



Gmina samowystarczalna energetycznie – podejście teoretyczne

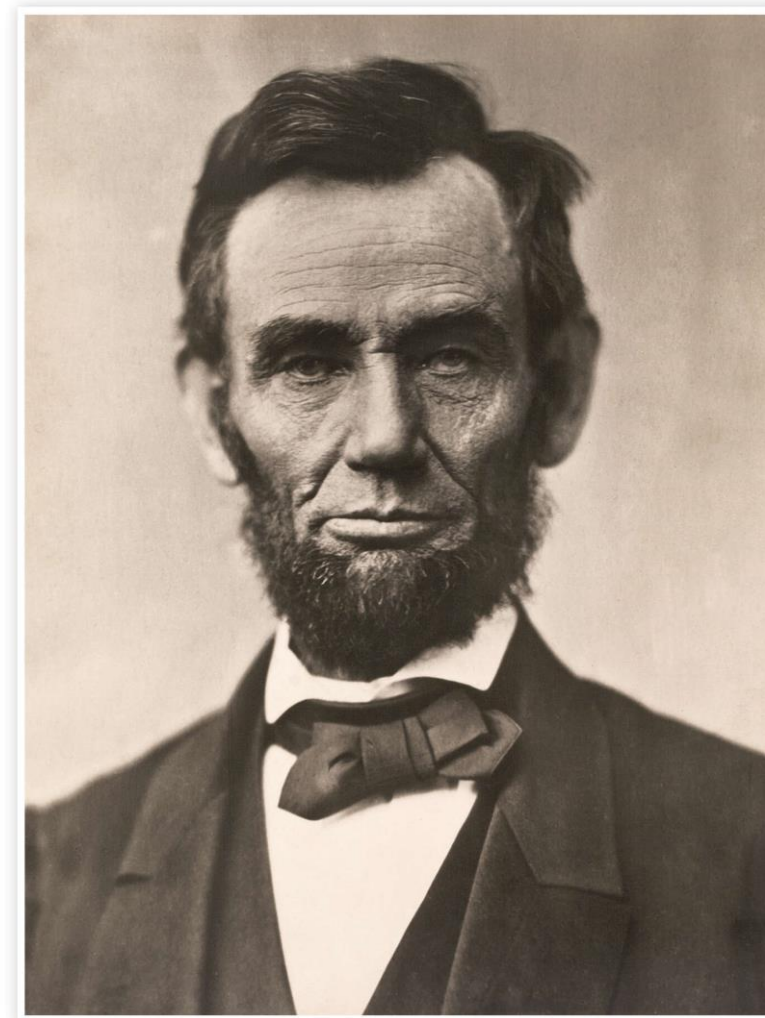
Niewyczarpana moc z natury. Szanse i Wyzwania OZE

J. Zyśk, A. Wyrwa, M. Raczyński, W. Suwała i inni

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
AGH University of Science and Technology

10 IX 2024

**„Najlepszą metodą
przewidywania przyszłości
jest jej tworzenie”**



Abraham Lincoln (1809-1865)

Samowystarczalność



WERSJA
WSTĘPNA

**Krajowy Plan
w dziedzinie Energii i Klimatu
do 2030 r.**

(aktualizacja KPEiK z 2019 r.) – projekt z 29.02.2024

Cel. 4.4.2. Rozwój i integracja energetycznych społeczności lokalnych, **zapewnienie społecznościom lokalnym samowystarczalności**



POLITYKA
ENERGETYCZNA
POLSKI
DO 2040 R.

Obszary samobilansujące

Bilans energetyczny

Import

Energia elektryczna
Węgiel
Gaz ziemny
Pochodne ropy

Pozyskanie

OZE
Opady nieodnawialne

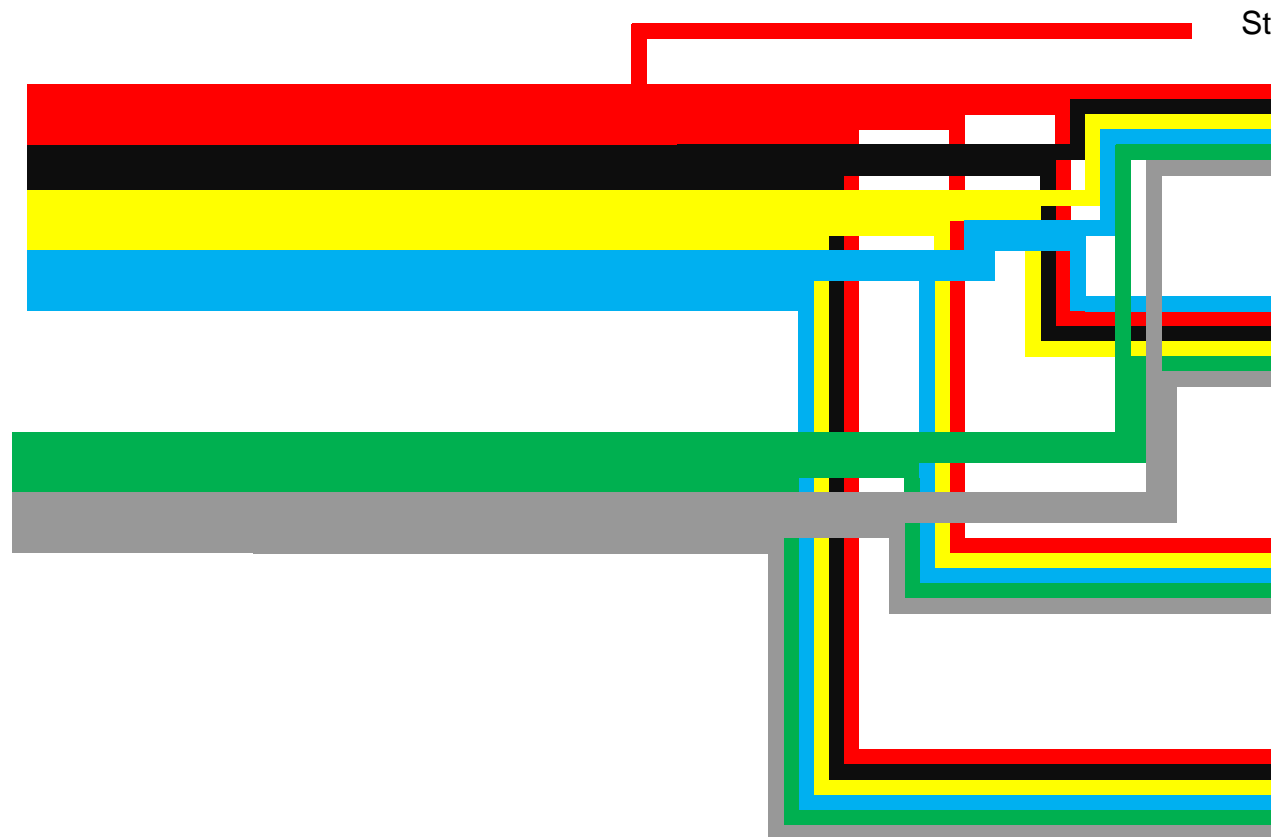
Straty

Gospodarka

Budownictwo

Transport

Inne sektory



Korzyści

Korzyści środowiskowe, gospodarcze i społeczne, w tym:

1. Poprawa niezawodności dostaw energii
2. Racjonalne i efektywne wykorzystanie istniejącego lokalnie potencjału OZE
3. Ograniczenie strat w przesyłce i dystrybucji energii elektrycznej
4. Wspieranie rozwoju energetyki rozproszonej
5. Przewidywalna cenowo energia
6. Czystsza energia, czystsze powietrze

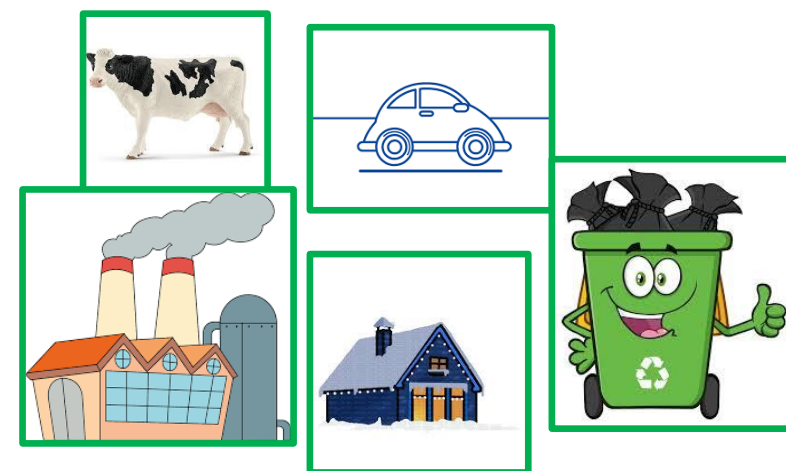
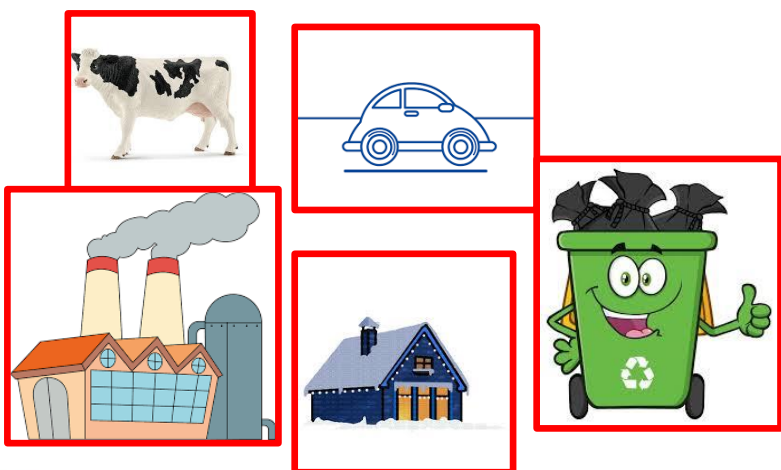
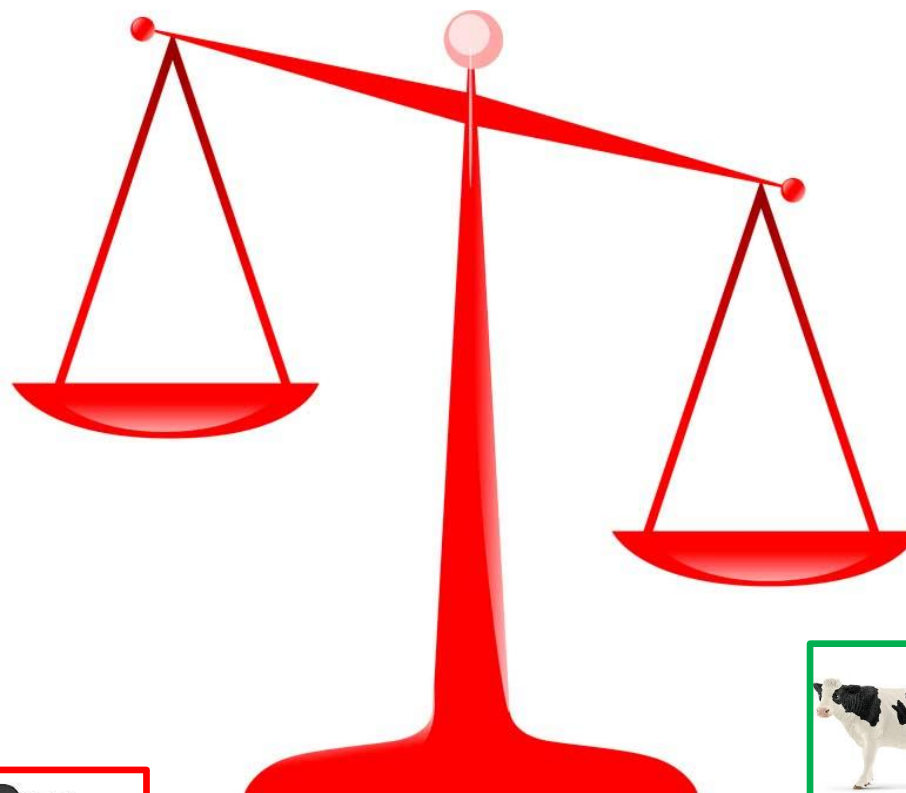
Cele pracy

1. Określenie stanu aktualnego gminy
2. Wyznaczenie optymalnych ścieżek rozwoju w celu osiągnięcia celów klimatycznych oraz samowystarczalności
3. Określenie kosztów, wyzwań technologicznych, korzyści finansowych, środowiskowych
4. Budowa skalowalnego modelu energetycznego klasy 3E (Energy-Economy-Environment) na poziomie gminy

Transformacja energetyczna



Transformacja klimatyczna



Sektory

Obszar działania	Sektor działań	Klasyfikacja głównych źródeł emisji	
Energia	produkcja ciepła i chłodu oraz energii elektrycznej	emisje z wykorzystania paliw kopalnych	
	dystrybucja ciepła i chłodu oraz energii elektrycznej		
Budownictwo	budynki użyteczności publicznej (komunalne)	emisje ze zużycia paliw i energii	
	budynki niepubliczne (niekomunalne)		
	budynki mieszkalne (jednorodzinne i wielorodzinne)		
Transport	transport publiczny/zbiorowy (w tym kolej i komunikacja miejska)	emisje ze zużycia paliw i energii	
	transport prywatny (w tym infrastruktura)		
	transport rowerowy i pieszy + UTO	-	
Gospodarka	gospodarka odpadami	emisje ze składowania odpadów	emisje ze zużycia paliw i energii
	gospodarka wodno-ściekowa	emisje z oczyszczania ścieków	
	przemysł (obejmuje zarówno działalności objęte i nie objęte EU-ETS)	emisje z produkcji przemysłowej	
Rolnictwo	gospodarka rolna	emisje z uprawy roślin (w tym nawozy sztuczne)	emisje ze zużycia paliw i energii
	gospodarka rolna	emisje z hodowli zwierząt	
Lasy i użytkowanie terenu	lasy	emisje ze zużycia paliw i energii	
	użytkowanie gruntów (w tym błękitno-zielona infrastruktura miejska)	emisje ze zużycia paliw i energii	

Model systemu energetycznego

- Model optymalizacyjny klasy 3E (Energy-Economy-Environment) opracowany w oparciu o generator TIMES
- Funkcja celu obejmuje koszty zaspokojenia zapotrzebowania na usługi energetyczne w horyzoncie średnio i długoterminowym
- Model dostosowany do warunków lokalnych, możliwość wykorzystania danych geoprzestrzennych
- Wynik: optymalne kosztowo ścieżki rozwoju energetycznego dla danej gminy, uwzględniające zdefiniowane uwarunkowania i założenia

Model

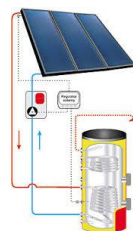
Ciepło?



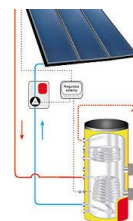
Może OZE?



Więcej OZE?



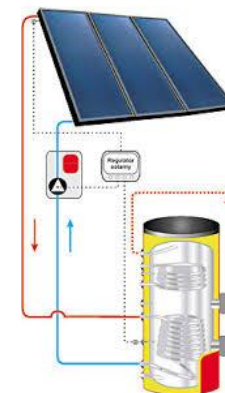
Może kolektory



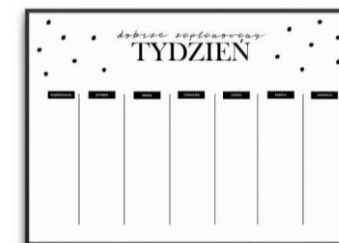
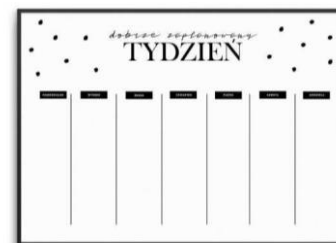
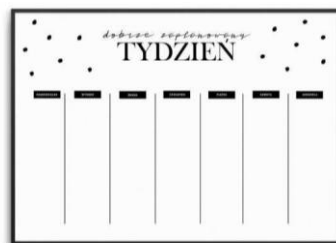
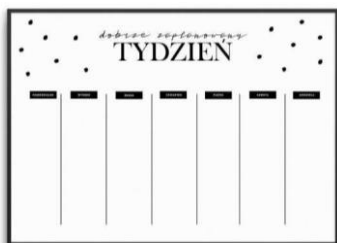
Na 30 lat

2024			
Sypan	Luty	Martec	Kwiecien
Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100
Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień
Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100
Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień
Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	Przebieg: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100

Długoterminowo



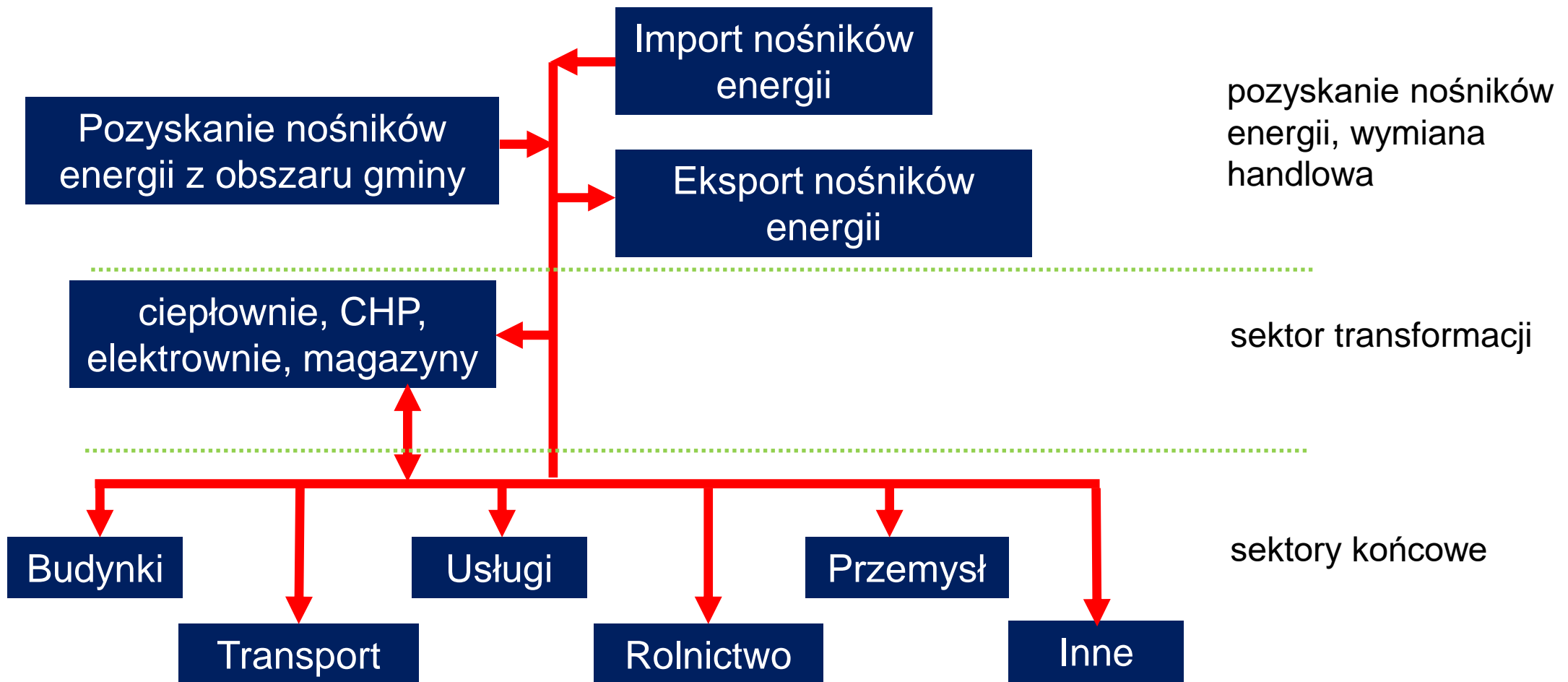
Rozdzielczość czasowa



0	1	2
3	4	5
6	7	8
9	10	11
12	13	14
15	16	17
18	19	20
21	22	23

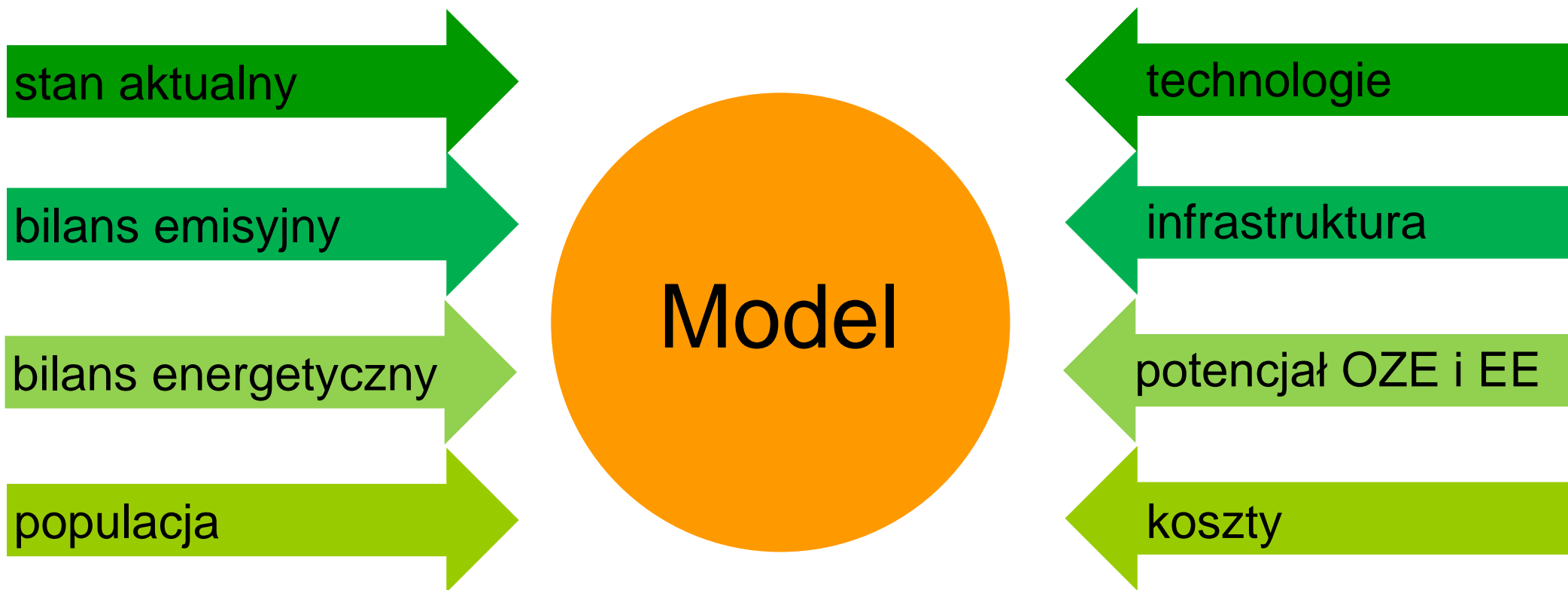
$4 \cdot 7 \cdot 8 = 224$
 odcinków czasowych

Topologia modelu

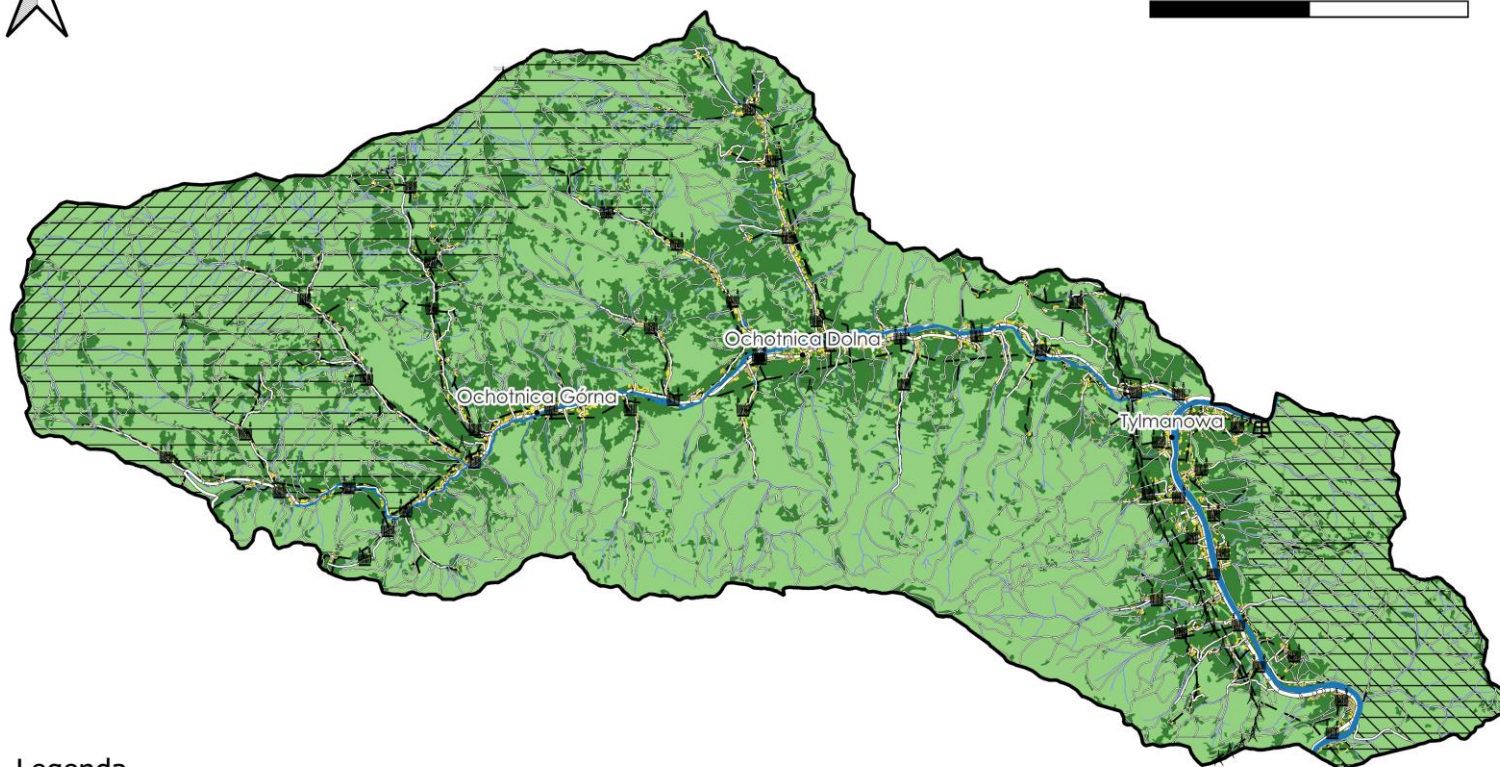
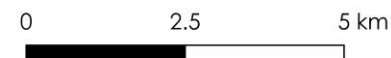


Ogólna topologia systemu odwzorowana w modelu Times-Ochotnica

Dane wejściowe



Potencjał OZE



Legenda

granica gminy	Drogi	zabudowa	Popradzki Park Krajobrazowy
miejscowość	wojewódzka	teren leśny i zadrzewiony	Gorczański Park Narodowy
	powiatowa	rzeki i strumienie	sieć elektroenergetyczna
	gminna	pola, łąki, sady	elektrownia
	inna	Natura 2000	transformator
			słup energetyczny



Ceny uprawnień do emisji CO₂^{AGH}

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EU ETS	80	80	120	250	250	250
EU ETS II		15	15	15	15	15

Założenia cen uprawnień do emisji CO₂ w ramach EU ETS i EU ETS II [EUR/tCO₂]



Energia



Budownictwo



Transport



Gospodarka



Rolnictwo



Lasy i użytkowanie terenu

Energia

Transformacja energii

1. PV
2. Wiatr
3. Biomasa, odpady



Magazyny energii

1. Wodór
2. Akumulatory elektryczne
3. Sprężone powietrze

Nośniki, ceny

Paliwo	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Węgiel kamienny	16,12	22,10	18,20	19,50	20,80	20,80	22,10
Olej opałowy	79,75	79,75	79,75	79,75	79,75	79,75	79,75
Gaz ziemny	23,10	31,90	28,60	30,80	36,30	39,60	39,60
Wodór	-	226,15	193,85	161,54	145,38	129,23	113,08
Biomasa	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Biogaz	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00

Ceny nośników energii dla sektora energii [PLN/GJ]

Grupa taryfowa	Napięcie zasilania	Przesył	Dystrybucja	Akcyza
		PLN/GJ		PLN/MWh
N, A	ELC_HV-HV	6,43	36,45	5
B	ELC_MV-MV	8,92	50,52	5
C	ELC_LV-LV	10,13	57,40	5
G	ELC_LV-LV (budownictwo)	12,29	69,62	5

Stawki opłat przesyłowych i dystrybucyjnych energii elektrycznej na poszczególnych napięciach



Energia



Budownictwo



Transport



Gospodarka



Rolnictwo



Lasy i użytkowanie terenu

Co obejmuje sektor?



Procesy w obrębie sektora

ogrzewanie pomieszczeń (kotły elektryczne, gazowe, biomasowe, olejowe, węglowe, LPG, pompy ciepła (gruntowe i powietrzne), ciepło sieciowe)

przygotowanie ciepłej wody (podgrzewacze elektryczne, gazowe, ciepło sieciowe, pompy ciepła)

gotowanie – kuchenki, piekarniki (paliwa stałe, gaz, LPG, elektryczne, biopaliwa), roboty kuchenne, mikrofalówki, miksery (energia elektryczna)

inne odbiorniki energii elektrycznej (oświetlenie, lodówki, pralki, suszarki, zmywarki, RTV, inne AGD)

klimatyzacja pomieszczeń (energia elektryczna, chłodziarka termiczna na gaz ziemny)

Działania

Sklasyfikowanie budynków (efektywność energetyczna, źródło ciepła, OZE, powierzchnia dachów)

Modernizacja (ściany, dachy, podłogi, stolarka okienna)

Wymiana źródeł ogrzewania i przygotowania wody użytkowej

Poprawa efektywności odbiorników energii elektrycznej

Instalacja przydomowych OZE (PV, wiatr)

Instalacja przydomowych magazynów (ciepła, energii elektrycznej)



Energia



Budownictwo



Transport



Gospodarka



Rolnictwo



Lasy i użytkowanie terenu

Procesy w sektorze



Przewóz osób (osobokilometry)



Przewóz towarów (tonokilometry)



Działania samochodów specjalnych
(pojazdokilometry)



Rodzaj pojazdów	Nośniki paliw
Samochody osobowe	GSL; DSL; LPG; H2; ELC (BEV; PHEV), BIO_DSL, NAT_GAS
Autobusy do 3.5 t dmc	GSL; DSL; LPG; ELC (BEV), NAT_GAS, H2
Autobusy powyżej 3.5 t dmc	DSL; ELC (BEV), NAT_GAS, BIO_DSL, ELC (BEV), H2
Samochody specjalne do 3.5 t dmc	GSL; DSL; LPG; ELC, BIO_DSL, ELC (BEV), H2
Samochody specjalne powyżej 3.5 t dmc	DSL; NAT_GAS, BIO_DSL, ELC (BEV), H2
Motocykle	GSL; ELC (BEV)
Pociągi pasażerskie lokalne	EL ; DSL
Pociągi pasażerskie dalekobieżne	EL ; DSL
Pociągi towarowe	EL ; DSL
Samochody ciężarowe do 3.5 t dmc	GSL; DSL; LPG; GAS_NAT; ELC (BEV), H2, BIO_DSL
Samochody ciężarowe powyżej 3.5 t dmc	DSL; NAT_GAS; ELC (BEV), H2, BIO_DSL,
Tramwaje	ELG

Technologie uwzględnione w sektorze transportu wraz z nośnikami paliw



Energia



Budownictwo



Transport



Gospodarka



Rolnictwo



Lasy i użytkowanie terenu

Sektor gospodarki

- **Przemysł produkcji i przetwórstwa żywności i napojów**
- **Przemysł produkcji chemikaliów i wyrobów chemicznych**
- **Przemysł produkcji i przetwórstwa papieru i drewna**
- **Przemysł produkcji i przetwórstwa metali**
- **Przemysł mineralny, oprócz cementowni**
- **Przemysł produkcji maszyn i urządzeń**
- **Inne jednostki przemysłowe**





Energia



Budownictwo



Transport



Gospodarka



Rolnictwo



Lasy i użytkowanie terenu

Emisje



fermentacja jelitowa



obornik



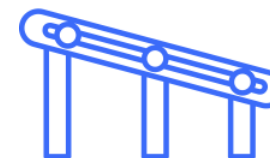
nawożenie



ciągniki i kombajny



spalanie pozostałości rolniczych



budynki i urządzenia

Opis w modelu

Rodzaj zwierząt	Współczynnik emisji (kg CH ₄ /sztuka/rok)
Bydło domowe	77,79
Byki, starsze niż 2 lata	88,04
Jałówki bezmleczne starsze niż 2 lata	46,26
Bydło młodsze niż 1 rok	40,71
Bydło mleczne	120,53
Bydło między 1 a 2 rokiem życia	58,09
Owce	8,00
Trzoda chlewna	1,50
Kozy	5,00
Konie	18,00
Suma, fermentacja jelitowa	

Dane dotyczące pogłowania zwierząt oraz emisji metanu



Energia



Budownictwo



Transport



Gospodarka



Rolnictwo



Lasy i użytkowanie terenu

Lasy i użytkowanie terenu

W modelu zastosowano współczynniki pochłaniania CO₂ dla lasu starego (powyżej 5 lat) 2,224 t/ha a dla lasu młodego (wiek 5 lat i mniej) 3,916 t/ha

Koszt zalesienia jednego hektara oszacowano na 20 000 PLN

Oczekiwane wyniki

1. Technologie (moc, pojemność, liczba)
2. Struktura paliwowa
3. Koszty (inwestycyjne, stałe, zmienne)
4. Emisje gazów cieplarnianych

Gmina samowystarczalna energetycznie?



Dziękuję za uwagę

Janusz Zyśk

Wydział Energetyki i Paliw AGH

jazysk@agh.edu.pl

