ENERGOPOMIAR

Model transformacji energetycznej m.st. Warszawy do elektroprosumeryzmu

dr inż. Piotr Plis

„Energopomiar” Sp. z o.o.

Konwersatorium Inteligenta Energetyka

Gliwice, 22 listopada 2022 r.

Cele Projektu

ELEKTROPROSUMERYZM

jedyność energii elektrycznej OZE (zastosowanie wyłącznie energii elektrycznej wytworzonej w źródłach OZE – monizm elektryczny OZE) jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych.

1. Analiza w zakresie roli i warunków funkcjonowania sektora energetycznego w m.st. Warszawa.
2. Określenie możliwości przemodelowania sektora energetycznego w kierunku elektroprosumeryzmu.
3. Osiągnięcie przez sektor energetyczny m.st. Warszawa neutralności wobec klimatu w perspektywie roku 2050.

Model transformacji energetycznej m.st. Warszawy do elektroprosumeryzmu

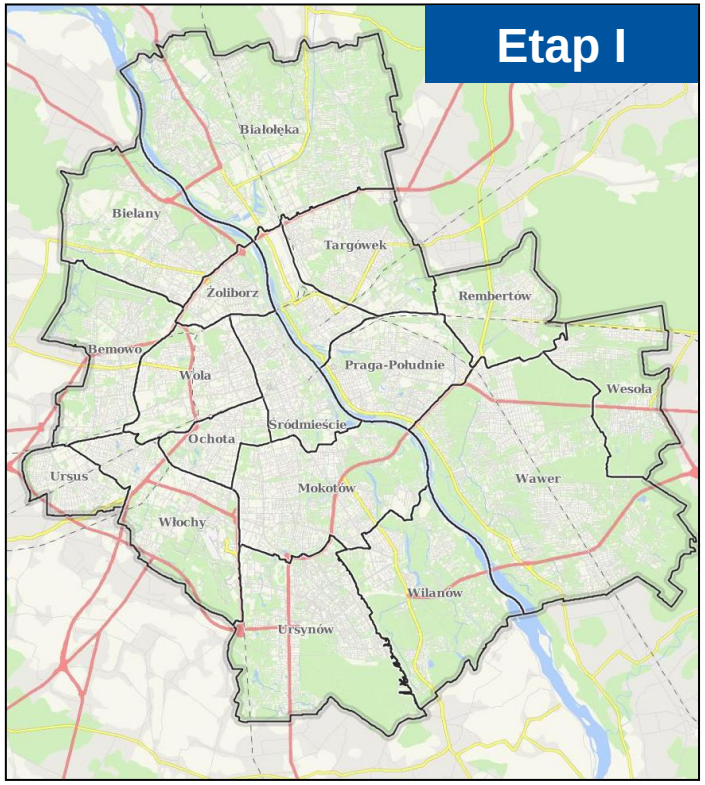
Część I. Sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji **„business as usual”.**

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji **monizmu elektrycznego.**

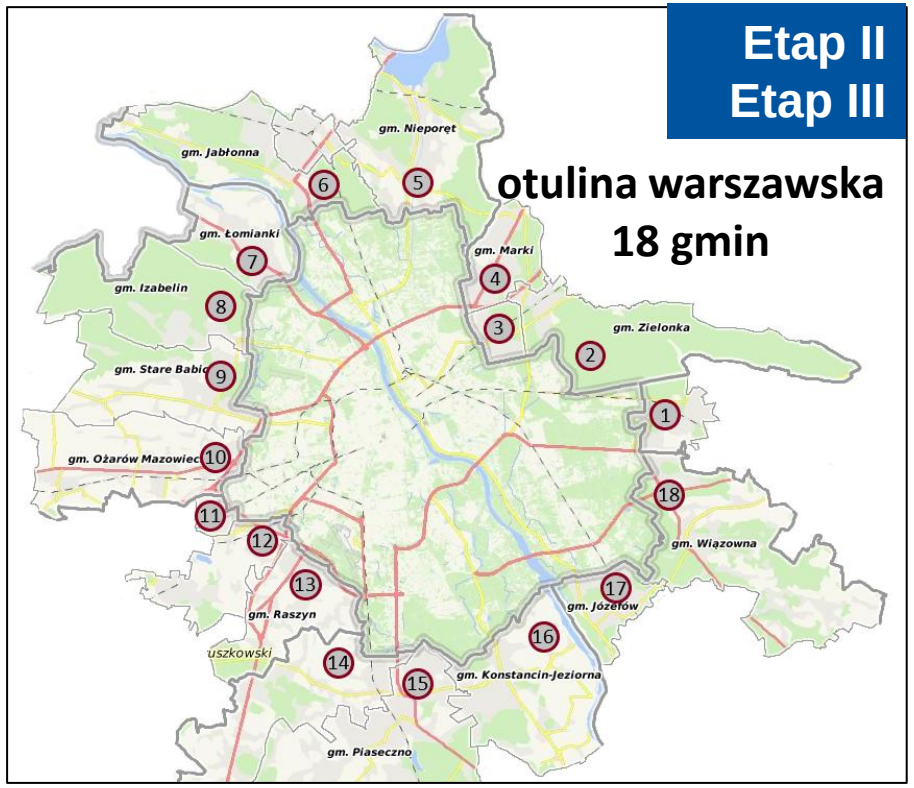
Część III. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach **elektroprosumeryzmu.**

Część III Suplement. **Warszawski Panel Klimatyczny**. Realizacja rekomendacji a Model 2050.

Zakres terytorialny analizy

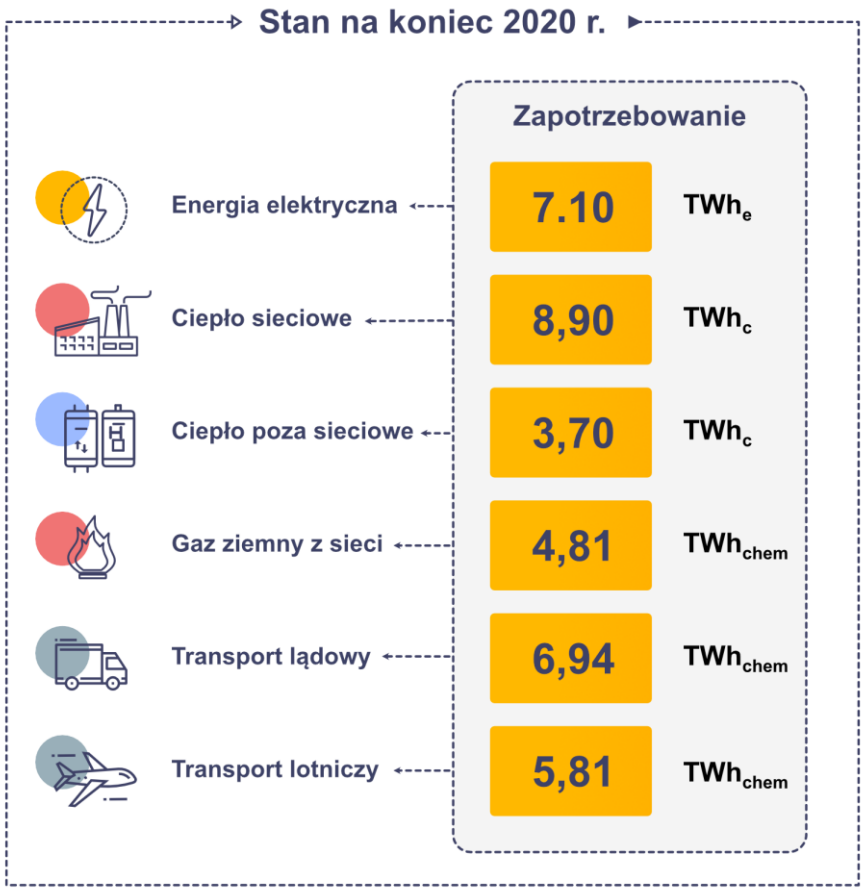


Osłona kontrolna OK(W)

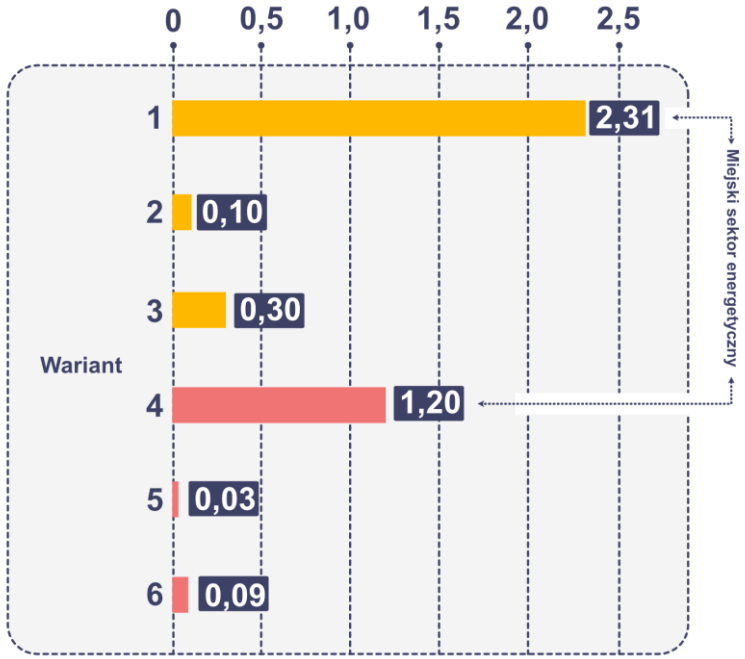


Osłona kontrolna OK(W+)

Bilans energetyczny – energia końcowa



Koszt Termo-Ekologiczny (TEC) **- miara wpływu danego produktu na wyczerpywanie się nieodnawialnych bogactw naturalnych; skumulowane zużycie egzergii zasobów nieodnawialnych obciążające wszystkie etapy procesów wytwórczych od pozyskania surowców do produktu finalnego.**



Koszt termo-ekologiczny dla:

Elektryczności

1 – dla obecnej struktury systemu energetycznego miasta Warszawa,
2 – dla elektrowni wiatrowej,
3 – dla elektrowni fotowoltaicznej,

Ciepła

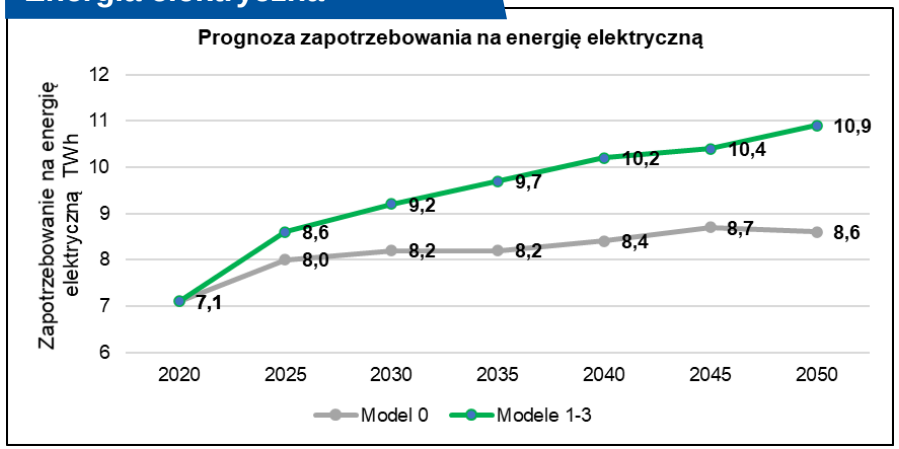
4 – dla obecnej struktury systemu energetycznego miasta Warszawa,
5 – dla pompy ciepła zasilanej elektrycznością z elektrowni wiatrowej,
6 – dla pompy ciepła zasilanej elektrycznością z elektrowni fotowoltaicznej.

Modele prognostyczne

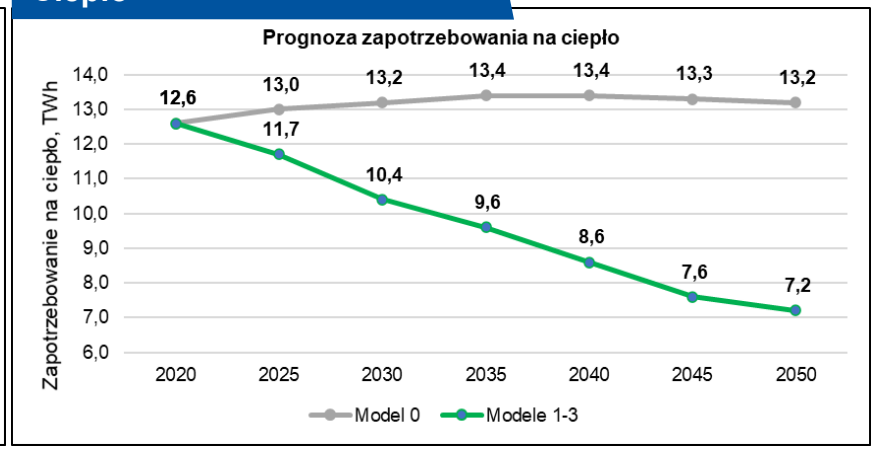
MODEL 0 (business as usual)	MODEL 1
Model referencyjny (business as usual), w którym **zaopatrzenie Warszawy w energię elektryczną następuje z wykorzystaniem energii pobieranej z sieci KSE**. Dla modelu przyjęto ścieżki rozwoju technologii OZE zgodnie z PEP 2040 i wynikającą z nich trajektorią zmian wartości wskaźnika emisyjności dla energii elektrycznej.	Analiza przy założeniu **bardzo ostrożnych oszacowań związanych z dostępnością lokalnych zasobów Warszawy i możliwości wykorzystania źródeł OZE**. Założono ograniczony potencjał województwa do pokrycia potrzeb energetycznych. Duża gęstość energii wymusiła pokrycie potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie w **ponad 70% realizowane za pomocą elektrowni wiatrowych offshore**.
MODEL 2	**MODEL 3**
Duże uzależnienie Warszawy od rynku wschodzącego 2 doprowadziło do zrewidowania założeń i uwzględnienia lokalnych zasobów oraz zasobów województwa. Założono zwiększenie wykorzystania sieci 110 kV. Spowodowało to zmniejszenie energii pochodzącej z elektrowni wiatrowych offshore o około 35%.	Przesłankami do modelu analizy miksu energetycznego, było ponowne oszacowanie możliwości wykorzystania źródeł PV (wzrost do 25%), a także przesłanki do przyjęcia **znacznie większych możliwości kształtowania profilu** (założono poziom 30%, wcześniej 15%) oraz do **całkowitego wyeliminowania paliw kopalnych**. Układy gwarantowanego zasilania (UGZ) stanowią jedynie rezerwę i nie są brane pod uwagę w analizie miksu. **W modelu 3 zarządzanie rynkiem pełni kluczową rolę w bilansowaniu**.

Prognoza potrzeb energetycznych

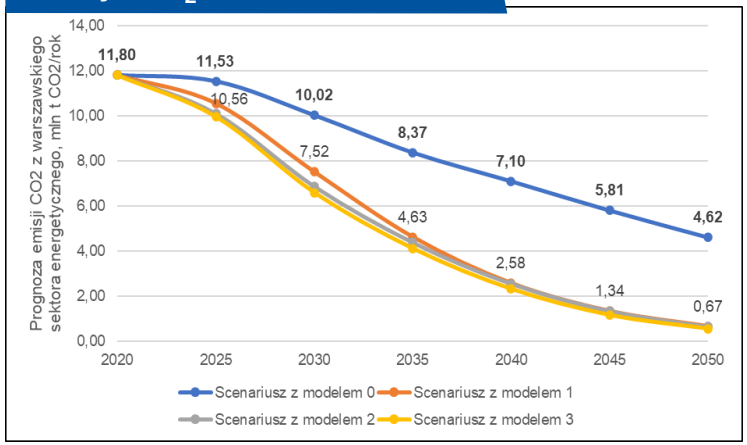
Energia elektryczna



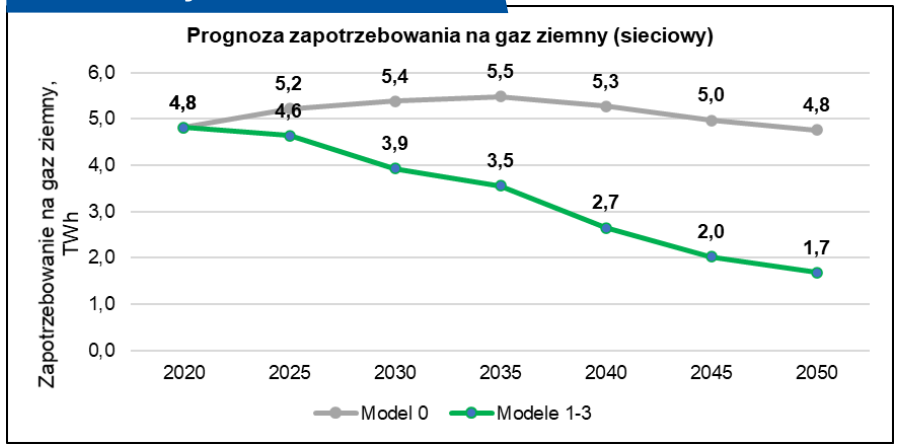
Ciepło



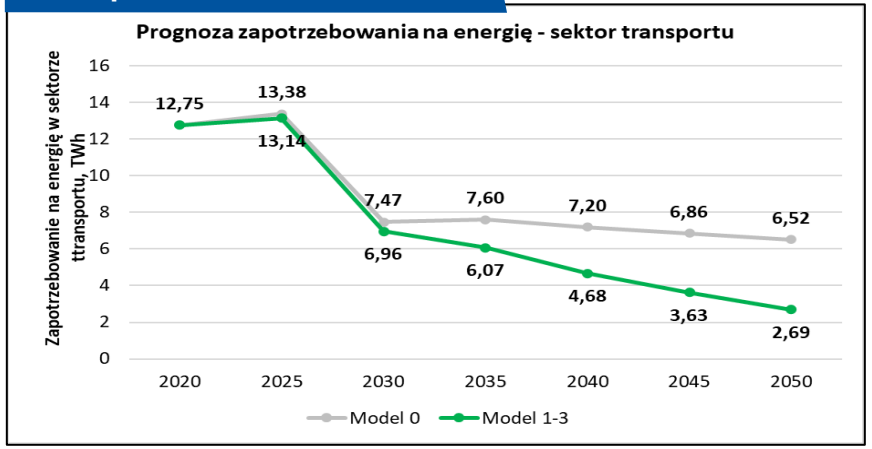
Emisja CO_2



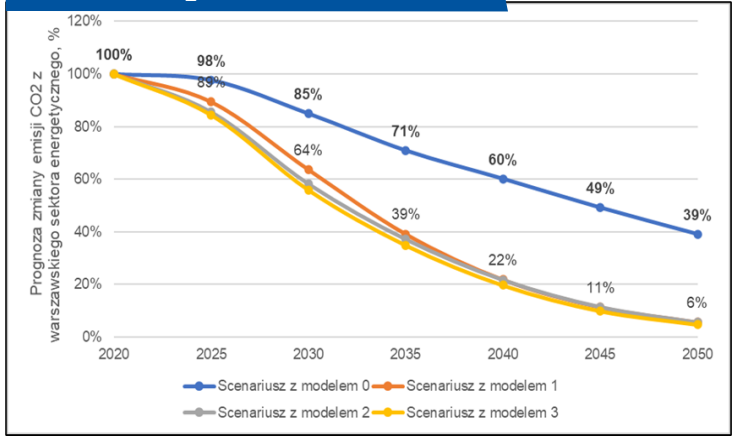
Gaz ziemny



Transport



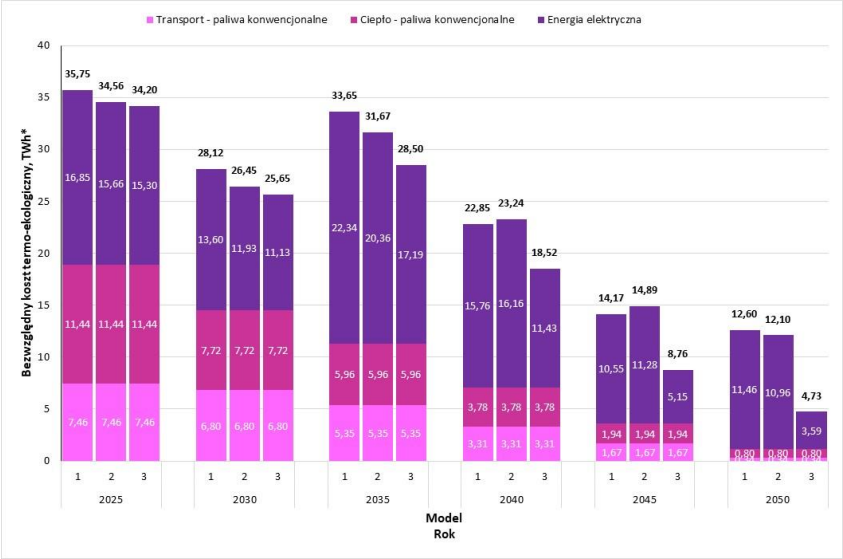
Emisja CO_2



Przyszły model

Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną Miasta w latach 2020–2050

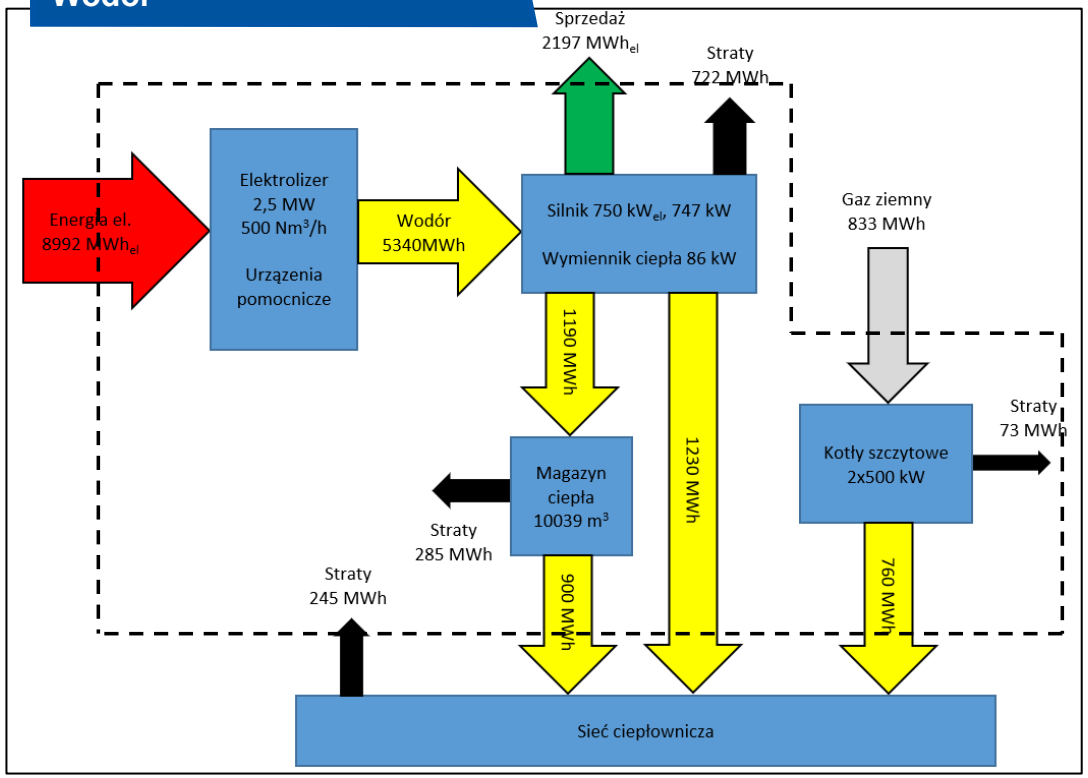
Energia elektryczna	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na energię elektryczną, TWh	7.1	8.6	9.2	9.7	10.2	10.4	10.9
Udział źródeł w produkcji energii elektrycznej							
Fotowoltaika (prosumencka)	0%	10%	24%	27%	26%	26%	25%
Mikroelektrownie wiatrowe	0%	0%	0%	1%	1%	2%	2%
Elektrownie wiatrowe lądowe	0%	2%	5%	8%	13%	17%	20%
Elektrownie biogazowe	0%	1%	1%	3%	4%	5%	5%
Gospodarka obiegu zamkniętego	0%	0%	1%	2%	2%	2%	2%
Elektrownie wiatrowe morskie	0%	0%	7%	23%	36%	42%	43%
Energetyka paliw kopalnych	100%	86%	62%	36%	18%	6%	3%
Prognoza zmiany emisji CO_2	100%	98%	57%	35%	20%	10%	5%



- **Najmniejszy wpływ na wyczerpywanie nieodnawialnych zasobów energii pierwotnej (najniższa wartość TEC)**
- **Najmniejsze ograniczenia sieciowe wynikające z elektryfikacji ciepłownictwa oraz transportu (największe wykorzystanie zasobów lokalnych)**

Przeanalizowane dodatkowe technologie wytwórcze

Wodór



Brak opłacalności ekonomicznej

Wariant testowy z blokiem jądrowym

- 10 modułów NuScale 77 MW$_e$ brutto
- Czas pracy – 8 000 h/rok
- Roczna produkcja energii el. netto – 5,9 TWh
- Szacowane nakłady inwestycyjne – 3 mld USD
- Konieczność zlokalizowania elektrowni poza Warszawą

ROK	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ENERGIA ELEKTRYCZNA							
Zapotrzebowanie, TWh	**7,1**	**8,6**	**9,2**	**9,7**	**10,2**	**10,4**	**10,9**
PV	-	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7
µEW	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
EWL	-	0,2	0,5	0,5	0,9	0,9	1,4
SMR	**-**	**-**	**-**	**5,9**	**5,9**	**5,9**	**5,9**
GOZ	-	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
EWM	-	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Suma	**-**	**1,2**	**2,9**	**9,6**	**10,2**	**10,4**	**10,9**
Rynek WEK	**-**	**7,4**	**6,3**	**0,1**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
CIEPŁO							
Zapotrzebowanie, TWh	12,6	11,7	10,4	9,6	8,6	7,6	7,2
PC	0,3	2,3	4,2	4,8	5,6	6,1	6,5
Źródła inne niż PC	12,3	9,4	6,2	4,8	3,0	1,5	0,7
GAZ SIECIOWY							
Zapotrzebowanie, TWh	4,8	4,6	3,9	3,5	2,7	2,0	1,7

TEC 2050$_{EJ}$ 174 TWh*

vs

TEC 2050$_{OZE}$ 4,7 TWh*

TEC 2020 38,5 TWh*

Brak rekomendacji do zastosowania EJ

Heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacji TETIP Warszawy 2020→2050

- **Oszacowanie kosztów dla modelu 0 oraz modelu 3 związanych z zaopatrzeniem mieszkańców Warszawy w ciepło, energią elektryczną, energię w sektorze transportu.**
- **Koszty transformacji podzielono na grupy dotyczące nakładów inwestycyjnych:**
  - **pasywizację budownictwa,**
  - **elektryfikację pojazdów,**
  - **stacje ładowania pojazdów,**
  - **dostosowanie sieci na potrzeby stacji ładowania pojazdów.**
- **Koszty operacyjne związane z:**
  - **ciepłem sieciowym –** prognozowane koszty stałe oraz zmienne,
  - **ciepłem nie sieciowym –** jednostkowe koszty wytworzenia ciepła w Warszawie z użyciem poszczególnych rodzajów paliw, udział tych paliw w lokalnym miksie energetycznym oraz dodatkowe koszty związane z instalacją oraz eksploatacją pomp ciepła,
  - **energią elektryczną –** koszt wyznaczony dla odpowiedniego miksu oraz przyjętych prognoz jednostkowych kosztów z poszczególnych źródeł energii w miksie,
  - **paliwami dla transportu –** koszt uwzględnia zmieniający się w czasie miks paliw i oraz założoną prognozę cenową.

Heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacji TETIP Warszawy 2020→2050

❖ **Oszacowanie kosztów dla modelu 0 oraz modelu 3:**

Koszty jednostkowe produkcji energii elektrycznej z OZE oraz źródeł WEK – 2022 r.

OZE

Mikroinstalacja PV 1 kW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	180
Koszty eksploatacji	PLN	36
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	1,000
Moc elektrowni	MW	0,001
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	20
Koszty razem	PLN	216
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**216,00**

Lądowa farma wiatrowa 50 MW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	19 022 256
Koszty eksploatacji farmy wiatrowej 50 MW	PLN	9 967 024
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	126 335
Moc elektrowni	MW	50
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	25
Koszty razem	PLN	28 989 280
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**229,46**

Mikroinstalacja FW 1 kW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	407
Koszty eksploatacji	PLN	81
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	1,250
Moc elektrowni	MW	0,001
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	20
Koszty razem	PLN	488
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**390,24**

PV 150 MW bez magazynu energii	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	37 239 344
Koszty eksploatacji farmy PV 150 MW	PLN	12 976 419
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	157 500
Moc elektrowni	MW	150
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	30
Koszty razem	PLN	50 215 763
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**318,83**

Morska farma wiatrowa 400 MW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	397 085 388
Koszty eksploatacji farmy wiatrowej 400 MW	PLN	249 601 065
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	1 382 400
Moc elektrowni	MW	400
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	25
Koszty razem	PLN	646 686 453
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**467,80**

Mała biogazownia rolnicza 11 kW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	33 333
Koszty eksploatacji biogazowni	PLN	5 000
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	88
Moc elektrowni	MW	0,011
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	15
Koszty razem	PLN	38 333
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**435,61**

WEK

ENEA Wytwarzanie Sp. z o.o. (węgiel kamienny)	Jedn.	2022
Wytworzona energia elektryczna	TWh	18
Koszty stałe	PLN	1 181 903 000
Koszty zmienne	PLN	4 203 572 000
Koszty ogółem	PLN	5 385 475 000
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**301,54**

PGE GIEK SA (węgiel brunatny)	Jedn.	2022
Wytworzona energia elektryczna	TWh	57
Koszty stałe	PLN	6 298 460 000
Koszty zmienne	PLN	14 305 789 000
Koszty ogółem	PLN	20 604 249 000
Koszty / produkcja (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**358,82**

Magazyny energii

Magazyn energii 50 MW / 200 MWh	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	39 400 663
Koszty eksploatacji	PLN	7 034 212
Godziny pracy	h	4
Pojemność	MWh	200
Moc baterii	MW	50
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	10
Koszty razem	PLN	46 434 875
Koszty / moc (zł/MW)	**PLN/MW**	**928 697**
Koszty / pojemność (zł/MWh)	**PLN/MWh**	**232 174**

Heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacji TETIP Warszawy 2020→2050

PRZYKŁAD **Nakłady inwestycyjne na termomodernizację/pasywizację budownictwa oraz dostosowanie sieci elektroenergetycznej – model 0**

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Nakłady inwestycyjne - ogółem:	**mln PLN**	**1 343**	**1 362**	**1 381**	**1 400**	**1 610**	**1 629**	**1 647**	**1 665**	**1 684**	**1 471**	**1 578**	**1 725**	**1 622**
Amortyzacja od nakładów inwestycyjnych - ogółem:	**mln PLN**	**116**	**232**	**350**	**469**	**609**	**692**	**776**	**861**	**948**	**1 075**	**1 331**	**1 457**	**1 545**
Pasywizacja budynków - budynki mieszkalne	**mln PLN**	**671**	**684**	**696**	**709**	**721**	**733**	**745**	**758**	**770**	**827**	**882**	**934**	**983**
Amortyzacja:	%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Amortyzacja	**mln PLN**	**34**	**68**	**103**	**138**	**174**	**211**	**248**	**286**	**324**	**525**	**740**	**831**	**885**
Pasywizacja budynków - pozostałe budynki	**mln PLN**	**301**	**307**	**314**	**320**	**326**	**332**	**339**	**345**	**351**	**380**	**408**	**435**	**461**
Amortyzacja:	%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Amortyzacja	**mln PLN**	**21**	**43**	**65**	**87**	**110**	**133**	**157**	**181**	**205**	**334**	**387**	**417**	**445**
Elektryfikacja pojazdów: osobowe, dostawcze, motocykle	**mln PLN**	**270**	**270**	**270**	**270**	**337**	**337**	**337**	**337**	**337**	**133**	**72**	**0**	**0**
Amortyzacja:	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Amortyzacja	**mln PLN**	**54**	**108**	**162**	**216**	**283**	**297**	**310**	**323**	**337**	**133**	**72**	**0**	**0**
Elektryfikacja pojazdów: autobusy, TIR	**mln PLN**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Amortyzacja:	%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
Amortyzacja	**mln PLN**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Stacje ładowania pojazdów: osobowe	**mln PLN**	**20**	**20**	**20**	**20**	**37**	**37**	**37**	**37**	**37**	**19**	**34**	**58**	**49**
Amortyzacja:	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Amortyzacja	**mln PLN**	**4**	**8**	**12**	**16**	**23**	**27**	**30**	**33**	**37**	**19**	**38**	**65**	**49**
Stacje ładowania pojazdów: TIR, autobusy	**mln PLN**	**4**	**4**	**4**	**4**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**3**	**9**	**11**	**9**
Amortyzacja:	%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
Amortyzacja	**mln PLN**	**0**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**6**	**9**	**10**
Dostosowanie sieci na potrzebę stacji ładowania pojazdów	**mln PLN**	**77**	**77**	**77**	**77**	**184**	**184**	**184**	**184**	**184**	**108**	**172**	**286**	**121**
Amortyzacja:	%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%
Amortyzacja	**mln PLN**	**3**	**5**	**8**	**10**	**16**	**23**	**29**	**35**	**41**	**59**	**88**	**135**	**156**

Heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacji TETIP Warszawy 2020→2050

PRZYKŁAD **Koszty eksploatacyjne związane z dostawą energii elektrycznej – model 0**

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Energia elektryczna:	**mln PLN/rok**	**4 273**	**4 729**	**4 506**	**4 238**	**4 029**	**3 888**	**3 850**	**3 803**	**3 748**	**3 719**	**3 864**	**4 023**	**3 970**
PV	**mln PLN/rok**	**52**	**80**	**109**	**140**	**144**	**149**	**153**	**158**	**163**	**195**	**230**	**238**	**235**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237
- zużycie	TWh	0,22	0,34	0,46	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,83	0,97	1,01	0,99
µEW	**mln PLN/rok**	**2**	**4**	**5**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**19**	**36**	**37**	**37**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
- zużycie	TWh	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,09	0,10	0,09
EWL	**mln PLN/rok**	**86**	**133**	**181**	**232**	**230**	**228**	**226**	**224**	**223**	**214**	**210**	**218**	**215**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229
- zużycie	TWh	0,38	0,58	0,79	1,01	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,93	0,92	0,95	0,94
EB	**mln PLN/rok**	**19**	**29**	**39**	**50**	**54**	**58**	**61**	**65**	**69**	**84**	**94**	**97**	**96**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436
- zużycie	TWh	0,04	0,07	0,09	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,19	0,22	0,22	0,22
GOZ	**mln PLN/rok**	**5**	**8**	**10**	**13**	**24**	**35**	**46**	**57**	**68**	**68**	**70**	**72**	**71**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415
- zużycie	TWh	0,01	0,02	0,03	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17
EWM	**mln PLN/rok**	**0**	**0**	**0**	**0**	**54**	**109**	**164**	**220**	**276**	**391**	**533**	**552**	**545**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468
- zużycie	TWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,23	0,35	0,47	0,59	0,84	1,14	1,18	1,17
Rynek WEK, w tym:	**mln PLN/rok**	**3 177**	**3 507**	**3 156**	**2 756**	**2 466**	**2 242**	**2 121**	**1 991**	**1 852**	**1 666**	**1 570**	**1 626**	**1 607**
Źródła węglowe / biomasowe	**mln PLN/rok**	**2 513**	**2 314**	**2 088**	**1 836**	**1 633**	**1 430**	**1 080**	**692**	**268**	**0**	**0**	**0**	**0**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415
- zużycie	TWh	6,06	5,58	5,03	4,42	3,94	3,45	2,60	1,67	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00
Źródła gazowe	**mln PLN/rok**	**663**	**1 194**	**1 068**	**920**	**832**	**813**	**1 041**	**1 298**	**1 584**	**1 666**	**1 570**	**1 626**	**1 607**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	890	1 133	758	508	383	320	320	320	320	320	320	320	320
- zużycie	TWh	0,75	1,05	1,41	1,81	2,17	2,54	3,25	4,05	4,94	5,20	4,90	5,07	5,02
Elektrownie atomowe	**mln PLN/rok**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527
- zużycie	TWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszty dystrybucji	**mln PLN/rok**	**932**	**968**	**1 005**	**1 041**	**1 049**	**1 057**	**1 065**	**1 074**	**1 082**	**1 082**	**1 122**	**1 183**	**1 163**
- koszt jednostkowy: część stała	PLN/MW	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
- koszt jednostkowy: cześć zmienna	PLN/MWh	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
- maksymalne roczne zapotrzebowanie na moc	MW	1 465	1 523	1 580	**1 638**	1 651	1 664	1 676	1 689	**1 702**	**1 702**	**1 766**	**1 862**	**1 830**
- zużycie	TWh	7,46	7,64	7,82	8,00	8,04	8,08	8,12	8,16	8,20	8,20	8,40	8,70	8,60
Koszty magazynowania energii z OZE (PV, EWL, µEW, EWM)	**mln PLN/rok**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174
- udział energii wytwarzanej z PV, EWL, µEW, EWM w zużyciu energii	%	8%	12%	16%	20%	22%	23%	25%	26%	28%	32%	37%	37%	37%
- pojemność magazynów energii	GWh	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacji TETIP Warszawy 2020→2050

❖ **Porównanie kosztów transformacji**

	WYSZCZEGÓLNIENIE	MODEL 0	MODEL 3
Wyniki porównania pod kątem ekonomicznym			
A.	**Łączna wartość kosztów (mln zł)**	**449 237 mln zł**	**413 153 mln zł**
B.	Łączna zdyskontowana wartość kosztów (mln zł)	255 287 mln zł	241 446 mln zł
C.	Zdyskontowany efekt ilościowy (mln osób)	35,272 mln osób	35,272 mln osób
D.	DGC [zł/os./rok] (B/C)	7 527 zł/os./rok	7 119 zł/os./rok

Model 3 jest rozwiązaniem, przy którym łączny koszt uzyskania jednostki efektu ilościowego jest niższy niż w modelu 0.

- ❖ w modelu 3 założono skoordynowanie planów inwestycyjnych warszawskich elektrociepłowni z planowanym tempem odłączeń od sieci ciepłowniczej. **W przypadku braku takiej koordynacji prawdopodobne jest wystąpienie dodatkowych kosztów związanych z utrzymaniem źródeł ciepła**,
- ❖ założenie dla modelu 3 dotyczące pojemności magazynów energii (2,7 GWh) niezbędnych w celu osiągnięcia udziału źródeł OZE z produkcją wymuszaną na poziomie ok. 90% **– ewentualne zwiększenie pojemności magazynów (ponad przyjętą wartość) wiązać się będzie z przyrostem kosztów funkcjonowania systemu elektroenergetycznego**.

Trendy społeczne

Społeczeństwo

Orientacja proekologiczna

- Popiera działania ograniczające emisję gazów cieplarnianych domagająca się szybkiej dekarbonizacji gospodarki
- Zorientowana na ochronę klimatu i środowiska naturalnego

Orientacja sceptyczna

- Krytycznie odnosi się do koncepcji ograniczania emisji gazów cieplarnianych
- Popiera działania utrzymujące konwencjonalne źródła energii jako podstawę systemu energetycznego
- Sceptycznie traktuje politykę ochrony klimatu i środowiska naturalnego

Główne wnioski:

- Obydwie orientacje występują w świadomości większości badanych kategorii społecznych. Orientacja proekologiczna nie występuje jedynie w przypadku kategorii osób o niskich kwalifikacjach.
- Wyraźna narracja proekologiczna występuje w wypowiedziach wyższych specjalistów, uczniów i studentów oraz emerytów.

Zróżnicowanie opinii pomiędzy poszczególnymi klasami i warstwami społecznymi wskazuje, że podstawowy dylemat transformacji energetycznej **„ile węgla, ile OZE?”** pozostaje na poziomie świadomości społecznej **nierozstrzygnięty**.

Trendy społeczne

Grupy podmiotów – badania jakościowe

Orientacja proekologiczna

- Popiera działania ograniczające emisję gazów cieplarnianych domagająca się szybkiej dekarbonizacji gospodarki
- Zorientowana na ochronę klimatu i środowiska naturalnego

Orientacja sceptyczna

- Krytycznie odnosi się do koncepcji ograniczania emisji gazów cieplarnianych
- Popiera działania utrzymujące konwencjonalne źródła energii jako podstawę systemu energetycznego
- Sceptycznie traktuje politykę ochrony klimatu i środowiska naturalnego

Główne wnioski:

- Zdecydowana orientacja proekologiczna występuje w przypadku badanego, który reprezentuje dużą międzynarodową firmę przemysłową. Z kolei zdecydowaną orientację sceptyczną reprezentuje przedstawiciel MSP (firma przemysłowa, zatrudniająca ok. 100 osób). Pozostali badani reprezentują **orientację mieszaną**, to znaczy **dostrzegają wagę kwestii odchodzenia systemu energetycznego od węgla w kierunku OZE, ale zarazem sceptycznie oceniają realne działania w tej kwestii**.

- Badanie wykazało **istnienie dwojakiego typu uwarunkowań, wpływających na stosunek badanych do transformacji energetycznej**. Pierwszy typ uwarunkowania – to obiektywna sytuacja biznesowa. Uwarunkowanie to prowadzi do orientacji proekologicznej. Drugi typ uwarunkowania - to zbiór czynników subiektywnych, takich jak: niechęć do podejmowania ryzyka, nieufność wobec otoczenia, brak wiedzy techniczno-ekonomicznej, sprzeczne przekazy medialne, polaryzacja opinii publicznej.

Perspektywy rozwoju podsektorów energetycznych w Mieście

Podsektor ciepłowniczy

Pomimo prognozowanego rozwoju Miasta (przyrostu liczby mieszkańców oraz liczby budynków), **zapotrzebowanie na ciepło sieciowe wytworzone w lokalnych źródłach WEK będzie stopniowo malało**.

- Główne przyczyny: pasywizacja budownictwa oraz postępująca elektryfikacja ciepłownictwa.
- Infrastruktura ciepłownicza **nie będzie rozwijana.** Działania operatorów będą ograniczały się do utrzymania właściwego stanu technicznego sieci.
- Sieć ciepłownicza **będzie funkcjonować na obszarze występowania dużej liczby budynków zabytkowych**, dla których działania pasywizacyjne będą ograniczone.

Podsektor gazowy

- **zapotrzebowanie na gaz będzie ulegało obniżeniu**. Wynika to z **redukcji potrzeb związanych z zasilaniem kuchenek gazowych** (zastąpienie kuchenkami elektrycznymi), **redukcji potrzeb związanych z gazowymi podgrzewaczami wody** (zastąpienie ich podgrzewaczami elektrycznymi lub pompami ciepła) oraz redukcji związanej z **zastąpieniem kotłów gazowych** (ciepło z pomp ciepła).
- Wyłączeniom z eksploatacji będą podlegać sieci średniego oraz niskiego ciśnienia znajdujące się na terenie Miasta.

Perspektywy rozwoju podsektorów energetycznych w Mieście

Podsektor energii elektrycznej

- Najważniejsza rola sektora – istotny wzrost zapotrzebowania na moc i energię.
- Szacuje się, że maksymalny pobór mocy elektrycznej wzrośnie z poziomu 1 337 MW (2020 rok) do poziomu 2 100 MW (2050 rok). W kontekście tych zmian zwrócono uwagę na konieczność przemodelowania infrastruktury technicznej w obszarze przesyłu oraz dystrybucji.
- Infrastruktura techniczna służąca do przesyłu i dystrybucji energii będzie wymagała przemodelowania, tak aby umożliwiała efektywną z punktu widzenia techniki i ekonomii oraz dobrą jakościową realizację zasady współużytkowania zasobów KSE

Podsektor paliw płynnych w transporcie

- Paliwa płynne wykorzystywane w sektorze transportu **zostaną znacząco ograniczone na rzecz elektryczności.** Prognozuje się, że w roku 2050 całkowicie zostanie wyeliminowany diesel oraz LPG, natomiast benzyna będzie miała marginalny udział w strukturze zużycia energii w tym podsektorze.

Wnioski z oceny sektora energetycznego m.st. Warszawy pod kątem jego transformacji w kierunku elektroprosumeryzmu

- Wykonawca podtrzymuje rekomendację dążenia dla wdrożenia modelu 3.
- Transformacja sektora energetyki w Warszawie w kierunku elektroprosumeryzmu **nie może obyć się bez pierwszego kroku w postaci pasywizacji budownictwa**. Jedynym odstępstwem w tym zakresie będzie segment budynków objętych ochroną konserwatorską.
- Wykonawca podtrzymuje wniosek z poprzednich etapów w zakresie dalszego funkcjonowania sieci ciepłowniczej.
- Pompy ciepła podstawą zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców Warszawy.
- Wykonawca podtrzymuje, iż **struktura źródeł wytwórczych OZE przewidziana do zastosowania w modelu 3 jest wystarczająca dla zaspokojenia potrzeb energetycznych w zakresie energii elektrycznej i możliwa do wdrożenia** na terenie miasta oraz otuliny warszawskiej z uwzględnieniem EWM, przy marginalnym (ok. 3% w 2050 roku) udziale WEK.
- Miks źródeł OZE proponowany w modelu 3 (PV, EWL, EW, EB, GOZ) pozwala na zaspokojenie w 2050 roku niezbędnej mocy elektrycznej przez około 1300 godzin w ciągu roku (14%). Występujące niedobory mocy będą musiały być zbilansowane dostawami zewnętrznymi (EWM) oraz w dalszej kolejności z JREE.
- Przy obecnym sposobie przyłączania instalacji źródeł OZE do sieci elektroenergetycznych, istniejąca infrastruktura (m.in. stacje transformatorowe, linie kablowe, …) nie pozwala na przyłączenie planowanych mocy.

Wnioski z oceny sektora energetycznego m.st. Warszawy pod kątem jego transformacji w kierunku elektroprosumeryzmu

- Przeprowadzona analiza z wykorzystaniem szacowanych profili zmienności zapotrzebowania na energię ogranicza konieczność rozbudowy sieci z obecnego poziomu wykorzystania mocy 1,3 GW do 1,7 GW (w roku 2050 dla modelu 3), co odpowiada aktualnie dostępnej mocy przyłączeniowej.
- Wykonawca przeprowadził analizę dla **wariantu testowego z blokiem jądrowym typu SMR – brak rekomendacji do wdrożenia.**

  Konieczne jest wprowadzenie zmian legislacyjnych w zakresie sposobu przyłączania instalacji wytwórczych OZE, w tym dopuszczenie terminali STD.
- Realizacja postulatów transformacji energetycznej wymaga **zmiany w programie nauczania szkolnego** i ukierunkowanie go na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu.
- Konieczne jest opracowanie programu dojścia do elektroprosumeryzmu w trzech segmentach napięć sieciowych nN, SN i 110 kV, w tym opracowanie modelu pozwalającego korzystać podmiotom z zasobów sieciowych KSE na zasadzie współużytkowania sieci elektroenergetycznej.

Rekomendacje

- *Wykonawca* rekomenduje **konieczność zacieśnienia współpracy z przedsiębiorstwami energetycznymi** działającymi na terenie miasta w celu bieżącej wymiany informacji dotyczących planów rozwojowych tych spółek, co pozwoli miastu skoordynować swoje działania w zakresie transformacji energetycznej uwzględniając plany tych przedsiębiorstw. W tym względzie **proponujemy wydzielenie/utworzenie w Urzędzie Miasta dedykowanej komórki** odpowiedzialnej za to zadanie.
- *Wykonawca* rekomenduje rozważenie zasadności **powołania osobnej komórki** w strukturze UM m.st. Warszawy zajmującej się **rozwojem kompetencji własnych** w zakresie elektroprosumeryzmu oraz dalszym propagowaniem nowych rozwiązań wśród mieszkańców (kampanie promocyjne).
- *Wykonawca* podtrzymuje rekomendacje z etapu I oraz II wskazujące na **konieczność zaangażowania wszystkich komórek Urzędu Miasta. Za wizję transformacji sektora jest odpowiedzialny cały Urząd**, w którym musi nastąpić zrozumienie i przekonanie dla konieczności wdrożenia rozwiązań bazujących na elektroprosumeryzmie tak, aby ze strony władz miejskich po opracowaniu modelu funkcjonowania sektora energetycznego wypłynął do mieszkańców **spójny komunikat o znaczeniu i potrzebie przeprowadzenia zmian**.
- Konieczne jest wypracowanie w ramach możliwości **samorządu mechanizmów wzmacniających nacisk na tempo zmian w zakresie pasywizacji zasobów budynkowych**. Przyspieszenie procesu pasywizacji budynków jest priorytetem. Odrębną kwestią jest pasywizacja budynków objętych ochroną konserwatorską. Budynki te wymagają indywidualnego podejścia.

Rekomendacje

- *Wykonawca* rekomenduje, aby w zakresie zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców **postawić na upowszechnianie pomp ciepła**.
- Zdaniem *Wykonawcy* należy **promować pompy ciepła jako źródło pierwszego wyboru** do zabezpieczenia potrzeb cieplnych nowobudowanych obiektów, nawet w sytuacji gdy obiekty te znajdują się w zasięgu sieci ciepłowniczej. **Sieć ciepłownicza powinna być, jeśli to możliwe, źródłem drugiego wyboru**.
- Przedsiębiorstwa ciepłownicze winny zmienić model funkcjonowania (proces długofalowy) i odejść od maksymalizacji sprzedaży ciepła na rzecz świadczenia usługi zapewnienia komfortu cieplnego dla użytkownika końcowego, co powinno być realizowane przy jednoczesnym spełnieniu (zaostrzających się) wymagań stawianych efektywnym systemom ciepłowniczym.
- Wykonawca rekomenduje współpracę przedstawicieli miasta z operatorami OSD i OSP oraz zainteresowanymi firmami z sektora MSP, w celu opracowania strategii zwiększającej wykorzystanie zasobów własnych.

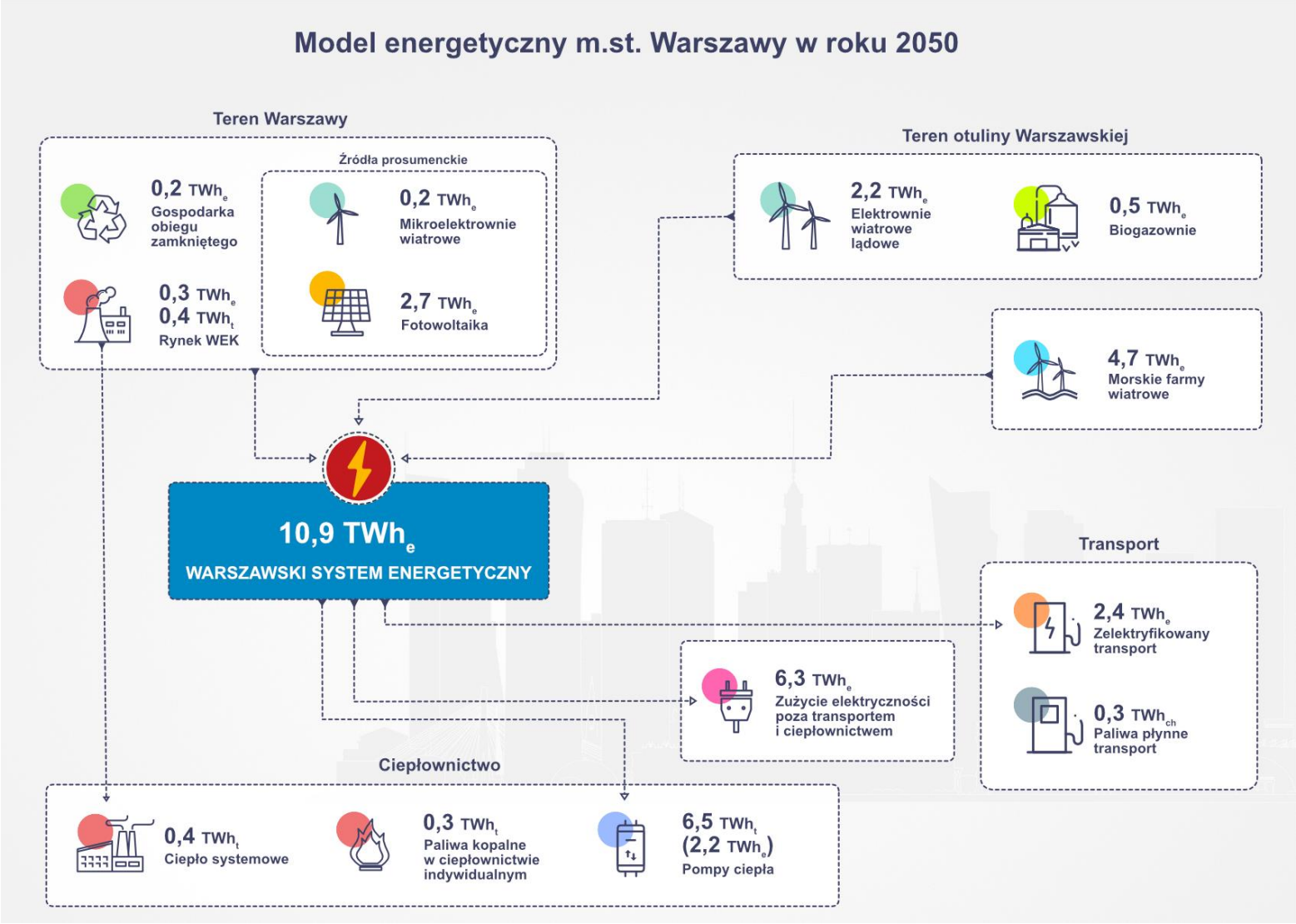
Rekomendacje

- Rekomenduje się wdrożenie rozwiązań technicznych w postaci terminali STD w obiektach użyteczności publicznej oraz udział w rynkach elektroprosumeryzmu tak szybko jak to możliwe.
- *Wykonawca* podkreśla, że **transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu jest procesem długofalowym** wymagającym budowania kompetencji nie tylko własnych Urzędu, ale również kompetencji podmiotów, które mają stanowić wsparcie dla przyszłych elektroprosumentów oraz JST.
- Wysycenie sieci elektroenergetycznej na terenie Warszawy instalacjami OZE z produkcją wymuszaną (głównie źródła PV), wymaga wykorzystania wielu rozwiązań technicznych w celu maksymalizacji współczynnika autokonsumpcji. Najbardziej efektywne w tym zakresie jest dopasowanie profilu zużycia do energii generowanej w źródłach OZE. Do wdrożenia tego typu mechanizmów na dużą skalę potrzeba zmian legislacyjnych umożliwiających łatwiejszą implementację rozwiązań, zwłaszcza, że w dużej mierze będą to rozwiązania zmieniające obecnie funkcjonujące rynki energii.
- Konieczna jest bardzo szybka **identyfikacja obiektów krytycznych** dla bezpieczeństwa miasta (infrastruktury i personalnego) w celu zweryfikowania ich odporności elektroprosumenckiej, zwłaszcza w zakresie ich funkcjonowania w przypadku chwilowego braku dostępu do energii.

Rekomendacje

- W elektroprosumeryzmie **wielkie jednostki wytwórcze zastępowane są przez rozproszoną generację**, która powinna być dopasowana do lokalnych potrzeb.
- ***Wykonawca* rekomenduje podjęcie z operatorem systemu przesyłowego (PSE) rozmów w zakresie zapewnienia zdolności przesyłowych energii elektrycznej z morskich farm wiatrowych do Warszawy**.
- *Wykonawca* podtrzymuje rekomendację z etapu I i II w zakresie **pilnego ukierunkowania szkolnictwa zawodowego i wyższego** na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu.
- Postuluje się intensyfikację działań zmierzających do obniżenia dotychczasowej wysokiej zależności mieszkańców Warszawy od komunikacji indywidualnej i zwiększenie roli komunikacji zbiorowej. Potrzebny jest zwłaszcza rozwój szybkich połączeń z terenami podmiejskimi.
- Na podstawie weryfikacji sił rynkowych w zakresie planowanych technologii i rozwiązań, dostępności materiałów oraz sił wytwórczych, **potwierdzono wystarczający potencjał dla możliwości wdrożenia modelu 3**.
- Konieczność wywierania nacisku na ustawodawcę w celu zwiększenia możliwości wprowadzenia prawa lokalnego i mechanizmów skutecznego jego egzekwowania.
- Rekomendujemy podjęcie współpracy z Parlamentarnym Zespołem ds. Prawa Elektrycznego ze względu na możliwość odziaływania na tworzące się zmiany legislacyjne w kierunku wprowadzenia kluczowych założeń wymaganych do skutecznego wdrożenia elektroprosumeryzmu w m.st. Warszawa w aspekcie lokalnego prawodawstwa.

Model transformacji energetycznej m.st. Warszawy do elektroprosumeryzmu



wiedza i doświadczenie

„Energopomiar” Sp. z o.o.

32 237 61 00

sekretariat@energopomiar.com.pl

Gliwice, ul. gen. J. Sowińskiego 3

www.energopomiar.com.pl