

Określenie tempa modernizacji budynków w Polsce w celu spełnienia wymagań zeroemisyjnej gospodarki w 2050 roku

Defining modernization rate of buildings in Poland in order to meet the requirements of a zero-emission economy in year 2050

Adam Kłazyński^{*)}

Słowa kluczowe: termomodernizacja, efekt cieplarniany, zmiany klimatyczne, paliwa kopalne, sektor budynków, zeroemisyjność, zapotrzebowanie na energię, tempo modernizacji, scenariusz zmian, czysta energia, 2050.

Streszczenie

Niniejszy artykuł ma na celu określenie możliwości zmniejszenia emisyjności sektora budynków w Polsce poprzez działania modernizacyjne i zmianę systemów zasilania budynków w energię. Przeanalizowano 3 założone scenariusze prowadzenia termomodernizacji budynków w skali kraju do 2050 roku, określono tempo z jakim powinny być prowadzone i porównano je z rekomendowanym scenariuszem zaprezentowanym w obecnie przygotowywanej przez rząd Długoterminowej Strategii Renowacji. Określono spodziewaną zmianę zapotrzebowania budynków na energię do 2050 roku i na tej podstawie założono i przeanalizowano scenariusze dotyczące niezbędnych zmian w ciepłym systemowym i niesystemowym.

Keywords: thermomodernization, greenhouse effect, climate changes, fossil fuels, buildings sector, zero-emission, energy consumption, modernization rate, changes scenario, clean energy, 2050.

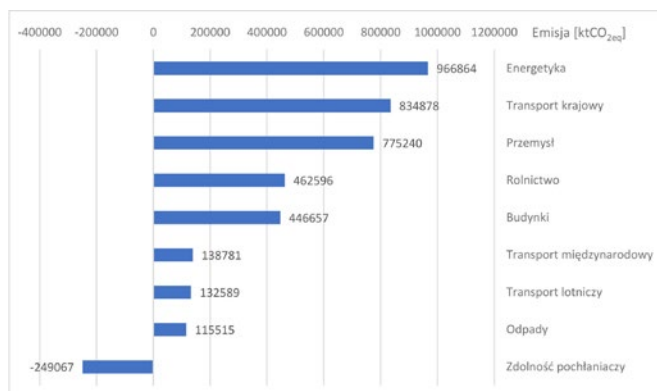
Abstract

The main purpose of this article is defining means of lowering emissivity of a building sector in Poland through modernization measures and a change to buildings energy supply systems. Analysed were 3 different assumed scenarios of how to carry out buildings thermomodernizations in Poland up to year 2050, a rate with which they should be implemented, and results were compared with the recommended scenario included in a long-term renovation strategy, which is currently under development by government. A change to buildings energy supply up to year 2050 was defined, and based on it, presented and analysed were scenarios on changes needed to be made to both district heating systems and individual heat sources.

1. Wstęp

Polska jako członek Unii Europejskiej, zobowiązana jest do przestrzegania i realizacji praw, zobowiązań i celów podjętych przez Unię. Jednym z takich celów jest osiągnięcie neutralności emisyjnej do 2050 roku [14]. Cel ten zapisany został w porozumieniu paryskim w grudniu 2015 [8], a w grudniu 2019 został zaprezentowany przez Komisję Europejską tzw. Europejski Zielony Ład, czyli plan osiągnięcia na terenie Unii takiego stanu do 2050 roku. Osiągnięcie neutralności klimatycznej zostało dodane do europejskiego prawa klimatycznego w marcu 2020, co czyni go prawnie wiążącym dla wszystkich krajów członkowskich [14].

Osiągnięcie neutralności pod względem emisji gazów cieplarnianych, a w szczególności CO₂, polega na zachowaniu stanu równowagi między tym co zostało wyemitowane, a tym co zostało pochłonięte (głównie przez lasy, gleby czy oceany). Rocznie na świecie produkuje się około 40 gigaton dwutlenku węgla, podczas gdy naturalną zdolność jego pochłaniaczy szacuje się w okolicach 10 gigaton rocznie. Oznacza to emisję na poziomie 30 gigaton CO₂ rocznie, którą należy ograniczyć.



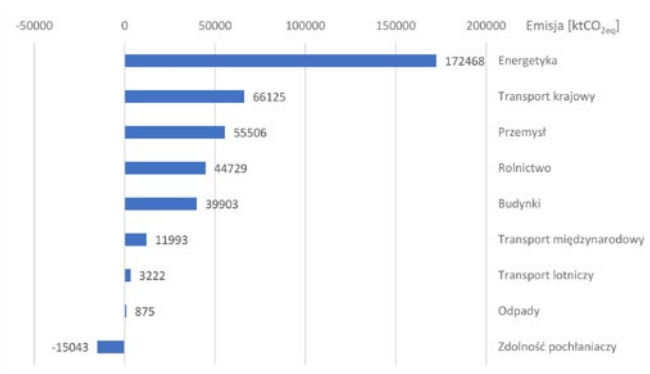
Rys. 1 – Udziały sektorów w emisji CO₂ w UE w 2019 roku [2]

Fig. 1 – CO₂ emissions shares by sector in EU in 2019 [2]

Największa emisja gazów cieplarnianych w krajach członkowskich Unii pochodzi ze źródeł energii (blisko 1 Gt równoważnika CO₂ w 2019 roku) – ok. 27% całkowitej emisji. Kolejne miejsca zajmowały: transport (ok. 0,83 Gt) – 23%, przemysł (ok. 0,75 Gt) – 21,5% oraz rolnictwo i sektor

^{*)} Adam Kłazyński – mgr inż., absolwent Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, e-mail: adam.klazynski.stud@pw.edu.pl | adam.klazynski@gmail.com

budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej (po ok. 0,45 Gt) – ok. 12-13% każde z nich. Zdolność pochłaniaczy oszacowano na poziomie 0,25 Gt CO₂ czyli ok. 7% całkowitej rocznej produkcji CO₂ na terenie Unii Europejskiej



Rys. 2 – Udziały sektorów emisji CO₂ w Polsce w 2019 roku [2]

Fig. 2 – CO₂ emissions shares by sector in Poland in 2019 [2]

W Polsce sytuacja wygląda trochę inaczej – w 2019 r. zdecydowanie największy udział w emisji gazów cieplarnianych miały źródła energii (0,17 Gt) – stanowiły 45% całkowitej emisji w naszym kraju. Następnie, ze zbliżonym wynikiem uplasowały się kolejno transport, przemysł, rolnictwo oraz sektor budynków (od 0,04 do 0,067 Gt) – od 10,5% do 17,4%. Zdolność pochłaniaczy w Polsce oszacowano na ok. 0,015 Gt, a więc około 4% całkowitej produkcji CO₂.

Jak widać z wykresów przedstawionych na rys. 1 i 2, osiągnięcie neutralności emisyjnej wymaga redukcji emisji gazów cieplarnianych w każdym z wyżej wymienionych sektorów. Największe zmiany powinny zajść w sektorze dostaw energii, który szczególnie w Polsce najbardziej przyczynia się do powstawania efektu cieplarnianego. Nie zmienia to faktu, że w celu osiągnięcia zerowego balansu emisji w naszym kraju, należy również zmniejszyć produkcję gazów cieplarnianych w pozostałych sektorach. Celem niniejszej analizy będzie przedstawienie możliwej transformacji sektora budynków, związanej ze zmniejszeniem zapotrzebowania budynków na energię i zmiany w sposobie zaopatrywania ich w energię, które w efekcie pozwolą na osiągnięcie zerowej emisji w sektorze budynków.

2. Proekologiczna polityka UE

Wspomniane we wstępie ograniczenia emisji zanieczyszczeń i idące za tym zmiany w poszczególnych sektorach, są odpowiedzią na nasilające się przez ostatnie lata zjawiska efektu cieplarnianego, zanieczyszczeń powietrza i zmian klimatycznych, mające negatywne skutki o zasięgu globalnym.

UE, zaraz po Chinach i USA, jest trzecim największym emitentem gazów cieplarnianych. W szczególności państwa UE o największej emisji to: Niemcy, UK, Francja, Włochy, Polska i Hiszpania. Unia Europejska za cel przyjęła ograniczenie zjawiska globalnego ocieplenia, a więc bezpośrednio zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych [15].

By zrealizować swój cel, Unia Europejska podejmuje szereg działań, polegających m.in. tworzeniu planów działania, zawieraniu porozumień i prowadzeniu proekologicznej polityki.

Z działań prawnych podjętych przez UE jako dwa najważniejsze możemy wyróżnić:

- Porozumienie paryskie, zgodnie z którym emisja gazów cieplarnianych w UE ma być zredukowana o co najmniej 40% poniżej poziomu z 1990 roku [15];
- Europejskie prawo o klimacie, zatwierdzone w czerwcu 2021, które czyni osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku jako prawnie wiążące dla krajów członkowskich UE, a cel redukcji emisji do 2030 roku zwiększa do poziomu 55% [15].

Działania mające na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych przez UE różnią się w zależności od sektora gospodarki:

- dla sektora energii i przemysłowego wprowadzono rynek emisji dwutlenku węgla. Przedsiębiorstwa i firmy emitujące CO₂ do atmosfery muszą wykupić uprawnienia do emisji CO₂. Koszt uprawnień rośnie wraz z ilością emitowanego dwutlenku węgla, więc zachęca do jak największej redukcji emisji CO₂ [15];
- w reszcie sektorów określono krajowe cele redukcji emisji do 2030 roku, obliczone na podstawie PKB na mieszkańca (dla Polski wynosi on – 7% w odniesieniu do 2005 roku) [13];
- w sektorze transportu wyznaczone zostały cele zmniejszenia emisji CO₂ do 2030 roku: o 55% dla samochodów osobowych, 50% dla dostawczych, 0% dla nowych samochodów osobowych od 2035 r. Ponadto, od 2022 r. transport morski zostanie włączony do systemu handlu emisjami, a przedsiębiorstwa z nim związane zostaną zobowiązane do ograniczenia emisji dwutlenku węgla o min. 40% do 2030 roku.

Od 2026 r. również transport drogowy ma zostać objęty systemem handlu uprawnieniami do emisji [15];

- w sektorze użytkowania gruntów Parlament Europejski przegłosował rozporządzenie dotyczące zrównoważonego leśnictwa, w myśl którego należy zachować równowagę między rolą leśnictwa w gospodarce, a rolą lasów w środowisku. Celem jest zrównoważenie emisji CO₂ poprzez pochłanianie jej przez lasy – obecny cel to 320 Mt ekwiwalentu CO₂ do 2023 roku [16];

- UE przyjęła też politykę czystej energii, która zakłada zwiększenie udziału energii odnawialnej na rynku do 40% do 2030 r., oraz przepisy dotyczące m.in. budynków, które mają pozwolić na poprawienie efektywności energetycznej o 36-39% do 2030 r. [9];
- w planach jest również wprowadzenie podatku węglowego na towary importowane z krajów spoza UE, celem zmniejszenia potencjalnego przenoszenia produkcji do krajów o mniejszych rygorach związanych z przeciwdziałaniem zmianom klimatycznym [15].

Zarówno wymienione tutaj działania jak i inne skupiające się na walce ze zmianami klimatu są częścią Europejskiego Zielonego Ładu, którego ostatecznym celem jest osiągnięcie neutralności klimatycznej w Europie do 2050 r.

3. Zasilanie budynków w ciepło

Strukturę zużycia ciepła w Polsce, w zależności od rodzaju paliwa i docelowej grupy budynków przedstawiono w tab. 1 i 2.

Tabela 1 Udział rodzaju paliwa w sposobie dostawy energii do budynków [11]

Table 1 Different types of fuels shares in the method of energy supply to buildings [11]

Rodzaj paliwa	Ogrzewanie indywidualne	Ciepło systemowe
Węgiel	47,7%	72,5%
Gaz	31,1%	8,6%
Biomasa i OZE	19,6%	8,1%
Oleje	0,5%	4,8%
Inne	1,1%	6%

Tabela 2 Struktura zużycia ciepła w Polsce [11]

Table 2 Structure of heat consumption in Poland [11]

Grupa budynków	Ciepło niesystemowe	Ciepło systemowe
Budynki mieszkalne	49%	17%
Budynki użyteczności publicznej	7%	2%
Przemysł i budownictwo	20%	5%
Łącznie	76%	24%

Spoglądając na powyższe dane można stwierdzić, że zdecydowanie największym zapotrzebowaniem na energię charakteryzują się budynki mieszkalne zasilane z indywidualnych źródeł ciepła – sta-

nowią one blisko połowę całości struktury zużycia ciepła w Polsce. Zużycie ciepła dostarczanego z sieci jest ponad 3 krotnie niższe od dostarczania niesystemowo.

Analizując przedstawioną strukturę wykorzystania paliw w budynkach ogrzewanych, można wyraźnie zaobserwować znaczącą przewagę węgla nad innymi rodzajami paliwa. Zarówno w ogrzewaniu indywidualnym i ciepłe systemowym, jest on głównym paliwem wykorzystywanym do celów ogrzewania. Ciepło systemowe wykorzystuje OZE jedynie w 8%, a w źródłach indywidualnych jest to 20%, z czego znaczną część stanowi drewno opałowe. Zarówno węgiel, jak i drewno, charakteryzują się największymi wskaźnikami emisji CO₂ z wymienionych tu paliw [10]. Gaz ziemny, którego wskaźnik emisji jest o połowę niższy niż węgla i drewna też nie jest optymalnym paliwem w rozważaniach jak największego ograniczenia emisyjności. Niezbędna będzie rozbudowa pozyskiwania energii czystej, czy to w źródłach indywidualnych (kolektorach słonecznych, pompach ciepła w połączeniu z fotowoltaiką), czy to przez wprowadzanie rozwiązań nisko lub bezemisyjnych w produkcji ciepła systemowego np.: z wykorzystaniem farm wiatrowych, słonecznych, energii pozyskiwanej z wody lub budowy elektrowni atomowych.

4. Analiza scenariuszy tempa modernizacji budynków do 2050 r.

Wybór odpowiedniej strategii modernizacji budynków jest procesem, który powinien uwzględniać zarówno aspekty ekonomiczne i ekologiczne. Modernizacja powinna przynosić wymierne korzyści względem nakładów finansowych poniesionych na jej przeprowadzenie.

Żeby umożliwić znaczącą redukcję gazów cieplarnianych w sektorze budynków w Polsce do 2050 r. wymagana jest redukcja zapotrzebowania budynków na energię poprzez przeprowadzenie termomodernizacji w skali kraju. Poniżej przedstawiono scenariusze takiego potencjalnego przedsięwzięcia. W tym celu wykorzystano szacunki KAPE dotyczące rozkładu budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej według przyjętych przedziałów efektywności energetycznej budynków oraz sposób przedstawienia wyników w formie wykresu procentowego skumulowanego [12].

Wszystkie przyjęte scenariusze posiadają wspólne założenia:

- stan zasobów budowlanych w 2022 jest taki sam i został przedstawiony w tab3;

Tabela 3 Stan zasobów budowlanych przyjęty do analizy scenariuszowej [12]
Table 3 State of building stock as a base for scenario analysis [12]

Przedziały wskaźnika EP w kWh/m ² rok							
0-25	25-50	50-90	90-150	150-230	230-330	330-450	>450
0%	1%	4%	24%	31%	24%	14%	2%

- uwzględniono przybywanie i udział nowych budynków wybudowanych po 2022 roku;
- średnie tempo budowy nowych budynków w skali roku oszacowano na podstawie danych w raportach o budownictwie GUS [6,5] oraz danych GUGiK [4], a wynosi ono: ok. 78545 budynków mieszkalnych i ok. 53135 budynków użyteczności publicznej;
- za standard energooszczędny przyjęto wartości EP < 50 kWh/m²rok, za standard pasywny EP < 25 kWh/m²rok.

4.1 Scenariusz pierwszy

Pierwszy scenariusz zakłada zmniejszanie zapotrzebowania budynków na energię o 50% co 14-15 lat. Stan nowo powstałych budynków do 2036 r. będzie odpowiadał standardowi WT2021 (przyjęto odpowiednio dla budynków mieszkalnych EP = 70 kWh/m²rok, dla budynków niemieszkalnych EP = 45 kWh/m²rok) natomiast od 2036 do 2050 będą odpowiadały standardowi 50% WT2021 (budynki mieszkalne EP = 45 kWh/m²rok, niemieszkalne EP = 23 kWh/m²rok). Wyniki przewidywanych efektów scenariusza zestawiono w tab. 4 i 5 oraz na rys. 3.

Tabela 4 Udziały budynków w scenariuszu pierwszym

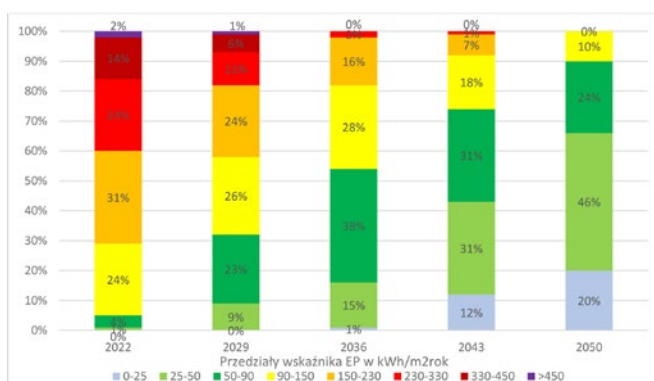
Table 4 Buildings shares in first scenario

	0-25	25-50	50-90	90-150	150-230	230-330	330-450	>450
2022	0%	1%	4%	24%	31%	24%	14%	2%
2029	0%	9%	23%	26%	24%	11%	6%	1%
2036	1%	15%	38%	28%	16%	2%	0%	0%
2043	12%	31%	31%	18%	7%	1%	0%	0%
2050	20%	46%	24%	10%	0%	0%	0%	0%

Tabela 5 Tempo modernizacji w scenariuszu pierwszym

Table 5 Modernization pace in first scenario

Okres	Rocznie %	Rocznie tys. bud.	Łącznie tys. bud.
do 2029	6,28%	421	2946
do 2036	5,60%	427	5936
do 2043	6,45%	551	9793
do 2050	5,17%	490	13220
% procent stanu 2022:			197%



Rys. 3 – Wyniki scenariusza pierwszego

Fig. 3 – First scenario results

W efekcie tak prowadzonych modernizacji w 2050 roku byłoby łącznie ok. 66% budynków co najmniej energooszczędnych. Pozostałe 34% stanowiłyby budynki odpowiadające obecnie obowiązującym standardom WT 2021 oraz budynki o zużyciu nie przekraczającym wskaźnika EP = 150 kWh/m²rok.

Sytuacja względem stanu obecnego w 2022 uległaby więc znacznej poprawie – udział budynków o najmniejszych wskaźnikach EP wzrósłby o 65%, wyeliminowane byłyby budynki o wskaźnikach EP powyżej 150 kWh/m²rok, 90% budynków odpowiadałoby obecnemu w 2022 standardowi WT2021. Tak prowadzona modernizacja pozwoliłaby na znaczne ograniczenie zapotrzebowania na energię w sektorze budynków, a w połączeniu z modernizacją sposobów dostawy energii do budynków wpłynęłaby znacząco na ograniczenie emisyjności.

W tym scenariuszu do 2036 r. nie byłoby już budynków o najgorszym stanie EP > 330 kWh/m²rok, a do roku 2050 budynków o EP > 150 kWh/m²rok. Pierwszy znaczący wzrost budynków pasywnych lub zeroenergetycznych byłby odnotowany dopiero w drugiej fazie modernizacji po 2036 r.

Średnie tempo modernizacji w tym scenariuszu jest wysokie – zakłada ono, że średnio ok. 6% wszystkich budynków rocznie byłoby poddawane modernizacji. To około 470 tys. budynków rocznie i 13220 tys. budynków do 2050 r., co stanowi 197% wszystkich budynków w 2022 r. Spowodowane to jest w głównej mierze mało efektywnym sposobem modernizacji – budynki, które do 2036 r. zostałyby zmodernizowane, zmniejszając swoje zapotrzebowanie o 50%, do 2050 musiałyby zostać zmodernizowane ponownie.

Zmniejszenie o 50% wskaźników EP budynków o najgorszym i średnim stanie odpowiada zazwyczaj lekkiej termomodernizacji, uwzględniającej zaledwie docieplenie przegród zewnętrznych. W związku z tym koszt

związany z modernizacją budynków do 2036 r. powinien być niski, w porównaniu z korzyściami przeprowadzenia takiej termomodernizacji – do 2036 r. – ponad 54% budynków byłoby już co najmniej energooszczędny.

Pod tym względem gorzej prezentuje się faza modernizacji w latach 2036-2050 – by uzyskać jedynie 12% wzrost budynków o EP < 50 kWh/m²rok trzeba byłoby przeprowadzić modernizację 7284 tys. budynków, a więc o 22% więcej niż do roku 2036. W dodatku w głównej mierze byłaby to modernizacja budynków już raz zmodernizowanych, w których tym razem trzeba byłoby dokonać głębokiej termomodernizacji, w znaczeniu kompleksowych zmian w systemach i instalacjach budynków, znacznie droższej i w tym przypadku przynoszącej znacznie mniejsze efekty niż lekka termomodernizacja do 2036 r.

4.2. Scenariusz drugi

Drugi scenariusz zakłada przeprowadzenie etapowej modernizacji budynków według podanego schematu:

- I etap do 2029 – całkowita likwidacja budynków z przedziału EP > 330 kWh/m²rok do 2029 r. przy założeniu lekkiej termomodernizacji tych budynków do przedziału EP 150 – 230 kWh/m²rok;
- II etap do 2036 – całkowita likwidacja wszystkich budynków o EP > 150 kWh/m²rok, z założeniem ich modernizacji do standardów WT 2021;
- III etap – modernizacja 50% budynków o EP z przedziału 50-150 kWh/m²rok do standardu co najmniej energooszczędnego.

Tak samo jak w pierwszym scenariuszu, stan nowo powstałych budynków do 2036 roku będzie odpowiadał standardowi WT2021, natomiast od 2036 r. do 2050 r. będą odpowiadały standardowi 50% WT2021. Wyniki przewidywanych efektów scenariusza przedstawiono w tabeli 6 i 7 oraz na rys. 4.

Tabela 6 Udziały budynków w scenariuszu drugim

Table 6 Buildings shares in second scenario

	0-25	25-50	50-90	90-150	150-230	230-330	330-450	>450
2022	0%	1%	4%	24%	31%	24%	14%	2%
2029	0%	6%	11%	21%	41%	21%	0%	0%
2036	0%	16%	65%	19%	0%	0%	0%	0%
2043	17%	26%	44%	13%	0%	0%	0%	0%
2050	32%	29%	30%	9%	0%	0%	0%	0%

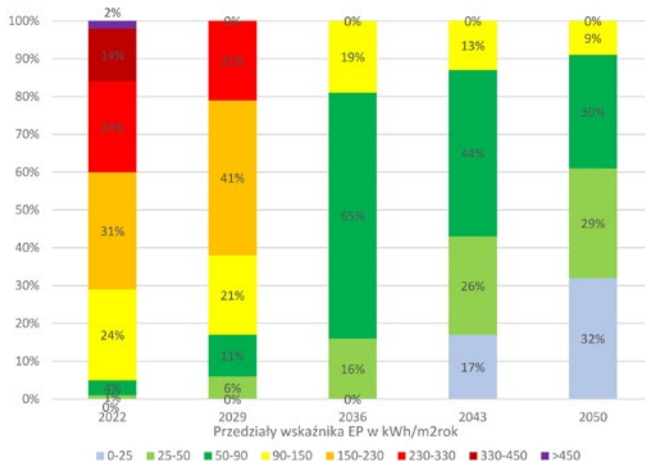
Tabela 7 Tempo modernizacji w scenariuszu drugim

Table 7 Modernization pace in second scenario

Okres	Rocznie %	Rocznie tys. bud.	Łącznie tys. bud.
do 2029	5,43%	364	2547
do 2036	8,86%	675	7274
do 2043	3,58%	305	9411
do 2050	3,58%	338	11778
% procent stanu 2022:			175%

W tym scenariuszu w 2050 r. byłoby 61% budynków co najmniej energooszczędnych, a więc o 5% mniej niż w przypadku poprzedniego scenariusza, ale z drugiej strony budynków o stanie EP > 90 kWh/m²rok byłoby o 1% mniej. Ogólnie efekty tak przeprowadzonej modernizacji w 2050 r. byłyby zbliżone do tego co można było zaobserwować w poprzednim scenariuszu.

Największą widoczną zmianą jest stan budynków w 2036 r. – zgodnie z założeniami, wyeliminowany zostałby udział budynków o EP > 150 kWh/m²rok, a największą część – blisko 2/3 wszystkich budynków – stanowiłyby budynki o zużyciu zgodnym ze standardem WT2021. Do 2050 udział budynków z tego przedziału zmalałby o połowę, na rzecz budynków energooszczędnych lub pasywnych. W porównaniu do pierwszego scenariusza, w 2050 byłoby o 12% więcej budynków pasywnych lub zeroenergetycznych. Nie ulega więc wątpliwości, że podobnie jak poprzedni



Rys. 4 – Wyniki scenariusza drugiego

Fig. 4 – Second scenario results

scenariusz, ten też przyczyniłby się do znacznego obniżenia emisyjności sektora budowlanego w Polsce względem roku 2022.

Średnie tempo modernizacji byłoby zróżnicowane w zależności od etapu prac. Największe byłoby w pierwszych dwóch etapach – kolejno ok. 5,5% i aż prawie 9% dla etapu modernizacji do standardu WT2021 (prawie o 200 tys. budynków rocznie więcej niż w scenariuszu poprzednim). W etapie 3 tempo modernizacji zmalałoby do 3,5%. Łącznie modernizacji do 2050 roku zostałyby poddane 11778 tys. budynków, co stanowi 175% zasobów budowlanych z roku 2020 – o 22% mniej niż poprzednim scenariuszu. Ponownie też część budynków byłaby modernizowana dwukrotnie.

I etap lekkiej modernizacji do 2029 r. pozwoliłby na wyeliminowanie wszystkich budynków o najwyższym zużyciu energii, nie generując przy tym wyjątkowo dużych kosztów. Nie przyczyniłby się on jednak do znacznego wzrostu udziału budynków najbardziej efektywnych energetycznie – udział budynków energooszczędnych wzrósłby o 5%, a budynków o standardzie WT2021 o 7%. Byłyby to o 15% mniejszy przyrost budynków z tego przedziału niż w scenariuszu pierwszym.

II etap modernizacji do WT2021 można uznać za efekty głębokiej termomodernizacji. Tutaj też poddana byłaby termomodernizacji największa liczba budynków – 4727 tys., a średnie roczne tempo modernizacji budynków wyniosłoby aż 9%. Byłby to etap wymagający zapewne największego kapitału i największego nakładu pracy na jego zrealizowanie.

III etap można scharakteryzować jako optymalizację sektora budowlanego. Ma on na celu niewielką względem poprzedniego etapu poprawę efektywności energetycznej budynków (głównie budynków z standardu WT2021 o średnio kolejne 50 kWh/m²rok). Oplacalność tego etapu w głównej mierze zależałaby od rozwoju i popularyzacji nowych technologii po 2036 roku. Jeśli wymaganą poprawę stanu budynków udało się uzyskać tylko dzięki zastosowaniu np. nowych materiałów izolacyjnych, można by zaliczyć ten etap do efektów lekkiej termomodernizacji. W przeciwnym przypadku mógłby się okazać znacznie bardziej kosztowny niż nawet etap II, wymagający jeszcze agresywniejszych zmian w budynkach.

4.3 Scenariusz trzeci

Trzeci z analizowanych scenariuszy zakłada takie prowadzenie modernizacji by w 2050 osiągnąć 100% budynków co najmniej energooszczędnych. W tym celu założono, że 25% wszystkich budynków w 2022 r., w każdym 7 letnim okresie, będzie poddawane termomodernizacji do standardu EP < 50 kWh/m²rok. Założono też znaczne zaostrzenie przepisów dotyczących nowych budynków, które od 2022 r. obniżyłby wymagany EP dla wszystkich nowopowstałych budynków do pułapu EP < 50 kWh/m²rok. Wyniki przewidywanych efektów scenariusza przedstawiono w tab. 8 i 9 oraz na rys. 5.

Tabela 8 Udziały budynków w scenariuszu trzecim

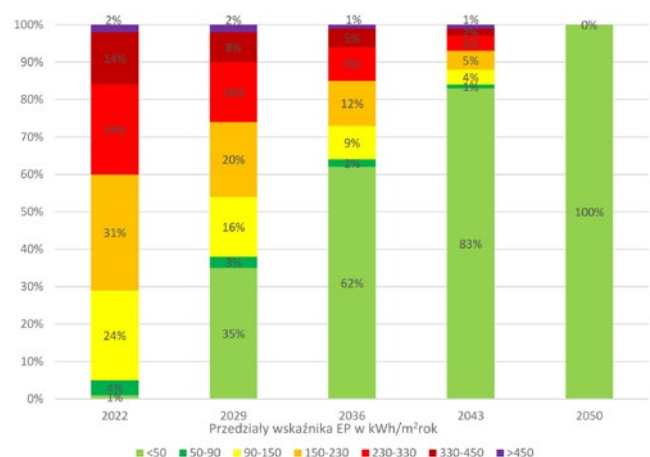
Table 8 Buildings shares in third scenario

	<50	50-90	90-150	150-230	230-330	330-450	>450
2022	1%	4%	24%	31%	24%	14%	2%
2029	35%	3%	16%	20%	16%	8%	2%
2036	62%	2%	9%	12%	9%	5%	1%
2043	83%	1%	4%	5%	4%	2%	1%
2050	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabela 9 Tempo modernizacji w scenariuszu trzecim

Table 9 Modernization pace in third scenario

Okres	Rocznie %	Rocznie tys. bud.	Łącznie tys. bud.
do 2029	3,57%	239	1676
do 2036	3,14%	239	3352
do 2043	2,80%	239	5028
do 2050	2,43%	230	6637
% procent stanu 2022:			99%



Rys. 5 – Wyniki scenariusza trzeciego

Fig. 5 – Third scenario results

Efekt tego scenariusza, zgodnie z założeniami, doprowadziłby do całkowitej zamiany sektora budynków w Polsce do standardu co najmniej energooszczędnego. Zgodnie z przyjętym tempem modernizacji, około 3% wszystkich budynków rocznie byłyby poddawane modernizacji. Tempo to malałoby w kolejnych latach, w związku z przybywaniem nowych budynków odpowiadającym już standardom energooszczędnym. Niezmienna pozostałaby przy tym liczba budynków modernizowana w kolejnych latach – ok. 239 tys. budynków rocznie.

W przeciwieństwie do poprzednich scenariuszy, aż do 2043 r. występowałyby budynki ze wszystkich przedziałów efektywności energetycznej. Stanowiłyby jednak niewielki procent całości – około 17% wszystkich budynków.

Modernizacja budynków od razu do standardu co najmniej energooszczędnego wymagałaby bardzo dużych nakładów inwestycyjnych. Związane byłoby to z przeprowadzeniem głębokiej termomodernizacji w 99% budynków z 2022 r. W przeciwieństwie do poprzednich scenariuszy, budynki byłyby jednak modernizowane tylko raz, od razu do najwyższego standardu. Ogólna liczba przeprowadzonych modernizacji byłaby więc najniższa ze wszystkich wariantów.

Nie ulega wątpliwości, że efekt ekologiczny osiągnięty w 2050 r. byłby najwyższy ze wszystkich zaprezentowanych scenariuszy. Scenariusz ten zakładał też największe oszczędności zapotrzebowania na energię sektora budynków, a więc w efekcie też największe obniżenie wymaganej mocy potrzebnej do ich zaopatrzenia w ciepło i energię.

W połączeniu z modernizacją źródeł ciepła, w tym scenariuszu osiągnięcie zeroemisyjnej gospodarki w sektorze budynków w 2050 r. byłoby najłatwiejsze.

4.4. Scenariusz rekomendowany w DSR

W celach porównawczych przedstawiono poniżej rekomendowany scenariusz prowadzenia modernizacji budynków w Polsce na podstawie obliczeń KAPE i WiseEuropa zamieszczony w Długoterminowej Strategii Renowacji [12]. Założenia i wyniki scenariusza rekomendowanego w DSR przedstawiono w tab. 10 i 11 oraz na rys. 6.

Tabela 10 Udziały budynków w scenariuszu rekomendowanym w DSR [12]

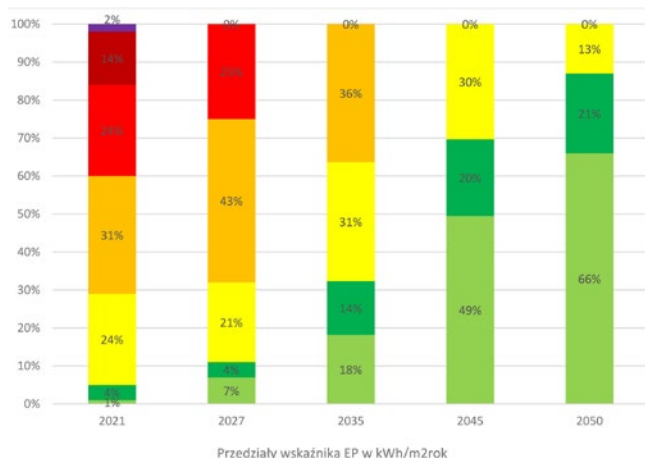
Table 10 Buildings shares in recommended scenario in DSR [12]

	<50	50-90	90-150	150-230	230-330	330-450	>450
2021	1%	4%	24%	31%	24%	14%	2%
2027	7%	4%	21%	43%	25%	0%	0%
2035	18%	14%	31%	36%	0%	0%	0%
2045	49%	20%	30%	0%	0%	0%	0%
2050	66%	21%	13%	0%	0%	0%	0%

Tabela 11 Tempo modernizacji w scenariuszu rekomendowanym w DSR [12]

Table 11 Modernization pace in recommended scenario in DSR [12]

Okres	Rocznie %	Rocznie tys. bud.	Łącznie tys. bud.
do 2030	3,60%	234	2340
do 2040	4,00%	239	4980
do 2050	3,40%	239	7210
% procent stanu 2022:			109,6%



Rys. 6 – Wyniki scenariusza rekomendowanego w DSR [12]

Fig. 6 – Results of the recommended scenario in DSR [12]

Założeniami tego scenariusza była modernizacja wszystkich budynków o wskaźniku EP > 330 kWh/m²rok do 2027 roku, o wskaźnikach > 230 kWh/m²rok do 2035 roku i o wskaźnikach > 150 kWh/m²rok do 2045 r.

W efekcie tak prowadzonych modernizacji w 2050 r. osiągnięto by bardzo podobną strukturę udziałów budynków o wskaźnikach EP poniżej 150 kWh/m²rok, co w przedstawionym scenariuszu pierwszym i zbliżoną do scenariusza drugiego. Osiągnięte to zostałyby jednak mniejszym tempem modernizacji wynoszącym tylko ok. 3,6% budynków w roku.

W scenariuszu tym założono dwuetapowe podejście – pierwszy z nich zakładał lekką termomodernizację budynków o najgorszej efektywności energetycznej połączonej z niskim procentem (ok. 1%) głębokiej termomodernizacji doprowadzającej budynki do standardu najwyższego. W drugim etapie uwzględniono przewidywany rozwój technologii i popularyzacji głębokiej termomodernizacji, zwiększając jej tempo do 3%.

W efekcie zmodernizowane zostałyby 7210 tys. budynków, czyli średnio o ok. 40% budynków mniej niż w scenariuszu pierwszym i drugim. Szacowane koszty przeprowadzenia takiej modernizacji byłyby porównywalne z prezentowanym pierwszym i drugim scenariuszem – pierwszy etap skupiający się na lekkiej termomodernizacji generujący mniejsze koszty oraz drugi, głębszej, generujący większe koszty. Jednak w związku z przeprowadzeniem termomodernizacji łącznie w mniejszej ilości budynków, przeznaczony całkowity kapitał na ten scenariusz byłby mniejszy.

Możliwy do osiągnięcia efekt ekologiczny w 2050 byłby porównywalny z tym co zaprezentowano w scenariuszu pierwszym i drugim, tym samym gorszy od prezentowanego w scenariuszu trzecim. Ten scenariusz można jednak uznać, za najbardziej opłacalny pod względem osiągniętych efektów do szacowanych kosztów jego przeprowadzenia. Średni koszt przeprowadzenia modernizacji według tego scenariusza oszacowano w DSR [12] w przedziałach średnio 59-72 mld zł.

5. Analiza tempa zmian źródeł ciepła w budynkach

Zmiana struktury zapotrzebowania na energię budynków ma bezpośredni wpływ na ilość energii, którą trzeba wyprodukować w źródłach. Przyjmując stan budynków w 2050 r. jako średni z tych ukazanych w scenariuszu pierwszym, drugim oraz rekomendowanym przez DSR oraz przyjmując średni przyrost powierzchni budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej równy 21,8 mln m² (na podstawie rocznych przyrostów powierzchni budynków z danych GUS [5]) i powierzchnię 21,9 mln m² odpowiadającą 1% budynków (na podstawie załącznika do DSR [12]), oszacowane zapotrzebowanie na energię w sektorze budynków wyniosłoby ok. 137488 GWh/rok. Stanowi to zaledwie 28% oszacowanego zapotrzebowania na energię z roku 2022 (ok. 490122 GWh/rok), a więc taka termomodernizacja budynków w skali kraju przyczyniłaby się do spadku o ponad 70% wymaganej produkcji ciepła w sektorze energetyki. Przedstawione wartości zapotrzebowania są wartościami oszacowanymi na podstawie wartości średniej wskaźnika EP z każdego z przedziału, więc rzeczywiste zapotrzebowania na energię budynków w tych okresach z pewnością jest inne, niemniej jednak nie ulega wątpliwości, że potencjał ograniczenia zużycia energii jest niezwykle wysoki.

Źródła ciepła możemy podzielić ogólnie na źródła indywidualne, znajdujące się bezpośrednio w budynkach oraz systemowe, które wytwarzają ciepło rozprowadzane następnie systemem sieci ciepłowniczych. To właśnie te pierwsze, często zwane również źródłami niskiej emisji, są głównym producentem zanieczyszczeń gazów cieplarnianych i pyłów uwalnianych do atmosfery. Ich udział w produkcji ciepła w sektorze ciepłownictwa szacuje się nawet na 90% [3].

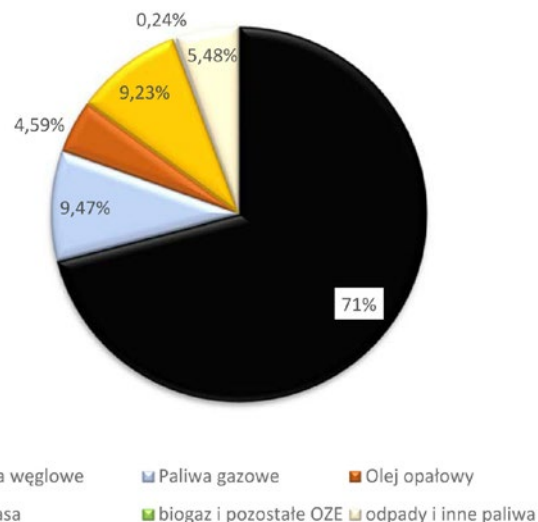
Korzystając z danych opublikowanych przez URE [1] na rys. 7 przedstawiono strukturę zużycia paliw do produkcji ciepła w 2019 r. w przedsiębiorstwach ciepłowniczych.

Z zaprezentowanych wykresów widać, że główny człon produkcji ciepła w sektorze ciepłownictwa w Polsce stanowią paliwa węglowe (71%). Kolejnymi najpopularniejszymi paliwami są gaz ziemny i biomasa (czyli głównie drewno opałowe) – oba po ok. 9%. Udział OZE w przedstawionym miksie energetycznym stanowi łącznie ok. 9,5%, z czego prawie całość to właśnie biomasa. Oznacza to, że prawie całe ciepło wytwarzane w źródłach systemowych jest oparte na paliwach wysoko emisyjnych.

Celem uzyskania zeroemisyjnego sektora budynków w 2050 roku należy więc doprowadzić obecne struktury zużycia paliw w ciepłownictwie do stanu, w którym pozyskiwana będzie energia „czysta”, nie uwalniająca przy produkcji nadmiernych zanieczyszczeń do atmosfery.

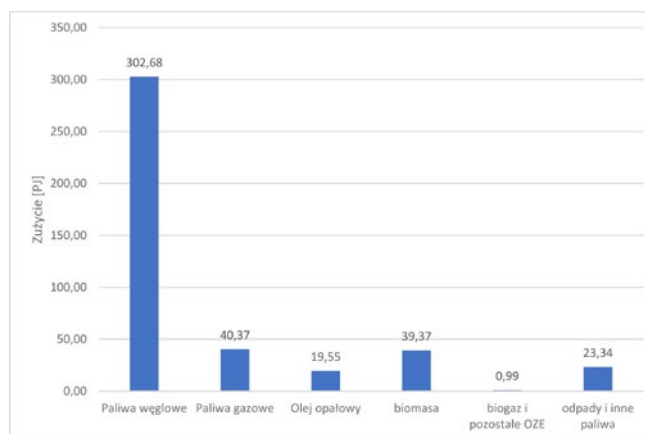
5.1 Zmiany w cieple systemowym

Pierwsza część rozważanych zmian niezbędnych do przeprowadzenia w źródłach ciepła dotyczy ciepła systemowego. Do scenariusza takiej transformacji przyjęto następujące założenia:



Rys. 7 – Procentowa struktura paliw w ciepłownictwie [1]

Fig. 7 – Percentage structure of fuels used in heating [1]



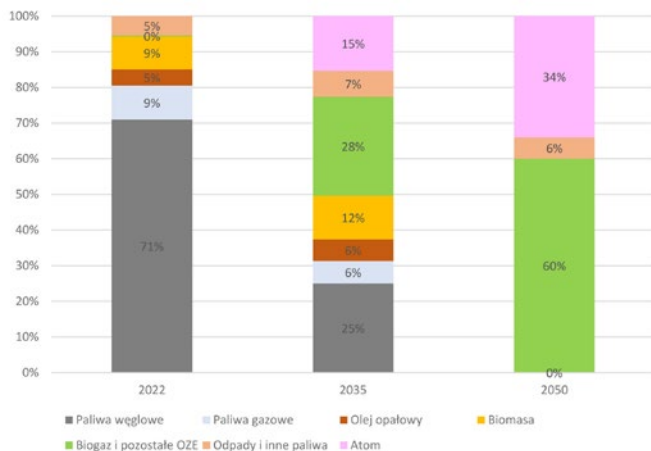
Rys. 8 – Zużycie paliw w ciepłownictwie [1]

Fig. 8 – Fuels usage in heating [1]

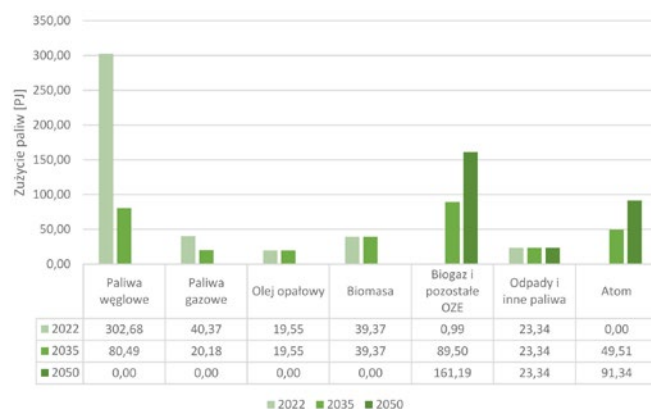
- zgodnie z danymi przedstawionymi w rozdziale 3 przyjęto, że 78% wykorzystania ciepła sieciowego odnosi się do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej co odpowiada 332,5 PJ z 426,29 PJ w 2022 roku;
- budynki w 2050 zostaną doprowadzone do stanu omówionego we wstępie do niniejszego rozdziału, a więc przyjęto, że ich całkowite zapotrzebowanie na energię spadnie o ok. 70% – co skutkuje zmniejszeniem całkowitego zapotrzebowania na energię w sieci do poziomu 375,22 PJ;
- jednocześnie wzrośnie udział budynków podłączonych do sieci ciepłowniczych o 20% – ostatecznie w 2050 roku zapotrzebowanie na energię z sieci ciepłowniczych wyniesie więc 455,15 PJ;
- spadek w zapotrzebowaniu energii do 2035 roku oszacowano na podstawie scenariuszy tempa termomodernizacji budynków w scenariuszu pierwszym i rekomendowanym przez DSR jako 50% zapotrzebowania na rok 2022 – założono też, że do tego czasu udział ciepła systemowego wzrośnie o 10% – ostatecznie szacowane zapotrzebowanie na ciepło z sieci w 2035 r. wyniesie tyle samo co w roku 2050;
- do roku 2035 ograniczony zostanie udział węgla w produkcji ciepła do max. 25% i zwiększony zostanie udział OZE do 40%, do 2050 r. osiągnięta zostanie całkowita rezygnacja z paliw kopalnych;

- zużycie żadnego „brudnego” paliwa nie wzrośnie do 2050 r.;
- zużycie ciepła z sieci na przemysł, budownictwo i inne cele pozostanie bez zmian.

Na podstawie tych założeń sporządzono przewidywaną wymaganą zmianę w strukturze zużycia paliw w Polsce do 2050 roku w tym sektorze i przedstawiono ją na rys. 9 i 10.



Rys. 9 – Proponowana zmiana struktury paliw do 2050 dla ciepła systemowego
Fig. 9 – Proposed change in fuels structure to year 2050 for central heating



Rys. 10 – Proponowana zmiana struktury paliw do 2050 roku w PJ dla ciepła systemowego
Fig. 10 – Proposed change in fuels structure to year 2050 in PJ for central heating

W takim scenariuszu zmian w systemach ciepłowniczych wraz z kolejnymi latami sumaryczne zapotrzebowanie na energię z tego sektora malałoby, średnio o około 5,6% w skali roku, łącznie o ponad 150 PJ, mimo powstawania nowych budynków i zwiększeniu o 20% udziału sieci w sposobie dostawy ciepła do budynków. Zmieniłaby się też struktura odbiorców – w 2050 roku budynki mieszkalne i użyteczności publicznej stanowiłyby zaledwie 67% całkowitego zapotrzebowania na ciepło z sieci – a więc ich udział spadłby o ponad 10%.

Zgodnie z założeniami, do 2035 roku obniżony zostałby udział węgla w produkcji energii do 25% – oznacza to redukcję jego zużycia o aż 222,19 PJ względem roku 2022. Ponieważ zapotrzebowanie na ciepło z sieci zmalałoby, część redukcji (ok. 47%) można by uzyskać dzięki malejącemu zapotrzebowaniu, resztę trzeba byłoby pokryć z innego rodzaju paliw. Jest to zdecydowanie najbardziej drastyczna zmiana jaka musiałaby zajść w obecnej strukturze ciepłownictwa, opartej w większości na węglu.

Drugą istotną zmianą w tym okresie byłby bardzo duży wzrost produkcji energii z, idealnie, całkowicie bezemisyjnych odnawialnych źródeł energii. Oznaczałoby to wykorzystanie przede wszystkim ener-

gii wiatru, która obecnie stanowi największy udział w strukturze OZE po biomasie (ok. 11%) [7] oraz innych „czystych” źródeł jak energia słoneczna, wodna oraz geotermalna, w tym z pomp ciepła wielkoskalowych, idealnie „samowystarczalnych”, a więc połączonych do paneli fotowoltaicznych zapewniającej energię elektryczną niezbędną do pracy pomp. Wzrost tego rodzaju OZE musiałby zapewnić przynajmniej 28% zapotrzebowania na energię w 2035 r., by w raz z biomasą stanowić min. 40%, zgodnie z przyjętą polityką UE.

Zużycie oleju opałowego, biomasy i ciepła z odpadów w tym okresie pozostałoby bez zmian.

W przypadku biomasy uwarunkowane jest to celem osiągnięcia 40% udziału OZE w całej strukturze paliwa. Zużycie paliw gazowych zmalałoby i zostałoby zrównane do poziomu porównywalnego z zużyciem olei opałowych, by stopniowo przygotować się na odejście też od tego rodzaju paliw.

Założono, że pozostała część niezbędnej energii byłaby pozyskiwana z nowo wybudowanych do tego czasu elektrociepłowni jądrowych. Musiałby one pokryć ok. 15% produkcji energii, czyli ok. 50 PJ. Niewątpliwie, przyczyniłyby się one do osiągnięcia zeroemisyjnej produkcji ciepła na potrzeby budynków, jednakże zamiast emisji pyłów i gazów do atmosfery pojawiłyby się problem związany z neutralizacją i utylizacją odpadów powstałych w takich elektrociepłowniach. Wytwarzanie ciepła w kogeneracji jądrowej, wraz z źródłami OZE, pomogłoby w osiągnięciu odciążenia produkcji energii z udziałem węgla do poziomu 25% udziału w miksie energetycznym.

Do roku 2050, celem osiągnięcia całkowitej dekarbonizacji, zużycie paliw kopalnych, a także biomasy zostałoby zredukowane do zera. Dalszy rozwój i budowa nowych „czystych” odnawialnych źródeł energii powinny pozwolić na zwiększenie produkcji energii z tego segmentu około dwukrotnie. Stanowiłyby one wtedy 60% całego zapotrzebowania, co uczyniłoby je „fundamentem” polskiego ciepłownictwa. Takie rozwiązanie ma też swoje wady – takie „czyste” źródła są bardzo uzależnione od panujących warunków atmosferycznych i klimatu występującego w naszym kraju. Jeśli przez dłuższy czas będą one nie wystarczające może dojść do przerw w dostawie energii. Dlatego w kolejnych latach duży nacisk powinien być położony na rozwój nowych technologii pozyskiwania czystej energii, zwiększania sprawności rozwiązań już istniejących i określenia nowych możliwości magazynowania nadproduktowanej w ten sposób energii, by móc ją wykorzystać jako rezerwę.

Innym rozwiązaniem byłoby uczynienie „fundamentem” elektrociepłowni jądrowych.

W przedstawionym scenariuszu, w 2050 odpowiadały one jedynie za 34% całości produkcji (czyli łącznie przewidziano ich budowę do poziomu pokrycia 91 PJ). Stanowiłyby one więc drugą największą produkcję energii w ciepłownictwie. Natomiast odwrócenie sytuacji, a więc gdyby elektrociepłownie atomowe stanowiły większość produkowanej energii, niewątpliwie zapewniłoby znacznie większą pewność dostaw i zwiększone bezpieczeństwo energetyczne od źródeł całkowicie „czystych i odnawialnych”.

Inny scenariusz całkowitej dekarbonizacji systemów ciepłowniczych zaprezentowano w „Czyste ciepło 2030. Strategia dla ciepłownictwa” [3] na podstawie opracowania wykonanego przez KAPE. Scenariusz ten zakładał ograniczenie emisji CO₂ o 40% i 100% kolejno do 2030 i 2050 roku, udział OZE na poziomie 100% w 2050 r. oraz redukcję zapotrzebowania na energię końcową budynków o 24% do 2030 i 56% do 2050 r.

Efektom tak prowadzonych modernizacji systemu ciepłownictwa, według autorów opracowania byłoby, podobnie jak w zaprezentowanym powyżej scenariuszu, całkowite odejście od paliw kopalnych. Udział OZE w zużyciu ciepła wynosiłby 100%, a jego głównymi nośnikami byłyby biomasa (ok. 30%), biogaz (ok. 20%) oraz pompy ciepła (ok. 20%). Ciepło odpadowe stanowiłoby ok. 15% a resztę pozyskiwano by z geotermii i kolektorów słonecznych. Pozwoliłoby to na całkowitą redukcję emisji gazów cieplarnianych i pyłów do atmos-

fery z tego sektora. Taka transformacja ciepłownictwa wymagałaby nakładów około 500 mld zł, a roczny koszt ogrzewania niewiele by się zmienił w porównaniu do stanu wyjściowego – w początkowej fazie przemian wzrosłby nawet o 75%, a po przekroczeniu tego momentu zaczęłyby znacząco spadać aż do osiągnięcia poziomu ok. 2-5% niższego od początkowego.

Jest to scenariusz, który nie przewiduje wykorzystania energii atomowej, natomiast większość swojej krajowej produkcji opiera na biomacie i biogazie. Uwalniany dwutlenek węgla przy spalaniu biomasy uznano za zerowy, ponieważ zgodnie z bilansem, uwalnia się go tylko tyle, ile wcześniej roślina pochłonęła w celach fotosyntezy [17]. Takie założenie może budzić wątpliwości, nawet jeśli znacząco ograniczy emisję dwutlenku węgla. Spowodowane to jest tym, że uwolnienie wcześniej pochłoniętej przez roślinę ilości CO₂ z powrotem do atmosfery zmniejszy zdolność pochłaniaczy do zrównoważenia emisji z innych źródeł. Nawet jeśli jedynym źródłem uwalnianego do atmosfery dwutlenku węgla w sektorze ciepłownictwa będzie biomasę, przez co bilans byłby dla niego zerowy lub nawet lekko ujemny, wpłynie to negatywnie na możliwości redukcji emisji CO₂ z innych sektorów gospodarki. Poza tym pomija się kwestie czasu wzrostu roślin i syntezy CO₂ w odniesieniu do czasu jego emisji w procesie spalania. Niepokoi też fakt, że jak dotąd rozwój cywilizacji stawia pod znakiem zapytania możliwość 100% odtworzenia źródeł biomasy i to w adekwatnie krótkim czasie. Spalanie biomasy oznacza też dodatkowo emisję innych zanieczyszczeń do atmosfery, chociażby tlenków azotu czy pyłów.

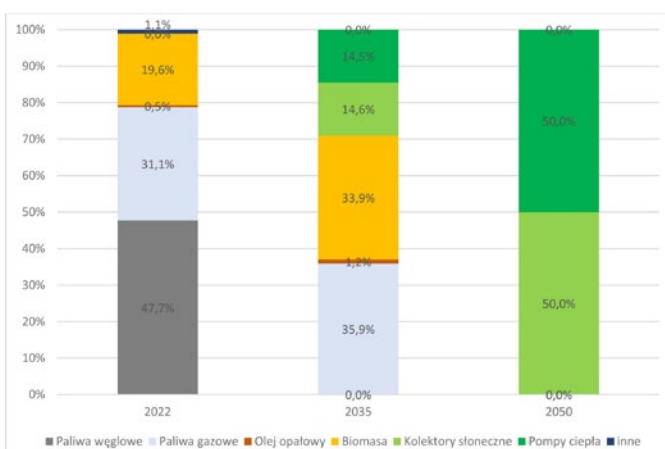
Scenariusz ten przedstawia więc inną koncepcję prowadzenia zmian od wcześniej zaprezentowanej, idącą na większe kompromisy i dywersyfikację sposobów pozyskiwania energii. Niewątpliwym atutem takiego podejścia jest korzystanie w 100% z odnawialnych źródeł i niepoleganie na paliwach skończonych, które mogłyby w przyszłości przyczynić się do wymuszenia kolejnych zmian w tym sektorze.

5.2. Zmiany w ciepłach niesystemowym

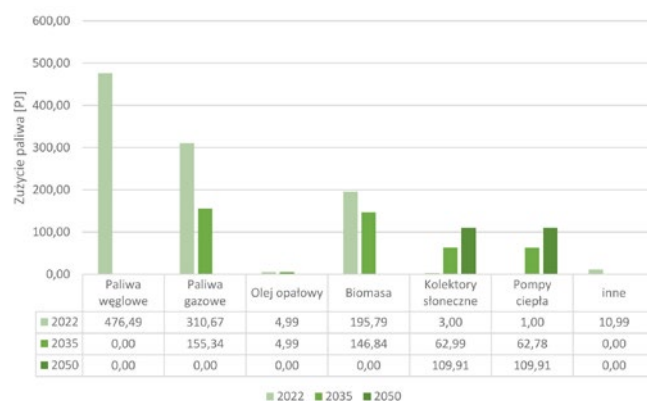
Druga część rozważanych zmian niezbędnych do przeprowadzenia w źródłach ciepła dotyczy źródeł indywidualnych zlokalizowanych w budynkach. Założenia scenariusza transformacji ciepła niesystemowego są analogiczne jak dla ciepła systemowego, a więc:

- zgodnie z danymi przedstawionymi w rozdziale 3, że 74% wykorzystania ciepła niesystemowego odnosi się do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej co odpowiada 998,94 PJ z 1349,92 PJ w 2022 r.;
- budynki w 2050 zostaną doprowadzone do stanu omówionego we wstępie do niniejszego rozdziału, a więc przyjęto, że ich całkowite zapotrzebowanie na energię spadnie o ok. 70% – co skutkuje zmniejszeniem całkowitego zapotrzebowania na energię w źródłach zlokalizowanych w analizowanych budynkach do poziomu 299,74 PJ;
- jednocześnie ubędzie budynków o indywidualnym źródle ciepła o 20% – ostatecznie w 2050 roku zapotrzebowanie na energię niesystemową wyniesie więc 219,81 PJ;
- spadek w zapotrzebowaniu energii do 2035 roku oszacowano na podstawie scenariuszy tempa termomodernizacji budynków w scenariuszu pierwszy, i rekomendowanym przez DSR jako 50% zapotrzebowania na rok 2022 – założono też, że do tego czasu udział ciepła niesystemowego spadnie o 10% – ostatecznie szacowane zapotrzebowanie na ciepło z źródeł ciepła indywidualnych w 2035 roku wyniesie 432,95 PJ;
- do roku 2035 ograniczony zostanie udział węgla w produkcji ciepła do max. 25% i zwiększony zostanie udział OZE do 40%, do 2050 osiągnięta zostanie całkowita rezygnacja z paliw kopalnych;
- zużycie żadnego „brudnego” paliwa nie wzrośnie do 2050 roku.

Na podstawie tych założeń sporządzono przewidywaną wymaganą zmianę w strukturze zużycia paliw w Polsce do 2050 roku w tym sektorze i przedstawiono ją na rysunku 11 i 12.



Rys. 11 – Proponowana zmiana struktury paliw do 2050 dla ciepła niesystemowego
Fig. 11 – Proposed change in fuels structure to year 2050 for non-system heating



Rys. 12 – Proponowana zmiana struktury paliw do 2050 roku w PJ dla ciepła niesystemowego
Fig. 12 – Proposed change in fuels structure to year 2050 in PJ for non-system heating

W efekcie założonego scenariusza do 2035 r. w źródłach indywidualnych zlokalizowanych w budynkach wyeliminowane zostałyby całkowicie zużycie węgla. Teoretycznie udało się to uzyskać dzięki malejącemu zapotrzebowaniu na energię w związku z prowadzonymi termomodernizacjami w kraju. Założony scenariusz ich prowadzenia umożliwiłby spadek zapotrzebowania na energię budynków o 565,99 PJ, co stanowi nawet więcej niż obecnie dostarczane jest ze źródeł węglowych (476,5 PJ). Wymagałoby to jednak równocześnie wymiany wszystkich źródeł węglowych w budynkach od razu na inne.

Zgodnie z założeniem odchodzenia od każdego rodzaju paliw kopalnych do 2050 r., likwidowane źródła węglowe do 2035 r. mogłyby być zamieniane albo na inne paliwa kopalne (gazy, oleje), albo biomasę lub inne OZE. Przewidziany scenariusz jednak stara się odpowiadać aktualnej polityce UE dotyczącej wzrostu udziału energii odnawialnej. Dlatego, najlepszym rozwiązaniem byłoby od razu wymiana na źródła „najczystsze” – kolektory słoneczne i pompy ciepła, których wzrost oszacowano na porównywalny, o ok. 50 PJ każdego do 2035 r.

Dokładne procesy związane z wymianą źródeł nie zostały zdefiniowane. Oszacowano jednak, że w związku z tym, że gaz i olej nie będą długoterminowym rozwiązaniem, zużycie oleju, już i tak w 2022 r. bardzo małe, pozostanie bez zmian, a zużycie gazu zmaleje o połowę. Część likwidowanych źródeł węglowych zostałaby najprawdopodobniej zamieniona na źródła zasilane gazem i biomasą (której spadek zużycia oszacowano na 50 PJ), a część obecnych gazowych i na biomasę zastąpione zostałyby kolektorami słonecznymi i pompami ciepła. Do 2035 r. więc, źródła niesystemowe byłyby w większości oparte na paliwach gazowych i biomasie, odpowiadających łącznie za blisko 70% zapotrzebowania na energię.

Do 2050 r. założono całkowite odejście od wszelkiego rodzaju paliw kopalnych i emisyjnych. W związku z tym, ciepło niesystemowe byłoby równomiernie oparte na pozyskiwaniu energii przez kolektory słoneczne lub pompy ciepła. W efekcie, pokrycie zapotrzebowania na energię z obu od 2022 r. powinno systematycznie wzrastać średnio ok 3,9% rocznie, aż do 2050 r.

Zmniejszanie zapotrzebowania oznaczałoby, że 70% mocy, dostarczonej w 2035 r. ze źródeł emisyjnych, nie byłoby już potrzebne, ale należy pamiętać, że każdy budynek musi być jakoś zasilany. Nawet przyjmując, że udział budynków zasilanych z sieci wzrośnie o 20%, a wszystkie nowo powstałe budynki od razu zasilane byłyby jednym z dwóch proponowanych rozwiązań dla roku 2050, co jest mało prawdopodobne, to nadal pozostałoby blisko 5 mln budynków, w których przynajmniej raz należałoby wymienić źródło ciepła. Taka zdecentralizowana transformacja wymagałaby znacznie większych nakładów pracy niż transformacja w sektorze ciepła systemowego, gdzie zmiany musiałyby zajść tylko w przedsiębiorstwach ciepłowniczych.

Do uzyskania pełnej bezemisyjności w 2050 r., należałoby rozwiązać jeszcze problem zasilenia budynków w energię elektryczną, niezbędną do pracy zarówno pomp ciepła jak i kolektorów słonecznych. Na chwilę obecną istnieją dwa rozwiązania. Jednym byłoby przyłączenie budynków do bezemisyjnych sieci energetycznych. Drugim z nich byłoby połączenie takich źródeł z panelami fotowoltaicznymi, zapewniając „czystą” produkcję energii elektrycznej na miejscu, w budynku.

Takie rozwiązanie, podobnie jak omawiane źródła, uzależnione są jednak od aktualnie panujących warunków atmosferycznych. Widoczne jest to np. analizując średnie miesięczne sumy napromieniowania słonecznego, dla którego wartości miesięcy zimowych (listopad-luty) są nawet ponad 80% mniejsze od wartości dla miesięcy letnich (maj – sierpień). W dodatku, obecnie wykorzystywana jest głównie część promieniowania bezpośredniego stanowiącą ok. 50% całkowitego napromieniowania docierającego do powierzchni Ziemi [17]. Nadzieją na całkowite przejście na takie rozwiązanie byłby rozwój technologii, podobnie jak w ciepłe systemowym, które pozwoliłby na łatwe magazynowanie energii nadprodukowanej w korzystnych warunkach, oraz zwiększenie mocy tych źródeł, przy jednoczesnym obniżeniu ich kosztów i wymaganej do instalacji powierzchni.

Podobny scenariusz, zakładający całkowite odejście od emisyjnych źródeł ciepła niesystemowego zaprezentowano w raporcie Forum Energii [3] na podstawie opracowania wykonanego przez KAPE. Założenia tego scenariusza były takie same jak omówione wcześniej dla ciepła niesystemowego.

Przewidywanym efektem tak prowadzonej transformacji indywidualnych źródeł ciepła w 2050 roku byłoby prawie całkowite uzależnienie produkcji ciepła przy budynkach od pomp ciepła i kolektorów słonecznych, z około 5% większym udziałem w całkowitej produkcji tych pierwszych. Trzecim sposobem pozyskiwania ciepła, stanowiącym około 1% lub mniej całego zapotrzebowania w 2050 roku byłoby paliwo olejowe. Scenariusz ten zakładał szybsze odejście od źródeł węglowych – do 2030 r. Całkowite odejście od biomasy i gazu oszacowano na możliwe dopiero w 2050 r., z czego udział biomasy w produkcji małał znacznie szybciej od gazu – już po 2030 r., podczas gdy paliwa gazowe do 2035 roku stanowiłyby ponad 50% całkowitego zapotrzebowania. Największe zmiany oszacowano na 2035 – od tego roku udział paliwa gazowego w produkcji energii na potrzeby ciepła niesystemowego małał dość znacząco, podobnie udział biomasy, podczas gdy udział kolektorów słonecznych i pomp ciepła znacząco wzrastał.

Tak prowadzone zmiany również pozwoliłyby na prawie całkowitą redukcję emisji gazów cieplarnianych i pyłów do atmosfery z tego sektora. Całkowite zapotrzebowanie na ciepło niesystemowe zmalałoby o ok. 70% (około 390 PJ), czyli procentowo tak samo jak w zaprezentowanym przeze mnie scenariuszu. Całkowity koszt przeprowadzenia takich zmian w sektorze ciepła niesystemowego wymagałby nakładów na poziomie około 700 mld zł, a więc

więcej niż dla przemian dla sektora ciepła systemowego. Zmiana rocznego kosztu ogrzewania byłaby podobna do przebiegu dla ciepła systemowego – w początkowej fazie przemian (do 2030 r.) wzrósłby nawet o ponad 100% względem stanu początkowego, by później znacząco spadać aż do osiągnięcia poziomu 50% wartości w 2016 r. (do 2030 r. wzrost do ok. 5200 zł/rok z 2600 zł/rok w 2016 r., a następnie spadek do ok. 1400 zł/rok w 2050 r.).

Można więc stwierdzić, że wymagane przemiany do 2050 r. dotyczące ciepła niesystemowego wygenerują większe koszty niż dla ciepła systemowego. Jednocześnie, przyczynią się one do większych oszczędności dla odbiorców końcowych. Wpływ na środowisko będzie taki sam – wyeliminowana zostanie emisja pyłów i gazów cieplarnianych do atmosfery.

6. Podsumowanie

Po dokonanej analizie można jednoznacznie stwierdzić, że modernizacja budynków musi być wsparta w takim samym stopniu zmianą systemu zasilania budynków w energię. Samo zaostrzenie wymagań dotyczących izolacyjności i efektywności energetycznej budynków nie pozwoli na osiągnięcie budynków zeroemisyjnych.

Emisyjność budynków nie wynika jedynie z ich zapotrzebowania na energię do ogrzewania, ale również przygotowania ciepłej wody użytkowej czy energii elektrycznej potrzebnej do zasilenia urządzeń elektrycznych. Nie oznacza to jednak, że działania termomodernizacyjne są nieskuteczne – wręcz przeciwnie, nawet lekka termomodernizacja, polegająca na dociepleniu ścian budynków standardową warstwą materiału izolacyjnego, znacząco poprawia ich efektywność energetyczną. Zwiększona efektywność energetyczna, zmniejszone zużycie energii końcowej, a co za tym idzie też pierwotnej, przyczynia się bezpośrednio do zmniejszenia ilości niezbędnej energii, którą trzeba dostarczyć do budynku. To w efekcie przyczynia się do zmniejszenia ilości uwalnianych do atmosfery gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń, emitowanych przez źródła podczas produkcji energii niezbędnej do pokrycia zapotrzebowania budynków na energię.

Głównym problemem w przeprowadzeniu termomodernizacji budynków najstarszych i o najgorszym stanie może się okazać sytuacja finansowa ich właścicieli. Niezbędne, by przeprowadzić termomodernizację w skali kraju będzie więc powołanie odpowiednich fundacji i programów wspierających i dofinansowujących takie przedsięwzięcia. Nadzieją w kwestii finansowych jest też możliwy rozwój technologii związanej z izolacją budynków, dzięki której łatwiej będzie osiągnąć niższe progi zużycia energii przez budynki, idealnie mniejszym kosztem niż odbywa się to teraz.

Trudno jednoznacznie stwierdzić, który z zaprezentowanych scenariuszy prowadzenia termomodernizacji budynków w skali kraju byłby najlepszy. Nie ulega wątpliwości, że największy potencjał ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i pyłów w sektorze budynków w Polsce zaprezentowano w scenariuszu trzecim, który można również nazwać „idealistycznym”. Osiągnięcie 100% budynków co najmniej energooszczędnych, a w domyśle nawet pasywnych czy zupełnie zeroenergetycznych wymagałoby bardzo dużych nakładów kapitałowych w połączeniu z dogłębną termomodernizacją niemalże wszystkich obecnych w 2022 zasobów budowlanych. Wsparte to musiałyby być też wymagającymi zaostrzeniami przepisów techniczno-budowlanych dotyczącymi nowo powstałych budynków, by odpowiadały założonemu standardowi energooszczędnemu. W połączeniu z równie agresywną modernizacją źródeł ciepła i ciepłownictwa w Polsce zapewniłoby to osiągnięcie zeroemisyjnego sektora budynków w Polsce.

Najrozsądniejszymi pod względem ekonomicznym i możliwości ich przeprowadzenia są scenariusze etapowe, przewidujące różne cele na kolejne lata. Taki scenariusz powinien więc zakładać w pierwszej kolejności termomodernizację budynków o najgorszym stanie, zmniejszając ich zapotrzebowanie na energię o przynajmniej 50%. Pozwoliłoby to na pozbycie się budynków o największych wskaźnikach EP

stosunkowo niskim nakładem inwestycyjnym. W kolejnym etapie powinna być popularyzacja rozwiązań głębokiej termomodernizacji, powiązana z kolejnym zastrzeżeniem wymogów dotyczących izolacyjności cieplnej budynków i zużycia przez nie energii. Dzięki temu nowo powstające budynki i te modernizowane od razu mogłyby spełniać najwyższe standardy i nie wymagać ponownej termomodernizacji po kolejnym okresie kilkunastu lat. Jak ukazano to w scenariuszu rekomendowanym przez DSR, możliwe tempo takiej termomodernizacji wyniosłoby średnio ok. 3-4% ogółu budynków rocznie, czyli podobnie jak w zaprezentowanym scenariuszu trzecim. Tak prowadzone termomodernizacje mogłyby przyczynić się do spadku zapotrzebowania na ciepło dla budynków nawet o 70% względem stanu na rok 2022.

Prowadzeniu termomodernizacji budynków muszą towarzyszyć również zmiany w źródłach ciepła i źródłach sieciowych. Dzięki przeprowadzeniu termomodernizacji na skalę całego kraju możliwe będzie znaczne obniżenie zapotrzebowania na energię i moc. Dzięki temu odejście od paliw kopalnych będzie znacząco ułatwione. Przewidywany spadek zapotrzebowania na moc w porównaniu do roku 2022 wyniosłoby nawet ok. 40% dla całego ciepła sieciowego i blisko 80% dla budynków zasilanych z indywidualnych źródeł ciepła. Tempo odchodzenia od węgla dla ciepła systemowego i niesystemowego będzie zróżnicowane. Na podstawie przyjętych w analizie scenariuszy, dla ciepła systemowego wyniosłoby ono ok. 17 PJ/rok do 2035 r. i ok. 5 PJ/rok do 2050 r., dla ciepła niesystemowego – ok. 37 PJ/rok, a więc byłoby znacznie szybsze. Najefektywniejszym scenariuszem transformacji źródeł ciepła, w rozważaniu dekarbonizacji sektora budynków, byłoby osiągnięcie 100% udziału OZE w produkcji energii na potrzeby budynków. Najlepiej by było, gdyby były one oparte w całości na nieemisyjnych źródłach – wykorzystaniu przede wszystkim takich rozwiązań jak kolektory słoneczne, pompy ciepła, wsparte pozyskiwaniem energii elektrycznej z fotowoltaiki. Główną rolę odegra tu modernizacja i wymiana źródeł indywidualnych, które odpowiadają za 90% emisji gazów i pyłów w Polsce [3]. W zmianach dotyczących ciepłownictwa systemowego należy rozważyć przede wszystkim pozyskiwanie ciepła ze źródeł bezemisyjnych – czy to z energii słonecznej, wiatru, geotermalnej, czy z kogeneracji ze źródeł odnawialnych. Takie „najczystsze” i odnawialne rozwiązania mogą być jednak nieciągłe, gdyż zależą przede wszystkim od panujących warunków klimatycznych. Dlatego jako rozwiązanie najbezpieczniejsze, gwarantujące ciągłość dostaw energii, a zarazem bezemisyjne należy przyjąć elektrociepłownię jądrowe. Odpowiednie zbalansowanie udziału energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł ciepła oraz energii atomowej będzie niezbędne, celem wydajnego i zdekarbonizowanego sektora ciepła systemowego. Dzięki takim zmianom możliwe będzie spełnienie celu całkowitego odejścia od paliw kopalnych do 2050 r.

Reasumując, by spełnić wymagania zeroemisyjnej gospodarki w 2050 r. wymagane są zdecydowane działania w zakresie termomodernizacji budynków i zmian poczynionych w tak zwanym miksie energetycznym w Polsce. Te dwa sektory są od siebie zależne i tylko prowadzenie równoczesnych zmian w obu umożliwi, w optymistycznych scenariuszach, osiągnięcie całkowitej redukcji gazów cieplarnianych, pyłów i innych zanieczyszczeń uwalnianych do atmosfery przy produkcji energii do zaopatrywania budynków. Zmiany te powinny być wsparte odpowiednim dostępem do informacji, programami dofinansującymi i przepisami prawnymi regulującymi odpowiednio tempo prowadzenia modernizacji budynków i systemów zasilania ich w energię.

7. Wnioski

Poniżej zestawiono najważniejsze wnioski z przeprowadzonej analizy:

- Modernizacja budynków musi być wsparta w takim samym stopniu zmianą systemu zasilania budynków w energię. Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło budynków pozwoli na zmniejszenie produkcji w źródłach ciepła, a to, w połączeniu ze zmianą

w Polskim miksie energetycznym przyczyni się do zmniejszenia lub całkowitego wyeliminowania emisji gazów cieplarnianych i pyłów do atmosfery;

- Globalne ocieplenie jest realnym problemem, którego efekty można zaobserwować na całym świecie. Polska powinna przestrzegać rozporządzeń Unii Europejskiej, której jest członkiem, i dążyć do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, w szczególności z sektora energetyki, który odpowiada za największy udział w emisji w naszym kraju. Proponowana polityka UE, dotycząca przechodzenia na energię odnawialną, w Polsce może się jednak okazać mniej efektywna i bardziej kosztowna (w porównaniu do krajów zachodnich i południowych Europy), ze względów klimatycznych;
- Tempo odchodzenia od węgla powinno być szybsze niż dotychczasowe. Między 2011 a 2019 rokiem zużycie węgla małało w Polsce o ok. 2,3% rocznie. Przyjmując optymistyczne rok 2050 jako moment całkowitego odejścia od węgla, średnie tempo redukcji jego zużycia musiałyby wzrosnąć do ok. 3,6% rocznie (czyli ok. 4,4 Mt/rok);
- Termomodernizacja budynków musi być wsparta zastrzegającymi się przepisami techniczno-budowlanymi dotyczącymi izolacyjności cieplnej budynków oraz dopuszczalnymi maksymalnymi wartościami wskaźników zużycia energii pierwotnej. Pozwoliłoby to uniknąć sytuacji, gdzie nowo wybudowane budynki wymagałyby termomodernizacji przed 2050 r. Zmiany w przepisach muszą jednak uwzględniać opłacalność kolejnych wymaganych progów. Nadmierne ich zmniejszanie nie przynosi bowiem wymiernych efektów do poniesionych kosztów. Przepisy te powinny być precyzyjne oraz jednocześnie łatwe do stosowania i oceny zgodności z nimi nowobudowanych i modernizowanych budynków.
- Jedną z głównych przeszkód przeprowadzenia termomodernizacji będzie kwestia ich sfinansowania. W związku z tym to państwo powinno powołać odpowiednie organy i instytucje oraz uruchomić programy informujące i wspierające finansowo przedsięwzięcia termomodernizacyjne. Odpowiednie wsparcie ze strony państwa będzie decydujące w przeprowadzeniu prac w budynkach najstarszych i o obecnie najgorszym stanie, których właściciele nie przeprowadzili jeszcze żadnych prac modernizacyjnych ze względu na problemy finansowe. Będzie to też zachęta dla pozostałych właścicieli budynków, którzy dzięki takiemu wsparciu prawdopodobnie chętniej podjęliby decyzję o ewentualnej termomodernizacji;
- Nadzieją na osiągnięcie wyższej efektywności energetycznej budynków w przyszłości, jest rozwój technologii, który zezwoliłby na większe ograniczenie współczynników przenikania ciepła przy mniejszych kosztach. Jest on również nadzieją na całkowite przejście na energię z czystych źródeł odnawialnych, które będą wymagały zwiększenia mocy i sprawności pozyskiwania energii, oraz sposobu na zmagazynowanie tej już wyprodukowanej;
- Termomodernizacje budynków będą mieć też pozytywny wpływ na społeczeństwo – przyczynią się do zmniejszenia ubóstwa energetycznego. Dzięki zmniejszonemu zapotrzebowaniu na ciepło, koszty ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej również ulegną zmniejszeniu;
- Osiągnięcie zeroemisyjnej gospodarki w Polsce do 2050 roku, przynajmniej z czysto teoretycznego punktu widzenia, jest możliwe. Im wcześniej rozpoczęty zostanie proces termomodernizacji budynków i transformacji w sektorze ciepłownictwa tym wymagane tempo prac będzie mniejsze. Analogicznie, zwlekanie przez kolejne lata z podjęciem odpowiednich decyzji zmniejsza szanse na osiągnięcie założonego celu do 2050 r.;
- W głównej mierze, o wybranym scenariuszu prowadzenia termomodernizacji w skali kraju będzie decydował aspekt ekonomiczny. Pod tym względem najlepszym rozwiązaniem zdają się

być scenariusze etapowe, zakładające wprawie poprawę sytuacji budynków o najgorszym stanie, a następnie popularyzacja rozwiązań najlepszych technicznie;

- W kwestii transformacji sposobów zasilania budynków w ciepło, jedynym rozwiązaniem zapewniającym zeroemisyjną gospodarkę w 2050 r. byłoby przejście w całości na energię pozyskiwaną z czystych źródeł. Sektor ciepła niesystemowego będzie wymagał największego nakładu prac i inwestycji celem przeprowadzenia zmian, a do 2050 powinien składać się praktycznie tylko z kolektorów słonecznych i pomp ciepła. W sektorze ciepła systemowego należy natomiast rozważyć w najbliższych latach budowę elektrociepłowni jądrowych, które zapewniłyby większe bezpieczeństwo energetyczne od źródeł energii odnawialnej.

LITERATURA

- [1] Departament Rynków Energii Elektrycznej i Ciepła URE. 2020. „Energetyka Ciepła w liczbach – 2019”. Warszawa. <https://www.ure.gov.pl/cieplo/energetyka-ciepna-w-l/9009,2019.html>
- [2] European Environment Agency. 2021. “EEA greenhouse gases – data viewer”. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
- [3] Gilewski, Piotr, Piotr Gutowski, Magda Józwiak, Aneta Kielczewska, Piotr Lewandowski, Joanna Ogrodniczuk, Tadeusz Skoczowski, Agata Skrzypek, Jakub Sokołowski, Wojciech Stańczyk, Arkadiusz Węglarz i Anna Wierchołowska-Dziedzic. 2019. „Czyste ciepło 2030 Strategia dla ciepłownictwa”, <https://www.forum-energii.eu/pl/analizy/czyste-cieplo-2030>
- [4] Główny Urząd Geodezji i Kartografii. 2020. „Krajowe zestawienie zbiorcze EGIB”. <http://www.gugik.gov.pl/aktualnosc/2021/13.11.2020-krajowe-zestawienie-zbiorcze-egib>
- [5] Główny Urząd Statystyczny. Bank Danych Lokalnych. <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>
- [6] Główny Urząd Statystyczny. Budownictwo w latach 2018-2021. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodko-trwale/budownictwo/budownictwo-w-2021-roku,13,13.html>
- [7] Główny Urząd Statystyczny. 2022. „Energia ze źródeł odnawialnych w 2020 roku”. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/energia-ze-zrodel-odnawialnych-w-2020-roku,3,15.html>
- [8] Komisja Europejska. „Porozumienie paryskie”. https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_pl
- [9] Komisja Europejska. „Realizacja Europejskiego Zielonego Ładu”. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_pl
- [10] Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami. 2021. „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2022”. <https://kobize.pl/pl/article/monitorowanie-raportowanie-weryfikacja-emisji/id/318/tabele-wo-i-we>
- [11] Macuk, Rafał, Joanna Maćkowiak-Pandera, Andrzej Rubczyński i Aleksandra Zieleniec, red. 2019. „Ciepłownictwo w Polsce Edycja 2019” https://www.cire.pl/pliki/1/2019/fe_cieplownictwo_w_polsce_2019.pdf
- [12] Ministerstwo Rozwoju i Technologii. 2021. „Długoterminowa Strategia Renowacji”. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/dlugoterminowa-strategia-renowacji>
- [13] Parlament Europejski. 2018. „Ambitne cele redukcji emisji gazów cieplarnianych do roku 2030”. <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/priorities/zmiana-klimatu/20180208STO97442/ambitne-cele-redukcji-emisji-gazow-cieplarnianych-do-roku-2030>
- [14] Parlament Europejski. 2019. „Czym jest neutralność emisyjna i jak możemy ją osiągnąć do 2050 r.?”. <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20190926STO62270/czym-jest-neutralnosc/emisyjna-i-jak-mozemy-ja-osiagnac-do-2050-r>
- [15] Parlament Europejski. 2018. „Reakcja UE na zmianę klimatu”. <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20180703STO07129/reakcja-ue-na-zmiane-klimatu>
- [16] Parlament Europejski. 2017. „Zmiana klimatu: Jak wykorzystać lasy w UE do zrównoważenia emisji CO₂”. <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/priorities/zmiana-klimatu/20170711STO79506/walka-ze-zmiana-klimatu-panstwa-czlonkowskie-powinny-kompensowac-wycinke-lasow>
- [17] Sowa, Jerzy, Piotr Grzegorz Narowski, Marian Rubik, i Piotr Ziętek, red. 2017. „Budynki o niemal zerowym zużyciu energii”. Warszawa. str. 219, 225