekonomiczne, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2014, 166, p. 238-248.

Raport lądowa energetyka wiatrowa w Polsce <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/ladowa-energetyka-wiatrowa-w-polsce---raport-i-zalozenia-nowelizacji-ustawy>

Sanchez, G. (2013). PLS path modeling with R. *Berkeley: Trowchez Editions*, 383(2013), 551.