

Wstęp

Ciepłownictwo systemowe i indywidualne w Polsce wymaga pilnej transformacji w kierunku wysokosprawnych i niskoemisyjnych systemów grzewczych zasilanych paliwami gazowymi oraz OZE. Projekt REDUCost ma na celu ocenę potencjału redukcji emisji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych w Polsce przy jednoczesnej analizie kosztów technicznych, ekonomicznych i społecznych działań redukcyjnych. Inicjatywa obejmuje opracowanie scenariuszy transformacji (BAU i MFR) oraz narzędzi do modelowania emisji w sektorach takich, jak komunalno-bytowy, transport czy przemysł. Wyniki projektu mają wspierać polityki publiczne, wskazując najbardziej efektywne i opłacalne ścieżki dekarbonizacji zgodne z regulacjami UE i krajowymi strategiami [1].

Założenia

Tabela 1. Zestawienie kluczowych założeń dla scenariuszy BAU (Business As Usual) i MFR (Maximum Feasible Reduction) w sektorze bytowo-komunalnym, zgodnie z danymi z raportu REDUCost.

Obszar / parametr	Scenariusz BAU	Scenariusz MFR
Struktura paliwowa	Stopniowy spadek zużycia węgla; wzrost udziału gazu i OZE; umiarkowany wzrost elektryfikacji	Prawie całkowite wyeliminowanie węgla; szybki wzrost OZE i elektryfikacji; stabilizacja lub spadek gazu
Efektywność energetyczna budynków	Kontynuacja działań modernizacyjnych zgodnie z obowiązującymi programami	Przyspieszona głęboka termomodernizacja, wdrożenie nowych norm efektywności
Źródła ciepła <1 MW	Modernizacja urządzeń zgodna z wymogami ekoprojektu, ale brak krajowych norm emisyjnych	Wdrożenie bardziej rygorystycznych regulacji (wzorem Niemiec, Austrii, Danii); możliwe technologie BNAT
OZE i prosumenci	Stopniowy rozwój instalacji prosumenckich (PV, pompy ciepła, biomasa)	Silne wsparcie dla prosumentów i społeczności energetycznych, masowa elektryfikacja ogrzewania
Emisje PM _{2,5}	Redukcja o ok. 82% do 2040 r.	Redukcja o ok. 97% do 2040 r.
Emisje NO _x	Redukcja o ok. 78% do 2040 r.	Redukcja o ok. 74% do 2040 r. (efekt nowych kotłów)
Emisje NH ₃	Redukcja ok. 6% (dominacja rolnictwa jako źródła)	Redukcja do 32% dzięki dodatkowym środkom
Koszty i nakłady	Niższe nakłady inwestycyjne, mniejsze tempo transformacji	Wyższe nakłady, ale większe korzyści środowiskowe i zdrowotne (koszty uniknięte)

Tabela 2. Przyjęte do obliczeń wskaźniki emisji na jednostkę energii dla źródeł grzewczych stosowanych w sektorze bytowo-komunalnym w Polsce.

Parametr	Jednostka	Kocioł na węgiel ręczny, konwencjonalny	Kocioł na drewno ręczny, konwencjonalny	Kocioł na pellet, Ekoprojekt	Kocioł pellet, obniżona emisja pyłu 20 mg/m³	Kocioł na pellet, Ekoprojekt + ESP	Kocioł na drewno, Ekoprojekt	MOP, konwencjonalny	MOP, kominiek na drewno, Ekoprojekt	MOP kominiek, nowy Ekoprojekt	Kocioł kondensacyjny na gaz	Kocioł kondensacyjny na olej	Pompa ciepła powietrze/woda	Kocioł elektrodowy
sprawność sezonowa, h	%	55	55	87	87	87	87	40	65	60	107,5	105	300	100
CO	g/GJ	5040	4166	130	130	130	191	5250	1000	333	26	57	0	0
OGC	g/GJ	260	557	6	6	6	9	650	120	70	1,9	0,69	0	0
FTSP	g/GJ	454	200	19,4	9,7	1,9	26,7	390	26,7	18,7	1,2	1,9	0	0
CPM	g/GJ	144	350	9,7	4,9	1,0	13,4	450	13,35	9,345	0	0	0	0
TSP (FTSP+CPM)	g/GJ	598	550	29,1	14,6	2,9	40,1	840	40,05	28,0	1,2	1,9	0	0
PM10	g/GJ	380	514	29,1	14,6	2,9	40,1	798	40,1	28,0	1,2	1,9	0	0
PM2,5	g/GJ	290	470	26,2	13,1	2,6	36,0	756	36,0	25,2	1,2	1,9	0	0
SO ₂	g/GJ	480	11	8	8	8	11	11	8	8	0,3	79	0	0
NO _x	g/GJ	170	60	85	85	85	84	60	200	200	51	51	0	0
BaP	mg/GJ	280	124	0,8	0,8	0,8	0,5	126	2	2	0,00056	0,00056	0	0
CO ₂	g/GJ	94 200	0	0	0	0	0	0	0	0	55 480	77 750	0	0

Dyskusja

Scenariusze BAU i MFR przedstawiają dwa realistyczne warianty transformacji sektora bytowo-komunalnego: BAU zakłada stopniowy spadek wykorzystania węgla przy rosnącej roli gazu i OZE oraz umiarkowanej elektryfikacji, natomiast MFR dąży do niemal całkowitego wyeliminowania węgla, szybkiej elektryfikacji ogrzewania oraz silnego wsparcia prosumentów i społeczności energetycznych. Zastosowanie układów hybrydowych, łączących nowoczesne urządzenia na biopaliwa stałe lub gaz z pompami ciepła lub kotłami elektrodowymi, umożliwia dywersyfikację źródeł paliwa i zwiększa elastyczność pracy systemu. Najwyższe emisje generują konwencjonalne kotły oraz MOP niespełniające wymagań ekoprojektu, natomiast najniższe emisje lokalne towarzyszą pompom ciepła i kotłom elektrodowym. W ich przypadku należy jednak uwzględnić również emisje związane z wytwarzaniem energii elektrycznej, szerzej opisywane w projekcie REDUCost.

*Autor korespondencyjny

dr hab. inż. Robert Kubica, prof. Politechniki Śląskiej | e-mail: robert.kubica@polsl.pl

Literatura:
[1] IOS-PIB, 2025, <https://ios.edu.pl/projekt/reducost/> [dostęp: 08.10.2025]