ENERGOPOMIAR

Transformacja energetyczna Warszawy do elektroprosumeryzmu (w ramach programowych 2050).

Modelowanie i pierwsze wyniki

Tomasz Słupik

dr inż. Piotr Plis

„Energopomiar” Sp. z o.o.

Konferencja Naukowo-Techniczna
„EnergoMiting – transformacja energetyki do elektroprosumeryzmu”

22 listopada 2021 r.

Cele Projektu

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.

Etapy Projektu

Etap I XI 2021

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

Analiza potencjału oraz perspektywy rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Miasta.

Etap II V 2022

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

Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050.

Etap III IX 2022

Sektor energetyczny m.st. Warszawy **w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.**

Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Realizacja rekomendacji a Model 2050.

Część I

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

Analiza potencjału oraz perspektyw rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Miasta

POLINVEST doradztwo gospodarcze

Politechnika Śląska

UCZELNIA BADAWCZA INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

ISE

Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii od 1990

INSTYTUT NA RZECZ EKOROZWOJU

GLIWICE ENERGOPOMIAR ELEKTRYKA

Zawartość raportu

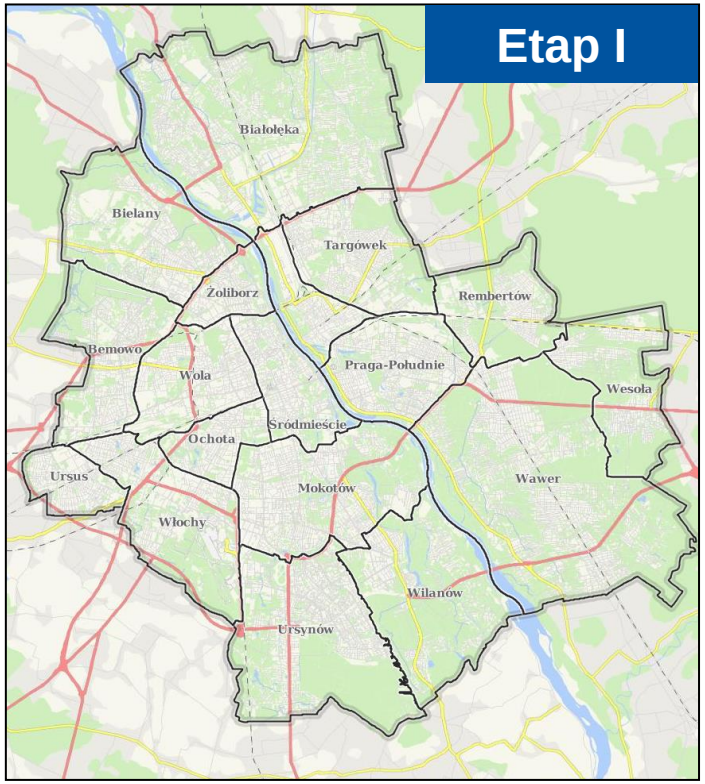
1. Diagnoza aktualnych zasobów, stanu i potencjału sektora energetycznego.
2. Prognoza potrzeb energetycznych na poziomie m.st. Warszawy: 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 i 2050.
3. Wskazanie rodzaju źródła/nośnika energii służącego pokryciu prognozowanych potrzeb energetycznych.
4. Oszacowanie **wg koncepcji business as usual** na koniec każdego roku bilansowania:
   - ❖ potencjału dostępnej mocy źródeł energii elektrycznej,
   - ❖ możliwości zaspokojenia potrzeb energetycznych Miasta,
   - ❖ poziomu substytucji nośników energii z zastosowaniem energii elektrycznej,
   - ❖ oceny możliwości technologicznych i technicznych realizacji działań.
5. Oszacowanie na koniec każdego okresu prognozy wielkości emisji gazów cieplarnianych.
6. Ocena poziomu bezpieczeństwa energetycznego Miasta możliwego do zapewnienia przez sektor energetyczny.
7. Wnioski z oceny sektora energetycznego pod kątem jego możliwej transformacji.
8. Rekomendacje dla m.st. Warszawy – charakter i zakres działań wspierających transformację.

Uwarunkowania raportu

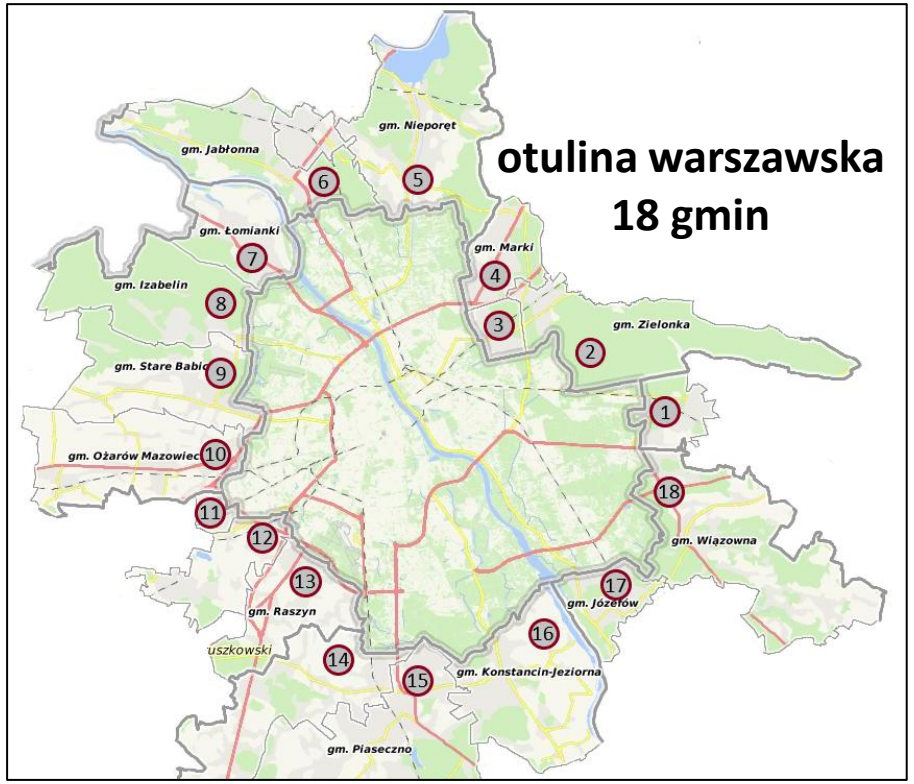
1. Obszar m.st. Warszawy w granicach administracyjnych z dnia 15 czerwca 2021 r.
2. Uwarunkowania i stan prawny na dzień 30 września 2021 r.
3. Stan prawny zmodyfikowany o zmiany już zdeterminowane, które staną się obowiązujące przed terminem przekazania raportu.
4. Materiał bazowy

   WYTYCZNE do opracowania (do budowy) „Modelu energetycznego dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu” zredagowane przez Biuro Infrastruktury Urzędu m.st. Warszawy pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Jana Popczyka; styczeń 2021 r.
5. W opracowaniu ujęto informacje od podmiotów mających wpływ na gospodarkę energetyczną na obszarze m.st. Warszawy pozyskane w drodze współpracy nawiązanej za pomocą listu poparcia wystawionego dla „Energopomiar” Sp. z o.o. przez Miasto.

Zakres terytorialny analizy



Osłona kontrolna OK(W)



Osłona kontrolna OK(W+)

Sektor energetyczny m.st. Warszawy

	Jedn.	2020	2019
Liczba odbiorców (umowy)			
ciepła	tys. szt.	19,5	19,4
gazu	tys. szt.	543	546
energii elektrycznej	tys. szt.	1 199	1 089
Roczne końcowe zużycie energii sieciowej			
ciepła	GWh	8 926	8 670
gazu	GWh	4 806	5 300
energii elektrycznej	GWh	7 116	7 500
Maksymalny pobór mocy			
w cieple sieciowym	MW	2 603	3 198
w gazie sieciowym	MW	1 290	1 345
w energii elektrycznej [zima]	MW	1 337	1 419
w energii elektrycznej [lato]	MW	1 158	1 396
Zdolności wytwórcze w Mieście			
ciepło sieciowe	MW	4 413	4 317
energia elektryczna [zima]	MW	891	891
energia elektryczna [lato]	MW	252	252

	Jedn.	2020	2019
Podsektor ciepłowniczy			
Długość sieci ciepłowniczych	km	1 872	1 846
Procent sieci w technologii preizolowanej	%	53	52
Liczba kotłowi lokalnych	szt.	752	752
Podsektor gazowniczy			
Długości sieci gazowych			
wysokiego ciśnienia	km	34,3	25,3
średniego ciśnienia	km	1 932	1 914
niskiego ciśnienia	km	966	967
Podsektor elektroenergetyczny			
Długość linii elektroenergetycznych:			
napięcie 400 kV	km	10,8	10,8
napięcie 220 kW	km	43,4	43,4
napięcie 110 kV	km	567	568
napięcie 15 kV	km	8 173	8 132
napięcie 0,4 kV	km	9 925	9 786

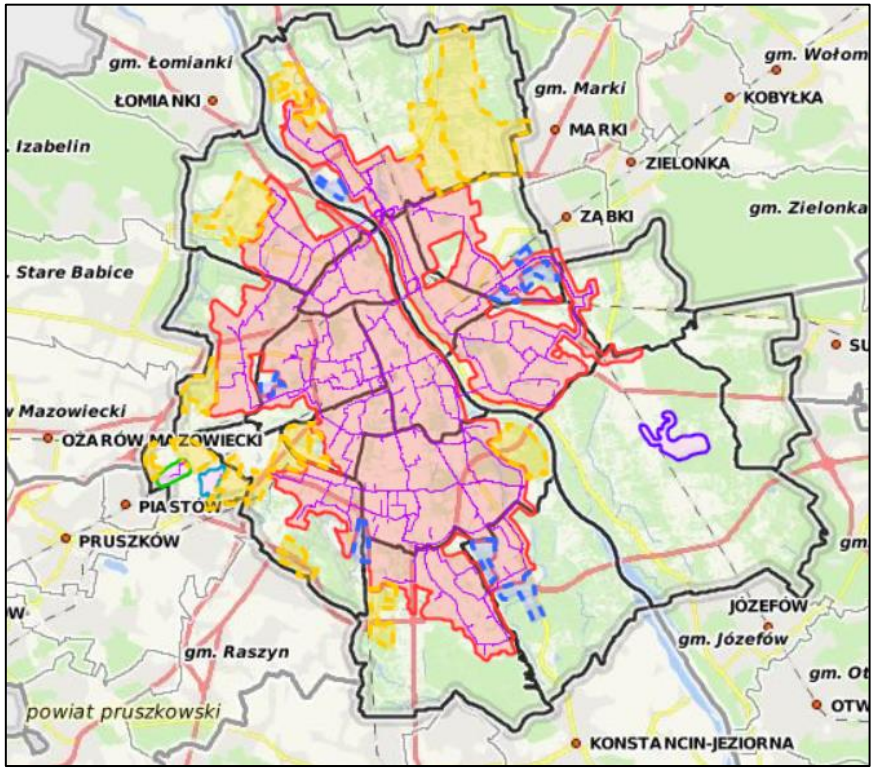
Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Podsektor ciepłowniczy

Dominujący dystrybutor ciepła – Veolia Energia Warszawa S.A.

- **Warszawski System Ciepłowniczy** – długość sieci ciepłowniczej ok. 1800 km;
- **Międzyleski System Ciepłowniczy** – długość sieci ciepłowniczej ok. 15,4 km;
- **Lokalne systemy ciepłownicze** – dzielnica Ursus; zasilane z kotłowni gazowych.

Warszawski System Ciepłowniczy – struktura pierścieniowa, zasilanie:

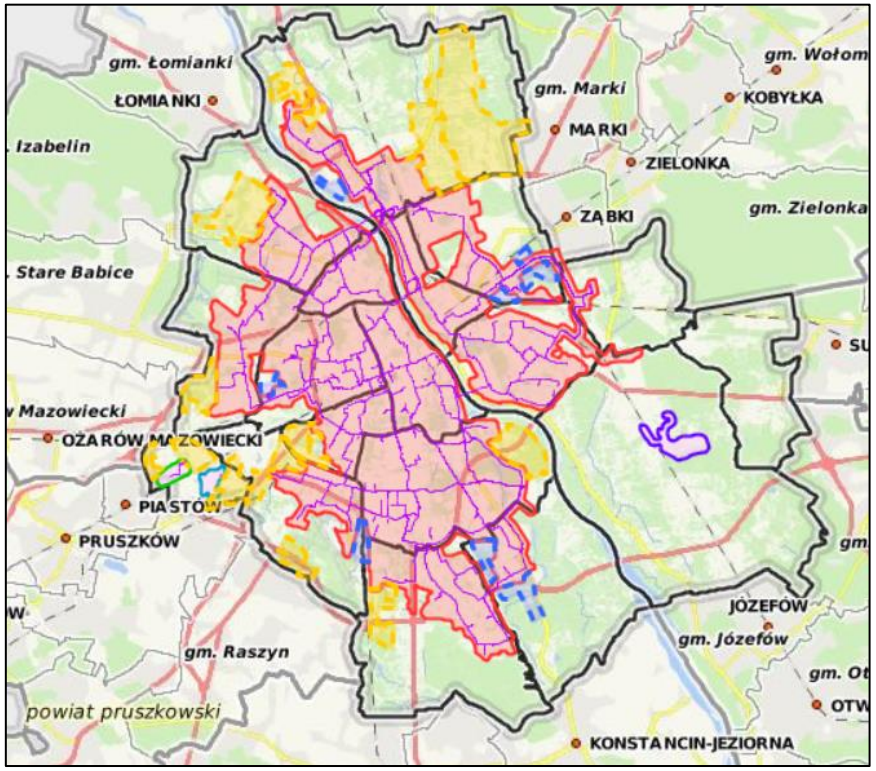
- Elektrociepłownia Siekierki,
- Elektrociepłownia Żerań,
- Ciepłownia Kawęczyn,
- Ciepłownia Wola,
- ZUO-2 Targówek – MPO w m. st. Warszawie Sp. z o.o.



Zasięg centralnej sieci
Zasięg sieci Ciepłowni Międzylesie
Zasięg sieci Elektrociepłowni Ursus
Zasięg sieci kotłowni gazowych w Ursusie
Obszary potencjalnie w zasięgu sieci
Obszary w zasięgu sieci do podłączenia
Magistralna sieć

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Podsektor ciepłowniczy

Liczba przedsiębiorstw zajmujących się dystrybucją ciepła sieciowego	**4**
Liczba odbiorców ciepła (wg umów)	**19,54 tys.**
Łączna długość sieci ciepłowniczej w tym sieci preizolowane	**1 872 km** 996 km (53,2%)
Zdolności wytwórcze źródeł zlokalizowanych na terenie miasta	**4 413 MW**
Maksymalny pobór mocy w cieple sieciowym	**2 603 MW**
Moc w cieple zamówiona przez odbiorców końcowych	**5 813 MW**
Moc w cieple zamówiona w źródłach wytwórczych	**3 945 MW**
Roczne końcowe zużycie ciepła sieciowego	**8 926 GWh**
Ciepło wyeksportowane do sieci	**10 195 GWh**
Stopień pokrycia zapotrzebowania na ciepło c.o. w Mieście przez sektor ciepłowniczy (ciepło sieciowe)	**ok. 80%**



Zasięg centralnej sieci
Zasięg sieci Ciepłowni Międzylesie
Zasięg sieci Elektrociepłowni Ursus
Zasięg sieci kotłowni gazowych w Ursusie
Obszary potencjalnie w zasięgu sieci
Obszary w zasięgu sieci do podłączenia
Magistralna sieć

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Podsektor elektroenergetyczny

Liczba operatorów systemów elektroenergetycznych o napięciu 15 kV i wyższym	**11**
Liczba odbiorców energii elektrycznej (wg umów) w tym gospodarstwa domowe	**1 199 tys.** 1 038 tys. (86,6%)
Liczba odbiorców energii elektrycznej TPA	**9,6%** wszystkich odbiorców
Łączna długość linii energetycznych w tym linie kablowe	**18 719 km** 15 565 km (83,6%)
Roczne końcowe zużycie energii elektrycznej	**7 116 MW**
Zdolności wytwórcze w okresie zimowym	**891 MW**
Zdolności wytwórcze w okresie letnim	**252 MW**
Maksymalny pobór mocy w okresie zimowym	**1 337 MW**
Maksymalny pobór mocy w okresie letnim	**1 158 MW**
Produkcja energii elektryczne z OZE	**267 GWh**
Liczba prosumentów	**5 092**

Główny **Operator Systemu Dystrybucyjnego (OSD) - innogy Stoen Operator Sp. z o.o.** (ponad milion odbiorców)

Elektrociepłownie:

- EC Siekierki (PGNiG Termika SA) - 650 MW_{el}
- EC Żerań (PGNiG Termika SA) - 374 MW_{el}
- STUOŚ na terenie oczyszczalni „Czajka" (MPWiK) - 8,6 MW_{el}
- EC ZUO-2 Targówek (MPO) - 2,47 MW_{el}
- EC Regaty (PGNiG Termika ER) - 1,165 MW_{el}

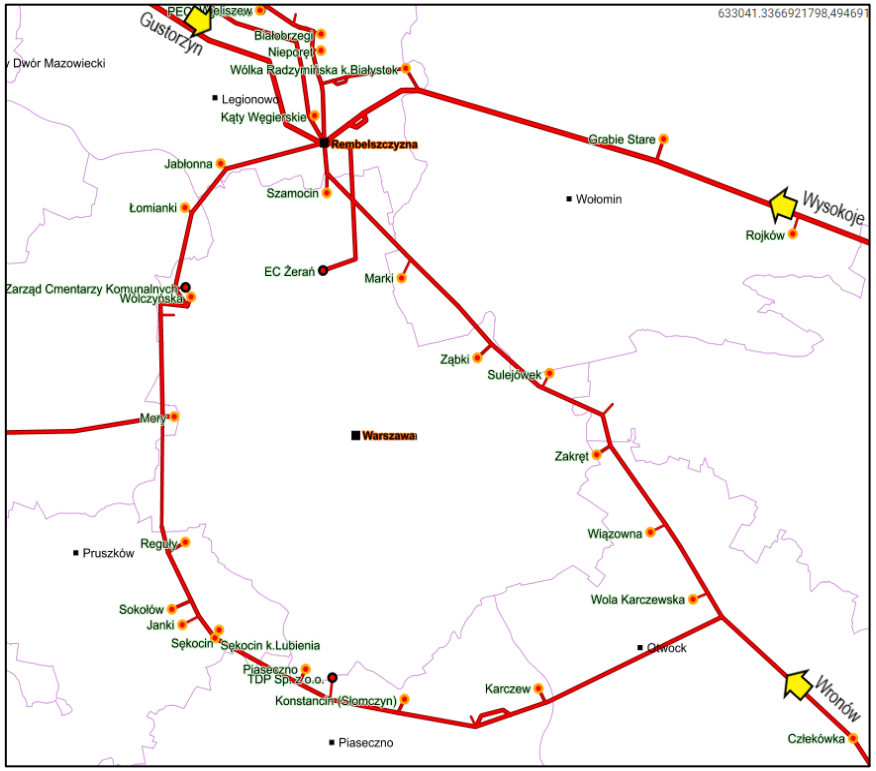
Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Podsektor gazowniczy

Sieć gazowa wysokiego ciśnienia

Długość gazociągów tworzących pierścień wysokiego ciśnienia wokół Warszawy	123 km
Stopień wykorzystania gazociągów Gaz-Systemu zasilających pierścień warszawski	35,5%
Długość sieci wysokiego ciśnienia na terenie Warszawy	38,3 km
Wykorzystanie przepustowości przesyłowej pierścienia	84,6%
Liczba stacji redukcyjnych I stopnia zasilających Warszawę	13 szt.
Przepustowość stacji redukcyjnych I stopnia zasilających Warszawę	4 185 MW

Pierścień w 46% pracował na potrzeby zasilania m.st. Warszawy

Pierścień gazowy wysokiego ciśnienia



GAZ-System S.A. (OSP)
Polska Spółka Gazownictwa o/Warszawa (OSD)

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Podsektor gazowniczy

Sieć gazowa średniego i niskiego ciśnienia

Łączna długość gazociągów dystrybucyjnych	**2 898 km**
Sieci średniego ciśnienia udział w sieci dystrybucyjnej	**1 932 km** 66,7%
Łączna długość sieci niskiego ciśnienia	**966 km**
Liczba przyłączy gazowych	**92 489 szt.**
Liczba stacji redukcyjnych II stopnia	**64 szt.**
Rezerwa przepustowości w stacjach redukcyjnych II stopnia	**72%**

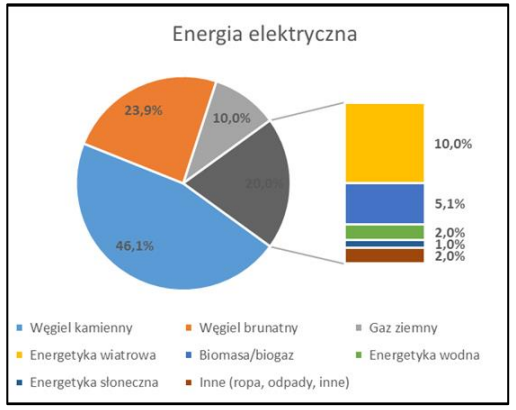
- Rynek gazowy zdominowany przez jednego operatora systemu dystrybucyjnego.
- Zdolności dosyłowe gazu do węzła Rembelszczyzna znacząco przekraczają potrzeby aglomeracji warszawskiej – w skali zaopatrzenia samego Miasta nie stanowią wąskiego gardła.
- Bezpieczeństwo energetyczne uzależnione od inwestycji w infrastrukturę dosyłową (poza granicami Miasta).

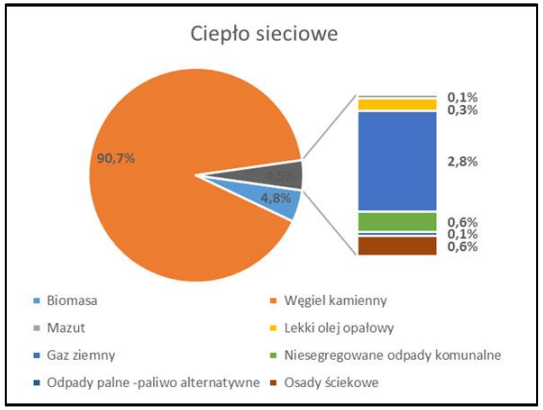
- Ograniczone możliwości przesyłowe pierścienia warszawskiego.
- Tereny zlokalizowane na południu Stolicy zagrożone brakiem dostaw gazu – jak wyżej.
- Brak rezerw dystrybucyjnego systemu gazowego w Mieście w warunkach ciągłej dostawy gazu przy niskich temperaturach otoczenia.
- Ograniczenie zaopatrzenia północnej części Warszawy w gaz – przepustowość stacji redukcyjnych I stopnia.

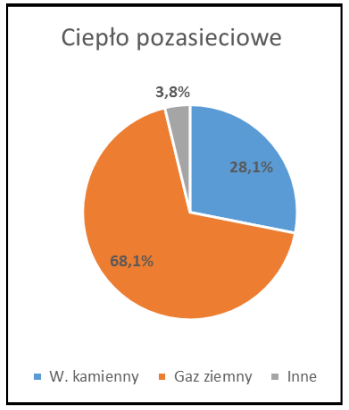
Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Bilans energetyczny – energia końcowa

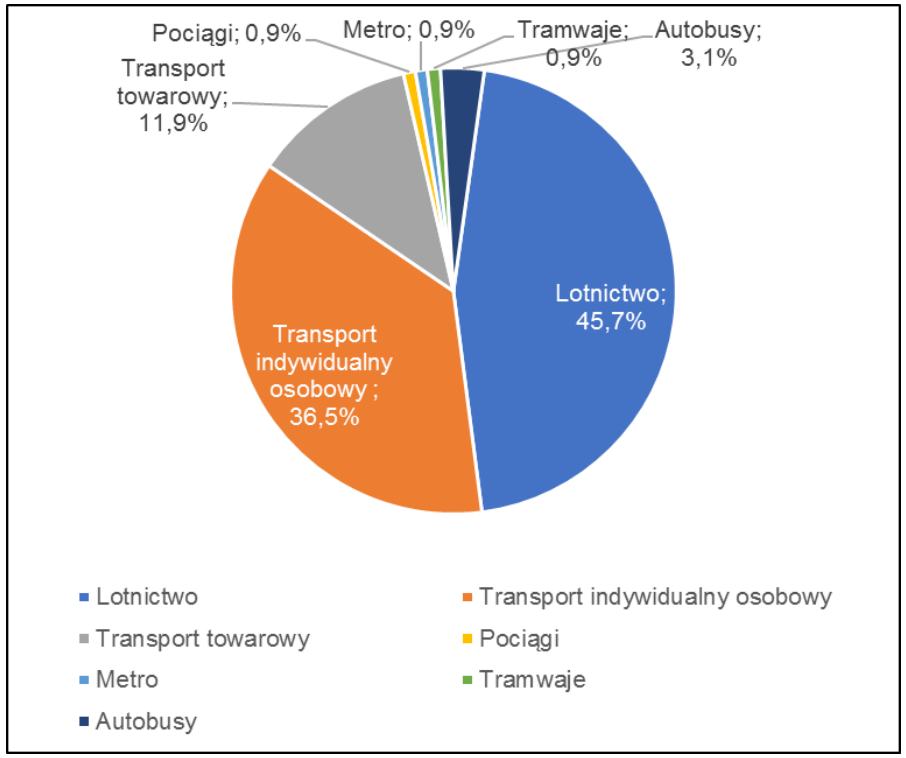
Stan na koniec 2020 r.

Lp.	Rodzaj energii	Jednostka	Zapotrzebowanie
1	Energia elektryczna	TWh_e	7,10
2	Ciepło sieciowe	TWh_c	8,90
3	Ciepło poza sieciowe	TWh_c	3,70
4	Gaz ziemny z sieci	TWh_{chem}	4,81
5	Transport lądowy	TWh_{chem}	6,94
6	Transport lotniczy	TWh_{chem}	5,81









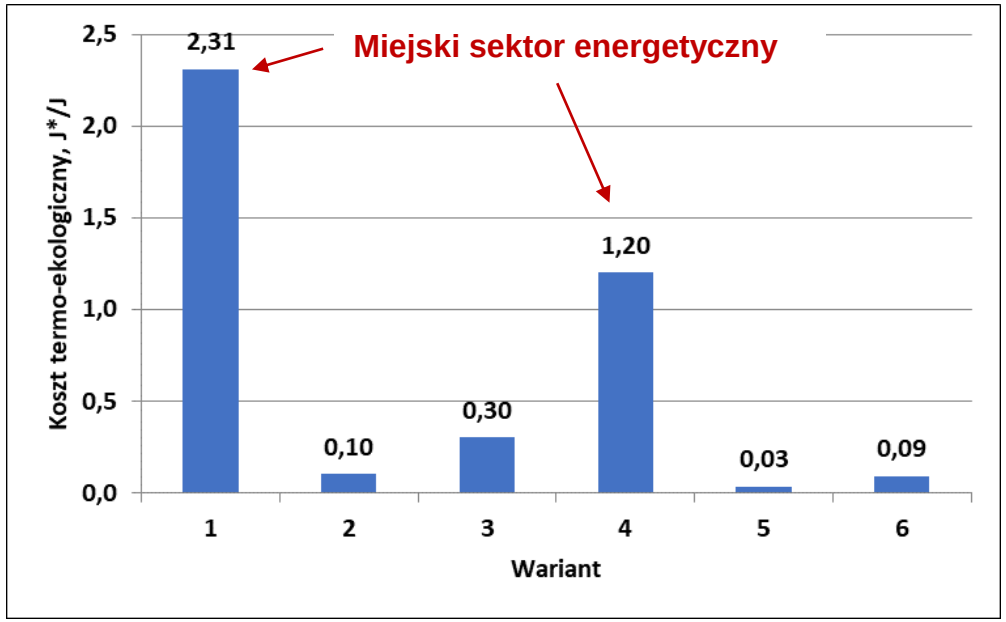
Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Bilans energetyczny – koszt termoekologiczny

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.

Im niższa wartość, tym mniejszy wpływ na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych.

Przykładowo wartość kosztu termo-ekologicznego energii elektrycznej produkowanej w elektrowni węglowej równa 3 MWh*/MWh (lub 3 J*/J) oznacza, że aby wyprodukować 1 MWh energii elektrycznej, należało zużyć 3 MWh* nieodnawialnej energii (egzergii) pierwotnej bogactw naturalnych.

* wskazuje na skumulowany nakład nieodnawialnej energii pierwotnej wyznaczony dla globalnej osłony bilansowej



Koszt termo-ekologiczny dla:

a) **elektryczności**: 1 – dla obecnej struktury systemu energetycznego miasta Warszawa, 2 – dla elektrowni wiatrowej, 3 – dla elektrowni fotowoltaicznej,
b) **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.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Miejskie zasoby budynkowe

- Analiza stanu zasobów budynkowych w podziale na rodzaje budynków (mieszkalne: jedno- i wielorodzinne oraz niemieszkalne) oraz ich strukturę wiekową.
- Trendy rozwojowe w tym obszarze do roku 2050 ze wskazaniem prognozy zapotrzebowania na energię w tej perspektywie czasowej.

Budynki mieszkalne - stan na koniec 2020 r.

Rok oddania do użytkowania	Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową		Zapotrzebowanie na energię użytkową	
	jednorodzinne, kWh/m^{2}rok	wielorodzinne, kWh/m^{2}rok	jednorodzinne, GWh/rok	wielorodzinne, GWh/rok
do 1917	224,78	216,00	7,217	196,626
1918 - 1944	198,14	190,40	149,796	618,904
1945 - 1970	139,87	134,40	221,086	1 475,255
1971 - 1978	102,40	98,40	53,944	590,386
1979 - 1988	82,42	79,20	74,515	349,604
1989 - 2002	94,91	91,20	215,271	556,563
2003 - 2013	68,68	66,00	124,587	703,022
2014 - 2020	56,20	54,00	46,873	408,554
RAZEM			**893,288**	**4 898,916**

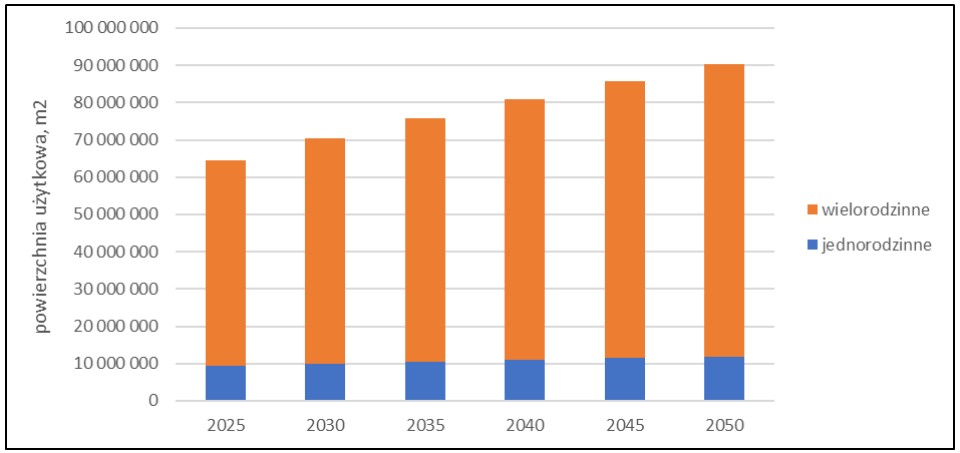
Budynki niemieszkalne - stan na koniec 2020 r.

Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową, kWh/m^{2}rok	
Przemysł	55,207
Pozostałe	88,337
Zapotrzebowanie na energię użytkową, GWh	
Przemysł	**154,78**
Pozostałe	**2 012,48**

Zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u. w budynkach mieszkalnych – 1 595 GWh

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Miejskie zasoby budynkowe – prognozy

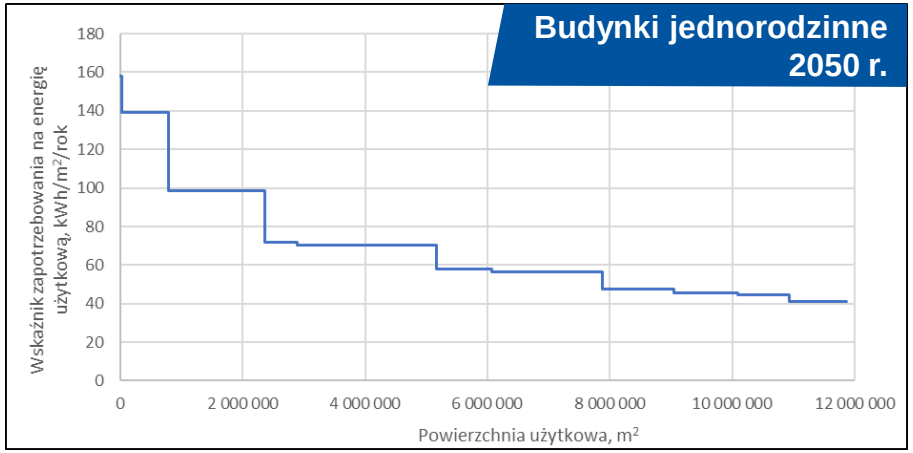
Prognozowane zmiany w zakresie budynków mieszkalnych



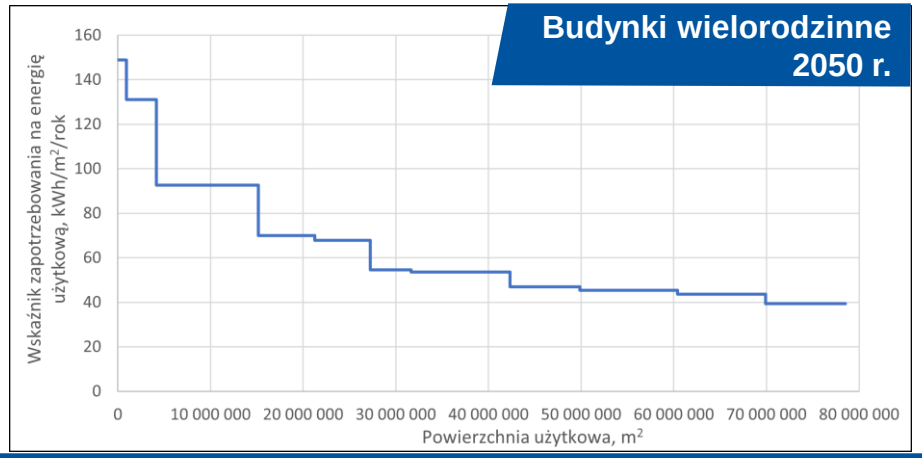
Zmiana zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby c.o., GWh

Typ budynku	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
jednorodzinne	893,29	890,94	893,44	877,41	853,25	826,08	797,18
wielorodzinne	4 898,92	5 008,10	5 082,20	5 098,40	5 037,43	4 937,44	4 812,90
SUMA	**5 792,20**	**5 899,03**	**5 975,64**	**5 975,81**	**5 890,68**	**5 763,52**	**5 610,09**

Budynki jednorodzinne 2050 r.

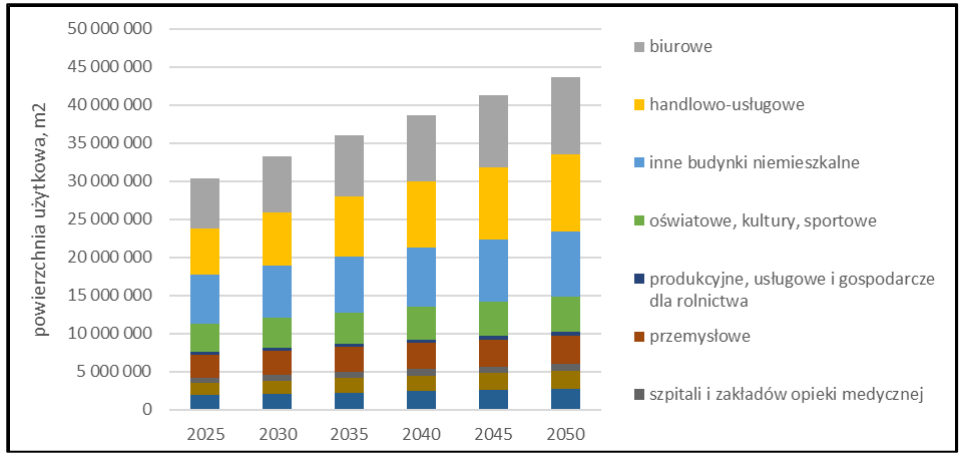


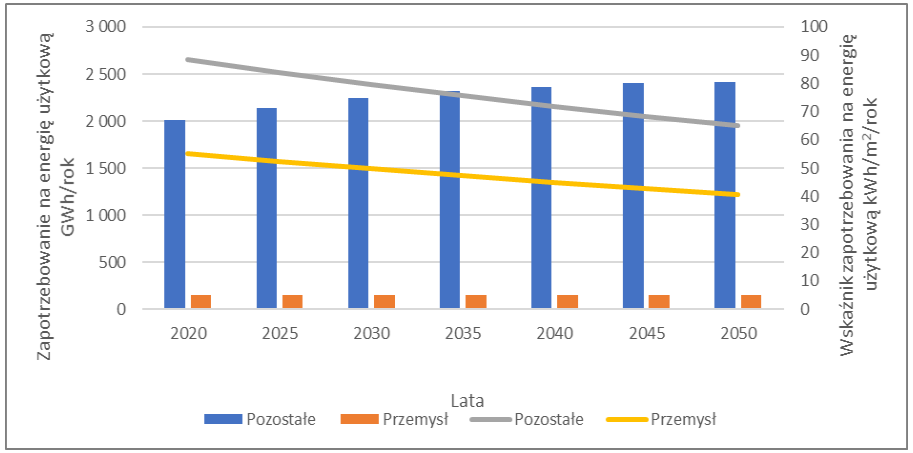
Budynki wielorodzinne 2050 r.



Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Miejskie zasoby budynkowe – prognozy

Prognozowane zmiany w zakresie budynków niemieszkalnych





Zmiana zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby c.o., GWh

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Przemysł	153,8	154,2	154,1	153,7	152,9	151,9	150,5
Pozostałe	2 012,5	2 140,5	2 239,8	2 314,0	2 366,4	2 399,7	2 416,6
SUMA	**2 166,3**	**2 294,6**	**2 393,9**	**2 467,7**	**2 519,3**	**2 551,6**	**2 567,1**

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Bezpieczeństwo energetyczne

- Analiza bezpieczeństwa miasta w podziale na energię elektryczną, gaz ziemny oraz sektor wytwarzania ciepła z zastosowaniem właściwych wskaźników niezawodności.
- Informacje dot. planów rozwojowych przedsiębiorstw na warszawskim rynku energetycznym.
- Identyfikacja elementów do analiz SWOT.

Energia elektryczna

Wskaźnik	rok			
	2017	2018	2019	2020
Udział dominującego dystrybutora (wg liczby klientów)	97,7%	97,6%	97,5%	97,6%
Przerwy planowane				
SAIDI bez katastrofalnych [min]	9,05	11,44	8,72	7,2
SAIDI z przerwami katastrofalnymi [min]	9,05	11,44	8,73	7,2
SAIFI bez przerw katastrofalnych	0,11	0,15	0,19	0,12
SAIFI z przerwami katastrofalnymi	0,11	0,15	0,19	0,12
MAIFI	0,02	0,03	0,05	0,02
Przerwy nieplanowane				
SAIDI bez katastrofalnych [min]	64,86	54,94	41,71	37,38
SAIDI z przerwami katastrofalnymi [min]	69,81	56,19	43,79	38,24
SAIFI bez przerw katastrofalnych	0,95	0,94	0,75	0,59
SAIFI z przerwami katastrofalnymi	0,96	0,94	0,76	0,59
MAIFI	0,61	0,53	0,56	0,54
Przerwy łącznie				
SAIDI bez katastrofalnych [min]	73,91	66,38	50,43	44,58
SAIDI z przerwami katastrofalnymi [min]	78,86	67,62	52,51	45,44
SAIFI bez przerw katastrofalnych	1,06	1,09	0,94	0,71
SAIFI z przerwami katastrofalnymi	1,06	1,09	0,94	0,71
MAIFI	0,63	0,55	0,61	0,56

Gaz ziemny

Wielkość	2017	2018	2019	2020
Wykorzystanie mocy przesyłowej w gazociągach zasilających pierścień	38%	39%	39%	35,50%
Wykorzystanie przepustowości pierścienia	92,10%	93,50%	93,17%	84,60%
Udział Warszawy w obciążeniu stacji zasilających (wg energii)	56%	47%	51%	46%
Udział Warszawy w obciążeniu stacji zasilających (wg mocy)	38%	31%	31%	28%
SAIDI wskaźnik przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej [MIN]	60	58	57	54,5
Liczba awarii sieci gazowej w przeliczeniu na 1000 odbiorców	1,61	0,88	0,87	0,98
Sumaryczny nadmiar przepustowości w stacjach redukcyjnych I stopnia	23,70%	8,40%	13,80%	22%
Rezerwa przepustowości w stacjach redukcyjnych II stopnia	72%	72%	72%	72%
Procent odbioru obsługiwanego z systemu dystrybucyjnego w przeciążeniu zimą	14%	31%	30%	0%

Ciepło

Wielkość	2017	2018	2019	2020
Nadwyżka zdolności wytwórczych źródeł zasilających sieć ciepłowniczą [%]	19,0%	8,7%	6,7%	6,00%
Liczba awarii sieci ciepłowniczej w przeliczeniu na 1000 odbiorców	18,5	16,3	16,6	15,8

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Bezpieczeństwo energetyczne

Sektor elektroenergetyczny

SILNE STRONY	SŁABE STRONY
❖ Rozbudowana sieć średnich i wysokich napięć. ❖ Najwyższy w Polsce poziom bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej przez dominującego operatora systemu dystrybucyjnego (najniższy poziom wskaźników niezawodności). Wartości wskaźników niezawodności są w trendzie spadkowym. ❖ Wzrastający poziom względnych rezerw mocy dla transformatorów 110/15 kV oraz na niskim napięciu. ❖ Sukcesywna realizacja modernizacji sieci i urządzeń sieciowych.	❖ Zdolności wytwórcze jednostek zlokalizowanych na terenie Warszawy (zima – 891 MWe, lato – 252 MWe) nie pozwalają na pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną Stolicy (maksymalne wartości: zima – 1337 MWe, lato – 1 158 MWe). ❖ Duża zależność od zewnętrznych dostaw energii elektrycznej szczególnie w okresie letnim. ❖ Duża zależność sektora wytwarzania energii elektrycznej od węgla kamiennego.
SZANSE	**ZAGROŻENIA**
❖ Wzrost bezpieczeństwa energetycznego w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną poprzez oddanie do eksploatacji bloku BGP w EC Żerań (koniec 2021 r.) oraz poprzez planowaną budowę BGP w EC Siekierki. ❖ Planowane przez PSE inwestycje w infrastrukturę techniczna w okolicach Warszawy zwiększające bezpieczeństwo zasilania. ❖ Wzrost świadomości użytkowników energii elektrycznej przekładający się na szybkie tempo wzrostu liczby elektroprosumentów (prawie dwukrotny wzrost (r/r) w latach 2019–2020).	❖ Opóźnienia w zakresie inwestycji infrastrukturalnych (poza zakresem Miasta) wpływających na bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej (np. linia 400 kV Kozienice-Miłosna). ❖ Silnie zurbanizowana tkanka miejska uniemożliwia rozwój dużych instalacji OZE do wytwarzania energii elektrycznej. ❖ Ryzyko wystąpienia niedoborów mocy w systemie elektroenergetycznym w perspektywie po 2025 r. ❖ Regulacje prawne na poziomie europejskim i związana z nimi presja cenowa na wykorzystywanie paliw emisyjnych skutkująca koniecznością ograniczania produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem paliw kopalnych. ❖ Istotne ryzyko wzrostu cen uprawnień do emisji CO_2.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Bezpieczeństwo energetyczne

Sektor gazu ziemnego

SILNE STRONY	SŁABE STRONY
❖ Dostępność gazu ziemnego na terenie całego miasta. ❖ Dobrze rozwinięta sieć rozdzielcza. ❖ Rezerwy przepustowości w systemie rozprowadzania gazu.	❖ Monopol na warszawskim rynku gazowniczym w zakresie usług dystrybucji. ❖ Ograniczone możliwości przesyłowe pierścienia gazowego otaczającego miasto w kontekście zaopatrzenia w gaz południowej części miasta. ❖ Ograniczona przepustowość stacji redukcyjnych I stopnia zaopatrujących północną część Warszawy.
SZANSE	**ZAGROŻENIA**
❖ Duże rezerwy w przepustowości gazowych rurociągów dosyłowych do węzła Rembelszczyzna. ❖ Ukończenie w 2023 r. gazociągu Rembelszczyzna-Mory jako podstawa wzrostu bezpieczeństwa zaopatrzenia w gaz południowej części miasta.	❖ Brak pewności zachowania ciągłości dostaw gazu ziemnego w sytuacji dłuższego utrzymywania się niskich temperatur w okresie zimowym. ❖ Bezpieczeństwo energetyczne miasta w zakresie zaopatrzenia w gaz zależne jest od inwestycji w infrastrukturę przesyłową znajdującą się poza granicami Miasta. ❖ Wzrost cen za paliwo gazowe skutkujący odwracaniem się użytkowników od tego paliwa ❖ w kierunku tańszych i bardziej emisyjnych rozwiązań. ❖ Niepewna sytuacja prawna w zakresie traktowania gazu przez Komisję Europejską jako paliwa przejściowego na drodze w kierunku pełnej dekarbonizacji sektora wytwarzania energii. ❖ Istotne ryzyko wzrostu cen uprawnień do emisji CO_2.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Bezpieczeństwo energetyczne

Sektor zaopatrzenia w ciepło

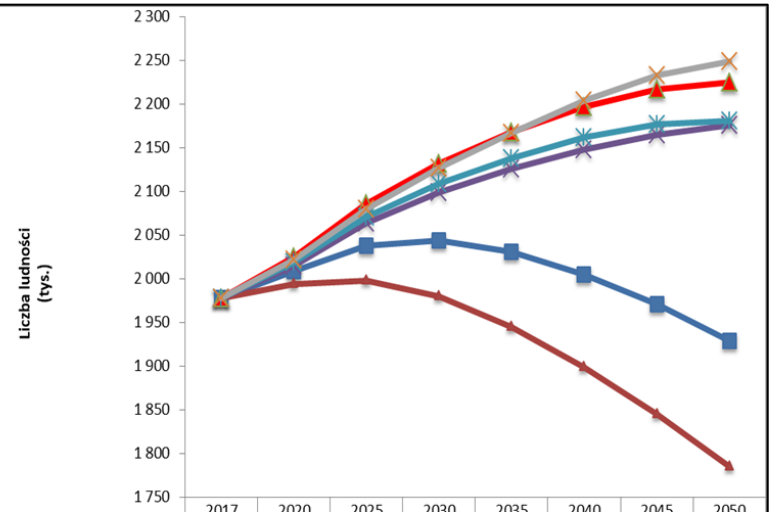
SILNE STRONY	SŁABE STRONY
❖ Wysoki i wciąż wzrastający stopień usieciowienia dostaw ciepła. ❖ Duży udział budynków podłączonych do sieci. ❖ Wzrastający stopień zdalnego sterowania pracą węzłów ciepłowniczych ❖ Inwestycje w modernizację sieci, m.in. w wymianę sieci kanałowych na rurociągi preizolowane. ❖ Ciepło wytwarzane w kogeneracji.	❖ Nadwyżka zdolności wytwórczych źródeł zasilających warszawską sieć ciepłowniczą maleje począwszy od 2017 r. i w 2020 r. wyniosła 6%. ❖ Rozproszona zabudowa na obrzeżach miasta utrudnia rozwój ciepłownictwa sieciowego.
SZANSE	**ZAGROŻENIA**
❖ Wzrost bezpieczeństwa energetycznego w zakresie zaopatrzenia miasta w ciepło poprzez budowę przyłączy gazowych do Ciepłowni Kawęczyn oraz EC Siekierki na potrzeby zasilenia nowych gazowych jednostek wytwórczych. ❖ Wzrost dostępnych rezerw mocy związany z planowanym oddaniem do eksploatacji BGP w EC Żerań (koniec 2021r.). ❖ Budowa kotłowni gazowej w EC Siekierki. ❖ Zwiększenie udziału gazu ziemnego w strukturze paliwowej głównego wytwórcy ciepła. ❖ Wzrost znaczenia rozwiązań OZE do produkcji ciepła (pompy ciepła).	❖ Brak pewności zachowania ciągłości dostaw gazu ziemnego w sytuacji dłuższego utrzymywania się niskich temperatur w okresie zimowym. ❖ Bezpieczeństwo produkcji ciepła z gazu zależne od inwestycji w infrastrukturę przesyłową znajdującą się poza granicami Miasta. ❖ Wzrost cen za paliwo gazowe – wzrost cen ciepła dla odbiorców końcowych. ❖ Niepewna sytuacja prawna w zakresie traktowania gazu przez Komisję Europejską jako paliwa przejściowego na drodze w kierunku dekarbonizacji sektora wytwarzania energii. ❖ Istotne ryzyko wzrostu cen uprawnień do emisji CO_2. ❖ W przypadku braku mechanizmów wsparcia znaczący wzrost cen ciepła sieciowego w wyniku wysokich kosztów inwestycyjnych związanych z instalacją pomp ciepła.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Bezpieczeństwo energetyczne

Sektor transportu

SILNE STRONY	SŁABE STRONY
❖ Bogatsze niż przeciętnie w Polsce społeczeństwo jest gotowe na wymianę floty pojazdów na nowe o niższym zużyciu energii – prędkość wymiany floty przekracza prędkość średnią dla kraju. ❖ Zmodernizowana i o wysokich parametrach ekologicznych na tle kraju flota pojazdów komunikacji miejskiej. ❖ Wysoka dostępność do różnego rodzaju paliw w systemie dystrybucji.	❖ Wysoka zależność społeczeństwa od komunikacji indywidualnej ze względu na sąsiedztwo Warszawy z terenami o słabej jakości komunikacji zbiorowej. ❖ Rozproszona i niskiej gęstości zabudowa mieszkaniowa na peryferiach miasta. ❖ Rozbudowa sieci dróg wysokich klas w sieci dróg krajowych na terenie miasta powoduje wysoki stopień penetracji ruchu tranzytowego w mieście. ❖ Wysoka zależność od importu paliw. ❖ Koncentryczny model rozwoju miasta powoduje słabe powiązania komunikacyjne o charakterze obwodowym - słaba oferta komunikacji publicznej pomiędzy dzielnicami. ❖ Ograniczony wpływ miasta na politykę transportową i energetyczną gmin otaczających.
SZANSE	**ZAGROŻENIA**
❖ Rozwój technologii pojazdów elektrycznych. ❖ Zwiększenie środków (unijnych) dostępnych na rozwój komunikacji zbiorowej. ❖ Zwiększenie liczby mieszkańców miasta oraz gęstości zaludnienia miasta może zwiększyć liczbę osób preferujących poruszanie się komunikacją zbiorową. ❖ Wyprowadzenie transportu lotniczego poza granice m.st. Warszawy, które może znacznie obniżyć zapotrzebowanie na energię dla transportu w granicach miasta.	❖ Zaprzestanie rozwoju komunikacji zbiorowej lub niedostateczny jej rozwój ze względu na brak lub ograniczenie środków finansowych dla Warszawy. ❖ Dalszy intensywny import starych samochodów do Polski może spowodować wzrost liczby starych samochodów o wysokim zużyciu energii poruszających się po mieście. ❖ Ograniczenie środków na rozwój sieci drogowej i komunikacji miejskiej spowoduje znaczący wzrost problemów transportowych i strat energetycznych (korki, zatłoczenie w komunikacji miejskiej).

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Prognozy demograficzne



	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scenariusz kontynuacji	1 978	2 009	2 038	2 044	2 031	2 005	1 971	1 929
Scenariusz suburbanizacji	1 978	1 994	1 998	1 980	1 945	1 899	1 845	1 785
Scenariusz koncentracji	1 978	2 025	2 086	2 132	2 168	2 197	2 217	2 225
Scenariusz polaryzacji gospodarczej	1 978	2 015	2 064	2 099	2 126	2 148	2 165	2 176
Scenariusz imigracyjny "niski"	1 978	2 019	2 071	2 109	2 138	2 162	2 177	2 181
Scenariusz imigracyjny "wysoki"	1 978	2 022	2 080	2 127	2 167	2 204	2 233	2 249

Oszacowana liczba ludności Warszawy w 2050 r. w zależności od wariantu (scenariusza) prognozy waha się w przedziale od 1 mln 785 tys. w wariancie 2 (scenariusz suburbanizacji) do 2 mln 249 tys. w wariancie 6 (scenariusz imigracyjny „wysoki”).

Przyjęto liczbę ludności zgodną z modelem koncentracji – 2,225 mln mieszkańców w 2050 r.

„Prognoza demograficzna na potrzeby Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy” – Warszawa, 1 kwietnia 2019 r.
Kierownik projektu: dr hab. Przemysława Śleszyński

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
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**.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Modele prognostyczne

- Trajektorie transformacyjne źródeł OZE określono z wykorzystaniem krzywej logistycznej (krzywa S).
- Dobór parametrów krzywej logistycznej dla każdej technologii OZE uwzględnia stan początkowy (rok 2020) – aktualny stan rozwoju technologii, koszt, obecną tendencję w instalacji źródeł, potrzebę wdrożenia oraz końcową wartość w horyzoncie transformacji.
- Technologie wykorzystujące paliwa kopalne traktowane jako dopełniające strukturę miksu energetycznego.

Względne procentowe trajektorie rozwoju źródeł OZE

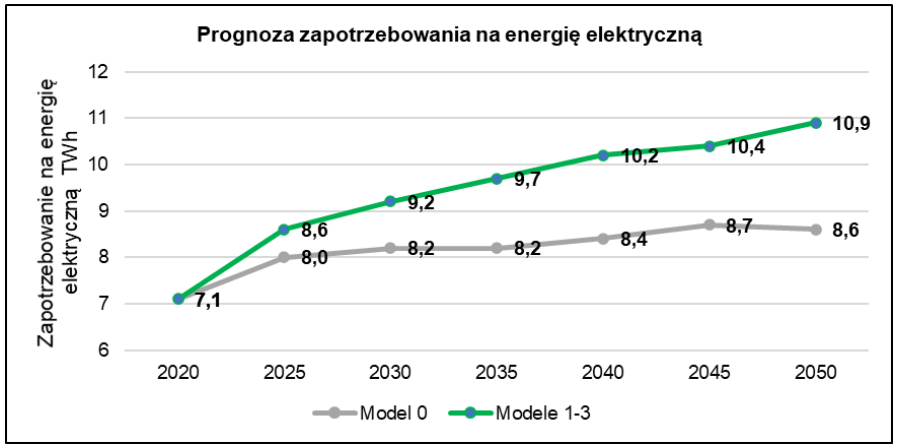
Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PV	32,6	79,4	96,6	99,5	99,9	100,0
µEW	7,0	15,8	29,5	49,2	73,8	100,0
EWL	11,1	21,4	37,9	59,8	82,3	100,0
EB	10,6	24,5	47,7	73,2	91,0	100,0
GOZ	14,7	57,2	90,9	98,7	99,8	100,0
EWM	0,0	12,2	47,6	78,1	93,9	100,0

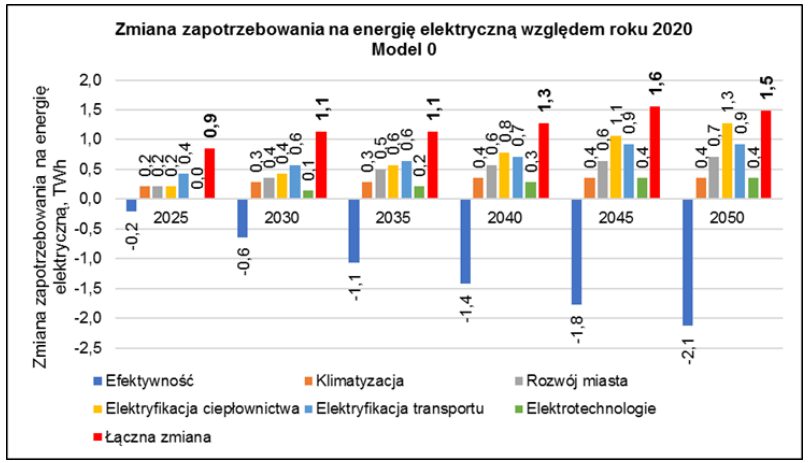
Business as usual

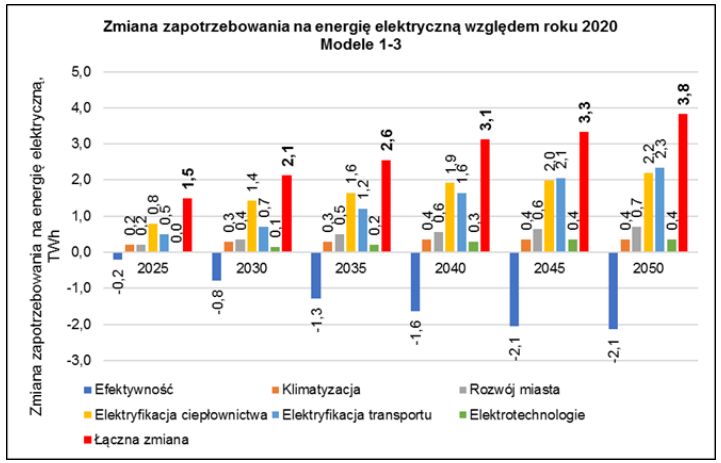
- zmiany w sposobie wytwarzania energii elektrycznej będą wynikały jedynie z rozwoju poszczególnych technologii, bez istotnych zmian w zakresie zachowań w obszarze użytkowania energii.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Prognoza potrzeb energetycznych

Energia elektryczna







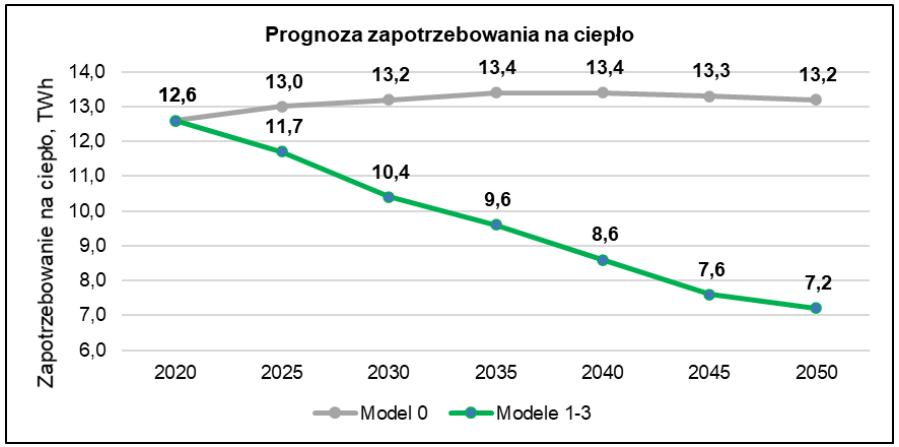
Prognoza potrzeb – energia elektryczna

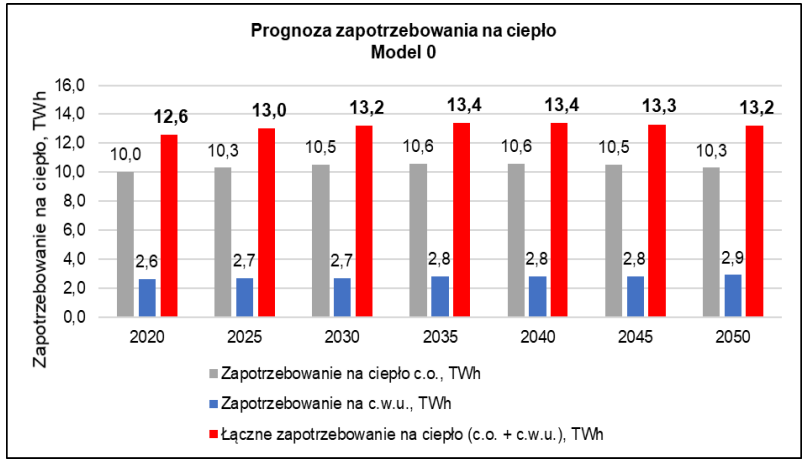
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 0							
Zużycie energii elektrycznej, TWh	7,1	8,0	8,2	8,2	8,4	8,7	8,6
Wzrost zużycia energii elektrycznej względem 2020 r., %	-	12	16	16	18	22	21
Modele 1-3							
Zużycie energii elektrycznej, TWh	7,1	8,6	9,2	9,7	10,2	10,4	10,9
Wzrost zużycia energii elektrycznej względem 2020 r., %	-	21	30	36	44	47	54

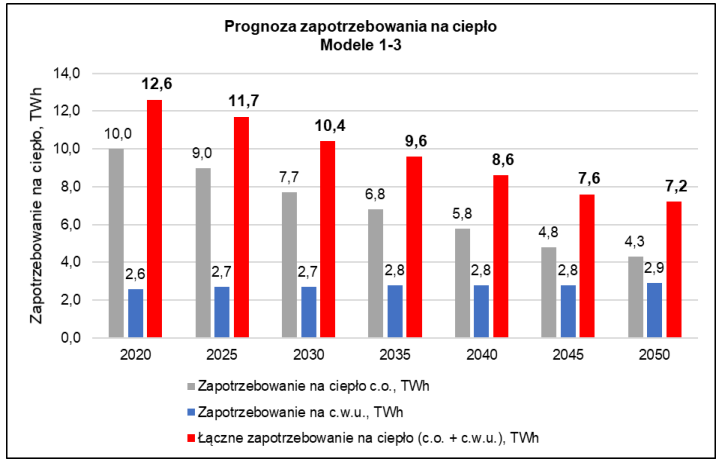
- **klimatyzacja** – wzrost zapotrzebowania związany z wykorzystaniem klimatyzacji (klimatyzatory o mocy chłodzenia 3,5 kW, roczny czas pracy=400 h, klimatyzacja w 50% wszystkich mieszkań w 2050 r.),
- **rozwój miasta** – zastosowano współczynnik, którego wartością skalującą jest zmiana liczby mieszkańców,
- **elektryfikacja ciepłownictwa** – Model 0: utrzymane dotychczasowe (niezbyt szybkie) tempo prac termomodernizacyjnych - ograniczenie zapotrzebowania na energię dla budynków mieszkalnych o ok. 3% do roku 2050. Modele 1-3: uwzględniono współczynniki modernizacji uwzględniające Długoterminową Strategię Renowacji (scenariusz szybkiej i głębokiej modernizacji). Przyjęto również rozwój pomp ciepła (ścieżki wzrostu udziału pomp w pokrywaniu zapotrzebowania na ciepło w horyzoncie 2050r.: model 0: 29,9%, modele 1–3: 90%), SCOP=3.
- **elektryfikacja transportu** – w analizie nie uwzględnia się lotnictwa.
- **elektrotechnologie** – ograniczony rozwój w przemyśle oraz w gospodarstwach domowych.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Prognoza potrzeb energetycznych

Ciepło



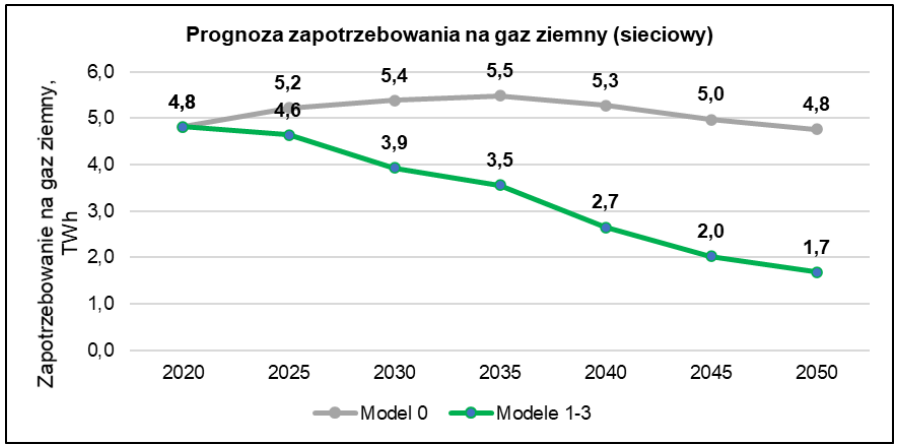




- **rozwój miasta** – zastosowano współczynnik, którego wartością skalującą jest zmiana liczby mieszkańców,
- **elektryfikacja ciepłownictwa** – Model 0: utrzymane dotychczasowe (niezbyt szybkie) tempo prac termomodernizacyjnych - ograniczenie zapotrzebowania na energię dla budynków mieszkalnych o ok. 3% do roku 2050. Modele 1-3: uwzględniono współczynniki modernizacji uwzględniające Długoterminową Strategię Renowacji (scenariusz szybkiej i głębokiej modernizacji). Przyjęto również rozwój pomp ciepła (ścieżki wzrostu udziału pomp w pokrywaniu zapotrzebowania na ciepło w horyzoncie 2050r.: model 0: 29,9%, modele 1–3: 90%), SCOP=3.
- **pasywizacja budownictwa** – Model 0: utrzymane dotychczasowe (niezbyt szybkie) tempo prac termomodernizacyjnych - ograniczenie zapotrzebowania na energię dla budynków mieszkalnych o ok. 3% do roku 2050. Modele 1-3: uwzględniono współczynniki modernizacji uwzględniające Długoterminową Strategię Renowacji (scenariusz szybkiej i głębokiej modernizacji).

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Prognoza potrzeb energetycznych

Gaz ziemny

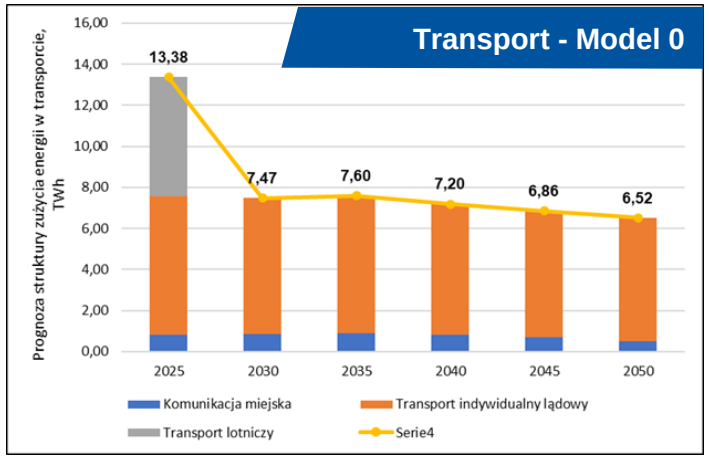


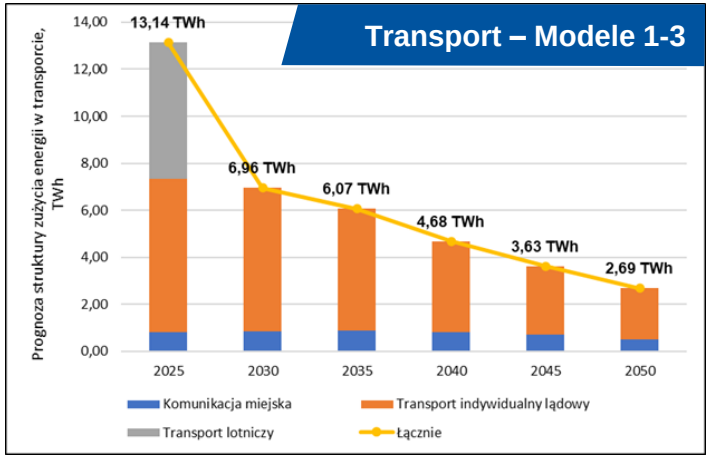
- redukcja potrzeb związanych z zasilaniem kuchenek gazowych poprzez zastąpienie kuchenkami elektrycznymi,
- redukcja potrzeb związanych z gazowymi podgrzewaczami wody poprzez zastąpienie ich podgrzewaczami elektrycznymi, ciepłem sieciowym lub ciepłem z indywidualnych instalacji pomp ciepła,
- redukcja związana z zastąpieniem kotłów gazowych ciepłem sieciowym lub ciepłem z indywidualnych pomp ciepła

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Prognoza potrzeb energetycznych

Transport

Zużycie paliw	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 0						
Olej napędowy, m³	320 626	300 947	296 517	275 374	246 574	212 668
Benzyna, m³	322 778	307 179	320 328	285 855	264 521	265 437
LPG, m³	99 954	102 971	87 955	89 688	88 734	83 271
CNG, m³	11 710	19 341	27 518	30 140	33 612	38 747
Elektryczność, MWh	366 494	482 400	535 396	639 558	801 844	822 710
Paliwo lotnicze, t	472 384					
Modele 1-3						
Olej napędowy, m³	273 201	218 457	165 623	86 908	36 872	
Benzyna, m³	324 568	291 540	213 581	135 479	59 927	3 690
LPG, m³	69 254	49 659	38 614	21 662	12 488	
CNG, m³	46 350	83 425	83 330	61 792	43 448	23 839
Elektryczność, MWh	437 299	633 414	1 037 401	1 472 464	1 889 339	2 158 667
Paliwo lotnicze, t	472 384					





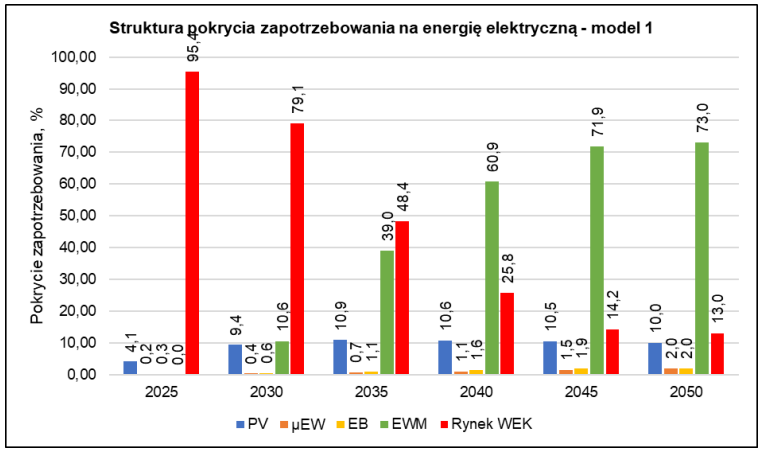
- model do szacowania ilości energii oraz emisji gazów cieplarnianych z transportu lądowego jednostki samorządowej będący w posiadaniu Fundacji Instytut na rzecz Ekorozwoju;
- prognoza ruchu drogowego na przewidywanej do 2050 roku sieci dróg w mieście Warszawie;
- przewidywane inwestycje w zakresie komunikacji zbiorowej oraz systemu drogowego i lotnictwa cywilnego w Warszawie do roku 2050;
- prognoza struktury i ilości pojazdów samochodowych w Warszawie do roku 2050, w tym pojazdów komunikacji zbiorowej;
- prognoza wartości współczynników emisyjnych dla paliw oraz energii elektrycznej do 2050 roku.

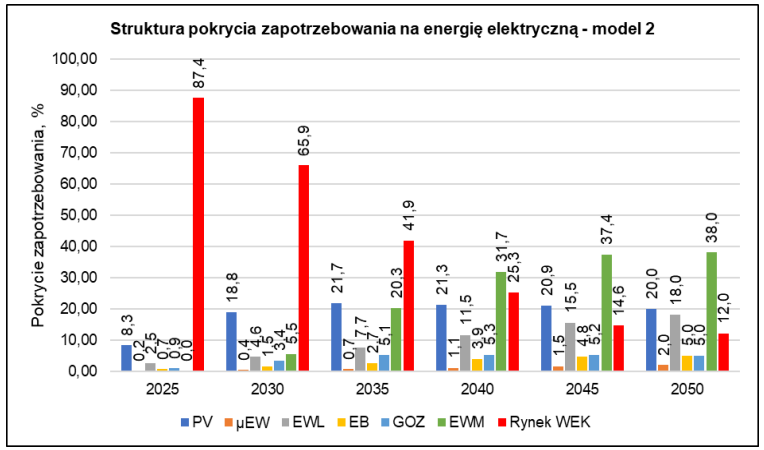
Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Pokrycie zapotrzebowania

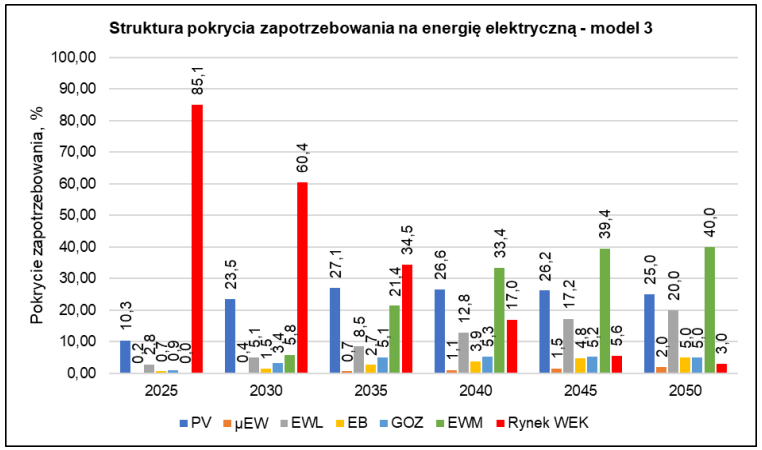
Energia elektryczna

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 0							
Zużycie energii elektrycznej, TWh	7,1	8,0	8,2	8,2	8,4	8,7	8,6
Wzrost zużycia energii elektrycznej względem 2020 r., %	-	12	16	16	18	22	21
Modele 1-3							
Zużycie energii elektrycznej, TWh	7,1	8,6	9,2	9,7	10,2	10,4	10,9
Wzrost zużycia energii elektrycznej względem 2020 r., %	-	21	30	36	44	47	54

- Modelowanie struktury źródeł wytwórczych – jedynie w przypadku modeli 1–3.
- Dla modelu 0 – 100% KSE.







PV – fotowoltaika
µEW – mikroelektrownie wiatrowe
EB – biogazownie
EWM – energetyka wiatrowa morska
EWL – energetyka wiatrowa lądowa
GOZ – rozwiązania Gospodarki Obiegu Zamkniętego
Rynek WEK – rynek energii elektrycznej (KSE); elektroenergetyka wraz z górnictwem węgla brunatnego i potencjalnie z energetyką jądrową, ciepłownictwo, sektor paliw.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Pokrycie zapotrzebowania

Ciepło

Model 0

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział ciepła z PC (ciepłownictwo zelektryfikowane) %, w tym:	0,8	5,1	8,6	13,2	18,1	23,7	29,9
udział energii z rynku WEK, %	0,8	5,1	8,6	13,2	18,1	23,7	29,9
Udział ciepła ze źródeł konwencjonalnych (ciepłownictwo niezelektryfikowane) %, w tym:	99,2	94,9	91,4	86,8	81,9	76,3	70,1
udział ciepła ze źródeł lokalnych i indywidualnych z paliw kopalnych, %	27,0	28,5	27,0	25,3	23,8	22,4	21,2
udział ciepła sieciowego nie-OZE, %	68,8	63,1	61,1	58,3	54,8	50,7	48,9
udział ciepła sieciowego OZE, %	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	0,0

Model 1

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział ciepła z PC (ciepłownictwo zelektryfikowane) %, w tym:	0,8	20,0	40,0	50,0	65,0	80,0	90,0
udział źródeł PV, %	-	0,8	3,8	5,4	6,9	8,4	9,0
udział µEW, %	-	0,0	0,1	0,3	0,7	1,2	1,8
udział EWL, %	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
udział EB, %	-	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	1,8
udział GOZ, %	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
udział EWM, %	-	0,0	4,2	19,5	39,6	57,5	65,7
udział energii z rynku WEK-PK, %	0,80	19,1	31,6	24,2	16,8	11,4	11,7
Udział ciepła ze źródeł konwencjonalnych (ciepłownictwo niezelektryfikowane) %, w tym:	99,2	80,0	60,0	50,0	35,0	20,0	10,0
udział ciepła ze źródeł lokalnych i indywidualnych z paliw kopalnych, %	27,0	24,6	19,0	16,7	12,2	7,4	3,9
udział ciepła sieciowego nie-OZE, %	68,8	51,7	36,8	28,8	17,8	7,0	6,1
udział ciepła sieciowego OZE, %	3,4	3,7	4,1	4,5	5,0	5,7	0,0

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Pokrycie zapotrzebowania

Ciepło

Model 2

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział ciepła z PC (ciepłownictwo zelektryfikowane) %, w tym:	0,8	20,0	40,0	50,0	65,0	80,0	90,0
udział źródeł PV, %	-	1,7	7,5	10,9	13,8	16,8	18,0
udział μEW, %	-	0,0	0,1	0,3	0,7	1,2	1,8
udział EWL, %	-	0,5	1,8	3,8	7,5	12,4	16,2
udział EB, %	-	0,1	0,6	1,3	2,5	3,8	4,5
udział GOZ, %	-	0,2	1,4	2,6	3,4	4,2	4,5
udział EWM, %	-	0,0	2,2	10,2	20,6	29,9	34,2
udział energii z rynku WEK-PK, %	0,8	17,5	26,4	20,9	16,4	11,7	10,8
Udział ciepła ze źródeł konwencjonalnych (ciepłownictwo niezelektryfikowane) %, w tym:	99,2	80,0	60,0	50,0	35,0	20,0	10,0
udział ciepła ze źródeł lokalnych i indywidualnych z paliw kopalnych, %	27,0	24,6	19,0	16,7	12,2	7,4	3,9
udział ciepła sieciowego nie-OZE, %	68,8	51,7	36,8	28,8	17,8	7,0	6,1
udział ciepła sieciowego OZE, %	3,4	3,7	4,1	4,5	5,0	5,7	0,0

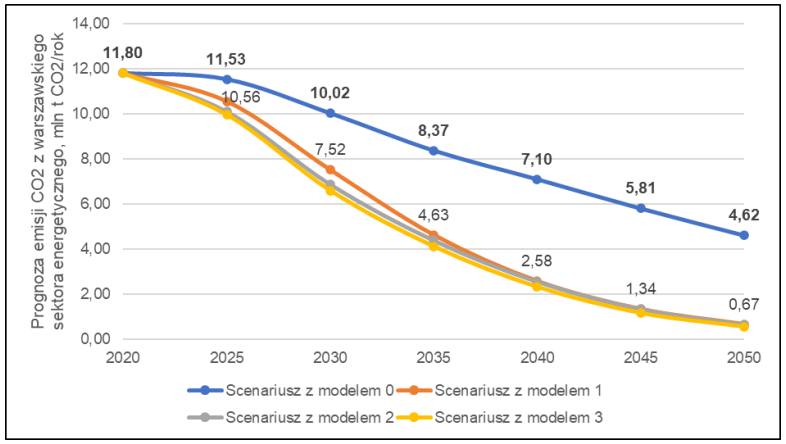
Model 3

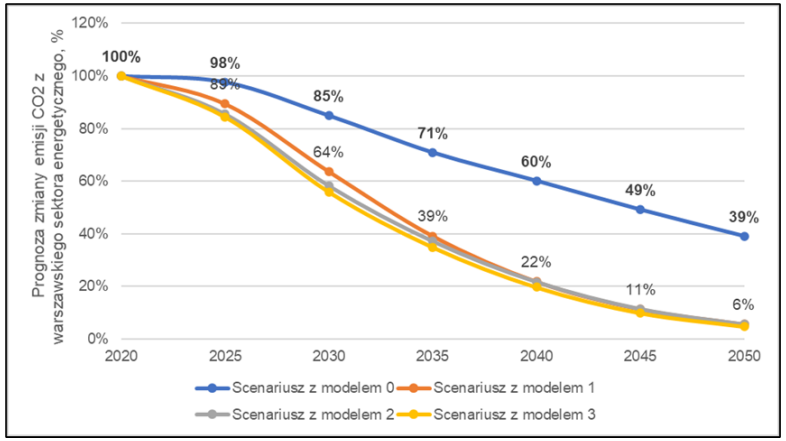
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział ciepła z PC (ciepłownictwo zelektryfikowane) %, w tym:	**0,8**	**20,0**	**40,0**	**50,0**	**65,0**	**80,0**	**90,0**
udział źródeł PV, %	-	2,1	9,4	13,6	17,3	20,9	22,5
udział μEW, %	-	0,0	0,1	0,3	0,7	1,2	1,8
udział EWL, %	-	0,6	2,0	4,3	8,3	13,8	18,0
udział EB, %	-	0,1	0,6	1,3	2,5	3,8	4,5
udział GOZ, %	-	0,2	1,4	2,6	3,4	4,2	4,5
udział EWM, %	-	0,0	2,3	10,7	21,7	31,5	36,0
udział energii z rynku WEK-PK, %	0,8	17,0	24,2	17,3	11,0	4,5	2,7
Udział ciepła ze źródeł konwencjonalnych (ciepłownictwo niezelektryfikowane) %, w tym:	**99,2**	**80,0**	**60,0**	**50,0**	**35,0**	**20,0**	**10,0**
udział ciepła ze źródeł lokalnych i indywidualnych z paliw kopalnych, %	27,0	24,6	19,0	16,7	12,2	7,4	3,9
udział ciepła sieciowego nie-OZE, %	68,8	51,7	36,8	28,8	17,8	7,0	6,1
udział ciepła sieciowego OZE, %	3,4	3,7	4,1	4,5	5,0	5,7	0,0

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Prognoza emisji CO_2

Emisja CO_2	mln ton CO_2						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Emisja wynikająca z sektora transportu							
Model 0							
Sektor transportu*)	1,81	1,98	1,92	1,83	1,71	1,55	1,39
Sektor transportu (paliwa płynne)	1,55	1,68	1,61	1,60	1,50	1,38	1,31
Modele 1-3							
Sektor transportu*)	1,81	1,94	1,80	1,50	1,12	0,71	0,27
Sektor transportu (paliwa płynne)	1,55	1,59	1,41	1,07	0,66	0,32	0,05
Emisja wynikająca ze zużycia energii elektrycznej i ciepła							
Model 0	9,99	9,54	8,10	6,54	5,39	4,25	3,22
Model 1	9,99	8,62	5,71	3,13	1,46	0,63	0,40
Model 2	9,99	8,16	5,07	2,89	1,45	0,64	0,39
Model 3	9,99	8,03	4,80	2,62	1,21	0,47	0,30
Emisja łączna							
Scenariusz z modelem 0	11,80	11,53	10,02	8,37	7,10	5,81	4,62
Scenariusz z modelem 1	11,80	10,56	7,52	4,63	2,58	1,34	0,67
Scenariusz z modelem 2	11,80	10,10	6,87	4,39	2,56	1,35	0,66
Scenariusz z modelem 3	11,80	9,97	6,60	4,12	2,33	1,18	0,57

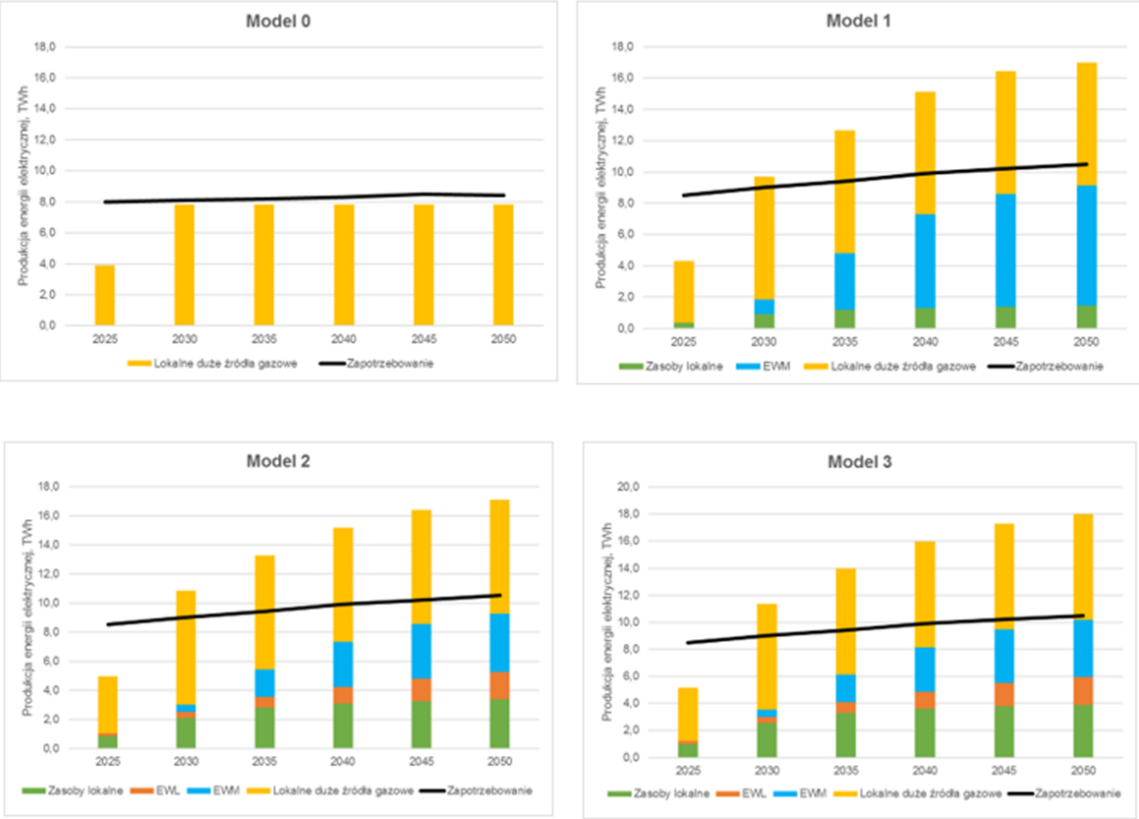
*) Łączna wartość emisji dla sektora transportu bez lotnictwa uwzględniająca zużycie energii elektrycznej i paliw płynnych





Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Poziom zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego miasta

- Przeprowadzona analiza wskazuje, że **dla scenariusza business as usual (model 0) nie ma możliwości pokrycia zapotrzebowania przez lokalne źródła gazowe.**
- **W przypadku modeli 2 oraz 3**, od 2030 r. zbilansowanie rocznych potrzeb energetycznych Warszawy w zakresie energii elektrycznej będzie **możliwe** do osiągnięcia **w oparciu o źródła lokalne oraz warszawskie duże źródła gazowe** tylko przy założeniu pracy bloków gazowo-parowych ze średniorocznym obciążeniem na poziomie 80-85%. Jednak możliwość pracy tych źródeł w perspektywie roku 2050 będzie uzależniona od wielu czynników np. polityki energetycznej względem wykorzystania gazu ziemnego czy ceny uprawnień do emisji CO_2. **Należałoby się zatem spodziewać, że perspektywiczne pokrycie potrzeb energetycznych Miasta będzie w znacznie większym stopniu uzależnione od energetyki wiatrowej lądowej oraz morskiej.**



Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną oraz produkcji energii elektrycznej w zasobach własnych, EWL, EWM oraz lokalnych dużych źródłach gazowych dla modeli 0-3

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Wnioski

1. Pasywizacja budownictwa – pierwszy krok transformacji miejskiego sektora energetyki w kierunku elektroprosumeryzmu

- **Ograniczenie zużycia energii w tym sektorze w scenariuszu business as usual postępuje zbyt wolno**, aby w roku 2050 osiągnąć wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię (zarówno dla budynków jedno-, jak i wielorodzinnych) umożliwiające ich zabezpieczenie potrzeb za pomocą rozwiązań opartych o energię elektryczną.
- Wśród budynków jednorodzinnych ok. 33% powierzchni (ok. 4 mln m^2 z łącznych 12 mln m^2 w tym segmencie) będzie cechowało się w roku 2050 wskaźnikiem zapotrzebowania na energię na poziomie 50 kWh/m^2/rok. Ponad 2 mln m^2 powierzchni (ponad 17%) będzie posiadało wskaźnik powyżej 80 kWh/m^2/rok. Wśród budynków wielorodzinnych ok. 38 mln m^2 (ok. 48%) będzie cechowało się wskaźnikiem poniżej 50 kWh/m^2/rok, a ok. 5% będzie osiągało wartość powyżej 100 kWh/m^2/rok.
- W przypadku budynków niemieszkalnych przewiduje się wzrost zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby ogrzewania w budynkach niemieszkalnych o ok. 18% względem roku 2020, związany głównie z przyrostem nowej powierzchni użytkowej obiektów. **Znaczna część istniejących budynków nie jest własnością samorządu, co będzie stanowiło przeszkodę w osiągnięciu ograniczenia zużycia ciepła przez te budynki.**

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Wnioski

2. Sieć ciepłownicza

- Ze względu na duży potencjał w zakresie dostępu mieszkańców do sieci ciepłowniczej, która wciąż się rozwija i jest modernizowana, uznaje się, że będzie ona funkcjonowała w perspektywie kolejnych dekad.
- Zmiany w jej zakresie powinny zostać ukierunkowane w stronę inwestycji polegających na stopniowej redukcji udziału źródeł WEK w wytwarzaniu ciepła sieciowego na rzecz instalacji wielostopniowych pomp ciepła współpracujących z siecią ciepłowniczą.

3. Elektryfikacja ciepłownictwa

- **Podstawą zabezpieczania potrzeb cieplnych mieszkańców Warszawy będą stopniowo stawały się pompy ciepła**, jednak nie zapewnią one całkowicie bezpieczeństwa energetycznego w tym zakresie.
- Nie sposób jednoznacznie dzisiaj ocenić ostatecznego kształtu unijnych regulacji w zakresie wykorzystania gazu ziemnego, jednak wydaje się, że w perspektywie objętej niniejszym projektem **paliwo gazowe będzie stanowiło główne uzupełnienie dla pomp ciepła** w procesie zabezpieczania potrzeb cieplnych mieszkańców.
- Ze względu na powyższe, **w kontekście ograniczeń stołecznego sektora gazowego, należy przyłożyć dużą wagę do działań mających na celu poprawę sytuacji w tym podsektorze**.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Wnioski

4. Strategie przedsiębiorstw energetycznych

- Opracowane strategie kierunkowe przedsiębiorstw energetycznych warszawskiego sektora energetycznego **mogą szybko stracić na aktualności** ze względu na gwałtowne przyspieszenie zmian w kierunku dekarbonizacji sektora wytwarzania energii.
- W odległej perspektywie 2050 roku może to oznaczać konieczność opracowania nowych założeń przez te przedsiębiorstwa, co będzie mocno rzutować na **niepewność w zakresie przyszłego obrazu sektora energetycznego miasta** (w szczególności poziom cen).

5. Bezpieczeństwo energetyczne

- **Zaopatrzenie miasta w energię elektryczną jest silnie uzależnione od zewnętrznych dostaw energii elektrycznej.** Uzależnienie to narasta szczególnie w okresie letnim, co w połączeniu z nasilającym się ryzykiem wystąpienia niedoborów mocy w KSE po 2025 r. nakazuje **pilne zintensyfikowanie działań w celu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa dostaw poprzez wdrożenie mechanizmów zachęcających do wprowadzania rozwiązań z zakresu rozproszonego wytwarzania energii w źródłach małej mocy**. Bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej z KSE będzie ulegać stopniowemu obniżaniu.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Wnioski

6. Transport

- Wysoka zależność społeczeństwa od komunikacji indywidualnej ze względu na sąsiedztwo Warszawy z terenami o słabej jakości komunikacji zbiorowej.

7. Transformacja energetyczna – kompleksowe podejście

- Transformacja Warszawy wymaga **kompleksowego podejścia obejmującego pięć obszarów (sektorów) elektroprosumeryzmu** wymienionych w kolejności przynoszonych efektów, mianowicie:
  1° – pasywizacja budownictwa;
  2° – elektryfikacja ciepłownictwa;
  3° – elektryfikacja transportu;
  4° – użytkowanie energii elektrycznej i elektrotechnologie w środowisku cyfrowym i gospodarka GOZ;
  5° – reelektryfikacja OZE.

- **Tylko wzajemna synergia wszystkich obszarów pozwala na osiągnięcie neutralności klimatycznej, charakteryzującej się obniżeniem emisji CO_2 o 95% w horyzoncie 2050.**

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Wnioski

8. Uwarunkowania prawne

- W energetyce prawo miejscowe występuje w szczątkowym zakresie w formie prawa gmin do sporządzenia założeń do planów (a nawet samych planów) zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i gaz (art. 19 i 20 prawa energetycznego) i następnie do wprowadzenia go do obowiązkowego stosowania (art. 20 ust. 6 prawa energetycznego). **Zastosowanie tego przepisu** z uwagi na jego konstrukcyjną ułomność (**brak środków egzekucji tego rodzaju prawa**) **jest marginalne i nie ma obecnie w praktyce większego znaczenia**.
- Potrzebne są działania Warszawy w kierunku proponowania zmian, w tym wspierania rozwiązań wpływających na prawidłowe i skuteczne wdrożenie prawa lokalnego w postaci zapewnienia nadzoru nad uchwalanym prawem lokalnym i zapewnienie organom uchwalającym prawo miejscowe prawnych instrumentów do egzekucji prawa miejscowego na szczeblu ustawy.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Wnioski

9. Edukacja

- Realizacja postulatów transformacji energetycznej wymaga wywierania **nacisku na szkolnictwo i ukierunkowanie go na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu** (rynku wschodzącego energii elektrycznej, rynku offshore, a także dwóch bezsieciowych rynków urządzeń i usług).

10. Program transformacji w kierunku elektroprosumeryzmu

- W modelach 1–3, a w szczególności w modelu 3, konieczne jest opracowanie programu dojścia do elektroprosumeryzmu w trzech segmentach sieciowych: nN, SN i 110 kV, w tym **opracowanie modelu pozwalającego korzystać podmiotom z zasobów sieciowych KSE na zasadzie współużytkowania sieci (współodpowiedzialności za jej bezpieczeństwo i udział w kosztach proporcjonalnych do wykorzystywania sieci)**.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Rekomendacje działań wspierających transformację

1. Działania w obszarze samorządowym

- **Działania wspierające transformację sektora energetycznego podejmowane przez gminę powinny skupiać się na obszarach będących w jej gestii** ze szczególnym naciskiem na możliwości lokalnego (rozumianego jako poziom miasta) kształtowania prawodawstwa oraz generowania impulsów do podejmowania wysiłku transformacyjnego przez użytkowników sektora energetycznego.
- Wykonawca silnie rekomenduje, aby w działania na rzecz transformacji sektora energetycznego **zaangażować wszystkie komórki 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 na koniec realizacji projektu wypłynął do mieszkańców spójny komunikat o znaczeniu i potrzebie przeprowadzenia zmian.
- Wykonawca rekomenduje **rozważenie zasadności powołania osobnej komórki w strukturze Urzędu m.st. Warszawa** zajmującej się rozwojem kompetencji własnych w zakresie elektroprosumeryzmu oraz dalszym propagowaniem nowych rozwiązań wśród mieszkańców (kampanie promocyjne). W tym miejscu należy wskazać na **dużą wagę badań społecznych stanowiących podstawę do ustalenia punktu referencyjnego w zakresie obserwacji zmiany zachowań mieszkańców Stolicy**.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Rekomendacje działań wspierających transformację

2. Zakres kompetencji samorządu

- Postuluje się działania wpływające na **zwiększenie kompetencji Warszawy w tworzeniu modelu energetycznego w horyzoncie 2050 oraz tworzenia planów strategicznych rozwoju**, w tym planów zagospodarowania przestrzennego i ich zharmonizowanie z unijnymi ramami programowymi. W tym kontekście istotny jest postulat stworzenia instrumentów prawnych egzekucji prawa miejscowego na szczeblu ustawy.

3. Wskaźniki monitorowania transformacji

- Proponuje się wprowadzenie wskaźników, np. w postaci **kosztu elektroekologicznego**, jako narzędzia służącego do weryfikacji proponowanych rozwiązań. **Konieczne jest uwzględnienie emisji skumulowanej w tworzeniu rankingu działań w miejsce emisji bezpośredniej**.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Rekomendacje działań wspierających transformację

4. Akceptacja społeczna

- **Bardzo trudnym zadaniem będzie uzyskanie społecznej akceptacji dla planowanych działań.** Zmiana zachowań mieszkańców oraz zrozumienie idei elektroprosumeryzmu skutkujące wzrostem ich świadomości w tym zakresie będzie wymagało **uruchomienia programów informacyjno-edukacyjnych**. Wykonawca rekomenduje pilne **uruchomienie kampanii społecznych informujących o potrzebie przeprowadzenia zmian w zakresie funkcjonowania miejskiego sektora energetycznego**.

5. Aktywizacja lokalnej społeczności oraz lokalnych podmiotów

- Zaleca się włączenie lokalnej społeczności w transformację na zasadzie ko-kreacji (współtworzenia) rozwiązań przyjaznych dla mieszkańców i zgodnych z założeniami elektroprosumeryzmu. Wymaga to zwiększenia inicjatyw takich jak budżet obywatelski, ale nakierowany na transformację energetyczną.
- Rekomenduje się włączenie lokalnych podmiotów, w tym przedsiębiorców z sektora MMSP, firm z sektora energetycznego, ale także organizacji pozarządowych, w transformację energetyczną. Współpraca z lokalnymi podmiotami powinna mieć formę **ścisłego zaangażowania podmiotów w tworzenie lokalnego prawa**, **zapewnienia dostępu do informacji niezbędnej w podjęciu działań inwestycyjnych wspomagających transformację własną oraz całej Warszawy**.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Rekomendacje działań wspierających transformację

6. Bezpieczeństwo energetyczne

- Wykonawca zwraca uwagę na istotne zmiany zachodzące w zakresie rozumienia pojęcia bezpieczeństwa energetycznego w obszarze elektroprosumeryzmu. **Dzisiejsza odpowiedzialność samorządu za zorganizowanie sektora energetycznego i zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii, w myśl idei elektroprosumeryzmu, zostanie zdefiniowana na nowo jako zapewnienie mechanizmów prawa miejscowego i pełnienie roli pomocniczości w ich realizacji dla końcowych użytkowników energii, na których zostanie docelowo przerzucona odpowiedzialność za stosowanie adekwatnych rozwiązań technicznych mających na celu zabezpieczenie ich potrzeb energetycznych.**

7. Pasywizacja budownictwa

- Konieczne jest wypracowanie, w ramach możliwości gminy, **mechanizmów wzmacniających nacisk na tempo zmian w zakresie pasywizacji zasobów budynkowych**. **Przyspieszenie procesu pasywizacji budynków jest priorytetem**.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy
Rekomendacje działań wspierających transformację

8. Edukacja

- **Rekomenduje się pilne ukierunkowanie szkolnictwa zawodowego i wyższego na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu.** Potrzebne jest wykształcenie Inżynierów Transformacji zdolnych przejąć odpowiedzialność za transformację.

9. Transport

- Postuluje się **intensyfikację działań zmierzających do obniżenia dotychczasowej wysokiej zależności społeczeństwa od komunikacji indywidualnej** i zwiększenie roli komunikacji zbiorowej w sektorze transportu.

Dalsze kroki

Etap II – 31.05.2022 r.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050.

Teza: możliwe jest zaspokojenie wszystkich potrzeb energetycznych miasta jednym nośnikiem energii, jakim jest energia elektryczna – koncepcja monizmu elektrycznego.

1) Opis możliwości i sposobu przekształcenia sektora energetycznego w kierunku jego pełnej substytucji energią elektryczną (monizm elektroenergetyczny) w warunkach zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego miasta

2) Dla koncepcji monizmu elektrycznego:
   - ❖ oszacowanie wielkości emisji gazów cieplarnianych z sektora energetycznego wraz z oceną neutralności sektora wobec klimatu,
   - ❖ ocena możliwego do zapewnienia przez sektor energetyczny poziomu bezpieczeństwa energetycznego miasta.

3) Wnioski z oceny sektora energetycznego pod kątem transformacji w kierunku monizmu elektrycznego oraz rekomendacje dla m.st. Warszawy ze wskazaniem uwarunkowań dla transformacji w kierunku elektroprosumeryzmu.

Dalsze kroki

Etap III – 27.09.2022 r.

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Teza: możliwe jest zaspokojenie wszystkich potrzeb energetycznych Miasta jednym nośnikiem energii, jakim jest energia elektryczna – koncepcja monizmu elektroenergetycznego w warunkach elektroprosumeryzmu.

1) Opis warunków koniecznych dla dokonania transformacji sektora energetycznego w kierunku pełnej jego dekarbonizacji – wyzwania dla budowy modelu bazującego na zjawisku elektroprosumeryzmu.
2) Opis możliwości, perspektyw i celowość/brak rozwoju podsektorów energetycznych w mieście oraz wizja miejskiego zaplecza energetycznego w relacji do prognoz i projekcji rozwoju społeczno-gospodarczego miasta.
3) Rekomendacja ścieżki transformacji sektora energetycznego w kierunku docelowej, pełnej jego dekarbonizacji w warunkach elektroprosumeryzmu z uwzględnieniem neutralności sektora energetycznego wobec klimatu oraz możliwości zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego miasta.
4) Końcowe wnioski i ocena, w jakim stopniu elektroprosumeryzm zapewni Warszawie bezpieczeństwo energetyczne; analiza mocnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń z uwzględnieniem innych sfer funkcjonowania miasta (środowisko przyrodnicze, infrastruktura społeczna, ekonomia – koszty transformacji energetyki i źródła ich finansowania, poziom życia, koszty społeczne i bezpieczeństwo socjalne mieszkańców, prestiż i konkurencyjność Miasta).

Dalsze kroki

Etap III – 27.09.2022 r.

Suplement: Warszawski Panel Klimatyczny. Realizacja rekomendacji a Model 2050.

1) Analiza wariantowa ogrzewania Warszawy obejmująca głęboką termomodernizację budynków, obniżenie zapotrzebowania na ciepło, wykorzystanie odnawialnej energii, 100% bezemisyjnych budynków do 2050 roku, harmonogram działań i propozycje ich sfinansowania.
2) Analiza lokalnych możliwości wytwarzania energii OZE przez potencjalnych prosumentów zbiorowych oraz spółdzielnie energetyczne.
3) Opracowanie mapy drogowej 100% OZE dla Warszawy: obliczenie potencjału podaży i popytu odnawialnych źródeł energii (OZE) w Warszawie z osią czasu i ścieżkami rozwoju do 2030 i 2050 roku.
4) Wnioski i rekomendacje.

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