Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii

Polish Foundation for Energy Efficiency

European Climate Foundation

Ocena istniejących i propozycja nowych mechanizmów zwiększenia efektywności wykorzystania energii i promocji odnawialnych źródeł energii w jednorodzinnych budynkach mieszkalnych

TOM I

Zespół specjalistów Fundacji FEWE pod kierownictwem Sławomira Pasierba, w tym:

- Sławomir Pasierb, koncepcja raportu, metodyka, bariery, rekomendacje
- Jerzy Wojtulewicz, wprowadzenie, grafika, sprzęt gospodarstwa domowego,
- Szymon Liszka, Piotr Kukla, Łukasz Polakowski, analizy przedsięwzięć termomodernizacyjnych budynku,
- Tomasz Zieliński, analizy pomp ciepła
- Michał Pyka, analizy innowacyjnych technologii
- Mariusz Bogacki, analiza kolektorów słonecznych
- Grażyna Michalik, analizy finansowe
- Joanna Honsek, redakcja raportu

Katowice, grudzień 2010 rok

Raport sfinansowany przez European Climate Foundation

„Gdy mamy do czynienia z ekonomiczną aktywnością człowieka, abstrahowanie od organizacji, uwarunkowań instytucjonalnych, motywacji, psychologii zuboża nasze postrzeganie i analizę”
Oliver Williamson profesor, laureat Nagrody Nobla z ekonomii w 2009 roku.

SPIS TREŚCI

Słowo wstępne 4

Streszczenie 5

1. WPROWADZENIE 23
1.1. Ogólna charakterystyka budynków 23
1.2. Zużycie i efektywność energii w budynkach 26

2. METODYKA ANALIZ, IDENTYFIKACJI BARIER I POTENCJALNYCH MECHANIZMÓW 33
2.1.Reprezentacyjny budynek i katalog potencjalnych przedsięwzięć 33
2.2. Reprezentatywny budynek 37
2.3. Metodyka analiz energetycznych i ekonomicznych 40

3. ZASILANIE BUDYNKU W SIECIOWE NOŚNIKI ENERGII 43
3.1. Informacje na rachunkach za energię 43
3.2. Struktura taryf za energię 46

4. DOMOWE ŹRÓDŁA ENERGII I URZĄDZENIA ZUŻYWAJĄCE ENERGIĘ 50
4.1. Kotły domowe i pompy ciepła 50
4.2. Kolektory słoneczne 89
4.3. Sprzęt - artykuły gospodarstwa domowego 92
4.4. Oświetlenie budynku 101

5. PRZEGRODY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU ISTNIEJĄCEGO 103
5.1. Analiza 103
5.2. Bariery 109
5.3. Rekomendacje 110

6. PAKIETY TERMOMODERNIZACYJNE – BUDYNEK ISTNIEJĄCY 111
6.1. Analiza 111
6.2. Bariery 119
6.3. Rekomendacje 119

7. NOWE BUDYNKI 120
7.1. Analiza 120
7.2. Bariery 127
7.3. Rekomendacje 128

8. PODSUMOWANIE – GŁÓWNE REKOMENDACJE 130

9. WYKORZYSTANE MATERIAŁY I LITERATURA 132

Słowo końcowe 134

Słowo wstępne

W osiąganiu celów efektywnego wykorzystania energii i zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych możemy stosować różne technologie. Z punktu widzenia korzyści dla gospodarki i społeczeństwa powinniśmy promować te działania, które z jednej strony są najbardziej efektywne ekonomicznie, a drugiej strony znajdą zainteresowanie i będą realizowane przez tysiące i miliony inwestorów. Stąd w raporcie w analizie efektywności ekonomicznej przedsięwzięć efektywnego wykorzystania energii, stosowania odnawialnych źródeł energii i redukcji emisji gazów cieplarnianych (CO_2) przyjęto jakie mierniki oceny – jednostkowe koszty zaoszczędzenia energii (ocena/korzyści inwestora) i jednostkowe koszty redukcji emisji CO_2 (ocena/korzyści państwa z tytułu minimalizacji kosztów społecznych realizacji celów redukcji). Raport dotyczy budynków jednorodzinnych, które stanowią znaczący – blisko 20% - udział w zużyciu energii końcowej w Polsce. Jednak sektor budynków jednorodzinnych nie znalazł dotychczas uznania w polityce energetycznej państwa, co wyraża się przede wszystkim w braku instrumentów skierowanych do tej grupy użytkowników energii. Stąd w raporcie dokonano przeglądu istniejących mechanizmów i zaproponowano nowe, które jeżeli zostaną wdrożone, winny przynieść nowy impuls do efektywnego wykorzystania energii i po drodze do znaczącej redukcji emisji CO_2.
W redakcji raportu zdecydowano się na przedstawienie metodyki analiz, założeń i danych wejściowych, by każdy, kto uważa, że jego przypadek i dane odbiegają od przyjętych jako średnich dla kraju, mógł zweryfikować obliczenia dla swojego przypadku.
Dla kogo ten raport może być pożyteczny?

- ✓ dla Ministerstwa Gospodarki, Środowiska i Infrastruktury, które opracowują i wdrażają krajowe i resortowe plany i programy działania, w tym projektują instrumenty realizacji tych działań,
- ✓ dla funduszy wsparcia, głównie Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej i Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska, które uruchamiają i oferują finansowe instrumenty wsparcia,
- ✓ dla samorządów terytorialnych, które angażują się w poprawę efektywności wykorzystania energii, zastosowania odnawialnych źródeł energii i poprawy jakości powietrza na swoim terytorium,
- ✓ dla inwestorów/właścicieli budynków jednorodzinnych, którzy podejmują i podejmować będą rozsądne ekonomicznie i przyjazne dla środowiska decyzje inwestycyjne,
- ✓ dla organizacji pozarządowych, które mogą mieć lepsze podstawy merytoryczne dla promowania zrównoważonej energii i dla edukacji społeczeństwa.

Wprawdzie raport koncentruje się na budynkach jednorodzinnych, ale większość barier i rekomendacji można odnieść do całej populacji budynków mieszkalnych w Polsce.

Streszczenie – dedykowane rekomendacje

Budynki mieszkalne jednorodzinne mają wybitny udział w zasobach mieszkaniowych w Polsce, nieco większy udział w zużyciu energii w gospodarstwach domowych szacowany na 58% w tej grupie użytkowników energii.
Gospodarstwa domowe zużywają 776,7 PJ/rok (2008r., bez zużycia paliw w transporcie indywidualnym), co stanowi 25,3% bezpośredniego zużycia energii ogółem w gospodarce.
Tę grupę użytkowników energii wyróżnia to, że posiada znaczący potencjał zmniejszenia zużycia energii grubsza oszacowany na 181 PJ/rok i 18,4 mln $MgCO_2$/rok.
W ostatnich 12 latach (1996 – 2008), zużycie energii w gospodarstwach domowych spadło o 25%, pomimo, że w tym czasie przybyła znaczna ilość budynków. Średnie zużycie energii w gospodarstwach domowych w Polsce wynosiło ok. 1,4 toe/rok (2007) i było nieco niższe, ale praktycznie porównywalne ze średnim zużyciem w całej Unii Europejskiej (EU-27).
Głównym czynnikiem sprawczym zmniejszenia zużycia energii w gospodarstwach domowych były instrumenty rynkowe, przede wszystkim sygnał drożejącej energii. Natomiast w stosunku do budynków mieszkalnych jednorodzinnych brak było i jest instrumentów polityki państwa, które mogą przynieść nowy impuls w zwiększenie tempa wykorzystania potencjału poprawy efektywności energetycznej i redukcji emisji CO_2.

Zmniejszenie zużycia energii w gospodarstwach domowych, w tym w budynkach jednorodzinnych było spowodowane:
- dostosowaniem kosztów energii – zmniejszeniem komfortu i racjonalnym korzystaniem z usług energetycznych jak ogrzewanie, ciepła woda użytkowa, oświetlenie, do budżetu domowego,
- wdrażaniem energooszczędnych przedsięwzięć i naturalnej – zużycie – wymiany starych urządzeń i sprzętu na bardziej efektywny – postęp technologiczny.

Brak jest badań, który z czynników bardziej przeważał.

Zwiększenie efektywności wykorzystania energii i udziału energii ze źródeł odnawialnych na wiele aspektów:
- aspekt społeczny – zmniejszenie lub zahamowanie tempa wzrostu wydatków na energię przy trwałej tendencji wzrostu cen energii teraz i w przyszłości,
- aspekt środowiskowy – poprawę jakości powietrza przez zmniejszenie emisji zanieczyszczenia powietrza, szczególnie w licznych obszarach, gdzie dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń powietrza są znacznie przekroczone,
- aspekt globalny – redukcję emisji gazów cieplarnianych,
- aspekt bezpieczeństwa zaopatrzenia kraju w energię – zaspokajania zapotrzebowania na energię na zracjonalizowanym - niższym poziomie zużycia energii.

Z tych względów grupa użytkowników energii w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych powinna stanowić priorytetowy podmiot w polityce energetycznej i ekologicznej państwa.
W gospodarstwach domowych udział węgla w bezpośrednim zużyciu energii jest dominujący 30,2% (2008) i praktycznie nie zmieniający się od 8 ostatnich lat.
Węgiel, często bezpośrednio spalany jest w nieefektywnych i emitujących duże ilości zanieczyszczeń powietrza piecach i kotłach.

Celem pracy było:

- ocena poziomu efektywności energetycznej i zastosowania ze źródeł odnawialnych poszczególnych przedsięwzięć i pakietów przedsięwzięć termomodernizacji oraz urządzeń i sprzętu gospodarstwa domowego. Czyli wykonania co i jak opłaca się zmodernizować i kupić wykorzystując materiały i urządzenia dostępne już na rynku;
- przegląd i ocena istniejących barier i instrumentów polityki państwa. Czyli na ile wspierają lub nawet hamują poprawę efektywności energetycznej w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych;
- propozycji unieruchomienia nowych instrumentów polityki państwa korzystnych zarówno dla inwestorów jak i dla realizacji polityki energetycznej i ekologicznej państwa.

Do oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć zastosowano analizę kosztów w cyklu żywotności,

Analizy przeprowadzono dla wybranego, w miarę reprezentatywnego z punktu widzenia częstości występowania w rzeczywistości, budynku mieszkalnego i jednorodzinnego, istniejącego oraz nowego.
Jako stan wyjściowy do analiz, jeżeli chodzi o sposób ogrzewania istniejącego budynku, przyjęto indywidualną instalację centralnego zasilania zasilaną z kotła węglowego, gazowego i ze zdalaczynnego systemu ciepłowniczego.
Analizy kosztów w cyklu żywotności przedsięwzięć termomodernizacyjnych i energooszczędnych wykazały, że nawet w aktualnych relacjach cen materiałów, urządzeń i usług oraz cen energii opłaca się stosować bardziej efektywne energetycznie technologie niż najczęściej wybieranie samorzutnie przez inwestorów/właścicieli budynków przy termomodernizacji istniejących lub spełniających wymagania przepisów o minimalnej jakości energetycznej nowych budynków mieszkalnych, w tym jednorodzinnych. W istniejącym budynku przeanalizowano następujące technologie, urządzenia i materiały.

Wyniki analiz pozwalają na ocenę jak w sposób opłacalny termomodernizować budynek lub wymieniać urządzenia i sprzęt na bardziej efektywne energetycznie, w warunkach istniejących relacji cen materiałów, urządzeń, usług do cen energii oraz jakie warunki musiały by nastąpić – wielkości wsparcia finansowego, by opłacało się stosować jeszcze bardziej efektywne energetycznie.
Szczegółowe wyniki analiz przedstawione są w raporcie, ale generalnie można stwierdzić, że już istnieją warunki, by stosować bardziej efektywne energetycznie technologie niż te, które najczęściej wybierane są przez inwestorów lub te, które spełniają już minimalne wymagania jakości energetycznej nowych budynków, określone przez przepisy prawne.

Przykładowo opłaca się w budynku istniejącym:

- ✓ zastąpić zużyty kocioł węglowy nowym retortowym węglowym,
- ✓ zastąpić istniejący kocioł gazowy, nowym kondensacyjnym, a z punktu widzenia kosztów redukcji CO_2 nawet kotłem na biomasę
- ✓ wymienić zużytą 15 letnią chłodziarko-zamrażarkę, kupując tę o wyższej efektywności energetycznej A=, A++ za miast A,
- ✓ zaprzestać eksploatacji 10 letniej chłodziarko-zamrażarki przez następne 10 lat i kupić nową klasy A+, a lepiej klasy A++,
- ✓ stosować grubsze warstwy izolacji (np. 20 cm) przy ocieplaniu ścian zewnętrznych w przypadku stosowania wyższych kosztów ogrzewania – np. gaz ziemny,
- ✓ stosować grubsze warstwy izolacji (np. 35 cm) przy ocieplaniu stropów nad ostatnią kondygnacją, przy wszystkich systemach ogrzewania budynków,

- ✓ wymienić okna na te o wyraźnie mniejszych współczynnikach przenikania ciepła U = 1,3 przy ogrzewaniu węglem, U = 1,3 i U = 0,9 przy ogrzewaniu gazem,
- ✓ przeprowadzić kompleksową termomodernizację budynków stosując bardziej efektywne energetycznie pakiety przedsięwzięć niż by to wynikało z przepisów dla nowych budynków w przypadku ogrzewania gazowego i ciepłem sieciowym.

W budynku nowym przykładowo opłaca się:
- ✓ stosować dodatkowe ocieplenie ścian zewnętrznych i dachu w stosunku do wymogów prawnych WT2008, oraz bardziej energooszczędne okna (U mniejsze niż 1,8, najlepiej o U = 1,3 i 0,9), prowadzące do jednostkowego zużycia energii użytecznej (pokrycie strat cieplnych budynków) na poziomie 50 – 70 kWh/m^{2}rok;
- ✓ dodatkowe koszty inwestycyjne rzędu 13000 – 20000 zł na budynek (wzrost kosztów do 4%) są z nawiązką skompensowane zmniejszeniem kosztów energii na ogrzewanie w cyklu żywotności budynku.

Określono bariery, które przeszkadzają w osiągnięciu optymalnego poziomu jakości energetycznej termomodernizowanych istniejących budynków i nowobudowanych budynków mieszkalnych jednorodzinnych. Wyniki analiz i określenie barier dały podstawę do propozycji nowych instrumentów polityki energetycznej i środowiskowej.
Liczność przedstawionych w raporcie propozycji wynika stąd, że dotąd praktycznie nie istniały żadne instrumenty, poza rynkowymi, które miałyby stymulować poprawę efektywności wykorzystania energii w istniejących budynkach.

Generalnie nowe instrumenty polityki efektywnego wykorzystania energii i zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych winne koncentrować się w budynkach na:
- o zwiększenie świadomości społeczeństwa oraz właścicieli budynków, że opłaca się stosować wysokoefektywne energetycznie urządzenia i sprzęt i ocieplać budynki do poziomu prowadzącego do możliwie najniższych kosztów usług energetycznych, w tym ogrzewania budynków, w cyklu żywotności,
- o pokonania bariery nieco większych kosztów inwestycyjnych, chociaż kompensowanych w eksploatacji przez niższe koszty zużycia energii, przez korzystne systemy dofinansowania,
- o premiowania przez systemy wsparcia zakupów urządzeń, materiałów i sprzętu oraz usług termomodernizacyjnych o ponad przeciętnej i ponad standardowej efektywności energetycznej,
- o a w budynkach nowych na dofinansowaniu przez systemy wsparcia części kosztów różnicowych związanych z wyższą, ponadnormatywną jakością energetyczną budynków.

Stąd potrzebne są wszystkie rodzaje instrumentów promocji jak: informacyjne, edukacyjne i doradztwa, prawne, finansowe, instytucjonalne.

W tabeli jak niżej zestawiono proponowane w treści raportu instrumenty adresowane do określonych instytucji odpowiednio do ich kompetencji i zainteresowania. Są to instytucje:
- Ministerstwo Gospodarki, głównie do wprowadzenia zmian i uzupełnień lub nowych treści do Ustawy – Prawo energetyczne, projektów Ustawy o efektywności energetycznej i do Krajowego Programu Działań dotyczącego efektywności energetycznej oraz Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej,
- Ministerstwo Infrastruktury do zaktualizowania Ustawy – Prawo budowlane i rozporządzeń do Ustawy oraz do tworzenia programów działań zmierzających do powstania blisko zer-energetycznych budynków,

- Ministerstwo Środowiska do nowelizacji Ustawy – Ochrona Środowiska w zakresie programów i działań poprawy jakości powietrza oraz tworzenia wieloletniej polityki i instrumentów alokowania środków wsparcia tam gdzie efekty oszczędności energii, redukcji lokalnych i globalnych zanieczyszczeń powietrza mogą być największe,
- Funduszy wsparcia, głównie Narodowego i Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej do budowy i realizacji dofinansowania programów i przedsięwzięć, opartych na największej produktywności środków wsparcia dla osiągania efektów ekologicznych, obejmujących wszystkie sektory użytkowania energii, w tym budynki mieszkalne jednorodzinne,
- Producenci materiałów, urządzeń i sprzętu do promowania produktów o wysokiej efektywności energetycznej i przyspieszenia transformacji rynku na rzecz oferty i zakupu przez klientów coraz bardziej efektywnych produktów,
- Przedsiębiorstw energetycznych, które na konkurencyjnym rynku detalicznym zauważą i stosować będą nowy zakres usług jak i informacja, doradztwo i wspólne z klientami wdrażanie przedsięwzięć energooszczędnych.

LP	Nr propozycji w tekście raportu	Rekomendacja	MG	MI	MS	FW	PU	PE
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Informacje						
1.	3.1.3	(1) Uprościć rachunki za ciepło sieciowe, gaz ziemny i energię przedstawiając: - rodzaj stosowanej taryfy, - okres rozliczeniowy, - zużycie energii w okresie rozliczeniowym, - koszt/opłata za energię w okresie rozliczeniowym, - cenę dostarczonej energii w okresie rozliczeniowym.	**X**					**X**
		(2) Na rachunkach okresowo/rocznie przedstawić dodatkowo: - zestawienie zużycia kosztów i cen w okresach rozliczeniowych danego roku, - udział energii z odnawialnych źródeł, - emisyjność (CO_2) danego rodzaju energii.	**X**					**X**
		(3) Wprowadzić zmiany (w myśl projektu Ustawy o efektywności energetycznej) w Ustawie – Prawo energetyczne jak niżej: 1) w art. 5 po ust. 6b dodaje się ust. 6c w brzmieniu: „6c. Sprzedawca energii elektrycznej informuje swojego odbiorcę o ilości zużytej przez tego odbiorcę energii elektrycznej w poprzednim roku oraz o miejscu, w którym są dostępne informacje o przeciętnym zużyciu energii elektrycznej dla danej grupy przyłączeniowej odbiorców, środkach poprawy efektywności energetycznej w rozumieniu ustawy z dnia.....o efektywności energetycznej (Dz.U. nr ....,poz....) i charakterystykach technicznych efektywnych energetycznie urządzeń."; 2) w art. 9 w ust. 4 dodaje się pkt 15 w brzmieniu: „15) zakres i sposób informowania odbiorcy przez sprzedawcę o ilości zużytej przez tego odbiorcę energii elektrycznej w poprzednim roku oraz sposób informowania o miejscu, w którym są dostępne	**X**					**X**

		informacje o przykładowym zużyciu energii elektrycznej dla danej grupy przyłączeniowej odbiorców, środkach poprawy efektywności energetycznej w rozumieniu ustawy, o której mowa w art. 5 ust. 6c i charakterystykach technicznych efektywnych energetycznie urządzeń".						
2.	3.2.2	(1) Zmienić konstrukcję taryfy ciepła sieciowego (Rozporządzenia Ministerstwa Gospodarki) na energooszczędną, opartą na formule rachunku za ciepło (RC) RC = (a + b) * Q wiążąc pośrednio wartość a z potrzebną mocą cieplną.	**X**					**X**
		(2) Wyeliminować z konstrukcji taryfy część opłat związaną bezpośrednio z zamówioną mocą. Ustalić zależność między mocą zamówioną (maksymalną) od wielkości zużycia ciepła, na podstawie np. wg formuły: $$M_{\max,r} = (1{,}1 \div 1{,}2) M_{Max} = (1{,}1 \div 1{,}2) \frac{STD_{\max,d}}{STD_R} \frac{1}{86400 sek} * Q[kW]$$ Gdzie: 1,1 ÷ 1,2 zwiększenie mocy zamówionej dla zwiększenia elastyczności ogrzewania (chwilowa nadwyżka mocy) $STD_{max,\,d}$ stopniodni dnia o największej różnicy między temp. pomieszczenia a temp. zewnętrzną STD_R wielkość sumy stopniodni w roku Q [kJ] zużycie ciepła w roku s dodatkowy współczynnik obliczany z $\frac{Q}{M_{\max,r}}$ jak wyżej Ponieważ $STD_{max,\,d}$ i STD_R są wielkościami dla 10 poprzedzających lat, to wartość zamówionej mocy jest zależna tylko od Q i formuła rachunku RC przybierze postać: RC = (a * s + b) * Q	**X**					**X**
		Edukacja i doradztwo						

1.	4.1.1.3	(1) Wprowadzić trwałe systemy doradztwa o korzyściach stosowania kotłów najwyższej sprawności energetycznej i najmniejszych emisjach zanieczyszczeń w formach: - centralnego portalu doradczego i informacyjnego (np. jak www.topten.info.pl), - lokalnych, okresowo powtarzalnych kampanii edukacyjno-informacyjnych, - łączenia inspekcji kotłów i przeglądów kominiarskich z prostymi przeglądami (audytami) i doradztwem.	**X**			**X**		
2.	4.1.1.3	(1) Przeprowadzić badania efektywności wykorzystania paliw i emisji zanieczyszczeń węgla, gazu, oleju opałowego, biomasy) w wybranych rodzajach kotłów (9 węglowych, 6 gazowe, 3 olejowe, 6 biomasowych) w eksploatacji, co najmniej w czasie jednego sezonu grzewczego. Wyniki upowszechnić i wykorzystać w weryfikacji wysokości dofinansowania funduszy wsparcia.	**X**			**X**	**X**	
3.	4.1.2.3	(1) Wprowadzić doradztwo dla potencjalnych inwestorów pomp ciepła i innych technologii innowacyjnych, którzy aplikują wnioski o dofinansowanie do funduszy wsparcia, w formie sfinansowania niezależnych audytów i ekspertyz weryfikujących projektowe rozwiązania.	**X**			**X**	**X**	
4.	4.2.3	(1) W 2010 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki uruchomił instrument wsparcia (45% dotacja) dla inwestorów instalujących kolektory słoneczne, obsługiwany przez banki. Potrzebne jest monitorowanie efektów zastępowania energii konwencjonalnej odnawialną i kosztów po jakich państwo/NFOŚiGW wykupuje efekt redukcji CO_2 i wzrostu wykorzystania energii odnawialnej. Do tego należy przygotować plan pomiarów i dokonać pomiary w losowo wybranych 3 – 5 obiektach.				**X**		
5.	4.2.3	(2) Dla zwiększenia efektywności wykorzystania instrumentu wsparcia NFOŚiGW powinien opracować szczegółowe wytyczne doboru i współpracy kolektorów słonecznych z systemami energetycznymi budynku. Równocześnie wielkość dotacji winna być zróżnicowana w				**X**	**X**	

		zależności od efektu zastąpienia energii konwencjonalnej i redukcji emisji CO_2.						
6.	4.3.3	1) Wprowadzić ciągły system informacji i edukacji o oznaczeniach i dostępności na rynku sprzętu o wysokiej jakości energetycznej przez: - periodyczne kampanie informacyjne na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym, - zagwarantowanie środków i prowadzenie krajowego portalu edukacyjno-informacyjnego odnośnie efektywności urządzeń i sprzętu powszechnego użytku, użytkujących energię, w tym sprzętu agd. Może to być krajowa kontynuacja projektu IEE Eurotopten (www.topten.info.pl), - zobowiązanie – w ramach dobrych praktyk – wszystkich sprzedawców, w tym duże sieci handlowe i sklepy internetowe, do udostępnienia informacji o jakości energetycznej sprzętu agd w formie prezentacji klasy jakości energetycznej na każdej ulotce reklamowej, benchmarkingu efektywności energetycznej dla każdego rodzaju sprzętu agd na sklepowych portalach. Rozwinąć system wyróżniania sprzedawców przyznaniem nazwy „przyjazny dla energii i klimatu”.	**X**	**X**		**X**	**X**	
7.	4.4.3	(1) Potrzebne jest rozwijanie systemów edukacji z zaangażowaniem wszystkich potencjalnych aktorów: administracji centralnej i samorządowej, przedsiębiorstw elektroenergetycznych, producentów i sprzedawców źródeł światła.	**X**	**X**	**X**		**X**	**X**
8.	5.3	(1) Włączyć przedsięwzięcia termomodernizacji przegród zewnętrznych budynku do systemów doradztwa proponowanych w pkt. 4.1.1.3 – rekomendacje (5), w zakresie: - korzyści ekonomicznych i ekologicznych wyboru optymalnych najbardziej energooszczędnych opcji termomodernizacji: - możliwości skorzystania z dofinansowania przedsięwzięć, - przeglądu najbardziej energooszczędnych (benchmarking) technologii.	**X**		**X**	**X**		
9.	6.3	1) Zrealizować 5 – 10 demonstracyjnych projektów kompleksowej		**X**	**X**	**X**		

		termomodernizacji wybranych budynków jednorodzinnych (w drodze konkursu) dla osiągnięcia blisko zeroenergetycznego stanu budynku. Wyniki upowszechnić przez krajowe i lokalne portale informacji i doradztwa.						
10.	6.3	2) Wprowadzić trwałe systemy doradztwa o korzyściach stosowania technologii termomodernizacji budynków najwyższej efektywności energetycznej i najmniejszych emisjach zanieczyszczeń w formach: - centralnego portalu doradczego i informacyjnego (np. jak www.topten.info.pl), - lokalnych, okresowo powtarzalnych kampanii edukacyjno-informacyjnych, - upowszechnienia dobrych przykładów termomodernizacji, - możliwości wykorzystania instrumentów wsparcia finansowego.	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	
11.	6.3	3) Wprowadzić krajowy portal informacji i edukacji, oraz stymulować powstawanie sieci portali na poziomie regionów, miast, a dla mniejszych gmin na poziomie powiatów.	**X**	**X**	**X**			
12.	7.3	1) Do proponowanych krajowych, regionalnych i lokalnych portali edukacyjno-informacyjnych wprowadzić tematykę nowych energooszczędnych budynków: technologie, korzyści ekonomiczne, dostęp do funduszy wsparcia.	**X**	**X**	**X**	**X**		
13.	7.3	2) Rozwinąć i wprowadzić nowy standard planowania energetycznego, w którym: - gminy są współrealizatorami polityki energetycznej państwa w zakresie realizacji celów polityki energetycznej państwa i pakietu klimatyczno-energetycznego. Czyli planowanie przez cele a nie przez wyrywkowe działania jak określa struktura założeń do planu w obecnym kształcie Ustawy Prawo energetyczne, - w ramach przewidywanych zmian w Ustawie – Prawo energetyczne przez projekt Ustawy o efektywności energetycznej o wprowadzeniu dla gmin nowego zadania w planowaniu, to jest „planowanie i organizację działań mających na celu racjonalizację zużycia energii i promocję rozwiązań zmniejszających zużycie	**X**					

		energii na swoim obszarze", gminy organizować będą lokalne doradztwo i kampanie edukacyjno-informacyjne.						
		Regulacje prawne						
1.	4.1.1.3	(1) Wprowadzić w regulacjach prawnych (np. w Ustawie o efektywności energetycznej) instrument dobrowolnych kontraktów długoterminowych (LTA), między stronami: rząd (wyznaczone ministerstwo lub operator np. NFOŚiGW) i duże miasta, związki gmin, powiaty lub regiony-województwa, na realizację długoterminowych pakietowych programów obejmujących: przedsięwzięcia likwidacji niskiej emisji zanieczyszczeń, poprawy efektywności użytkowania energii, stosowania odnawialnych źródeł energii (OZE) w obiektach publicznych, budynkach jedno i wielorodzinnych, w małych i średnich przedsiębiorstwach. Kontrakty długoterminowe oparte byłyby na zobowiązaniach gmin, powiatów, województw do osiągnięcia określonych celów: poprawy efektywności energetycznej, zwiększenia udziału OZE, redukcji emisji CO_2, poprawy jakości powietrza, natomiast rząd gwarantował by wprowadzenie niezbędnych uregulowań prawnych i stabilne formuły dofinansowania oraz zasady i wielkości dofinansowania programów. Będzie to również instrument umożliwiający samorządom realizację ustawowego obowiązku realizacji planów zaopatrzenia gminy (potrzebne rozszerzenie na województwa) i zachętę do wprowadzenia celów 3 x 20% pakietu UE do tych planów.	**X**					
2.	4.1.1.3	(2) Wprowadzić w Polsce na zasadzie dobrowolnych umów z producentami (np. LTA) system etykietowania energetycznego kotłów grzewczych, przygotowując się do przyszłego wdrożenia rozwiązań etykietowania UE.	**X**					
3.	4.1.1.3	(1) Wprowadzić regulacje prawne zakazu stosowania kotłów węglowych w obszarach zurbanizowanych, gdzie przekroczone są znacząco dopuszczalne emisje zanieczyszczeń powietrza (pył, benzoalfapiren), dostosowane terminowo do możliwości wymiany urządzeń, dostępności do sieci gazu ziemnego i sieci ciepłowniczej, podaży						

		stałych paliw bezemisyjnych, rozwoju systemu wsparcia dla właścicieli i lokatorów budynków np. przez instrument kontraktów długoterminowych (LTA) – pkt. (2) rekomendacji.						
4.	4.3.3	i. Wprowadzić w 2011 roku w drodze rozporządzenia nowy wzór dla etykiety jakości energetycznej według przepisów Komisji Unii Europejskiej, wprowadzających do etykiety klasy A+, A++, A+++. Dotyczy to telewizorów, chłodziarek i zamrażarek, zmywarek i pralek. Tam gdzie dla danego rodzaju sprzętu nie występują klasy gorsze od C (D, E, F, G) winno się te klasy usunąć z etykiety.	**X**	**X**	**X**	**X**		
5.	4.3.3	2) W krajowym planie dotyczącym efektywności energetycznej włączyć działania i zorganizować system losowego badania jakości energetycznej sprzętu i urządzeń powszechnego użytku znajdującego się na rynku. Na poziomie Komisji Europejskiej rozważyć czy celowe i możliwe jest zbudowanie systemu kontroli jakości w UE wobec coraz bardziej uniwersalnej oferty producentów na rynku europejskim.	**X**					
6.	4.4.3	1. Postęp w wycofywaniu nieefektywnych energetycznie żarówek wnosi dyrektywa UE o corocznym wycofywaniu z rynku żarówek o coraz mniejszej mocy (od 2011 r. wycofane będą żarówki o mocy 75W), aż do całkowitej eliminacji żarówek z rynku.	**X**					
7.	6.3	ii. Wprowadzić w regulacjach prawnych (np. w Ustawie o efektywności energetycznej) instrument dobrowolnych kontraktów długoterminowych (LTA), między stronami: rząd (wyznaczone ministerstwo lub operator np. NFOŚiGW) i duże miasta, związki gmin, powiaty lub regiony-województwa, na realizację długoterminowych pakietowych programów obejmujących: przedsięwzięcia likwidacji niskiej emisji zanieczyszczeń, poprawy efektywności użytkowania energii, stosowania odnawialnych źródeł energii (OZE) w obiektach publicznych, budynkach jedno i wielorodzinnych, w małych i średnich przedsiębiorstwach. Kontrakty długoterminowe oparte byłyby na zobowiązaniach gmin, powiatów, województw do osiągnięcia określonych celów: poprawy efektywności energetycznej, zwiększenia udziału OZE, redukcji	**X**		**X**	**X**		

		emisji CO_2, poprawy jakości powietrza, natomiast rząd gwarantował by wprowadzenie niezbędnych uregulowań prawnych i stabilne formuły dofinansowania oraz zasady i wielkości dofinansowania programów. Będzie to również instrument umożliwiający samorządom realizację ustawowego obowiązku realizacji planów zaopatrzenia gminy (potrzebne rozszerzenie na województwa) i zachętę do wprowadzenia celów 3 x 20% pakietu UE do tych planów.						
8.	7.3	ii. Generalnie poprawę efektywności energetycznej w nowych budynkach, w tym jednorodzinnych, winno przynieść komplementarne i terminowe przystosowanie do warunków krajowych i wdrożenie dyrektywy 2010/31/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (recast) z udziałem szerokich konsultacji społecznych. Do tego prowadzą następujące kroki: - opracowania i prezentacji programu prac, w tym harmonogramu, prawnego wdrożenia dyrektywy w Polsce, najlepiej do końca marca 2011r, - włączyć działania dyrektywy do Krajowego Planu działań dotyczącego Efektywności Energetycznej (EEAP), - ustanowić min. poziomy charakterystyki energetycznej nowych budynków 70 kWh/m^2rok od czerwca 2011 50 kWh/m^2rok od 2015r 20 – 40 kWh/m^2rok od 2018/2020r Wartości dla 2015 i 2018/2020r winny być zweryfikowane w oparciu o metodykę Komisji UE - dokonać przeglądu i znowelizować Ustawę Prawo budowlane i stosowne rozporządzenia dla dostosowania dyrektywy do warunków krajowych do 30 czerwca 2011, - opracować i realizować „Krajowy plan do zwiększenia liczby blisko zeroenergetycznych budynków do 30 czerwca 2011 – włączyć do Narodowego Planu Redukcji Emisji Gazów	**X**	**X**	**X**	**X**		

		Cieplarnianych, - wprowadzić metodykę oceny opłacalności proponowanych standardów jakości energetycznej w oparciu o metodykę komisji UE, dostarczyć Raport do EU do czerwca 2012r, - dokonać przeglądu i zaprojektować finansowe instrumenty wsparcia (NFIOŚiGW, WFOŚiGW, Fundusz Termomodernizacji, Fundusz Zielonych Inwestycji – GIS) tak, ażeby ustanowić długoterminową pomoc dla przejścia do blisko zeroenergetycznych budynków. To winno również znaleźć odbicie w EEAP, czerwiec 2011, - dokonać przeglądu i wprowadzić zmiany do systemu certyfikacji budynków (2011), w tym: √ obowiązek prawny posiadania certyfikatów budowanych, sprzedawanych i wynajmowanych budynków i budynków publicznych ponad 500 m^2 (od 250 m^2 od czerwca 2015r.), √ poprawić błędy metodyczne wyznaczania charakterystyki energetycznej w świadectwach i zmienić kształt etykiety, √ dodać nowe informacje do etykiety optymalny poziom jakości energetycznej w tym prezentacji potencjalnych energooszczędnych przedsięwzięć do 30 czerwca 2011r, √ wykorzystać regularne inspekcje kotłów i systemów grzewczych (>20 kW) i klimatyzacji dla doradztwa użytkowników, √ stworzyć system informacji i edukacji dla właścicieli i najemców w zakresie poprawy jakości energetycznej budynków, czerwiec 2011. - Wprowadzić tylko jeden system ustalania i sprawdzania wymogów jakości energetycznej budynków, w oparciu o przyjęcie wartości kryterialnej – jednostkowego zapotrzebowania energii do ogrzewania, ciepłej wody użytkowej i klimatyzacji EP i EK. Włączyć energie odnawialną do obliczania zapotrzebowania na energię.						

9.	7.3	v. Stworzyć regulacje prawne w zakresie wymogów jakości energetycznej budynków tak, by były w pełni egzekwowalne i wyznaczona była jednoznacznie odpowiedzialność za przestrzeganie wymogów prawa. Dotyczy to: - Procedury odbioru nowych i modernizowanych budynków pod względem oceny i zgodności z wymogami jakości energetycznej budynku, - Systemu monitorowania nowych i zmodernizowanych budynków w czasie pierwszych trzech lat eksploatacji, - Przestrzegania przez architektów i projektantów zasad projektowania nowych i modernizowanych budynków zgodnie z wymogami jakości energetycznej (przepisy prawne) i ustalania optymalnego zakresu wprowadzenia energooszczędnych i innowacyjnych technologii, - Sposobu weryfikacji audytów energetycznych i certyfikacji energetycznej budynków, wprowadzenia odpowiedzialności audytorów i certyfikatorów za nierzetelne opracowanie dokumentów, łącznie z ich obowiązkowym ubezpieczeniem.		**X**				
		Instrumenty finansowe						
1.	4.1.1.3	(1) Wprowadzić system dofinansowania przedsięwzięć ze środków Funduszy Zielonych Inwestycji skierowany do inwestorów/właścicieli budynków, którzy samodzielnie, indywidualnie zmieniają istniejące kotły węglowe na kotły i inne źródła energii o większej sprawności i przyjazne dla środowiska. Wielkość dofinansowania (dotacje, niskooprocentowane pożyczki) winno odpowiadać wartościom zredukowanej emisji jak np. w tabeli 4.1.1., przy czym preferowane winny być przedsięwzięcia: - zamiany istniejącego kotła węglowego na: √ kocioł retortowy węglowy, √ kocioł gazowy, √ kocioł olejowy, √ kocioł na biomasę,			**X**	**X**		

		√ podłączenie do sieci ciepłowniczej - zamiany tradycyjnego kotła gazowego na kondensacyjny, W obszarach gdzie przekroczone są dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń powietrza wykluczyć dofinansowanie kotłów węglowych i biomasowych (tylko obszary zurbanizowane). Indywidualne systemy wsparcia mogą być obsługiwane przez banki detaliczne i specjalne karty płatnicze.						
2.	4.1.2.3	(1) Istnieją jednakże pola gdzie zastosowanie pomp ciepła może być technicznie i ekonomicznie uzasadniona opcją. Są to: - nowe budynki lub istniejące budynki ogrzewane energia elektryczną, które mają dostęp tylko do energii elektrycznej, gdzie brak dostępu do innych sieciowych nośników energii (gaz ziemny, ciepło sieciowe), - tam gdzie w obszarach przekracza się dopuszczalne emisje zanieczyszczeń powietrza (przede wszystkim pył, SO_2, NOx, benzeny i inne) konieczne jest eliminowanie bezpośredniego spalania węgla, a właściciele budynków skłaniają się do zastosowania pomp ciepła, - w obszarach gdzie rozwijane są rozproszone źródła energii np. produkcja energii elektrycznej z biogazu, elektrownie wiatrowe średniej i małej mocy i emisyjność (CO_2) energii elektrycznej wybitnie maleje, - w budynkach, gdzie właściciele potencjalnie zainteresowani są tworzeniem domowych, innowacyjnych systemów energetycznych: ogniwa fotowoltaiczne, domowe wiatraki, magazynowanie energii, pompy ciepła i przekształcenia się z konsumenta na prosumenta energii (sprzedawcy netto energii elektrycznej do sieci).			**X**	**X**		
3.	4.1.2.3	(2) Wprowadzić zachęty przez fundusze wsparcia, głównie WFOŚiGW, jak dofinansowanie (dotacje, niskooprocentowane pożyczki) do pomp ciepła odpowiednio do wykupu redukcji CO_2 przez 10 lat w wysokości 10 – 20 Euro/Mg CO_2 (40 – 80 zł/Mg CO_2) tam, gdzie: - właściciel istniejącego budynku decyduje się na zmianę ogrzewania			**X**	**X**		

		elektrycznego na ogrzewanie z zastosowaniem pompy ciepła, - w nowych budynkach, gdzie alternatywą do ogrzewania kotłami węglowymi, olejowymi i gazem ciekłym – w obszarach braku dostępu do sieci gazu ziemnego – jest zastosowanie pomp ciepła, - w obszarach rozwiniętej rozproszonej energetyki, opartej w znaczącym stopniu na wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych, gdzie istnieją nadwyżki wytwarzania energii elektrycznej.						
4.	4.1.2.3	(3) Wspierać demonstracyjne i pilotowe projekty tworzenia punktowych samowystarczalnych energetycznie prosumenckich systemów energetycznych przy budynkach jednorodzinnych. Wysokość wsparcia ustalić na poziomie zachęty odejścia od alternatywnego systemu konwencjonalnego – kotły grzewcze i potrzebach doprowadzenia do budynków do stanu niskoenergetycznego. Wykorzystać projekty demonstracyjne i pilotowe do badań i ocen zastosowania w praktyce innowacyjnych technologii przez monitorowanie efektów w eksploatacji.	**X**	**X**		**X**	**X**	
5.	4.3.3	3) Wprowadzić system zachęt dla nabywców sprzętu agd o wysokiej jakości energetycznej. Rozpocząć od pilotowego projektu dopłaty do zakupu chłodziarko-zamrażarek (tam są największe oszczędności energii) w wysokości: - 100 zł dla klasy A+ - 150 zł dla klasy A++ - 200 zł dla klasy A+++ w zależności od wielkości/pojemności chłodziarko-zamrażarek, dopłatą objęto by chłodziarko-zamrażarki o objętości do 300 litrów. Zakładając, że połowa nabywców skorzysta z tej dopłaty, to ogółem dopłata wyniesie na początku ok. 22 – 30 mln zł/rok a przy dalszym wzroście zakupów w klasie A+ i wyżej 80 – 105 mln zł/rok. Pokrycie tej dopłaty może pochodzić z Funduszu Zielonych Inwestycji (GIS) na zasadzie wykupu przez państwo efektów redukcji CO_2 w kwocie 10 – 20 Euro/MgCO_2 od tej grupy użytkowników energii. System dopłat			**X**	**X**	**X**	

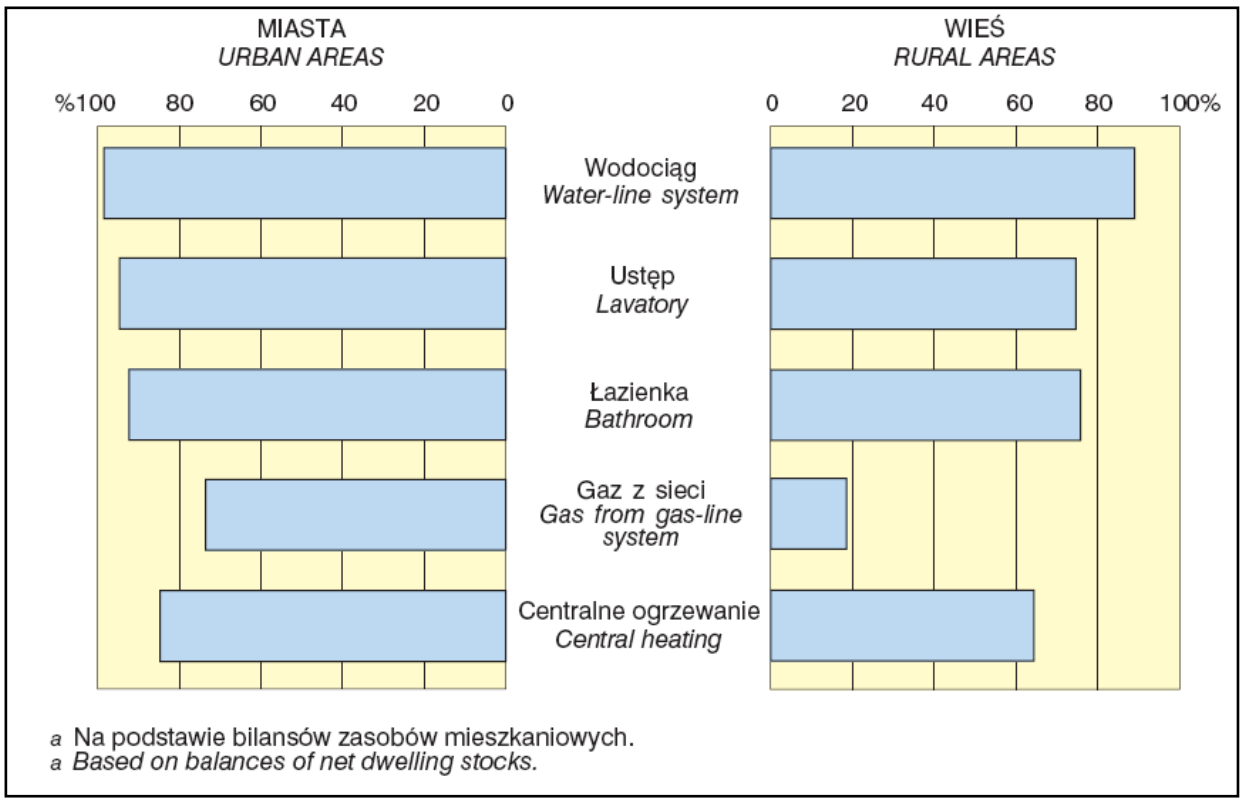
		może być uruchomiony: - albo/i przez system specjalnych kart bankowych (zielone zakupy), - albo/i przez bezpośrednie uruchomienie dopłaty przez sprzedawcę i refundowanie kosztów sprzedawcom na podstawie kopii faktur przez operatora funduszy GIS lub autoryzowane instytucje finansowe np. banki (BOŚ Bank).						
6.	5.3	(2) Wprowadzić system dofinansowania przedsięwzięć termomodernizacji przegród zewnetrznych budynku ze środków Funduszu Zielonych Inwestycji dla właścicieli budynków w następujących formach: - w przypadku kapitałochłonnych inwestycji i mniej typowych przedsięwzięć jak izolacja cieplna ścian i stropu – obsługa przez wyspecjalizowane banki z refundacją kosztów uproszczonego audytu energetycznego i dofinansowaniem przedsięwzięć w wysokości np. wartości unikniętej redukcji emisji CO_2 w cenie 40 – 80 zł/MgCO_2. Szczegółowe wielkości dofinansowania mogą być określone na zasadach jak w tabeli 5.1 i 5.2., - w przypadku bardziej typowych produktów jak okna i określonej jakości energetycznej okien (U) rozważyć i wybrać najbardziej wygodny i skuteczny sposób dofinansowania do okien wyższej jakości energetycznej (U = 0,9 i U = 0,7) wśród następujących możliwości: √ dofinansowania przez specjalne karty płatnicze, √ zmniejszenie podatku VAT (przy zakupie) okien U = 0,9 i U = 0,7 i refinansowaniu zmniejszenia wpływów do budżetu państwa z Funduszu Zielonych Inwestycji, √ pozostawienia refinansowania różnicy podatku VAT (23 i 7%) przez Urzędy Skarbowe, gdyby z uwagi na sytuację finansową państwa miało dojść do zniesienia ulgi podatkowej VAT do materiałów budowlanych. Wielkość dofinansowania do energooszczędnych okien (U = 0,9 i U = 0,7) może odpowiadać wartościom przedstawionym w tabeli 5.3.			**X**	**X**	**X**	

7.	6.3	1) Opracować i wprowadzić system dofinansowania kompleksowej termomodernizacji budynków jednorodzinnych stosując następujące zasady: - różnicować wielkość dopłat w zależności od jakości energetycznej budynku po termomodernizacji, ale jako minimum kwalifikujące się do dofinansowania to jednostkowe zużycie energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody EK = 100 kWh/m^2rok. Im niższa wartość EK – tym wyższe dofinansowanie. Wskazówką odnośnie dofinansowania tylko z efektów redukcji CO_2 mogą być wartości przedstawione w punkcie 6.1., - Dodatkową wielkość dofinansowania winno przynieść wartościowanie efektów redukcji lokalnych zanieczyszczeń powietrza (pyły, NOx, SO_2, inne), - Refinansować koszty audytów energetycznych prowadzących do wyboru najbardziej efektywnego dla inwestora i państwa funduszu wsparcia pakietu termomodernizacyjnego.			**X**	**X**		
8.	7.3	a. Dokonać przeglądu wszystkich istniejących i przewidywanych systemów pomocowych do stymulowania rozwoju nowego budownictwa, wprowadzając dodatkowe zachęty dla budynków o ponadstandardowej jakości energetycznej przez różnicowanie np. preferencyjnych kredytów i dotacji w zależności od poziomu charakterystyki energetycznej budynku.		**X**	**X**	**X**		
9.	7.3	3) Zbudować i stosować system wsparcia finansowego dla deweloperów i indywidualnych inwestorów, którzy budują budynki o ponadstandardowej jakości energetycznej. Wielkość dofinansowania ustalić na zasadzie wykupywania efektu redukcji CO_2 np. zaczynając od wykupu efektu redukcji w kwocie 10 Euro/MgCO_2 (40 zł/MgCO_2). Kontrolować efektywność angażowania funduszy publicznych przez system audytów, certyfikatów i odbioru jakości energetycznej budynku i monitorowanie osiągniętych efektów w praktyce.		**X**	**X**	**X**		

X – adresat rekomendacji

1. WPROWADZENIE

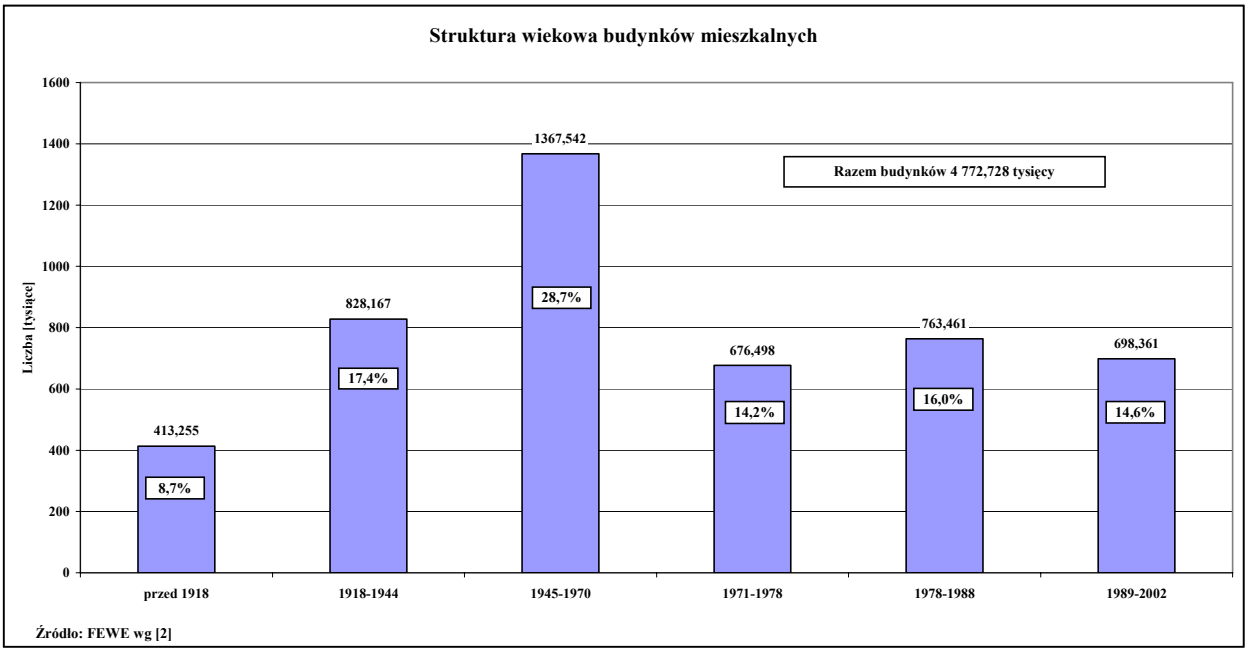
W kraju użytkowanych jest ok. 13 150 tysięcy mieszkań, z tego w miastach 8 847 tys. i na wsi 4 303 tys. W budynkach jedno i dwu rodzinnych jest 4 795 tysięcy mieszkań (wg stanu na 31.12.2008). Łączna powierzchnia użytkowa mieszkań wynosi 907 233 tys. m^2. Mieszkania w miastach wyposażone są w wodociąg – ok. 98%, wc – ok. 95%, łazienki – 92%, gaz z sieci – ok. 75% i co – 85%. Natomiast na wsi w wodociąg – prawie 90%, wc – ok. 75%, łazienki – 76%, gaz z sieci – 18% i co – 64% (Rys.1.1.). Należy zauważyć, że GUS podaje mieszkania wyposażone w instalacje centralnego ogrzewania niezależnie od źródła zasilania, tj. ciepło sieciowe, kotłownia lokalna w budynku, kocioł w mieszkaniu lub w budynku.



Rys. 1.1. Wyposażenie mieszkań w % ogółu mieszkań w 2008 r.
Źródło: [Mały Rocznik Statystyczny Polski 2009, GUS]

1.1. Ogólna charakterystyka budynków

W Polsce wg danych Narodowego Spisu Powszechnego w 2002 roku jest 4 772 728 budynków mieszkalnych. Struktura wiekowa wszystkich budynków, tj. wielo i jednorodzinnych jest zróżnicowana. Najwięcej, 28,7 % jest budynków wybudowanych w latach 1945 – 1978, budynków z lat 1971 – 1978 ponad 14% i podobnie z lat 1989 – 2002, 17,4% budynków wybudowano w latach 1918 – 1944 i 16% budynków w latach 1978 – 1988 (Rys.1.2).



Rysunek 1.2. Źródło: FEWE wg GUS – NSP 2002

W ostatniej dekadzie budynki, poza budownictwem indywidualnym, wznoszono w następujących technologiach (Rys.1.3):

- tradycyjnej udoskonalonej, w której konstrukcją nośną są ściany wykonane z cegły, bloczków lub pustaków o ciężarze i wymiarach umożliwiających ich ręczne wbudowywanie,
- wielkopłytowej – o ścianowej konstrukcji nośnej przegród pionowych, montowanych na miejscu budowy z wielkowymiarowych (wielkoblokowych) elementów prefabrykowanych betonowych lub żelbetowych. Wymiary elementów ściennych odpowiadają wysokości całej kondygnacji i mają szerokość co najmniej 2,40m,
- wielkoblokowej – o ścianowej konstrukcji nośnej przegród pionowych montowanych na miejscu budowy z prefabrykowanych betonowych i żelbetowych płyt lub bloków o wysokości całej kondygnacji i o szerokości mniejszej niż 2,40m,
- monolitycznej – o ścianowej lub szkieletowej konstrukcji z betonu lub żelbetu realizowanej na miejscu budowy, z zastosowaniem deskowań o jedno- lub wielokrotnym użyciu i o różnych cechach konstrukcyjno-wymiarowych,
- kanadyjskiej - opartą na konstrukcji szkieletu drewnianego na fundamencie betonowym.

Dotyczy to budownictwa spółdzielczego, komunalnego, społecznego czynszowego oraz przeznaczonego na sprzedaż lub wynajem. Metodą tradycyjną ulepszoną wznoszonych jest 81% mieszkań, monolityczną 15%, wielkoblokową i wielkopłytową po ok. 1%, kanadyjską 0,1% i innymi sposobami 1,8%.
Budownictwo indywidualne realizowane jest głównie metodą tradycyjną udoskonaloną.

W latach 2003, 2005 i 2007 w remontowanych zasobach mieszkaniowych (bez budynków jednorodzinnych) ocieplono od 324,2 tys. mieszkań do 477 tys. (Tab.1.1.). Można oszacować, że rocznie ocieplanych jest od 2,7% do 3,6% mieszkań w odniesieniu do ogółu tych zasobów.

Tabela 1.1. Liczba ocieplonych mieszkań w zasobach mieszkaniowych (bez budynków jednorodzinnych)

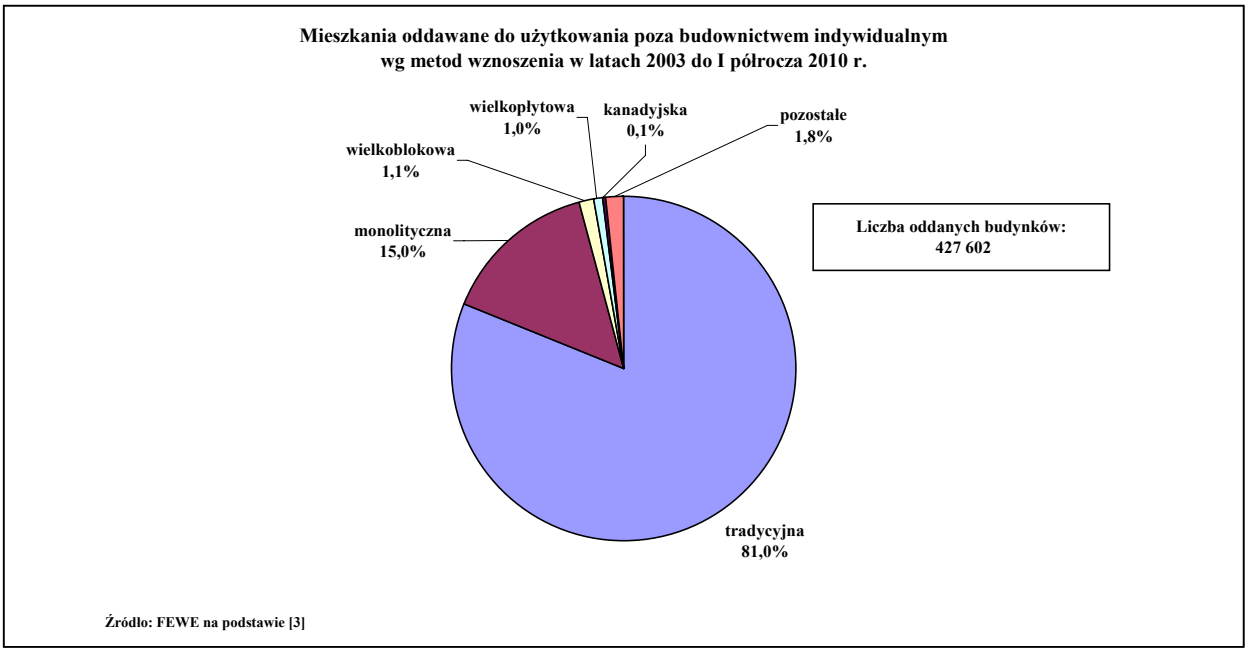
zasoby	2003	2005	2007
spółdzielni mieszkaniowych	249 308	297 776	284 554
zakładowe	1 684	1 633	2 103
wspólnot mieszkaniowych	71 610	175 169	186 811
TBS	321	774	815
pozostałe	46	0	29
komunalne	b.d.	94	110
skarbu państwa	1 230	1 554	494
Razem	324 199	477 000	474 916

Źródło: FEWE na podstawie - Bank Danych Lokalnych GUS

W budynkach jednorodzinnych, na podstawie ponad 5,5 tys. ankiet z dziesięciu gmin województw śląskiego i mazowieckiego, stan termomodernizacji jest następujący:

- ponad 50% budynków ma wymienione okna,
- ponad 18% budynków ma ocieplone ściany,
- prawie 19% budynków ma ocieplony strop nad ostatnią kondygnacją lub dach.

Można zgrubnie przyjąć, że stan termomodernizacji wszystkich budynków jednorodzinnych w kraju jest podobny.



Rysunek 1.3. Źródło: FEWE wg GUS – BDL

1.2. Zużycie i efektywność energii w budynkach

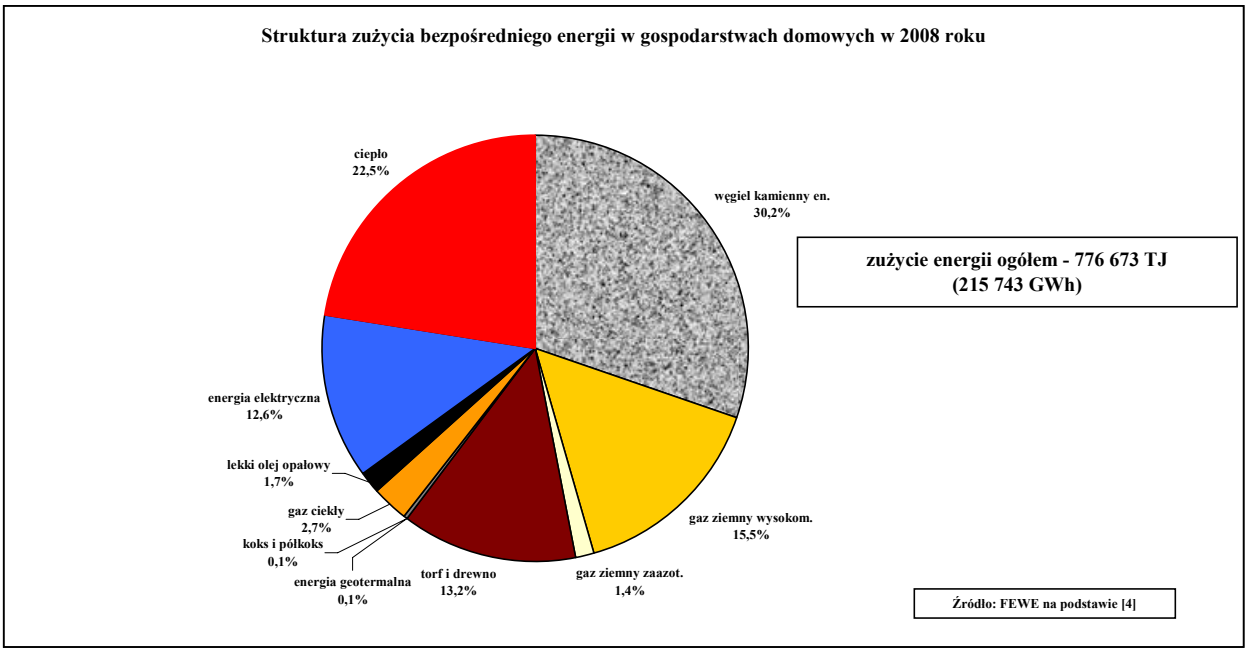
W gospodarstwach domowych, których liczba w przybliżeniu odpowiada liczbie mieszkań, bezpośrednio zużyto energii w 2008 roku ogółem – 776 673 TJ (215 743 GWh). Energia ta użytkowana była do ogrzewania i wentylacji, podgrzewania wody, gotowania, oświetlenia i napędu urządzeń elektrycznych w tym urządzeń audiowizualnych. Stanowi to 25,3% bezpośredniego zużycia ogółem w gospodarce narodowej.

Przeciętny udział poszczególnych funkcji użytkowania energii finalnej jest następujący:

ogrzewanie i wentylacja	–	71,5%
podgrzewanie wody	-	15,1%
gotowanie	-	6,6%
oświetlenie	-	2,3%
urządzenia elektryczne		4,5%

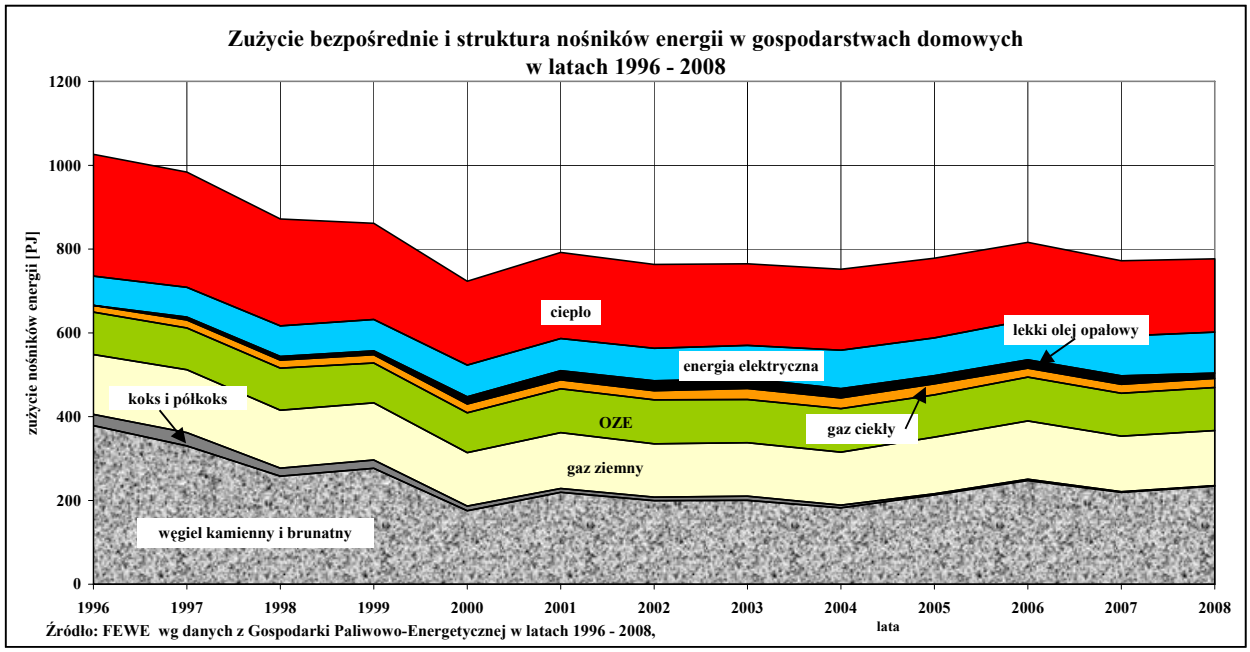
W dalszych analizach nie skupiono się na wszystkich wymienionych formach użytkowania energii. Szczegółowo rozpatrzono zagadnienia związane z ogrzewaniem, tj. źródła ciepła (kotły domowe), ocieplenie skorupy budynku, w tym okna i drzwi zewnętrzne, sprzęt gospodarstwa domowego, szczególnie: chłodziarko-zamrażarki, pralki i oświetlenie.

Na bezpośrednie zużycie ogółem składa się węgiel kamienny w 30,2%, gaz ziemny – 16,9%, ciepło sieciowe 22,5%, energia elektryczna – 12,6%, torf i drewno – 13,2% i pozostałe nośniki (lekki olej opałowy, gaz ciekły, koks i półkoks, energia geotermalna) ok. 4,6% (Rys. 1.4.).



Rysunek 1.4. Źródło: FEWE wg GP-E w latach 2007-2008 GUS

Od 1996 roku nastąpił spadek bezpośredniego zużycia energii w gospodarstwach domowych o 25%. Obniżyło się również zużycie węgla kamiennego o 42%, koksu o 95%, lekkiego oleju opałowego o 67% i ciepła sieciowego o 38%. Nieznacznie obniżyło się zużycie gazu ziemnego oraz torfu i drewna, odpowiednio 7% i 6%. Wzrosło natomiast zużycie ciekłego gazu i energii elektrycznej (Rys.1.5.).

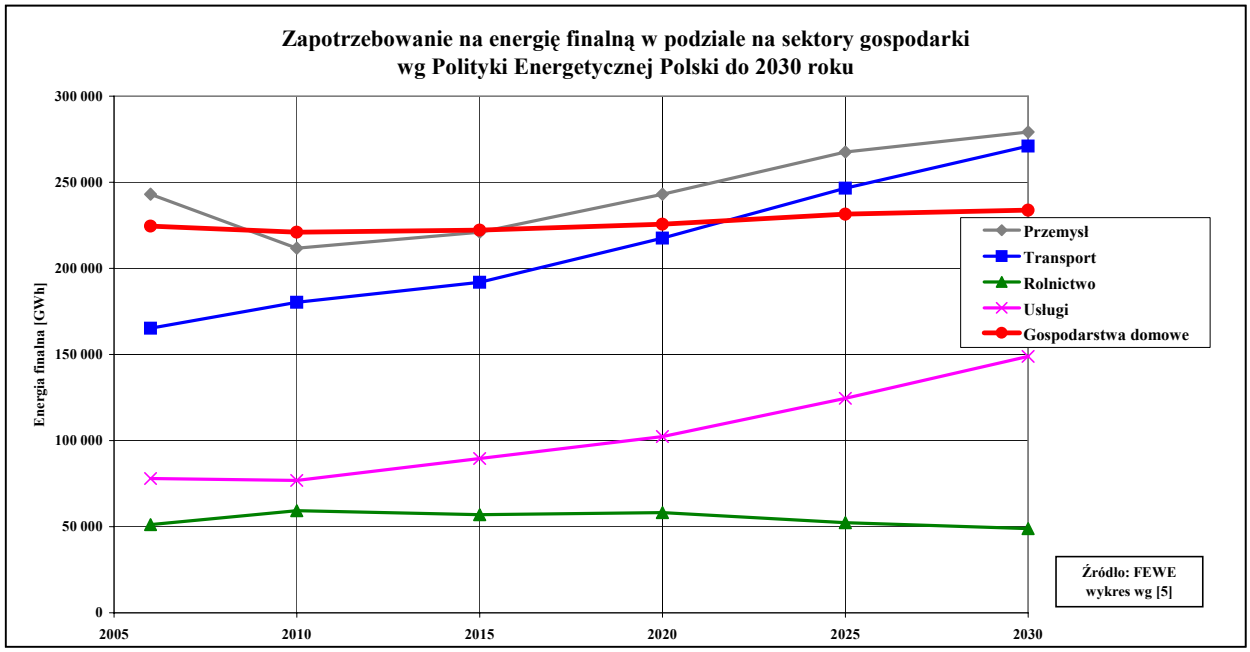


Rysunek 1.5. Źródło: FEWE wg GP-E w latach 1996 – 2008 GUS

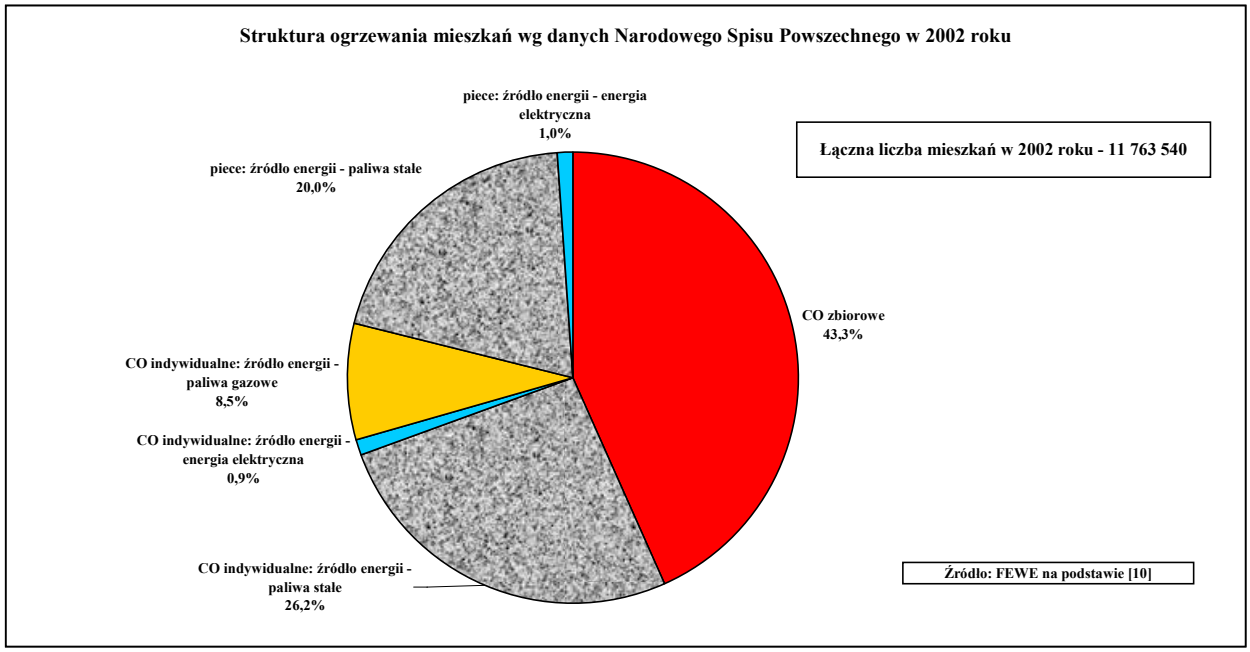
Prognoza zapotrzebowania na energię finalną przez gospodarstwa domowe, podana w Polityce Energetycznej Polski do 2030 roku (przyjęta przez Radę Ministrów 10.11.2009 roku) przewiduje dla okresu 2010-2020 nieznaczny wzrost 2,1%. Krajowy wzrost zapotrzebowania na energię finalną ogółem w tym samym okresie wyniesie 13%, w przemyśle prawie 15%, w transporcie 20%, w usługach 30% a w rolnictwie spadnie o 2% (Rys.1.6.).

Wobec wzrastającej liczby oddawanych do użytku mieszkań oznacza to, że wzrost zapotrzebowania na energię finalną w gospodarstwach domowych powinien być łagodzony poprawą efektywności wykorzystania energii w gospodarstwach domowych w tym na ogrzewanie.

Struktura sposobów ogrzewania zasobów mieszkaniowych wg najaktualniejszych danych, tj. Narodowego Spisu Powszechnego 2002 przedstawia się następująco: prawie 78% mieszkań ma instalację centralnego ogrzewania, w tym prawie 42% korzysta z ciepła sieciowego a 36% z indywidualnych instalacji co. Wśród tych ostatnich ponad 25% opalanych jest paliwami stałymi, głównie węglem, ponad 8% gazem ziemnym i tylko 0,8% energią elektryczną. Prawie 21% mieszkań ogrzewanych jest piecami, w tym ponad 19% paliwami stałymi i 1% energią elektryczną (elektryczne wkłady grzewcze do pieców kaflowych) (Rys.1.7.).



Rysunek 1.6. Źródło: FEWE - wykres wg PEP do 2030



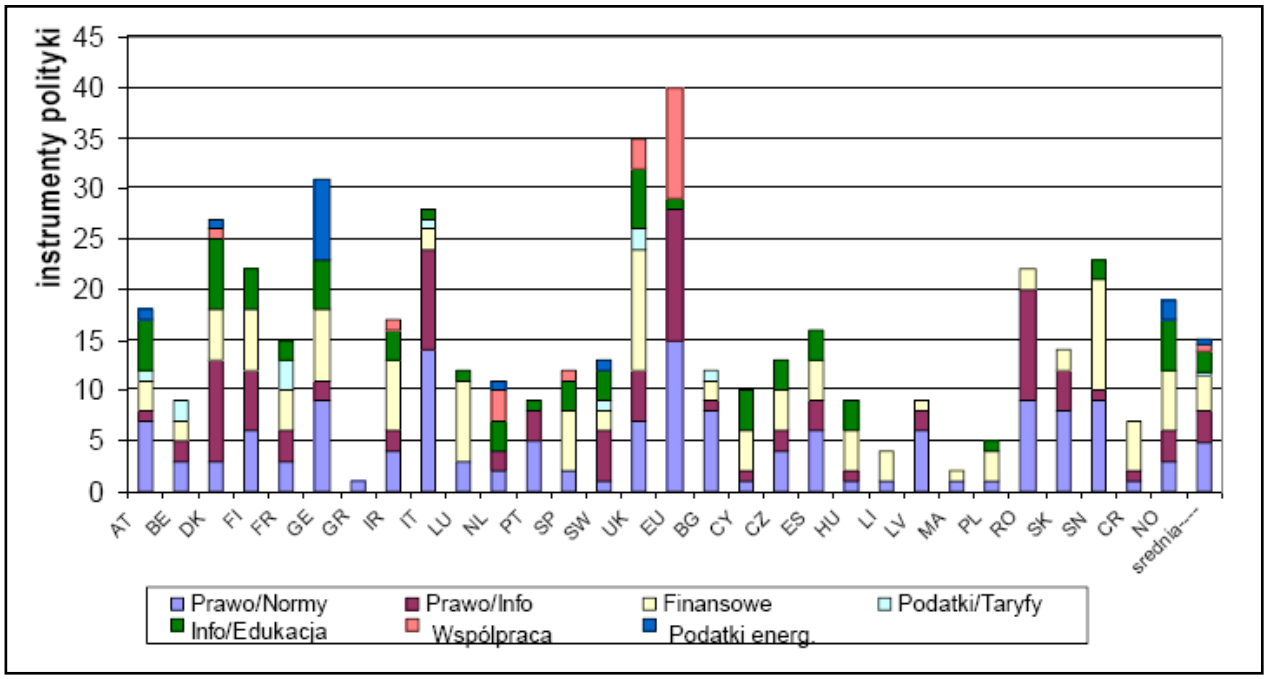
Rysunek 1.7. Źródło: FEWE wg GUS – NSP 2002

Struktura zasilania w energię nowobudowanych mieszkań jest inna niż zasilanie istniejących zasobów. Przegląd informacji zaczerpniętych z literatury, wywiadów z dystrybutorami ciepła, energii elektrycznej, gazu ziemnego i danych statystycznych wskazuje, że w zakresie budownictwa jednorodzinnego w miastach do ogrzewania wykorzystuje się głównie węgiel kamienny, drewno (biomasa), gaz ziemny i w niewielu przypadkach energię elektryczną. Na wsi natomiast głównie węgiel i drewno oraz w znacznie mniejszym stopniu gaz ziemny.

W zakresie budynków wielorodzinnych sposób zasilania w dużym stopniu zależy od formy budownictwa. Decydujące znaczenie ma budownictwo na sprzedaż lub wynajem (tzw. deweloperskie) – ok. 40%, następnie spółdzielcze – ponad 5% i pozostałe, tj. budownictwo spółdzielcze, komunalne i zakładowe – ponad 4%, reszta budownictwo indywidualne.

W mieszkaniach przeznaczonych na sprzedaż lub wynajem potrzeby grzewcze zaspakajane są głównie z kotłów opalanych gazem ziemnym instalowanych w każdym mieszkaniu lub z kotłowni obsługującej cały budynek. Rzadko deweloperzy decydują się na podłączenie do sieci cieplnej. Budownictwo spółdzielcze i komunalne korzysta z podłączenia do sieci cieplnej i indywidualnych kotłów opalanych gazem ziemnym. Podobnie jest w przypadku pozostałych form budownictwa.

Poprawie efektywności wykorzystania energii w tym w gospodarstwach domowych winna służyć polityka energetyczna państwa. W państwach Unii Europejskich występuje różnorodność instrumentów polityki energetycznej. Różny jest również stopień ich stosowania.

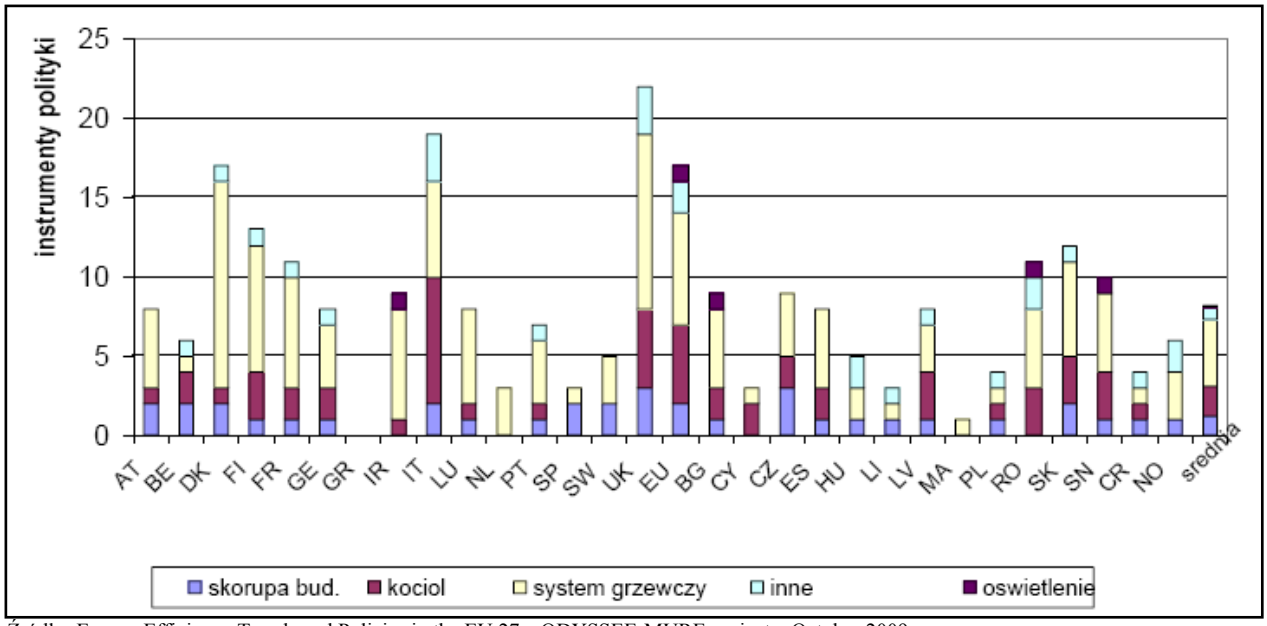


Źródło: Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27 – ODYSSEE-MURE project – October 2009

Rys. 1.8. Instrumenty polityki wg rodzajów dla gospodarstw domowych (stan 2006)

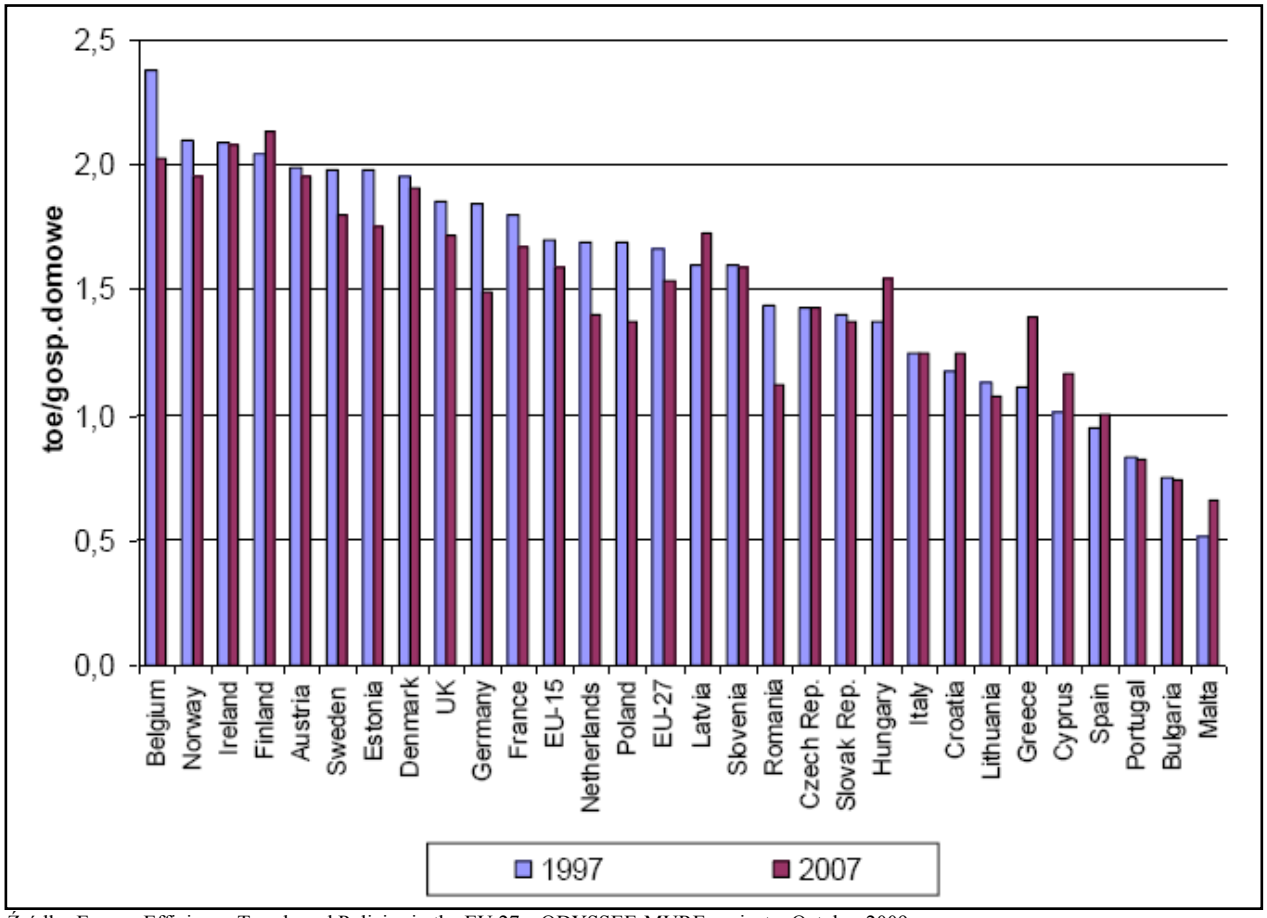
Na tle UE pod względem liczby instrumentów polityki energetycznej skierowanych na gospodarstwa domowe Polska z 5. instrumentami jest poniżej średniej unijnej wynoszącej 15 stosowanych instrumentów (Rys.1.8.). Najwięcej instrumentów, stosuje Wielka Brytania – 35 i Niemcy - 31, najmniej Grecja – 1 i Malta – 2.

Podobnie przedstawia się sytuacja pod względem instrumentów ukierunkowanych na poszczególne elementy mieszkań, tj. skorupa budynku, kocioł grzewczy, oświetlenie i inne użytkowanie energii. Średnia stosowanych w państwach UE instrumentów wynosi 8 instrumentów a w Polsce – 4. Najwięcej instrumentów polityki stosowanych jest w Wielkiej Brytanii – 22 i we Włoszech – 19, Grecja nie stosuje żadnego instrumentu a Malta tylko 1 (Rys.1.9.).



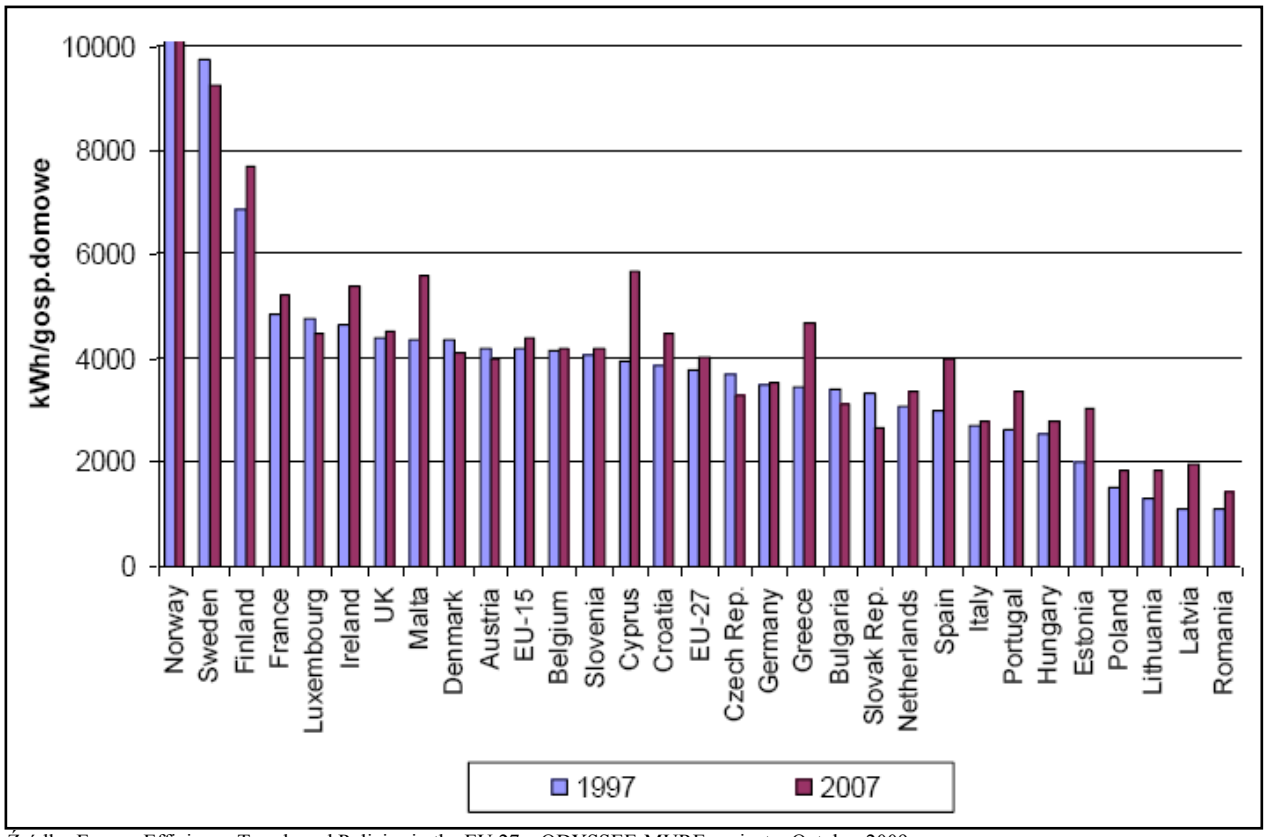
Źródło: Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27 – ODYSSEE-MURE project – October 2009

Rys. 1.9. Instrumenty polityki skierowane na mieszkania (stan 2006)



Źródło: Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27 – ODYSSEE-MURE project – October 2009

Rys. 1.10. Zużycie energii ogółem na gospodarstwo domowe (z korektą klimatyczną)

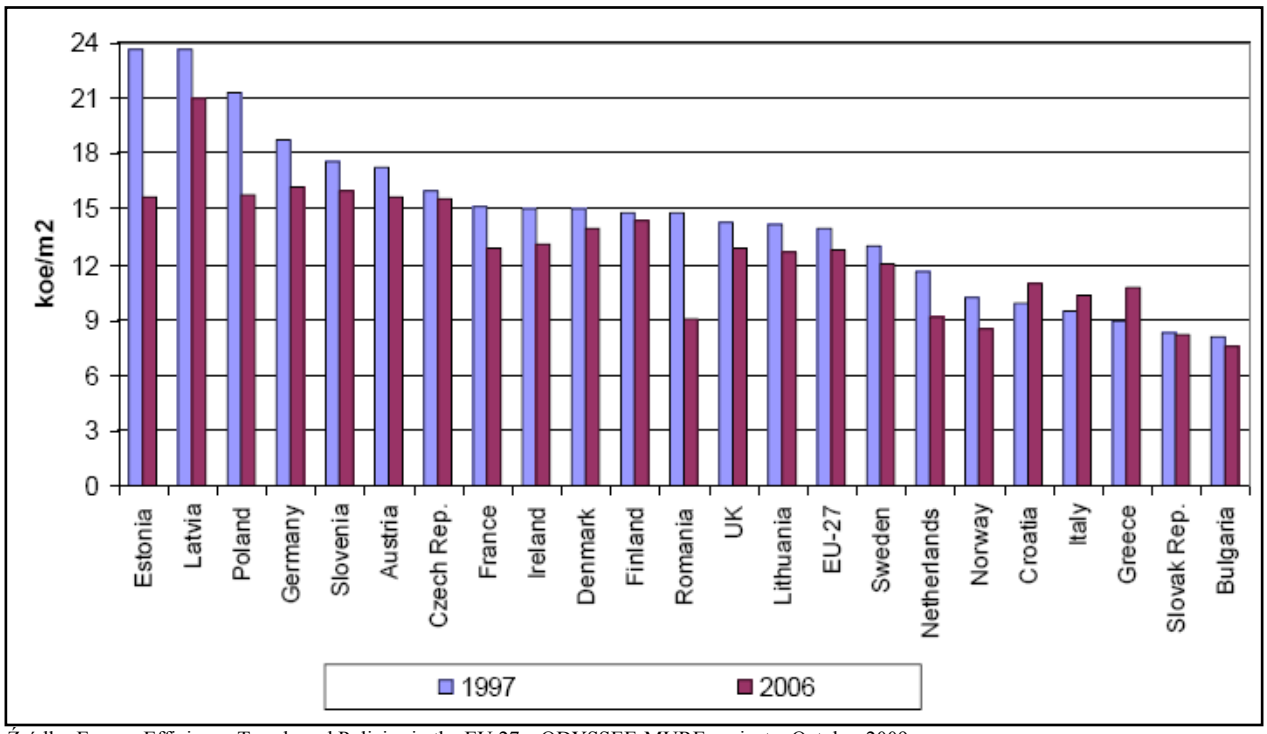


Źródło: Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27 – ODYSSEE-MURE project – October 2009

Rys. 1.11. Zużycie energii elektrycznej na gospodarstwo domowe

Zużycie energii ogółem na gospodarstwo domowe w Polsce w 2007 roku było na poziomie średniej dla 27 państw UE, tj. ok. 1,3 toe/gosp. domowe. Największe zużycie wystąpiło w Belgii – ponad 2 toe/gosp. domowe a najmniejsze na Malcie – ok. 0,7 toe/gosp. domowe (Rys.1.10.).

Średnie zużycie energii elektrycznej na gospodarstwo domowe w 2007 roku w EU-27 wynosiło ok. 4000 kWh/gosp. domowe, a w Polsce poniżej 2000 kWh/gosp. domowe. Największe zużycie było w Norwegii – ok. 10000 kWh/gosp. domowe i Szwecji – ponad 9000 kWh/gosp. domowe (Rys.1.11.).

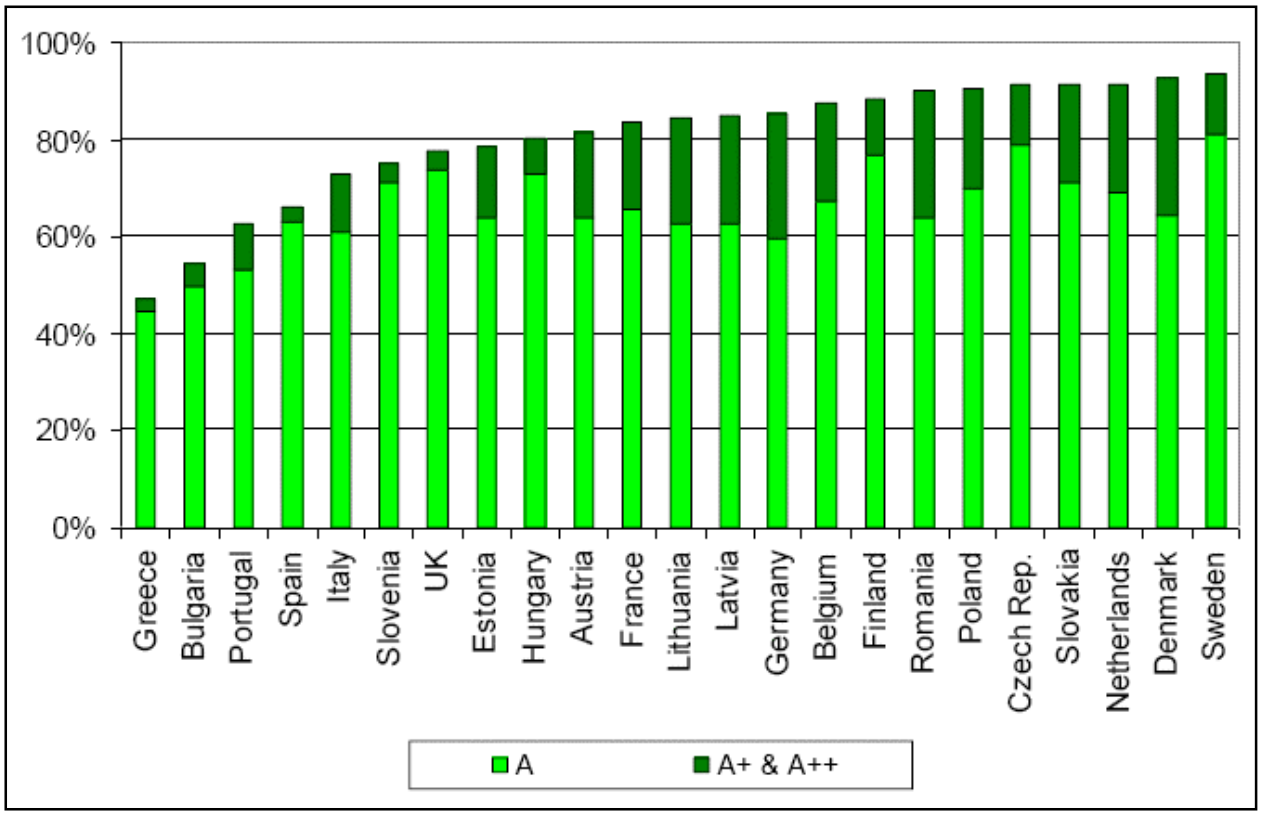


Źródło: Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27 – ODYSSEE-MURE project – October 2009

Rys. 1.12. Zużycie energii do ogrzewania na 1 m^2 powierzchni mieszkania (bez energii elektrycznej, sprowadzone do średnich warunków klimatycznych UE)

W 2006 roku średnie zużycie energii do ogrzewania 1 m^2 powierzchni mieszkania (bez energii elektrycznej oraz z sprowadzeniem do średnich warunków klimatycznych w UE) wynosiło w EU 27 – ok. 13 koe/m^{2}rok, w Polsce ok. 15,5 koe/m^{2}rok (Rys.1.12). W odniesieniu do 1997 roku obniżenie w Polsce wyniosło ponad 26% natomiast w UE ok. 7%.

Pozycja Polski pod względem dostępności najbardziej efektywnych energetycznie chłodziarko-zamrażarek, tj. w klasach energetycznych A, A+ i A++. jest wysoka. Polska znajduje się w grupie państw, które mają ponad 90% tego sprzętu w tych klasach – 6. miejsce (Rys.1.13.). W Grecji i w Bułgarii tego sprzętu jest poniżej 60%.



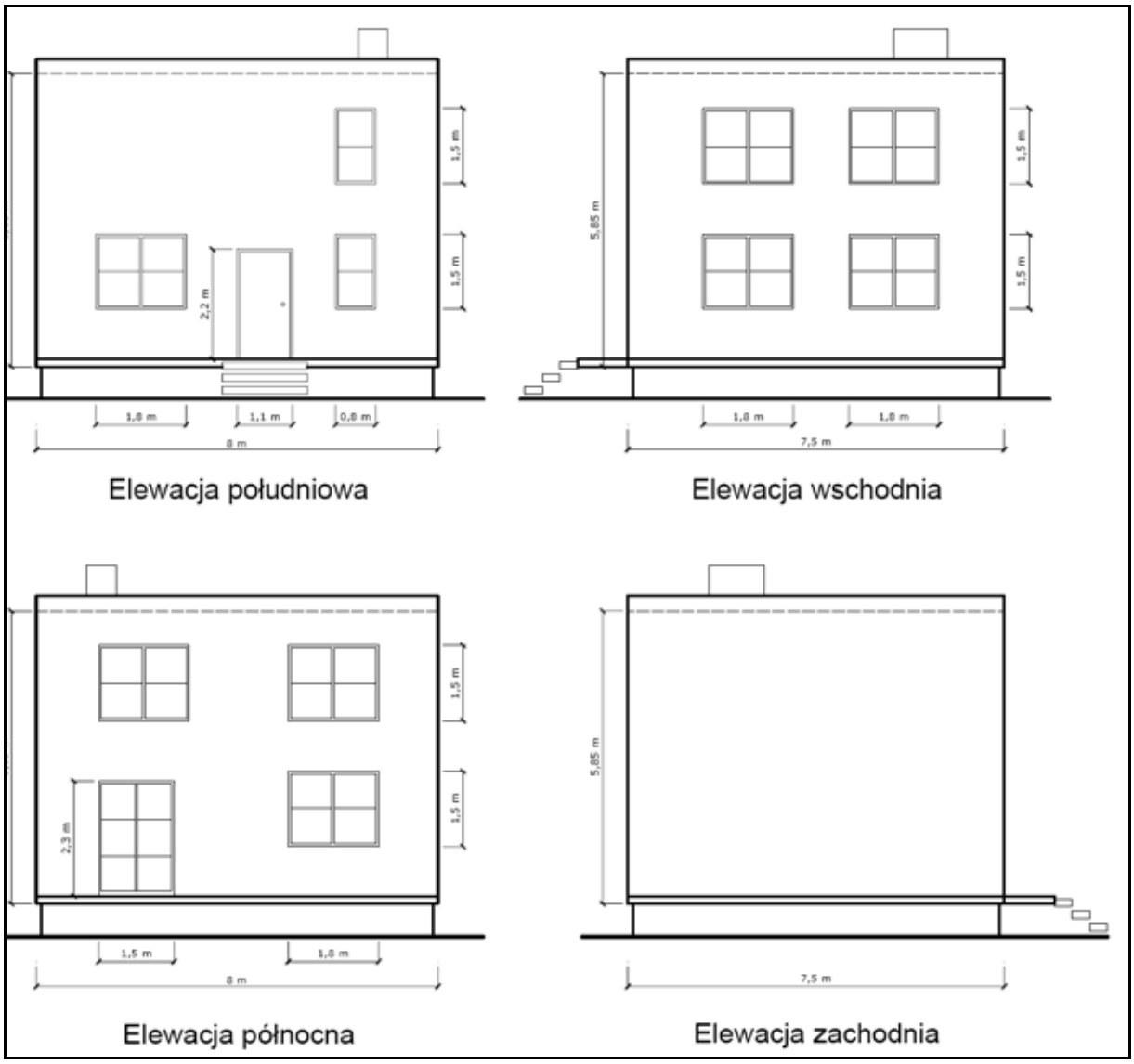
Źródło: Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27 – ODYSSEE-MURE project – October 2009

Rys. 1.13. Udział w sprzedaży chłodziarko-zamrażarek w klasach energetycznych A oraz A+ & A++ (2006)

2. METODYKA ANALIZ, IDENTYFIKACJI BARIER I POTENCJALNYCH MECHANIZMÓW

2.1. Reprezentacyjny budynek i katalog potencjalnych przedsięwzięć

Do analiz techniczno-ekonomicznych wybrany został budynek jednorodzinny, którego budowa w latach 60 i 70 ubiegłego wieku była szeroko rozpowszechniona. Jest to budynek o następującej geometrii:



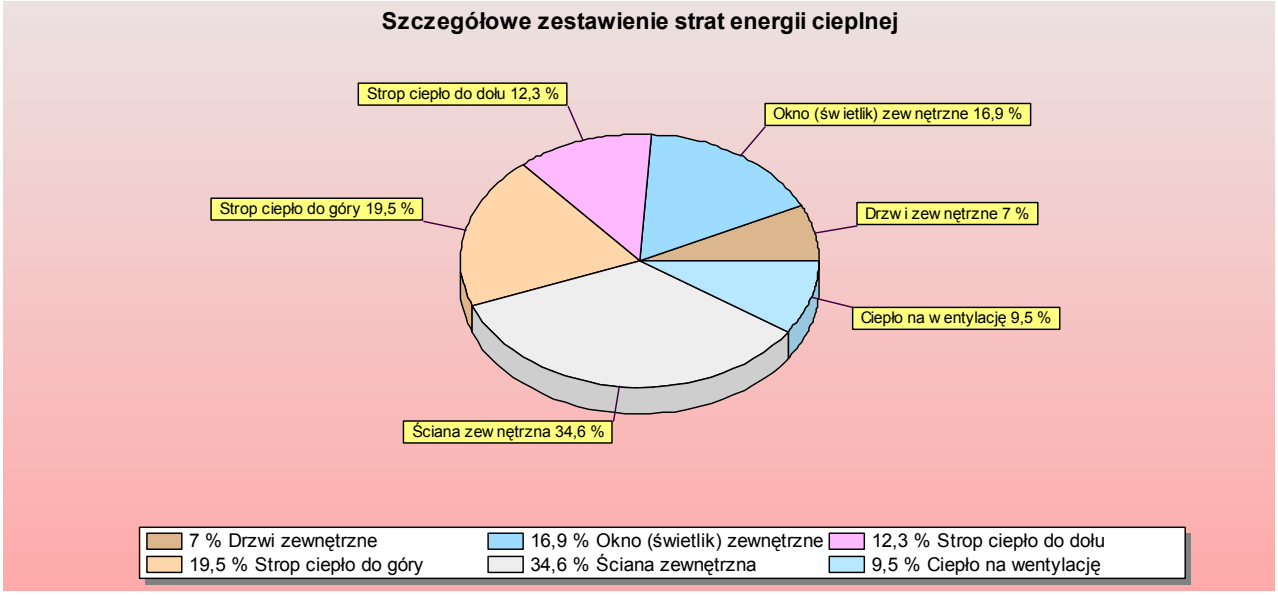
Rys. 2.1.

Dane wejściowe i wyniki charakterystyki energetycznej budynku, określonej na podstawie stosownych polskich norm przedstawiono poniżej.

Tabela 2.1. Wybrane dane wejściowe budynku

Wyszczególnienie	*Wartość*
Powierzchnia użytkowa budynku [m^2]	100
Kubatura ogrzewana budynku [m^3]	250
Powierzchnia zabudowy [m^2]	55
Liczba kondygnacji	2
Podpiwniczenie	TAK
Liczba mieszkań	1
Liczba mieszkańców (osoby)	4
Technologia	Tradycyjna - murowana
Powierzchnia ścian zewnętrznych [m^2]	190,09
Powierzchnia dachu [m^2]	60,0
Powierzchnia okien [m^2]	24,0
Powierzchnia drzwi zewnętrznych [m^2]	5,87
Usytuowanie elewacji frontowej	południe (S)

Obliczeniowe straty ciepła przez przegrody budynku przedstawiono na Rysunku 2.2. i w Tabeli 2.2.



Rys. 2.2.

Zwraca uwagę duże obliczeniowe zapotrzebowanie, nawet z uwzględnieniem zysków ciepła dla okresu grzewczego ciepła na ogrzewanie budynku wynosi 110,0 GJ/rok (30557 kWh/r) czyli jednostkowe zapotrzebowanie ciepła 1,10 GJ/m^2/rok (305,6 kWh/m^2/r). W praktyce zużycie ciepła jest najczęściej znacznie niższe z uwagi na różny w stosunku do reżimu obliczeniowego sposób kształtowania przez użytkowników komfortu cieplnego w pomieszczeniach budynku, głównie z powodu utrzymywania w poszczególnych pomieszczeniach temperatur niższych niż obliczeniowe.
Nie mniej jednak stosowane standardowe metody obliczania teoretycznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania prowadzą często do powstania znaczących (nawet do 50%) różnic między teoretycznym a rzeczywistym zapotrzebowaniem na ciepło, czego nie można wytłumaczyć tylko stosowaniem innego niż obliczeniowy, komfortu cieplnego w budynku, ale również niedoskonałością istniejącej metodyki obliczania teoretycznego zapotrzebowania na ciepło.
Duża elastyczność i swoboda w przyjmowaniu współczynników obliczeniowych i konstrukcja modelu obliczeniowego może prowadzić do różnych wyników obliczeń wykonywanych przez różnych ekspertów, co podważa wiarygodność wyników audytów energetycznych i stanowi istotną barierę informacyjną.
W reprezentatywnym budynku określono również zyski ciepła budynku, co przedstawiono na Rysunku 2.3. i Tabeli 2.3.

Rys. 2.3.

Tabela 2.3.

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	28,16	7822	79,9
Zyski wewnętrzne	7,08	1966	20,1
∑ Razem	35,24	9788	100,0

Szczegółowe wyniki obliczeń charakterystyki energetycznej budynku przedstawiono w załączniku nr 1.
W analizach przyjęto następujący stan wyjściowy dla źródła ciepła: domowy kocioł węglowy, domowy kocioł gazowy, zasilanie z sieci ciepłowniczej.
Wyróżniono grupy technologii, w których przeanalizowano następujące technologie (Tabela 2.4.).

Tabela nr 2.4. Katalog analizowanych technologii, urządzeń i materiałów w reprezentatywnym budynku jednorodzinnym

Lp.	Technologia, urządzenie, materiały, informacje
1.	Zasilanie budynku w energię elektryczną, gaz ziemny, ciepło sieciowe
1.1.	Taryfy
1.2.	Informacje rachunku za energię
2.	Indywidualne źródła energii i wyposażenie w sprzęt energetyczny
2.1.	Kotły ogrzewcze: - węglowe - gazowe - olejowe - biomasowe
2.2.	Pompy ciepła
2.3.	Kolektory słoneczne
2.4.	Oświetlenie
2.5.	Chłodziarko-zamrażarki
2.6.	Pralki
3.	Przegrody zewnętrzne budynku
3.1.	Ściany zewnętrzne
3.2.	Strop
3.3.	Okna
4.	Pakiety termomodernizacyjne
4.1.	Zestawy przedsięwzięć termomodernizacyjnych w zakresie ogrzewania budynku: źródło ciepła – instalacje grzewcze i odzysku - skorupa budynku

Wyniki obliczeń charakterystyki energetycznej budynku w stanie istniejącym przedstawiono w załączniku nr1

2.2. Reprezentatywny nowy budynek

Budynki, wykonywane są głównie w technologii tradycyjnej ulepszonej, metodą tą w 2007 r. wybudowano około 76% ogólnej kubatury budynków.
Przeciętny dom jednorodzinny ma powierzchnię 142 m^2. Do analizy przyjęto modelowy, typowy budynek jednorodzinny, dwukondygnacyjny, z garażem, niepodpiwniczony (Tab.2.5.) Budynek wzniesiono w technologii tradycyjnej ulepszonej (ściana warstwowa – Rys.2.4.). Budynek ma poddasze użytkowe z dachem krytym dachówką ceramiczną na ruszcie drewnianym (z izolacją z wełny mineralnej). Budynek zlokalizowany jest w III strefie klimatycznej.

Tabela 2.5. Charakterystyka budynku modelowego

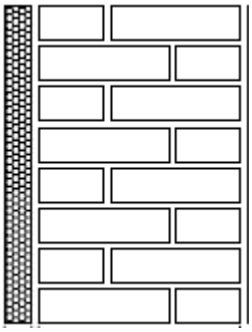
Wyszczególnienie	Budynek jednorodzinny
Powierzchnia użytkowa budynku [m^2]	150
Kubatura ogrzewana budynku [m^3]	368
Powierzchnia zabudowy [m^2]	100
Liczba kondygnacji	2
Podpiwniczenie	brak
Liczba mieszkań	1
Liczba mieszkańców (osoby)	4
Technologia	tradycyjna ulepszona
Powierzchnia ścian zewnętrznych [m^2]	221,6
Powierzchnia dachu [m^2]	112,1
Powierzchnia okien [m^2]	20,12
Powierzchnia drzwi zewnętrznych i bram garażowych [m^2]	17,97
Usytuowanie elewacji frontowej	południe (S)

Do obliczeń cieplnych przyjęto następujące założenia dodatkowe:

1) Sprawności składowe dla centralnego ogrzewania (c.o.) i ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) przyjęto na podstawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku.
2) Budynki zlokalizowane są w III strefie klimatycznej.
3) Nośnik ciepła na cele c.w.u. przyjęto tak jak dla c.o.
4) Ceny paliw określono na podstawie Polityki Energetycznej Polski do 2030 r.
5) Obliczenia zapotrzebowania na ciepło w budynku prowadzono w dwóch wariantach: z uwzględnieniem mostków cieplnych (zgodnie z wytycznymi zawartymi w metodologii obliczenia charakterystyki budynku) i bez uwzględnienia mostków cieplnych, przy czym nie uwzględniano ich bezpośrednio w współczynnikach przenikania ciepła U (W/m^2K).
6) Przyjęto nazewnictwo dla określenia różnego rodzaju energii zgodnie z metodologią sporządzania charakterystyki energetycznej budynku:
   - energia użytkowa - bez uwzględniania sprawności składowych systemu grzewczego;
   - energia końcowa - z uwzględnianiem sprawności składowych systemu grzewczego;

- energia pierwotna - z uwzględnianiem sprawności składowych systemu grzewczego oraz współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku;
- energia pomocnicza - roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania, wentylacji lub systemu c.w.u.).

7) Pozostałe oznaczenia stosowane w obliczeniach cieplnych:
   - Q_z [GJ/rok] - straty energii cieplnej przez przegrody zewnętrzne (ściany, dachy, stropodachy, stropy nad przejazdami, okna, drzwi),
   - Q_w [GJ/rok] - straty energii cieplnej przez przegrody wewnętrzne (ściany, stropy, okna, drzwi),
   - Q_g [GJ/rok] - straty energii cieplnej przez przegrody przyległe do gruntu (ściany, podłogi),
   - Q_a [GJ/rok] - energia cieplna zużyta na ogrzanie powietrza wentylacyjnego,
   - Eta - Współczynnik wykorzystania zysków ciepła,
   - Q_{sw} [GJ/rok] – zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez zewnętrzne przegrody przezroczyste (okna, świetliki, przeszklone drzwi),
   - Q_i [GJ/rok] - bytowe zyski ciepła (ludzie, ciepła woda, oświetlenie, gotowanie, urządzenia elektryczne),
   - Q_h [GJ/rok] - łączne zużycie energii z uwzględnieniem zysków ciepła i sprawności ich wykorzystania,
   - Q_{went}[W] - zapotrzebowanie na moc cieplną dla wentylacji,
   - Q_o[W] - obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną,
   - Q_{zc}[W] - dodatkowe zyski ciepła w pomieszczeniach.
8) W czterech rozpatrywanych wariantach przyjęto, że w budynku modelowym występuje wentylacja grawitacyjna bez odzysku ciepła (w jednym wariancie rozpatrzono wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła).
9) W obliczeniach przyjęto ścianę dwuwarstwową złożoną z elementu ceramicznego konstrukcyjnego oraz warstwy ocieplenia styropianem z tynkiem zewnętrznym mineralnym cienkowarstwowym (Rys. 1.4.). Materiał ociepleniowy stanowi styropian o podwyższonych parametrach termicznych (przyjęto współczynnik przewodności cieplnej λ = 0,032 W/mK), o grubościach niezbędnych do uzyskania założonych w poszczególnych wariantach współczynnikach przenikania ciepła.
10) Jako materiał izolacyjny dachu w budynku modelowym przyjęto wełnę mineralną o podwyższonych parametrach termicznych (przyjęto współczynnik przewodności cieplnej λ = 0,036 W/mK) o grubościach niezbędnych do uzyskania założonych w poszczególnych wariantach współczynników przenikania ciepła.
11) W przypadku wariantu optymalnego (WO) warstwę izolacji ścian zewnętrznych i dachu dobrano w oparciu o kryterium kosztowe, tak aby wartość bieżąca netto NPV inwestycji osiągała maksimum (wyniki obliczeń przedstawiono w załączniku 3).



Rys.2.4. Ściana dwuwarstwowa

Wyboru źródeł energii dla budynków modelowych dokonano zgodnie z diagnozą co do stosowanych sposobów ogrzewania oddawanych do użytku mieszkań w miastach i na wsi (Rozdział 1). Dodatkowo wzięto pod uwagę statystykę GUS dotyczącą przyłączania nowowybudowanych budynków do sieci ciepłowniczej i do sieci gazowniczej w celach grzewczych w latach 1999 – 2007.

Tabela 2.6. Syntetyczna struktura sposobów ogrzewania nowego budynku

	węgiel	biomasa	gaz	olej opałowy	lpg	energia el.	co
Budynki jednorodzinne	49,0%	30,5%	17,4%	1,0%	1,0%	0,6%	0,6%

Ostatecznie do dalszej analizy i obliczeń przyjęto dla budownictwa jednorodzinnego ogrzewanie mieszkań węglem, biomasą i gazem ziemnym. (żółte oznaczenie w Tabeli 2.6.). Nośniki energii i paliwa mające udział na poziomie 1% pominięto, przypisując ich udziały do udziału węgla, gazu ziemnego i ciepła sieciowego, odpowiednio do ich wskaźnika emisji gazów cieplarnianych.

2.3. Metodyka analiz energetycznych i ekonomicznych

Efekty energetyczne i ekologiczne (CO_2) przedsięwzięć obliczono jako średnioroczne w cyklu żywotności technologii i urządzeń.
Oszczędność energii i wielkość redukcji emisji gazów cieplarnianych, głównie CO_2, obliczono w rachunku różnicowym, w którym analizowaną technologię i urządzenie porównywano do technologii i urządzeń stanu istniejącego bądź alternatywnych opcji. Koszty i efektywność ekonomiczną przedsięwzięć obliczono konsekwentnie w rachunku kosztów w cyklu żywotności (LCC).
Jako wielkości kryterialne oceny efektywności ekonomicznej stosowania danej technologii i urządzenia przyjęto jednostkowy koszt zaoszczędzenia energii (CCE cost of conserved energy) i jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2 (CCC cost of carbon conserved).
Taka prezentacja efektów ekonomicznych pozwala:

– z jednej strony – inwestorowi ocenić czy wszystkie koszty inwestycyjne i operacyjne wprowadzenia danej technologii i urządzenia dają zmniejszenie (ujemne wartości CCE i CCC) lub zwiększenie kosztów (dodatnie wartości CCE i CCC) w cyklu żywotności

technologii np. ogrzewania budynku, oświetlenia, chłodzenia produktów w chłodziarko-zamrażarce,

- z drugiej strony – politykom i instytucjom finansowego wsparcia ocenić po jakim koszcie mogą z punktu widzenia interesów państwa wykupywać efekt ekologiczny (CO_2), który obniżając koszty inwestora może zainteresować go ekonomicznie w realizacji zmiany technologii lub urządzenia.

Ramowe algorytmy obliczeń przedstawiono jak niżej:

Koszty w cyklu żywotności (LCC) danej technologii, funkcja:

$$LCC = C_{C,W} + \sum_{n=1}^{n=t} \frac{K_{e,n} + K_{O,M,n} + K_{fin,n} + K_{in,n}}{(1+i)^n} \quad [zł]$$

gdzie:

$C_{C,W}$ - kapitał własny w roku początkowym [zł]

koszty roczne:

K_e - koszty paliw i energii [zł/rok]

$K_{O,M}$ - koszty obsługi i napraw [zł/rok]

K_{fin} - koszt finansowy (np. obsługi kredytów) [zł/rok]

K_{in} - inne koszty [zł/rok]

i - stopa dyskonta [1/rok]

n - 1.....t, kolejny rok w cyklu żywotności

t - okres żywotności technologii

$$K_{fin} = (C_C - C_{C,W}) * CRF_K = (C_C - C_{C,W}) * \frac{i_K}{1-(1+i_K)^{-n}}$$

C_C - całkowite nakłady [zł]

i_K - uśredniona stopa procentowa kredytu

Jeżeli:

Koszty operacyjne są takie same w każdym roku

K_e - const

$K_{O,M}$ - const

K_{fin} - const (równe raty spłat)

K_{in} - const,

to wzór upraszcza się do:

$$LCC = C_{C,W} + \frac{K_e + K_{O,M} + K_{fin} + K_{in}}{CRF} \quad [zł]$$

$$CRF = \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

uwaga $i \neq i_K$, $CRF \neq CRF_K$

Roczne koszty w cyklu żywotności

$ALCC = LCC * CRF$ [zł/rok]

Koszty jednostkowe

Jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii CCE

$$CCE = \frac{ALCC_{ef} - ALCC_{ref}}{E_{ref} - E_{ef}} \text{ [zł/GJ]}$$

gdzie:

E_{ref} - roczne zużycie energii w referencyjnej technologii [np. GJ/rok]

E_{ef} - roczne zużycie energii efektywnościowej technologii [np. GJ/rok]

Jednostkowy koszt redukcji emisji CCC

$$CCC = \frac{ALCC_{ef} - ALCC_{ref}}{C_{ref} - C_{ef}} \text{ [zł/Mg } CO_2\text{]}$$

C - roczna emisja gazów cieplarnianych [Mg CO_2/rok]

C_{ref} - roczna emisja w technologii referencyjnej [Mg CO_2/rok]

C_{ef} - roczna emisja w technologii efektywnościowej [Mg CO_2/rok]

$C = f_e * E$

gdzie:

E i C - jak wyżej

f_e - wskaźnik emisji związany z produkcją i transportem paliwa i energii w dane miejsce użytkowania [Mg CO_2/jednostkę paliwa, energii]

Standard obliczeń

Oczekiwane wyniki

$LCC, ALCC$ - koszty

CCE - jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii

CCC - jednostkowy koszt unikniętej emisji

ΔE - roczne zmniejszenie zużycia energii

ΔC - roczne zmniejszenie emisji GC (CO_2)

Jednolite podejście i powtarzalność obliczeń

(1) stosowanie jednolitych danych wejściowych wspólnego zestawu danych:
- ✓ ceny paliw i energii (istniejące 2010 r)
- ✓ stopa dyskonta i = 0,05%
- ✓ f_e - wskaźniki emisji (stosownie do danych paliw)

- ✓ $\frac{C_{C,W}}{C}$ udział kapitału własnego w całkowitych nakładach = 0,2
- ✓ i_K - stopa procentowa kredytu bankowego = 15%/rok
- ✓ t –okres spłacania kredytu= 10 lat.

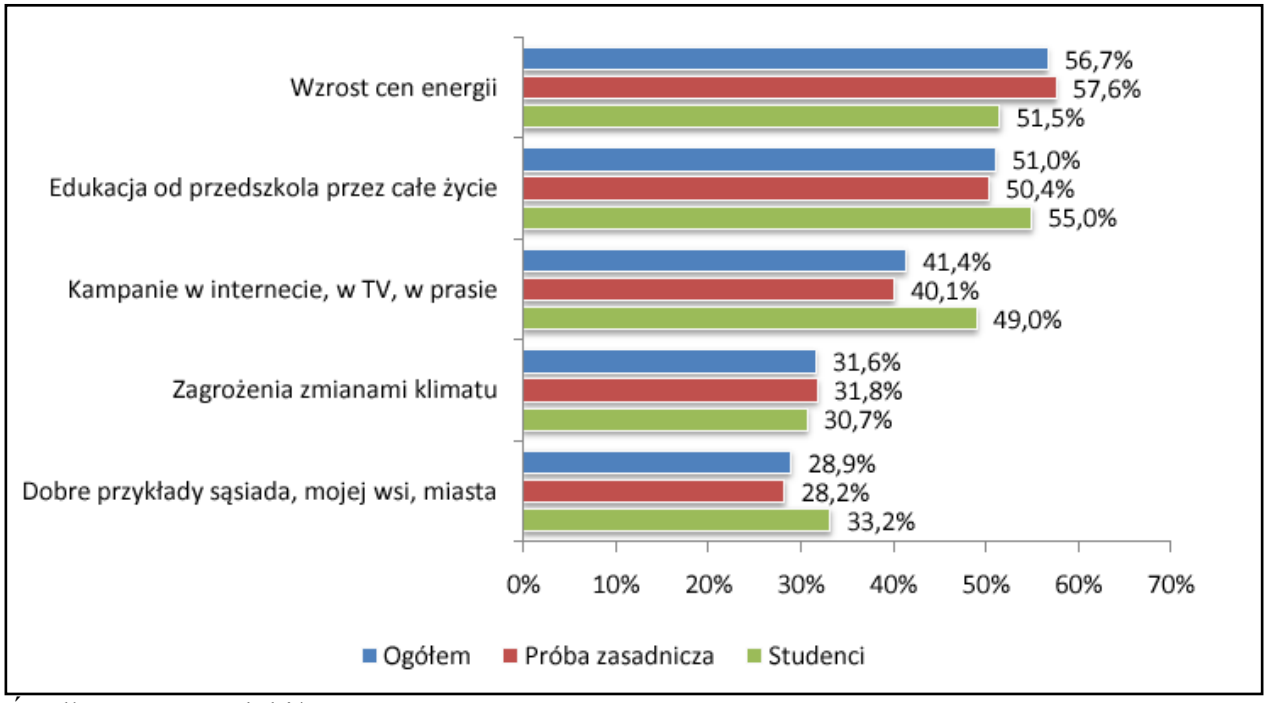
(2) - utworzenie karty przedsięwzięcia, w tym obliczenie wielkości zagregowanych
- możliwość stosowania scenariuszowych danych wejściowych
- archiwizacja

3. ZASILANIE BUDYNKU W SIECIOWE NOŚNIKI ENERGII

3.1. Informacje na rachunkach za energię

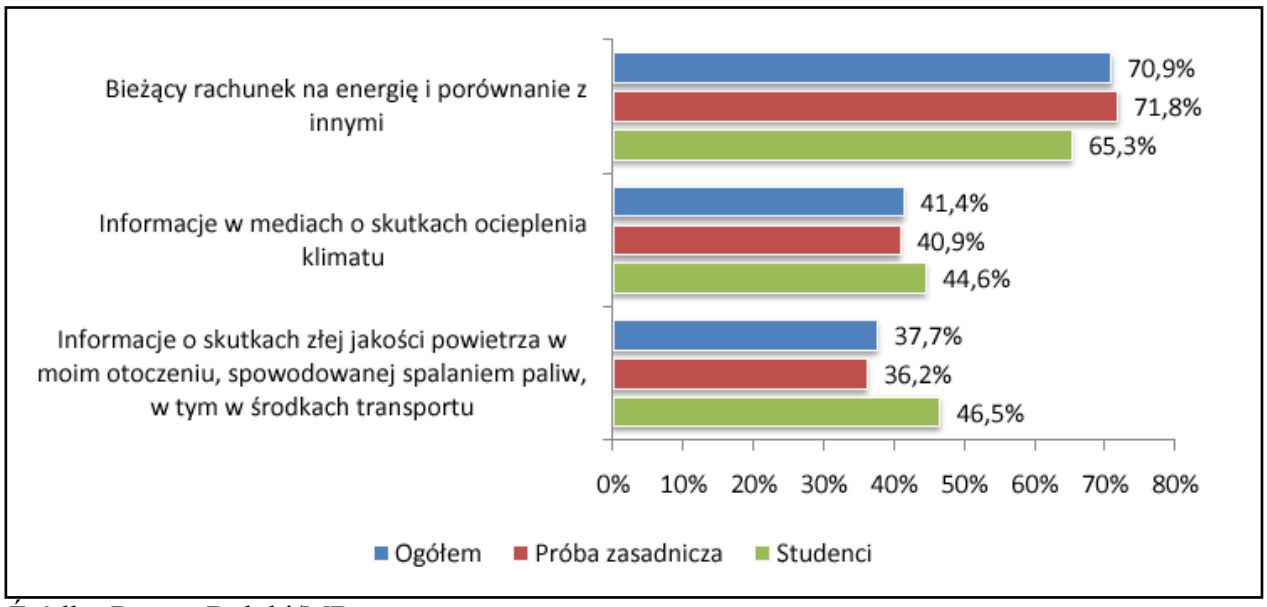
3.1.1. Analiza

W badaniach stanu świadomości i poglądów grup społecznych (Raport Delphi/Millward Brown w projekcie Foresight GIG Katowice „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050r) respondenci na pierwszym miejscu wskazali wzrost cen energii i bieżący rachunek za energię i porównanie z innymi (Rys. 3.1 i Rys. 3.2.)



Źródło: Raport Delphi/MB

Rysunek 3.1. Co prowadzi najszybciej i najskuteczniej do wzrostu świadomości i aktywności społeczeństwa?



Źródło: Raport Delphi/MB

Rysunek 3.2. Które formy informacji wpływają najsilniej na świadomość?

Czyli informacja o cenach energii i inne wiadomości na bieżących rachunkach za energię prowadzą według respondentów najszybciej i najskuteczniej do wzrostu świadomości i aktywności społeczeństwa, w tym właścicieli i mieszkańców domów jednorodzinnych.
Tymczasem rachunki za sieciowe nośniki energii: ciepło sieciowe, gaz ziemny i energię elektryczną przedstawiają wiele elementów taryf, uwzględniających opłaty w całym łańcuchu: od wytworzenia do dostarczenia energii (Tabela 3.1, 3.2 i 3.3), które dla odbiorcy mogą stanowić jednorazową informację jak powstają koszty składające się na jego rachunek, natomiast cena za dostarczona energię nie jest wprost eksponowana na rachunku. Odbiorca, płatnik rachunku, może dopiero sam wyliczać sobie cenę o ile skomplikowana struktura rachunku go do tego nie zniechęci.

Tabela 3.1. Przykładowy załącznik do faktury/rachunku za ciepło – dom jednorodzinny

Szczegółowe rozliczenie zużycia energii za okres od 2008.06.19 do 2009.01.12

Nr licznika energii elektrycznej: 26727224 **Taryfa:** G11 **Mnożna:** 1

Strefa	Opis	Data odczytu	Wskazanie bieżące	Wskazanie poprzednie	Ilość	J.m.	Ilość m-c	Cena jed. netto	Wartość netto	Stawka VAT [%]
całodobowa	Energia elektryczna	31/10/08	16047	15568	479	kWh		0.1900	91.01	22
całodobowa	Energia elektryczna	31/12/08	16265	16047	218	kWh		0.1942	42.34	22
całodobowa	Energia elektryczna	12/01/09	16308	16265	43	kWh		0.1942	8.35	22
całodobowa	Opłata dystrybucyjna zmienna	31/10/08	16047	15568	479	kWh		0.1549	74.20	22
całodobowa	Opłata dystrybucyjna zmienna	31/12/08	16265	16047	218	kWh		0.1560	34.01	22
całodobowa	Opłata dystrybucyjna zmienna	12/01/09	16308	16265	43	kWh		0.1560	6.71	22
całodobowa	Opłata jakościowa	31/10/08	16047	15568	479	kWh		0.0097	4.65	22
całodobowa	Opłata jakościowa	31/12/08	16265	16047	218	kWh		0.0097	2.11	22
całodobowa	Opłata jakościowa	12/01/09	16308	16265	43	kWh		0.0097	0.42	22
	Opłata przejściowa	31/10/08				mc	4	6.00	24.00	22
	Opłata przejściowa	31/12/08				mc	2	6.00	12.00	22
	Opłata przejściowa	12/01/09				mc	1	4.86	4.86	22
	Opłata dystrybucyjna stała	31/10/08				mc	4	1.53	6.12	22
	Opłata dystrybucyjna stała	31/12/08				mc	2	1.53	3.06	22
	Opłata dystrybucyjna stała	12/01/09				mc	1	1.53	1.53	22
	Opłata abonamentowa (OSD)	31/10/08				mc	4	1.46	5.84	22
	Opłata abonamentowa (OSD)	31/12/08				mc	2	1.46	2.92	22
	Opłata abonamentowa (OSD)	12/01/09				mc	1	1.46	1.46	22

Razem wartość netto 325.59 zł
plus kwota VAT 71.61 zł
Razem wartość brutto 397.20 zł

	Stawka VAT [%]	Wartość netto [zł]	Kwota VAT [zł]	Wartość brutto [zł]
Wartość ogółem wg cen netto	22	325.59	71.61	397.20
Ogółem:		325.59	71.61	397.20

**Opłata dystrybucyjna zmienna jest sumą składnika zmiennego stawki sieciowej oraz składnika wyrównawczego i składnika jakościowego stawki sieciowej opłaty dystrybucyjnej

Tabela 3.2. Przykładowy wyciąg z faktury/rachunku za gaz – dom jednorodzinny

wskazanie: bieżące	typ odczytu	poprzednie	typ odczytu	zużycie[m3]
1: 2109/2010.10.08	odbiorcy	2005/2010.09.30	szacunkowy	104
2: 2005/2010.09.30	szacunkowy	1973/2010.08.11	odbiorcy	32

Tytuł opłaty		Ilość	j.m.	Cena netto	Netto	VAT	Brutto	%VAT
należ. za paliwo gaz.	1:	104	Nm3	1,0310	107,22	23,59	130,81	22
	2:	32	Nm3	0,9700	31,04	6,83	37,87	22
należność za abonam.	1:	1	m-c	8,2000	8,20	1,80	10,00	22
	2:	1	m-c	8,2000	8,20	1,80	10,00	22
opł.sieciowa stała	1:	1	m-c	35,0000	35,00	7,70	42,70	22
	2:	1	m-c	35,0000	35,00	7,70	42,70	22
opł.sieciowa zmienna	1:	104	Nm3	0,4608	47,92	10,54	58,46	22
	2:	32	Nm3	0,4608	14,75	3,25	18,00	22
RAZEM SPRZEDAŻ[zł]					**287,33**	**63,21**	**350,54**	

Tabela 3.3. Przykładowy wyciąg z faktury/rachunku za energię elektryczną – dom jednorodzinny

Grupa taryfowa: EC1DCb Węzeł: W-40
Układ pomiarowo-rozliczeniowy CO

Nr licznika	Podstawa	Data pocz.	Stan pocz.	Data końc.	Stan końc.	J.m.	Zużycie	Zużycie rozl.	Uwagi
4142001/01	odczyt	28-01-2010	555,820	26-02-2010	568,920	GJ	13,100	13,100	

Podsumowanie ZC-1/00478 - [redacted]

Nazwa produktu	Data pocz.	Data koń.	J.m.	Ilość	Cena jedn. [zł]	Wartość netto [zł]	Stawka VAT %	Wartość VAT [zł]	Wartość brutto [zł]
Opłata za zamówioną moc cieplną CO	01-02-2010	28-02-2010	MW	0,0110	5 855,48	64,41	22	14,17	78,58
Opłata stała za usługi przesyłowe PEC CO	01-02-2010	28-02-2010	MW	0,0110	4 936,88	54,31	22	11,95	66,26
Opłata stała za usługi przesyłowe EC Nowa CO	01-02-2010	28-02-2010	MW	0,0110	126,84	1,40	22	0,31	1,71
Opłata za ciepło CO	29-01-2010	26-02-2010	GJ	13,100	16,80	220,08	22	48,41	268,49
Opłata zmienna za usługi przesyłowe PEC CO	29-01-2010	26-02-2010	GJ	13,100	12,63	165,45	22	36,40	201,85
Opłata zmienna za usługi przesyłowe EC Nowa CO	29-01-2010	26-02-2010	GJ	13,100	0,27	3,54	22	0,78	4,32
					Razem:	**509,19**		**112,02**	**621,21**

3.1.2. Bariery

(1) Rachunki za ciepło sieciowe, gaz ziemny i energię elektryczną są dla drobnego odbiorcy skomplikowane i nieczytelne. Zawierają informacje o szczegółowych elementach rachunku, które odbiorcy są niepotrzebne i nie ma na nie wpływu.

(2) Brak jest podstawowych informacji o cenach energii w poszczególnych okresach rozliczeniowych, co uniemożliwia śledzenie zachowania się wzrostu cen.

(3) Brak jest na rachunkach informacji o:
- monitorowaniu/zestawieniu okresowym zużycia kosztów energii oraz cen energii,
- porównaniu z podobnymi grupami odbiorców,
- emisyjności dostarczonych nośników energii i procentowy udział pozyskanej z odnawialnych źródeł energii.

3.1.3. Rekomendacje

(4) Uprościć rachunki za ciepło sieciowe, gaz ziemny i energię przedstawiając:
- rodzaj stosowanej taryfy,
- okres rozliczeniowy,
- zużycie energii w okresie rozliczeniowym,
- koszt/opłata za energię w okresie rozliczeniowym,
- cenę dostarczonej energii w okresie rozliczeniowym.

(5) Na rachunkach okresowo/rocznie przedstawić dodatkowo:
- zestawienie zużycia kosztów i cen w okresach rozliczeniowych danego roku,
- udział energii z odnawialnych źródeł,
- emisyjność (CO_2) danego rodzaju energii.

(6) Wprowadzić zmiany (w myśl projektu Ustawy o efektywności energetycznej) w Ustawie – Prawo energetyczne jak niżej:

1) w art. 5 po ust. 6b dodaje się ust. 6c w brzmieniu:
„6c. Sprzedawca energii elektrycznej informuje swojego odbiorcę o ilości zużytej przez tego odbiorcę energii elektrycznej w poprzednim roku oraz o miejscu, w którym są dostępne informacje o przeciętnym zużyciu energii elektrycznej dla danej grupy przyłączeniowej odbiorców, środkach poprawy efektywności energetycznej w rozumieniu ustawy z dnia.....o efektywności energetycznej (Dz.U. nr ....,poz....) i charakterystykach technicznych efektywnych energetycznie urządzeń.";

2) w art. 9 w ust. 4 dodaje się pkt 15 w brzmieniu:
„15) zakres i sposób informowania odbiorcy przez sprzedawcę o ilości zużytej przez tego odbiorcę energii elektrycznej w poprzednim roku oraz sposób informowania o miejscu, w którym są dostępne informacje o przykładowym zużyciu energii elektrycznej dla danej grupy przyłączeniowej odbiorców, środkach poprawy efektywności energetycznej w rozumieniu ustawy, o której mowa w art. 5 ust. 6c i charakterystykach technicznych efektywnych energetycznie urządzeń".

Powyższe zapisy o obowiązku informacji winny być rozciągnięte na sprzedawców gazu ziemnego i ciepła sieciowego.

3.2. Struktura taryf za energię

3.2.1. Analiza

<u>Ciepło sieciowe</u>

Formuła taryfowa rachunku za ciepło sieciowe (RC) określa zależność:

$RC = a * 12*M_{max} + b * Q$ zł/rok

Gdzie:

RC [zł/rok] rachunek za dostarczone ciepło Q [GJ/rok]

$a = a_1 + a_2 + a_3$ opłaty związane z zamówieniem mocy cieplnej M_{max}

a_1 [zł/MW * m-c] opłata za zamówioną moc cieplną

a_2 [zł/MW * m-c] opłata za usługi przesyłowe dystrybutora ciepła

a_3 [zł/MW * m-c] opłata za usługi przesyłowe wytwórcy ciepła

$b = b_1 + b_2 + b_3$ opłaty związane z dostarczonym ciepłem

b_1 [zł/GJ] opłata za ciepło

b_2 [zł/GJ] opłata zmienna za usługi przesyłowe dystrybutora ciepła

b_3 [zł/GJ] opłata zmienna za usługi przesyłowe wytwórcy ciepła

Przyjmując wielkości opłat wg rzeczywistej taryfy PEC (I połowa 2010)

a_1 = 5855,48 zł/MW * m-c

a_2 = 4936,88 zł/MW * m-c

a_3 = 126,84 zł/MW * m-c

---

a = 10919,20 zł/MW * m-c

b_1 = 16,80 zł/GJ
b_2 = 12,63 zł/GJ
b_3 = 0,27 zł/GJ

b = 29,70 zł/GJ

roczny rachunek za ciepło, dla reprezentatywnego istniejącego budynku i wielkości obliczeniowych jak w pkt. 3.2.1.: moc zamówiona 15,037 MW i dostarczone ciepło 157,97 GJ/rok wyniesie:

RC = 10919,20 zł/MW * m-c* 0,015037 MW * 12 m-cy/rok + 29,70 zł/GJ * 157,97 GJ/rok = 1970,30 zł/rok + 4691,70 zł/rok = 6662,0 zł/rok

Średnioroczna cena ciepła C_c netto:

$$C_c = \frac{RC}{Q} = \frac{6662 zl/rok}{157{,}97 GJ/rok} = 42{,}17 zl/GJ$$

brutto:

C_c = 42,17 zł/GJ * 1,22 = 51,45 zł/GJ

Standardowe obliczenia (normy) maksymalnej mocy cieplnej M_{max} i teoretycznego zapotrzebowania na ciepło prowadzą do dużego wykorzystania mocy cieplnej wyrażonej stosunkiem $\frac{Q}{M_{Max}}$ Dla naszego przypadku stosunek ten wynosi $\frac{157{,}97 PJ/rok}{15{,}037 MW} = 10{,}505 \frac{PJ/rok}{MW}$ W praktyce stosunek ten najczęściej waha się w granicach $6{,}0 \div 8{,}0 \ \frac{PJ/rok}{MW}$ z uwagi na:

- przyjmowanie wartości z dokumentacji projektowej, najczęściej starej lub nieaktualnej,
- nadwyżką zamówionej mocy w stosunku do obliczeniowej, maksymalnej na zwiększenie elastyczności w reżimach ogrzewania budynków.

Stąd w praktyce stosunek części stałej, związanej z zamówiona mocą M, do całego rachunku RC może wynosić 30 – 40% (a nawet do 50%). W naszym przypadku wynosi $\frac{1970{,}30 z/rok}{6662{,}0 z/rok} = 0{,}296 (29{,}6\%)$

Zmiana zamówionej mocy M wymaga aneksowania umowy ze sprzedawcą ciepła, który często żąda udokumentowania (audyt energetyczny, obliczenia standardowe) zasadności zmiany. Jest to dla klienta/odbiorcy dodatkowy koszt i uciążliwa procedura.

Gaz ziemny

Formułę taryfową rachunku za gaz ziemny (RG) określa zależność

RG = a * 12 + b * G [zł/rok]

Gdzie:

RG [zł/rok] rachunek za dostarczony gaz G [m^3/rok]
$a = a_1 + a_2$
a_1 [zł/m-c] opłata sieciowa stała

a_2 [zł/m-c] opłata abonamentowa
$b = b_1 + b_2$
b_1 [zł/m^3] opłata sieciowa zmienna
b_2 [zł/m^3] opłata za paliwo

Przyjmując wielkości opłat wg rzeczywistej taryfy (W3) danego sprzedawcy gazu (I półrocze 2010r)

a_1 = 35,0 zł/m-c
a_2 = 8,20 zł/m-c
---
a = 43,20 zł/m-c

b_1 = 0,4600 zł/m^3
b_2 = 0,9700 zł/m^3
---
b = 1,4308 zł/m^3

roczny rachunek za gaz ziemny dla reprezentatywnego istniejącego budynku i wielkości obliczeniowego zużycia gazu G = 6428,16 m^3/rok (uwzględniając średnioroczną sprawność kotła gazowego) wyniesie:

RG = 43,20 zł/m-c * 12 m-cy + 1,4308 zł/m^3 *x* 6428,16 m^3/rok = 518,4 zł/rok + 9197,4 zł/rok = 9715,8 zł/rok

Średnioroczna cena gazu Cg netto:

$$C_g = \frac{RG}{G} = \frac{9715{,}8 zl/rok}{6428{,}16 m^3/rok} = 1{,}511 zl/m^3$$

brutto:

C_g = 1,511 zł/m^3 *x* 1,22 = 1,843 zł/m^3

Udział części stałej w rachunku niezależnej od zużycia gazu wynosi:

$$\frac{518{,}4 zl/rok}{9715{,}8 zl/rok} = 0{,}053 (5{,}3\%)$$

Energia elektryczna

Formuła taryfowa rachunku za energię elektryczną (RE) określa zależność:
RE = a * 12 + b * E [zł/rok]

Gdzie:

a [zł/rok] opłata stała
b [zł/rok] opłata za energię elektryczną

Przyjmując za taryfę G12 i dla ogrzewania akumulacyjnego w godzinach nocnych 6:00 do 22:00 i w dzień 13:00 do 15:00 a = 4,15 zł/m-c i b = 0,2516 zł/kWh roczny rachunek za zużycie E = 41690 kWh/rok energii elektrycznej (netto) wyniesie:

RE = 4,15 zł/m-c * 12 m-cy + 0,2515 zł/kWh * 41690 kWh/rok = 49,8 zł/rok + 10489,2 zł/rok = 10539 zł/rok

Średnioroczna cena energii elektrycznej C_e netto:

$$C_e = \frac{RE}{E} = \frac{10539 zl/rok}{41690 kWh/rok} = 0{,}2527 zl/kWh = 25{,}27 gr/kWh$$

brutto:

C_e = 25,27 gr/kWh * 1,22 = 30,84

Udział części stałej w rachunku, niezależnej od zużycia energii elektrycznej wynosi:

$$\frac{49{,}8 zl / rok}{10539 zl / rok} = 0{,}0047(0{,}05\%)$$

Wrażliwość rachunków na oszczędzanie energii w czasie roku:
Założono:

- formuły taryfowe jak poprzednio,
- 10% oszczędność energii (C, G, E)

Rachunek za energię zmieni się jak w Tabeli 3.4.

Tabela 3.4. Zmiana rocznych rachunków przy 10% oszczędności energii

Nośnik energii	% zmniejszenia rachunku
Ciepło sieciowe	7,0%
Gaz ziemny	9,5%
Energia elektryczna	10,0%

W praktyce zaoszczędzenie 10% ciepła sieciowego powoduje zmniejszenie rachunku za ciepło tylko o 5 – 6%.

3.2.2. *Bariery*

(1) Obecna konstrukcja taryfy za ciepło sieciowe nie stymuluje energooszczędnych zachowań przez stosowanie odpowiednich reżimów cieplnych i regulacji temperatury w poszczególnych pomieszczeniach budynku. Jest to spowodowane:
   - uzależnieniem opłat od zamówionej mocy cieplnej,
   - zbyt dużą częścią opłat nie związanych ze zużyciem ciepła, a związanych z zamówiona mocą cieplną

(2) Odbiorca ciepła/użytkownik budynku spodziewa się, że jeżeli przez bieżącą regulację komfortu cieplnego w pomieszczeniach zaoszczędzi 10% ciepła, to w tej samej proporcji zmniejszy mu się rachunek za dostarczone ciepło. Tymczasem w praktyce rachunek zmniejsza się tylko o 5 do 7%.

(3) Zmiana zamówionej mocy jest procedurą uciążliwą i kosztowną (audyt, obliczenia strat ciepła dla nowych warunków) dla drobnych odbiorców jakimi są właściciele i najemcy budynków jednorodzinnych. Wiele przedsiębiorstw sprzedaży ciepła utrudnia zmianę umów w zakresie wielkości zamówionej mocy, nie tylko chroniąc swoje przychody z zawyżonej mocy cieplnej, ale również z uwagi na techniczne braki ograniczenia dostawy ciepła stosownie do wielkości zamówionej przez odbiorcę mocy.

3.2.3. Rekomendacje

(3) Zmienić konstrukcję taryfy ciepła sieciowego (Rozporządzenia Ministerstwa Gospodarki) na energooszczędną, opartą na formule rachunku za ciepło (RC)
RC = (a + b) * Q
wiążąc pośrednio wartość a z potrzebną mocą cieplną.

(4) Wyeliminować z konstrukcji taryfy część opłat związaną bezpośrednio z zamówioną mocą. Ustalić zależność między mocą zamówioną (maksymalną) od wielkości zużycia ciepła, na podstawie np. wg formuły:

$$M_{\max,r} = (1{,}1 \div 1{,}2) M_{Max} = (1{,}1 \div 1{,}2) \frac{STD_{\max,d}}{STD_R} \frac{1}{86400 sek} * Q[kW]$$

Gdzie:

1,1 ÷ 1,2 zwiększenie mocy zamówionej dla zwiększenia elastyczności ogrzewania (chwilowa nadwyżka mocy)
$STD_{max,\,d}$ stopniodni dnia o największej różnicy między temp. pomieszczenia a temp. zewnętrzną
STD_R wielkość sumy stopniodni w roku
Q [kJ] zużycie ciepła w roku
s dodatkowy współczynnik obliczany z $\frac{Q}{M_{\max,r}}$ jak wyżej

Ponieważ $STD_{max,\,d}$ i STD_R są wielkościami dla 10 poprzedzających lat, to wartość zamówionej mocy jest zależna tylko od Q i formuła rachunku RC przybierze postać:
RC = (a * s + b) * Q

4. DOMOWE ŹRÓDŁA ENERGII I URZĄDZENIA ZUŻYWAJĄCE ENERGIĘ

4.1. Kotły domowe i pompy ciepła

4.1.1. Kotły domowe

4.1.1.1.Analiza

(1) Założenia do analiz kotłów domowych i do skorupy – przegród zewnętrznych budynku istniejącego.

Podstawowe założenia i dane:

1) W analizach rozważano następujące przedsięwzięcia:
   - ocieplenie ścian zewnętrznych różnymi grubościami styropianu,
   - ocieplenie dachu różnymi grubościami wełny mineralnej,
   - wymiana okien zewnętrznych na okna u zróżnicowanym współczynniku U (W/m^2K),
   - kompleksowa termomodernizacja budynku zgodnie z warunkami technicznymi **WT2008** (określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku wraz z rozporządzeniami Ministra Infrastruktury dnia 7 kwietnia 2004 oraz z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie) połączona z wymianą źródła ciepła (w wariantach wg poniższej tabelki). Współczynniki dla przegród zewnętrznych przyjęto zgodnie z warunkami technicznymi WT 2008,
   - kompleksowa termomodernizacja budynku w **wariancie optymalnym** połączona z wymianą źródła ciepła (w wariantach wg poniższej tabelki). Przyjęto następujące parametry cieplne dla przegród zewnętrznych - ściany U=0,177 W/m^2K; dach U=0,177 W/m^2K; okna U=1,1 W/m^2K; drzwi zewnętrzne U=1,6 W/m^2K.

Wariant obliczeń	Opis wariantu obliczeń
1	**Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008**
2	**Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne**
3	**Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008**
4	**Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne**
5	**Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008**
6	**Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne**
7	**Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008**
8	**Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne**

2) Sprawności składowe dla centralnego ogrzewania (c.o.) i ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) przyjęto w zależności od nośnika energii na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej - Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1240.

Dla stanu istniejącego.
Kotły węglowe:

- Sprawność wytwarzania – 60%,
- Sprawność przesyłania – 95%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 90%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

Kotły gazowe tradycyjne:

- Sprawność wytwarzania – 86%,
- Sprawność przesyłania – 95%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 90%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

Ciepło sieciowe:

- Sprawność wytwarzania – 91%,

- Sprawność przesyłania – 95%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 90%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

Dla stanu docelowego.
Kotły węglowe retortowe:
- Sprawność wytwarzania – 82%,
- Sprawność przesyłania – 98%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 98%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

Kotły gazowe kondensacyjne:
- Sprawność wytwarzania – 98%,
- Sprawność przesyłania – 98%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 98%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

Ciepło sieciowe – kompaktowy wymiennik ciepła:
- Sprawność wytwarzania – 98%,
- Sprawność przesyłania – 98%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 98%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

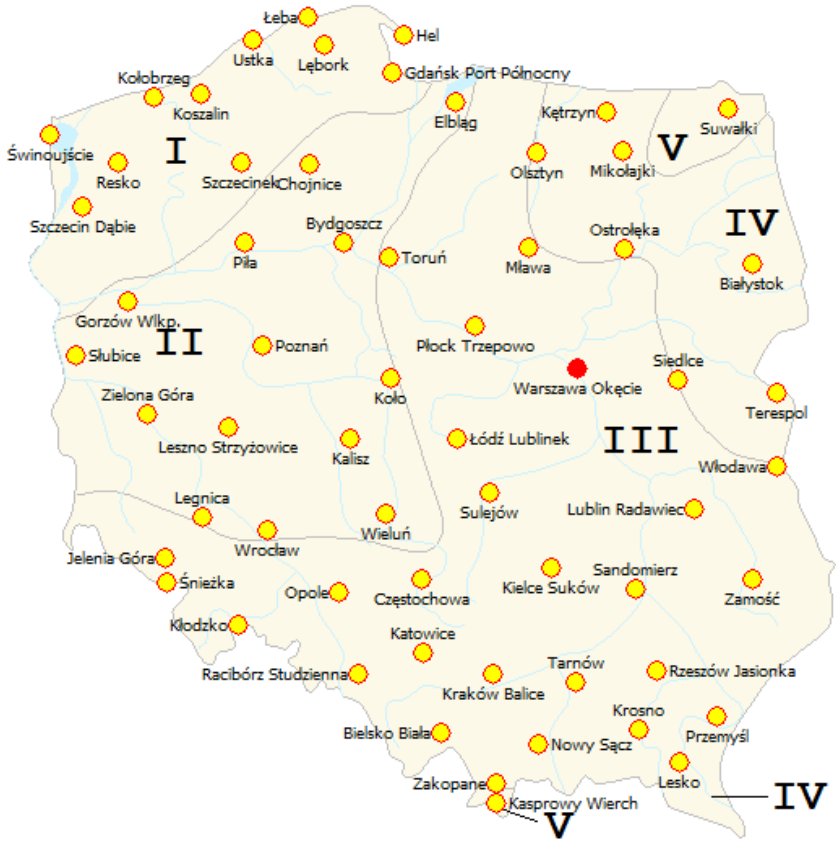
Kocioł olejowy:
- Sprawność wytwarzania – 88%,
- Sprawność przesyłania – 98%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 98%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

Kocioł gazowy tradycyjny:
- Sprawność wytwarzania – 88%,
- Sprawność przesyłania – 98%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 98%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

Kocioł gazowy tradycyjny:
- Sprawność wytwarzania – 72%,
- Sprawność przesyłania – 95%,
- Sprawność regulacji i regulacji wykorzystania – 90%,
- Sprawność akumulacji – 100%.

3) Obliczenia cieplne budynku prowadzono w programie Audytor OZC – wersja 4.8 Pro stosując następujące normy:
   - PN-EN-ISO 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego",
   - PN-EN ISO 13790 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia".

4) Budynek zlokalizowany jest w III strefie klimatycznej (stacja meteorologiczna „Warszawa Okęcie”.



5) Przyjęto następujące koszty przedsięwzięć:

Rodzaj przedsięwzięcia	koszt stały (zł)	jednostka	koszt zmienny (zł/cm)
Ocieplenie ścian 040	130	zł/m^2	1,35
Ocieplenie ścian 032	130	zł/m^2	2,05
Ocieplenie dachu 040	30	zł/m^2	2
Ocieplenie dachu 032	30	zł/m^2	3
Ocieplenie stropu nad piwnicą 032	100	zł/m^2	1,35
Wymiana okien U=1,3	250	zł/m^2	
Wymiana okien U=0,9	459	zł/m^2	
Wymiana okien U=0,7	667	zł/m^2	
Wymiana drzwi zewnętrznych	1100	zł/m^2	
Montaż instalacji c.o.	10000	zł	
Montaż kotła gazowego	3500	zł	
Montaż kotła kondensacyjnego	5000	zł	
Montaż kotła retortowego Montaż węzła cieplnego Montaż kotła olejowego Montaż kotła na biomasę	7000 10000 5000 8000	zł zł zł zł	

6) Przyjęto następujące nośniki ciepła na cele c.w.u.:
   - w stanie istniejącym dla kotłowni węglowej oraz gazowej tradycyjnej – elektryczne podgrzewacze c.w.u.,
   - w stanie istniejącym dla ciepła sieciowego – wytwarzanie c.w.u. z ciepła sieciowego,
   - w stanie docelowym – wytwarzanie c.w.u. dla wszystkich nośników ciepła z gazu ziemnego poza ciepłem sieciowym gdzie przewidziano wytwarzanie c.w.u. z wymiennika ciepła.

Przykład obliczeń c.w.u.

	Obliczenia ciepłej wody użytkowej		jednorodz.		
1	Liczba użytkowników	OS =	4	4	osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika w	Vcw,jedn	38	38	l/os.
3	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	V_{OS} =	0,038	0,038	m^3/d
4	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred}=OS*V_{OS}=$	0,154	0,154	m^3/d
5	Czas użytkowania	$t_{uż}=$	365,0	365,0	dni/a
6	Redukcja czasu użytkowania		0,9	0,9	
7	Roczne zużycie cwu	$V_{cw}=V_{dsred}*t_{uż}=$	50,5	50,5	m^3
8	Różnica temperatur	Dtcw	45,00	45,00	K
9	Współczynnik korekcyjny	k_t	1,00	1,00	
10	Zapotrzebowanie na cieplo na ogrzanie 1 m^3 wody	$Qcwj=cw*p*(t_c-t_{zw})=$	0,1884	0,1884	GJ/m^3
11	Sprawność wytwarzania ciepła		1,000	1,000	
12	Sprawność przesyłu cwu		1,000	1,000	
13	Sprawność akumulacji		1,000	1,000	
14	Sprawność wykorzystania		1,000	1,000	
15	Zapotrzebowanie na cieplo dla przygotowania cwu	Q_{cw} =	9,5	9,5	GJ

7) Okres żywotności inwestycji przyjęto 25 lat dla wszystkich przedsięwzięć poza wymianą źródeł ciepła gdzie przyjęto 15 lat.
8) Okres kredytowania – 10 lat – dla wszystkich analizowanych wariantów przedsięwzięć.
9) Stopa dyskonta 0,05 - dla wszystkich analizowanych wariantów przedsięwzięć.
10) Środki własne – 20% - dla wszystkich analizowanych wariantów przedsięwzięć.
11) Przyjęto następujące wartości wskaźnika emisji CO_2:
   - Dla ogrzewania węglowego – 81,3 kg/GJ,
   - Dla ogrzewania gazowego – 56,1 kg/GJ,
   - Dla ogrzewania olejowego – 45,1 kg/GJ,
   - Dla ogrzewania w kotle biomasowym – 0 kg/GJ,
   - Dla ciepła sieciowego – 122,0 kg/GJ,
   - Dla ogrzewania węglowego – kocioł retortowy 80,8 kg/GJ.

12) Koszt paliw określono na podstawie obowiązujących w czasie opracowania ww. dokumentu cenników.

Wynikowe ceny paliw w przeliczeniu na zł/GJ są następujące:
   - Dla ogrzewania węglowego – 27,08 zł/GJ,
   - Dla ogrzewania gazowego – taryfa W3 – 51,93 zł/GJ (zużycie gazu ziemnego od 1200 – 8000 m^3),
   - Dla ogrzewania gazowego – taryfa W3 – 49,57 zł/GJ (zużycie gazu ziemnego od 300 – 1200 m^3),
   - Dla ogrzewania olejowego – 80,27 zł/GJ,
   - Dla ogrzewania w kotle biomasowym – 26,92 zł/GJ,
   - Dla ciepła sieciowego – 51,45 zł/GJ,
   - Dla ogrzewania węglowego – kocioł retortowy 26,92 zł/GJ.

13) Przyjęto nazewnictwo dla określenia różnego rodzaju energii zgodnie z metodologią sporządzania charakterystyki energetycznej budynku:
    - energia użytkowa – c.o. - bez uwzględniania sprawności składowych systemu grzewczego (Q_h);
    - energia użytkowa – c.w.u. - bez uwzględniania sprawności składowych systemu grzewczego (Q_w);
    - energia końcowa – c.o. z uwzględnianiem sprawności składowych systemu grzewczego (Q_{kh});
    - energia końcowa – c.w.u. - z uwzględnianiem sprawności składowych systemu grzewczego (Q_{kw});
    - energia pierwotna - z uwzględnianiem sprawności składowych systemu grzewczego oraz współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku (Q_{el});
    - energia pomocnicza - roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania, wentylacji lub systemu c.w.u.).
14) We wszystkich analizach przyjęto, że w budynku modelowym występuje wentylacja grawitacyjna bez odzysku ciepła.
15) W obliczeniach przyjęto ścianę dwuwarstwową złożoną z elementu ceramicznego konstrukcyjnego oraz warstwy ocieplenia styropianem z tynkiem zewnętrznym mineralnym cienkowarstwowym. Materiał ociepleniowy stanowi styropian o grubościach niezbędnych do uzyskania założonych w poszczególnych wariantach współczynnikach przenikania ciepła.

    Przyjęto następujące grubości ocieplenia ścian w poszczególnych wariantach:
    - docieplenie ścian styropianem o grubości 12 cm (λ= 0,04 W/mK),
    - docieplenie ścian styropianem o grubości 12 cm (λ = 0,032 W/mK),
    - docieplenie ścian styropianem o grubości 20 cm (λ = 0,04 W/mK),
    - docieplenie ścian styropianem o grubości 20 cm (λ = 0,032 W/mK).
16) Jako materiał izolacyjny dachu w budynku modelowym przyjęto wełnę mineralną o grubościach niezbędnych do uzyskania założonych w poszczególnych wariantach współczynników przenikania ciepła.

    Przyjęto następujące grubości ocieplenia ścian w poszczególnych wariantach:
    - docieplenie dachu wełną mineralną o grubości 15 cm (λ = 0,04 W/mK),
    - docieplenie dachu wełną mineralną o grubości 35 cm (λ = 0,032 W/mK),
    - docieplenie dachu wełną mineralną o grubości 15 cm (λ = 0,04 W/mK),
    - docieplenie dachu wełną mineralną o grubości 35 cm (λ = 0,032 W/mK).
17) W przypadku wymiany okien zewnętrznych przyjęto następujące parametry dla całego okna:
    - Stan istniejący U=3,0 W/m^{2}K,
    - Stan docelowy – wariant 1 - U=1,3 W/m^{2}K,
    - Stan docelowy – wariant 1 - U=0,9 W/m^{2}K,
    - Stan docelowy – wariant 1 - U=0,7 W/m^{2}K.
18) Inne skróty stosowane w niniejszej analizie:
    - $Q_{H,nd}$ - zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie,
    - fi_{HL} - Projektowe obciążenie cieplne budynku

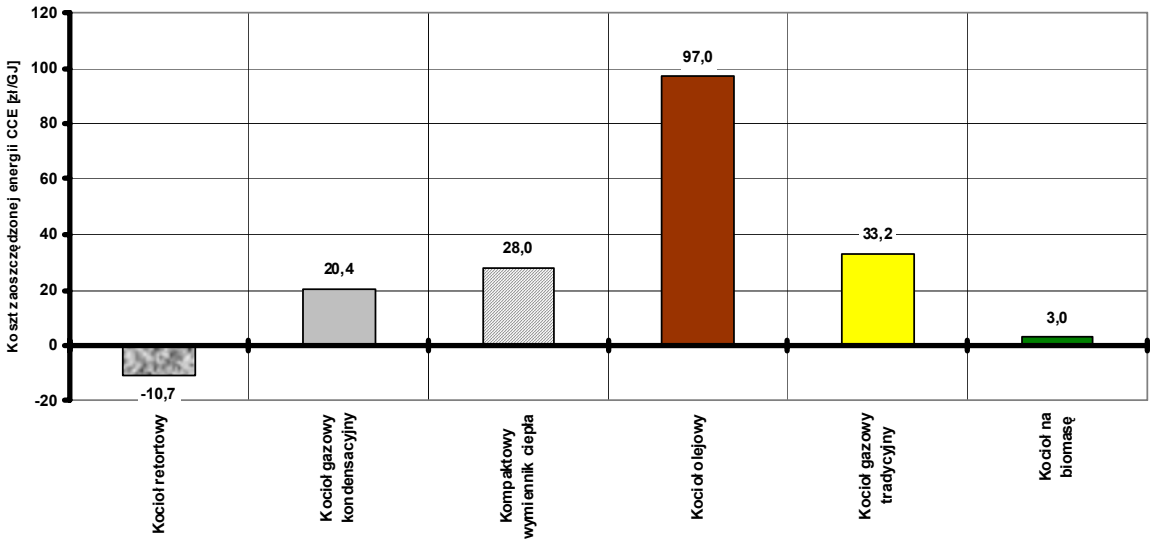
Charakterystyki energetycznego budynku istniejącego po dociepleniu przedstawiono w załącznikach nr 2, 3, 4

(2) Analiza

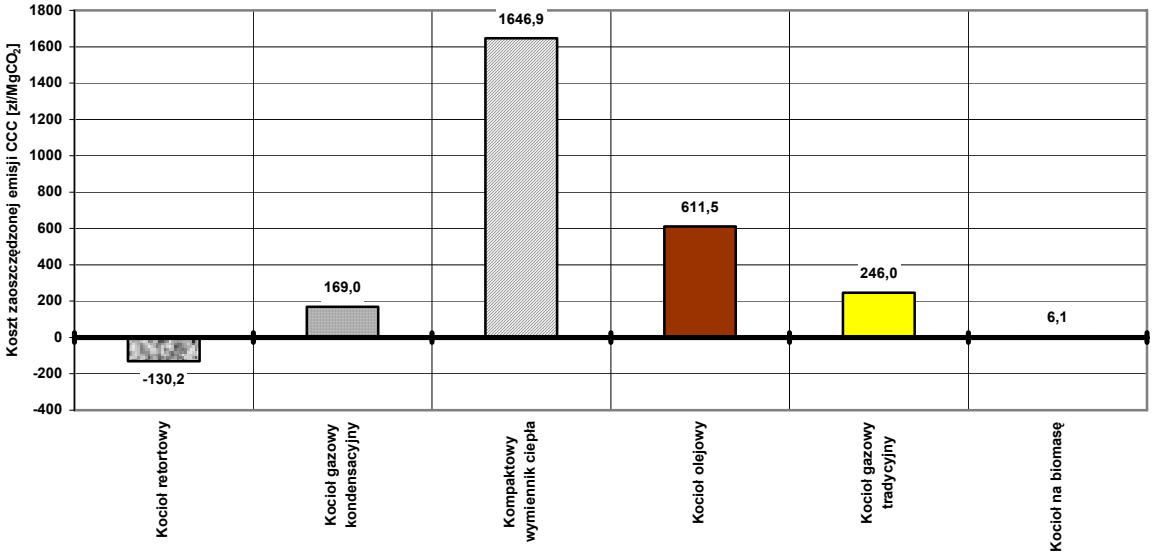
Kocioł węglowy na inne sposoby ogrzewania

Wymiana starego kotła węglowego na inny jest opłacalna w przypadku zastosowania bardziej efektywnego energetycznie i emitującego mniej zanieczyszczeń lokalnych kotła węglowego retortowego, o zautomatyzowanym procesie spalania i kwalifikowanym węglu danego sortymentu (groszek).

Jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii w tym wypadku jest ujemny CCE = -10,7 zł/GJ – Rys. 4.1.1.



Rys. 4.1.1. Zmiana źródła ciepła – kocioł węglowy



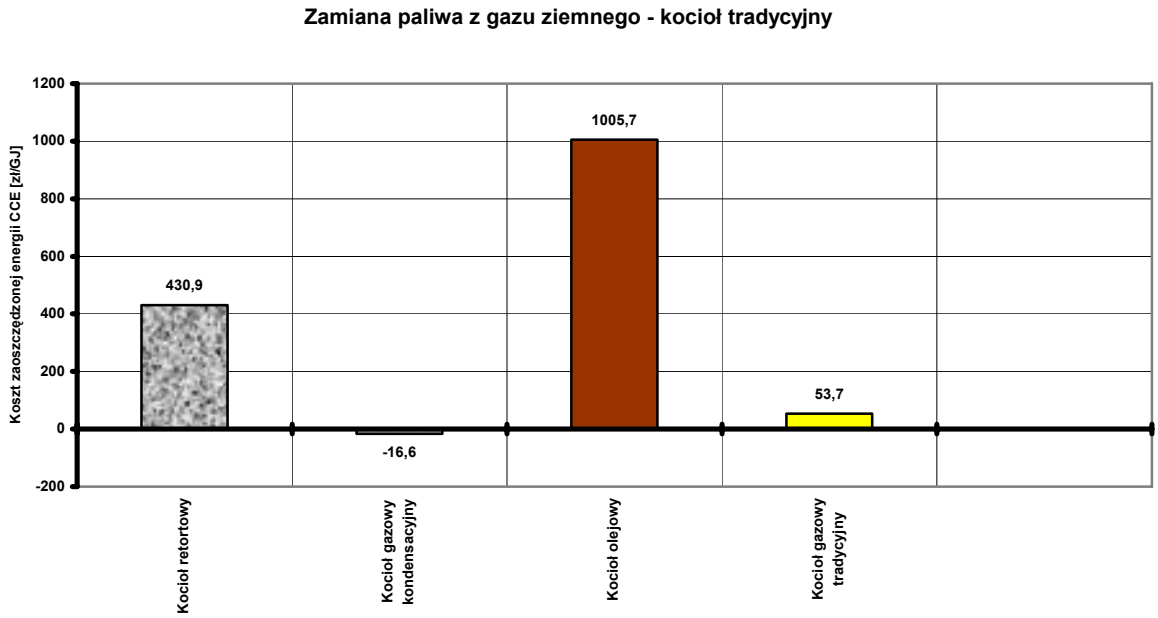
Rys.4.1.2. Zmiana źródła ciepła – kocioł węglowy

W przypadku wymiany istniejącego kotła gazowego na kocioł olejowy oraz kocioł na biomasę, opcje te są nieopłacalne dla inwestora, bo jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii wynosi odpowiednio:
CCE = 20,3 zł/GJ dla kotła gazowego kondensacyjnego,
CCE = 33,1 zł/GJ dla kotła gazowego tradycyjnego
CCE = 97,0 zł/GJ dla kotła olejowego oraz
CCE = 3,0 zł/GJ dla kotła biomasowego

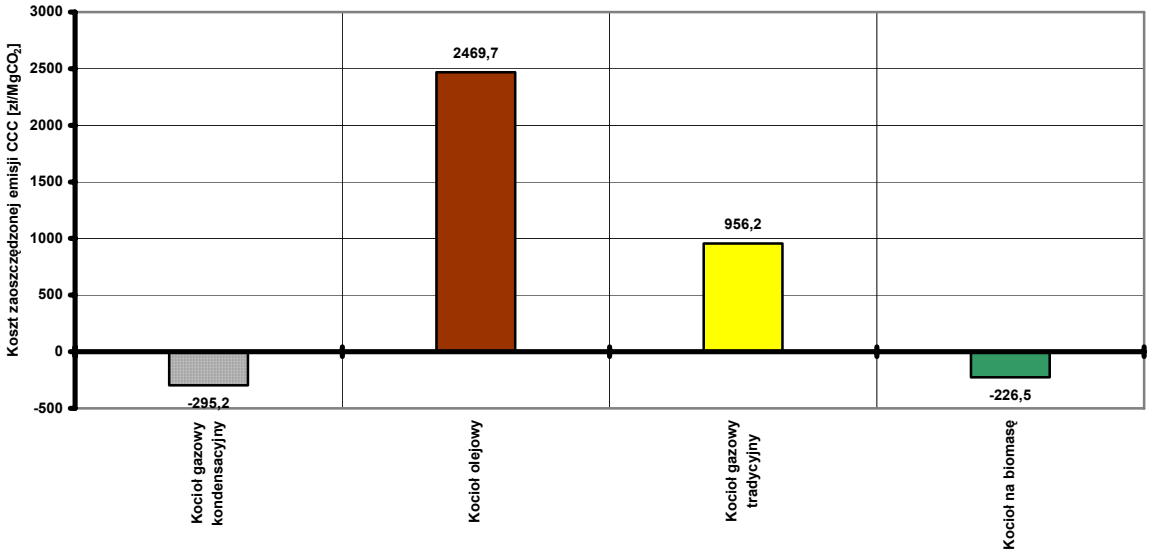
W przypadku zmiany z ogrzewania węglowego na ogrzewanie z sieci ciepłowniczej przedsięwzięcie takie jest również nieopłacalne dla inwestora, bowiem koszt zaoszczędzonej energii jest dodatni i znaczny, CCE = 28,0 zł/GJ.

Podobnie kształtuje się jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2. Opłacalną opcją pozostaje zmiana istniejącego kotła węglowego, na retortowy węglowy, CCE = -130 zł/Mg CO_2 – Rys. 4.1.2. Inne opcje są nieopłacalne, ale wyraźnie maleje jednostkowy koszt redukcji CO_2 przy zmianie na kocioł biomasowy w stosunku do kotła olejowego i zasilania z sieci ciepłowniczej.

Kocioł gazowy tradycyjny na inne sposoby ogrzewania
Zilustrowano na Rys. 4.1.3. i Rys. 4.1.4. tylko te opcje, które prowadzą do oszczędności energii (CCE) lub redukcji emisji CO_2 (CCC).



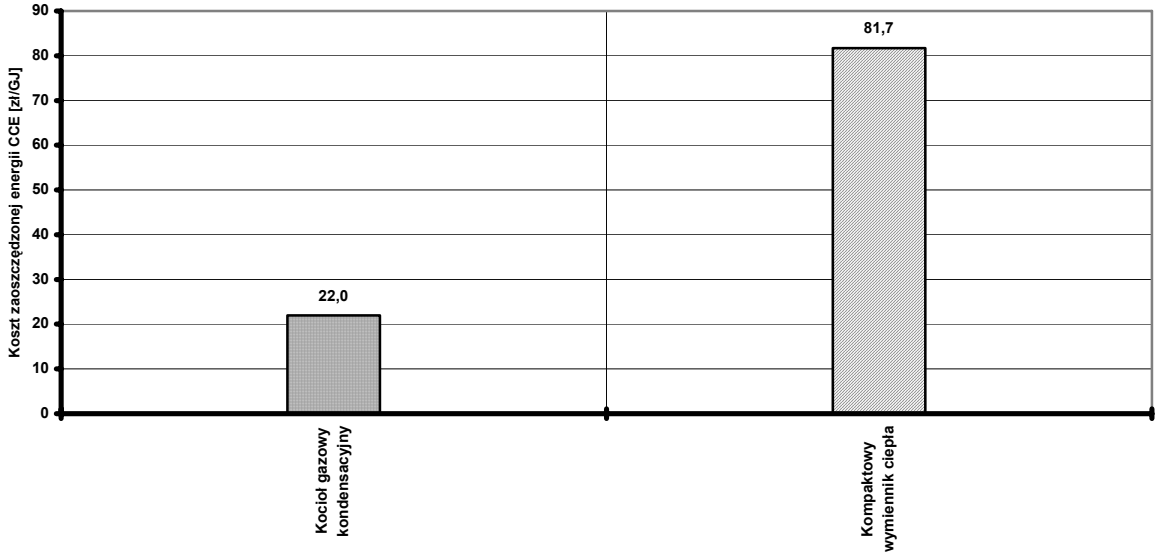
Rys. 4.1.3. Zmiana źródła ciepła z gazu ziemnego – gazowy kocioł tradycyjny



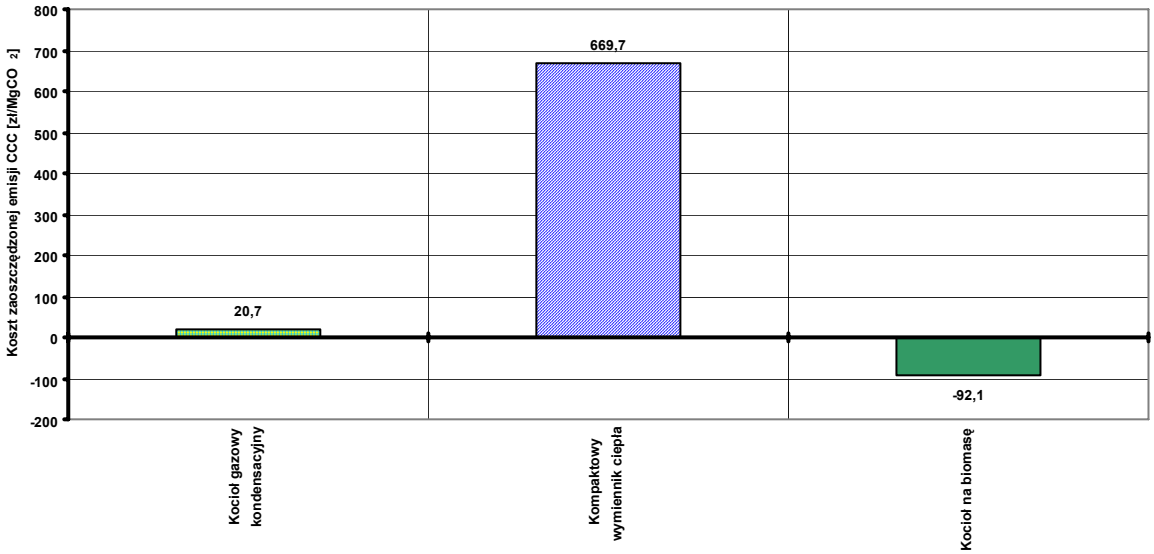
Rys. 4.1.4. Zmiana źródła ciepła z gazu ziemnego – gazowy kocioł tradycyjny

Opłacalną opcją dla inwestora jest zamiana kotła gazowego tradycyjnego na gazowy kondensacyjny CCE = -16,6 zł/GJ
Opcja zamiany - zakup nowego gazowego tradycyjnego – nawet o nieco wyższej sprawności niż ma istniejący gazowy kocioł tradycyjny i zamiana na olejowy są nieopłacalne (CCE dodatnie).
Natomiast z punktu widzenia redukcji CO_2 opcje zamiany na kocioł gazowy kondensacyjny i kocioł biomasowy staja się opłacalne, jednostkowy koszt redukcji CO_2 wynosi odpowiednio (CCC) –295,2 zł/GJ i 226,5 zł/GJ – Rys. 4.1.4.

Ciepło sieciowe na inne systemy ogrzewania
Wyróżniono tylko te opcje, które prowadzą do oszczędności energii lub redukcji emisji CO_2 – Rys. 4.1.5 i Rys. 4.1.6



Rys. 4.1.5. Zmiana źródła ciepła z ciepła sieciowego



Rys. 4.1.6. Zmiana źródła ciepła z ciepła sieciowego

Opcja zmiany zasilania z sieci ciepłowniczej na kocioł gazowy nie opłaca się CCE = 22,0 zł/GJ (CCE dodatnie), również zainstalowanie węzła kompaktowego/wymiennika kompaktowego nie przynosi oszczędności kosztów, wysokie CCE = 81,7 zł/GJ – Rys. 4.1.5 Natomiast zamiana z sieci ciepłowniczej (stosunkowo duża emisyjność wytwarzania ciepła z węgla) na kocioł biomasowy jest z punktu widzenia efektów redukcji CO_2 opcją opłacalną, CCC = -92,1 zł/Mg CO_2

Wartościowe efekty redukcji emisji CO_2, pole do interwencji przez fundusze wsparcia

W tabeli 4.1.1. przedstawiono wartość emisji CO_2, przy założeniu, że państwo/fundusze wsparcia wykupują zredukowana emisję CO_2, w opcjach gdzie występuje zmniejszenie energii CO_2, przez okres 10 lat, po cenie 40 zł/Mg CO_2 (10 Euro/Mg CO_2).

Tabela 4.1.1.

Wartość emisji CO_2 przy zmianie sposobu ogrzewania
Cena CO_2 - 40 zł/Mg, okres wykupu redukcji - 10 lat

Stan istniejący	Nowa opcja	Ilość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [Mg CO_2]	Wartość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [zł]
Zasypowy kocioł węglowy	kocioł retortowy, węglowy	47,5	1 900
	kocioł gazowy, kondensacyjny	100,6	4 022
	ciepło sieciowe, kompaktowy	14,1	565
	kocioł olejowy	108,2	4 329
	kocioł tradycyjny gazowy	92,2	3 687
	kocioł na biomasę	174,2	6 969
Tradycyjny kocioł gazowy	kocioł gazowy, kondensacyjny	10,9	437
	kocioł olejowy	18,6	744
	nowy kocioł tradycyjny gazowy	2,6	103
	kocioł na biomasę	84,6	3 384
Zasilanie z sieci ciepłowniczej	kocioł gazowy, kondensacyjny	109,8	4 392
	regulowany węzeł, kompaktowy wymiennik	12,6	505
	kocioł na biomasę	119,3	4 771

Ponieważ okres żywotności nowych opcji/technologii ogrzewania budynków przekracza 10 lat i pod warunkiem, że w tym okresie opcje te są eksploatowane, to istnieją podstawy, by wartości emisji określały wielkość dofinansowania przez fundusze wsparcia, najlepiej jako dofinansowanie kosztów początkowych/nakładów inwestycyjnych.
Wartość zredukowanej emisji CO_2 preferuje następujące opcje do dofinansowania:

- istniejące kotły węglowe na ogrzewanie gazem – kocioł kondensacyjny, na ogrzewanie olejem – kocioł olejowy, a przede wszystkim na ogrzewanie kotłem na biomasę,
- tradycyjny kocioł gazowy na kocioł biomasowy,
- zasilanie z sieci ciepłowniczej na ogrzewanie kotłem na biomasę (tylko w obszarach niezurbanizowanych). Zmiana na kocioł gazowy, chociaż atrakcyjna z uwagi na wielkość redukcji CO_2 nie powinna być preferowana z uwagi na strategię utrzymania kondycji finansowej systemów ciepłowniczych.

Wielkość dofinansowania od 2000 – 7000 zł odpowiednio na daną opcję, stanowić będzie od 20 – 80% nakładów inwestycyjnych, a więc istotny bodziec do zmiany istniejącego stanu.

4.1.1.2.Bariery

(1) W domach jednorodzinnych znaczący udział ma ogrzewanie budynków węglem, bowiem jest to ciągle najtańsze paliwo na polskim rynku. Sprawność energetyczna nowych kotłów węglowych znacznie się podniosła w ostatnich latach i w zależności od typu kotłów sięga w warunkach laboratoryjnych testów 75 – 85% (nawet 88%). Najwyższe sprawności osiąga się w zautomatyzowanych kotłach retortowych, które w stosunku do innych są 2 – 3 krotnie droższe. W praktyce szacuje się, że w eksploatacji w ciągu sezonu grzewczego sprawność nowych kotłów jest niższa od 10 – 25%. Stare konstrukcje kotłów, ciągle

eksploatowanych mają średnie eksploatacyjne sprawności nie większe od 50 – 55%, a przy złej obsłudze nawet mniej. W przypadku kotłów węglowych mamy więc następujące bariery: droższy zakup nowych kotłów węglowych o wysokiej sprawności i o znacząco mniejszej emisji zanieczyszczeń powietrza, brak wiedzy i wiarygodnych informacji - jaka jest rzeczywista sprawność kotłów w eksploatacji (brak badań kotłów w eksploatacji), brak wiedzy właścicieli budynków i obiektywnego przeglądu jakości energetycznej kotłów na rynku i korzyściach stosowania kotłów nowoczesnej konstrukcji.

(2) Eksploatacja kotłów węglowych starego i nowego typu z komorami spalania umożliwiającymi spalanie gorszych gatunków węgla i śmieci domowych, to nie tylko problem energetyczny i klimatyczny, ale może przede wszystkim, problem złej jakości powietrza i przekroczenie standardów emisji zanieczyszczeń powietrza w bardzo wielu obszarach zurbanizowanych (pył, SO_2, NOx), a nawet w niektórych całych regionach (benzoalfapiren). Panuje przekonanie, że bez administracyjnego nakazu wycofania kotłów węglowych ze stref zagrożonych nie nastąpi poprawa jakości powietrza, natomiast brak jest regulacji prawnych umożliwiających eliminowanie kotłów węglowych.

(3) Podobne są bariery: wyższego kapitału początkowego i braku wiedzy o korzyściach z zastosowania kotłów gazowych kondensacyjnych zamiast tradycyjnych. Szacuje się (dane europejskie, z rynku 2007r.), że w domach jednorodzinnych średnia sprawność energetyczna istniejących kotłów gazowych (22 kW) wynosi 54%, natomiast w wysokosprawnych kotłach gazowych kondensacyjnych średnia sprawność w eksploatacji wynosi 81% (znamionowa sprawność 95 – 107%).

(4) Brak jest powszechnych instrumentów wsparcia (podatki, dopłaty, niezależne doradztwo)zachęcających do stosowania kotłów o wyższej sprawności i niższej emisyjności albo do przejścia z węgla na inne bardziej przyjazne środowisku paliwo: gaz ziemny, olej opałowy, gaz ciekły lub zasilanie z sieci ciepłowniczej.

(5) Ustawowa likwidacja Gminnych Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (2009r.) spowodowała zahamowanie w gminach realizacji pakietowych programów likwidacji tzw. „niskiej emisji" z małych źródeł energii, praktycznie w większości z kotłów węglowych, z uwagi na niemożliwość transferu środków publicznych do prywatnych właścicieli budynków przez fundusze wsparcia.

(6) Prace legislacyjne eliminacji z rynku urządzeń o niskiej sprawności na poziomie Unii Europejskiej opóźniają się pod wpływem presji producentów na odwlekanie terminu wprowadzenia stosownych rozwiązań prawnych. Dotyczy to również kotłów grzewczych i urządzeń przygotowania ciepłej wody, które zużywają ok. 25% energii końcowej w krajach UE. Być może, ze to jest przyczyną braku etykietowania energetycznego kotłów grzewczych, również w Polsce.

4.1.1.3.Rekomendacje

(1) Wprowadzić system dofinansowania przedsięwzięć ze środków Funduszy Zielonych Inwestycji skierowany do inwestorów/właścicieli budynków, którzy samodzielnie, indywidualnie zmieniają istniejące kotły węglowe na kotły i inne źródła energii o większej sprawności i przyjazne dla środowiska. Wielkość dofinansowania (dotacje, niskooprocentowane pożyczki) winno odpowiadać wartościom zredukowanej emisji jak np. w tabeli 4.1.1., przy czym preferowane winny być przedsięwzięcia:
   - zamiany istniejącego kotła węglowego na:
     - √ kocioł retortowy węglowy,
     - √ kocioł gazowy,
     - √ kocioł olejowy,
     - √ kocioł na biomasę,

√ podłączenie do sieci ciepłowniczej

- zamiany tradycyjnego kotła gazowego na kondensacyjny,

W obszarach gdzie przekroczone są dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń powietrza wykluczyć dofinansowanie kotłów węglowych i biomasowych (tylko obszary zurbanizowane). Indywidualne systemy wsparcia mogą być obsługiwane przez banki detaliczne i specjalne karty płatnicze.

(2) Wprowadzić w regulacjach prawnych (np. w Ustawie o efektywności energetycznej) instrument dobrowolnych kontraktów długoterminowych (LTA), między stronami: rząd (wyznaczone ministerstwo lub operator np. NFOŚiGW) i duże miasta, związki gmin, powiaty lub regiony-województwa, na realizację długoterminowych pakietowych programów obejmujących: przedsięwzięcia likwidacji niskiej emisji zanieczyszczeń, poprawy efektywności użytkowania energii, stosowania odnawialnych źródeł energii (OZE) w obiektach publicznych, budynkach jedno i wielorodzinnych, w małych i średnich przedsiębiorstwach. Kontrakty długoterminowe oparte byłyby na zobowiązaniach gmin, powiatów, województw do osiągnięcia określonych celów: poprawy efektywności energetycznej, zwiększenia udziału OZE, redukcji emisji CO_2, poprawy jakości powietrza, natomiast rząd gwarantował by wprowadzenie niezbędnych uregulowań prawnych i stabilne formuły dofinansowania oraz zasady i wielkości dofinansowania programów. Będzie to również instrument umożliwiający samorządom spełniania ustawowego obowiązku realizacji planów zaopatrzenia gminy (potrzebne rozszerzenie na województwa) i zachętą do wprowadzenia celów 3 x 20% pakietu UE do tych planów.

(3) Wprowadzić w Polsce na zasadzie dobrowolnych umów z producentami (np. LTA) system etykietowania energetycznego kotłów grzewczych, przygotowując się do przyszłego wdrożenia rozwiązań etykietowania UE.

(4) Wprowadzić regulacje prawne zakazu stosowania kotłów węglowych w obszarach zurbanizowanych, gdzie przekroczone są znacząco dopuszczalne emisje zanieczyszczeń powietrza (pył, benzoalfapiren), dostosowane terminowo do możliwości wymiany urządzeń, dostępności do sieci gazu ziemnego i sieci ciepłowniczej, podaży stałych paliw bezemisyjnych, rozwoju systemu wsparcia dla właścicieli i lokatorów budynków np. przez instrument kontraktów długoterminowych (LTA) – pkt. (2) rekomendacji.

(5) Wprowadzić trwałe systemy doradztwa o korzyściach stosowania kotłów najwyższej sprawności energetycznej i najmniejszych emisjach zanieczyszczeń w formach:

- centralnego portalu doradczego i informacyjnego (np. jak www.topten.info.pl),
- lokalnych, okresowo powtarzalnych kampanii edukacyjno-informacyjnych,
- łączenia inspekcji kotłów i przeglądów kominiarskich z prostymi przeglądami (audytami) i doradztwem.

(6) Przeprowadzić badania efektywności wykorzystania paliw i emisji zanieczyszczeń węgla, gazu, oleju opałowego, biomasy) w wybranych rodzajach kotłów (9 węglowych, 6 gazowe, 3 olejowe, 6 biomasowych) w eksploatacji, co najmniej w czasie jednego sezonu grzewczego. Wyniki upowszechnić i wykorzystać w weryfikacji wysokości dofinansowania funduszy wsparcia.

4.1.2. Pompy ciepła
4.1.2.1.Analiza

(1) Założenia i opis wariantów

Rozpatrzono zastosowanie sprężarkowej pompy ciepła z wymiennikiem gruntowym, poziomym lub pionowym jako alternatywne źródło ciepła do celów ogrzewania budynku jednorodzinnego w stosunku do kotłowni węglowej, kotłowni gazowej i wymiennika ciepła współpracującego z systemem ciepłowniczym.

Wariant I

W wariancie I analizy przyjęto, że stan istniejący stanowi budynek nie poddany termomodernizacji o następujących parametrach:

– budynek z kotłownią węglową z instalacją c.o. otwartą, z grzejnikami członowymi (9 sztuk o średniej mocy cieplnej około 1700 W) z regulacją miejscową z pompą wspomagającą, temperatura czynnika grzewczego 90/70^{o}C;

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	15,035
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	118,20*
sprawność źródła (kocioł węglowy wyprodukowany przed 1980 rokiem)	-	0,60
sprawność przesyłu	-	0,95
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,90
sprawność akumulacji	-	1,00
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,51
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	230,41
wskaźnik dla EK	kWh/m2	640,02
zużycie węgla (przy wartości opałowej 24 GJ/Mg)	Mg/rok	9,6

*wynik z programu RETScreen

– budynek z kotłownią gazową z instalacją c.o. pompową, z grzejnikami członowymi (9 sztuk o średniej mocy cieplnej około 1700 W) z regulacją miejscową, temperatura czynnika grzewczego 90/70 ^{o}C;

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	15,035
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	118,20*
sprawność źródła (kocioł gazowy z otwartą komorą spalania)	-	0,86
sprawność przesyłu	-	0,95
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,90
sprawność akumulacji	-	1,00
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,74

zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	160,75
wskaźnik dla EK	kWh/m2	446,53
zużycie gazu (przy wartości opałowej 35 MJ/m3)	m3/rok	4593

*wynik z programu RETScreen

– budynek z wymiennikiem ciepła zasilanym z sieci ciepłowniczej, z instalacją c.o. pompową, z grzejnikami członowymi (9 sztuk o średniej mocy cieplnej około 1700 W) z regulacją miejscową, temperatura czynnika grzewczego 90/70 ^{o}C;

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	15,035
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	118,20*
sprawność źródła (węzeł cieplny bez obudowy o mocy do 100 kW)	-	0,91
sprawność przesyłu	-	0,95
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,9
sprawność akumulacji	-	1
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,78
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	151,92
wskaźnik dla EK	kWh/m2	421,99

*wynik z programu RETScreen

Ponadto:

– założono, że zmiana źródła ciepła wymaga wymiany instalacji c.o., charakterystyka nowej instalacji c.o.: instalacja pompowa, z grzejnikami z elementami konwekcyjnymi z regulacją miejscową, temperatura czynnika grzewczego 55/40 ^{o}C; ze względu na zmianę temperatury czynnika grzewczego konieczne jest zainstalowanie grzejników, które dla parametru 90/70 ^{o}C mają moc około 4400 W, przy parametrze 55/40 ^{o}C zapewnią one wydajność jak w stanie istniejącym.
– założono następujące koszty inwestycyjne:
  - pompa ciepła z wymiennikiem pionowym: 45000 zł
  - pompa ciepła z wymiennikiem poziomym: 38750 zł
  - wymiana instalacji c.o.: 14000 zł
– założono, że średni współczynnik efektywności pompy ciepła współpracującej z instalacją o temperaturze czynnika grzewczego na zasilaniu 55 ^{o}C wynosi:
  - pompa ciepła z wymiennikiem pionowym: 3,1

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	15,035
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	118,20*
efektywność źródła (COP)	-	3,10
sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,97
sprawność akumulacji	-	1,00

efektywność całkowita		2,92
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK)	GJ/rok	40,52
wskaźnik dla EK	kWh/m2	112,57

*wynik z programu RETScreen

Ze względu na montaż nowej instalacji c.o. znacząco poprawiono sprawności przesyłu, regulacji i wykorzystania.

- pompa ciepła z wymiennikiem poziomym: 2,9

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	15,035
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	118,20*
efektywność źródła (COP)	-	2,90
sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,97
sprawność akumulacji	-	1,00
efektywność całkowita		2,73
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK)	GJ/rok	43,32
wskaźnik dla EK	kWh/m2	120,33

*wynik z programu RETScreen

Ze względu na montaż nowej instalacji c.o. znacząco poprawiono sprawności przesyłu, regulacji i wykorzystania.

- założono następujące koszty paliw i energii:
  - węgiel: 650 zł/Mg;
  - gaz: 1,75 zł/m3;
  - ciepło sieciowe: 51,34 zł/GJ;
  - energia elektryczna: 0,52 zł/kWh.
- założono okres życia inwestycji na 25 lat;
- na potrzeby wyznaczania dynamicznych wskaźników ekonomicznych założono stopę dyskonta na poziomie 5 %;
- na potrzeby określenia emisji CO_2 przyjęto następujące współczynniki:
  - dla węgla: 94,8 kg CO_2/GJ,
  - dla gazu: 55,8 kg CO_2/GJ
  - dla energii elektrycznej: 0,931 kg CO_2/kWh

Wariant II

W wariancie II analizy przyjęto, że stan istniejący stanowi budynek poddany termomodernizacji, spełniający warunki WT 2008, o następujących parametrach:

– budynek z kotłownią węglową z instalacją c.o. otwartą, z grzejnikami członowymi (9 sztuk o średniej mocy cieplnej około 720 W) z regulacją miejscową z pompą wspomagającą, temperatura czynnika grzewczego 90/70°C;

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,435
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	41,98*
sprawność źródła (kocioł węglowy wyprodukowany przed 1980 rokiem)	-	0,60
sprawność przesyłu	-	0,95
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,90
sprawność akumulacji	-	1,00
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,51
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	81,83
wskaźnik dla EK	kWh/m2	227,30
zużycie węgla (przy wartości opałowej 24 GJ/Mg)	Mg/rok	3,4

*wynik z programu RETScreen

– budynek z kotłownią gazową z instalacją c.o. pompową, z grzejnikami członowymi (9 sztuk o średniej mocy cieplnej około 720 W) z regulacją miejscową, temperatura czynnika grzewczego 90/70 °C;

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,435
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	41,98*
sprawność źródła (kocioł gazowy z otwartą komorą spalania)	-	0,86
sprawność przesyłu	-	0,95
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,9
sprawność akumulacji	-	1
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,74
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	57,09
wskaźnik dla EK	kWh/m2	158,58
zużycie gazu (przy wartości opałowej 35 MJ/m3)	m3/rok	1669

*wynik z programu RETScreen

– budynek z wymiennikiem ciepła zasilanym z sieci ciepłowniczej, z instalacją c.o. pompową, z grzejnikami członowymi (9 sztuk o średniej mocy cieplnej około 720 W) z regulacją miejscową, temperatura czynnika grzewczego 90/70 °C;

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,435
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	41,98*

sprawność źródła (węzeł cieplny bez obudowy o mocy do 100 kW)	-	0,91
sprawność przesyłu	-	0,95
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,9
sprawność akumulacji	-	1
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,78
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	53,95
wskaźnik dla EK	kWh/m2	149,87

*wynik z programu RETScreen

Ponadto:

- założono, że zmiana źródła ciepła wymaga wymiany instalacji c.o., charakterystyka nowej instalacji c.o.: instalacja pompowa, z grzejnikami z elementami konwekcyjnymi z regulacją miejscową, temperatura czynnika grzewczego 55/40 ^{o}C; ze względu na zmianę temperatury czynnika grzewczego konieczne jest zainstalowanie grzejników, które dla parametru 90/70 ^{o}C mają moc około 1900 W, przy parametrze 55/40 ^{o}C zapewnią one wydajność jak w stanie istniejącym.
- założono następujące koszty inwestycyjne:
  - pompa ciepła z wymiennikiem pionowym: 32600 zł
  - pompa ciepła z wymiennikiem poziomym: 28800 zł
  - wymiana instalacji c.o.: 10100 zł
- założono, że średni współczynnik efektywności pompy ciepła współpracującej z instalacją o temperaturze czynnika grzewczego na zasilaniu 55 ^{o}C wynosi:
  - pompa ciepła z wymiennikiem pionowym: 3,1

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,435
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	41,98*
efektywność źródła (COP)	-	3,10
sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,97
sprawność akumulacji	-	1,00
efektywność całkowita		2,92
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK)	GJ/rok	14,39
wskaźnik dla EK	kWh/m2	39,98

*wynik z programu RETScreen

Ze względu na montaż nowej instalacji c.o. znacząco poprawiono sprawności przesyłu, regulacji i wykorzystania.

- pompa ciepła z wymiennikiem poziomym: 2,9

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,435
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	41,98*
efektywność źródła (COP)	-	2,90

sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,97
sprawność akumulacji	-	1,00
efektywność całkowita		2,73
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK)	GJ/rok	15,38
wskaźnik dla EK	kWh/m2	42,73

*wynik z programu RETScreen

Ze względu na montaż nowej instalacji c.o. znacząco poprawiono sprawności przesyłu, regulacji i wykorzystania.

- założono następujące koszty paliw i energii:
  - węgiel: 650 zł/Mg;
  - gaz: 1,75 zł/m3;
  - ciepło sieciowe: 51,34 zł/GJ;
  - energia elektryczna: 0,52 zł/kWh.
- założono okres życia inwestycji na 25 lat;
- na potrzeby wyznaczania dynamicznych wskaźników ekonomicznych założono stopę dyskonta na poziomie 5 %;
- na potrzeby określenia emisji CO_2 przyjęto następujące współczynniki:
  - dla węgla: 94,8 kg CO_2/GJ,
  - dla gazu: 55,8 kg CO_2/GJ
  - dla energii elektrycznej: 0,931 kg CO_2/kWh

Obliczenia energetyczne, efektu ekologicznego i wskaźników ekonomicznych typu SPBT, NPV przeprowadzono w programie RetScreen International.

Wariant III

W wariancie III analizę techniczno-ekonomiczną dla zastosowania sprężarkowej pompy ciepła jako źródła ciepła do celów grzewczych przeprowadzono porównując to rozwiązanie techniczne jako alternatywne dla źródeł ciepła na olej opałowy lekki i gaz ziemny (kocioł jednofunkcyjny z zamkniętą komorą spalania i kocioł jednofunkcyjny z zamknięta komorą spalania, kondensacyjny) dla budynku nowego z zaprojektowaną instalacją c.o. płaszczyznową, wodną, przystosowaną do parametrów niskotemperaturowych 40/30 ^oC.
Obliczenia przeprowadzono dla budynku mieszkalnego o następującej charakterystyce:
- budynek jednorodzinny o powierzchni użytkowej 150 m^2,
- zapotrzebowanie na energię cieplną do celów grzewczych wynosi 39,7 GJ/rok,
- zapotrzebowanie na moc na potrzeby ogrzewania około 6 kW.

Dane szczegółowe – kocioł olejowy

powierzchnia ogrzewana	m2	150
kubatura ogrzewana	m3	375
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,089
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	39,7*
sprawność źródła	-	0,91
sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,98
sprawność akumulacji	-	1,00
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,87
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	45,92
wskaźnik dla EK	kWh/m2	85,03
zużycie oleju (przy wartości opałowej 36,5 GJ/ m^3)	m^3/rok	1,258

*wynik z programu RETScreen

Dane szczegółowe – kocioł gazowy kondensacyjny

powierzchnia ogrzewana	m2	150
kubatura ogrzewana	m3	375
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,089
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	39,7*
sprawność źródła	-	1,00
sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,98
sprawność akumulacji	-	1,00
sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,95
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK – energia końcowa)	GJ/rok	41,78
wskaźnik dla EK	kWh/m2	77,38
zużycie gazu (przy wartości opałowej 34 GJ/m^3)	m^3/rok	1230

*wynik z programu RETScreen

– założono, że średni współczynnik efektywności pompy ciepła współpracującej z instalacją o temperaturze czynnika grzewczego na zasilaniu 40 ^oC wynosi:

- pompa ciepła z wymiennikiem pionowym: 4,38

powierzchnia ogrzewana	m2	150
kubatura ogrzewana	m3	375
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,089
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	39,7*
efektywność źródła (COP)	-	3,90
sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,98
sprawność akumulacji	-	1,00
efektywność całkowita		3,71
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK)	GJ/rok	10,71
wskaźnik dla EK	kWh/m2	19,84

*wynik z programu RETScreen

- pompa ciepła z wymiennikiem poziomym: 3,83

powierzchnia ogrzewana	m2	100
kubatura ogrzewana	m3	250
Zapotrzebowanie na moc	kW	6,435
Zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie	GJ/rok	39,7*
efektywność źródła (COP)	-	3,50
sprawność przesyłu	-	0,97
sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,98
sprawność akumulacji	-	1,00
efektywność całkowita		3,33
zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie ze sprawnością (EK)	GJ/rok	11,94
wskaźnik dla EK	kWh/m2	22,11

*wynik z programu RETScreen

Ponadto:

- założono następujące koszty inwestycyjne:
  - pompa ciepła z wymiennikiem pionowym: 32600 zł
  - pompa ciepła z wymiennikiem poziomym: 28800 zł
  - kocioł olejowy – dostawa i montaż: 10000 zł (wraz ze zbiornikiem paliwa)
  - kocioł gazowy kondensacyjny – dostawa i montaż: 15000 zł (wraz z wykonaniem przyłącza gazowego)
  - w analizie finansowej pod uwagę wzięto koszty różnicowe pomiędzy rozwiązaniem z pompą ciepła a daną kotłownią.
- założono następujące koszty paliw i energii:
  - gaz: 1,75 zł/m3;
  - olej: 2,90 zł/l
  - energia elektryczna: 0,52 zł/kWh.
- założono okres życia inwestycji na 25 lat;
- na potrzeby wyznaczania dynamicznych wskaźników ekonomicznych założono stopę dyskonta na poziomie 5 %;

– na potrzeby określenia emisji CO_2 przyjęto następujące współczynniki:
  - dla gazu: 55,8 kg CO_2/GJ
  - dla oleju: 73,9 kg CO_2/GJ
  - dla energii elektrycznej: 0,931 kg CO_2/kWh

Obliczenia energetyczne, efektu ekologicznego i wskaźników ekonomicznych typu SPBT, NPV przeprowadzono w programie RetScreen International.

(2) Analizy i wyniki

Wybrane wyniki z narzędzia RetScreen:

WARIANT I

Kocioł węglowy/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	52 750
Oszczędności energii	MWh/rok	52,0
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	23
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	10,8
SPBT	lata	2 294
IRR	%	-
NPV	PLN	-52 426

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)
Zakres analizy	50%
Próg akceptowalności	0 PLN

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		26 375	39 563	52 750	65 937	79 125
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 138	-50%	-70 284	-83 472	-96 659	-109 847	-123 034
4 708	-25%	-48 168	-61 355	-74 543	-87 730	-100 918
6 277	0%	-26 051	-39 238	**-52 426**	-65 613	-78 801
7 846	25%	-3 934	-17 122	-30 309	-43 497	-56 684
9 415	50%	18 182	4 995	-8 193	-21 380	-34 568

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan planowany		26 375	39 563	52 750	65 937	79 125
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 127	-50%	18 020	4 833	-8 355	-21 542	-34 730
4 690	-25%	-4 015	-17 203	-30 390	-43 578	-56 765
6 254	0%	-26 051	-39 238	**-52 426**	-65 613	-78 801
7 817	25%	-48 087	-61 274	-74 462	-87 649	-100 837
9 381	50%	-70 122	-83 310	-96 497	-109 685	-122 872

		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		3 127	4 690	6 254	7 817	9 381
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 138	-50%	-52 588	-74 624	-96 659	-118 695	-140 731
4 708	-25%	-30 471	-52 507	-74 543	-96 578	-118 614
6 277	0%	-8 355	-30 390	**-52 426**	-74 462	-96 497
7 846	25%	13 762	-8 274	-30 309	-52 345	-74 381
9 415	50%	35 879	13 843	-8 193	-30 228	-52 264

Kocioł węglowy/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	59 000
Oszczędności energii	MWh/rok	52,7
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	430
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	11,5
SPBT	lata	137,2
IRR	%	-
NPV	PLN	-52 941

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		29 500	44 250	59 000	73 750	88 500
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 138	-50%	-67 674	-82 424	-97 174	-111 924	-126 674
4 708	-25%	-45 557	-60 307	-75 057	-89 807	-104 557
6 277	0%	-23 441	-38 191	**-52 941**	-67 691	-82 441
7 846	25%	-1 324	-16 074	-30 824	-45 574	-60 324
9 415	50%	20 793	6 043	-8 707	-23 457	-38 207

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan planowany		29 500	44 250	59 000	73 750	88 500
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
2 923	-50%	17 763	3 013	-11 737	-26 487	-41 237
4 385	-25%	-2 839	-17 589	-32 339	-47 089	-61 839
5 847	0%	-23 441	-38 191	**-52 941**	-67 691	-82 441
7 309	25%	-44 042	-58 792	-73 542	-88 292	-103 042
8 770	50%	-64 644	-79 394	-94 144	-108 894	-123 644

		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		2 923	4 385	5 847	7 309	8 770
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 138	-50%	-55 970	-76 572	-97 174	-117 776	-138 378
4 708	-25%	-33 854	-54 455	-75 057	-95 659	-116 261
6 277	0%	-11 737	-32 339	**-52 941**	-73 542	-94 144
7 846	25%	10 380	-10 222	-30 824	-51 426	-72 028
9 415	50%	32 496	11 895	-8 707	-29 309	-49 911

Kocioł gazowy/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	52 750
Oszczędności energii	MWh/rok	32,6
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	1 973
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	-2,4
SPBT	lata	26,7
IRR	%	-
NPV	PLN	-24 946

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		26 375	39 563	52 750	65 937	79 125
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
4 113	-50%	-56 544	-69 732	-82 919	-96 107	-109 294
6 170	-25%	-27 557	-40 745	-53 932	-67 120	-80 307
8 227	0%	1 429	-11 758	**-24 946**	-38 133	-51 321
10 283	25%	30 416	17 229	4 041	-9 146	-22 334
12 340	50%	59 403	46 215	33 028	19 840	6 653

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		26 375	39 563	52 750	65 937	79 125
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 127	-50%	45 501	32 313	19 126	5 938	-7 249
4 690	-25%	23 465	10 277	-2 910	-16 098	-29 285
6 254	0%	1 429	-11 758	**-24 946**	-38 133	-51 321
7 817	25%	-20 606	-33 794	-46 981	-60 169	-73 356
9 381	50%	-42 642	-55 829	-69 017	-82 204	-95 392

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		3 127	4 690	6 254	7 817	9 381
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
4 113	-50%	-38 848	-60 883	-82 919	-104 955	-126 990
6 170	-25%	-9 861	-31 897	-53 932	-75 968	-98 004
8 227	0%	19 126	-2 910	**-24 946**	-46 981	-69 017
10 283	25%	48 112	26 077	4 041	-17 995	-40 030
12 340	50%	77 099	55 063	33 028	10 992	-11 044

Kocioł gazowy/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	**jednostka**	**wartość**
Łączne nakłady	PLN	59 000
Oszczędności energii	MWh/rok	33,4
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	2 380
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	-1,7
SPBT	lata	24,8
IRR	%	0,1
NPV	PLN	-25 460

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		29 500	44 250	59 000	73 750	88 500
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
4 113	-50%	-53 934	-68 684	-83 434	-98 184	-112 934
6 170	-25%	-24 947	-39 697	-54 447	-69 197	-83 947
8 227	0%	4 040	-10 710	**-25 460**	-40 210	-54 960
10 283	25%	33 026	18 276	3 526	-11 224	-25 974
12 340	50%	62 013	47 263	32 513	17 763	3 013

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		29 500	44 250	59 000	73 750	88 500
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
2 923	-50%	45 243	30 493	15 743	993	-13 757
4 385	-25%	24 641	9 891	-4 859	-19 609	-34 359
5 847	0%	4 040	-10 710	**-25 460**	-40 210	-54 960
7 309	25%	-16 562	-31 312	-46 062	-60 812	-75 562
8 770	50%	-37 164	-51 914	-66 664	-81 414	-96 164

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		2 923	4 385	5 847	7 309	8 770
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
4 113	-50%	-42 230	-62 832	-83 434	-104 036	-124 637
6 170	-25%	-13 243	-33 845	-54 447	-75 049	-95 651
8 227	0%	15 743	-4 859	**-25 460**	-46 062	-66 664
10 283	25%	44 730	24 128	3 526	-17 075	-37 677
12 340	50%	73 717	53 115	32 513	11 911	-8 691

Ciepło sieciowe/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	52 750
Oszczędności energii	MWh/rok	30,2
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	1 526
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	7,3
SPBT	lata	34,6
IRR	%	-
NPV	PLN	-31243

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		26 375	39 563	52 750	65 937	79 125
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 890	-50%	-59 693	-72 880	-86 068	-99 255	-112 443
5 835	-25%	-32 280	-45 468	-58 655	-71 843	-85 030
7 780	0%	-4 868	-18 055	**-31 243**	-44 430	-57 618
9 725	25%	22 545	9 357	-3 830	-17 018	-30 205
11 670	50%	49 958	36 770	23 583	10 395	-2 792

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan planowany		26 375	39 563	52 750	65 937	79 125
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 127	-50%	39 204	26 016	12 829	-359	-13 546
4 690	-25%	17 168	3 981	-9 207	-22 394	-35 582
6 254	0%	-4 868	-18 055	**-31 243**	-44 430	-57 618
7 817	25%	-26 903	-40 091	-53 278	-66 466	-79 653
9 381	50%	-48 939	-62 126	-75 314	-88 501	-101 689

		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		3 127	4 690	6 254	7 817	9 381
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 890	-50%	-41 996	-64 032	-86 068	-108 103	-130 139
5 835	-25%	-14 584	-36 619	-58 655	-80 691	-102 726
7 780	0%	12 829	-9 207	**-31 243**	-53 278	-75 314
9 725	25%	40 241	18 206	-3 830	-25 866	-47 901
11 670	50%	67 654	45 618	23 583	1 547	-20 489

Ciepło sieciowe/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	59 000
Oszczędności energii	MWh/rok	30,9
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	1933
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	8,0
SPBT	lata	30,5
IRR	%	-
NPV	PLN	-31 757

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		29 500	44 250	59 000	73 750	88 500
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 890	-50%	-57 082	-71 832	-86 582	-101 332	-116 082
5 835	-25%	-29 670	-44 420	-59 170	-73 920	-88 670
7 780	0%	-2 257	-17 007	**-31 757**	-46 507	-61 257
9 725	25%	25 155	10 405	-4 345	-19 095	-33 845
11 670	50%	52 568	37 818	23 068	8 318	-6 432

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan planowany		29 500	44 250	59 000	73 750	88 500
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
2 923	-50%	38 946	24 196	9 446	-5 304	-20 054
4 385	-25%	18 345	3 595	-11 155	-25 905	-40 655
5 847	0%	-2 257	-17 007	**-31 757**	-46 507	-61 257
7 309	25%	-22 859	-37 609	-52 359	-67 109	-81 859
8 770	50%	-43 461	-58 211	-72 961	-87 711	-102 461

		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		2 923	4 385	5 847	7 309	8 770
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
3 890	-50%	-45 379	-65 980	-86 582	-107 184	-127 786
5 835	-25%	-17 966	-38 568	-59 170	-79 772	-100 373
7 780	0%	9 446	-11 155	**-31 757**	-52 359	-72 961
9 725	25%	36 859	16 257	-4 345	-24 947	-45 548
11 670	50%	64 271	43 670	23 068	2 466	-18 136

WARIANT II

Kocioł węglowy/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	**jednostka**	**wartość**
Łączne nakłady	PLN	38 900
Oszczędności energii	MWh/rok	18,5
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	8
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	3,8
SPBT	lata	4 764
IRR	%	-
NPV	PLN	-38 785

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)
Zakres analizy	70%
Próg akceptowalności	0 PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		11 670	25 285	38 900	52 515	66 130
PLN		-70%	-35%	0%	35%	70%
669	-70%	-33 547	-47 162	-60 777	-74 392	-88 007
1 449	-35%	-22 551	-36 166	-49 781	-63 396	-77 011
2 229	0%	-11 555	-25 170	**-38 785**	-52 400	-66 015
3 009	35%	-559	-14 174	-27 789	-41 404	-55 019
3 790	70%	10 437	-3 178	-16 793	-30 408	-44 023

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		11 670	25 285	38 900	52 515	66 130
PLN		-70%	-35%	0%	35%	70%
666	-70%	10 357	-3 258	-16 873	-30 488	-44 103
1 444	-35%	-599	-14 214	-27 829	-41 444	-55 059
2 221	0%	-11 555	-25 170	**-38 785**	-52 400	-66 015
2 998	35%	-22 511	-36 126	-49 741	-63 356	-76 971
3 776	70%	-33 467	-47 082	-60 697	-74 312	-87 927

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		666	1 444	2 221	2 998	3 776
PLN		-70%	-35%	0%	35%	70%
669	-70%	-38 865	-49 821	-60 777	-71 733	-82 689
1 449	-35%	-27 869	-38 825	-49 781	-60 737	-71 693
2 229	0%	-16 873	-27 829	**-38 785**	-49 741	-60 697
3 009	35%	-5 877	-16 833	-27 789	-38 745	-49 701
3 790	70%	5 119	-5 837	-16 793	-27 748	-38 704

Kocioł węglowy/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	42 700
Oszczędności energii	MWh/rok	18,7
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	153
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	4,1
SPBT	lata	279,7
IRR	%	-
NPV	PLN	-40 548

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)
Zakres analizy	70%
Próg akceptowalności	0 PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		12 810	27 755	42 700	57 645	72 590
PLN		-70%	-35%	0%	35%	70%
669	-70%	-32 651	-47 596	-62 541	-77 486	-92 431
1 449	-35%	-21 654	-36 599	-51 544	-66 489	-81 434
2 229	0%	-10 658	-25 603	**-40 548**	-55 493	-70 438
3 009	35%	338	-14 607	-29 552	-44 497	-59 442
3 790	70%	11 334	-3 611	-18 556	-33 501	-48 446

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		12 810	27 755	42 700	57 645	72 590
PLN		-70%	-35%	0%	35%	70%
623	-70%	9 828	-5 117	-20 062	-35 007	-49 952
1 350	-35%	-415	-15 360	-30 305	-45 250	-60 195
2 076	0%	-10 658	-25 603	**-40 548**	-55 493	-70 438
2 803	35%	-20 901	-35 846	-50 791	-65 736	-80 681
3 530	70%	-31 144	-46 089	-61 034	-75 979	-90 924

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		623	1 350	2 076	2 803	3 530
PLN		-70%	-35%	0%	35%	70%
669	-70%	-42 054	-52 297	-62 541	-72 784	-83 027
1 449	-35%	-31 058	-41 301	-51 544	-61 787	-72 030
2 229	0%	-20 062	-30 305	**-40 548**	-50 791	-61 034
3 009	35%	-9 066	-19 309	-29 552	-39 795	-50 038
3 790	70%	1 930	-8 313	-18 556	-28 799	-39 042

Kocioł gazowy/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	38 900
Oszczędności energii	MWh/rok	11,6
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	701
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	-0,9
SPBT	lata	55,5
IRR	%	-
NPV	PLN	-29 026

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		19 450	29 175	38 900	48 625	58 350
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 461	-50%	-30 164	-39 889	-49 614	-59 339	-69 064
2 191	-25%	-19 870	-29 595	-39 320	-49 045	-58 770
2 922	0%	-9 576	-19 301	**-29 026**	-38 751	-48 476
3 652	25%	719	-9 006	-18 731	-28 456	-38 181
4 382	50%	11 013	1 288	-8 437	-18 162	-27 887

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan planowany		19 450	29 175	38 900	48 625	58 350
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 111	-50%	6 076	-3 649	-13 374	-23 099	-32 824
1 666	-25%	-1 750	-11 475	-21 200	-30 925	-40 650
2 221	0%	-9 576	-19 301	**-29 026**	-38 751	-48 476
2 776	25%	-17 401	-27 126	-36 851	-46 576	-56 301
3 332	50%	-25 227	-34 952	-44 677	-54 402	-64 127

		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		1 111	1 666	2 221	2 776	3 332
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 461	-50%	-33 963	-41 788	-49 614	-57 440	-65 265
2 191	-25%	-23 669	-31 494	-39 320	-47 146	-54 971
2 922	0%	-13 374	-21 200	**-29 026**	-36 851	-44 677
3 652	25%	-3 080	-10 906	-18 731	-26 557	-34 383
4 382	50%	7 214	-612	-8 437	-16 263	-24 089

Kocioł gazowy/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	42 700
Oszczędności energii	MWh/rok	11,9
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	845
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	-0,6
SPBT	lata	50,5
IRR	%	-
NPV	PLN	-30 789

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		21 350	32 025	42 700	53 375	64 050
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 461	-50%	-30 027	-40 702	-51 377	-62 052	-72 727
2 191	-25%	-19 733	-30 408	-41 083	-51 758	-62 433
2 922	0%	-9 439	-20 114	**-30 789**	-41 464	-52 139
3 652	25%	855	-9 820	-20 495	-31 170	-41 845
4 382	50%	11 150	475	-10 200	-20 875	-31 550

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		21 350	32 025	42 700	53 375	64 050
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 038	-50%	5 194	-5 481	-16 156	-26 831	-37 506
1 557	-25%	-2 122	-12 797	-23 472	-34 147	-44 822
2 076	0%	-9 439	-20 114	**-30 789**	-41 464	-52 139
2 596	25%	-16 755	-27 430	-38 105	-48 780	-59 455
3 115	50%	-24 072	-34 747	-45 422	-56 097	-66 772

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		1 038	1 557	2 076	2 596	3 115
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 461	-50%	-36 744	-44 061	-51 377	-58 694	-66 010
2 191	-25%	-26 450	-33 767	-41 083	-48 400	-55 716
2 922	0%	-16 156	-23 472	**-30 789**	-38 105	-45 422
3 652	25%	-5 862	-13 178	-20 495	-27 811	-35 128
4 382	50%	4 433	-2 884	-10 200	-17 517	-24 833

Ciepło sieciowe/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	38 900
Oszczędności energii	MWh/rok	10,7
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	542
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	2,6
SPBT	lata	71,8
IRR	%	-
NPV	PLN	-31 262

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		19 450	29 175	38 900	48 625	58 350
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 381	-50%	-31 282	-41 007	-50 732	-60 457	-70 182
2 072	-25%	-21 547	-31 272	-40 997	-50 722	-60 447
2 763	0%	-11 812	-21 537	**-31 262**	-40 987	-50 712
3 454	25%	-2 077	-11 802	-21 527	-31 252	-40 977
4 144	50%	7 658	-2 067	-11 792	-21 517	-31 242

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		19 450	29 175	38 900	48 625	58 350
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 111	-50%	3 839	-5 886	-15 611	-25 336	-35 061
1 666	-25%	-3 986	-13 711	-23 436	-33 161	-42 886
2 221	0%	-11 812	-21 537	**-31 262**	-40 987	-50 712
2 776	25%	-19 638	-29 363	-39 088	-48 813	-58 538
3 332	50%	-27 463	-37 188	-46 913	-56 638	-66 363

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		1 111	1 666	2 221	2 776	3 332
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 381	-50%	-35 081	-42 907	-50 732	-58 558	-66 384
2 072	-25%	-25 346	-33 171	-40 997	-48 823	-56 648
2 763	0%	-15 611	-23 436	**-31 262**	-39 088	-46 913
3 454	25%	-5 875	-13 701	-21 527	-29 352	-37 178
4 144	50%	3 860	-3 966	-11 792	-19 617	-27 443

Ciepło sieciowe/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Łączne nakłady	PLN	42 700
Oszczędności energii	MWh/rok	11,0
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	686
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	2,8
SPBT	lata	62,2
IRR	%	-
NPV	PLN	-33 025

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

			Koszty początkowe			PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		21 350	32 025	42 700	53 375	64 050
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 381	-50%	-31 145	-41 820	-52 495	-63 170	-73 845
2 072	-25%	-21 410	-32 085	-42 760	-53 435	-64 110
2 763	0%	-11 675	-22 350	**-33 025**	-43 700	-54 375
3 454	25%	-1 940	-12 615	-23 290	-33 965	-44 640
4 144	50%	7 795	-2 880	-13 555	-24 230	-34 905

			Koszty początkowe			PLN
Koszty paliwa - stan planowany		21 350	32 025	42 700	53 375	64 050
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 038	-50%	2 958	-7 717	-18 392	-29 067	-39 742
1 557	-25%	-4 359	-15 034	-25 709	-36 384	-47 059
2 076	0%	-11 675	-22 350	**-33 025**	-43 700	-54 375
2 596	25%	-18 992	-29 667	-40 342	-51 017	-61 692
3 115	50%	-26 308	-36 983	-47 658	-58 333	-69 008

			Koszty paliwa - stan planowany			PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		1 038	1 557	2 076	2 596	3 115
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 381	-50%	-37 863	-45 179	-52 495	-59 812	-67 128
2 072	-25%	-28 127	-35 444	-42 760	-50 077	-57 393
2 763	0%	-18 392	-25 709	**-33 025**	-40 342	-47 658
3 454	25%	-8 657	-15 973	-23 290	-30 606	-37 923
4 144	50%	1 078	-6 238	-13 555	-20 871	-28 188

WARIANT III – budynek nowy (koszty różnicowe źródła ciepła)

Kocioł olejowy/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Różnica nakładów (pompa ciepła – kotłownia olejowa)	PLN	18 800
Oszczędności energii	MWh/rok	9,4
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	1 928
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	0,3
SPBT	lata	9,8
IRR	%	9,1
NPV	PLN	8 370

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		9 400	14 100	18 800	23 500	28 200
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 824	-50%	-7 942	-12 642	-17 342	-22 042	-26 742
2 737	-25%	4 914	214	-4 486	-9 186	-13 886
3 649	0%	17 770	13 070	**8 370**	3 670	-1 030
4 561	25%	30 626	25 926	21 226	16 526	11 826
5 473	50%	43 482	38 782	34 082	29 382	24 682

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		9 400	14 100	18 800	23 500	28 200
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
860	-50%	29 897	25 197	20 497	15 797	11 097
1 291	-25%	23 834	19 134	14 434	9 734	5 034
1 721	0%	17 770	13 070	**8 370**	3 670	-1 030
2 151	25%	11 706	7 006	2 306	-2 394	-7 094
2 581	50%	5 643	943	-3 757	-8 457	-13 157

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		860	1 291	1 721	2 151	2 581
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 824	-50%	-5 215	-11 279	-17 342	-23 406	-29 470
2 737	-25%	7 641	1 578	-4 486	-10 550	-16 613
3 649	0%	20 497	14 434	**8 370**	2 306	-3 757
4 561	25%	33 354	27 290	21 226	15 163	9 099
5 473	50%	46 210	40 146	34 082	28 019	21 955

Kocioł olejowy/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	**jednostka**	**wartość**
Różnica nakładów (pompa ciepła – kotłownia olejowa)	PLN	22 600
Oszczędności energii	MWh/rok	9,7
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	2 104
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	0,6
SPBT	lata	10,7
IRR	%	7,9
NPV	PLN	7 054

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty początkowe				PLN
		11 300	16 950	22 600	28 250	33 900
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 824	-50%	-7 358	-13 008	-18 658	-24 308	-29 958
2 737	-25%	5 498	-152	-5 802	-11 452	-17 102
3 649	0%	18 354	12 704	**7 054**	1 404	-4 246
4 561	25%	31 211	25 561	19 911	14 261	8 611
5 473	50%	44 067	38 417	32 767	27 117	21 467

Koszty paliwa - stan planowany		Koszty początkowe				PLN
		11 300	16 950	22 600	28 250	33 900
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
772	-50%	29 240	23 590	17 940	12 290	6 640
1 158	-25%	23 797	18 147	12 497	6 847	1 197
1 545	0%	18 354	12 704	**7 054**	1 404	-4 246
1 931	25%	12 912	7 262	1 612	-4 038	-9 688
2 317	50%	7 469	1 819	-3 831	-9 481	-15 131

Koszty paliwa - stan bazowy		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
		772	1 158	1 545	1 931	2 317
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 824	-50%	-7 773	-13 215	-18 658	-24 101	-29 543
2 737	-25%	5 083	-359	-5 802	-11 244	-16 687
3 649	0%	17 940	12 497	**7 054**	1 612	-3 831
4 561	25%	30 796	25 353	19 911	14 468	9 025
5 473	50%	43 652	38 209	32 767	27 324	21 882

Kocioł gazowy kondensacyjny/pompa ciepła z wymiennikiem poziomym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Różnica nakładów (pompa ciepła – kotłownia gazowa)	PLN	13 800
Oszczędności energii	MWh/rok	8,3
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	431
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	-0,8
SPBT	lata	32
IRR	%	-
NPV	PLN	-7 724

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		6 900	10 350	13 800	17 250	20 700
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 076	-50%	-15 989	-19 439	-22 889	-26 339	-29 789
1 614	-25%	-8 406	-11 856	-15 306	-18 756	-22 206
2 152	0%	-824	-4 274	**-7 724**	-11 174	-14 624
2 690	25%	6 759	3 309	-141	-3 591	-7 041
3 228	50%	14 342	10 892	7 442	3 992	542

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan planowany		6 900	10 350	13 800	17 250	20 700
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
860	-50%	11 304	7 854	4 404	954	-2 496
1 291	-25%	5 240	1 790	-1 660	-5 110	-8 560
1 721	0%	-824	-4 274	**-7 724**	-11 174	-14 624
2 151	25%	-6 887	-10 337	-13 787	-17 237	-20 687
2 581	50%	-12 951	-16 401	-19 851	-23 301	-26 751

		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		860	1 291	1 721	2 151	2 581
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 076	-50%	-10 762	-16 826	-22 889	-28 953	-35 017
1 614	-25%	-3 179	-9 243	-15 306	-21 370	-27 434
2 152	0%	4 404	-1 660	**-7 724**	-13 787	-19 851
2 690	25%	11 986	5 923	-141	-6 205	-12 268
3 228	50%	19 569	13 505	7 442	1 378	-4 686

Kocioł gazowy kondensacyjny/pompa ciepła z wymiennikiem pionowym

Wyszczególnienie	jednostka	wartość
Różnica nakładów (pompa ciepła – kotłownia gazowa)	PLN	17 600
Oszczędności energii	MWh/rok	8,6
Różnica w kosztach paliw/energii	PLN/rok	607
Zmiana emisji CO2	Mg CO2/rok	-0,5
SPBT	lata	29
IRR	%	-
NPV	PLN	-9 039

Analiza wrażliwości

Wykonaj analizę dla	Wartość bieżąca netto (NPV)	
Zakres analizy	50%	
Próg akceptowalności	0	PLN

		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		8 800	13 200	17 600	22 000	26 400
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 076	-50%	-15 405	-19 805	-24 205	-28 605	-33 005
1 614	-25%	-7 822	-12 222	-16 622	-21 022	-25 422
2 152	0%	-239	-4 639	**-9 039**	-13 439	-17 839
2 690	25%	7 343	2 943	-1 457	-5 857	-10 257
3 228	50%	14 926	10 526	6 126	1 726	-2 674

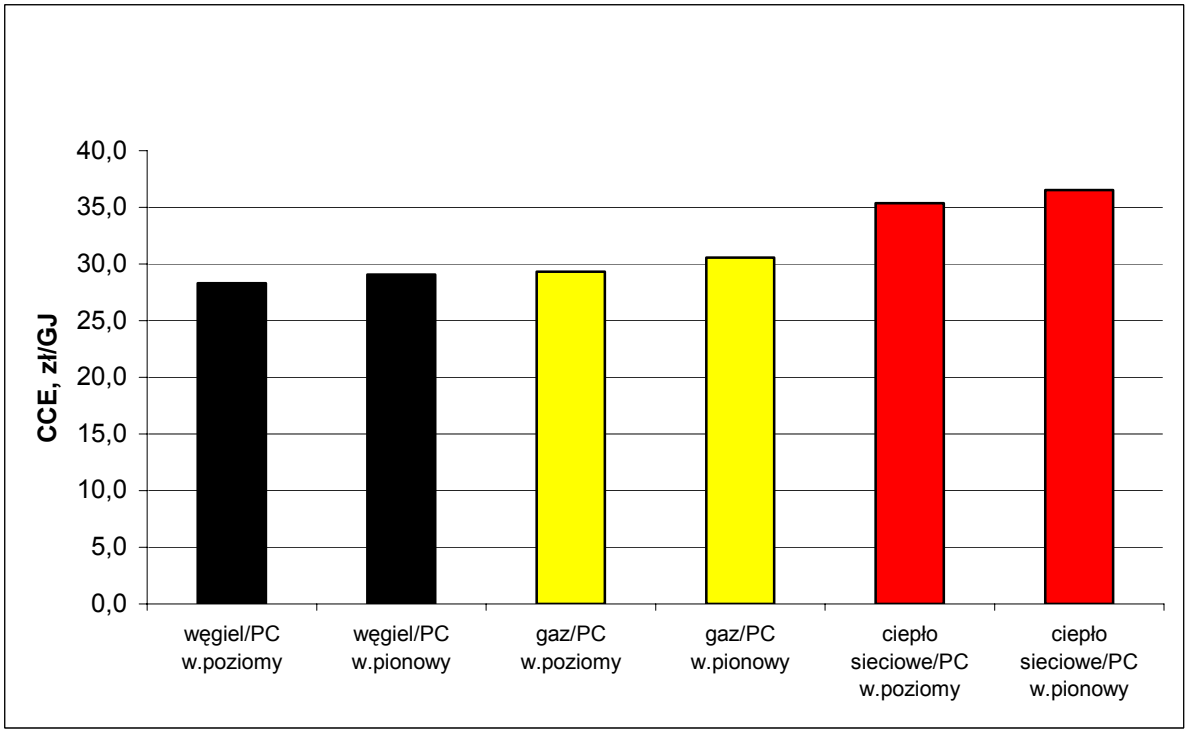
		Koszty początkowe				PLN
Koszty paliwa - stan planowany		8 800	13 200	17 600	22 000	26 400
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
772	-50%	10 646	6 246	1 846	-2 554	-6 954
1 158	-25%	5 203	803	-3 597	-7 997	-12 397
1 545	0%	-239	-4 639	**-9 039**	-13 439	-17 839
1 931	25%	-5 682	-10 082	-14 482	-18 882	-23 282
2 317	50%	-11 125	-15 525	-19 925	-24 325	-28 725

		Koszty paliwa - stan planowany				PLN
Koszty paliwa - stan bazowy		772	1 158	1 545	1 931	2 317
PLN		-50%	-25%	0%	25%	50%
1 076	-50%	-13 320	-18 762	-24 205	-29 648	-35 090
1 614	-25%	-5 737	-11 180	-16 622	-22 065	-27 507
2 152	0%	1 846	-3 597	**-9 039**	-14 482	-19 925
2 690	25%	9 428	3 986	-1 457	-6 899	-12 342
3 228	50%	17 011	11 569	6 126	683	-4 759

(3) Efektywność ekonomiczna oszczędności energii i redukcji emisji CO_2

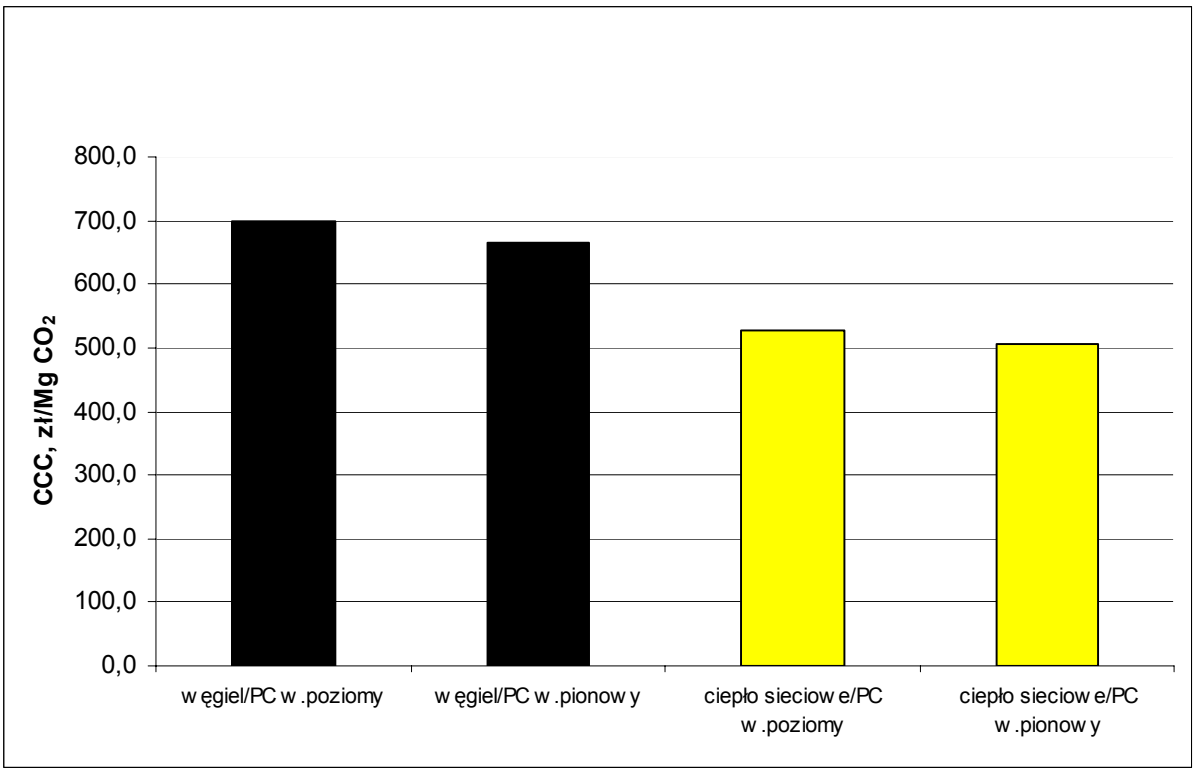
Budynek istniejący, stan wyjściowy, niedocieplony (wariant I)

Jednostkowy koszt zaoszczędzenia energii przez zastosowanie pompy ciepła w budynku istniejącym jest dodatni i duży, to jest CCE = 28,3 – 36,5 zł/GJ – Rys. 4.1.7.
To znaczy ta opcja ogrzewania dla aktualnych warunków jest nieopłacalna, przy zamianie każdego istniejącego źródła ciepła: kotła węglowego, gazowego i zasilania z sieci ciepłowniczej.



Rys. 4.1.7. Zastąpienie istniejącego źródła (budynek niedocieplony) pompą ciepła z nową instalacją c.o. niskotemperaturową

Również wysokie są jednostkowe koszty redukcji emisji CO_2 – Rys. 4.1.8, dodatkowo z uwagi na dużą emisyjność energii elektrycznej polskiego, węglowego systemu wytwarzania i przesyłu tej energii.



Rys. 4.1.8. Zastąpienie istniejącego źródła (budynek niedocieplony) pompą ciepła z nową instalacją c.o. niskotemperaturową

Niewiele zmieniłaby się atrakcyjność ekonomiczna zastosowania pomp ciepła w budynkach istniejących, gdyby państwo/fundusze wsparcia wykupiło redukcję emisji CO_2 po cenie 10 Euro/Mg CO_2 (40 zł/Mg CO_2). Gdyby wykupywano redukcję emisji przez 10 lat, to wartość emisji CO_2 w cenie 40 zł/Mg CO_2, wyniesie:

- kocioł węglowy na pompę ciepła 4036 – 4600 zł
- ciepło sieciowe na pompę ciepła 2920 – 3200 zł

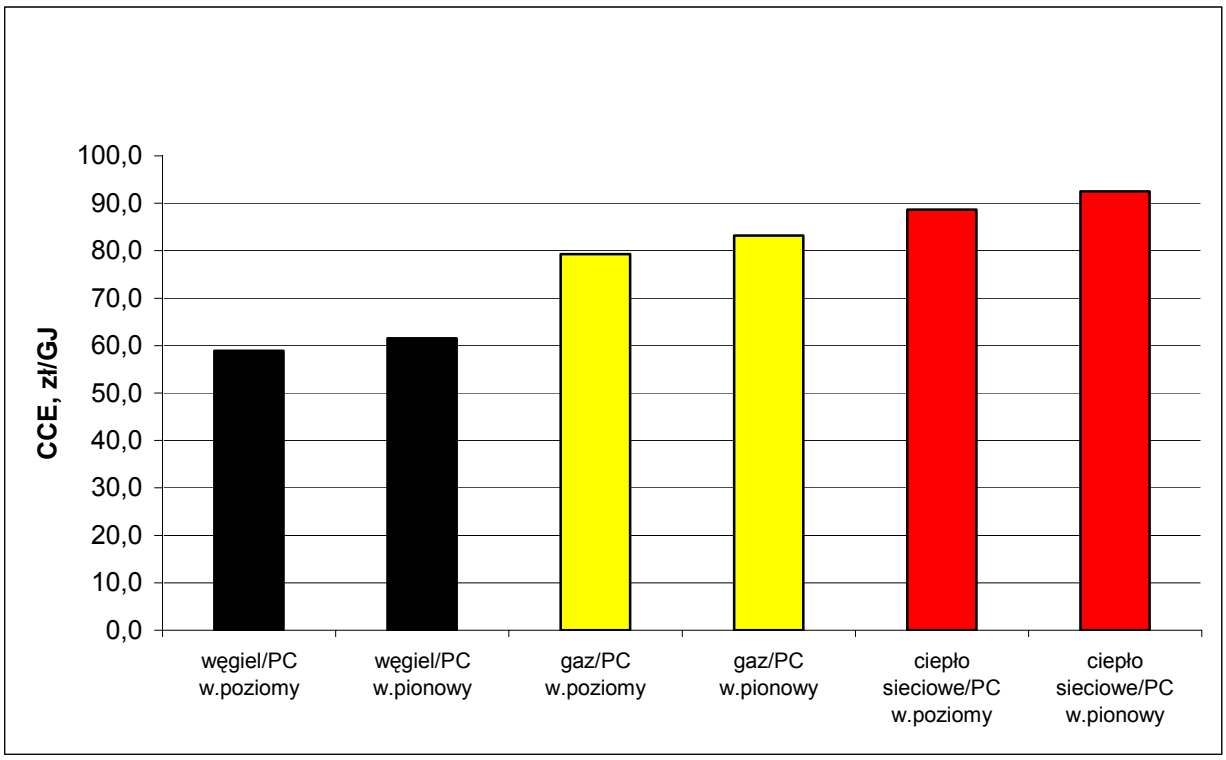
to w rachunku inwestora nie wystąpi znacząca poprawa opłacalności zastosowania ciepła z uwagi na wysokie nakłady inwestycyjne rzędu 52750 – 59000zł. W nakładach inwestycyjnych zawarte są również koszty koniecznego zainstalowania w istniejącym budynku nowego, niskotemperaturowego systemu grzewczego.

Nie oznacza to, że atrakcyjność ekonomiczna zastosowania pomp ciepła musi utrzymywać się w dłuższym okresie czasu. Wykonane analizy wrażliwości (stan bazowy, koszty początkowe) wskazują, że zastosowanie pomp ciepła w istniejących budynkach stają się opłacalne, wtedy gdy:

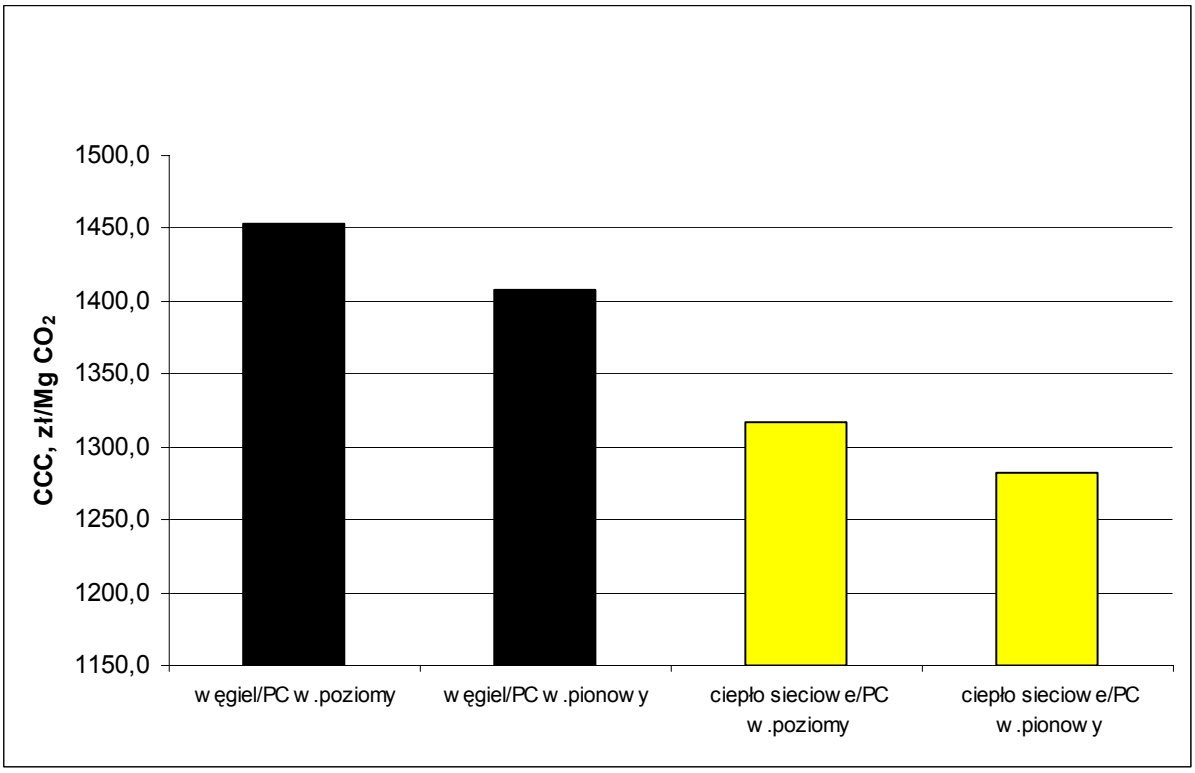
- kocioł węglowy na pompę ciepła – ceny węgla wzrosną o 50%, a nakłady inwestycyjne zmaleją (lub nastąpi dopłata) o 25%,
- ciepłą sieciowego na pompę ciepła – ceny ciepła wzrosną o 25%, a nakłady inwestycyjne zmaleją (lub nastąpi dopłata) o 25%.

Budynek istniejący, docieplony (wariant II)

Jednostkowe koszty zaoszczędzenia energii CCE i redukcji emisji CO_2 CCC są jeszcze wyższe – Rys. 4.1.9. i Rys. 4.1.10.



Rys. 4.1.9. Zastąpienie istniejącego źródła (budynek docieplony) pompą ciepła z nową instalacją c.o. niskotemperaturową

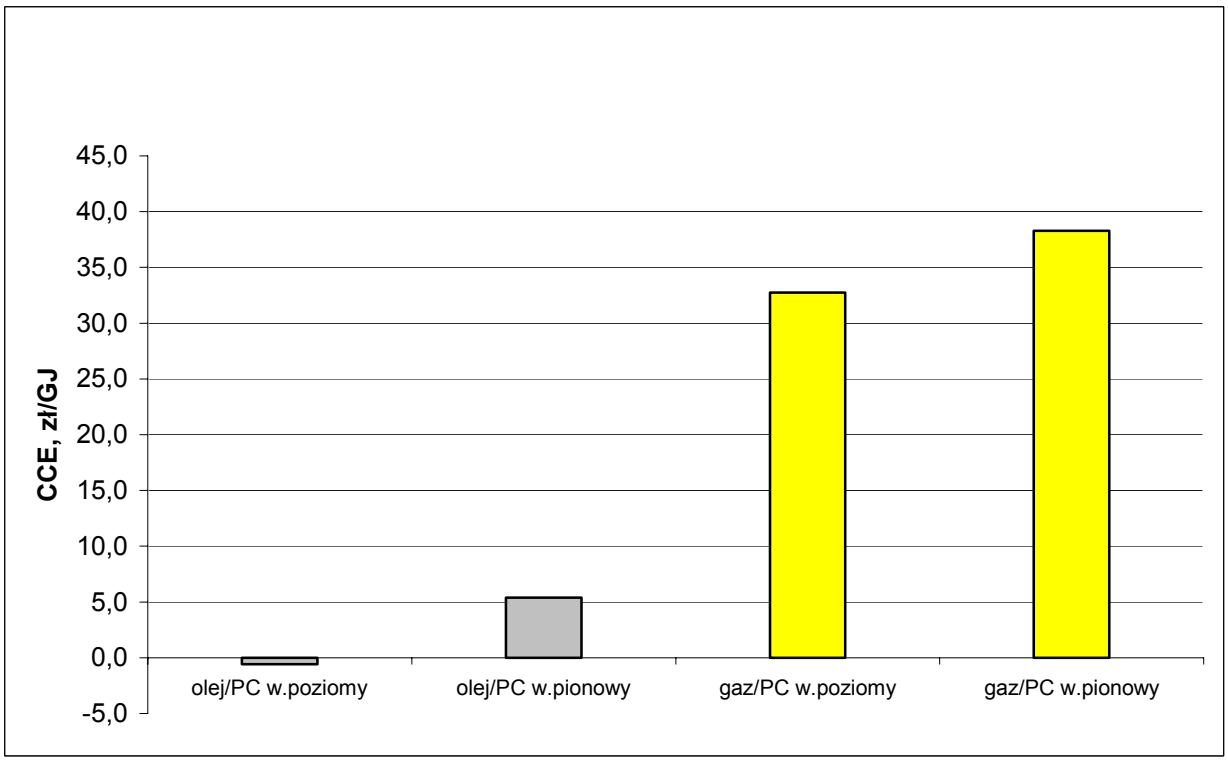


Rys.4.1.10. Zastąpienie istniejącego źródła (budynek docieplony) pompą ciepła z nową instalacją c.o. niskotemperaturową

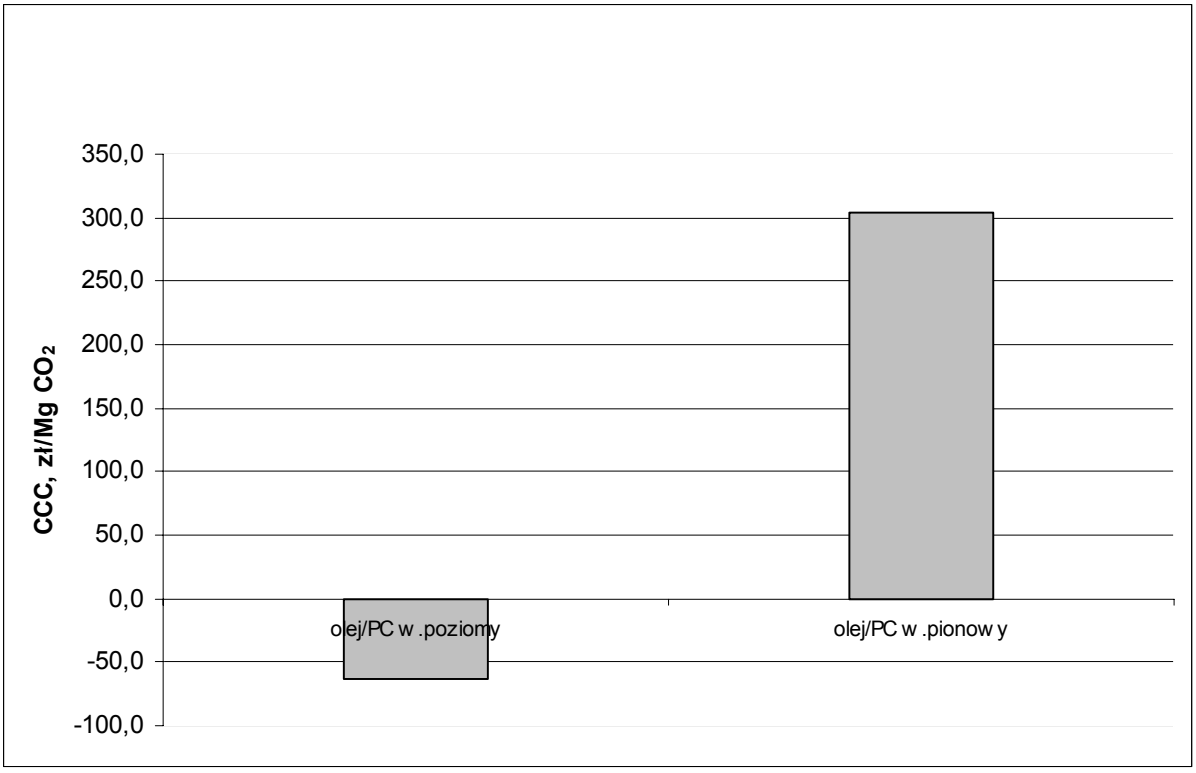
Opłacalność zastosowania pompy ciepła zamiast kotła węglowego, kotła gazowego i zasilania ciepłem sieciowym jest jeszcze gorsza. Wynika to stąd, że wprawdzie nakłady na pompę ciepła o mniejszej mocy maleją, ale jeszcze więcej spada zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie ocieplonego budynku, więc mniejsze są oszczędności energii i redukcji CO_2. Odpowiednio mniejsze są wartości redukcji CO_2 w okresie 10 lat eksploatacji pompy ciepła.

Budynek nowy (wariant III)

W nowych budynkach inwestor ma na początku możliwość wyboru źródła ciepła, więc w analizie jako nakłady wzięto koszty inwestycyjne różnicowe oraz oszczędność energii i redukcji CO_2 z różnicy porównywalnych opcji ogrzewania budynku.
Jednostkowe koszty zaoszczędzonej energii CCE w przypadku zastosowania pompy ciepła zamiast kotła olejowego wskazują na to, że pompa ciepła może być opcją opłacalną, bowiem dla pompy z wymiennikiem poziomym CCE = -0,6 zł/GJ (czyli oszczędzamy pieniądze) lub dla pompy z wymiennikiem pionowym CCE = 5,4 zł/GJ (niewielki wzrost kosztów w okresie eksploatacji.



Rys. 4.1.11. Porównanie alternatywnych źródeł ciepła (budynek nowy)



Rys. 4.1.12. Porównanie alternatywnych źródeł ciepła (budynek nowy)

W przypadku alternatywy – pompa ciepła zamiast kotła gazowego redukcja CO_2 nie występuje. Zastosowanie pompy ciepła zamiast kotła gazowego jest nieopłacalna dla inwestora CCE = 32,7 – 38,3 zł/GJ (Rys. 4.1.11.)

Analiza wrażliwości tego podwariantu wskazuje, w jakich warunkach zmiany cen gazu i inwestycyjnych nakładów (koszty paliwa – stan bazowy, koszty początkowe) lub w jakich warunkach zmian cen energii elektrycznej do napędu pompy ciepła i nakładów inwestycyjnych (koszty paliwa – stan planowany) lub w jakich warunkach zmian cen gazu i energii elektrycznej (koszty paliwa – stan bazowy, koszty paliwa – stan planowany) opcja pompy ciepła może być opłacalna w stosunku do kotła gazowego (NPV > 0).
Gdyby stosować zasadę wykupu redukcji emisji CO_2 w nowych budynkach przez 10 lat w cenie 40 zł/t CO_2, to bodziec taki dla inwestora/właściciela budynku byłby niewielki: np. 120 - 240 zł dla pompy ciepła zamiast kotła olejowego.
Nieco lepiej wygląda opcja zastosowania pomp ciepła zamiast kotła węglowego, jeżeli uwzględni się, że dodatkowy bodziec mógłby wynikać z korzyści realizacji tej opcji w obszarach złej jakości powietrza. Uniknięte koszty redukcji lokalnych zanieczyszczeń w publicznych programach poprawy jakości powietrza (redukcja niskiej emisji) byłyby dodatkowym instrumentem wsparcia dla zastosowania pomp ciepła w tych obszarach. Należy jednak zwrócić uwagę na obiecujące pole zastosowań pomp ciepła w budynkach w których stosuje się lub przewiduje ogrzewanie budynków bezpośrednio energią elektryczną. Skala efektów ekonomicznych i klimatycznych (CO_2) jest w tym przypadku znacząca.

4.1.2.2. Bariery

(1) Zastosowanie pomp ciepła w istniejących i nowych budynkach trafia na barierę stosunkowo wysokiego kosztu początkowego/nakładów inwestycyjnych, który w stosunku do konwencjonalnego źródła ciepła jak kocioł gazowy, jest około 10 razy wyższy. Dodatkowym kosztem dla właściciela istniejącego budynku jest konieczność zmiany wewnętrznej instalacji grzewczej z wysokotemperaturowej (90/70^{o}C) na niskotemperaturową (50/30^{o}C).
(2) W warunkach istniejących cen pompy ciepła i energii (węgiel, gaz, ciepło sieciowe, olej energia elektryczna) zastosowanie pomp ciepła w istniejącym stanie budynków i w budynkach docieplonych zamiast konwencjonalnych kotłów grzewczych jest nieopłacalne. Również dla państwa/funduszy wsparcia skala efektów redukcji CO_2 jest stosunkowo niska, w stosunku do innych możliwych przedsięwzięć (wysoka emisyjność energii elektrycznej zużywanej do napędu pomp ciepła).

4.1.2.3. Rekomendacje

(1) Istnieją jednakże pola gdzie zastosowanie pomp ciepła może być technicznie i ekonomicznie uzasadniona opcją. Są to:
   - nowe budynki lub istniejące budynki ogrzewane energia elektryczną, które mają dostęp tylko do energii elektrycznej, gdzie brak dostępu do innych sieciowych nośników energii (gaz ziemny, ciepło sieciowe),
   - tam gdzie w obszarach przekracza się dopuszczalne emisje zanieczyszczeń powietrza (przede wszystkim pył, SO_2, NOx, benzeny i inne) konieczne jest eliminowanie bezpośredniego spalania węgla, a właściciele budynków skłaniają się do zastosowania pomp ciepła,

- w obszarach gdzie rozwijane są rozproszone źródła energii np. produkcja energii elektrycznej z biogazu, elektrownie wiatrowe średniej i małej mocy i emisyjność (CO_2) energii elektrycznej wybitnie maleje,
- w budynkach, gdzie właściciele potencjalnie zainteresowani są tworzeniem domowych, innowacyjnych systemów energetycznych: ogniwa fotowoltaiczne, domowe wiatraki, magazynowanie energii, pompy ciepła i przekształcenia się z konsumenta na prosumenta energii (sprzedawcy netto energii elektrycznej do sieci).

(2) Wprowadzić zachęty przez fundusze wsparcia, głównie WFOŚiGW, jak dofinansowanie (dotacje, niskooprocentowane pożyczki) do pomp ciepła odpowiednio do wykupu redukcji CO_2 przez 10 lat w wysokości 10 – 20 Euro/Mg CO_2 (40 – 80 zł/Mg CO_2) tam, gdzie:
- właściciel istniejącego budynku decyduje się na zmianę ogrzewania elektrycznego na ogrzewanie z zastosowaniem pompy ciepła,
- w nowych budynkach, gdzie alternatywą do ogrzewania kotłami węglowymi, olejowymi i gazem ciekłym – w obszarach braku dostępu do sieci gazu ziemnego – jest zastosowanie pomp ciepła,
- w obszarach rozwiniętej rozproszonej energetyki, opartej w znaczącym stopniu na wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych, gdzie istnieją nadwyżki wytwarzania energii elektrycznej.

(3) Wspierać demonstracyjne i pilotowe projekty tworzenia punktowych samowystarczalnych energetycznie prosumenckich systemów energetycznych przy budynkach jednorodzinnych. Wysokość wsparcia ustalić na poziomie zachęty odejścia od alternatywnego systemu konwencjonalnego – kotły grzewcze i potrzebie doprowadzenia budynków do stanu niskoenergetycznego. Wykorzystać projekty demonstracyjne i pilotowe do badań i ocen zastosowania w praktyce innowacyjnych technologii przez monitorowanie efektów w eksploatacji.

(4) Wprowadzić doradztwo dla potencjalnych inwestorów pomp ciepła i innych technologii innowacyjnych, którzy aplikują wnioski o dofinansowanie do funduszy wsparcia, w formie sfinansowania niezależnych audytów i ekspertyz weryfikujących projektowe rozwiązania.

4.2. Kolektory słoneczne

4.2.1. Analiza

(1) Podstawowe założenia i dane:
- budynek wyposażony jest w system centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej,
- zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania – 9,36 GJ/rok,
- dobowe zapotrzebowanie na cwu – 240 l o temperaturze 55^{o}C,
- rozpatrywano 3 warianty:
  - √ wariant 1 – co – węgiel, cwu – energia elektryczna,
  - √ wariant 2 – co i cwu – gaz ziemny,
  - √ wariant 3 – co i cwu – ciepło sieciowe,
- wyżej wymienione sposoby ogrzewania i przygotowania cwu będą uzupełniane kolektorami słonecznymi produkcji firmy „Watt", model 3000 SU,
- powierzchnia 2. kolektorów – 3,77 m^2,
- moc 2,59 kW,
- straty – 5%,
- pojemność zasobnika ciepłej wody – 200 l,

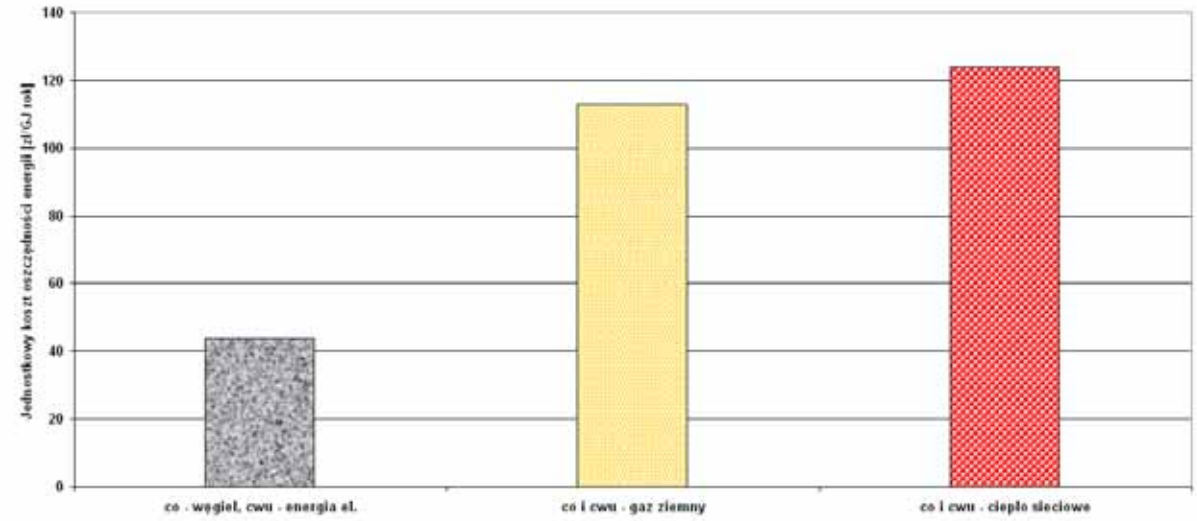
- udział ciepła z kolektorów – 43%,
- cena brutto energii elektrycznej – 0,52 zł/kWh,
- finansowanie inwestycji: 20% kapitał własny, 80% kredyt na 15%/rok,

(2) Wyniki analiz

Obliczenia efektywności zastosowania kolektorów słonecznych w istniejącym budynku jednorodzinnym przeprowadzono przy pomocy programu obliczeniowego RETScreen International. Szczegółowe wyniki obliczeń przedstawiono w załączeniu: wariant I – załącznik nr 5a, wariant II – załącznik 5b, wariant III – załącznik nr 5c.

Jednostkowy koszt zaoszczędzenia energii konwencjonalnej/zastąpienia energią odnawialną

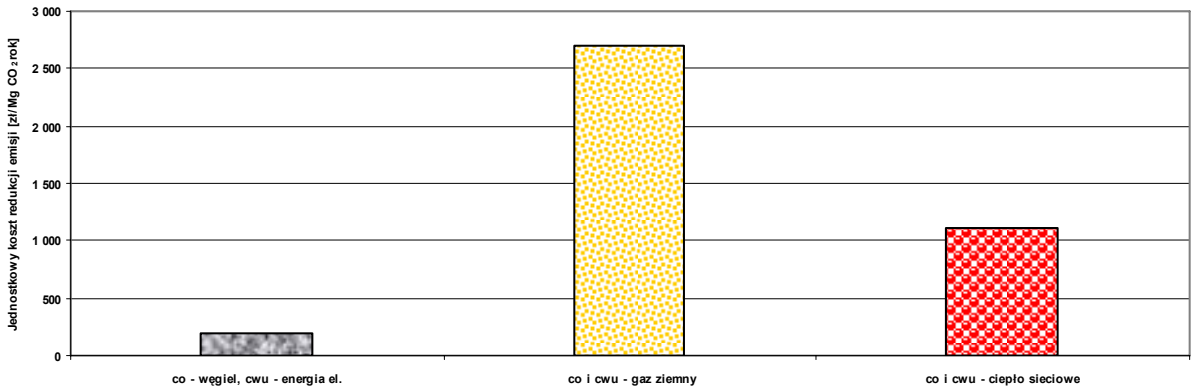
Jednostkowe koszty zastąpienia energii konwencjonalnej wskazują na nieopłacalność tej opcji we wszystkich wariantach wyjściowych I do III, bo CCE wynosi od 44 zł/GJ dla zastąpienia energii elektrycznej w bojlerze do 124 zł/GJ dla zmniejszenia zużycia ciepła sieciowego.



Rys. 4.2.1. Jednostkowy koszt oszczędności energii CCE dla kolektorów słonecznych zastępujących różne nośniki energii

Jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2

We wszystkich wariantach zastosowanie kolektorów słonecznych daje dodatnie wartości emisji jednostkowego kosztu redukcji emisji CO_2 (CCC dodatnie) – Rys. 4.2.2. Najmniejsze wartości CCC występują w wariancie I, to znaczy zastąpienia przygotowania ciepłej wody w bojlerze elektrycznym ciepłem z kolektorów słonecznych CCC = 189 zł/Mg CO_2rok. Ten wariant winien być rekomendowany w pierwszym rzędzie inwestorom i promowany przez fundusze wsparcia.



Rys. 4.2.2. Jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2 CCC dla kolektorów słonecznych zastępujących różne nośniki energii

4.2.2. Bariery

(1) Podstawową barierą jest duży koszt początkowy zakupu kolektorów słonecznych i ich zainstalowania. Kolektory słoneczne nie wypierają drugiego źródła ciepła, np. bojlerów elektrycznych, bowiem w okresach słabego nasłonecznienia (np. w zimie) przygotowanie ciepłej wody przejmuje bojler elektryczny, kocioł gazowy, ciepło sieciowe. Jest to więc duży koszt dodatkowy.
(2) Obecne ceny energii nie czynią opcji wykorzystania energii odnawialnej w kolektorach słonecznych opłacalną
(3) W praktyce często współpraca kolektorów słonecznych z systemami ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody jest źle zaprojektowana. To powoduje, że efekty energetyczne i ekonomiczne są mniejsze od zakładanych, co jeszcze bardziej pogarsza opłacalność stosowania kolektorów słonecznych.

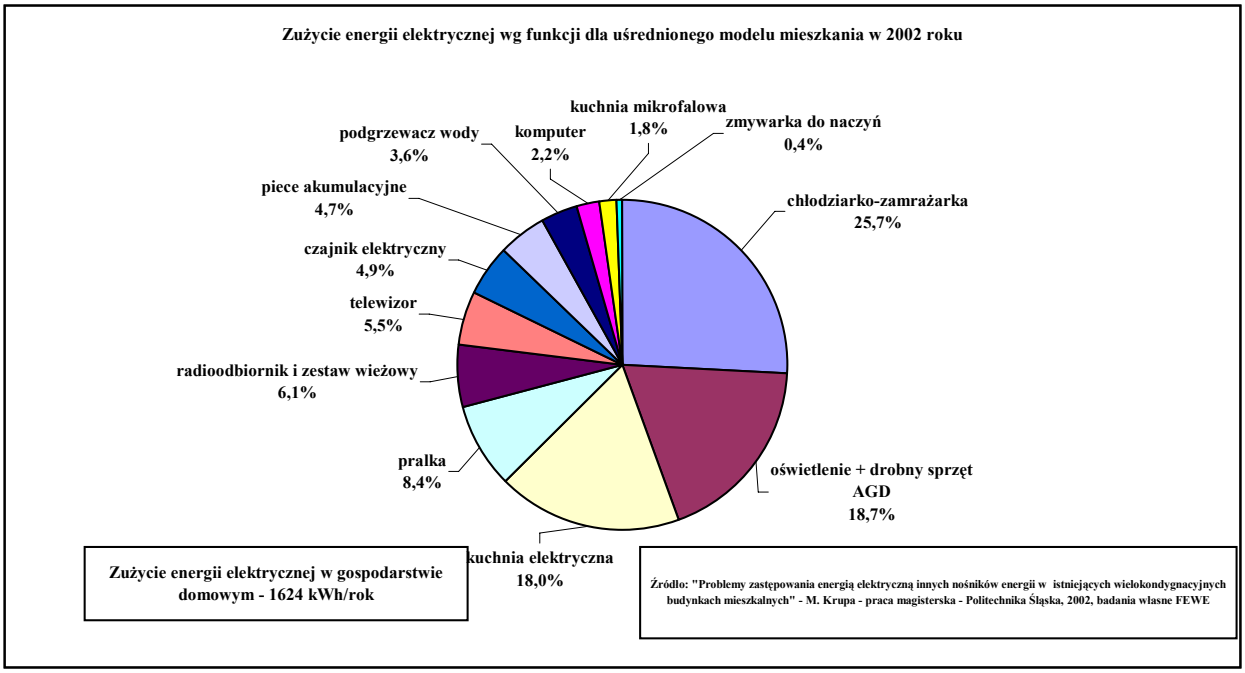
4.2.3. Rekomendacje

(3) W 2010 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki uruchomił instrument wsparcia (45% dotacja) dla inwestorów instalujących kolektory słoneczne, obsługiwany przez banki. Potrzebne jest monitorowanie efektów zastępowania energii konwencjonalnej odnawialną i kosztów po jakich państwo/NFOŚiGW wykupuje efekt redukcji CO_2 i wzrostu wykorzystania energii odnawialnej. Do tego należy przygotować plan pomiarów i dokonać pomiary w losowo wybranych 3 – 5 obiektach.
(4) Dla zwiększenia efektywności wykorzystania instrumentu wsparcia NFOŚiGW powinien opracować szczegółowe wytyczne doboru i współpracy kolektorów słonecznych z systemami energetycznymi budynku. Równocześnie wielkość dotacji winna być zróżnicowana w zależności od efektu zastąpienia energii konwencjonalnej i redukcji emisji CO_2.

4.3. Sprzęt – artykuły gospodarstwa domowego

4.3.1. Analiza

W analizach wyróżniono chłodziarki-zamrażarki, pralki, reprezentujące największy udział w zużyciu energii końcowej w gospodarstwach domowych, to jest ok. 36%



Rys. 4.3.1.

Chłodziarko-zamrażarki

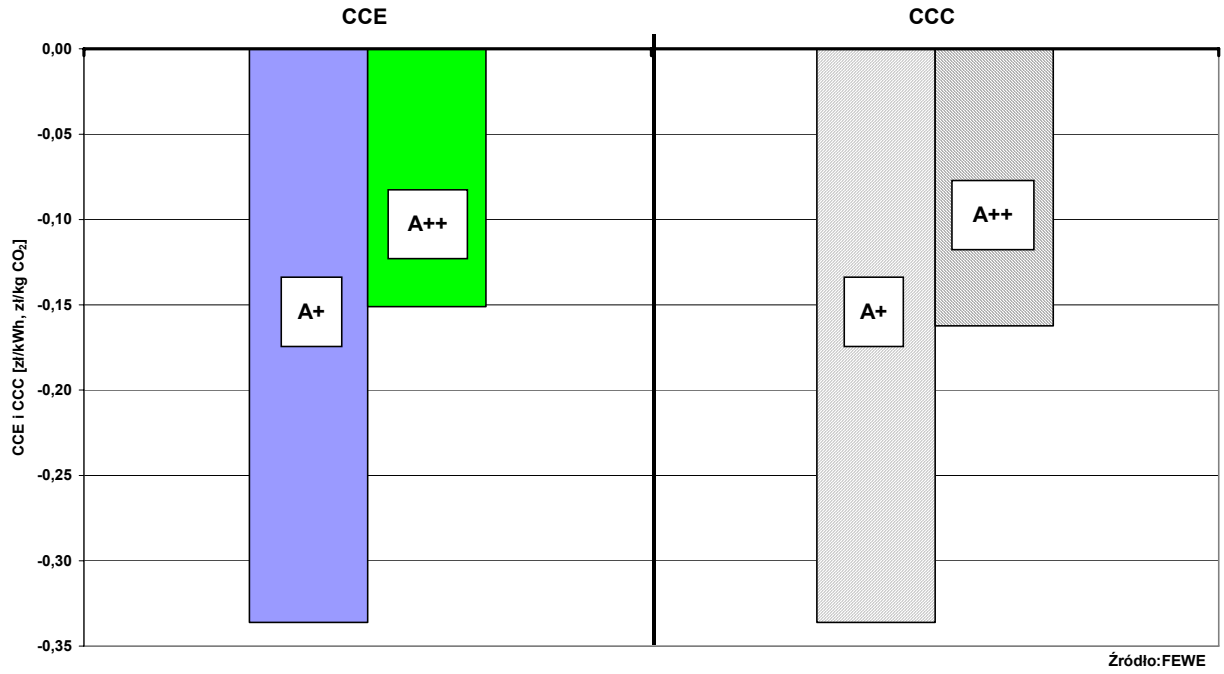
Podstawowe założenia i dane:

- w budynku istnieje jedna chłodziarko-zamrażarka o pojemności 200 l,
- okres pracy chłodziarko-zamrażarki 15 lat lub 10 lat,
- roczne zużycie energii elektrycznej: 15-letniej 702 kWh/rok, 10-letniej 551 kWh/rok,
- cena energii elektrycznej brutto 0,52 zł/kWh,
- opcje efektywnościowe:
  - √ zastąpienie zużytej 15-letniej na chłodziarko-zamrażarkę klasy A+ lub A++ zamiast A o tej samej pojemności,
  - √ dalsza eksploatacja 10-letniej i 15-letniej przez następne 10 lat a potem zakup nowej klasy A lub A+, A++ o tej samej pojemności lub od razu zakup nowej,
- roczne zużycie nowych chłodziarko-zamrażarek:
  - √ klasa A 278 kWh/r
  - √ klasa A+ 221 kWh/r
  - √ klasa A++ 164 kWh/r
- cena zakupu (2010r) nowych chłodziarko-zamrażarek:
  - √ klasa A 1018 zł
  - √ klasa A+ 1103 zł
  - √ klasa A++ 1237 zł

Uwaga:
Zużycie energii i ceny nowych chłodziarko-zamrażarek przyjęto jako średnie z występujących na rynku, o podobnych parametrach użytkowych.

a) Zastąpienie zużytej 15 letniej nową klasy A+, A++ zamiast A.

Efektywność ekonomiczna oszczędności energii i redukcji emisji CO_2



Rys. 4.3.2. Koszt zaoszczędzonej energii CCE i koszt redukcji emisji CO_2 CCC przy zakupie nowej chłodziarko-zamrażarki w klasie energetycznej A+ lub A++ zamiast A

Ujemne wartości jednostkowego kosztu zaoszczędzenia energii elektrycznej i redukcji emisji CO_2 wskazują, że mimo droższego zakupu chłodziarko-zamrażarki klasy A+ lub A++, koszty w całym cyklu żywotności (20 lat) są niższe, niż w przypadku kupna chłodziarko-zamrażarki klasy A. Ale nabywca musi o tym wiedzieć, a jeszcze lepiej gdyby określona dopłata do najbardziej energooszczędnych, klasy A+, większa do klasy A++, zwróciła by mu na to uwagę.
Przyjmując, że dopłata byłaby skorelowana z wykupem redukcji emisji CO_2 przez 10 lat (do 2020r) przez określony fundusz wsparcia w wysokości tylko 10 Euro/$MgCO_2$ (40 zł/$MgCO_2$), to przy zaoszczędzonej energii elektrycznej przez 10 lat z tego powodu redukcja emisji CO_2 w tym czasie wynosi:

√ A → A+ 530 kg/CO_2
√ A → A++ 1790 kg/CO_2

a wartość unikniętej emisji/dopłaty do chłodziarko-zamrażarki wynosiłaby

√ A → A+ 21,2 zł
√ A → A++ 71,6 zł

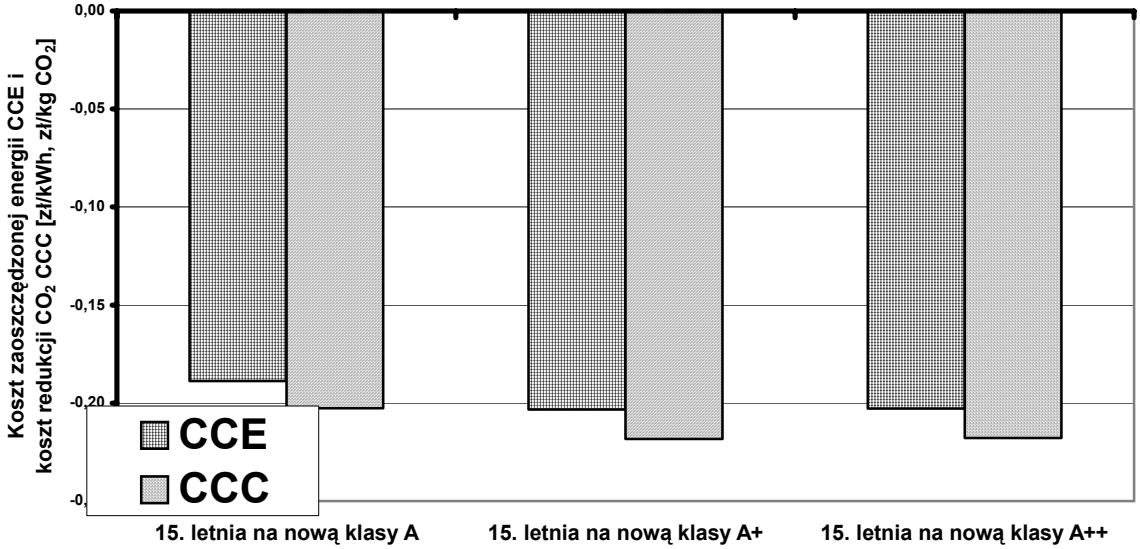
b) Dalsza eksploatacja 10-letniej i 15-letniej chłodziarko-zamrażarki przez następne 10 lat lub od razu zakup nowej klasy A lub A+ lub A++

10-letnia chłodziarko-zamrażarka
Efektywność ekonomiczna oszczędności energii (CCE) i redukcji emisji CO_2 (CCC)

Rys. 4.3.3. Dalsza eksploatacja przez 10 lat chłodziarko-zamrażarki użytkowanej już 10 lat lub od razu zakup nowej

Mimo obciążenia rachunku w cyklu żywotności pełnym kosztem zakupu nowej chłodziarki po 10 latach (połowa cyklu żywotności nowej chłodziarki – następne 10 lat) zakup nowej we wszystkich klasach A, A+, A++ zamiast eksploatacji starej prowadzi do opłacalnych opcji zarówno dla użytkownika energii jak i celów polityki państwa – ujemne wartości CCE i CCC.

15-letnia chłodziarko-zamrażarka
Efektywność ekonomiczna oszczędności energii (CCE) i redukcji CO_2 (CCC)



Rys. 4.3.4. Dalsza eksploatacja przez 10 lat chłodziarko-zamrażarki użytkowanej już 15 lat lub od razu zakup nowej

Opłacalność wcześniejszej wymiany 15-letniej chłodziarki na nową, zamiast dalszej (10-letniej) eksploatacji istniejącej jest jeszcze większa niż 10-letniej, z uwagi na wyższe zużycie energii w 15-letniej.
Przy wcześniejszej wymianie istniejącej (10-letniej lub 15-letniej) na nową można by zastosować te same bodźce finansowe jak w zakupie nowej – punkt a.
Efekty i wartość wcześniejszej wymiany istniejącej (10- lub 15-letniej) chłodziarko-zamrażarki przedstawiono w tabeli 4.3.1.

Tabela 4.3.1.

LP	Wiek istniejącej chłodziarko-zamrażarki	Zamiana na nową klasę	Efekty i wartość (10 Euro/$MgCO_2$) uniknięte emisji przez 10 lat		
			Zaoszczędzona energia elektryczna	Redukcja CO_2	Wartość
			kWh	Mg	zł
1	10-letnia	A	2730	2,54	101,6
		A+	3300	3,07	122,8
		A++	5510	3,60	144,0
2	15-letnia	A	4240	3,95	158,0
		A+	4800	4,47	178,0
		A++	5380	5,00	200,0

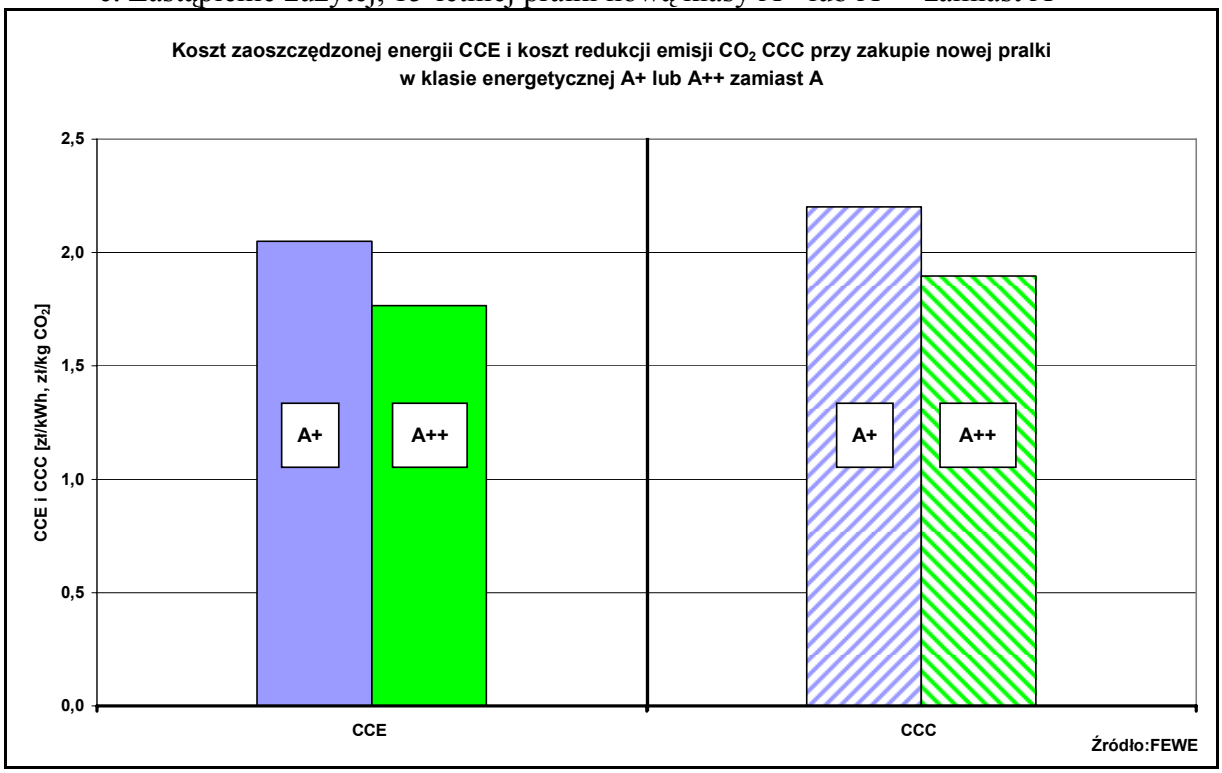
Pralki

Podstawowe założenia i dane:

- w budynku jest jedna pralka automatyczna o maksymalnym ładunku prania – 6 kg,
- pralka jest technicznie zużyta; okres pracy pralki wynosi 15 lat lub 10 lat,
- pralka jest wykorzystywana 104 razy w roku,
- wskaźnik zużycia energii elektrycznej na 1 cykl prania w wodzie o temperaturze 60^{o}C dla pralki 15-letniej – 1,28 kWh, dla 10-letniej – 1,2 kWh,
- cena brutto energii elektrycznej, jak poprzednio – 0,52 zł/kWh,
- wskaźnik zużycia wody na cykl dla pralki 15-letniej – 50 l, dla 10-letniej – 48 l,
- opcje efektywnościowe:
  - ✓ zastąpienie zużytej pralki 15-letniej pralką o klasie energetycznej A+ lub A++ o tym samym ładunku zamiast A,
  - ✓ dalsza eksploatacja 10-letniej lub 15 letniej pralki przez następne 10 lat a potem zakupienie nowej klasy energetycznej A lub A+ lub A++,
- wskaźnik zużycia energii elektrycznej nowych pralek na 1 cykl prania w wodzie o temperaturze 60^{o}C:
  - ✓ klasa A 1,19 kWh,
  - ✓ klasa A+ 0,96 kWh,
  - ✓ klasa A++ 0,86 kWh,
- wskaźnik zużycia wody na cykl dla pralki:
  - ✓ klasa A 46,63 kWh,
  - ✓ klasa A+ 46,0 kWh,
  - ✓ klasa A++ 43,5 kWh,
- koszt zakupu (2010 r.) nowych pralek:
  - ✓ klasa A 971,90 zł,
  - ✓ klasa A+ 1433,52 zł,
  - ✓ klasa A++ 1546,57 zł,

Uwaga: zużycie energii elektrycznej i wody oraz ceny nowych pralek przyjęto jako średnie z występujących na rynku, o podobnych parametrach użytkowych.

c. Zastąpienie zużytej, 15-letniej pralki nową klasy A+ lub A++ zamiast A



Rysunek 4.3.5. Efektywność ekonomiczna oszczędności energii CCE i redukcji emisji CO2

Dodatnie wartości jednostkowego kosztu zaoszczędzenia energii elektrycznej i redukcji emisji CO_2 wskazują, że koszty w całym cyklu żywotności (15 lat) są wyższe, niż w przypadku zakupu pralki klasy A.
Ale określona dopłata do najbardziej energooszczędnych pralek klasy A+, większa do pralek klasy A++ zachęcić może kupującego do zakupu pralki energooszczędnej.
Przyjmując, podobnie jak w przypadku chłodziarko-zamrażarki, że dopłata byłaby skorelowana z wykupem przez 10 lat, tj. do 2020 roku, przez określony fundusz wsparcia w wysokości tylko 10 Euro/Mg CO_2 (40 zł/ Mg CO_2) to przy zaoszczędzonej energii elektrycznej przez 10 lat z tego powodu redukcja emisji CO_2 wyniesie w tym czasie:

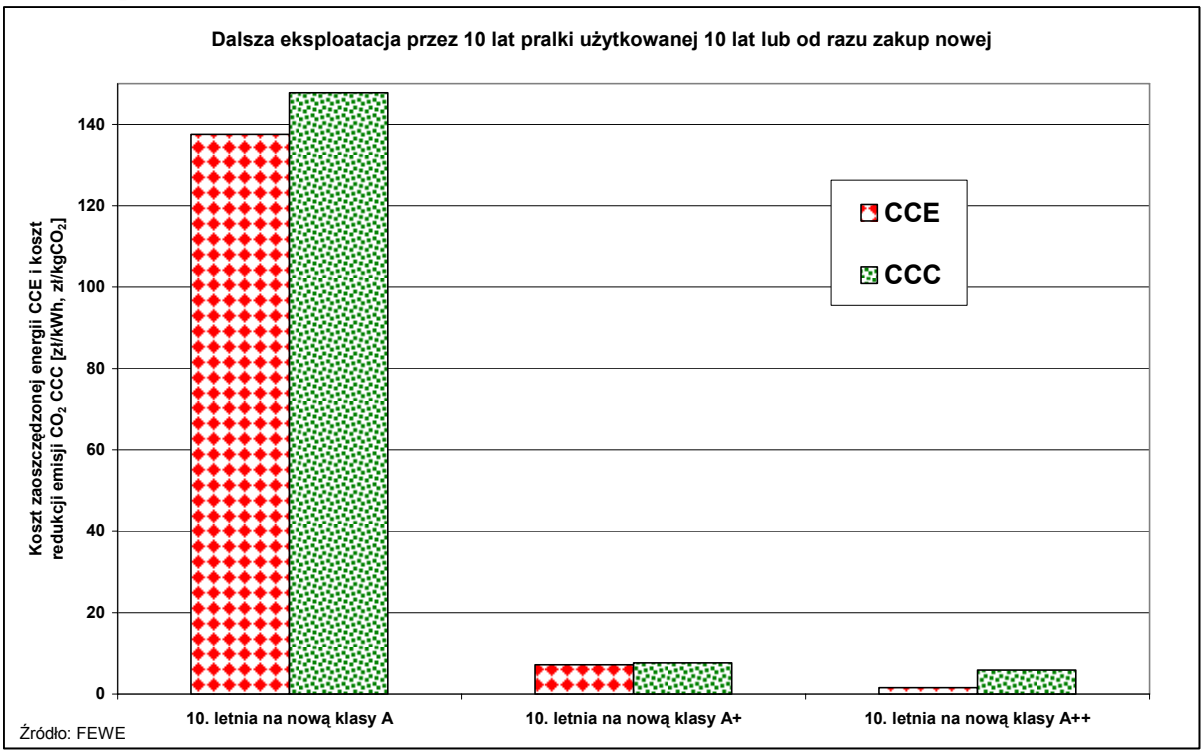
- A ⟶ A+ 230 kg CO_2
- A ⟶ A++ 320 kg CO_2

a wartość unikniętej emisji/dopłaty do pralki wynosiłaby minimum:

- A ⟶ A+ 9,20 zł
- A ⟶ A++ 12,80 zł

d. Dalsza eksploatacja 10-letniej lub 15-letniej pralki przez 10 lat lub od razu zakup nowej klasy A lub A+ lub A++

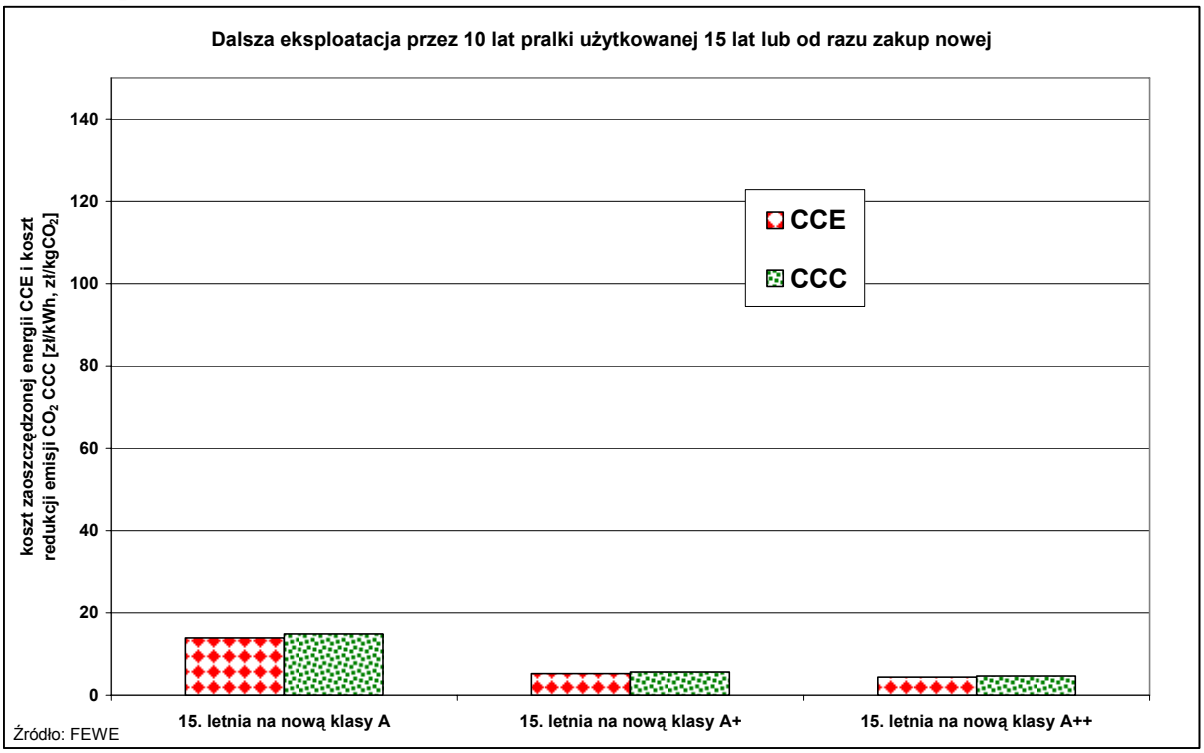
10-letnia pralka



Rysunek 4.3.6. Efektywność ekonomiczna oszczędności energii CCE i redukcji emisji CO_2 CCC

Jeżeli obciąży się rachunki w cyklu żywotności pełnym kosztem zakupu nowej pralki po 10. latach (połowa cyklu żywotności nowej pralki – następne 10 lat), to zakup nowej we wszystkich klasach, tj. A, A+, A++ zamiast eksploatacji starej, daje mniej zachęcający wynik niż w przypadku chłodziarko-zamrażarki. Koszty zaoszczędzonej energii i redukcji emisji CO_2 mają wartości dodatnie. Efektywność ekonomiczna jest szczególnie niekorzystna dla zastąpienia pralki 10-letniej pralką w klasie A ponieważ zużycie energii elektrycznej na 1 cykl prania niewiele się różni (1,2 kWh i 1,19 kWh).

15-letnia pralka



Rysunek 4.3.7. Efektywność ekonomiczna oszczędności energii CCE i redukcji emisji CO_2 CCC

Podobnie kształtuje się efektywność ekonomiczna oszczędności energii i redukcji emisji CO_2 w przypadku pralki 15. letniej.

Przy wcześniejszej wymianie pralki 10 lub 15 letniej na nową można zastosować te same bodźce finansowe jak przy zakupie nowej (punkty a i c). Efekty i wartość uniknięte emisji przez 10 lat dla takiej wymiany pralki zestawiono w tabeli 4.3.2.

Tabela 4.3.2.

LP.	Wiek istniejącej pralki	Zamiana na nową klasy	Zaoszczędzona energia el., uniknięta emisja CO_2 i jej wartość (10 Euro/MgCO_2) przez 10 lat		
			zaoszczędzona energia el.	redukcja CO_2	wartość
			kWh	Mg	zł
1.	10 letnia	A	10	0,09	3,6
		A+	257	0,24	9,6
		A++	356	0,33	13,28
2.	15 letnia	A	930	0,09	3,44
		A+	341	0,32	12,68
		A++	440	0,41	16,36

4.3.2. Bariery

1) Obecny system etykietowania jakości energetycznej większości artykułów gospodarstwa domowego nie odpowiada postępowi technologicznemu i jakości urządzeń spotykanych na rynku. Obecna etykieta zaczyna się od klasy A i kończy na najgorszej klasie G. Natomiast na rynku coraz powszechniejszy jest sprzęt agd w klasie A+ oraz A++. Z końcem grudnia 2010 r. w Unii Europejskiej został wprowadzony nowy wzór etykiet, które pozwalają na zastosowanie klas A+, A++ i A+++. Od grudnia 2011 roku ten wzór etykiety będzie obowiązkowy dla chłodnictwa, pralek, zmywarek oraz telewizorów.
2) Brak wiedzy nabywców i dostępu (lub rozpowszechnienia informacji – www.topten.info.pl) do informacji o możliwościach i korzyściach z zakupu sprzętu agd o wysokiej jakości energetycznej. Sprzedawcy dużych sieci handlowych nie są wyszkoleni albo mają inną strategię firmy odnośnie sprzedaży sprzętu. Najczęściej stosowane są promocje sprzętu zalegającego długo magazyny. Nie ma jednoznacznej korelacji między sprzętem o wyższej jakości energetycznej a wyższą ceną. Często o cenie decydują inne funkcje użytkowe sprzętu. CECED Polska prowadzi obecnie kampanię informacyjną dla sprzedawców agd o nowych etykietach (www.NowaEtykieta-Energetyczna.pl).
3) Brak jest wsparcia (dopłaty, ulgi podatkowe i inne) stosowanego przy zakupie sprzętu wysokiej jakości energetycznej. Samo wsparcie nie będzie tylko zwiększeniem opłacalności zakupu sprzętu wysokiej jakości energetycznej dla nabywcy, ale również informacją kierującą uwagę nabywców na ten rodzaj sprzętu agd.
4) Okres użytkowania sprzętu agd jest stosunkowo długi (20 lat i więcej), natomiast postęp technologiczny sprawił, że np. nowe wysokoefektywne chłodziarki i zamrażarki mają ponad dwukrotnie mniejsze zużycie energii od tych 15- – 20- letnich. Przeszkodami, szczególnie dla gospodarstw emerytów i nisko uposażonych, jest zebranie pieniędzy na zakup nowego sprzętu i brak wiedzy, że dodatkowy wydatek na nowy sprzęt jest mniejszy niż suma oszczędności ze zmniejszonego zużycia energii elektrycznej w okresie nawet tylko 5 – 10 letniej eksploatacji.
5) Brak jest systemu kontroli jakości energetycznej sprzętu agd i innych urządzeń powszechnego użytku zużywających energię znajdujących się na rynku. Nawet wśród samych producentów sprzętu i urządzeń powstają wątpliwości na ile te znajdujące się na rynku produkty mają tę samą jakość energetyczną jaka jest przedstawiana w danych technicznych i etykietach energetycznych.

4.3.3. Rekomendacje

1) Wprowadzić w 2011 roku w drodze rozporządzenia nowy wzór dla etykiety jakości energetycznej według przepisów Komisji Unii Europejskiej, wprowadzających do etykiety klasy A+, A++, A+++. Dotyczy to telewizorów, chłodziarek i zamrażarek, zmywarek i pralek. Tam gdzie dla danego rodzaju sprzętu nie występują klasy gorsze od C (D, E, F, G) winno się te klasy usunąć z etykiety.
2) Wprowadzić ciągły system informacji i edukacji o oznaczeniach i dostępności na rynku sprzętu o wysokiej jakości energetycznej przez:
   - periodyczne kampanie informacyjne na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym,
   - zagwarantowanie środków i prowadzenie krajowego portalu edukacyjno-informacyjnego odnośnie efektywności urządzeń i sprzętu powszechnego użytku, użytkujących energię, w tym sprzętu agd. Może to być krajowa kontynuacja projektu IEE Eurotopten (www.topten.info.pl),

- zobowiązanie – w ramach dobrych praktyk – wszystkich sprzedawców, w tym duże sieci handlowe i sklepy internetowe, do udostępnienia informacji o jakości energetycznej sprzętu agd w formie prezentacji klasy jakości energetycznej na każdej ulotce reklamowej, benchmarkingu efektywności energetycznej dla każdego rodzaju sprzętu agd na sklepowych portalach. Rozwinąć system wyróżniania sprzedawców przyznaniem nazwy „przyjazny dla energii i klimatu".

3) Wprowadzić system zachęt dla nabywców sprzętu agd o wysokiej jakości energetycznej. Rozpocząć od pilotowego projektu dopłaty do zakupu chłodziarko-zamrażarek (tam są największe oszczędności energii) w wysokości:
   - 100 zł dla klasy A+
   - 150 zł dla klasy A++
   - 200 zł dla klasy A+++

   w zależności od wielkości/pojemności chłodziarko-zamrażarek, dopłatą objęto by chłodziarko-zamrażarki o objętości do 300 litrów.

   Zakładając, że połowa nabywców skorzysta z tej dopłaty, to ogółem dopłata wyniesie na początku ok. 22 – 30 mln zł/rok a przy dalszym wzroście zakupów w klasie A+ i wyżej 80 – 105 mln zł/rok. Pokrycie tej dopłaty może pochodzić z Funduszu Zielonych Inwestycji (GIS) na zasadzie wykupu przez państwo efektów redukcji CO_2 w kwocie 10 – 20 Euro/MgCO_2 od tej grupy użytkowników energii. System dopłat może być uruchomiony:
   - albo/i przez system specjalnych kart bankowych (zielone zakupy),
   - albo/i przez bezpośrednie uruchomienie dopłaty przez sprzedawcę i refundowanie kosztów sprzedawcom na podstawie kopii faktur przez operatora funduszy GIS lub autoryzowane instytucje finansowe np. banki (BOŚ Bank).

4) Umożliwić – w procedurach Ustawy o efektywności energetycznej – udziału projektów/pakietów wymiany sprzętu agd na nowy o wysokiej jakości energetycznej w uproszczonym postępowaniu i standaryzowanym obliczaniu efektów (katalog sprzętu i jego efektywności energetycznej). Może to zachęcić sprzedawców energii (energii elektrycznej i gazu ziemnego) do oferowania nowego typu usług dla swoich klientów, jak również otworzyć nową niszę rynkową dla firm usługowych, na zasadzie sfinansowania zakupu, ratalnej spłaty i miesięcznych spłat łącznie z rachunkiem za energię, łącznie z recyklingiem odbieranego starego sprzętu.

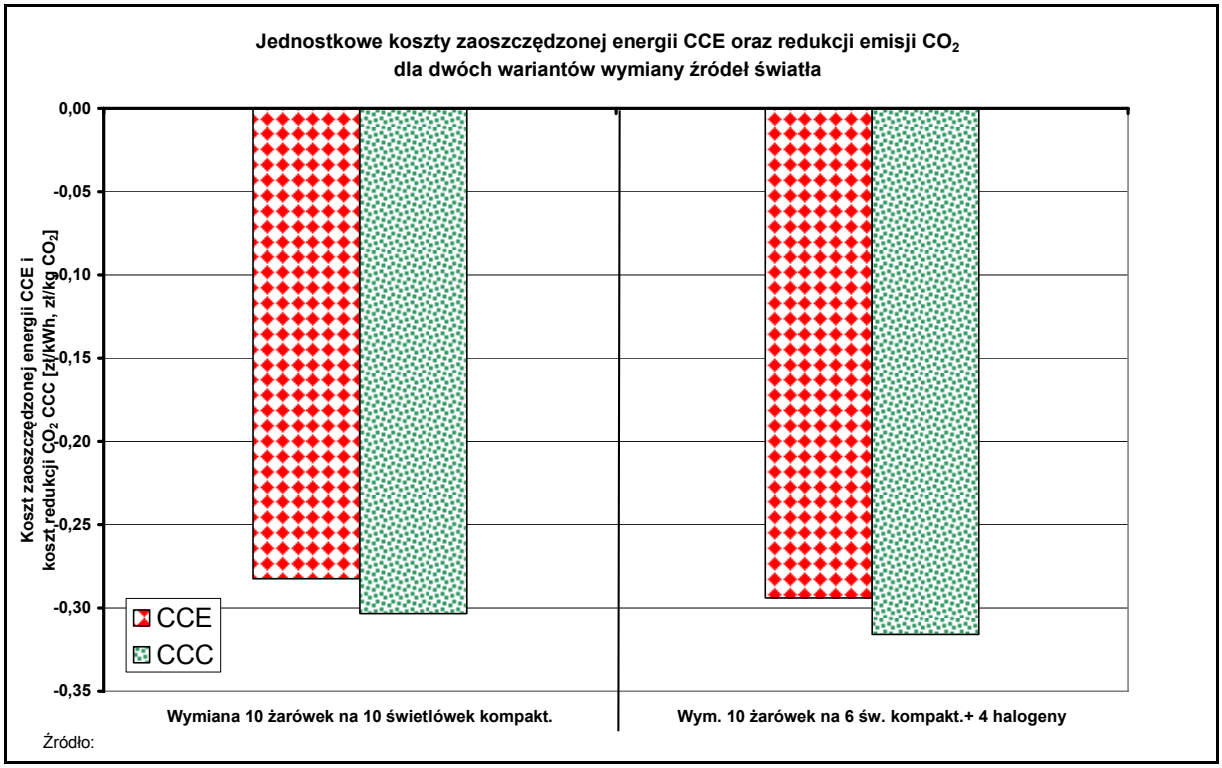
5) W krajowym planie dotyczącym efektywności energetycznej włączyć działania i zorganizować system losowego badania jakości energetycznej sprzętu i urządzeń powszechnego użytku znajdującego się na rynku. Na poziomie Komisji Europejskiej rozważyć czy celowe i możliwe jest zbudowanie systemu kontroli jakości w UE wobec coraz bardziej uniwersalnej oferty producentów na rynku europejskim.

4.4. Oświetlenie budynku

4.4.1. Analiza

Podstawowe założenia i dane:

- w budynku jest 20 punktów świetlnych,
- 10 punktów stanowią tradycyjne żarówki o średniej mocy 75,
- 4 punkty to energooszczędne świetlówki kompaktowe o średniej mocy 15 W,
- 6 punktów to żarówki halogenowe o średniej mocy 50 W,
- wszystkie punkty świetlne wykorzystywane są średnio przez 45 minut na dobę w okresie letnim i prawie 80 minut w okresie zimowym,
- żywotność żarówki tradycyjnej wynosi ok. 1000 godzin, świetlówki kompaktowej 10 tys. godzin i żarówki halogenowej 2 tys. godzin,
- średnia cena żarówki tradycyjnej wynosi ok. 2 zł, świetlówki kompaktowej 20 zł i żarówki halogenowej 10 zł,
- cena brutto energii elektrycznej – 0,52 zł/kWh,
- opcje efektywnościowe:
  - ✓ jednorazowe zastąpienie użytkowanych jeszcze 10. żarówek tradycyjnych 10. świetlówkami kompaktowymi,
  - ✓ jednorazowe zastąpienie użytkowanych jeszcze 10. żarówek tradycyjnych 6. świetlówkami kompaktowymi i 4. żarówkami halogenowymi.



Rysunek 4.4.1. Efektywność ekonomiczna oszczędności energii CCE i redukcji emisji CO_2 przy wymianie źródeł światła

Ujemne wartości jednostkowego kosztu zaoszczędzenia energii elektrycznej i redukcji emisji CO_2 wskazują, że koszty świetlówek są niższe niż w przypadku dalszego użytkowania żarówek tradycyjnych.

Efekty i wartość unikniętej emisji przez 10 lat dla takiej wymiany źródeł światła zestawiono w tabeli 4.4.1.

Tabela 4.4.1.

Jednorazowa zamiana 10 żarówek tradycyjnych na:	Zaoszczędzona energia el., uniknięta emisja CO_2 i jej wartość (10 Euro/MgCO_2) przez 10 lat		
	zaoszczędzona energia el.	redukcja CO_2	wartość
	kWh	Mg	zł
10 świetlówek kompaktowych	2 243	2,1	83,53
6 świetlówek kompaktowych i 4 żarówki halogenowe	1 720	1,6	64,04

4.4.2. Bariery

(1) Stosowanie energooszczędnych źródeł światła jest przedsięwzięciem opłacalnym. Barierami są: brak wiedzy, mały jest wybór rodzajów energooszczędnych świetlówek kompaktowych i żarówek halogenowych na wsiach i w małych miastach, przyzwyczajenia i istniejące systemy oświetlenia (iluminatory) oraz przekonanie, że stare energooszczędne źródła światła są na tyle drogie, że mniejszy koszt energii nie zwróci nakładów początkowych (zakupu).

4.4.3. Rekomendacje

(1) Postęp w wycofywaniu nieefektywnych energetycznie żarówek wnosi dyrektywa UE o corocznym wycofywaniu z rynku żarówek o coraz mniejszej mocy (od 2011 r. wycofane będą żarówki o mocy 75W), aż do całkowitej eliminacji żarówek z rynku.

(2) Potrzebne jest rozwijanie systemów edukacji z zaangażowaniem wszystkich potencjalnych aktorów: administracji centralnej i samorządowej, przedsiębiorstw elektroenergetycznych, producentów i sprzedawców źródeł światła.

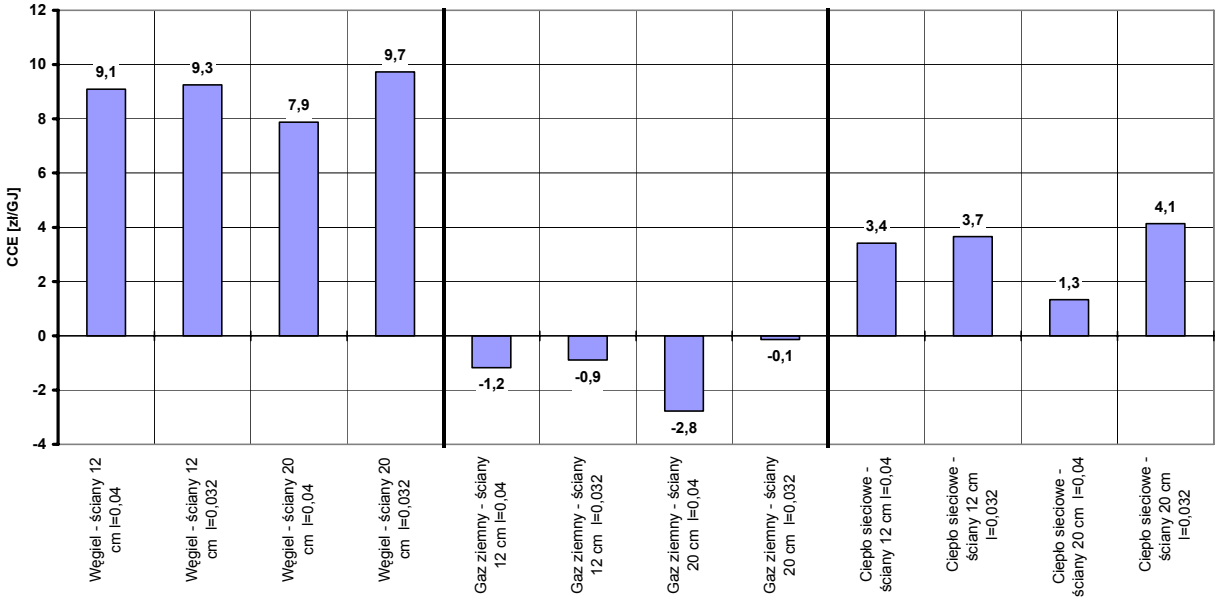
5. PRZEGRODY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU ISTNIEJĄCEGO

5.1. Analiza

5.1.1. Ściany zewnętrzne

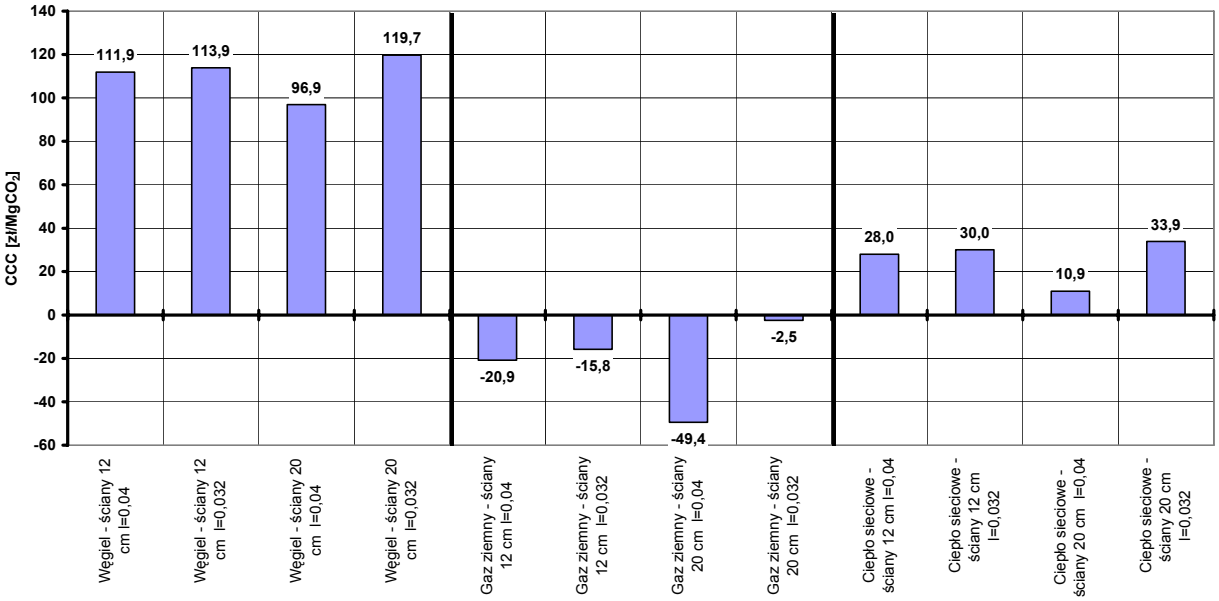
Ocieplenie ścian zewnętrznych jest inwestycja nieopłacalną dla ogrzewania węglem CCE = 7,9 – 9,7 zł/GJ, w mniejszym stopniu ale również dla ogrzewania z sieci ciepłowniczej, CCE = 1,3 – 4,1 zł/GJ – Rys. 5.1. Natomiast przy ogrzewaniu gazem docieplenie ścian zewnętrznych jest opłacalne CCE = od –0,1 zł/GJ do –2,8 zł/GJ, nawet przy większych grubościach izolacji (20 cm) i lepszych własnościach materiału izolacyjnego (współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,32$ W/mK)

Wartym spostrzeżenia jest jednak fakt, że nawet przy ogrzewaniu węglem, czy zasilaniu z sieci ciepłowniczej, zwiększenie grubości izolacji z 12 cm do 20 cm prowadzi do zmniejszenia jednostkowego kosztu zaoszczędzenia energii CCE – Rys. 5.1.



Rys. 5.1. Ocieplenie ścian zewnętrznych

Podobne relacje występują przy ocenie jednostkowego kosztu redukcji emisji CO_2 – Rys. 5.2. Tutaj ocieplenie ścian zewnętrznych prowadzi do jednostkowego kosztu redukcji CO_2: w przypadku ogrzewania węglem CCC = 96,9 – 119,7 zł/MgCO_2, przy ogrzewaniu gazem CCC = od –2,5 zł/GJ do –49,4 zł/GJ, przy zasilaniu z sieci ciepłowniczej CCC = 10,9 zł/GJ – 33,9 zł/GJ.



Rys. 5.2. Ocieplenie ścian zewnętrznych

Gdyby uwzględnić wartość zredukowanej emisji CO_2 w okresie 10 lat przez docieplenie ścian zewnętrznych, przy cenie wykupu redukcji emisji 40 zł/$MgCO_2$ (10 Euro/$MgCO_2$) – Tabela 5.1., to istnieje znaczące i interesujące pole dla polityki państwa z uwagi na znaczący potencjał redukcji emisji CO_2.

Tabela 5.1. Wartość emisji CO_2 przy poprawie izolacyjności ścian zewnętrznych
Cena CO_2 - 40 zł/Mg, okres wykupu redukcji - 10 lat

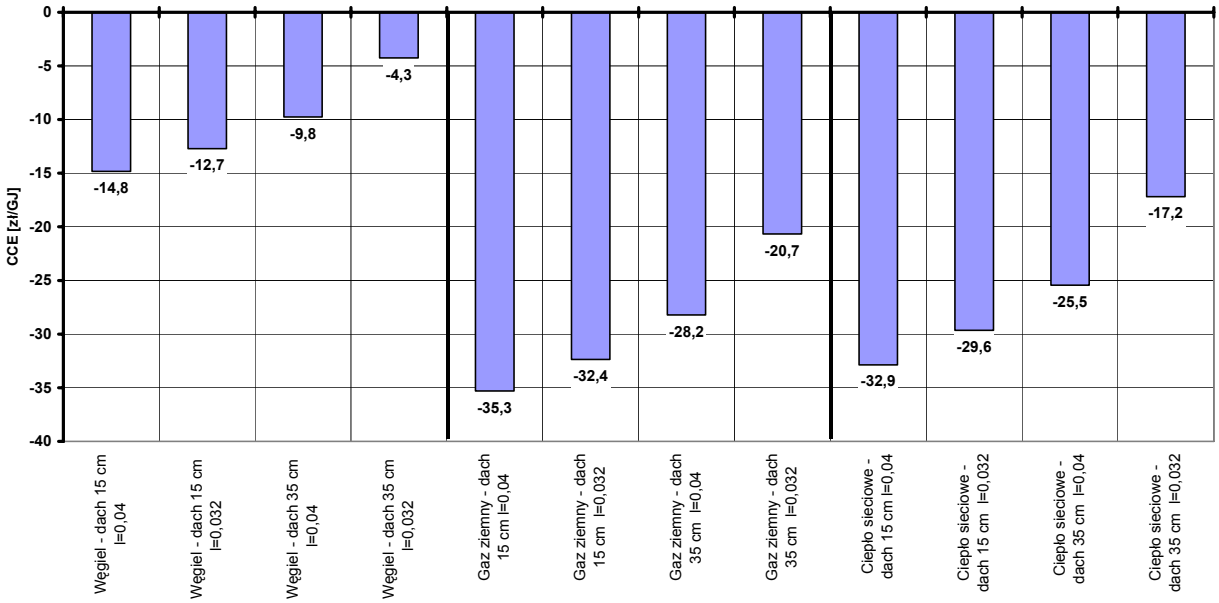
Stan istniejący	Nowa opcja	Ilość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [Mg CO_2]	Wartość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [zł]
Zasypowy kocioł węglowy	grubość izol. - 12 cm, λ = 0,04	63,4	2 535
	grubość izol. - 20 cm, λ = 0,032	66,7	2 668
	grubość izol. - 12 cm, λ = 0,04	70,4	2 817
	grubość izol. - 20 cm, λ = 0,032	72,8	2 914
Tradycyjny kocioł gazowy	grubość izol. - 12 cm, λ = 0,04	31,2	1 248
	grubość izol. - 20 cm, λ = 0,032	32,8	1 312
	grubość izol. - 12 cm, λ = 0,04	34,6	1 383
	grubość izol. - 20 cm, λ = 0,032	35,8	1 430
Zasilanie z sieci ciepłowniczej	grubość izol. - 12 cm, λ = 0,04	62,7	2 508
	grubość izol. - 20 cm, λ = 0,032	66,0	2 641
	grubość izol. - 12 cm, λ = 0,04	70,0	2 800
	grubość izol. - 20 cm, λ = 0,032	72,4	2 896

Wartość emisji, wynosząca od 1248 zł do 2914 zł, może pokryć różnicę nakładów inwestycyjnych między zwykle stosowanym dociepleniem (grubość izolacji 12 cm) a zwiększoną izolacyjnością docieplenia (grubość izolacji 20 cm) czyli między 27791 zł a 29844 zł (przy $\lambda = 0{,}04$).

5.1.2. Strop nad ostatnią kondygnacją

Z uwagi na możliwości techniczne istniejącego budynku istnieje możliwość ocieplenia stropu nad ostatnią kondygnacją, przez położenie mat izolacyjnych, co jest stosunkowo niedrogą inwestycją.

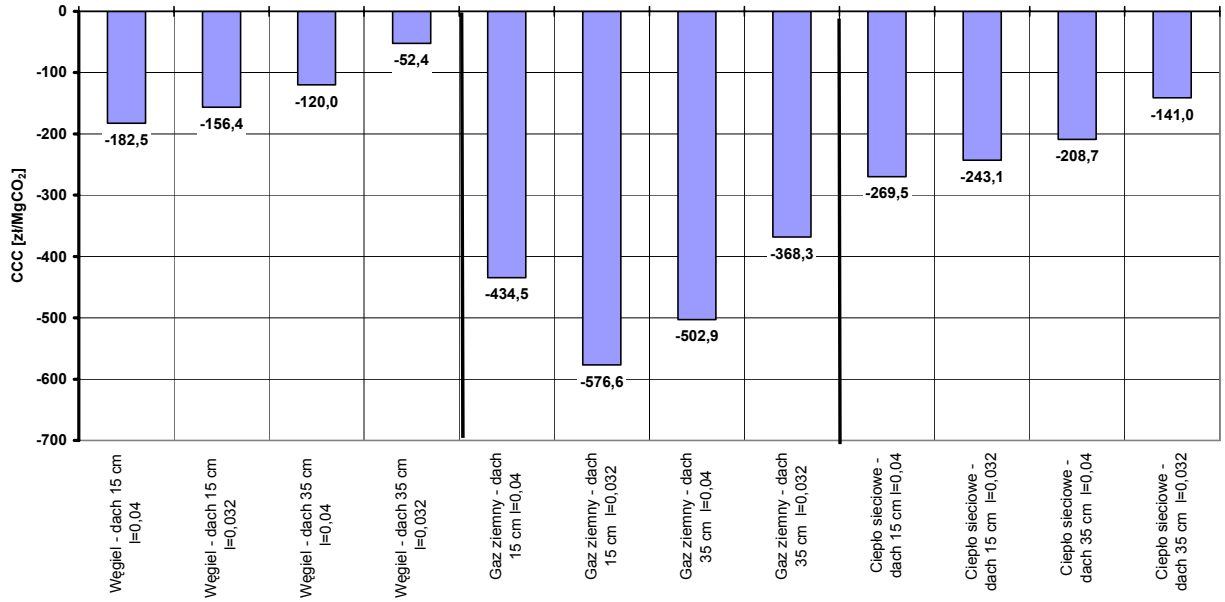
Stąd we wszystkich opcjach ocieplenie stropu jest przedsięwzięciem opłacalnym, bo dla ogrzewania węglowego CCE = od –4,3 zł/GJ do –14,8 zł/GJ, dla ogrzewania gazowego CCE = od –20,7 zł/GJ do –35,3 zł/GJ i dla zasilania z sieci ciepłowniczej CCE = od –17,2 zł/GJ do –32,9 zł/GJ – Rys. 5.3.



Źródło: FEWE

Rys. 5.3. Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją

Podobnie kształtuje się jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2 (CCC) – Rys. 5.4, który dla ogrzewania węglem wynosi CCC od –4,3 zł/$MgCO_2$ do –14,8 zł/$MgCO_2$, dla ogrzewania gazem CCC od –20,7 zł/$MgCO_2$ do –35,3 zł/$MgCO_2$, przy zasilaniu z sieci ciepłowniczej CCC od –17,2 zł/$MgCO_2$ do –32,9 zł/$MgCO_2$.



Źródło: FEWE

Rys. 5.4. Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją

W tym przedsięwzięciu polityka państwa winna być zainteresowana głębszym ociepleniem stropu (grubsze izolacje 35 cm i większy opór cieplny λ = 0,032 W/mK) co potwierdzają wartości zredukowanej emisji – Tabela 5.2.

Tabela 5.2.

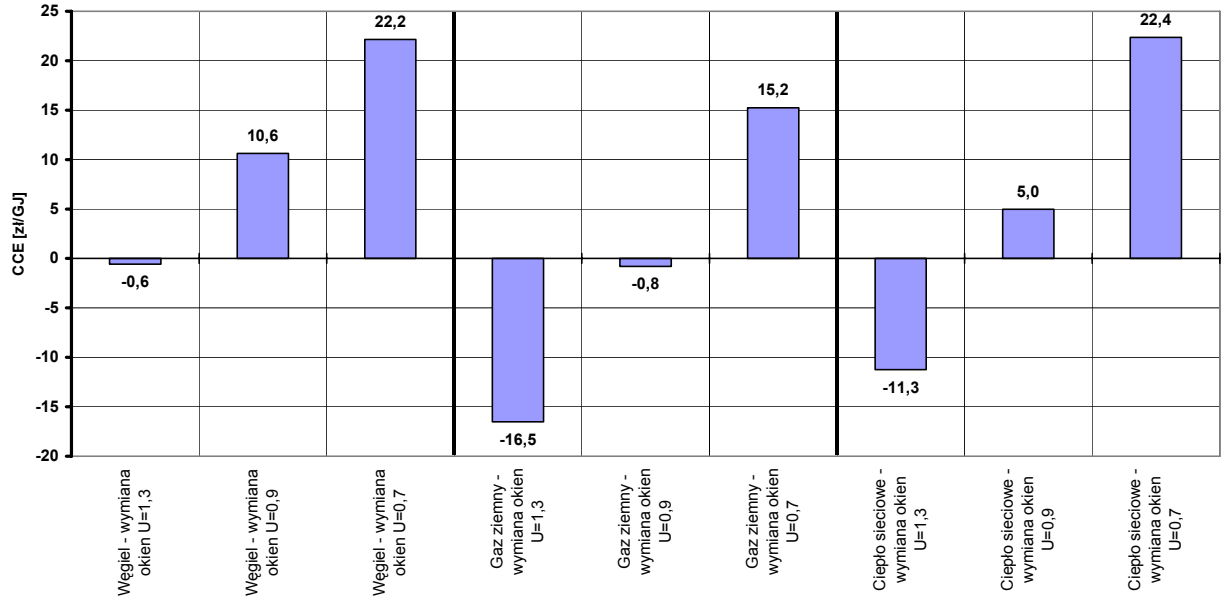
Tabela 5.2. Wartość emisji CO_2 przy poprawie izolacyjności stropu nad ostatnią kondygnacją
Cena CO_2 - 40 zł/Mg, okres wykupu redukcji - 10 lat

Stan istniejący	Nowa opcja	Ilość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [Mg CO_2]	Wartość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [zł]
Zasypowy kocioł węglowy	grubość izol. - 15 cm, l = 0,04	24,2	969
	grubość izol. - 35 cm, l = 0,032	25,8	1 033
	grubość izol. - 15 cm, l = 0,04	28,6	1 142
	grubość izol. - 35 cm, l = 0,032	29,3	1 171
Tradycyjny kocioł gazowy	grubość izol. - 15 cm, l = 0,04	17,9	714
	grubość izol. - 35 cm, l = 0,032	13,1	524
	grubość izol. - 15 cm, l = 0,04	14,4	577
	grubość izol. - 35 cm, l = 0,032	14,8	590
Zasilanie z sieci ciepłowniczej	grubość izol. - 15 cm, l = 0,04	24,0	959
	grubość izol. - 35 cm, l = 0,032	25,5	1 022
	grubość izol. - 15 cm, l = 0,04	28,6	1 143
	grubość izol. - 35 cm, l = 0,032	29,3	1 171

Polityka państwa (fundusze wsparcia) przy tym przedsięwzięciu, mimo, że jest ono stosunkowo znacząco opłacalne, winny przez dofinansowanie w kwocie równoważnej wartości zredukowanej emisji – tabela 5.2, 524 – 1171 zł, prowadzić do stosowania zwiększonej izolacyjności docieplenia, czyli grubości izolacji 35 cm. Odpowiada to prawie różnicy nakładów inwestycyjnych między grubością izolacji 15 cm, czyli 3600 zł a grubością izolacji 35 cm 6000 zł (przy $\lambda = 0,04$).

5.1.3. Okna

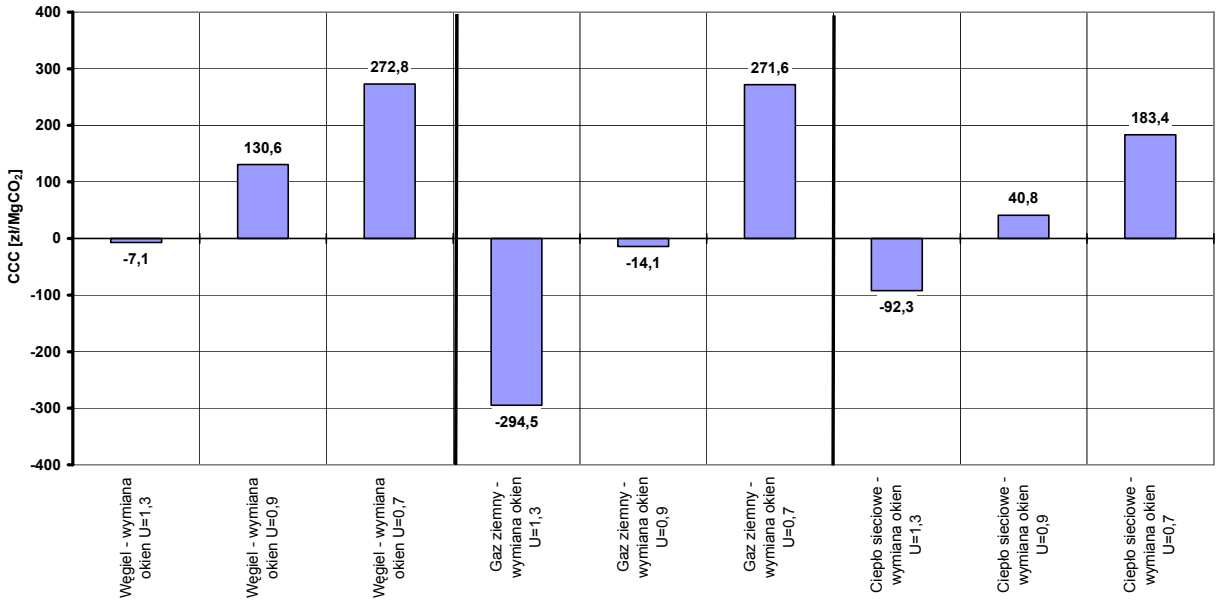
Wymiana istniejących okien na nowe o większej izolacyjności cieplnej jest przedsięwzięciem opłacalnym w przypadku zastosowania okien o jakości energetycznej U = 1,3, gdyż przy różnym systemie ogrzewania budynku: węgiel, gaz ziemny, ciepło sieciowe jednostkowy koszt zaoszczędzenia energii CCE wynosi odpowiednio: -0,6 zł/GJ, -16,5 zł/GJ, -11,3 zł/GJ – Rys. 5.5.



Źródło: FEWE

Rys. 5.5. Wymiana okien – jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii CCE

W przypadku wymiany na okna klasy U = 0,9 tylko w przypadku ogrzewania gazem jest to opłacalne CCE = -0,8 zł/GJ, dla węgla i ciepła sieciowego prowadzi to do zwiększenia kosztów energii CCE = 10,6 zł/GJ i 5,0 zł/GJ. Wymiana na okna klasy 0,7, interesująca z punktu widzenia wielkości zaoszczędzonej energii i redukcji emisji CO_2, jest nieopłacalna (wysokie nakłady inwestycyjne – drogie okna) CCE od 15,2 zł/GJ do 22,4 zł/GJ.
Podobne wyniki są odnośnie opłacalności redukcji emisji CO_2 – Rys. 5.6.



Źródło: FEWE

Rys. 5.6. Wymiana okien – jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2 CCC

Wartość emisji CO_2 w okresie 10 lat i ceny redukcji emisji 40 zł/Mg – Tabela 5.3. – np. dla węgla 747 zł – 1073 zł nie pokrywają różnicy zakupu coraz bardziej efektywnych energetycznie okien, bowiem nakłady inwestycyjne wynoszą: U = 1,3 6000 zł, U = 0,9 11016 zł, U = 0,7 16008 zł.

Tabela 5.3. Wartość emisji CO_2 przy wymianie okien

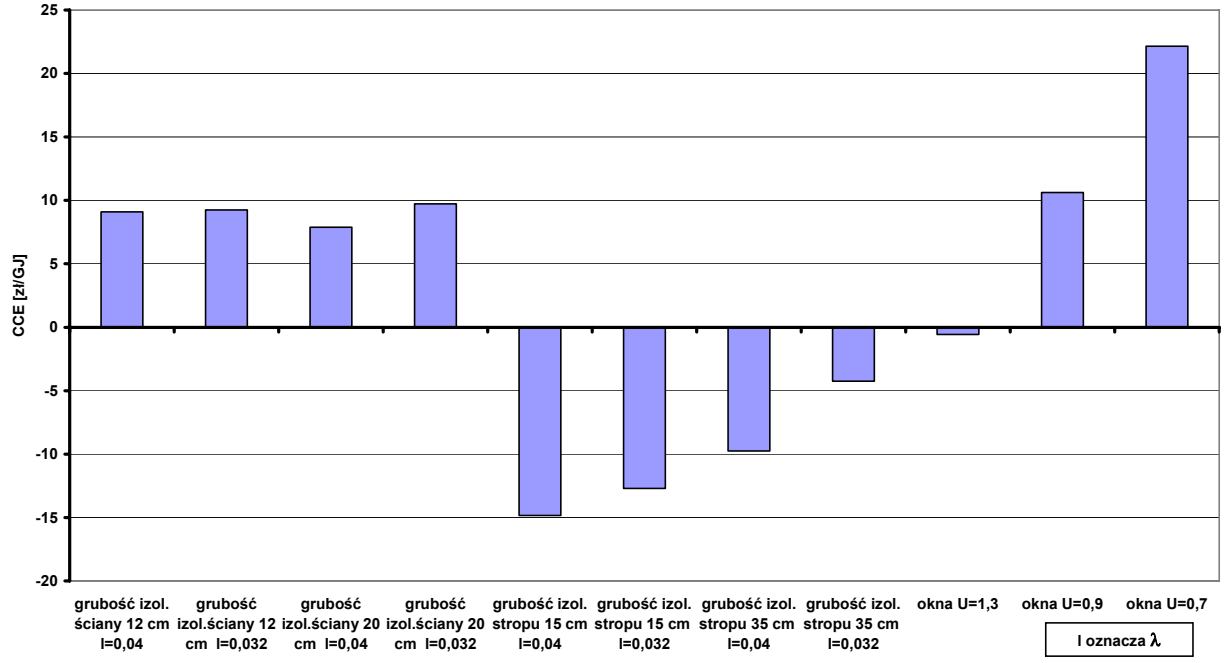
Cena CO_2 - 40 zł/Mg, okres wykupu redukcji - 10 lat

Stan istniejący	Nowa opcja	Ilość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [Mg CO_2]	Wartość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [zł]
Zasypowy kocioł węglowy	okna U = 1,3	18,7	747
	okna U = 0,9	24,1	964
	okna U = 0,7	26,8	1 073
Tradycyjny kocioł gazowy	okna U = 1,3	9,7	386
	okna U = 0,9	12,3	491
	okna U = 0,7	13,6	543
Zasilanie z sieci ciepłowniczej	okna U = 1,3	18,5	739
	okna U = 0,9	24,2	967
	okna U = 0,7	26,8	1 074

Nie oznacza to jednak by nie zastosować dofinansowania do okien U = 0,9 i U = 0,7 w podobnej wysokości jak wartość unikniętej emisji, przede wszystkim, by zwrócić uwagę inwestorom na to, że są okna lepszej jakości energetycznej i przy drożejącej energii ta opcja będzie niedługo opłacalna.

5.2. Bariery

(1) Brak wiedzy inwestorów, że w cyklu żywotności to się opłaci i wyższe koszty początkowe są barierami dla stosowania bardziej energooszczędnych opcji jak: większa grubość i jakość izolacji cieplnej ścian zewnętrznych i stropów oraz okna o większym oporze cieplnym (mniejszym współczynniku przenikania ciepła U).Wielu właścicieli budynków jednorodzinnych dokonuje cząstkowej termomodernizacji docieplając ściany zewnętrzne, stropy i wymieniając okna. Ważna jest również wiedza, że kolejność wymiany z punktu widzenia inwestora jest też nieobojętna, najlepiej zaczynać od tych przedsięwzięć, które przynoszą największe efekty ekonomiczne, a więc które mają najniższy jednostkowy koszt zaoszczędzenia energii (ujemne wartości CCE) – Rys. 5.7.



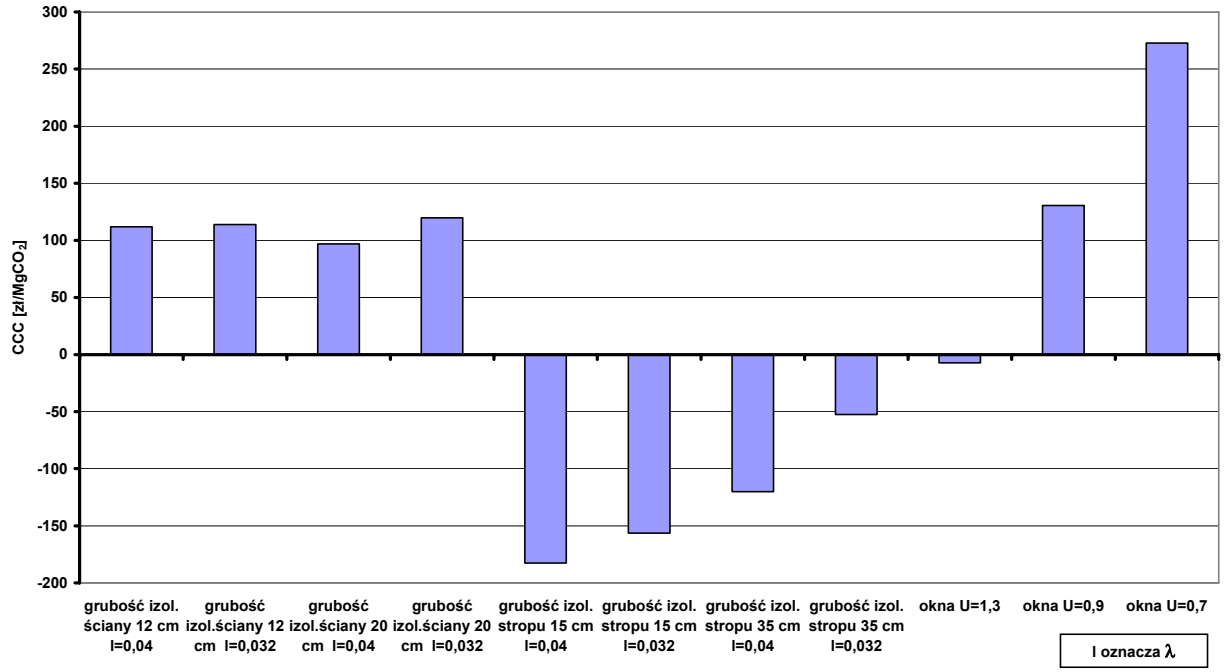
Źródło: FEWE

Rys. 5.7. Jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii CCE pojedynczych przedsięwzięć energooszczędnych w przypadku ogrzewania węglowego

(2) Brak jest dofinansowania przedsięwzięć termomodernizacyjnych w domach jednorodzinnych. Wyjątkiem jest Fundusz Ustawy Termomodernizacyjnej, jednakże koszt przygotowania wniosków i zbyt skomplikowane dla właściciela budynku procedury powodują, że zainteresowanie tym funduszem wśród tej grupy celowej jest znikome. Inne fundusze wsparcia nie są zainteresowane tą grupą podmiotów z uwagi na wysokie koszty transakcyjne obsługi.

(3) Brak jest również prostych w funkcjonowaniu systemów zachęt np. zmniejszenia podatków VAT dla materiałów i produktów o najwyższej efektywności energetycznej.

(4) Brak jest instrumentów w polityce klimatyczno-energetycznej UE i kraju, które by pozwalały na optymalizację kosztów w całej gospodarce, czyli adresowanych łącznie do podmiotów uczestniczących (ETS) i nie uczestniczących (non ETS) w systemie handlu emisji i przenoszeniu jednostek redukcji emisji CO_2 (GC) między sektorami ETS i non ETS. Z jednej strony przewiduje się, że ceny uprawnień do emisji mogą być w przedziale 30 – 100 Euro/$MgCO_2$ w latach 2013 – 2020, z drugiej strony brak instrumentów, które kosztowałyby społeczeństwo 10 – 20 Euro/$MgCO_2$ w przypadku dofinansowania energooszczędnych przedsięwzięć. Wartość wykupu emisji CO_2 po 40 – 80 zł/$MgCO_2$, wskazują, że opcje redukcji CO_2 w domach jednorodzinnych są atrakcyjne dla państwa/społeczeństwa i równoważą jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2 – Rys. 5.8 ponoszony obecnie w całości przez inwestora.



Źródło: FEWE

Rys. 5.8. Jednostkowy koszt redukcji emisji CO_2 CCC pojedynczych przedsięwzięć energooszczędnych w przypadku ogrzewania węglowego

5.3. Rekomendacje

(3) Wprowadzić system dofinansowania przedsięwzięć termomodernizacji przegród zewnętrznych budynku ze środków Funduszu Zielonych Inwestycji dla właścicieli budynków w następujących formach:

- w przypadku kapitałochłonnych inwestycji i mniej typowych przedsięwzięć jak izolacja cieplna ścian i stropu – obsługa przez wyspecjalizowane banki z refundacją kosztów uproszczonego audytu energetycznego i dofinansowaniem przedsięwzięć w wysokości np. wartości unikniętej redukcji emisji CO_2 w cenie 40 – 80 zł/$MgCO_2$. Szczegółowe wielkości dofinansowania mogą być określone na zasadach jak w tabeli 5.1 i 5.2.,
- w przypadku bardziej typowych produktów jak okna i określonej jakości energetycznej okien (U) rozważyć i wybrać najbardziej wygodny i skuteczny sposób

dofinansowania do okien wyższej jakości energetycznej (U = 0,9 i U = 0,7) wśród następujących możliwości:

- √ dofinansowania przez specjalne karty płatnicze,
- √ zmniejszenie podatku VAT (przy zakupie) okien U = 0,9 i U = 0,7 i refinansowaniu zmniejszenia wpływów do budżetu państwa z Funduszu Zielonych Inwestycji,
- √ pozostawienia refinansowania różnicy podatku VAT (23 i 7%) przez Urzędy Skarbowe, gdyby z uwagi na sytuację finansową państwa miało dojść do zniesienia ulgi podatkowej VAT do materiałów budowlanych.

Wielkość dofinansowania do energooszczędnych okien (U = 0,9 i U = 0,7) może odpowiadać wartościom przedstawionym w tabeli 5.3.

(4) Włączyć przedsięwzięcia termomodernizacji przegród zewnętrznych budynku do systemów doradztwa proponowanych w pkt. 4.1.1.3 – rekomendacje (5), w zakresie:

- korzyści ekonomicznych i ekologicznych wyboru optymalnych najbardziej energooszczędnych opcji termomodernizacji:
- możliwości skorzystania z dofinansowania przedsięwzięć,
- przeglądu najbardziej energooszczędnych (benchmarking) technologii.

6. PAKIETY TERMOMODERNIZACYJNE – BUDYNEK ISTNIEJĄCY

6.1. Analiza

Założenia do analiz przedstawiono w punkcie 4.1.1.1. Wymienione warianty pakietów termomodernizacyjnych charakteryzują się następującymi głównymi efektami i nakładami, Tabela 6.1.

Tabela 6.1. Nakłady inwestycyjne, oszczędność energii i redukcja emisji CO_2 dla pakietów modernizacyjnych

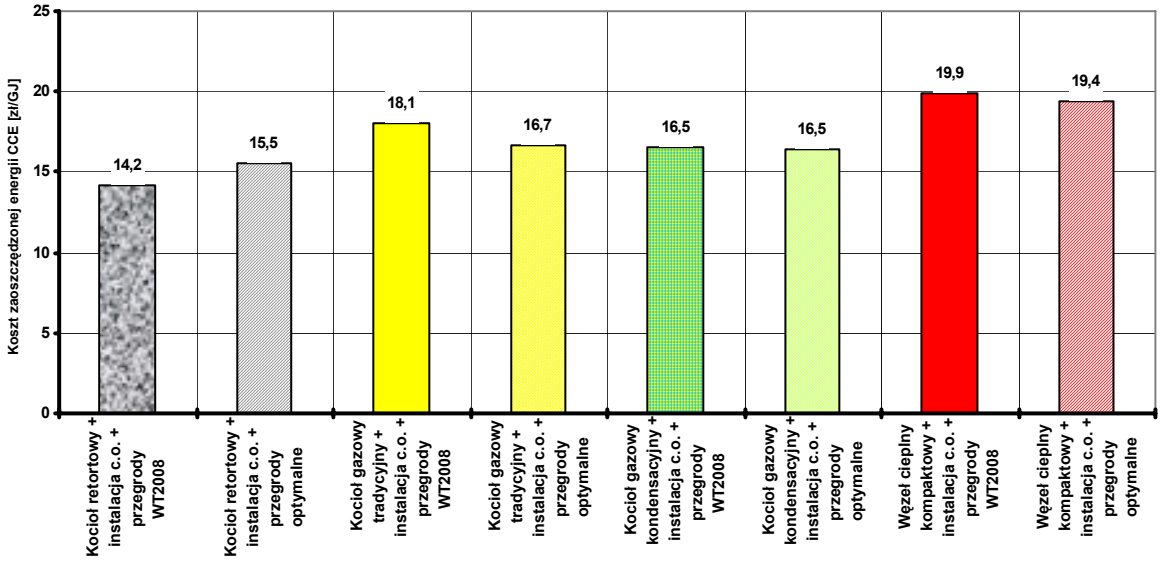
Stan istniejący	Nowa opcja	Nakłady inwestycyjne [zł]	Roczne zmniejszenie zużycia energii [GJ/rok]	Roczna redukcja emisji CO_2 [Mg CO_2/rok]
Zasypowy kocioł węglowy	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	67 334	165,3	13,5
	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	76 590	182,5	14,8
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	63 834	168,7	14,9
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	73 090	184,7	15,8
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	65 334	173,4	15,1
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	74 590	187,7	15,9
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	70 334	173,4	12,4
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	79 590	187,7	14,2
Tradycyjny kocioł gazowy	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	67 334	101,7	4,5
	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	76 590	118,9	5,9
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	63 834	105,0	5,9
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	73 090	121,0	6,8
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	65 334	109,7	6,2
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	74 590	124,1	7,0
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	70 334	109,7	3,5
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	79 590	124,1	5,2
Zasilanie z sieci ciepłowniczej	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	67 334	92,6	14,0
	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	76 590	109,7	15,4
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	63 834	95,9	15,8
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	73 090	111,9	16,7
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	65 334	100,6	16,0
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	74 590	114,9	16,8
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	70 334	100,6	12,3
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	79 590	114,9	14,0

Źródło: FEWE

Pakiety przeanalizowano dla trzech stanów wyjściowych: ogrzewania węglem, ogrzewania gazem i zasilania z sieci ciepłowniczej. Wyniki analiz przedstawiono na Rys. 6.1. – 6.6.

Stan wyjściowy – kocioł węglowy

Wszystkie warianty w stosunku do stanu istniejącego prowadzą do wzrostu kosztów ogrzewania budynków, bowiem we wszystkich wariantach jednostkowy koszt zaoszczędzenia energii jest dodatni, Rys. 6.1. Nieopłacalność pakietów termomodernizacji istniejącego budynku jest wynikiem aktualnych relacji cen materiałów, urządzeń i usług do ceny energii.



Źródło: FEWE

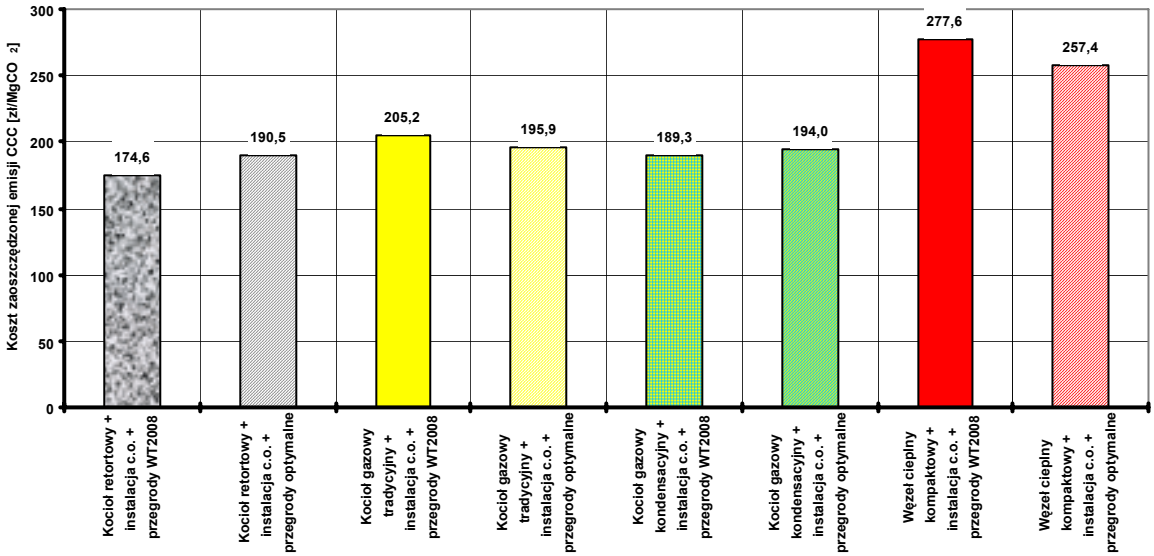
Rys. 6.1. Pakiety przedsięwzięć – stan istniejący kocioł węglowy. Jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii

Należy zwrócić uwagę na to, że chociaż poszczególne przedsięwzięcia jak: wymiana kotłów, okien, izolacja stropów są opłacalne, to jednak wynikowa opłacalność pakietów jest mniejsza bowiem:

- efekty oszczędności energii i redukcji CO_2 poszczególnych przedsięwzięć nie można wprost dodawać i efekty pakietu są mniejsze niż suma efektów poszczególnych przedsięwzięć. Bierze się to stąd, że np. termoizolacja ścian zewnętrznych zmniejsza zapotrzebowanie energii do ogrzewania budynku i efekt wymiany kotła na bardziej sprawny odnoszą się nie do wyjściowego a do zracjonalizowanego zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło,
- we wszystkich pakietach założono logiczną dla pakietu wymianę wewnętrznej instalacji grzewczej (sieć wewnętrzna, grzejniki, zawory regulacyjne) co jest nie tyle przedsięwzięciem energooszczędnym, a odnowieniem technicznych możliwości ogrzewania budynku – stara instalacja do wymiany. Stąd podrożenie nakładów inwestycyjnych w pakietach termomodernizacyjnych.

Z porównania jednostkowych kosztów zaoszczędzonej energii – Rys. 6.1. wynika, że wprawdzie pozostanie przy ogrzewaniu węglem po całościowej termomodernizacji budynku prowadzi do najniższego wzrostu kosztów ogrzewania CCE = 14,2 zł/GJ i 15,5 zł/GJ, to jednak różnice w stosunku do zmiany ogrzewania na gazowe nie są znaczące, CCE = 16,7 zł/GJ i 16,5 zł/GJ dla przegród optymalnych. Stąd wniosek, że fundusze wsparcia winny dofinansowywać opcje przynoszące największe efekty redukcji CO_2 – Tabela 6.1., to jest opcje gazowe ogrzewania z kotłem kondensacyjnym, a dla wszystkich opcji ogrzewania preferowanie optymalnej izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych, z obecnych przepisów jakości energetycznej nowych budynków – WT 2008.

Podobne tendencje odnoszą się do jednostkowych kosztów redukcji emisji CO_2 – Rys. 6.2.



Źródło: FEWE

Rys. 6.2. Pakiety przedsięwzięć – stan istniejący kocioł węglowy. Jednostkowy koszt redukcji CO_2.

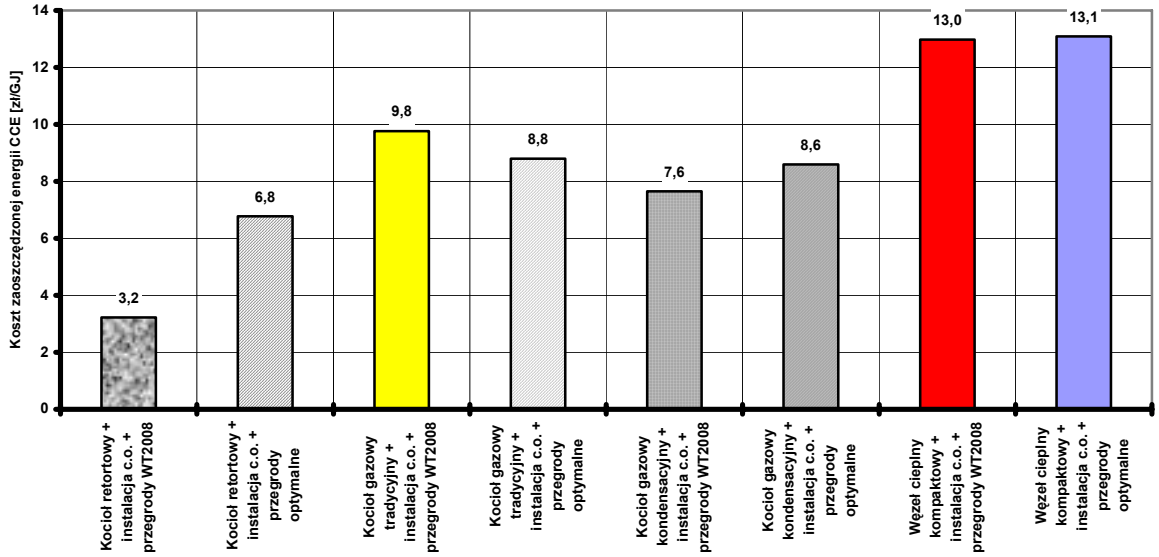
Wartości jednostkowego kosztu redukcji emisji CO_2 dla pakietów z ogrzewaniem węglowym i gazowym są podobne jak dla zaoszczędzonej energii, CCC w przedziale od 174,6 zł/MgCO_2 do 205,2 zł/GJ. Natomiast mało atrakcyjnie z punktu widzenia redukcji CO_2 przedstawia się przejście z ogrzewania węglem na ogrzewanie ciepłem sieciowym, gdzie CCC wynosi 277,6 zł/GJ i 257,4 zł/GJ.

Jest to spowodowane w pierwszym rzędzie tym, że przyjęte w obliczeniach wskaźniki emisyjności wytwarzania i dostawy ciepła sieciowego w Polsce (elektrownie, elektrociepłownie, kotłownie) w wysokości 122 kgCO_2/GJ, są wysokie i nawet wyższe od emisyjności indywidualnego ogrzewania kotłami węglowymi (kotły retortowe).

Bierze się to stąd, że stosowana metodyka (GUS) rozdziału paliwa – węgla na wytworzoną energię elektryczną i ciepło w kogeneracji – metoda energetycznego rozdziału – przedstawia energię chemiczną (GPU/GUS) paliwa przypisaną ciepłu, proporcjonalnie do stosunku wyprodukowanej energii elektrycznej i ciepła. Stąd obliczono współczynnik emisyjności w niniejszym opracowaniu, czyli 122 kgCO_2/GJ. Poprawniej byłoby, gdyby publiczna statystyka przedstawiała wprost sposób rozdziału emisji CO_2 na energię elektryczną i ciepło, przy uwzględnieniu emisyjności wytworzenia energii elektrycznej w kogeneracji wg równoważnej elektrowni węglowej (lub mixu systemu), emisyjność CO_2 w wytwarzaniu ciepła będzie niższa niż przyjęta w tym opracowaniu. W każdym razie w obliczeniach jednostkowego kosztu emisji CO_2 w lokalnych systemach ciepłowniczych należy uwzględniać warunki miejscowe, stosując wskaźniki rozdziału emisji CO_2 w kogeneracji jak uprzednio.

<u>Kocioł gazowy</u>

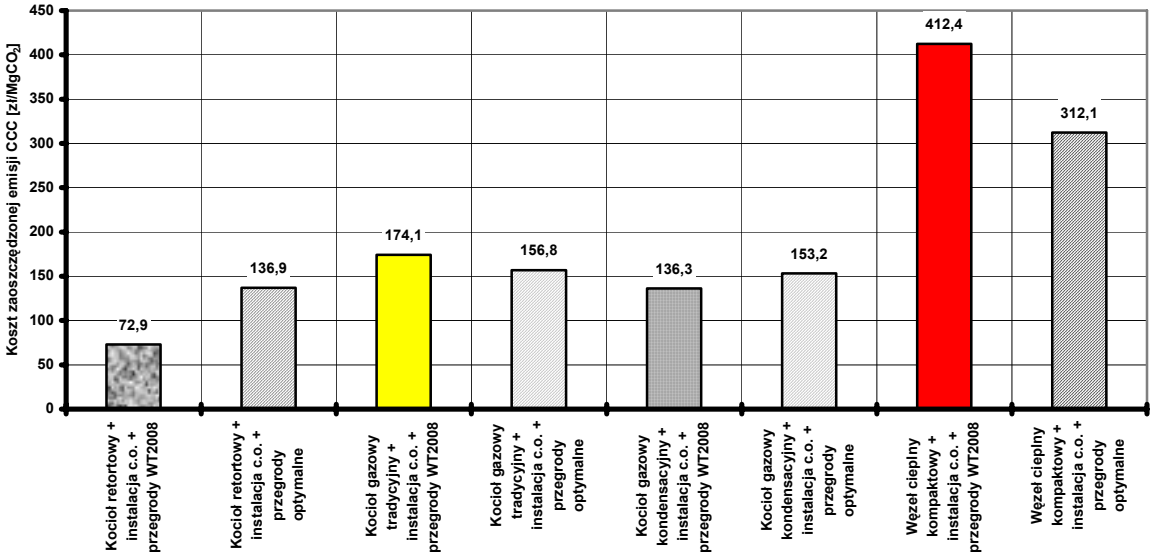
Wyniki opłacalności przejścia ze stanu istniejącego na nowy po przeanalizowaniu danego pakietu termomodernizacyjnego są również niekorzystne, CCE dodatnie – Rys. 6.3.



Źródło: FEWE

Rys. 6.3. Pakiety przedsięwzięć – stan istniejący kocioł gazowy. Jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii CCE.

Niepokojące jest, że ogrzewanie węglem prowadzi do niższych kosztów ogrzewania, co zachęcać może użytkowników gazu do przejścia na węgiel.
Powinno preferować się dofinansowanie pakietu termomodernizacyjnego z nowym kotłem gazowym kondensacyjnym i przegrodami optymalnymi, CCE = 8,6 zł/GJ.
Podobnie przedstawiają się relacje odnośnie wartości jednostkowych wartości kosztów redukcji emisji CO_2 – Rys. 6.4.

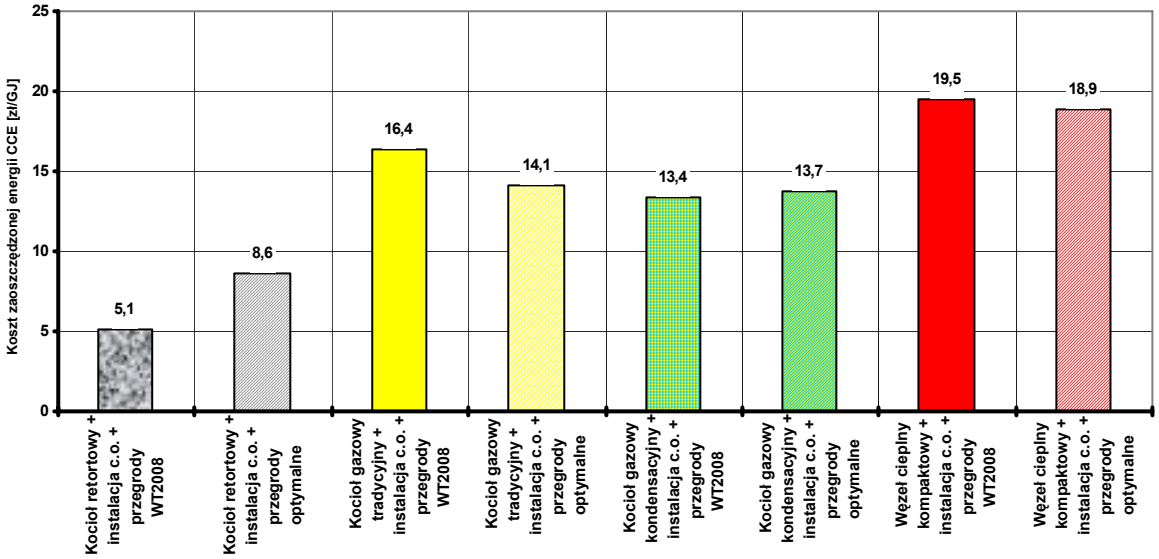


Źródło: FEWE

Rys. 6.4. Pakiety przedsięwzięć – stan istniejący kocioł gazowy. Jednostkowy koszt redukcji CO_2 CCC

Ciepło sieciowe

Jeżeli budynek ogrzewany jest ciepłem sieciowym, to wszystkie inne warianty pakietów, oprócz wariantów pozostania przy cieple sieciowym, mają mniejsze koszty zaoszczędzenia energii – Rys. 6.5., ale wszystkie warianty są nieopłacalne w stosunku do stanu istniejącego.



Źródło: FEWE

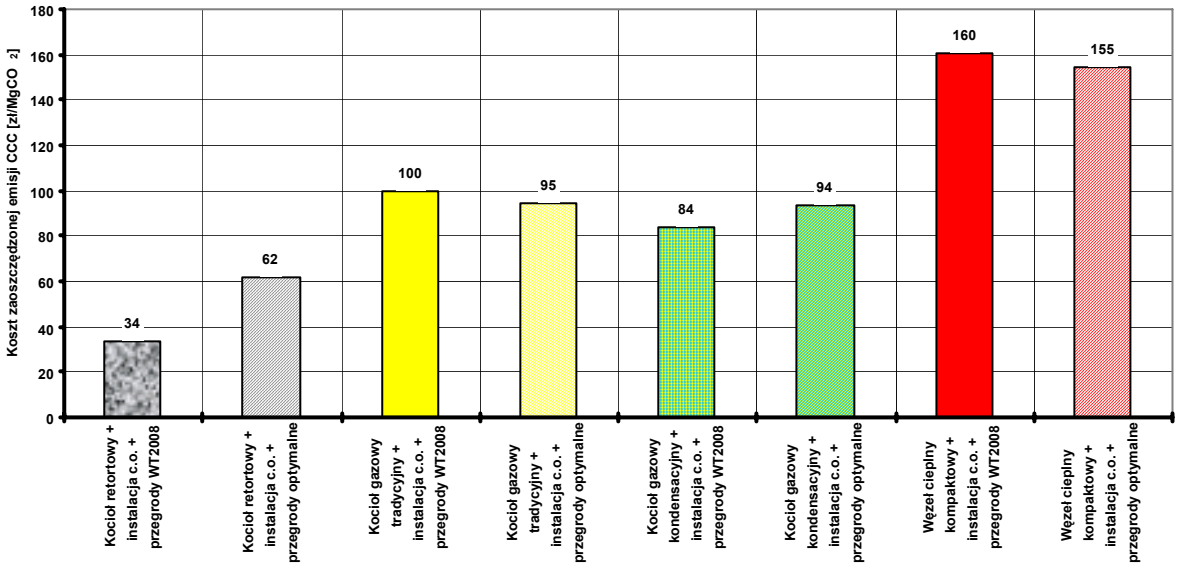
Rys. 6.5. Pakiety przedsięwzięć – stan istniejący ciepło sieciowe. Jednostkowy koszt zaoszczędzonej energii CCE

Potwierdza to obawę, że inwestor/właściciel budynku stojąc przed decyzją kompleksowej termomodernizacji budynku i opierając się na analizach techniczno-ekonomicznych, może wybrać opcję ogrzewania węglem, którego pakiet termoodernizacyjny prowadzi do 2 – 3 krotnie mniejszych jednostkowych kosztów zaoszczędzenia energii (CCE = 5,1 zł/GJ i 8,6 zł/GJ) niż przy ogrzewaniu ciepłem sieciowym (CCE = 19,5 zł/GJ i 18,9 zł/GJ).

Szczególną obawę odchodzenia z ciepła sieciowego na rzecz ogrzewania węglem może budzić przewidywany wzrost cen ciepła sieciowego, nawet do 40%, z uwagi na konieczność zakupu części uprawnień (poza kogeneracją?) do emisji CO_2 przez sektor wytwarzania ciepła. Tymczasem brak na razie rozwiązań, które prowadziłyby do solidarnego obciążenia indywidualnych emitorów CO_2 – lokalnych kotłów i kotłowni małej mocy.

Nie oznacza to, że fundusze wsparcia nie mają dofinansować kompleksowej termomodernizacji budynków ogrzewanych ciepłem sieciowym, przy czym winno się preferować pakiet termomodernizacyjny z przegrodami optymalnymi jako korzystny dla inwestora (mniejsze CCE niż z przegrodami WT 2008) i dla państwa wykup większej redukcji emisji CO_2.

Podobne relacje występują przy jednostkowych kosztach redukcji emisji CO_2 (CCC) – Rys. 6.6.



Źródło: FEWE

Rys. 6.6. Pakiety przedsięwzięć – stan istniejący ciepło sieciowe

Efektywność redukcji emisji CO_2 w kryteriach polityki państwa

Należy zauważyć, że w opcjach ogrzewania gazem i ciepłem sieciowym większość wariantów pakietów termomodernizacyjnych ma wartość jednostkowych kosztów redukcji CO_2 rzędu 100 – 160 zł/MgCO_2, które wprawdzie zwiększają koszty ogrzewania budynków, w przypadku gdyby w całości miał w pełni ponieść te koszty użytkownik budynku, ale z punktu widzenia interesu całej gospodarki kraju jednostkowe koszty redukcji emisji CO_2 są porównywalne z prognozowanymi cenami zakupu uprawnień do emisji CO_2 rzędu 30 – 40 Euro/MgCO_2.

Warto więc dofinansować wykup redukcji emisji CO_2 przez fundusze wsparcia. Wielkości i wartości zredukowanej emisji w poszczególnych opcjach ogrzewania i wariantach pakietów termomodernizacyjnych przedstawiono w tabeli 6.2.

Tabela 6.2. Wartość emisji CO_2 dla pakietów modernizacyjnych

Cena CO_2 - 40 zł/Mg, okres wykupu redukcji - 10 lat

Stan istniejący	Nowa opcja	Ilość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [Mg CO_2]	Wartość zredukowanej emisji CO_2 przez 10 lat [zł]
Zasypowy kocioł węglowy	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	134,6	5 383
	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	148,4	5 938
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	148,6	5 942
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	157,5	6 301
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	151,2	6 047
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	159,2	6 370
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	124,1	4 966
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	141,7	5 666
Tradycyjny kocioł gazowy	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	45,0	1 799
	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	58,8	2 353
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	58,9	2 358
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	67,9	2 717
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	61,6	2 462
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	69,6	2 785
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	34,5	1 381
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	52,0	2 082
Zasilanie z sieci ciepłowniczej	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	139,8	5 592
	Kocioł retortowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	153,7	6 147
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	157,8	6 313
	Kocioł gazowy tradycyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	166,8	6 672
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody WT2008	160,4	6 417
	Kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja c.o. + przegrody optymalne	168,5	6 740
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody WT2008	122,6	4 906
	Węzeł cieplny kompaktowy + instalacja c.o. + przegrody optymalne	140,2	5 607

Osobną, dotychczas niewycenioną wartością, jest redukcja lokalnych zanieczyszczeń powietrza: pyłów, SO_2, NOx, benzoalfapirenów i innych. W wyniku realizacji pakietów termomodernizacyjnych, szczególnie tam, gdzie przekroczone są standardy jakości powietrza, część marginalnych kosztów redukcji lokalnych zanieczyszczeń do stanu standardów jakości powietrza może być wartością, która może być wielkością dofinansowaną przez środowiskowe fundusze wsparcia.

Z punktu widzenia samej redukcji emisji CO_2 dofinansowane winny być (jako minimalne kwoty dopłaty) następujące pakiety:

1) ogrzewanie kotłem węglowym zamiana na:
   - kocioł retortowy + instalacja co + przegrody optymalne 6000 zł
   - kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja co + przegrody optymalne 6300 zł
   - podłączenie do sieci ciepłowniczej + instalacja co + przegrody optymalne 5700 zł
2) ogrzewanie tradycyjnym kotłem gazowym:
   - kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja co + przegrody optymalne 2800 zł
   - podłączenie do sieci ciepłowniczej + instalacja co + przegrody optymalne (tam gdzie warunki techniczno-ekonomiczne) 2100 zł

3) zasilanie z sieci ciepłowniczej
   - kocioł gazowy kondensacyjny + instalacja co + przegrody optymalne (tam gdzie obopólny interes dostawcy i użytkownika wskazuje na rezygnację z dostaw ciepła sieciowego)
   - węzeł kompaktowy + instalacja co + przegrody optymalne

6.2. Bariery

Bariery odnośnie możliwości realizacji pakietów termomodernizacyjnych są podobne jak dla cząstkowych przedsięwzięć, np. dla wymiany kotłów domowych – pkt. 4.1.1.2 i dla termoizolacji przegród zewnętrznych (okna, ściany zewnętrzne, stropy). Dodatkowe, jako ważne i specyficzne dla realizacji pakietów termomodernizacyjnych, przedstawiono poniżej:

1) Brak wiedzy inwestorów o tym, że w cyklu żywotności urządzeń i materiałów kompleksowej termomodernizacji budynków opłaci się stosować bardziej efektywne energetycznie technologie termomodernizacji, już nawet z poziomu obecnych relacji cenowych: materiałów, urządzeń i usług oraz energii. Energia będzie drożała, więc biorąc pod uwagę 20 – 50 lat żywotności przedsięwzięć opłaci się termomodernizować budynki do wyższej jakości energetycznej niż by to wynikało z obliczeń techniczno-ekonomicznych dla obecnych warunków.
2) Brak jest dofinansowania przedsięwzięć termomodernizacyjnych w domach jednorodzinnych. W przypadku kompleksowej termomodernizacji jest to jeszcze bardziej dotkliwe, gdyż nakłady inwestycyjne pakietów są wysokie, dla analizowanego budynku rzędu 63000 – 70000 zł.
3) Słabo – co wyraża się w braku kompleksowej strategii i programów wykonawczych redukcji emisji gazów cieplarnianych – przebija się filozofia, że efektywne wykorzystanie energii i racjonalne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii mogą stanowić tańszą opcję wywiązania się z celów redukcji emisji. Cele państwowe (3 x 20%) nie zeszły na poziom planowania energetycznego w regionie i w miastach/gminach. Brak jest wyceny kosztów łącznej redukcji globalnych (gazy cieplarniane) i lokalnych (pyły, NOx, SO_2, inne) zanieczyszczeń powietrza i w konsekwencji brak odpowiednio stosowanych dopłat z funduszy wsparcia na zasadzie wykupu efektów ekologicznych.

6.3. Rekomendacje

4) Opracować i wprowadzić system dofinansowania kompleksowej termomodernizacji budynków jednorodzinnych stosując następujące zasady:
   - różnicować wielkość dopłat w zależności od jakości energetycznej budynku po termomodernizacji, ale jako minimum kwalifikujące się do dofinansowania to jednostkowe zużycie energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody EK = 100 kWh/m^2rok. Im niższa wartość EK – tym wyższe dofinansowanie. Wskazówką odnośnie dofinansowania tylko z efektów redukcji CO_2 mogą być wartości przedstawione w punkcie 6.1.,
   - Dodatkową wielkość dofinansowania winno przynieść wartościowanie efektów redukcji lokalnych zanieczyszczeń powietrza (pyły, NOx, SO_2, inne),
   - Refinansować koszty audytów energetycznych prowadzących do wyboru najbardziej efektywnego dla inwestora i państwa funduszu wsparcia pakietu termomodernizacyjnego.
5) Wprowadzić w regulacjach prawnych (np. w Ustawie o efektywności energetycznej) instrument dobrowolnych kontraktów długoterminowych (LTA), między stronami: rząd (wyznaczone ministerstwo lub operator np. NFOŚiGW) i duże miasta, związki gmin,

powiaty lub regiony-województwa, na realizację długoterminowych pakietowych programów obejmujących: przedsięwzięcia likwidacji niskiej emisji zanieczyszczeń, poprawy efektywności użytkowania energii, stosowania odnawialnych źródeł energii (OZE) w obiektach publicznych, budynkach jedno i wielorodzinnych, w małych i średnich przedsiębiorstwach. Kontrakty długoterminowe oparte byłyby na zobowiązaniach gmin, powiatów, województw do osiągnięcia określonych celów: poprawy efektywności energetycznej, zwiększenia udziału OZE, redukcji emisji CO_2, poprawy jakości powietrza, natomiast rząd gwarantował by wprowadzenie niezbędnych uregulowań prawnych i stabilne formuły dofinansowania oraz zasady i wielkości dofinansowania programów. Będzie to również instrument umożliwiający samorządom realizację ustawowego obowiązku realizacji planów zaopatrzenia gminy (potrzebne rozszerzenie na województwa) i zachętę do wprowadzenia celów 3 x 20% pakietu UE do tych planów.

6) Zrealizować 5 – 10 demonstracyjnych projektów kompleksowej termomodernizacji wybranych budynków jednorodzinnych (w drodze konkursu) dla osiągnięcia blisko zeroenergetycznego stanu budynku. Wyniki upowszechnić przez krajowe i lokalne portale informacji i doradztwa.
7) Wprowadzić trwałe systemy doradztwa o korzyściach stosowania technologii termomodernizacji budynków najwyższej efektywności energetycznej i najmniejszych emisjach zanieczyszczeń w formach:
   - centralnego portalu doradczego i informacyjnego (np. jak www.topten.info.pl),
   - lokalnych, okresowo powtarzalnych kampanii edukacyjno-informacyjnych,
   - upowszechnienia dobrych przykładów termomodernizacji,
   - możliwości wykorzystania instrumentów wsparcia finansowego.
8) Wprowadzić krajowy portal informacji i edukacji, oraz stymulować powstawanie sieci portali na poziomie regionów, miast, a dla mniejszych gmin na poziomie powiatów.

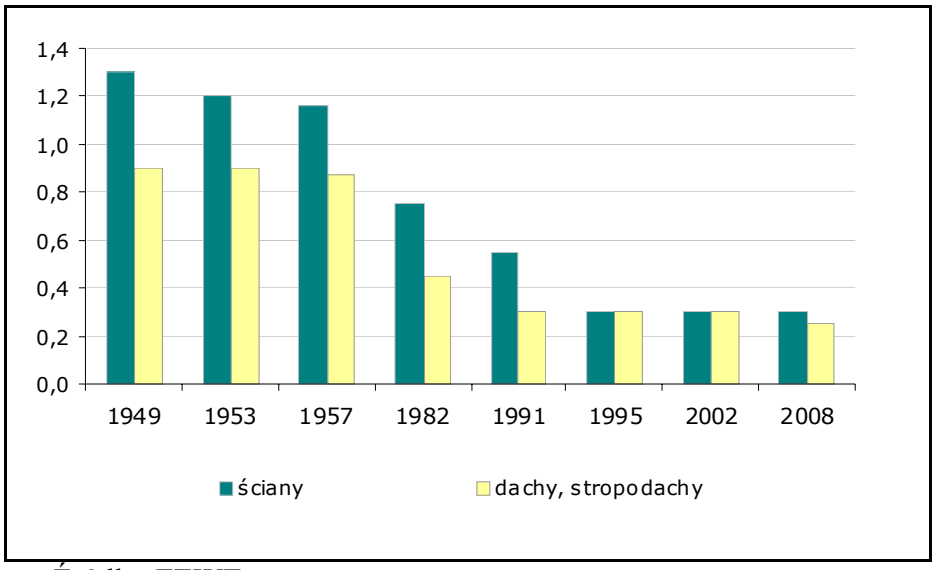
7. NOWE BUDYNKI JEDNORODZINNE

7.1. Analiza

7.1.1 Przegląd standardów

Wymagania w zakresie izolacyjności termicznej zewnętrznych przegród budowlanych wynikały początkowo z konieczności zabezpieczenia ścian przed kondensacją pary wodnej i były, patrząc z dzisiejszej perspektywy, bardzo łagodne. Obecnie dopuszczane wartości współczynników przenikania ciepła (U) dla ścian zewnętrznych i okien uwarunkowane są względami racjonalnego gospodarowania energią. Ponieważ z perspektywy przyszłego użytkownika budynku lub mieszkania ważne jest ile energii będzie potrzebował on dla zapewnienia komfortu cieplnego w obiekcie. Dla pełnej oceny jakości energetycznej budynku używa się wskaźników w postaci sezonowego zapotrzebowania na ciepło lub zapotrzebowania na energię nieodnawialną. Mimo że przegrody o niskich współczynnikach przenikania ciepła nie gwarantują energooszczędności całego budynku, to jednak są często warunkiem koniecznym dla zakwalifikowania budynku jako energooszczędnego.

Poniższy wykres (Rys. 7.1) i tabela (Tab. 7.1) przedstawiają zmiany wymagań w zakresie współczynnika przenikania ciepła dla wybranych przegród budowlanych w świetle obowiązujących w Polsce przepisów.



Źródło: FEWE

Rys. nr 7.1. Wymagane współczynniki przenikania ciepła dla wybranych przegród zewnętrznych [W/m^{2}K].

Tabela 7.1. Wymagane współczynniki przenikania ciepła dla wybranych przegród zewnętrznych [W/m^{2}K]

	1949	1953	1957	1982	1991	1995	2002	2008
Ściany	1,3	1,2	1,16	0,75	0,55	0,3*	0,3*	0,3
Dachy, stropodachy	0,9	0,9	0,87	0,45	0,3	0,3	0,3	0,25
Okna**				2,6	2,6	2,6	2,6	1,7

* - wartość dla ścian warstwowych, dla ścian jednowarstwowych 0,5 [W/m^{2}K]

** - wartości dla I, II i III strefie klimatycznej

Nie można bezpośrednio porównywać ze sobą wymagań dotyczących energochłonności budynków a w szczególności wymaganych współczynników przenikania ciepła dla budynków zlokalizowanych w różnych strefach klimatycznych. Na samym obszarze Polski wyróżnia się pięć takich stref. Ponadto nie we wszystkich krajach funkcjonują obecnie jakiekolwiek wymagania dla przegród zewnętrznych. Z danych prezentowanych w tabeli 7.2 wynika, że wymagania w Niemczech mających zbliżone (nieco łagodniejsze) warunki klimatyczne są na nieznacznie wyższym poziomie, zbliżonym do polskich wymagań dla budynków termomodernizowanych korzystających z premii w ramach programu termomodernizacji, natomiast wymagania norweskie dla klimatu chłodniejszego są znacznie ostrzejsze.

Tabela 7.2. Wymagane współczynniki przenikania ciepła dla wybranych przegród zewnętrznych w wybranych państwach europejskich [W/m^{2}K].

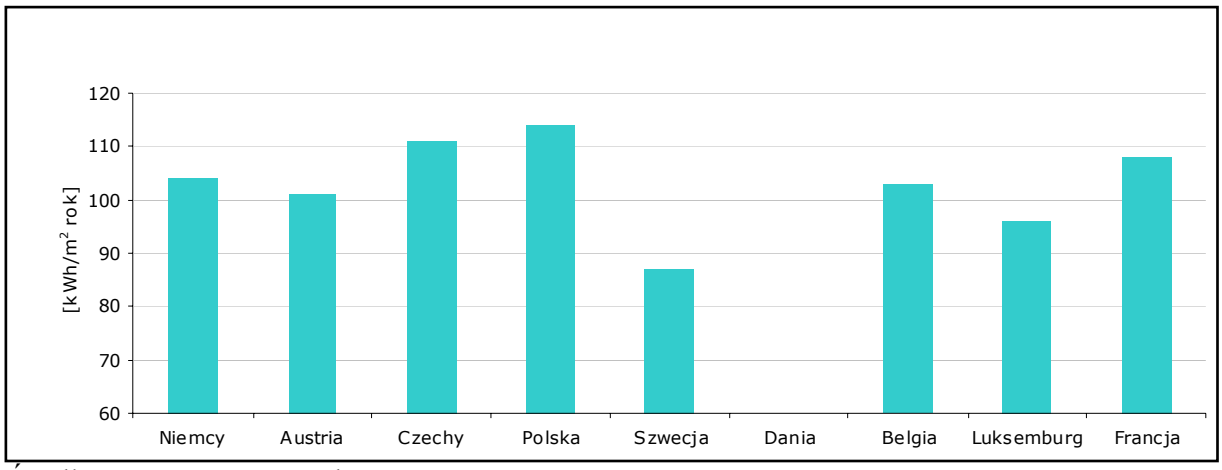
		Kraj, rok wprowadzenia przepisów		
		Polska 2008	Niemcy 2009	Norwegia 2007
Źródło: Instytut Darmstadt	Ściany	0,3	0,24	0,18
	Dachy, stropodachy	0,25	0,24 / 0,2	0,13
	Okna	1,8	1,3	1,2

Szczegółowe porównanie skutków przepisów obowiązujących w różnych krajach europejskich dla energochłonności nowobudowanych budynków wykonał w 2008 roku Institut Wohnen Und Umwelt z Darmstadt. Ze strony Polski w projekcie uczestniczyła Narodowa Agencja Poszanowania Energii. Analizy przeprowadzono na modelowych budynkach, zaprojektowanych zgodnie z przepisami obowiązującymi w poszczególnych państwach. Następnie obliczono zapotrzebowanie na energię zgodnie z metodologią niemiecką. W poniższych tabelach (Tab. 4 i 5) zestawiono założenia i wyniki obliczeń dla budynku jednorodzinnego ogrzewanego niskotemperaturowym kotłem gazowym. Z porównania wynikowego zapotrzebowania na energię pierwotną dla budynku jednorodzinnego wynika, że standardy obowiązujące w Polsce i Czechach są najbardziej liberalne, co skutkuje wyraźnie większą energochłonnością nowych budynków.

Tabela 7.3. **Wybrane parametry przyjęte do obliczeń dla budynku jednorodzinnego oraz wynikowe zapotrzebowanie na energię pierwotną i średni współczynnik strat ciepła**

			Niemcy 2007	Austria 2007	Czechy 2007	Polska 2002	Szwecja 2006	Dania 2006	Belgia 2005	LU 2008	Francja 2006
Dach	U	$W/m^2 K$	0,18	0,20	0,24	0,30	0,16	0,25	0,19	0,20	0,20
Ściany	U	$W/m^2 K$	0,40	0,35	0,38	0,30	0,21	0,28	0,19	0,24	0,36
Okna	U	$W/m^2 K$	1,50	1,40	1,70	2,00	1,20	1,51	1,76	1,35	1,80
$U_{śr}$		$W/m^2 K$	0,40	0,38	0,45	0,47	0,26		0,37	0,34	0,43
En. pierwot.		kWh/m^2	104	101	111	114	87		103	96	108

LU-Luksemburg, Źródło: Instytut Darmstadt



Źródło: Instytut Darmstadt

Rysunek 7.2. Wynikowe zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynek jednorodzinny (Dania – bd.)

7.1.2. Ocena wpływu zmian współczynnika przenikania ciepła dla ścian i dachu na wielkość zużycia i kosztów energii

Niniejszą analizę przeprowadzono w oparciu o zdefiniowany poprzednio jednorodzinny budynek modelowy o powierzchni 150 m^2.

Biorąc pod uwagę aktualnie obowiązujące przepisy budowlane, stosowane technologie wykonania przegród zewnętrznych określono 5 wariantów wykonania budynków. Warianty różnią się grubością użytych materiałów izolacyjnych a w jednym przypadku zastosowanym systemem wentylacji. Współczynniki przenikania ciepła zebrano w Tabeli 7.4.

Wariant 1: Wariant został wyznaczony w oparciu o aktualnie obowiązujące przepisy Warunki Techniczne 2008 r. (WT). Przyjęto, że obiekty spełniają minimalne wymagania. Grubość izolacji termicznej pozwalająca spełnić te wymagania wynosi dla ściany zewnętrznej warstwowej 8 cm, a dla dachu 15 cm materiału izolacyjnego. Współczynnik przewodności cieplej materiałów dla obu przypadków przyjęto na poziomie 0,04 W/m^2K. *Uwaga: Warunki Techniczne określają współczynniki U dla okien i drzwi zewnętrznych, jednak w przypadku okien dostępne są na rynku w chwili obecnej okna o korzystniejszym współczynniku U i takie okna przyjęto do dalszych analiz (Tab. 7.4.).*

Wariant 2: Wariant został wyznaczony w oparciu o rozporządzenie o audycie energetycznym (WP). Wariant ten został oparty o ww. rozporządzenie pomimo, że dotyczy ono już istniejących budynków mieszkalnych, które mają być poddane termomodernizacji w celu skorzystania z premii termomodernizacyjnej, ale określone tam parametry izolacyjności cieplnej są nieco zaostrzone w stosunku do Warunków Technicznych 2008 r. (WT). Warunki te obejmują zapisy określające wymagania dotyczące izolacyjności przegród budowlanych. W przypadku ścian zewnętrznych i dachu przyjęto grubość izolacji pozwalającą na spełnienie ww. rozporządzenia. Dla ściany zewnętrznej warstwowej i dachu dodatkowa grubość izolacji to 2 cm w stosunku do obowiązujących wymagań budowlanych (wariant 1). Współczynnik przewodności cieplnej materiałów dla obu przypadków przyjęto na poziomie 0,04 W/m^2K. *Uwaga: dotycząca przyjętych U dla okien i drzwi zewnętrznych: j.w.*

Wariant 3: Optymalny (WO). Wariant został wyznaczony w oparciu o analizę opłacalności dodatkowego ocieplenia ścian zewnętrznych i dachu. Głównym założeniem przeprowadzonej analizy było znalezienie takich grubości warstw ocieplenia ścian zewnętrznych i dachu, dla których NPV (wartość bieżąca netto inwestycji) przyjmuje wartość maksymalną. Dla ściany zewnętrznej warstwowej dodatkowa grubość izolacji to 5 cm w stosunku do obowiązujących wymagań budowlanych (wariant 1). Dla dachu dodatkowa grubość izolacji to 4 cm w stosunku do obowiązujących wymagań budowlanych (wariant 1). Przyjęto materiały izolacyjne o polepszonej przewodności cieplej (dla styropianu, którym ociepla się ściany zewnętrzne λ=0,032 W/m^2K, a dla wełny mineralnej, którym ociepla się dach - λ = 0,036 W/m^2K). Do obliczeń przyjęto ceny poszczególnych paliw na podstawie Polityki Energetycznej Polski do 2030 r. stosując uśrednienie wynikające z udziału tych paliw w zaopatrzeniu w ciepło nowo oddawanych budynków mieszkalnych (Rozdział 2).
Pełną analizę wrażliwości cen materiałów izolacyjnych w zależności od cen energii przedstawiono na rysunkach 7.3 i 7.4. Przedstawiono tam również przyjęte w wariancie optymalnym (WO) grubości izolacji termicznej.
Uwaga dot. przyjętych U dla okien i drzwi zewnętrznych: j.w.

Wariant 4: Wariant maksymalny (WM). Możliwy technicznie do wykonania wariant, w którym zakłada się maksymalne grubości izolacji termicznej przegród zewnętrznych (dla ścian jest to dodatkowa warstwa o grubości 12 cm w stosunku do wariantu 1, a dla dachu – 20 cm w stosunku wariantu 1), łączna grubość izolacji ścian zewnętrznych to 20 cm, a w przypadku izolacji dachu – 35 cm.
Uwaga: Przyjęto również energooszczędne okna i drzwi zewnętrzne o niższym niż w wariantach 1 – 3 współczynniku U (wartości w tabeli 7.4., kosztów tych zmian nie uwzględniono w analizach ekonomicznych.

Wariant 5: Wariant maksymalny, możliwy technicznie do wykonania (WM) w którym dodatkowo zastosowano wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła (WMO). Analiza ta ma na celu pokazanie dalszych możliwości ograniczenia zapotrzebowania na ciepło modelowych budynków i zbliżenie ich parametrów do wymagań dla domów niskoenergetycznych lub nawet pasywnych.
Uwaga: Przyjęto okna i drzwi zewnętrzne charakteryzujące się minimalnym współczynnikiem U (tabela 7.4.).

W poniższych tabela przedstawiono współczynniki przenikania ciepła dla poszczególnych wariantów oraz zastosowane grubości izolacji termicznej dla ścian i dachu.

Tabela 7.4. Współczynniki przenikania ciepła U [W/m^{2}K] dla przegród budowlanych w wariantach.

	Wariant				
Przegroda	WT [W/m^{2}K]	WP [W/m^{2}K]	WO [W/m^{2}K]	WM [W/m^{2}K]	WMO [W/m^{2}K]
Ściany zewnętrze	0,30	0,25	0,19	0,13	0,13
Dach	0,25	0,225	0,20	0,10	0,10
Okna zewnętrzne	1,30	1,30	1,30	0,70	0,70
Okna dachowe	1,60	1,60	1,60	0,77	0,77
Drzwi zewnętrzne	2,60	2,60	2,60	1,00	1,00

Źródło: FEWE

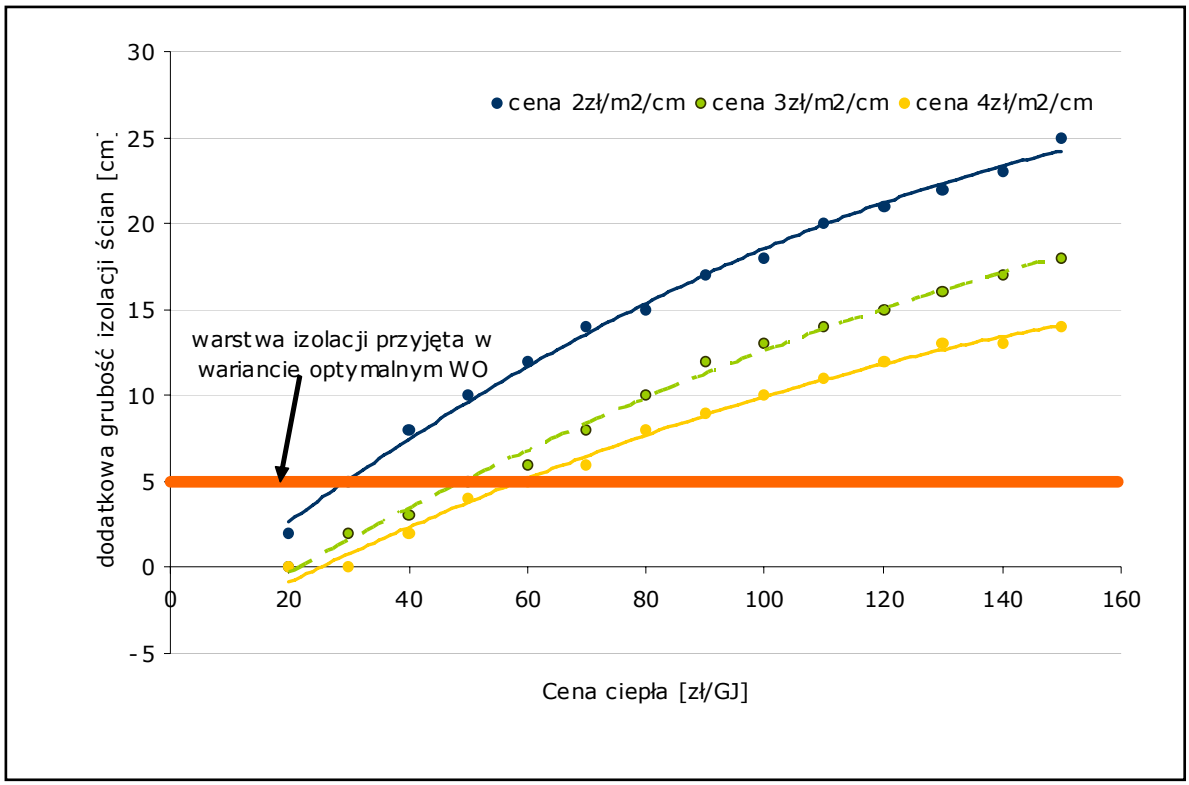
Tabela 7.5. Grubość izolacji ścian zewnętrznych i dachu w poszczególnych wariantach.

	Ściany zewnętrzne [cm]	Dach [cm]
WT	8	15
WP	10	17
WO	15	21
WM	20	35
WMO	20	35

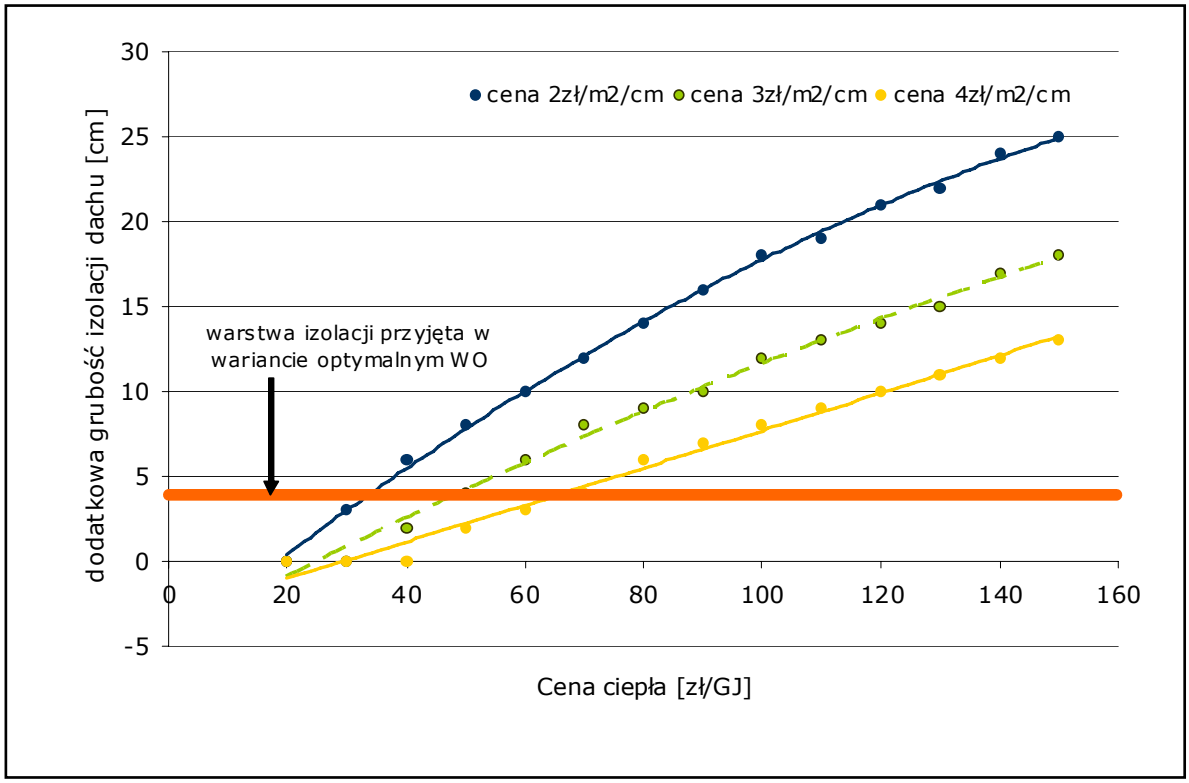
Źródło: FEWE

Optymalna grubość warstwy izolacji zależy od parametrów termicznych i cen materiałów izolacyjnych oraz cen energii używanej do ogrzewania budynku. Wariant optymalny WO zdefiniowano dla aktualnych cen materiałów izolacyjnych i średniej ceny ciepła 47 zł/GJ. Jeżeli jednak do ogrzewania budynku zastosuje się droższe nośniki energii np. energię

elektryczną to optymalne grubości izolacji wzrosną. Zależność optymalnych grubości izolacji termicznej dla ścian (styropian) i dachu (wełna mineralna) przedstawiono na rysunku 7.3 i na rysunku 7.4.



Rysunek 7.3. Wrażliwość grubości dodatkowej izolacji ścian zewnętrznych w zależności od cen ciepła.



Rysunek 7.4. Wrażliwość grubości dodatkowej izolacji dachu w zależności od cen ciepła.

Dla zdefiniowanych pięciu wariantów przeprowadzono obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową, zużycia paliw oraz oszczędności możliwe do uzyskania przy realizacji obiektu w lepszej technologii (warianty WP, WO, WM, WMO) w stosunku do wariantu podstawowego WT. W poniższych tabelach zestawiono jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową oraz zużycie paliw w budynku modelowym w ww. wariantach (Tab. 7.6.) natomiast w tabeli 7.7. zestawiono możliwe do uzyskania oszczędności.

Tabela 7.6. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową oraz zużycie paliw w budynku jednorodzinnym.

	Energia użytkowa [kWh/m^2*a]	Zużycie paliwa dla całego budynku		
		Węgiel (tony/rok)	Biomasa (tony/rok)	Gaz ziemny (m^3/rok)
WT	95,09	2,9	6,1	1786
WP	88,69	2,7	5,7	1666
WO	70,98	2,2	4,5	1333
WM	50,37	1,5	3,2	946
WMO	34,76	1,1	2,2	653

Źródło: FEWE

Tabela 7.7. Zmniejszenie zużycia paliw w budynku jednorodzinnym.

	Zmniejszenie zużycia paliwa dla całego budynku		
	Węgiel [tony/rok]	Biomasa [tony/rok]	Gaz ziemny [m^3/rok]
WT-WP	0,2	0,4	120
WT-WO	0,7	1,5	453
WT-WM	1,4	2,9	840
WT-WMO	1,8	3,9	1133

Źródło: FEWE

W dalszej kolejności wyznaczono dodatkowe nakłady inwestycyjne (łącznie dla ocieplenia ścian i dachu) jakie wiążą się z realizacją poszczególnych wariantów budynku modelowego (Tab. 7.8.).

Tabela 7.8. Dodatkowe nakłady inwestycyjne w budynku jednorodzinnym

	Nakłady inwestycyjne w budynku jednorodzinnym (zł)
WP	2 666,74 zł
WO	5 333,49 zł
WM	12 706,50 zł
WMO	20 464,50 zł

Źródło: FEWE

Przyjmując koszt nowego budynku na poziomie 3 000 zł/m^2 dodatkowe koszty wynikające z zastosowania rozwiązań ponadstandardowych powodowałyby wzrost kosztu budynku od 0,3% do 4,5%.

Przyjmując powyższe nakłady inwestycyjne wyznaczono koszt redukcji emisji (CCC [zł/tCO2]) oraz koszt zaoszczędzonej energii (CCE [zł/GJ]) dla poszczególnych wariantów – Tab. 15.

Tab. 7.9. Wyznaczenie wskaźników CCE i CCC w budynku jednorodzinnym

	Budynek jednorodzinny	
	CCE [zł/GJ]	CCC [zł/tCO^2]
WP	-4,0	-43,5
WO	-24,5	-265,6
WM*	-17,9	-194,0
WMO*	-12,1	-131,2

* nie uwzględniono kosztów zastosowania lepszych: stolarki okiennej i drzwi
Źródło: FEWE

Założenia przyjęte do powyższych analiz są następujące:

- Stopa dyskonta 5%,
- Żywotność inwestycji 50 lat,
- Średni wskaźnik emisji dla budynku jednorodzinnego ogrzewanego kotłem węglowym o wyższej sprawności – 92,2 kg CO_2/GJ.

7.2. Bariery

1) Istniejące regulacje prawne – Ustawa Prawo budowlane i rozporządzenia do Ustawy - stanowią istotną barierę w promowaniu w Polsce energooszczędnego budownictwa, w tym również w odniesieniu do budynków jednorodzinnych. Składają się na to głównie dwa czynniki:
   - zbyt łagodne wymagania co do jakości energetycznej nowych budynków w stosunku do poziomów wynikających z rachunku techniczno-ekonomicznego, opartego na obecnych relacjach cen materiałów, urządzeń, usług i cen energii. W rezultacie teoretyczne (obliczeniowe wg PN) zapotrzebowanie energii do ogrzewania budynków i przygotowania ciepłej wody wybudowanych nowych budynków mieszczą się w granicach 120 – 140 kWh/m^{2}rok energii końcowej. Tymczasem optymalny poziom dla aktualnych warunków wynosi 70 – 80 kWh/m^{2}rok,
   - dopuszczone dwa sposoby sprawdzania obliczeniowe wymagań jakości energetycznej nowych budynków, dają swobodę wyboru obliczania, co pozwala na wybór łagodniejszych wymagań:
     - √ pierwszy sposób – granicznych wartości współczynników przenikania ciepła dla przegród budynku U,
     - √ drugi sposób – granicznych wartości wskaźnika EP – jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialna energię pierwotną (np. kWh/m^{2}rok) do celów ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, klimatyzacji i oświetlenia.

   Drugi sposób sprawdzania jest bardziej skomplikowany, ale prowadzi do projektowania bardziej energooszczędnych budynków. Prawie zawsze w praktyce wybierany jest pierwszy sposób, który stawia mniejsze wymagania i prowadzi do budowy nowych budynków, np. mieszkalnych, o dużym zapotrzebowaniu na energię rzędu 120 – 200 kWh/m^{2}rok.
2) Niezbyt duże, ale wyższe koszty budowy nowych budynków (0,5% - 4% jak wykazano wcześniej w analizie) o mniejszym zapotrzebowaniu na energię (ogrzewanie i ciepła woda użytkowa 70 – 80 kWh/m^{2}rok) nie zachęcają deweloperów do budowy domów

i inwestorów indywidualnych o wyższej jakości energetycznej. Z drugiej strony brak wiedzy właścicieli/mieszkańców domów, a w konsekwencji brak postawienia przez nich takich wymagań architektom/projektantom lub deweloperom, które doprowadzą do energooszczędnego domu i możliwie najniższych kosztów energii w długim okresie użytkowania domu.

3) Brak jest instrumentów wsparcia zachęcających do budowy domów o wyższej niż przepisy prawne jakości energetycznej, kierowanych zarówno do deweloperów jak i do indywidualnych inwestorów/właścicieli budynków. Nie wykorzystano nawet instrumentu dopłaty do kredytu rządowego programu „Rodzina na swoim", w którym wielkość dopłaty mogła być, a nie jest, zróżnicowana w zależności od ponadnormatywnej jakości energetycznej budynków.
4) System certyfikacji budynków posiada znaczące mankamenty, które ograniczają jego rolę informacyjną i edukacyjną co do jakości energetycznej budynku i mieszkania. Powody tego są następujące:
   - etykieta certyfikatu w formie liniowego suwaka jest mało czytelna i mało zrozumiana dla przeciętnego człowieka. Przez wiele lat nabywcy sprzętu gospodarstwa domowego przyzwyczaili się do oznaczania efektywności energetycznej w formie klas od A do G, takie oznaczenia dla budynków należało wprowadzić.
   - doświadczenia 2 letniego funkcjonowania certyfikacji wskazują, że jakość ich jest często bardzo niska, brak jest systemu ewidencji i weryfikacji poprawności wykonania certyfikatów,
   - jest obowiązek przedstawienia certyfikatu podczas zakupu mieszkania lub budynku, ale brak jest sposobu egzekucji tego obowiązku, bo brak jest sankcji za niewypełnienie tego obowiązku.

7.3. Rekomendacje

4) Generalnie poprawę efektywności energetycznej w nowych budynkach, w tym jednorodzinnych, winno przynieść komplementarne i terminowe przystosowanie do warunków krajowych i wdrożenie dyrektywy 2010/31/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (recast) z udziałem szerokich konsultacji społecznych. Do tego prowadzą następujące kroki:
   - opracowania i prezentacji programu prac, w tym harmonogramu, prawnego wdrożenia dyrektywy w Polsce, najlepiej do końca marca 2011r,
   - włączyć działania dyrektywy do Krajowego Planu działań dotyczącego Efektywności Energetycznej (EEAP),
   - ustanowić min. poziomy charakterystyki energetycznej nowych budynków
     70 kWh/m^2rok od czerwca 2011
     50 kWh/m^2rok od 2015r
     20 – 40 kWh/m^2rok od 2018/2020r
     Wartości dla 2015 i 2018/2020r winny być zweryfikowane w oparciu o metodykę Komisji UE
   - dokonać przeglądu i znowelizować Ustawę Prawo budowlane i stosowne rozporządzenia dla dostosowania dyrektywy do warunków krajowych do 30 czerwca 2011,
   - opracować i realizować „Krajowy plan do zwiększenia liczby blisko zeroenergetycznych budynków do 30 czerwca 2011 – włączyć do Narodowego Planu Redukcji Emisji Gazów Cieplarnianych,

- wprowadzić metodykę oceny opłacalności proponowanych standardów jakości energetycznej w oparciu o metodykę komisji UE, dostarczyć Raport do EU do czerwca 2012r,
- dokonać przeglądu i zaprojektować finansowe instrumenty wsparcia (NFIOŚiGW, WFOŚiGW, Fundusz Termomodernizacji, Fundusz Zielonych Inwestycji – GIS) tak, ażeby ustanowić długoterminową pomoc dla przejścia do blisko zeroenergetycznych budynków. To winno również znaleźć odbicie w EEAP, czerwiec 2011,
- dokonać przeglądu i wprowadzić zmiany do systemu certyfikacji budynków (2011), w tym:
  - √ obowiązek prawny posiadania certyfikatów budowanych, sprzedawanych i wynajmowanych budynków i budynków publicznych ponad 500 m^2 (od 250 m^2 od czerwca 2015r.),
  - √ poprawić błędy metodyczne wyznaczania charakterystyki energetycznej w świadectwach i zmienić kształt etykiety,
  - √ dodać nowe informacje do etykiety to jest: optymalny poziom jakości energetycznej oraz prezentacji potencjalnych energooszczędnych przedsięwzięć do 30 czerwca 2011r,
  - √ wykorzystać regularne inspekcje kotłów i systemów grzewczych (>20 kW) i klimatyzacji dla doradztwa użytkowników,
  - √ stworzyć system informacji i edukacji dla właścicieli i najemców w zakresie poprawy jakości energetycznej budynków, czerwiec 2011.
- Wprowadzić tylko jeden system ustalania i sprawdzania wymogów jakości energetycznej budynków, w oparciu o przyjęcie wartości kryterialnej – jednostkowego zapotrzebowania energii do ogrzewania, ciepłej wody użytkowej i klimatyzacji EP i EK. Włączyć energię odnawialną do obliczania zapotrzebowania na energię.

5) Stworzyć regulacje prawne w zakresie wymogów jakości energetycznej budynków tak, by były w pełni egzekwowalne i wyznaczona była jednoznacznie odpowiedzialność za przestrzeganie wymogów prawa. Dotyczy to:
   - Procedury odbioru nowych i modernizowanych budynków pod względem oceny i zgodności z wymogami jakości energetycznej budynku,
   - Systemu monitorowania nowych i zmodernizowanych budynków w czasie pierwszych trzech lat eksploatacji,
   - Przestrzegania przez architektów i projektantów zasad projektowania nowych i modernizowanych budynków zgodnie z wymogami jakości energetycznej (przepisy prawne) i ustalania optymalnego zakresu wprowadzenia energooszczędnych i innowacyjnych technologii,
   - Sposobu weryfikacji audytów energetycznych i certyfikacji energetycznej budynków, wprowadzenia odpowiedzialności audytorów i certyfikatorów za nierzetelne opracowanie dokumentów, łącznie z ich obowiązkowym ubezpieczeniem.
6) Dokonać przeglądu wszystkich istniejących i przewidywanych systemów pomocowych do stymulowania rozwoju nowego budownictwa, wprowadzając dodatkowe zachęty dla budynków o ponadstandardowej jakości energetycznej przez różnicowanie np. preferencyjnych kredytów i dotacji w zależności od poziomu charakterystyki energetycznej budynku.
7) Zbudować i stosować system wsparcia finansowego dla deweloperów i indywidualnych inwestorów, którzy budują budynki o ponadstandardowej jakości energetycznej. Wielkość dofinansowania ustalić na zasadzie wykupywania efektu redukcji CO_2 np. zaczynając od wykupu efektu redukcji w kwocie 10 Euro/$MgCO_2$ (40 zł/$MgCO_2$). Kontrolować efektywność angażowania funduszy publicznych przez system audytów,

certyfikatów i odbioru jakości energetycznej budynku i monitorowanie osiągniętych efektów w praktyce.

8) Do proponowanych krajowych, regionalnych i lokalnych portali edukacyjno-informacyjnych wprowadzić tematykę nowych energooszczędnych budynków: technologie, korzyści ekonomiczne, dostęp do funduszy wsparcia.
9) Rozwinąć i wprowadzić nowy standard planowania energetycznego, w którym:
   - gminy są współrealizatorami polityki energetycznej państwa w zakresie realizacji celów polityki energetycznej państwa i pakietu klimatyczno-energetycznego. Czyli planowanie przez cele a nie przez wyrywkowe działania jak określa struktura założeń do planu w obecnym kształcie Ustawy Prawo energetyczne,
   - w ramach przewidywanych zmian w Ustawie – Prawo energetyczne przez projekt Ustawy o efektywności energetycznej o wprowadzeniu dla gmin nowego zadania w planowaniu, to jest „planowanie i organizację działań mających na celu racjonalizację zużycia energii i promocję rozwiązań zmniejszających zużycie energii na swoim obszarze", gminy organizować będą: lokalne doradztwo i kampanie edukacyjno-informacyjne.

8. PODSUMOWANIE – GŁÓWNE REKOMENDACJE

8.1. W istniejących budynkach jednorodzinnych występuje znaczący techniczny potencjał zmniejszenia zużycia energii i redukcji emisji CO_2, szacowany na 181,0 PJ/rok i 18,4 mln $MgCO_2$/rok. Ponad połowę tego potencjału można zrealizować przez opłacalne lub prawie opłacalne przedsięwzięcia efektywnego wykorzystania energii. Niestety nie ma praktycznie żadnych finansowych instrumentów (poza uruchomionymi dopłatami do kolektorów słonecznych w 2010r) wsparcia zachęcających inwestorów/właścicieli budynków jednorodzinnych do podejmowania przedsięwzięć termomodernizacyjnych w szerszej skali. Nie oznacza to, że właściciele budynków nie dokonują termomodernizacji swoich budynków, ale zachęty finansowe przyspieszyłyby tempo termomodernizacji. System informacyjno-edukacyjny, gdyby taki istniał, prowadzić mógłby do bardziej racjonalnych decyzji i kompleksowego podejścia, zmierzającego do możliwie najniższych kosztów energii w całym cyklu żywotności budynku i urządzeń energooszczędnych tam zainstalowanych.

8.2. Konieczne jest ustanowienie funduszu wsparcia dla termomodernizacji zarówno istniejących jak i nowych budynków. Różne winny być instrumenty finansowe dla kompleksowych (pakietów) przedsięwzięć termomodernizacyjnych (rekomendacje 5.3.1., 6.3.1., 7.3.3., 7.3.4.) jak i cząstkowo przeprowadzonych termomodernizacji (rekomendacje). Dofinansowanie przedsięwzięć termomodernizacji można oprzeć na zasadzie wykupu przez państwo redukcji emisji CO_2 po cenie niższej niż przewidywana w europejskim systemie handlu emisjami CO_2 (EUETS), to znaczy np. wykupu po cenie 10 – 20 Euro/$MgCO_2$ (40 – 80 zł Mg/CO_2). Konstrukcja systemu wsparcia finansowego winna uwzględniać wspieranie w pierwszej kolejności przedsięwzięć o największej efektywności redukcji emisji CO_2, jednakże z uwzględnieniem zasady, że więcej premiowane będą te przedsięwzięcia, które tworzą efekty ponad standardowe (ponad regulacje prawne lub powszechne zwyczaje na rynku).

8.3. Uruchomić należy niezależne portale informacyjno-edukacyjne i tworzyć trwałe systemy doradztwa (rekomendacje 4.1.1.3.5., 4.1.2.3.4., 4.3.3.2., 5.3.2., 5.3.4. i 5.3.5., 7.3.5.). Centralny portal na poziomie krajowym i regionalne – na poziomie województw oraz lokalne – na poziomie gminy. Portale winny zawierać:
   - wzorcowe przykłady termomodernizacji,
   - upowszechnienie dobrych praktyk,

- rekomendacje technologii termomodernizacji i energooszczędnych urządzeń,
- prezentacje korzyści głębokiej termomodernizacji w cyklu żywotności (również cen energii) i stosowania najbardziej efektywnych energetycznie technologii,
- przegląd i dostęp do funduszy wsparcia.

8.4. Wykorzystać należy faktury za energię jako źródło informacji (rekomendacje 3.1.3.1., 3.1.3.2., 3.1.3.3.).

8.5. Krajowy Program Działań na rzecz Poprawy Efektywności Energetycznej winien uwzględniać programy termomodernizacji budynków w oparciu o krajową strategię termomodernizacji budynków. Takiej strategii nie ma i należy ją opracować. Strategia ta winna również być podstawą do opracowania Krajowego planu do zwiększenia liczby blisko zeroenergetycznych budynków (dyrektywa 2010/31/WE – recast).

8.6. Generalnym uporządkowaniem promocji przez państwo zwiększenia efektywności energetycznej i wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w nowych i częściowo w istniejących budynkach, w tym w jednorodzinnych, winno być komplementarne i terminowe wdrożenie dyrektywy 2010/31/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (rekomendacje 7.3.1., 7.3.2., 7.3.3., 7.3.4.). Dotyczy to przede wszystkim:
- ustanowienia nowych, wyższych wymagań co do charakterystyki energetycznej nowych budynków,
- zaprojektowania i wdrożenia finansowych instrumentów wsparcia, stosownie do celowych grup budynków, w tym jednorodzinnych,
- wprowadzenia zmian do certyfikacji budynków w zakresie: obowiązku posiadania, poprawienia błędów merytorycznych obliczeń, kształtu graficznego i nowych informacji na certyfikatach,
- wprowadzenia jednego sposobu ustalania i sprawdzania charakterystyk energetycznych budynków na podstawie minimalnej wartości jednostkowego zapotrzebowania energii (EP, EK),
- wprowadzenia procedury odbioru jakości energetycznej nowych i termomodernizowanych budynków,
- sposobu weryfikacji audytów i certyfikatów.

8.7. Rozwinąć należy instrumenty wsparcia (podatki, refundacje części kosztów itp.) dla zakupu przez właścicieli i lokatorów budynku materiałów, urządzeń, sprzętu gospodarstwa domowego o wysokiej jakości energetycznej (rekomendacje 5.3.1.).

8.8. Przytoczone w punktach 8.1. – 8.6 rekomendacje stanowią wybrane rekomendacje. Osiągnięcie znacząco większej dynamiki i jakości termomodernizacji istniejących budynków oraz promocja energooszczędnego blisko zeroenergetycznego budownictwa wymaga zastosowania całości instrumentów prawnych, finansowych, organizacyjnych, informacyjnych i edukacyjnych przedstawionych w formie szczegółowych rekomendacji przedstawionych w poszczególnych rozdziałach i podrozdziałach niniejszego raportu, odpowiednio do danego rodzaju przedsięwzięcia/technologii.

9. WYKORZYSTANE MATERIAŁY I LITERATURA

- Mały rocznik statystyczny Polski 2009, GUS
- Bank danych lokalnych GUS, Narodowy Spis Powszechny 2002
http://www.stat.gov.pl/bdr_n/app/dane_podgrup.nowe_okno?p_zest_id=845026&p_typ=HTML
- Budownictwo mieszkaniowe I-IV kwartał 2003 do I - II kwartał 2010, GUS
- Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2007, 2008 - GUS, Warszawa 2008
- Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, 10.11.2009
- Stępień J.C.: Prognozy zapotrzebowania na ciepło na terenach o małym stopniu zurbanizowania
http://www.ogrzewnictwo.pl/index.php?akt_cms=1186&cms=265
- Techniczna i gospodarcza analiza oraz prognozowanie nakładów energetycznych na ogrzewanie budynków mieszkalnych na terenach wiejskich
http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/technica_agraria/2003/acta_tech_2%282%29_art_09.pdf
- Budownictwo mieszkaniowe 1991-2009 (tablice przeglądowe) – GUS
http://www.stat.gov.pl/gus/5840_3031_PLK_HTML.htm
- Cena 1 m^2
http://www.stat.gov.pl/gus/5840_4671_PLK_HTML.htm
- Inflacja
http://www.stat.gov.pl/gus/5840_1634_PLK_HTML.htm
- Informacje o mieszkalnictwie - wyniki monitoringu za 2007 r. – Instytut Rozwoju Miast - Kraków 2008
- Pogorzelski J.A., Kasperkiewicz K., Geryło R.: Budynki wielkopłytowe - wymagania podstawowe. Zeszyt 11 - Oszczędność energii i izolacyjność cieplna przegród. Stan istniejący budynków wielkopłytowych. ITB – Warszawa 2003
- Bank danych lokalnych GUS
http://www.stat.gov.pl/bdr_n/app/dane_podgrup.nowe_okno?p_zest_id=47179&p_typ=HTML
- Polska 2030. Wyzwania rozwojowe - Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, Warszawa 2009
- Efektywność wykorzystania energii w latach 1997 – 2007 – GUS, Warszawa 2009
http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_se_efektywnosc_wykorzystania_energii_1997-2007.pdf
- Budownictwo – wyniki działalności w 2008 r. - GUS, Warszawa 2009
http://www.stat.gov.pl/gus/5840_2798_PLK_HTML.htm
- Ceny robót budowlano-montażowych i obiektów budowlanych - lipiec 2009 – GUS, Warszawa 2009
http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_ch_ceny_robot_07m_2009.pdf
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej - Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1240
http://www.mi.gov.pl/files/0/1789596/Metodologia.pdf
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238
http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20082011238
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346
http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20090430346

- Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO_2 (WE) w roku 2006 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2009, KASHUE – Warszawa 2009
  http://kashue.eu/serwis/materialy/download/we_i_wo_do_he_2006.pdf
- Eurostat yearbook 2009 - Europe in figures
  http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-CD-09-001/EN/KS-CD-09-001-EN.PDF
- Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27 – ODYSSEE-MURE project – October 2009
- Raport Delphi/ Millward Brown w projekcie Foresight GIG Katowice „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050 r.
- Program Audytor OZC – wersja 4.8 – Narodowa Agencja Poszanowania Energii - Warszawa
- PN-EN-ISO 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego"
- PN-EN ISO 13790 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia"
- RETScreen International pakiet narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji w zakresie odnawialnych energii http://www.retscreen.net/pl/home.php
- Serwis www.topten.info.pl w ramach europejskiej inicjatywy Euro-TopTen Plus
- Dyrektywa 2010/31/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie charakterystyki energetycznej budynków
- Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie efektywności końcowego użytkowania energii oraz usług energetycznych
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne - Tekst ujednolicony w Biurze Prawnym URE, stan na dzień 9 sierpnia 2010 r.
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane – Tekst ujednolicony; stan na 2010 - Kancelaria Sejmu
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska - Tekst ujednolicony; stan na 2010 - Kancelaria Sejmu
- Analiza potencjału zmniejszenia zużycia energii w nowych budynkach w wyniku zastosowania wyższych standardów w zakresie izolacyjności przegród zewnętrznych - Raport WWF przygotowany przez FEWE przy współpracy z ISOVER
  http://www.wwfpl.panda.org/fakty_ciekawostki/biblioteka/
- RAPORT -Potencjał efektywności energetycznej i redukcji emisji w wybranych grupach użytkowania energii. Droga naprzód do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego – FEWE, PKE - OG – 2009
- Energy performance requirements for new buildings in 11 countries from Central Europe – Exemplary Comparison of three buildings – Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt 2008.

Słowo końcowe

Raport jest obszerny i zawiera wiele założeń, wyników i obliczeń. Zdecydowano się na ich przedstawienie, bo maja potwierdzać bariery i uzasadniać rekomendacje. Zachęcamy więc Czytelnika do czytania w pierwszej kolejności barier i rekomendacji, a sięganie do analiz w przypadku potwierdzenia lub wątpliwości co do zasadności rekomendacji.
Liczność proponowanych nowych instrumentów: prawnych, finansowych, edukacyjnych, informacyjnych wynika z potrzeby promocji wielu różnorakich energooszczędnych przedsięwzięć i dotarcia do milionów użytkowników energii w gospodarstwach domowych.
Raport może być przyczynkiem do opracowania i realizacji Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej.
Przede wszystkim realizacja działań określonych w raporcie winna być wyrazem zrównoważonej polityki państwa, zgodnie z którą:

- ✓ Po pierwsze, że lepiej w pierwszej kolejności stymulować wykorzystanie i wyczerpywać potencjał tańszych opcji redukcji emisji gazów cieplarnianych w użytkowaniu energii, a następnie droższe opcje w wytwarzaniu energii, związane ze stosunkowo wysokim kosztem zakupu uprawnień do emisji lub technologii redukcji emisji,
- ✓ Po drugie, że zmniejszenie zużycia energii, a w konsekwencji kosztów energii, w gospodarstwach domowych, to również element społecznej polityki państwa w warunkach nieuchronnie rosnących i wysokich cen energii.

Ale najlepiej gdyby narodowy program redukcji emisji w użytkowaniu energii oraz w wytwarzaniu i przesyle energii prowadził do możliwie najniższych kosztów zaopatrzenia gospodarki społeczeństwa w energię, zapewniając równocześnie realizację zobowiązań Polski wobec Unii Europejskiej i światowej społeczności.

Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii

Polish Foundation for Energy Efficiency

European Climate Foundation

Ocena istniejących i propozycja nowych mechanizmów zwiększenia efektywności wykorzystania energii i promocji odnawialnych źródeł energii w jednorodzinnych budynkach mieszkalnych

TOM II - załączniki

Katowice, grudzień 2010 rok

SPIS TREŚCI

Załącznik 1 - Budynek jednorodzinny. Stan istniejący

Załącznik 2 - Budynek jednorodzinny. Wariant WT 2008

Załącznik 3 - Budynek jednorodzinny. Wariant optymalny

Załącznik 4a - Kolektory słoneczne. Wariant 1

Załącznik 4b - Kolektory słoneczne. Wariant 2

Załącznik 4c - Kolektory słoneczne. Wariant 3