

Plan transformacji energetycznej Rawicza do 2040 r.

Załączniki

Załącznik A – technologie	2
1. Nakłady inwestycyjne	5
2. Koszty operacyjne	6
3. Efektywność dla ciepłej wody	7
4. Emisje	7
5. Efektywność dla ciepła	8
6. Termomodernizacja	10
Załącznik B – ścieżki cenowe	12
Załącznik C – zasób budynkowy w gestii Urzędu Gminy	18
Termomodernizacja w gestii Urzędu Gminy	24
Podsumowanie	24
Bibliografia i źródła	25

Załącznik A – technologie

Tabela 1. Parametry technologii rozpatrywanych w analizie

Nazwa urządzenia	Koszt energii zł/MWh	Koszt inwestycji zł/MW	Koszty operacyjne zł/MW/rok	Długość życia urządzenia w latach	Efektywność dla cieplej wody	Emisja CO ₂ t/MWh	Emisja CO t/MWh	Emisja PM10 t/MWh	Emisja PM2,5 t/MWh	Emisja NO _x t/MWh	Emisja SO _x t/MWh	Emisja benzopirenu t/MWh
Kocioł na biomase ekoprojekt	4,0E+2	5,1E+5	7,5E+3	2,5E+1	7,0E-1	3,6E-1	1,3E-3	4,1E-5	4,0E-5	3,6E-4	5,4E-5	3,3E-5
Kocioł na biomase	4,0E+2	5,1E+5	7,5E+3	2,5E+1	7,0E-1	4,5E-1	1,4E-3	1,2E-4	1,2E-4	3,0E-4	4,2E-5	9,4E-10
Kocioł węglowy starego typu	2,3E+2	nd.	7,5E+3	1,0E+1	6,0E-1	3,5E-1	1,8E-2	1,5E-3	1,2E-3	6,1E-4	2,0E-3	1,0E-6
Kocioł węglowy ekoprojekt	2,3E+2	5,8E+5	7,5E+3	3,0E+1	7,0E-1	3,3E-1	1,4E-3	9,7E-5	9,0E-5	6,8E-4	1,6E-3	1,1E-7
Magazyn energii elektrycznej	0,0E+0	3,4E+6	nd.	2,0E+1	1,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Grzejnik elektryczny	0,0E+0	2,7E+5	nd.	1,5E+1	9,0E-1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Kocioł gazowy kondensacyjny	2,5E+2	2,6E+5	7,5E+3	2,0E+1	8,8E-1	2,1E-1	1,1E-4	1,8E-6	1,8E-6	1,4E-4	1,4E-6	3,0E-12
Sieć elektroenergetyczna	1,0E+3	nd.	nd.	nd.	nd.	7,1E-1	2,4E-4	0,0E+0	0,0E+0	5,1E-4	5,1E-4	0,0E+0
Klimatyzator (pompa ciepła powietrze-powietrze)	0,0E+0	1,7E+6	1,0E+4	2,0E+1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Duża pompa ciepła (koszt samej pompy)	0,0E+0	4,6E+6	1,0E+4	2,0E+1	8,0E-1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Duża pompa ciepła (pompa + grzejniki niskotemperaturowe)	nd.	6,8E+6	1,0E+4	2,0E+1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Mąła pompa ciepła powietrze-woda	0,0E+0	6,2E+6	1,0E+4	2,0E+1	8,0E-1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Duża pompa ciepła wykorzystująca ciepło odpadowe	0,0E+0	6,6E+6	1,0E+4	2,0E+1	8,0E-1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Turbiny wiatrowe	3,2E+2	7,5E+6	2,5E+5	2,0E+1	nd.	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Ciepłownia - węgiel	4,3E+2	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	3,8E-1	1,2E-4	2,0E-5	1,3E-5	3,9E-4	3,4E-4	1,1E-7
Ciepłownia - gaz ziemny	6,2E+2	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	1,4E-1	7,2E-5	1,1E-5	1,1E-5	1,8E-4	9,5E-5	1,1E-7
Elektrociepłownia - węgiel	5,6E+2	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	7,8E-1	1,2E-4	2,0E-5	1,3E-5	3,9E-4	3,4E-4	1,1E-7
Elektrociepłownia - gaz ziemny	5,2E+2	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	3,6E-1	7,2E-5	1,1E-5	1,1E-5	1,8E-4	9,5E-5	1,1E-7
Elektrociepłownia - biomasa	4,6E+2	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	4,1E-1	1,3E-4	2,2E-5	1,5E-5	4,3E-4	3,8E-4	1,2E-7
Elektrociepłownia - RDF	nd.	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
Instalacja fotowoltaiczna	0,0E+0	5,0E+6	5,0E+4	2,0E+1	nd.	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Farma fotowoltaiczna	3,2E+2	3,5E+6	7,5E+4	2,0E+1	nd.	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
Zakład Energetyki Ciepłej w Rawiczu	7,1E+2	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	4,0E-1	1,8E-3	6,7E-6	4,0E-6	5,9E-4	1,5E-3	6,6E-7
Sieć Ciepłownicza Rawickiej Spółdzielni Mieszkaniowej	6,0E+2	nd.	nd.	3,0E+1	8,5E-1	4,0E-1	5,6E-4	6,2E-5	4,0E-6	5,4E-4	1,1E-3	1,1E-7
Ciepłownia Przyszłości	5,4E+2	nd.	nd.	2,0E+1	8,0E-1	3,1E-1	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.

Objaśnienia do tabeli 1:

Koszt energii

Nazwa urządzenia	Objaśnienie
Kocioł na biomasę	Koszt 1 MWh paliwa dla użytkownika wyznaczony na podstawie średniej ceny rynkowej biomasy pod postacią peletu drzewnego oraz wartości opałowej dla biomasy stałej (KOBiZE)
Kocioł na biomasę ekoprojekt	
Kocioł węglowy starego typu	Koszt 1 MWh paliwa dla użytkownika wyznaczony na podstawie średniej ceny rynkowej węgla na podstawie: GUS, Komunikat w sprawie przeciętnej średniorocznej ceny detalicznej 1000 kg węgla kamiennego w 2022 roku oraz wartości opałowej dla węgla (KOBiZE)
Kocioł węglowy ekoprojekt	
Kocioł gazowy	Koszt 1 MWh paliwa dla użytkownika wyznaczony na podstawie stawki PGNiG dla odbiorcy końcowego grupy taryfowej W-1.1 za 2022 r. oraz wartości opałowej dla gazu ziemnego (KOBiZE)
Kocioł gazowy kondensacyjny	
Sieć elektroenergetyczna	
Pompa ciepła powietrze-powietrze	Nd. - energia elektryczna pobrana z sieci zwiększa zużycie i nakłady finansowe na sieć energetyczną. Ilość energii elektrycznej potrzebnej do wyprodukowania 1 MWh energii cieplnej wyznaczona na podstawie parametrów katalogowych sprawności pompy ciepła oraz krzywych pracy pomp ciepła w zależności od dobowej i sezonowej temperatury
Duża pompa ciepła powietrze-woda	
Mała pompa ciepła powietrze-woda	
Duża pompa ciepła wykorzystująca ciepło odpadowe	
Ciepłownia - węgiel	
Ciepłownia - gaz ziemny	Cena końcowa dla odbiorcy indywidualnego stanowiąca składową kosztów operacyjnych i kosztów emisji otrzymanych na podstawie średnich wartości dla odpowiadających ciepłowni/elektrociepłowni w Polsce (URE)
Elektrociepłownia - węgiel	
Elektrociepłownia - gaz ziemny	
Elektrociepłownia RDF	W celu wyznaczenia kosztów energii konieczne jest ustalenie z miastem udziału RDF w spalonym paliwie, jego parametrów (odpady organiczne lub nieorganiczne) oraz ceny (RDF pochodzący z produkcji własnej miasta lub ze skupu). Po ustaleniu szczegółowych parametrów RDF parametry elektrociepłowni będą wyznaczone analogicznie jak w przypadku pozostałych technologii kogeneracyjnych

4

1. Nakłady inwestycyjne

Nazwa urządzenia	Objaśnienie
Kocioł na biomasę	Uśredniona cena indywidualnego kotła na paliwo stałe w przeliczeniu na 1 MW mocy cieplnej na podstawie aktualnych ofert rynkowych
Kocioł na biomasę ekoprojekt	
Kocioł węglowy ekoprojekt	
Magazyn energii elektrycznej	Uśredniona cena magazynu energii w przeliczeniu na 1 MW pojemności na podstawie aktualnych ofert rynkowych
Grzejnik elektryczny	Uśredniona cena grzejnika elektrycznego w przeliczeniu na 1 MW mocy cieplnej na podstawie ofert aktualnych rynkowych
Kocioł gazowy	Uśredniona cena indywidualnego kotła gazowego na cele grzewcze w przeliczeniu na 1 MW mocy cieplnej na podstawie aktualnych ofert rynkowych
Kocioł gazowy kondensacyjny	
Pompa ciepła powietrze-powietrze	Uśredniona cena indywidualnej pompy ciepła powietrze-powietrze na cele grzewcze w przeliczeniu na 1 MW mocy cieplnej na podstawie aktualnych ofert rynkowych
Duża pompa ciepła powietrze-woda	Uśredniona cena indywidualnej dużej pompy ciepła (powyżej 100 kW) powietrze-woda na cele grzewcze w przeliczeniu na 1 MW mocy cieplnej na podstawie aktualnych ofert rynkowych
Mała pompa ciepła powietrze-woda	Uśredniona cena indywidualnej małej pompy ciepła (poniżej 100 kW) powietrze-woda na cele grzewcze w przeliczeniu na 1 MW mocy cieplnej na podstawie aktualnych ofert rynkowych
Duża pompa ciepła wykorzystująca ciepło odpadowe	Cena wyznaczona na podstawie planowanego kosztu podobnych inwestycji realizowanych przez Veolia Poznań i Veolia Warszawa
Turbiny wiatrowe	Uśredniona cena siłowni wiatrowej w przeliczeniu na 1 MW mocy zainstalowanej na podstawie przykładowych inwestycji w turbiny wiatrowe (https://mapadotacji.gov.pl/)
Instalacja fotowoltaiczna	Uśredniona cena domowej instalacji fotowoltaicznej w przeliczeniu na 1 MWp mocy zainstalowanej na podstawie aktualnych cen rynkowych
Farma fotowoltaiczna	Uśredniona cena farmy fotowoltaicznej w przeliczeniu na 1 MW mocy zainstalowanej (IEO)

5

2. Koszty operacyjne

Nazwa urządzenia	Objaśnienie
Kocioł na biomasę	Szacowany koszt nakładów pracy, konserwacji oraz serwisowania dla indywidualnego kotła grzewczego na paliwa stałe w przeliczeniu na 1 MW zainstalowanej mocy cieplnej
Kocioł na biomasę ekoprojekt	
Kocioł węglowy starego typu	
Kocioł węglowy ekoprojekt	
Kocioł gazowy	Szacowany koszt nakładów pracy, konserwacji oraz serwisowania dla indywidualnego kotła grzewczego na paliwa gazowe w przeliczeniu na 1 MW zainstalowanej mocy cieplnej
Pompa ciepła powietrze-powietrze	Szacowany koszt nakładów pracy, konserwacji oraz serwisowania dla pomp ciepła w przeliczeniu na 1 MW zainstalowanej mocy cieplnej
Duża pompa ciepła powietrze-woda	
Mała pompa ciepła powietrze-woda	
Duża pompa ciepła wykorzystująca ciepło odpadowe	
Turbiny wiatrowe	Szacowany koszt nakładów pracy, konserwacji oraz serwisowania dla farmy wiatrowej w przeliczeniu na 1 MW zainstalowanej (PSEW)
Instalacja fotowoltaiczna	Szacowany koszt nakładów pracy, konserwacji oraz serwisowania indywidualnych instalacji fotowoltaicznych w przeliczeniu na 1 MW zainstalowanej (IEO)
Farma fotowoltaiczna	Szacowany koszt nakładów pracy, konserwacji oraz serwisowania farm fotowoltaicznych w Polsce w przeliczeniu na 1 MW zainstalowanej (IEO)

6

3. Efektywność dla ciepłej wody

Nazwa urządzenia	Objaśnienie
Kocioł na biomasę	Uśredniona wartość sprawności spalania indywidualnego kotła na paliwo stałe na podstawie danych katalogowych oraz strat ciepła w domowej instalacji c.w.u. (Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska)
Kocioł na biomasę ekoprojekt	
Kocioł węglowy starego typu	
Kocioł węglowy ekoprojekt	
Grzejnik elektryczny	Suma strat ciepła podczas konwersji energii elektrycznej na energię cieplną oraz straty ciepła w domowej instalacji c.w.u.
Kocioł gazowy	Uśredniona wartość sprawności spalania indywidualnego kotła na paliwa gazowe na podstawie danych katalogowych oraz strat ciepła w domowej instalacji c.w.u. (Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska)
Kocioł gazowy kondensacyjny	
Pompa ciepła powietrze-powietrze	Suma strat ciepła w obiegu pompy oraz strat w domowej instalacji c.w.u. (Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska)
Duża pompa ciepła powietrze-woda	
Mała pompa ciepła powietrze-woda	
Duża pompa ciepła wykorzystująca ciepło odpadowe	
Ciepłownia - węgiel	Straty ciepła w ciepłej wodzie w domowej instalacji c.w.u. (Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska)
Ciepłownia - gaz ziemny	
Elektrociepłownia - węgiel	
Elektrociepłownia - gaz ziemny	

7

4. Emisje

Nazwa urządzenia	Objaśnienie
Kocioł na biomasę	Wartości emisji dla źródeł indywidualnych (KOBIZE)
Kocioł na biomasę ekoprojekt	
Kocioł węglowy starego typu	
Kocioł węglowy ekoprojekt	
Kocioł gazowy	
Kocioł gazowy kondensacyjny	Wartość emisji dla sieci elektroenergetycznej (KOBIZE)
Sieć elektroenergetyczna	
Ciepłownia - węgiel	Wartości emisji dla sieciowych źródeł ciepła (URE)
Ciepłownia - gaz ziemny	
Elektrociepłownia - węgiel	
Elektrociepłownia - gaz ziemny	
Elektrociepłownia RDF	Emisja zależna od przyjętego udziału oraz rodzaju (organiczny, nieorganiczny) użytego RDF w procesie spalania (Urząd Gminy Rawicz)

5. Efektywność dla ciepła

Typ budynku	Duża													
	Kocioł na biomasę	Kocioł na biomasę ekoprojekt	Kocioł węglowy starego typu	Piec węglowy ekoprojekt	Grzejnik elektryczny	Kocioł gazowy	Kocioł gazowy kondensacyjny	Pompa ciepła powietrzna	Duża pompa ciepła	Pompa ciepła gruntowa	Ciepłownia – gaz ziemny	Ciepłownia – węgiel	Elektrociepłownia – gaz ziemny	Elektrociepłownia – węgiel
Wielorodzinny klasy A i B	0,792	0,792	0,675	0,792	0,9	0,792	0,882	0,945	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Wielorodzinny klasa C	0,792	0,792	0,675	0,792	0,9	0,792	0,882	0,945	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Wielorodzinny klasa D	0,704	0,704	0,6	0,704	0,9	0,704	0,784	0,84	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Wielorodzinny klasy E i F	0,704	0,704	0,6	0,704	0,9	0,704	0,784	0,84	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Publiczne klasy A i B	0,792	0,792	0,675	0,792	0,9	0,792	0,882	0,945	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Publiczne klasa C	0,748	0,748	0,6375	0,748	0,9	0,748	0,833	0,8925	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Publiczne klasa D	0,748	0,748	0,6375	0,748	0,9	0,748	0,833	0,8925	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Publiczne klasy E i F	0,704	0,704	0,6	0,704	0,9	0,704	0,784	0,84	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Jednorodzinny klasy A i B	0,792	0,792	0,675	0,792	0,9	0,792	0,882	0,945	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	0,85
Jednorodzinny klasa B	0,792	0,792	0,675	0,792	0,9	0,792	0,882	0,945	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	0,85
Jednorodzinny klasa C	0,792	0,792	0,675	0,792	0,9	0,792	0,882	0,945	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Jednorodzinny klasy C i D	0,7656	0,7656	0,6525	0,7656	0,9	0,7656	0,8526	0,9135	0,87	0,87	0,9	0,9	0,9	0,9
Jednorodzinny klasa D	0,748	0,748	0,6375	0,748	0,9	0,748	0,833	0,8925	0,85	0,85	0,9	0,9	0,9	0,9
Jednorodzinny klasa E	0,704	0,704	0,6	0,704	0,9	0,704	0,784	0,84	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85
Jednorodzinny klasy E i F	0,704	0,704	0,6	0,704	0,9	0,704	0,784	0,84	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85
Jednorodzinny klasa F	0,704	0,704	0,6	0,704	0,9	0,704	0,784	0,84	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

6. Termomodernizacja

Parametry termomodernizacyjne dla poszczególnych typów budynków wyznaczone za pomocą oprogramowania symulacyjnego EnergyPlus				
Typ budynku	Koszt termomodernizacji (zł/m ²)		Efektywność energetyczna	
	do klasy energetycznej A	do klasy energetycznej B	dla klasy energetycznej A	dla klasy energetycznej B
Wielorodzinny klasa C	462	212	0,384	0,203
Wielorodzinny klasa D	512	262	0,531	0,414
Wielorodzinny klasy E i F	812	562	0,643	0,593
Publiczny klasa C	597	347	0,552	0,065
Publiczny klasa D	747	497	0,582	0,308
Publiczny klasy E i F	947	697	0,641	0,39
Jednorodzinny klasa C	554	354	0,316	0,232
Jednorodzinny klasa D	754	554	0,561	0,52
Jednorodzinny klasy E i F	854	654	0,631	0,601

Parametry termomodernizacji i energii końcowej w budynkach zabytkowych

Klasa	Energia końcowa (stan podstawowy)	Termomodernizacja 30% (zł/m ²)	Termomodernizacja 60%	Klasa po termomodernizacji	Energia końcowa po termomodernizacji
B	100,75	-	-	B	100,75
C	127,52	400,17	-	B	89,26
D	155,26	512,68	-	C	108,68
E	177,20	-	885,10	B	88,60
F	277,01	-	1 086,71	C	110,80

Załącznik B – ścieżki cenowe

Tabela 2. Ścieżki cenowe dla technologii użytych w opracowaniu na lata 2023–2040

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Źródła indywidualne (zł/MWh)																		
Węgiel dla odbiorcy indywidualnego	234,06	214,49	248,24	232,63	217,03	201,42	185,81	173,25	214,63	256,00	297,37	338,75	380,12	397,82	415,52	433,22	450,92	468,62
Gaz ziemny dla odbiorcy indywidualnego	251,0061	235,0935	252,5222	239,0864	225,6506	212,2147	198,7789	187,2483	212,4882	237,7281	262,9679	288,2078	313,4477	323,884	334,3203	344,7567	355,193	365,6294
Biomasa (pellet) dla odbiorcy indywidualnego	405,78	407,20	408,62	410,03	411,45	412,87	414,28	415,70	418,68	421,66	424,64	427,61	430,59	433,57	436,55	439,53	442,50	445,48
Sieć elektroenergetyczna (zł/MWh)																		
Sieć elektroenergetyczna (IDEA)	980,00	1 002,75	1 025,47	1 022,61	1 019,71	1 016,77	1 013,78	1 010,76	1 006,79	1 002,57	998,09	993,37	988,38	987,24	985,97	984,57	983,03	981,36
Ciepło sieciowe (zł/MWh t)																		
Ciepłownia węglowa (aktualna)	387,37	445,40	456,49	460,58	482,18	484,20	486,22	488,24	509,16	530,08	551,00	571,92	592,84	613,76	634,68	655,60	676,52	697,44
Ciepłownia – gaz	623,82	613,23	601,52	586,19	577,46	561,35	545,25	529,14	535,70	542,26	548,82	555,39	561,95	568,51	575,07	581,64	588,20	594,76
Elektrociepłownia – węgiel	479,33	570,37	589,34	594,64	632,51	634,16	635,86	620,20	662,74	705,67	748,99	792,69	836,78	876,90	917,41	958,32	999,62	1 041,32
Elektrociepłownie – gaz	445,27	351,32	328,22	312,33	303,44	287,25	271,19	208,93	225,79	243,67	262,60	282,56	303,55	313,95	325,40	337,91	351,47	366,09
Elektrociepłownia – biomasa	324,86	284,11	277,41	276,94	272,81	272,99	273,22	255,72	255,64	255,95	256,67	257,78	259,30	256,75	254,60	252,87	251,54	250,62
Koszt ETS1 (zł/t CO ₂)	356,90	405,30	451,66	472,54	540,01	555,39	570,77	586,14	642,28	698,41	754,55	810,69	866,82	922,96	979,09	1 035,23	1 091,36	1 147,50
Koszt ETS2 (zł/t CO ₂)	0,00	0,00	160,65	172,58	184,52	196,45	208,39	229,50	356,96	484,43	611,89	739,36	866,82	922,96	979,09	1 035,23	1 091,36	1 147,50

Tabela 3. Wyjaśnienie metodyki opracowania ścieżek cenowych dla poszczególnych technologii

	Metodyka	Opis	Dane wejściowe						
Źródła indywidualne (zł/MWh)				2022					
Węgiel dla odbiorcy indywidualnego	Prognozy z WOE posłużyły do wyznaczenia procentowej dynamiki zmian cen przewidywanych przez IEA w każdym ze scenariuszy, która następnie została naniesiona na faktyczne ceny w roku bazowym 2022 w Polsce. Pozwoliło to uzyskać prognozy cen paliw kopalnych dla odbiorcy końcowego do 2050 r. w trzech wariantach	Aktualna cena węgla dla odbiorcy indywidualnego (w sklepie https://sklep.pgg.pl/)	Cena węgla dla odbiorcy indywidualnego (zł/t)	1470					
Gaz ziemny dla odbiorcy indywidualnego		Aktualna taryfa za gaz dla odbiorcy indywidualnego na podstawie https://pgnig.pl/taryfa	Cena gazu z taryfy dla odbiorcy indywidualnego (zł/MWh (netto))	204,07					
Biomasa (pellet) dla odbiorcy indywidualnego		Aktualna cena pelletu drzewnego (pellet4future.com)	Cena pelletu drzewnego dla odbiorcy indywidualnego (zł/t)	1 876,19					
Sieć elektroenergetyczna (zł/MWh)				2020	2023	2025	2030	2040	2045
Sieć elektroenergetyczna (IDEA)	Prognoza cen energii elektrycznej przedstawiona w PEP2040 zaktualizowana o prognozy cen emisji ETS1 w trzech scenariuszach przygotowane przez IDEA. Od ceny końcowej energii elektrycznej przedstawionej w PEP2040 odjęto koszty ETS przedstawione w ww. dokumencie. Następnie emisje zostały jeszcze raz pomnożone przez nowe prognozy dotyczące kosztów ETS i zsumowane z powrotem. Cena w roku bazowym została zaktualizowana do aktualnej ceny energii elektrycznej dla odbiorcy indywidualnego		Cena energii elektrycznej dla odbiorcy indywidualnego (zł/MWh)		980				
Ciepłownia węglowa (aktualna)	Za podstawę do wyznaczenia prognozy dla istniejącej ciepłowni/elektrociepłowni służy aktualna taryfa za ciepło dla odbiorcy indywidualnego w analizowanym mieście. Taryfa podzielona jest proporcjonalnie na koszty paliwa, koszty emisji oraz pozostałe koszty działalności obiektu zgodnie ze statystycznym udziałem tych kosztów (URE). Część dotycząca paliw prognozowana jest do 2050 r. na podstawie współczynnika zmian cen paliwa wykorzystanego przy wyznaczaniu prognozy dla źródeł indywidualnych otrzymanego na podstawie WEO. Prognoza części emisyjnej zostaje wykonana na podstawie współczynnika wzrostu kosztów emisji ETS wyznaczonego na podstawie WEO. Pozostała część kosztów jest stała w całym okresie		Koszt ciepła dla odbiorcy indywidualnego zgodnie z taryfą (zł/MWh t)		432,883				

			CAPEX zł/30 lat/1 MWh	Koszty operacyjne	Koszt paliwa	Koszt emisji	Sprzedaż energii elektrycznej do sieci	Suma (taryfa)
Ciepłownia – gaz	<p>W przypadku nowej inwestycji wyznaczamy następujące składowe sumujące się do finalnej taryfy dla odbiorcy indywidualnego pozwalającą zapewnić rentowność inwestycji:</p> <ol style="list-style-type: none"> Część inwestycyjną stanowiącą sumę nakładów inwestycyjnych na wybudowanie 1 MW zainstalowanej mocy termicznej w podzieloną na 1 MWh wyprodukowanego ciepła w cały okresie 30 lat życia inwestycji. Część paliwową stanowiącą statystyczny koszt paliwa przypadającego na 1 MWh ciepła dostarczonego do odbiorcy indywidualnego w analogicznych rodzajach obiektów (URE). Koszt paliwa jest następnie mnożony przez zmianę % danego paliwa w kolejnych latach na podstawie prognoz opisanych wcześniej. Część emisyjną wyznaczoną jako średnie emisje w danym rodzaju obiektu przemnożone przez prognozę kosztów ETS w każdym roku (URE). W przypadku elektrociepłowni sprzedaż energii elektrycznej będącej wartością ujemną równą przychodowi ze sprzedaży energii elektrycznej do sieci wyznaczonej na podstawie statystycznej produkcji energii elektrycznej przypadającej na 1 MWh energii cieplnej wyprodukowanej w danym rodzaju obiektu oraz cenie sprzedaży energii elektrycznej do sieci (URE). Cena sprzedaży energii elektrycznej zmienia się w kolejnych latach o taki sam % jak prognozowany koszt energii elektrycznej dla odbiorcy indywidualnego. Pozostałe koszty działalności obiektu będące stałą statystyczną wartością kosztów przypadających na 1 MWh wyprodukowanego ciepła w danym rodzaju instalacji (URE) 	Parametry bazowe na 2023 r. (URE) 76,48 90,74 77,78	58,86	226,72	288,49	50,89	-	623,82
Elektrociepłownia – węgiel		226,72	119,41	278,70	-138,45	479,33		
Elektrociepłownia – gaz		226,72	328,58	127,62	-250,53	445,27		
Elektrociepłownia – biomasa		226,72	139,57	148,88	-131,86	324,86		
			2020	2021	2022	2023	2030	2050
Koszty emisji CO ₂ (zł/t CO ₂)	Prognoza ceny uprawnień do emisji do 2050 r. wyznaczona została na podstawie % zmian cen ETS w kolejnych latach według prognozy przedstawionej w trzech scenariuszach (World Energy Outlook)	Cena bazowa dla prognozy (zł/t CO ₂)				356,9		
		Stated Policies (\$/t)	32,3	64,5	86		90	113
		Announced Pledges (\$/t)	32,3	64,5	86		135	200
		NetZero by 2050 (\$/t)	32,3	64,5	86		140	250

Załącznik C – zasób budynkowy w gestii Urzędu Gminy

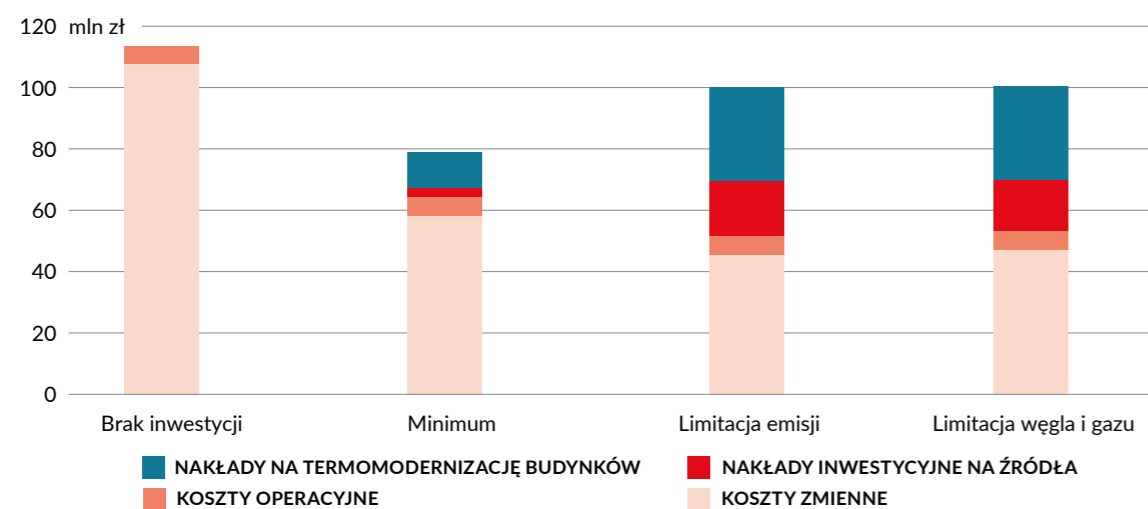
Samorządy mają bezpośredni wpływ wyłącznie na budynki, którymi zarządzają. Prezentujemy szczegółowe opracowanie wskazujące ścieżkę modernizacji budynków miejskich w Rawiczu. Miasto zarządza 102 budynkami o łącznej powierzchni użytkowej 56 tys. m², co stanowi ok. 6,3% całości powierzchni użytkowej wszystkich budynków na jego terenie.

Roczne koszty ciepła, podgrzewania wody i energii elektrycznej w tych budynkach wynoszą ok. 6,7 mln zł rocznie, czyli ok. 114 mln zł w skali siedemnastoletniego okresu analizy. Roczne emisje wynikające z użytkowania tego zasobu wynoszą:

- CO₂ – 4,7 tys. ton,
- PM10 – 5,4 tony,
- PM2,5 – 3,2 tony.

Budynki miejskie w Rawiczu charakteryzują się niską efektywnością energetyczną – 32 tys. m² ich łącznej powierzchni użytkowej (czyli ok. 57%) należy do najniższych klas efektywności energetycznej (E i F), a kolejne prawie 7 tys. m² (czyli ok. 12,3 %) należy do klasy D.

Wykres 1. Wydatki całkowite w latach 2023–2040 na transformację energetyczną dla wszystkich scenariuszy zasobu budynkowego w gestii Urzędu Gminy



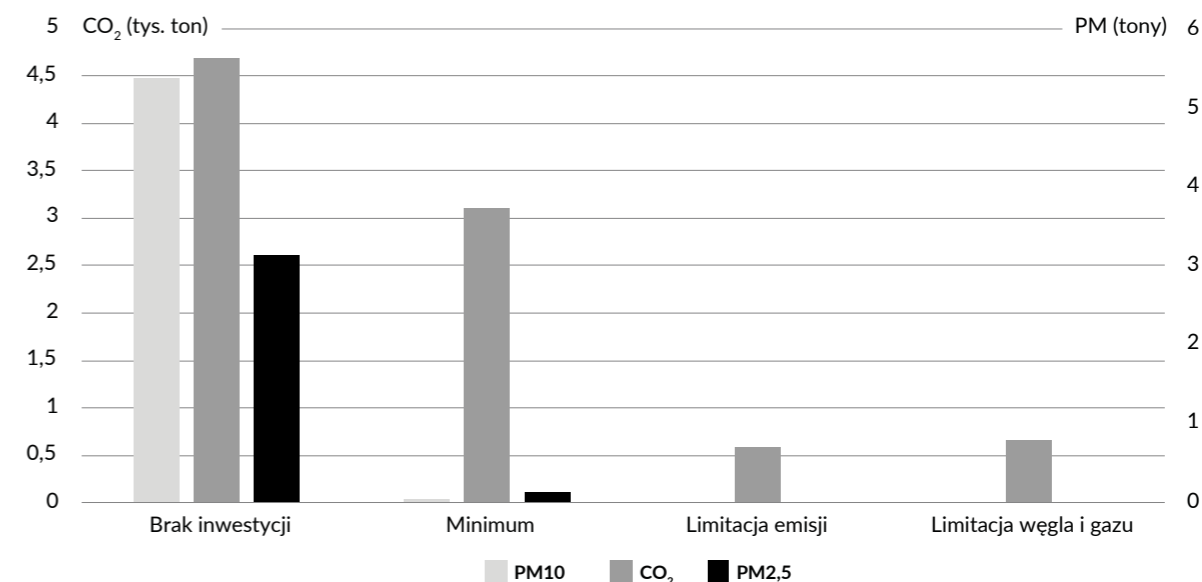
Źródło: opracowanie własne.

Wydatki całkowite w każdym z analizowanych scenariuszy zakładających termomodernizację i wymianę źródeł ciepła w okresie analizy obejmującym 17 lat (od 2023 do 2040 r.) są niższe niż w scenariuszu Brak inwestycji:

- w scenariusz Minimum o ok. 35 mln zł,
- w scenariuszach Limitacji emisji oraz Limitacja węgla i gazu o ok. 14 mln zł.

Dzięki wydatkom inwestycyjnym na poziomie od 15 do 48 mln zł (w zależności od przyjętego scenariusza), koszty bieżące ciepła i energii spadną o nawet 58% w porównaniu ze scenariuszem Brak inwestycji, dając miastu roczne oszczędności na poziomie 3,7 mln zł w scenariuszu Limitacja emisji. Z przeprowadzonej analizy wynika, że zaniechanie inwestycji w budynki należące do zasobu miejskiego będzie oznaczało narażenie Rawicza na wysokie rachunki za ciepło i energię elektryczną.

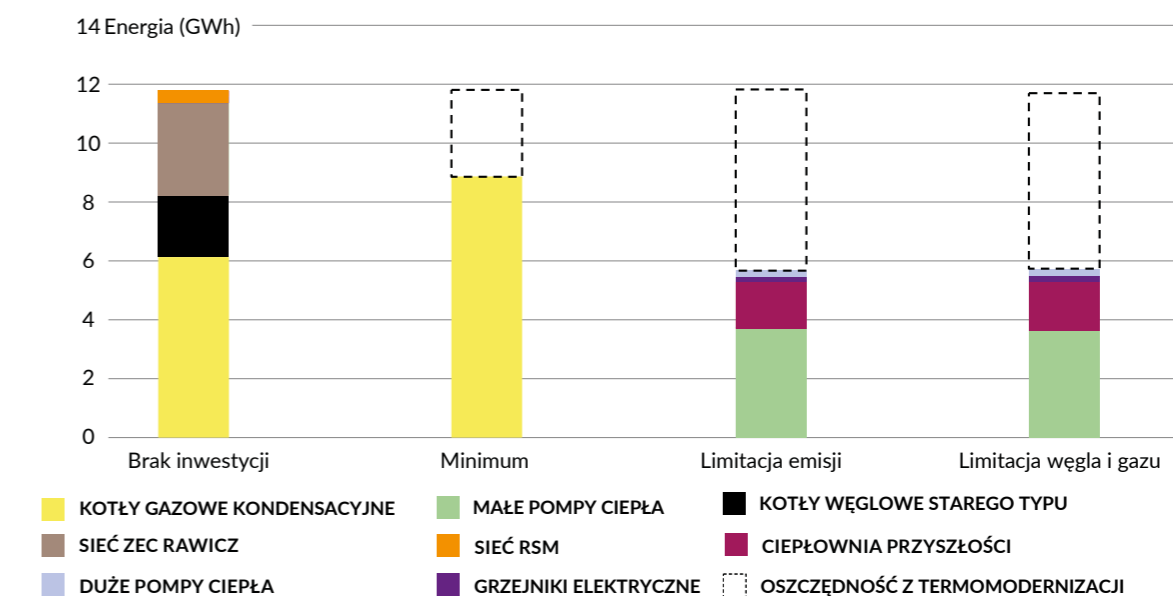
Wykres 2. Emisje CO₂ oraz pyłów PM10 i PM2,5 w 2040 r. w każdym z analizowanych scenariuszy dla budynków w gestii Urzędu Gminy



Źródło: opracowanie własne.

W niezależnie od scenariusza i dominującej w nim technologii produkcji ciepła – czyli tego, czy głównym źródłem ciepła będą kotły gazowe (scenariusz Minimum) czy też pompy ciepła (scenariusze Limitacja emisji oraz Limitacja węgla i gazu) – możliwa będzie redukcja emisji pyłów PM2,5 i PM10 o prawie 99%. Natomiast jedynie wdrożenie jednego ze scenariuszy progresywnych pozwoli miastu osiągnąć znaczącą roczną redukcję emisji CO₂ – nawet o 87%. Taka ścieżka działania jest kluczowa w obliczu wiążących dla Polski celów klimatycznych, z których główny zakłada osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r.

Wykres 3. Roczna produkcja ciepła w 2040 r. w podziale na zastosowane technologie, zasób budynkowy będący w gestii Urzędu Gminy



Źródło: opracowanie własne.

Wykres 3 wskazuje, że w chwili obecnej w Rawiczu (czyli w scenariuszu Brak inwestycji) struktura produkcji ciepła jest następująca:

- 52% (6,1 GWh) ciepła produkowane jest z kotłów gazowych kondensacyjnych,
- 30% (3,5 GWh) ciepła pochodzi z miejskiego Zakładu Energetyki Ciepłej i kotłowni Rawickiej Spółdzielni Mieszkaniowej,
- 17,7% (2,1 GWh) ciepła pochodzi ze spalania węgla w kotłach węglowych,
- nieznaczną część ciepła generowana jest przez grzejniki elektryczne.

Sumaryczna produkcja ciepła w tym scenariuszu kształtuje się na poziomie ok. 11,8 GWh rocznie.

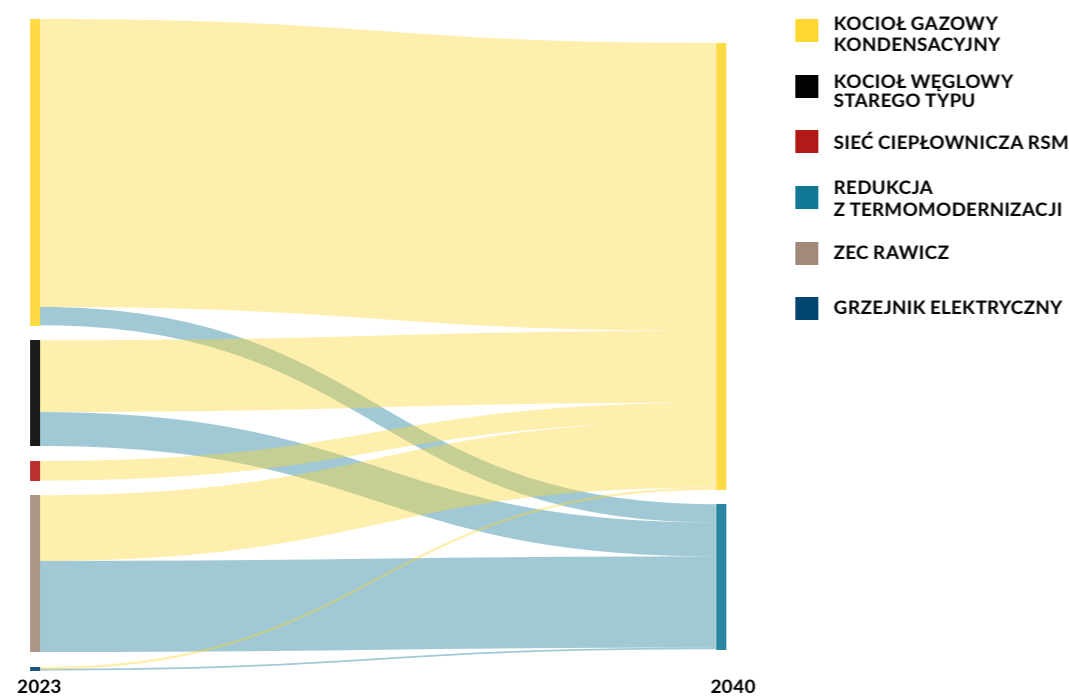
W scenariuszu **Minimum** termomodernizacja pozwala obniżyć zapotrzebowanie na ciepło o 25%. Zakładana w nim liczba wymienionych indywidualnych źródeł ciepła oraz budynków odłączonych od sieci ciepłowniczej na rzecz kotłów gazowych skutkuje uzależnieniem 46% produkcji ciepła od jednego paliwa.

W scenariuszach **Limitacja emisji** oraz **Limitacja węgla i gazu** roczne oszczędności w zapotrzebowaniu na ciepło dzięki termomodernizacji wynoszą ok. 52% wobec stanu obecnego. Produkcja ciepła pokrywana jest przede wszystkim (66%, czyli 3,8 GWh) przez małe pompy ciepła oraz w ok. 28% (1,6 GWh) w zmodernizowanym Zakładzie Energetyki Ciepłej w Rawiczu. Za niewielką część ciepła odpowiadają także grzejniki elektryczne i duże pompy ciepła.

Energia użytkowa na potrzeby ogrzewania budynków w gestii Urzędu Gminy

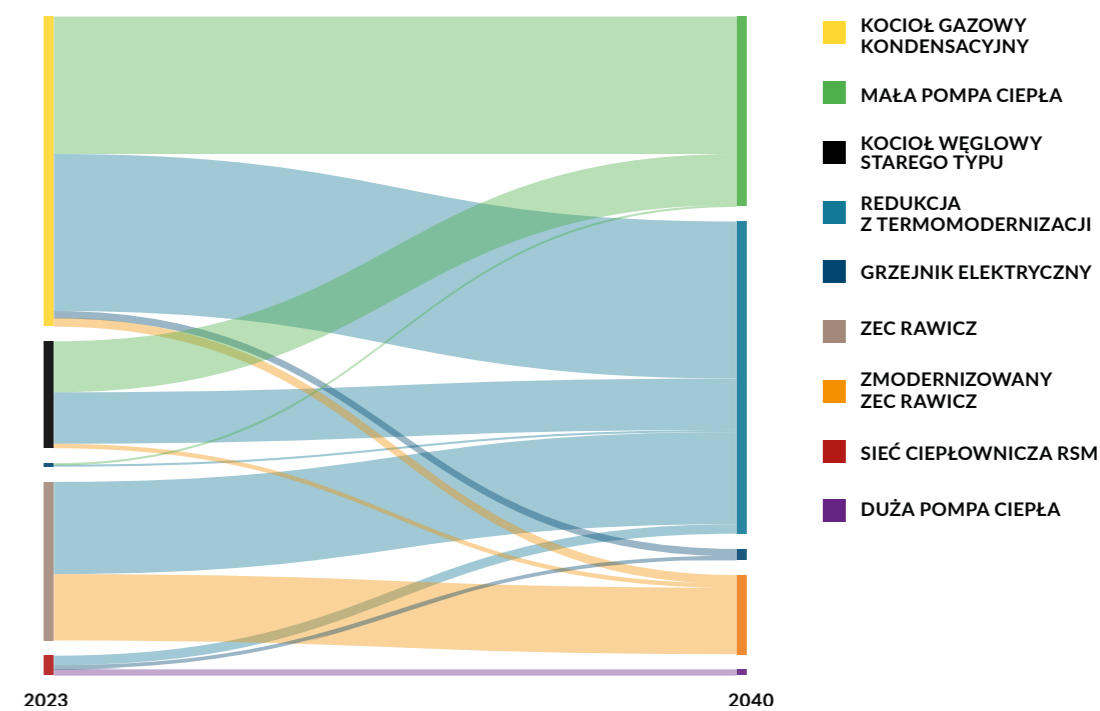
Struktura produkcji i zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków w Rawiczu będzie podlegała znaczącym zmianom – w zależności od wybranego scenariusza transformacji. Wszystkie analizowane scenariusze zakładają redukcję zapotrzebowania na ciepło poprzez przeprowadzenie termomodernizacji budynków, różniąc się jednak jej skalą i rodzajami źródeł ciepła, w które zainwestuje miasto. Wykresy 4–6 przedstawiają te zmiany na przestrzeni 17 lat, czyli między 2023 a 2040 r.

Wykres 4. Energia użytkowa na potrzeby ogrzewania budynków (MWh) w Rawiczu w 2023 i 2040 r. – scenariusz Minimum, zasób będący w gestii Urzędu Gminy



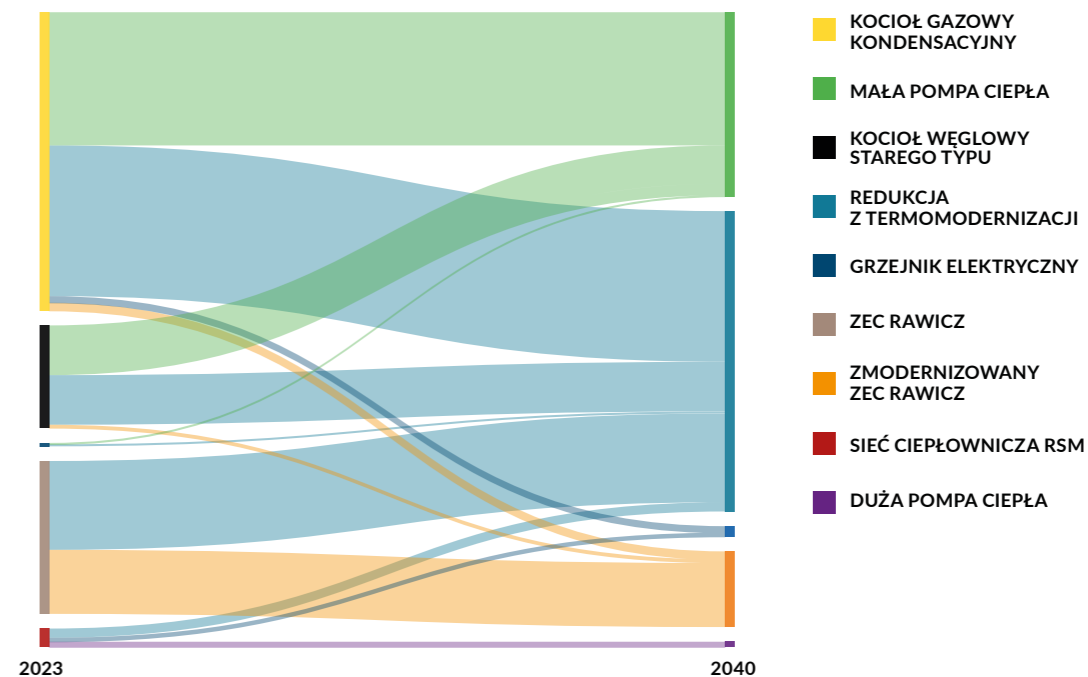
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 5. Energia użytkowa na potrzeby ogrzewania budynków (MWh) w Rawiczu w 2023 i 2040 r. – scenariusz Limitacja emisji, zasób będący w gestii Urzędu Gminy



Źródło: opracowanie własne.

Wykres 6. Energia użytkowa na potrzeby ogrzewania budynków (MWh) w Rawiczu w 2023 i 2040 r. – scenariusz Limitacja węgla i gazu, zasób będący w gestii Urzędu Gminy

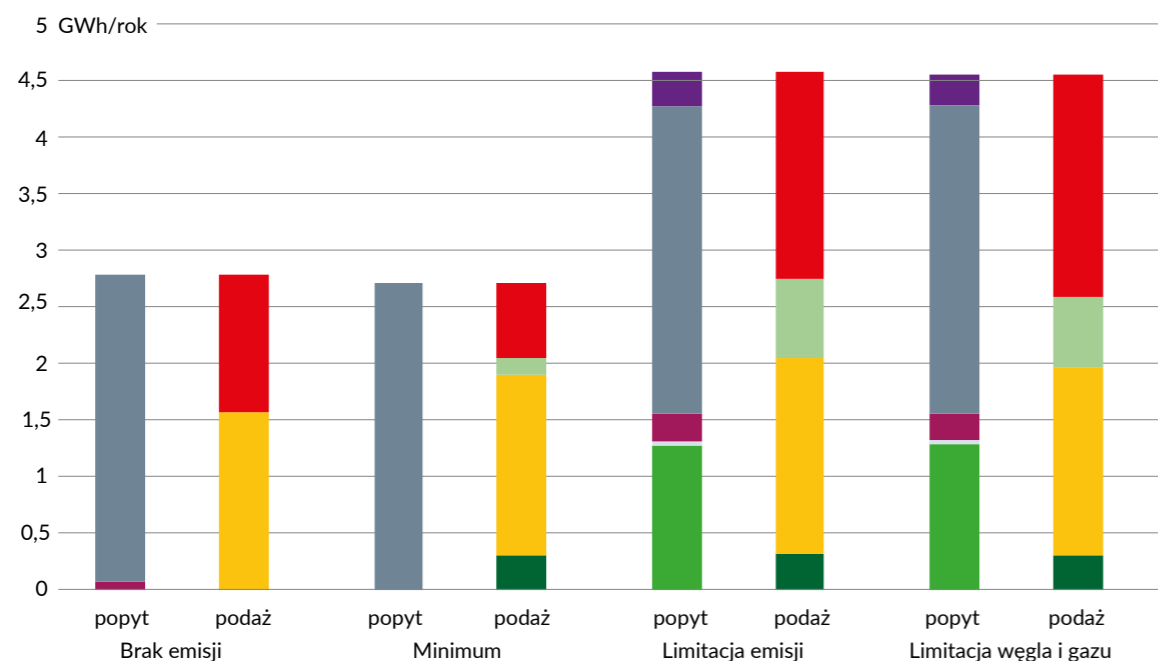


Źródło: opracowanie własne.

Realizacja **scenariusza Minimum** (wykres 4) będzie skutkowała zmniejszeniem zapotrzebowania na ciepło w porównaniu do stanu obecnego o 2,9 GWh, czyli o ok. 25%. Podobnie jak w analizie dla całego miasta, także w zasobie budynkowym gminy następuje masowa wymiana źródeł węglowych starego typu na atrakcyjne ekonomicznie indywidualne źródła gazowe. Z tego samego powodu odbiorcy odłączają się od sieci ciepłowniczej, co skutkuje wzrostem udziału gazu w ogrzewaniu budynków w Rawiczu do niemalże 100%.

W przypadku realizacji **scenariuszy Limitacja emisji** oraz **Limitacja węgla i gazu** (wykresy 5 i 6) termomodernizacja skutkuje redukcją zapotrzebowania na ciepło o 6 GWh (52% w stosunku do stanu obecnego). Z mixu energetycznego znikają kotły węglowe i gazowe, które są w większości zastąpione przez małe indywidualne pompy ciepła oraz w mniejszym stopniu grzejniki elektryczne. Zakład Energetyki Ciepłej w Rawiczu podlega modernizacji według wariantu III strategii transformacji polegającego na przejściu na sieci niskotemperaturowe i produkcji ciepła z systemu obejmującego pompy ciepła, kolektory słoneczne, instalacje fotowoltaiczne i wiatrowe oraz magazyn energii (podrozdział 4.1., s. 9). Sieć ciepłownicza Rawickiej Spółdzielni Mieszkaniowej przechodzi na duże pompy ciepła i grzejniki elektryczne. W ten sposób w obu scenariuszach transformacji następuje całkowita elektryfikacja ogrzewania budynków w gestii Urzędu Gminy.

Wykres 7. Roczny bilans energii elektrycznej dla każdego scenariusza symulacji, zasób budynkowy w gestii Urzędu Gminy



Źródło: opracowanie własne.

W przypadku kontynuacji stanu obecnego (scenariusz Brak inwestycji) roczny popyt na energię elektryczną wynoszący 2,8 GWh jest zaspokajany przez dwa źródła:

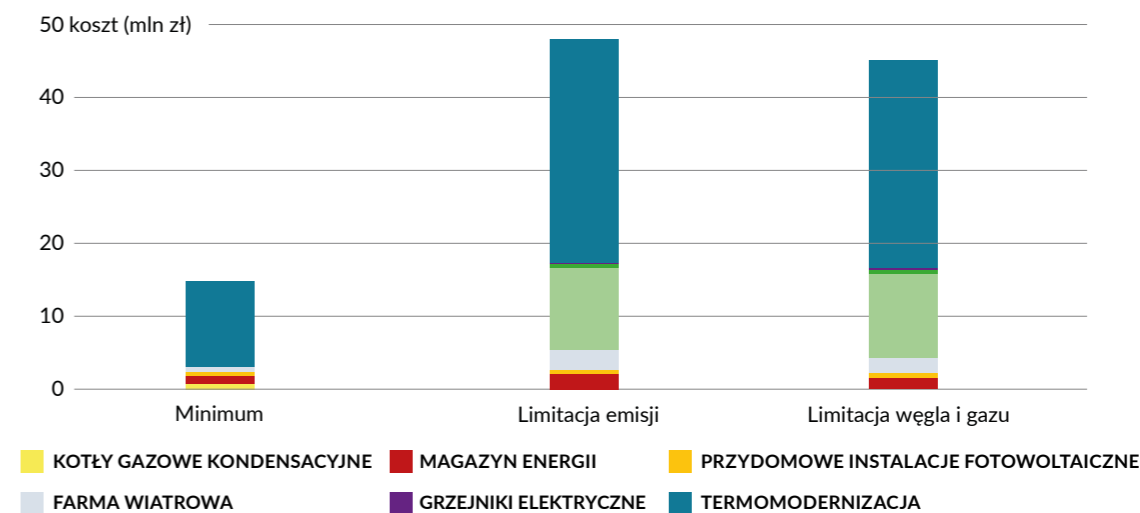
- 1) indywidualne instalacje fotowoltaiczne produkujące 1,6 GWh energii rocznie,
- 2) sieć elektroenergetyczną generującą 1,2 GWh rocznie.

Redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną z sieci o 50% w scenariuszu Minimum wobec scenariusza Brak inwestycji wynika z wyprodukowania tańszego prądu z instalacji fotowoltaicznych na dachach budynków. W sytuacji przewagi kosztowej technologii PV odbiorcy odłączają się od sieci, żeby rozliczać się korzystniej z energii wyprodukowanej indywidualnie.

Bilans energii elektrycznej dla scenariuszy Limitacja emisji oraz Limitacja węgla i gazu, podobnie jak w analizie dla całego miasta, jest bardzo zbliżony. W porównaniu do scenariusza Brak inwestycji, widoczny jest wzrost rocznego zapotrzebowania na energię dla pomp ciepła wynoszący 1,3 GWh. Taki przyrost popytu jest pokrywany przez produkcję z farmy wiatrowej wynoszący 600–700 MWh oraz mikroinstalacji fotowoltaicznych wynoszący 1,7 GWh rocznie. Roczny pobór energii elektrycznej z sieci w scenariuszach progresywnych jest relatywnie wysoki i wynosi ok. 1,9 GWh rocznie. Pokrycie zapotrzebowania wspierają magazyny energii elektrycznej o pojemności 3 MWh. Średnie całkowite wartości rocznego zapotrzebowania i generacji w przypadku tych scenariuszy wynoszą 4,5 GWh/rok – 160% więcej niż w przypadku utrzymania stanu obecnego.

Wykres 8 pokazuje całkowite wydatki na termomodernizację i wymianę źródeł ciepła w ciągu 17 lat (lata 2023–2040) w ramach trzech analizowanych scenariuszy.

Wykres 8. Całkowite nakłady inwestycyjne poniesione przez Urząd Gminy w każdym scenariuszu symulacji na przestrzeni 17 lat



Źródło: opracowanie własne.

W scenariuszach **Limitacja emisji** oraz **Limitacja węgla i gazu** nakłady inwestycyjne dla poszczególnych technologii są niemal identyczne, utrzymując się na poziomie ok. 48 mln zł. Najwięcej środków finansowych pochłonie przeprowadzenie termomodernizacji wynoszące ok. 31 mln zł. Drugim najdroższym działaniem będzie instalacja pomp ciepła, na którą trzeba będzie przeznaczyć ok. 11,5 mln zł. Na każdą z pozostałych inwestycji będzie trzeba zarezerwować następujące środki – koszt budowy farmy PV: 2,5 mln zł, mikroinstalacji fotowoltaicznych: 1 mln, magazynów energii elektrycznej: 1,8 mln zł.

Scenariusz minimum różni się od pozostałych scenariuszy pod względem wysokości nakładów ponoszonych na termomodernizację. Nie przewiduje on wydatków na nowe indywidualne pompy ciepła. Koszt termomodernizacji budynków wynosi ok. 11,7 mln zł przy minimalnych nakładach na pozostałe inwestycje technologiczne.

Termomodernizacja w gestii Urzędu Gminy

W procesie termomodernizacji zasobu budynkowego ważna jest identyfikacja grup obiektów, w których remonty są opłacalne i mogą przynieść jak największe oszczędności w zapotrzebowaniu na energię. Pozwoli to na rozsądne zaplanowanie inwestycji i efektywne wykorzystywanie środków finansowych.

W ramach analizy wyników scenariusza **Limitacja emisji** z zakresu termomodernizacji dla budynków w gestii Urzędu Gminy (np. szkół, przychodni) wykazano następujące wnioski:

- W porównaniu z całym miastem dla budynków w gestii Urzędu Gminy przeprowadzenie termomodernizacji jest opłacalne w okresie analizy (lata 2023–2040) tylko w klasach D, E i F o łącznej powierzchni 37 tys. m², co stanowi 66% powierzchni wszystkich budynków należących do Rawicza.
- Jeśli wszystkie te budynki zostaną poddane termomodernizacji, łączne oszczędności w rocznym zapotrzebowaniu na energię w Rawiczu wyniosą 5,4 GWh.
- Grupa budynków z najkrótszym czasem zwrotu za termomodernizację (11 lat) to obiekty publiczne w najniższych klasach energetycznych (E i F) o łącznej powierzchni 23 tys. m² – ich modernizację należy rozważyć w pierwszej kolejności.

Podsumowanie

W ramach przeprowadzonej przez Forum Energii analizy rekomendowanym do realizacji scenariuszem w zasobie budynkowym w gestii Urzędu Gminy jest **Limitacja emisji**. Przy porównywalnych kosztach scenariusz ten prowadzi do większej redukcji emisji niż scenariusz Limitacja węgla i gazu. Miasto Rawicz może jednak podjąć także decyzję o zrealizowaniu bardziej ambitnej strategii w budynkach, którymi bezpośrednio zarządza, tym samym zachęcając mieszkańców do wybrania tej samej ścieżki.

W wybranym scenariuszu Rawicz może obniżyć koszty bieżące w budynkach miejskich aż o 58% przy nakładach inwestycyjnych w wysokości 48 mln zł. Największe zasoby finansowe pochłonie wykonanie termomodernizacji – aż 31 mln zł. Jednakże po jej przeprowadzeniu, a także wymianie kotłów węglowych i gazowych na małe pompy ciepła oraz modernizacji Zakładu Energetyki Ciepłej, nastąpi znaczący spadek emisyjności budynków w gestii Urzędu Gminy, w tym prawie całkowita eliminacja pyłów zawieszonych PM_{2,5} i PM₁₀ oraz redukcja emisji CO₂ o 87%.

Analiza wykazała, że miasto powinno w pierwszej kolejności podjąć się remontów budynków użyteczności publicznej o najniższych klasach efektywności energetycznej (klasy E i F). Czas zwrotu takich inwestycji wyniesie 11 lat.

Bibliografia i źródła

GUS, *Komunikat Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 13 stycznia 2023 r. w sprawie przeciętnej średniorocznej ceny detalicznej 1000 kg węgla kamiennego w 2022 roku*, <https://stat.gov.pl/sygnalne/komunikaty-i-obwieszczenia/lista-komunikatow-i-obwieszczen/komunikat-w-sprawie-przecietnej-sredniorocznej-ceny-detalicznej-1000-kg-wegla-kamiennego-w-2022-roku,53,10.html> [dostęp: 9.05.2024].

IEO, *Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2022*, <https://ieo.pl/raporty>.

KOBIZE, *Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za rok 2022, 2023*, https://krajowabaza.kobize.pl/docs/Wskaźniki_małe_źródła_spalania_paliw_2022.pdf.

KOBIZE, *Wskaźniki Emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za dla energii elektrycznej 2022*, <https://www.kobize.pl/pl/article/aktualnosci-2022/id/2229/nowe-wskazniki-emisyjnosci-dla-energii-elektrycznej>.

Małeczka I., Politechnika Wroclawska, *Sprawność użytkowa systemu przygotowania ciepłej wody w węzłach ciepłowniczych*, 2010, <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPB2-0042-0009>.

PGE Dystrybucja S.A., *Taryfa dla usług dystrybucji energii elektrycznej PGE Dystrybucja S.A., średnia cena brutto 1 MWh energii elektrycznej dla odbiorcy końcowego dla taryfy G11*, <https://pgedystrybucja.pl/strefa-klienta/informacje-dla-konsumenta/taryfy-i-cenniki> [dostęp 11.05.2024].

PGNiG, *Taryfa- cennik dla klientów indywidualnych oraz podmiotów objętych ochroną taryfową*, <https://pgnig.pl/taryfa> [dostęp 11.05.2024].

PSEW, *Energetyka Wiatrowa w Polsce 2023, 2023*, http://psew.pl/wp-content/uploads/2023/06/Energetyka-wiatrowa-w-Polsce_2023_internet.pdf.

URE, *Energetyka cieplna w liczbach 2021, 2022*, <https://www.ure.gov.pl/pl/cieplo/energetyka-cieplna-w-l/10763,2021.html>.

Baza danych inwestycji dofinansowanych z budżetu UE <https://mapadotacji.gov.pl/>.

Plan transformacji energetycznej Rawicza do 2040 r. Załączniki

FORUM ENERGII
ul. Wspólna 35/10, 00-519 Warszawa
NIP: 7010592388, KRS: 0000625996, REGON: 364867487

www.forum-energii.eu