WWF for a living planet®

Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii

Polish Foundation for Energy Efficiency

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

Wykonawcy: Piotr Kukla, Jerzy Wojtulewicz
Prowadzący: Szymon Liszka

Katowice, wrzesień 2009

WWF Polska
ul. Wiśniowa 38
02-520 Warszawa
kontakt@wwf.pl
www.wwf.pl

Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii
ul. J. Rymera 3/4
40- 048 Katowice
office@fewe.pl
www.fewe.pl

ISOVER istota izolacji

Partner projektu Klimat i energia WWF Polska

1. Wprowadzenie

Polskie budynki tracą dziś bezużytecznie znaczny odsetek energii, która jest do nich doprowadzana. To energia, która ogrzewa klimat zamiast nasze domy i uszczupla rodzinne budżety. Nie ma żadnego uzasadnienia, dla którego nowe budynki miałyby być równie energochłonne. Koszty wzniesienia energooszczędnego budynku są tylko o 4% wyższe niż budynku tradycyjnego. Tymczasem eksploatacja domu jednorodzinnego w standardzie energooszczędnym zamiast w standardzie tradycyjnym, przynosi oszczędności rzędu nawet około 2 tysięcy zł rocznie w kosztach ogrzewania. Dzięki przejściu na energooszczędne standardy w budownictwie, Polacy mogą wyemitować o blisko milion ton CO_2 mniej w skali roku. W perspektywie do roku 2020 możemy zaoszczędzić ponad 13 miliardów złotych!

Dlatego organizacja ekologiczna WWF apeluje o jak najszybsze zaostrzenie przepisów tak, by konieczne stało się budowanie w technologii energooszczędnej.

Budownictwo odpowiada za jedną czwartą zużycia energii w Polsce i jest wysoce marnotrawne. Budynki wznoszone w naszym kraju należą do najbardziej energochłonnych w Unii Europejskiej[1]. Zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku jednorodzinnego ogrzewanego niskotemperaturowym kotłem gazowym w Polsce jest o 30% większe niż w Szwecji i to mimo łagodniejszych warunków klimatycznych. Dla budynku wielorodzinnego jest to różnica rzędu 25%. W zakresie wymagań energooszczędności stawianych nowobudowanym budynkom wciąż pozostajemy znacznie w tyle za takimi państwami jak Dania czy Niemcy.

Istnieje więc znaczny potencjał oszczędności kosztów, energii, a także – co za tym idzie – możliwość zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, jeśli Polska zacznie budować racjonalniej, a więc oszczędniej.

Gdyby wszystkie nowobudowane w Polsce budynki charakteryzował standard energetyczny rzędu 70 kWh/m^2/rok (porównywalny z normą obowiązującą dziś w Szwecji), a nie średnio 120 kWh/m^2/rok, jak obecnie projektowane, Polska mogłaby zmniejszyć swoje emisje CO_2 o blisko pół miliona ton dwutlenku węgla rocznie. Gdyby podwyższyć wymagania do standardu określanego jako 'neutralny energetycznie', proponowanego przez Komisję Europejską, to na koniec 2020 roku, roczne zmniejszenie emisji sięgnęłoby poziomu 900 tysięcy ton (jeśli zakładać, że corocznie oddawana jest do użytku taka liczba budynków, jak obecnie).

Polska może znacznie zmniejszyć swoje zapotrzebowanie na energię potrzebną do ogrzania budynków. Od wielu lat podejmuje się szereg działań termomodernizacyjnych w istniejących domach i biurowcach. Równocześnie obserwuje się gwałtowny rozwój nowego budownictwa, który z pewnością jeszcze się nasili, gdyż Polska jest wciąż w gronie państw Unii Europejskiej o największej liczbie osób przypadających na jedno mieszkanie.

Tymczasem Rząd Polski wydaje się nie dostrzegać olbrzymiego potencjału oszczędności energii w sektorze budownictwa. Ubiegłoroczne decyzje Ministerstwa Infrastruktury nie tylko nie zbliżyły Polski do uruchomienia potencjału wzrostu efektywności energetycznej w budownictwie, ale stworzyły wręcz nowe przeszkody w tym procesie. Znowelizowane rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, zamiast zaostrzyć, złagodziło i tak bardzo liberalne wymagania dotyczące minimalnych standardów energetycznych nowo projektowanych budynków.

[1] Energy performance requirements for new buildings in 11 countries from Central Europe – Exemplary Comparison of three buildings, Tobias Loga, Dr. Jens Knissel, Dr. Nikolaus Diefenbach, Institut Wohnen Und Umwelt GmBH Darmstadt, 5th December 2008.

Nowe budynki to nowe odbiorniki energii. Powinny one być budowane w sposób zapewniający możliwie mały wzrost zapotrzebowania na energię. Dostępne na rynku rozwiązania pozwalają budować energooszczędnie, a koszty wzniesienia energooszczędnego budynku są tylko nieznacznie wyższe niż budynku tradycyjnego. Praktyka jednak nie napawa optymizmem - przepisy w zakresie ochrony cieplnej budynków są zdecydowanie zbyt łagodne, a inwestorzy dążą jedynie do wypełnienia minimalnych wymagań prawnych.

Dlatego WWF domaga się:

1. Zaostrzenia wymagań w zakresie ochrony cieplnej nowobudowanych budynków w Polsce do energooszczędnych standardów obowiązujących w Unii Europejskiej (z celem krótkoterminowym zapotrzebowania na energię 70 kWh/m^2/rok.
2. Nowelizacji rozporządzenia w sprawie metodologii sporządzania świadectw energetycznych (tzw. certyfikatów) oraz wprowadzenia klas energetycznych budynków i lokali mieszkalnych.
3. Wprowadzenia zmian w Prawie Budowlanym, skutkujących realnym obowiązkiem wykonywania świadectw zgodnie z prawem unijnym oraz wprowadzenia systemu ewidencji i weryfikacji sporządzanych certyfikatów.

Raport WWF i FEWE – Dlaczego warto budować lepiej izolowane budynki?

Potencjał oszczędności energii przy zastosowaniu ostrzejszych wymogów względem izolacyjności w nowobudowanych budynkach prezentuje przygotowany na zlecenie WWF raport Fundacji na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii.

W raporcie przeanalizowano wymagania prawne w zakresie izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych obowiązujące w państwach europejskich, a także wynikające z nich zapotrzebowanie na energię w nowo-stawianych budynkach. Dokonano przeglądu istniejących przepisów krajowych w tym zakresie i oszacowano koszty inwestycyjne i efekty ewentualnych zmian w praktyce budowlanej. Raport wykazuje, że w naszych warunkach klimatycznych niemożliwe jest skonstruowanie budynku energooszczędnego bez doskonałej izolacyjności przegród budowlanych.

Zmiana izolacyjności przegród nie jest warunkiem wystarczającym, by określić budynek mianem energooszczędnego, ale bez dobrze zaizolowanych ścian budynek energooszczędny w naszych warunkach klimatycznych nie powstanie.

Wyniki raportu wskazują, że już dziś możemy w sposób racjonalny kosztowo budować znacznie „cieplejsze" budynki. Jak sprawić, żeby stało się to powszechną praktyką? To pytanie autorzy pozostawiają otwarte. Nie ma jednak wątpliwości, że zaostrzenie wymagań technicznych przyczyniłoby się do znacznej poprawy sytuacji.

Jak to osiągnąć?

Problem racjonalnego gospodarowania energią w budynkach znalazł swoje odzwierciedlenie w krajowych przepisach budowlanych w 1982 r. Od tego czasu prawne wymagania w zakresie ochrony cieplnej budynków ulegały stopniowemu zaostrzeniu. Jednak od 1995 zmiany te są stosunkowo niewielkie, a ostatnie modyfikacje przepisów doprowadziły wręcz do osłabienia wymagań. Początkowo przepisy regulowały wielkości oporu cieplnego przegród zewnętrznych, obecnie wymogi w zakresie izolacyjności przegród zewnętrznych zastępowane są ograniczeniami maksymalnego zużycia energii w budynku. Wynika to z faktu, że przy osiągnięciu bardzo dobrych parametrów izolacyjności przegród zewnętrznych o zużyciu energii w budynku zaczynają decydować inne czynniki – podgrzewanie powietrza wentylacyjnego i zdolność wykorzystania ciepła z powietrza infiltrowanego z zewnątrz.

Dla oceny potencjału zmniejszenia zużycia energii w nowych budynkach w wyniku zastosowania wyższych standardów w zakresie izolacyjności przegród zewnętrznych, stworzono dwa modelowe budynki i na ich przykładzie przeprowadzono analizę wariantową.

Jako wariant odniesienia przyjęto budynek spełniający minimalne wymagania prawne (WT), kolejne warianty obejmowały:

- budynek zgodny z wymaganiami dla programu termomodernizacji (WP) – obecnie przepisy takie obowiązują w Niemczech,
- budynek dla którego grubości izolacji zoptymalizowano w oparciu o kryterium ekonomiczne (WO) - zgodny z obowiązującymi obecnie wymogami belgijskimi,
- budynek o maksymalnej izolacyjności przegród zewnętrznych (WM).

Wyniki pokazały, że zwiększenie izolacyjności przegród zewnętrznych jest przedsięwzięciem opłacalnym, prowadzi do ograniczenia zapotrzebowania na energię i ograniczenia emisji, przy czym koszt uzyskania efektu energetycznego i ekologicznego jest ujemny.

Przykładowo, dla budynku jednorodzinnego zbudowanego zgodnie z przepisami, jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową będzie wynosić 95 kWh/m^2/rok, co odpowiada zużyciu np. 1786 m^3 gazu ziemnego. Stosując natomiast optymalną grubość izolacji w fazie budowy, czyli spełniając warunki wariantu optymalnego WO, poniesiemy nakłady większe o 5 333 zł czyli nieznacznie ponad 1% kosztu budowy, uzyskując zmniejszenie zapotrzebowania na energię użytkową do 71 kWh/m^2/rok i zmniejszenie zużycia gazu o 450 m^3/rok.

W perspektywie rozwoju budownictwa w Polsce zaostrzenie wymagań do poziomu WP (czyli obowiązujących przepisów dla budynków termomodernizowanych) przyniosłoby oszczędności energii na poziomie 1,7 TWh/rok do 2,1 TWh/rok w 2020 r., a przy ustawieniu poprzeczki na poziomie wariantu optymalnego (WO) oszczędności te mogłyby wynieść 6,9 TWh/rok do 8,4 TWh/rok. Skutkowałoby to zmniejszeniem emisji CO_2 w odniesieniu do rocznej emisji wynikającej z użytkowania energii w gospodarstwach domowych w 2007 roku o 0,6 – 0,8% dla wariantu WP, 2,4 – 3,0% dla wariantu WO.

To się opłaca, czyli lepiej budować energooszczędnie niż później modernizować

Prognoza zawarta w 'Polityce Energetycznej Polski do 2030 roku' przewiduje dla okresu 2010-2020 r. nieznaczny (około 2%) wzrost zapotrzebowania na energię finalną w gospodarstwach domowych. Dla zapewnienia tak niewielkiego wzrostu, w warunkach rozwoju budownictwa i przy rosnącym zużyciu energii na potrzeby inne niż ogrzewanie pomieszczeń, niezbędne jest poszukiwanie oszczędności.

Źródła tych oszczędności autorzy raportu WWF/FEWE upatrują w termomodernizacji istniejących budynków, gdyż potencjał w tym zakresie jest wciąż ogromny. Ograniczenie wzrostu zużycia można jednak osiągnąć także poprzez ograniczenie energochłonności budynków nowowznoszonych. Z porównania kosztów wynika, że **uzyskanie oszczędności energii w nowych budynkach poprzez wykonanie ich w technologii energooszczędnej jest tańsze niż uzyskanie analogicznego efektu poprzez termomodernizację istniejących budynków. Dla uzyskania tego samego efektu energetycznego przez termomodernizację budynków nakłady inwestycyjne mogą być większe nawet o 160%**.

Z analizy kosztów wynika też, że dla budynku jednorodzinnego o powierzchni ogrzewanej 120 m^2, koszt budowy przy zachowaniu standardów energooszczędnych jest zaledwie o 4% większy niż koszt budowy według aktualnych wymagań prawnych, zaś zwrot poniesionych nakładów powinien nastąpić po dziewięciu latach użytkowania.

Co dalej?

Zmiana wymagań w zakresie przegród zewnętrznych to jedynie pierwszy krok na drodze do upowszechnienia budownictwa energooszczędnego, a w dalszej kolejności budownictwa pasywnego. W analizowanym przypadku zwiększając izolacyjność przegród zewnętrznych WM możemy zbliżyć się do wymagań dla domów energooszczędnych. Niemniej żeby ten poziom osiągnąć potrzebne są bardziej zawansowane rozwiązania, jak stosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (tak jak w wariancie WMO).

Dla pełnego wykorzystania potencjału energooszczędności niezbędne jest:

- zaostrzenie wymagań w stosunku do nowych budynków wraz z system egzekwowania przepisów,
- podnoszenie świadomości inwestorów, promocja stosowania rozwiązań ponadstandardowych, kampanie informacyjne, projekty demonstracyjne, wzmocnienie sytemu certyfikacji budynków, tworzenie systemu zachęt finansowych dla budynków pasywnych i energooszczędnych, stosowanie kryteriów środowiskowych,
- promocja produktów objętych dyrektywą Ecodesign,
- monitorowanie rozwoju sytuacji na rynku krajowym i europejskim (obecnie brak jest informacji o parametrach budynków i sposobie zasilania budynków w energię) - publiczny rejestr świadectw energetycznych mógłby być rozwiązaniem,
- planowanie energetyczne.

Wykorzystajmy szansę

Najbliższe miesiące wydają się najlepszym czasem na wprowadzanie stosownych zmian w prawie. Trwa bowiem proces nowelizacji unijnej Dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (ang: the Energy Performance of Buildings Directive - EPBD). Jest to dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej, dotycząca sprawności energetycznej budynków, tj. zużycia przez nie energii na ogrzewanie oraz klimatyzację. W myśl EPBD, kraje Unii zobowiązane zostały do wprowadzenia przepisów prawnych i administracyjnych, prowadzących do ujednolicenia standardów efektywności energetycznej w budownictwie oraz stymulujących dążenia do optymalnego wykorzystania energii cieplnej. Nasz kraj niestety nie wprowadził satysfakcjonujących przepisów.

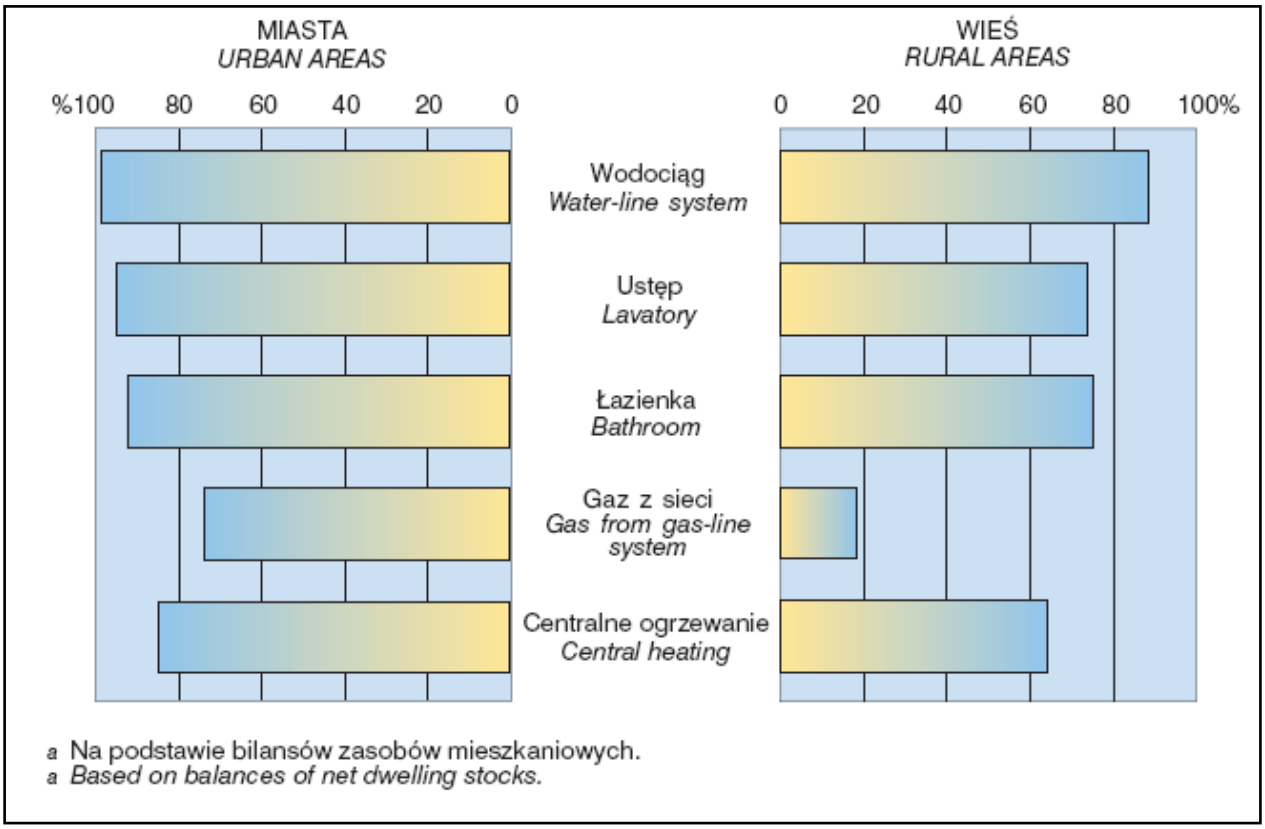
Obecnie trwają prace nad zmianą niektórych zapisów dyrektywy. Szwecja, piastująca aktualnie prezydencję Rady UE zapowiada, że porozumienie dotyczące nowych regulacji zostanie uzgodnione jeszcze przed upływem szwedzkiej kadencji. Tymczasem forsowanie mało ambitnych zapisów dyrektywy, nawet w myśl przekonania, że musi być ona gotowa przed grudniowym szczytem klimatycznym w Kopenhadze, nie wpłynie pozytywnie na wiarygodny wizerunek UE w międzynarodowych negocjacjach nad klimatycznym porozumieniem post-2012. Z kolei przyjęcie silnej i ambitnej dyrektywy będzie dowodem na to, że oprócz głośnych deklaracji Europa podejmuje także konkretne działania „u siebie", a nie tylko oczekuje ich od innych. Tym bardziej, że dyrektywa dotyczy sektora odpowiedzialnego za 40% finalnego zużycia energii oraz 36% emisji gazów cieplarnianych w całej Unii.

W Polsce zapisy dyrektywy EPBD zostały uwzględnione w zmianie Ustawy Prawo Budowlane w 2007 roku. Od 1 stycznia 2009 roku obowiązują rozporządzenia dla wdrożenia dyrektywy, niestety z wieloma mankamentami i brakami. Implementacja znowelizowanej dyrektywy do prawa polskiego stanowić może doskonałą okazję do wykorzystania w pełni potencjału efektywności energetycznej kraju.

2. Podstawowe informacje o mieszkalnictwie

W kraju użytkowanych jest 12 994 tysięcy mieszkań, z tego 8 739 tysięcy w miastach i 4 255 tysięcy na wsi (wg stanu na 31.12.2007). Łączna powierzchnia użytkowa mieszkań wynosi 907 233 tys. m^2. Mieszkania na wsi w większości wyposażone są wwodociąg – prawie 90%, wc – ok. 75%, łazienki – 75%, gaz z sieci – ok. 19% i centralne ogrzewanie – 64%. Natomiast w miastach w wodociąg wyposażone jest prawie 100% mieszkań, w wc – ok. 98%, łazienki – 92%, gaz z sieci – 75%, zaś centralne ogrzewanie – 85% (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) [1]

Rys.1. Wyposażenie mieszkań w % ogółu mieszkań w 2007 r. Źródło: [1].



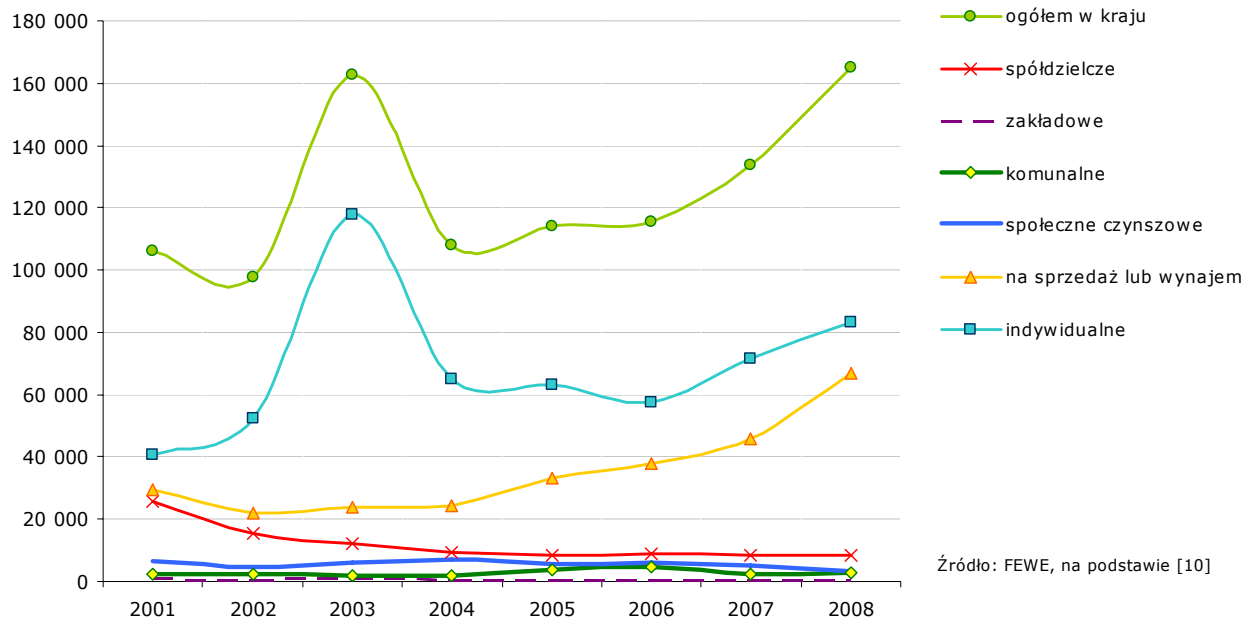
W 2008 roku oddano do użytku 165 189 mieszkań. W stosunku do roku 1995 jest to wzrost o niemal 60%. Więcej mieszkań oddano do użytkowania w domach jednorodzinnych, wzrost wyniósł 62%, natomiast w budynkach wielorodzinnych niecałe 57% (Tab. 1) [4].

Tab. 1. Liczba mieszkań oddanych do użytku w latach 1995 – 2008.
Źródło: Analiza FEWE na podstawie [4].

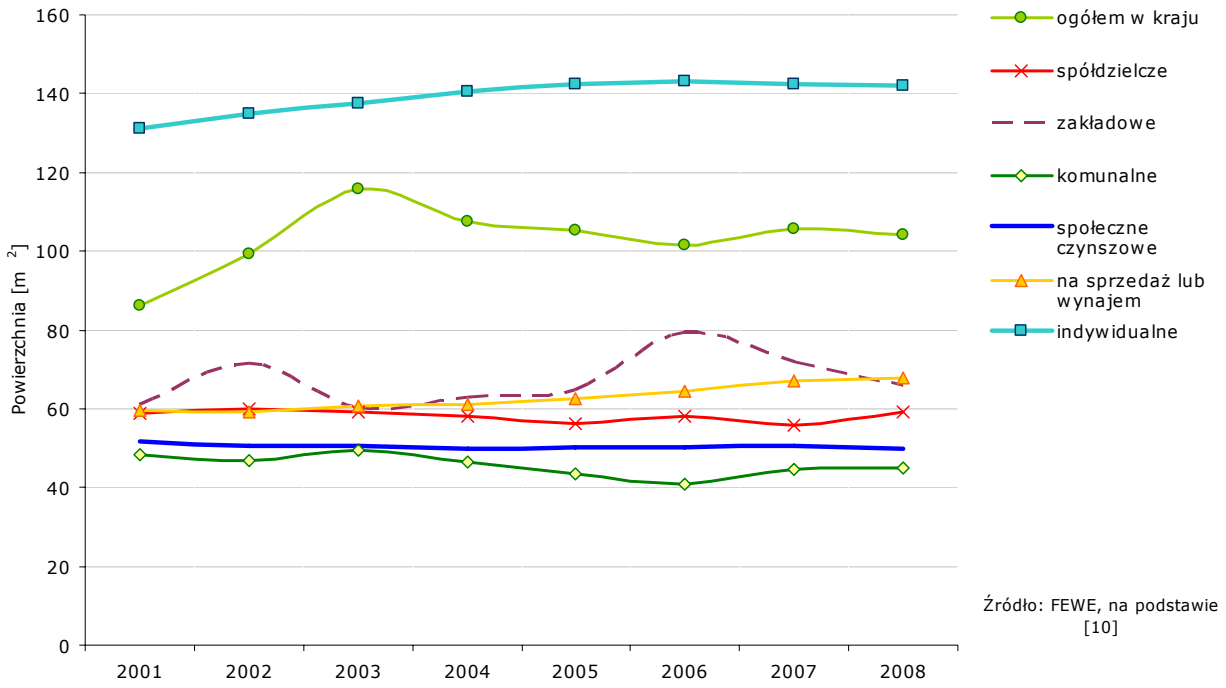
	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Mieszkania oddane do użytkowania ogółem	67 072	87 789	114 066	115 353	133 698	165 189
Mieszkania w domach jednorodzinnych	31675	35542	63279	57594	71643	83338
Mieszkania w budynkach wielorodzinnych	35397	52247	50787	57759	62055	81851

W 2008 roku obserwowano dalszy rozwój budownictwa mieszkaniowego, zarówno w przypadku mieszkań oddawanych do użytku w domach wielorodzinnych, jak i w domach jednorodzinnych. W stosunku do 2001 roku wzrost ten w budownictwie wielorodzinnym wyniósł ponad 25%, natomiast w budownictwie indywidualnym 105%. W okresie tym zaobserwowano spadek w budownictwie spółdzielczym – o ponad 66%, zakładowym – ponad 42% oraz znaczny wzrost budownictwa na sprzedaż lub wynajem – prawie 127% i budownictwa indywidualnego 105%. W latach 2004 – 2008 zaobserwować można stabilizację budownictwa spółdzielczego, społecznego czynszowego i komunalnego stosunkowo na niskim poziomie, odpowiednio 8 600, 3 200 i 2 700 mieszkań na rok (Rys. 2), [7], [10].

Wzrasta średnia powierzchnia mieszkań oddawanych do użytku. W skali kraju jest to wzrost o niecałe 21%. W tym samym okresie najbardziej wzrosła średnia powierzchnia jednego mieszkania w przypadku budownictwa realizowanego przez deweloperów – do 68m^2, tj. o 14%; jednorodzinnego – do prawie 142m^2, tj. o ponad 14%. Spadła natomiast średnia powierzchnia mieszkania komunalnego i społecznego czynszowego odpowiednio o 7,4% i 3,4% do poziomu 45 do 50m^2 (Rys. 3), [10].

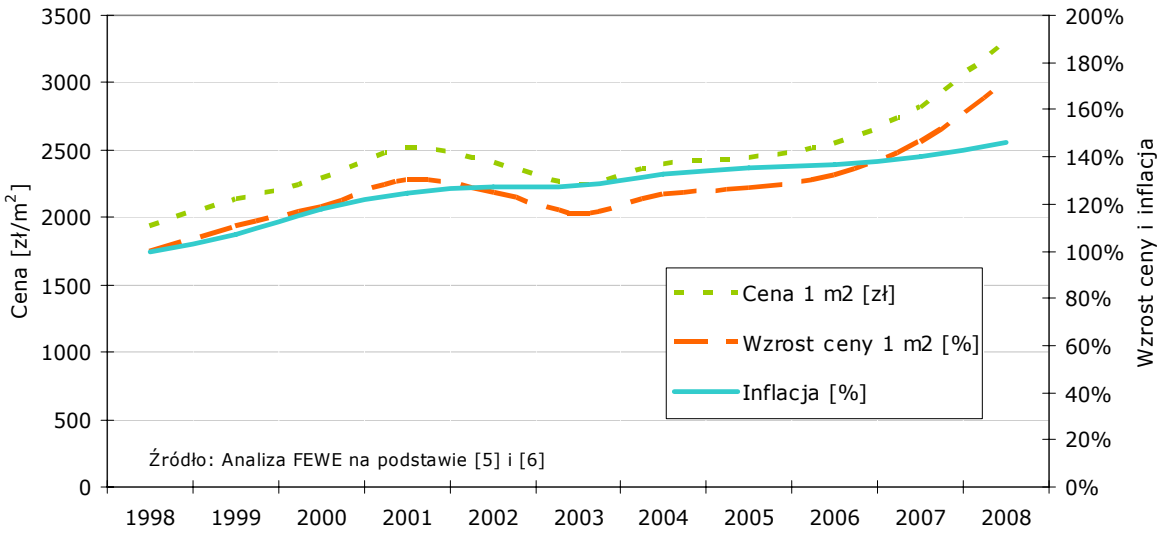


Rys. 2. Liczba mieszkań oddanych do użytku w latach 2001 - 2008 wg form budownictwa.



Rys. 3. Średnia powierzchnia mieszkania oddawanego do użytku w latach 2001 – 2008.

Wskaźnik ceny 1m^2 powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytku ustalany jest przez Główny Urząd Statystyczny na podstawie nakładów poniesionych przez inwestorów na budowę wielomieszkaniowych budynków mieszkalnych. Koszt ten wzrósł od 1998 roku prawie o 72%. Był wyższy od inflacji, która wyniosła narastająco prawie 46% (Rys. 4), [5], [6].

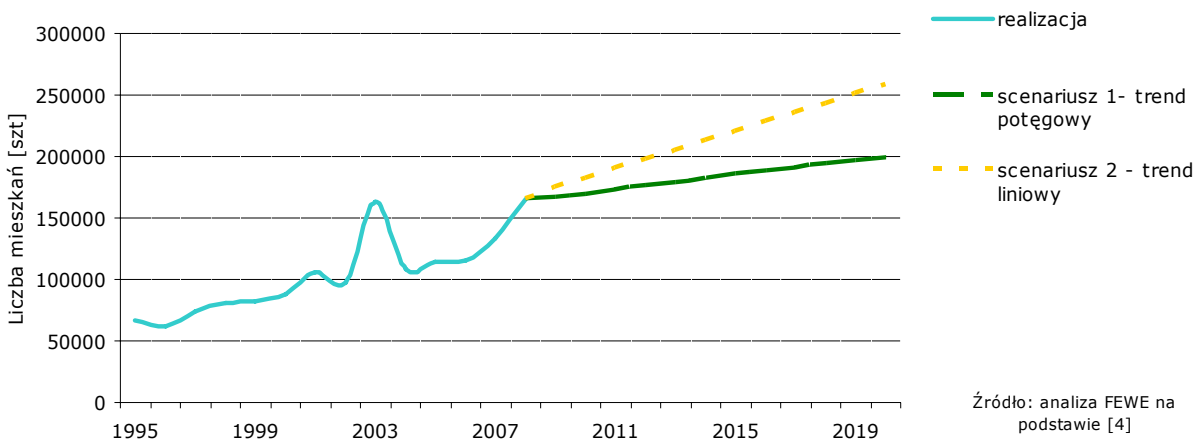


Rys. 4. Cena 1 m2 powierzchni użytkowej mieszkań oraz jej wzrost na tle inflacji w latach 1998 – 2008.

Według monitoringu budownictwa mieszkalnego wykonanego przez Instytut Rozwoju Miast, (podstawowy materiał badawczy zebrany został w 22 miastach reprezentujących wszystkie 16 województw) koszty budowy mieszkań spółdzielczych oddanych do eksploatacji w domach wielorodzinnych w 2007 r. wynosiły średnio ponad 2500 zł za 1m^2 i w stosunku do roku poprzedniego były wyższe średnio o około 5%. Przeciętne koszty budowy 1m^2 mieszkania TBS wynosiły również ponad 2500 zł, co oznaczało wzrost w stosunku do 2006 r. o około 20%. Koszty budowy 1m^2 mieszkania komunalnego w 2007 r. kształtowały się w wysokości od 1800 zł do blisko 3400 zł. W przypadku deweloperów koszty 1m^2 mieszkania kształtowały się od około 2300 zł do ponad 2800 zł. Szacuje się, że w największych aglomeracjach koszty mogły wynosić w granicach 3500 – 4500 zł. za 1m^2 powierzchni użytkowej. [7].

Budynki mieszkalne wielorodzinne budowane są ulepszoną metodą tradycyjną. Tym sposobem buduje się około 76% ogólnej kubatury budynków. 20% mieszkań buduje się metodą monolityczną. Pozostałe 4% kubatury wzniesiono w innych technologiach (wielka płyta, wielki blok i inne). W budownictwie indywidualnym dominuje tradycyjna metoda budowy [7].

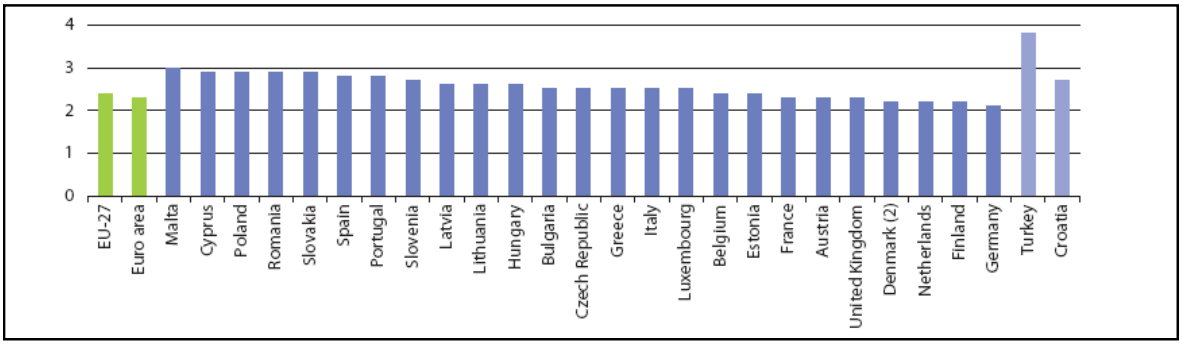
W związku z brakiem oficjalnej i aktualnej prognozy rozwoju budownictwa mieszkaniowego, własną prognozę stworzono w oparciu o analizę danych statystycznych od 1995 roku [4], [7], [10], [11]. Najbardziej prawdopodobne wyniki otrzymano dla trendu potęgowego i liniowego. Rozwój budownictwa mieszkaniowego według trendu potęgowego prowadzi do wybudowania prawie 200 tys. mieszkań w 2020 roku (wzrost do 2008 roku o 20%), w tym prawie 110 tys. budynków jednorodzinnych. W dalszej części opracowania używana jest nazwa „scenariusz 1". Rozwój według tego scenariusza ma charakter zachowawczy (Rys. 5).



Rys. 5. Mieszkania oddane do użytku w latach 1995 – 2008 oraz prognoza do 2020 roku wg scenariuszy 1 i 2.

W scenariuszu 2 przewidziano rozwój budownictwa według trendu liniowego. Oznacza to, że w 2020 roku będzie zbudowanych prawie 260 tys. mieszkań (wzrost o 47%), w tym 145 tys. domów jednorodzinnych (Rys.5). Scenariusz ten ma charakter dynamiczny.

Ponieważ ubytki w starych zasobach stanowią zaledwie 0,04%, z tendencją malejącą (0,02% w 2007) w stosunku do liczby użytkowanych mieszkań [10] w dalszych analizach nie uwzględniano ich wpływu.



Rys. 6. Średnia liczba osób w gospodarstwie domowym w krajach UE w 2007 r.
Uwaga: (1) dla Irlandii i Szwecji brak danych, (2) 2006 Źródło: Eurostat

Polska charakteryzuje się największą, po Malcie i Cyprze, liczbą osób przypadających na jedno mieszkanie w Unii Europejskiej - nieco poniżej 3. Średnia dla UE w 2007 roku wyniosła 2,4. Najmniej osób – dwie – zajmuje jedno mieszkanie w Niemczech [20] (Rys. 6).

Mając na uwadze powyższe dane, rozpatrywanie wspomnianych scenariuszy (ze wskazaniem na scenariusz 2) wydaje się uzasadnione. Realizacja tego scenariusza pozwoliłaby na osiągnięcie w 2020 roku średniego poziomu europejskiego z roku 2007, czyli 2,4 osoby na mieszkanie.

Prognozowanie większego wzrostu budownictwa mieszkaniowego (rozwój według trendu wykładniczego) wydaje się mało prawdopodobne. Oznacza to bowiem oddanie w 2020 roku około 335 tys. mieszkań, tj. przeszło 2 razy więcej niż w roku 2008. Do takiego wniosku pośrednio skłania również prognoza zapotrzebowania na energię finalną dla gospodarstw domowych, która zakłada zaledwie 2% wzrostu w okresie 2010 – 2020 (Rys. 9), [12]. Bardzo dynamiczny wzrost budownictwa mieszkaniowego spowodowałby większy niż 2% wzrost zapotrzebowania na energię finalną.

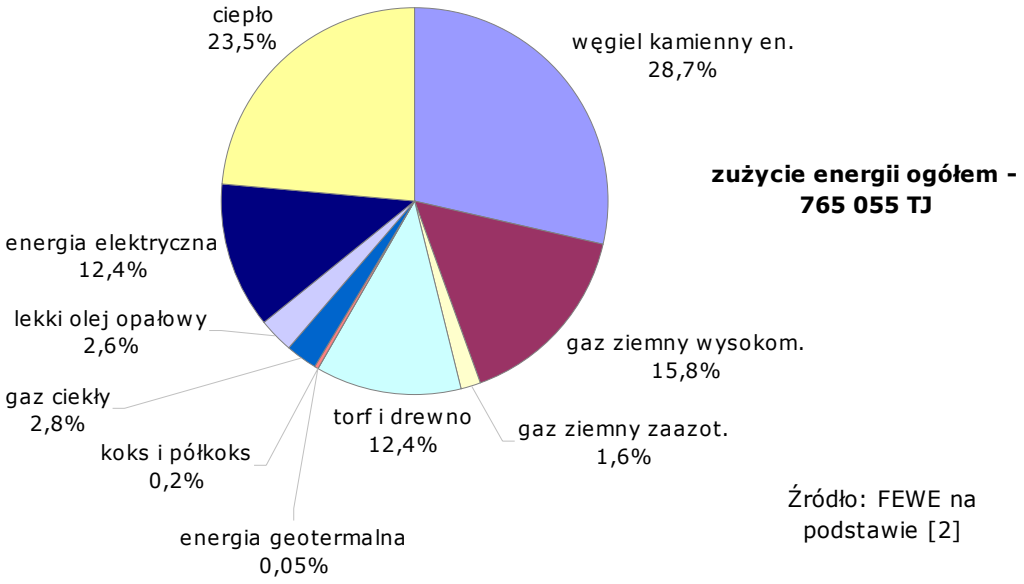
3. Ocena wielkości zużycia energii w budynkach mieszkalnych

W gospodarstwach domowych, których liczba w przybliżeniu odpowiada liczbie mieszkań, ilość energii bezpośrednio zużytej ogółem wyniosła w 2007 roku 765 055 TJ (212 532 GWh). Energia ta użytkowana była do ogrzewania iwentylacji, podgrzewania wody, gotowania, oświetlenia i napędu urządzeń elektrycznych w tym urządzeń audiowizualnych. Stanowi to 25% bezpośredniego zużycia energii ogółem w gospodarce narodowej [2].

Udział poszczególnych form użytkowania energii jest następujący [3], [13]:

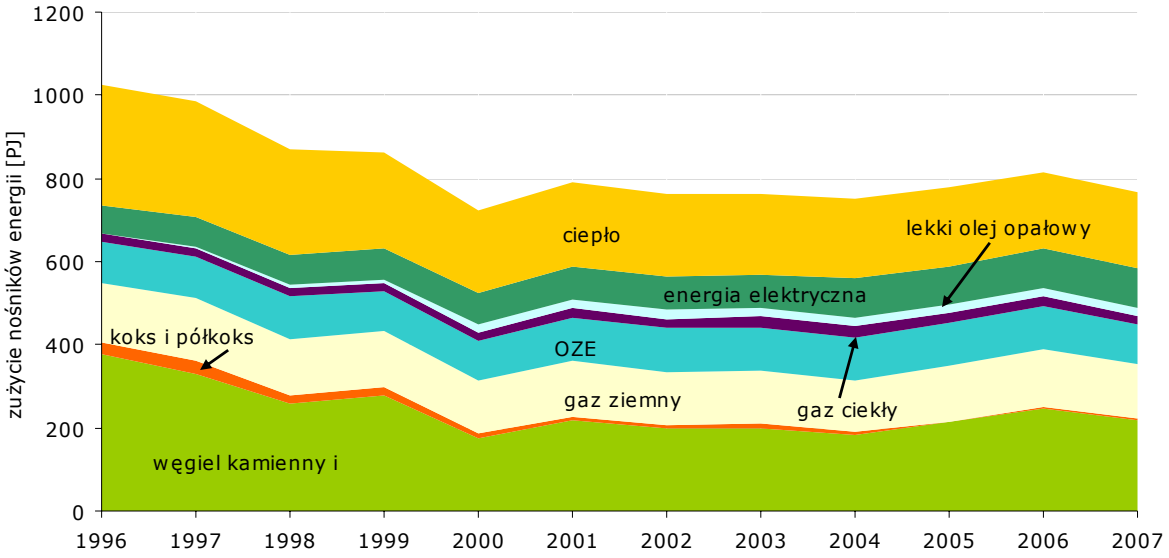
ogrzewanie i wentylacja	-	71,5%
podgrzewanie wody	-	15,1%
gotowanie	-	6,6%
oświetlenie	-	2,3%
urządzenia elektryczne	-	4,5%

Na bezpośrednie zużycie ogółem składa się w 28,7% węgiel kamienny, gaz ziemny – 17,4%, ciepło sieciowe - 23,5%, energia elektryczna – 12,4%, torf i drewno – 12,4% oraz pozostałe nośniki (lekki olej opałowy, gaz ciekły, koks i półkoks, energia geotermalna) - ok. 5,6% (Rys. 7) [2].



Rys. 7. Struktura zużycia bezpośredniego energii w gospodarstwach domowych w 2007 r.

Od 1995 roku bezpośrednie zużycie energii w gospodarstwach domowych spadło o 25%. Obniżyło się również zużycie węgla kamiennego (42%), koksu (95%), lekkiego oleju opałowego (67%) i ciepła sieciowego (38%). Nieznacznie obniżyło się zużycie gazu ziemnego oraz torfu i drewna (odpowiednio 7% i 6%). Wzrosło natomiast zużycie ciekłego gazu i energii elektrycznej (Rys 8.).

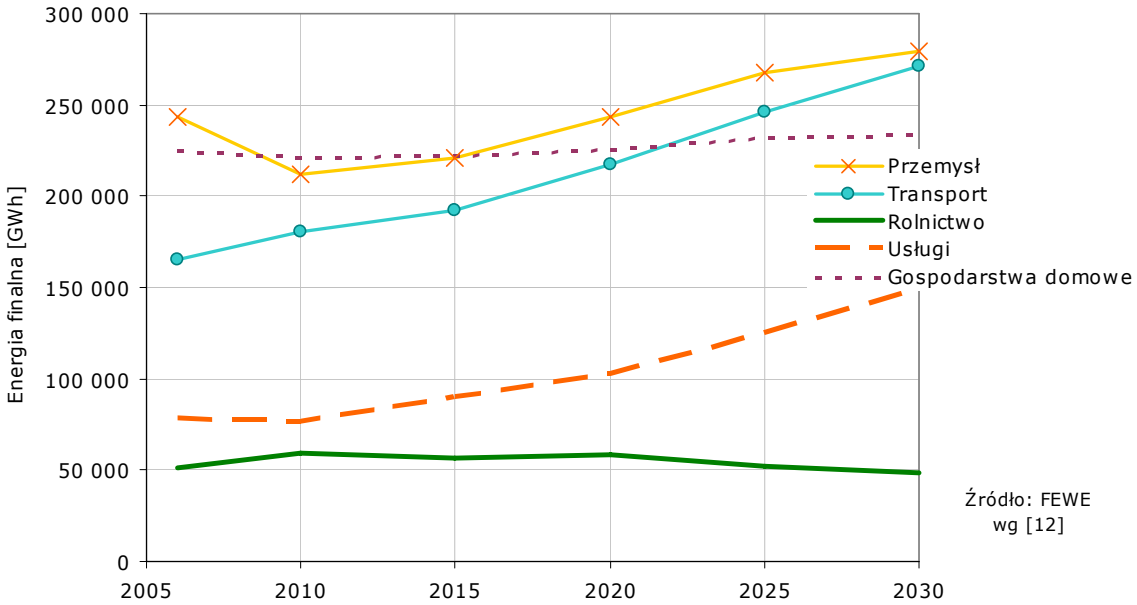


Źródło: FEWE wg danych z Gospodarki Paliwowo-Energetycznej w latach 1996 - 2007, GUS.

Rys. 8. Zużycie bezpośrednie i struktura nośników energii w gospodarstwach domowych w latach 1996 – 2007.

Prognoza zapotrzebowania na energię finalną podana w Polityce Energetycznej Polski do 2030 roku (wersja z lipca 2009) przewiduje dla interesującego nas okresu 2010-2020 nieznaczny wzrost w gospodarstwach domowych - 2,1%. Krajowy wzrost zapotrzebowania na energię finalną w tym samym okresie wyniesie 13%, w przemyśle prawie 15%, w transporcie 20%, w usługach 30% a w rolnictwie spadnie o 2% (Rys. 9), [12].

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.



Rys. 9. Zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na sektory gospodarki wg Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku.

Struktura zasilania w energię nowobudowanych mieszkań jest inna niż w przypadku istniejących zasobów. Przegląd dostępnej 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 dominującym paliwem jest węgiel i drewno oraz w znacznie mniejszym stopniu gaz ziemny.

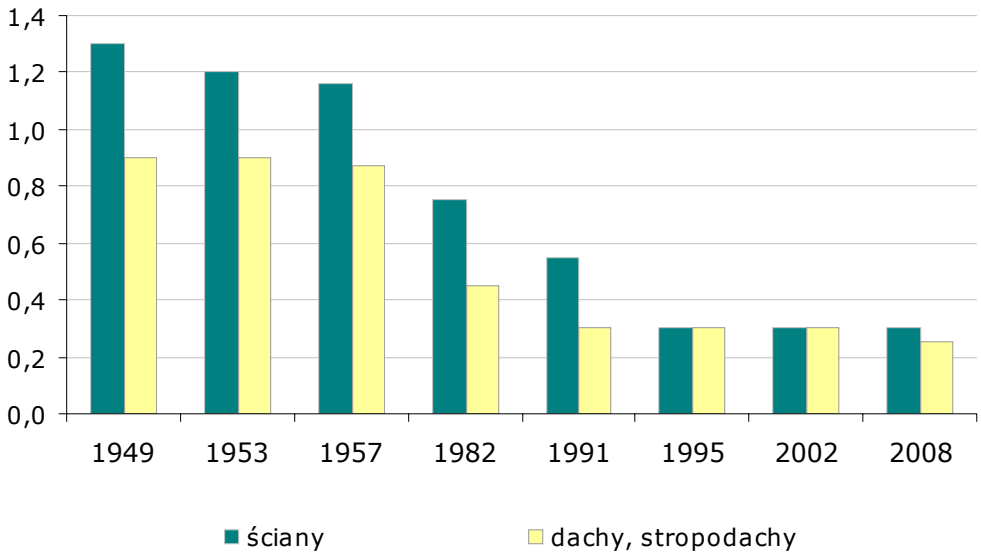
W zakresie budynków wielorodzinnych sposób zasilania w dużym stopniu zależy od formy budownictwa. Decydujące znaczenie ma budownictwo na sprzedaż lub wynajem (tzw. deweloperskie) – ok. 40%, następnie spółdzielcze – ponad 5% i pozostałe, tj. budownictwo spółdzielcze, komunalne i zakładowe – ponad 4% [4], [8], [9].

W mieszkaniach przeznaczonych na sprzedaż lub wynajem potrzeby grzewcze zaspakajane są głównie z kotłów opalanych gazem ziemnym instalowanych w każdym mieszkaniu lub w 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.

4. 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 ich obecność jest warunkiem koniecznym dla zakwalifikowania budynku jako energooszczędnego.

Poniższy diagram (Rys, 10) i tabela (Tab. 2) przedstawiają zmian wymagań w zakresie współczynnika przenikania ciepła dla wybranych przegród budowlanych w świetle obowiązujących w Polsce przepisów.



Rys 10. Wymagane współczynniki przenikania ciepła dla wybranych przegród zewnętrznych [W/m^{2}K].

Tab. 2. 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/m2K]
** - wartości dla I, II i III strefie klimatycznej

Trudno jest bezpośrednio porównywać ze sobą wymagania dotyczące 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 3 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.

Tab. 3. Wymagane współczynniki przenikania ciepła dla wybranych przegród zewnętrznych w wybranych państwach europejskich [W/m^{2}K].

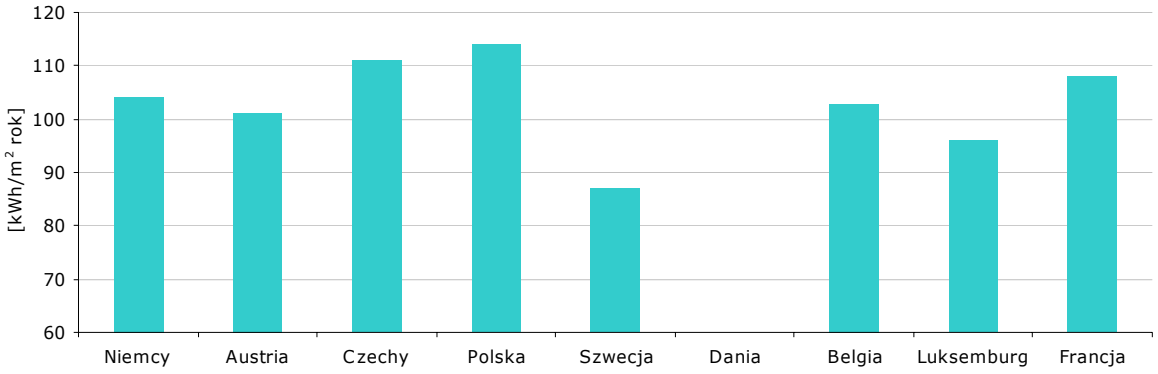
	Kraj, rok wprowadzenia przepisów		
	Polska 2008	Niemcy 2009	Norwegia 2007
Ściany	0,3	0,24	0,18
Dachy, stropodachy	0,25	0,24 / 0,2	0,13
Okna	1,8	1,3	1,2

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 Polskiej w projekcie uczestniczyła Narodowa Agencja Poszanowania Energii [27]. 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 oraz budynku wielorodzinnego zasilanego ciepłem z kotłowni gazowej, wyposażonej w kocioł kondensacyjny. Z porównania wynikowego zapotrzebowania na energię pierwotną zarówno dla budynku jednorodzinnego jak i wielorodzinnego wynika, że standardy obowiązujące w Polsce i Czechach są najbardziej liberalne, co skutkuje wyraźnie większą energochłonnością nowych budynków.

Tab. 4. Wybrane parametry przyjęte do obliczeń dla budynku jednorodzinnego oraz wynikowe zapotrzebowanie na energię pierwotną i średni współczynnik strat ciepła, na podstawie [27].

			Niemcy	Austria	Czechy	Polska	Szwecja	Dania	Belgia	LU	Francja
			2007	2007	2007	2002	2006	2006	2005	2008	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

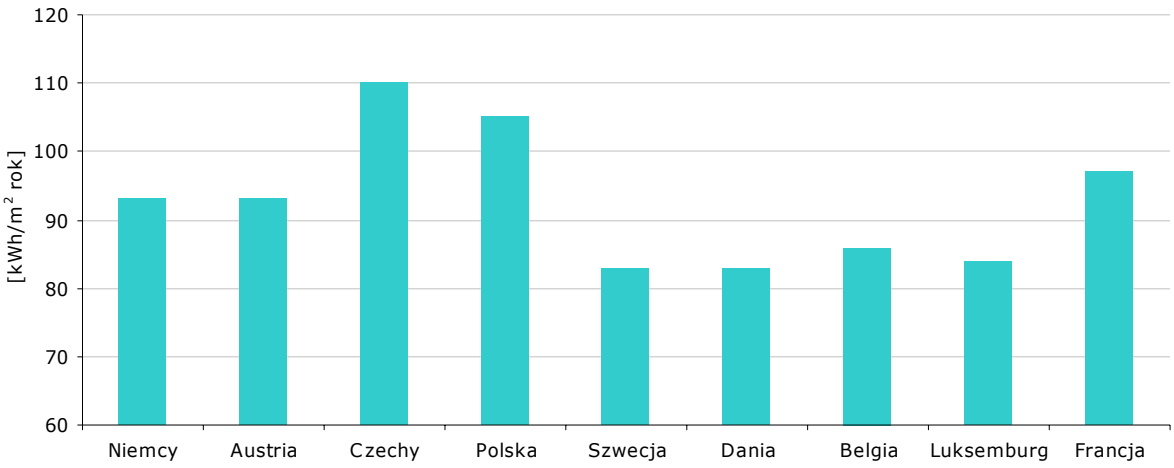


Rys. 11. Wynikowe zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynek jednorodzinny [27]. (Dania – bd.)

Tab. 5. Wybrane parametry przyjęte do obliczeń dla budynku wielorodzinnego oraz wynikowe zapotrzebowanie na energię pierwotną i średni współczynnik strat ciepła, na podstawie [27].

		Niemcy	Austria	Czechy	Polska	Szwecja	Dania	Belgia	LU	Francja
		2007	2007	2007	2002	2006	2006	2005	2008	2006
$U_{śr}$	W/m2 K	0,44	0,44	0,57	0,54	0,34	0,36	0,37	0,37	0,49
En. Pierwot.	kWh/m2	93	93	110	105	83	83	86	84	97

LU-Luksemburg



Rys 12. Wynikowe zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynek wielorodzinny [27].

5. Modelowe budynki mieszkalne

Dla określenia wpływu zmian współczynnika przenikania ciepła przegród zewnętrznych na zapotrzebowanie energii do ogrzewania budynków niezbędne jest wykonanie pełnych obliczeń energetycznych dla konkretnych budynków. Na podstawie danych statystycznych (rozdział 2) stwierdzono, że połowa nowododawanych do użytku mieszkań to domy jednorodzinne, pozostałe mieszkania mieszczą się w budynkach wielorodzinnych budowanych głównie na sprzedaż lub wynajem.
Budynki, wykonywane są głównie w technologii tradycyjnej ulepszonej, metoda tą w 2007 r. wybudowano około 76% ogólnej kubatury budynków.
Przeciętny dom jednorodzinny ma powierzchnię 142 m^2, natomiast mieszkanie w budynku wielorodzinnym 63 m^2 (Rys. 13), [7], [10], [14].

Wobec powyższego do dalszej analizy przyjęto dwa modele budynków: jednorodzinny i wielorodzinny (Tab. 6). Są to budynki typowe: budynek jednorodzinny 2- kondygnacyjny z garażem, niepodpiwniczony; budynek wielorodzinny 4-kondygnacyjny – w pełni podpiwniczony. Budynki wzniesiono w technologii tradycyjnej ulepszonej (ściana warstwowa), przy czym budynek jednorodzinny posiada poddasze użytkowe z dachem krytym dachówką ceramiczną na ruszcie drewnianym (z izolacją z wełny mineralnej), a budynek wielorodzinny strop gęstożebrowy z elementami prefabrykowanymi zaizolowany wełną mineralną wdmuchiwaną w przestrzeń niewentylowaną. Oba budynki zlokalizowane są III strefie klimatycznej. Dla tak zdefiniowanych budynków w dalszej części opracowania wykonano obliczenia zapotrzebowania na ciepło w różnych wariantach termoizolacji. Szczegółową charakterystykę budynków modelowych zamieszczono w poniższej Tabeli 6.

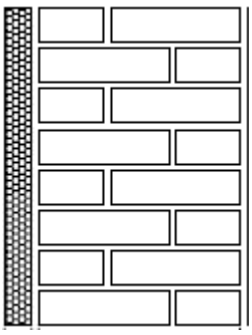
Tab. 6. Charakterystyka budynków modelowych.

Wyszczególnienie	Budynek jednorodzinny	Budynek wielorodzinny
Powierzchnia użytkowa budynku [m^2]	150	1500
Kubatura ogrzewana budynku [m^3]	368	3 912
Powierzchnia zabudowy [m^2]	100	331,8
Liczba kondygnacji	2	4
Podpiwniczenie	brak	całkowite
Liczba mieszkań	1	23
Liczba mieszkańców (osoby)	4	69
Technologia	tradycyjna ulepszona	tradycyjna ulepszona
Powierzchnia ścian zewnętrznych [m^2]	221,6	1 059,7
Powierzchnia dachu [m^2]	112,1	331,8
Powierzchnia okien [m^2]	20,12	277,44
Powierzchnia drzwi zewnętrznych i bram garażowych [m^2]	17,97	5,94
Usytuowanie elewacji frontowej	południe (S)	północ (N)

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 [16].
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.[12].
5. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło w budynkach modelowych prowadzono w dwóch wariantach: z uwzględnieniem mostków cieplnych (zgodnie z wytycznymi zawartymi w metodologii obliczenia charakterystyki budynku [16]) 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 [16]:
   - 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 budynkach modelowych 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. 13). 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 budynkach modelowych 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. 13. Ściana dwuwarstwowa.

Wyboru źródeł energii dla budynków modelowych dokonano zgodnie z diagnozą co do stosowanych sposobów ogrzewania oddawanych do użytku mieszkań (Rozdział 2). Na podstawie wywiadów u dystrybutorów nośników energii i danych statystycznych przyjęto następujące udziały dla poszczególnych form budownictwa oraz paliw i nośników energii w podziale na budynki jedno- i wielorodzinne oraz lokalizację, tj. miasto i wieś (Tab. 7):

Tab. 7. Syntetyczna struktura sposobów ogrzewania nowych mieszkań

	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%
Budynki wielorodzinne	1,3%		84,5%			0,8%	13,4%

Ostatecznie do dalszej analizy i obliczeń przyjęto dla budownictwa jednorodzinnego ogrzewanie mieszkań: węglem, biomasą i gazem ziemnym; dla budownictwa wielorodzinnego: gazem ziemnym i ciepłem sieciowym (żółte oznaczenie w Tabeli 7). 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.

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

Niniejszą analizę przeprowadzono w oparciu o zdefiniowane w rozdziale 4 budynki modelowe: budynek jednorodzinny o powierzchni 142 m2 oraz budynek wielorodzinny z mieszkaniami o średniej powierzchni 63 m2.

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 8.

Wariant 1: Wariant został wyznaczony w oparciu o aktualnie obowiązujące przepisy Warunki Techniczne 2008 r. (WT). Przyjęto, że obiekty spełniają minimalne wymagania [16], [17]. 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^{2}K. *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. 8).

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 [18]. 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^{2}K. *Uwaga dot. 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^{2}K, a dla wełny mineralnej, którym ociepla się dach - λ = 0,036 W/m^{2}K). 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 (Tab. 7 w rozdziale 5). Wyniki analizy przedstawiono w załączniku 3 do niniejszego opracowania.

Pełną analizę wrażliwości cen materiałów izolacyjnych w zależności od cen energii przedstawiono na Rys. 14 i 15. 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 8, 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 8).

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

Tab. 8. Współczynniki przenikania ciepła U [W/m^{2}K] dla przegród budowlanych w wariantach.

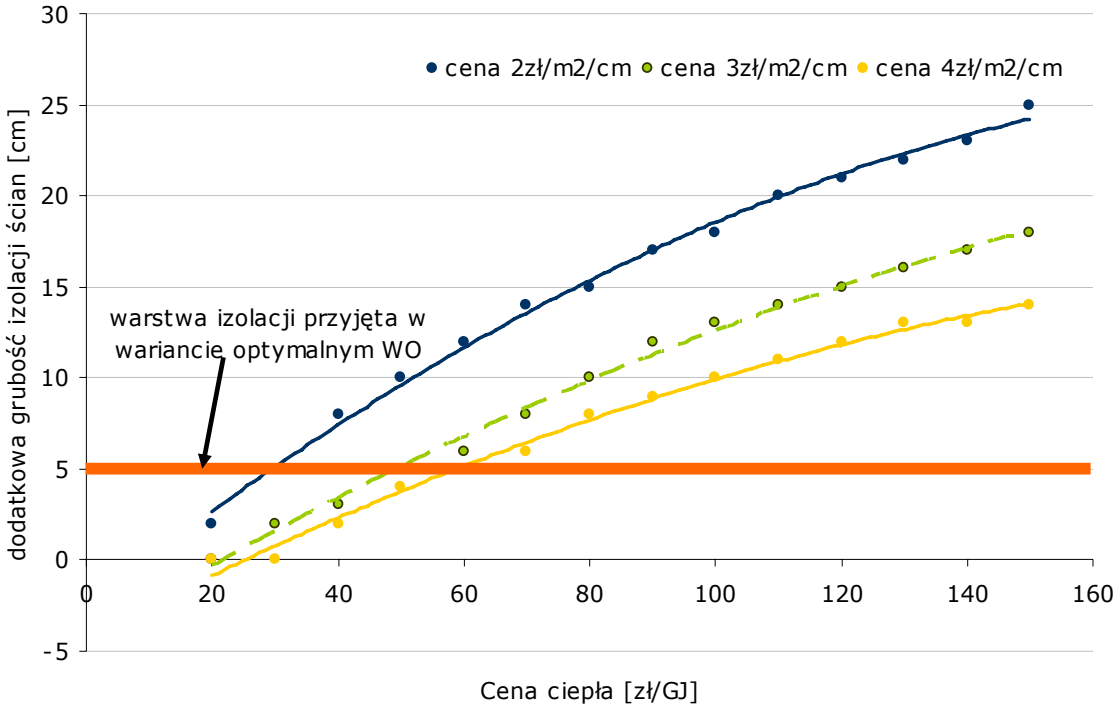
Przegroda	Wariant				
	WT	WP	WO	WM	WMO
	[W/m^{2}K]	[W/m^{2}K]	[W/m^{2}K]	[W/m^{2}K]	[W/m^{2}K]
Ściany zewnętrze	0,30	0,25	0,19 BJ 0,20 BW	0,13	0,13
Dach	0,25	0,225	0,20 BJ 0,20 BW	0,10	0,10
Okna zewnętrzne	1,30	1,30	1,30	0,70	0,70
Okna dachowe	1,60	1,60	1,60	0,77	0,77
Drzwi zewnętrzne	2,60	2,60	2,60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

BJ – budynek jednorodzinny
BW – budynek wielorodzinny

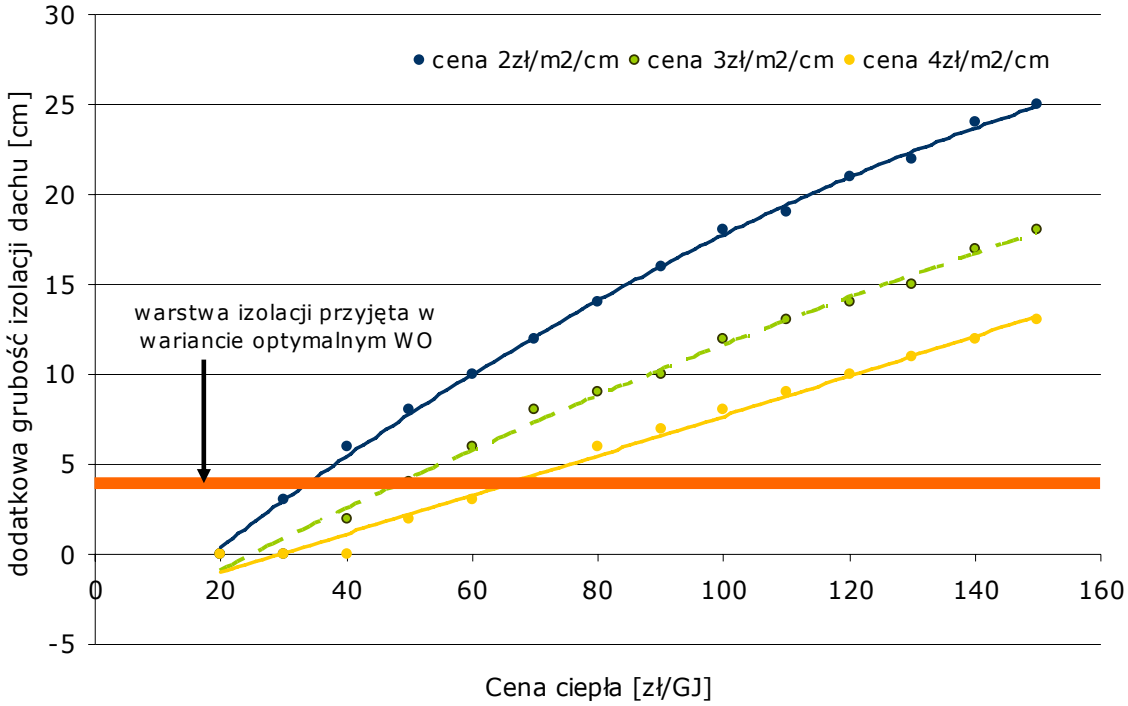
Tab. 9. Grubość izolacji ścian zewnętrznych i dachu w poszczególnych wariantach.

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

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 (Załączniku 3). 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 rys. 14 i 15.



Rys. 14. Wrażliwość grubości dodatkowej izolacji ścian zewnętrznych w zależności od cen ciepła.



Rys. 15. 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 budynkach modelowych w ww. wariantach (Tab. 10 i Tab. 11) natomiast w tabelach 12 i 13 zestawiono możliwe do uzyskania oszczędności.

Tab. 10. 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

Tab. 11. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową oraz zużycie paliw w budynku wielorodzinnym.

	Energia użytkowa [kWh/m^2*rok]	Zużycie paliwa dla całego budynku	
		Ciepło sieciowe [GJ/rok]	Gaz ziemny [m3/rok]
WT	69,42	424	12235
WP	66,58	407	11734
WO	51,75	315	9120
WM	36,59	223	6449
WMO	30,29	185	5339

Tab. 12. Zmniejszenie zużycia paliw w budynku jednorodzinnym.

	Zmniejszenie zużycia paliwa dla całego budynku		
	Węgiel [tony/rok]	Biomasa [tony/rok]	Gaz ziemny [m3/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

Tab. 13. Zmniejszenie zużycia paliw w budynku wielorodzinnym.

	Zmniejszenie zużycia paliwa dla całego budynku	
	Ciepło sieciowe [GJ/rok]	Gaz ziemny [m3/rok]
WT-WP	17	501
WT-WO	107	1144
WT-WM	200	5786
WT-WMO	239	6896

W dalszej kolejności wyznaczono dodatkowe nakłady inwestycyjne (łącznie dla ocieplenia ścian i dachu) jakie wiążą się z realizacją poszczególnych wariantów budynków modelowych (Tab. 14).

Tab. 14. Nakłady inwestycyjne w budynku jednorodzinnym i wielorodzinnym.

	Nakłady inwestycyjne w budynku jednorodzinnym (zł)	Nakłady inwestycyjne w budynku wielorodzinnym (zł)
WP	2 666,74 zł	11 528,28 zł
WO	5 333,49 zł	19 877,38 zł

WM	12 706,50 zł	48 520,13 zł
WMO	20 464,50 zł	126 100,13 zł

Przyjmując koszt nowego budynku na poziomie 3 000 zł/m2 dodatkowe koszty wynikające z zastosowania rozwiązań ponadstandardowych powodowałyby wzrost kosztu mieszkania/budynku od 0,3% do 4,5%.

Przyjmując powyższe nakłady inwestycyjne wyznaczono koszt redukcji emisji (CCC [zł/tCO_2]) oraz koszt zaoszczędzonej energii (CCE [zł/GJ]) dla poszczególnych wariantów – Tab. 15.

Tab. 15. Wyznaczenie wskaźników CCE i CCC w budynku jednorodzinnym i wielorodzinnym.

	Budynek jednorodzinny		Budynek wielorodzinny	
	CCE [zł/GJ]	CCC [zł/tCO2]	CCE [zł/GJ]	CCC [zł/tCO2]
WP	-4,0	-43,5	-4,8	-72,4
WO	-24,5	-265,6	-42,0	-637,6
WM*	-17,9	-194,0	-37,6	-569,6
WMO*	-12,1	-131,2	-15,4	-233,4

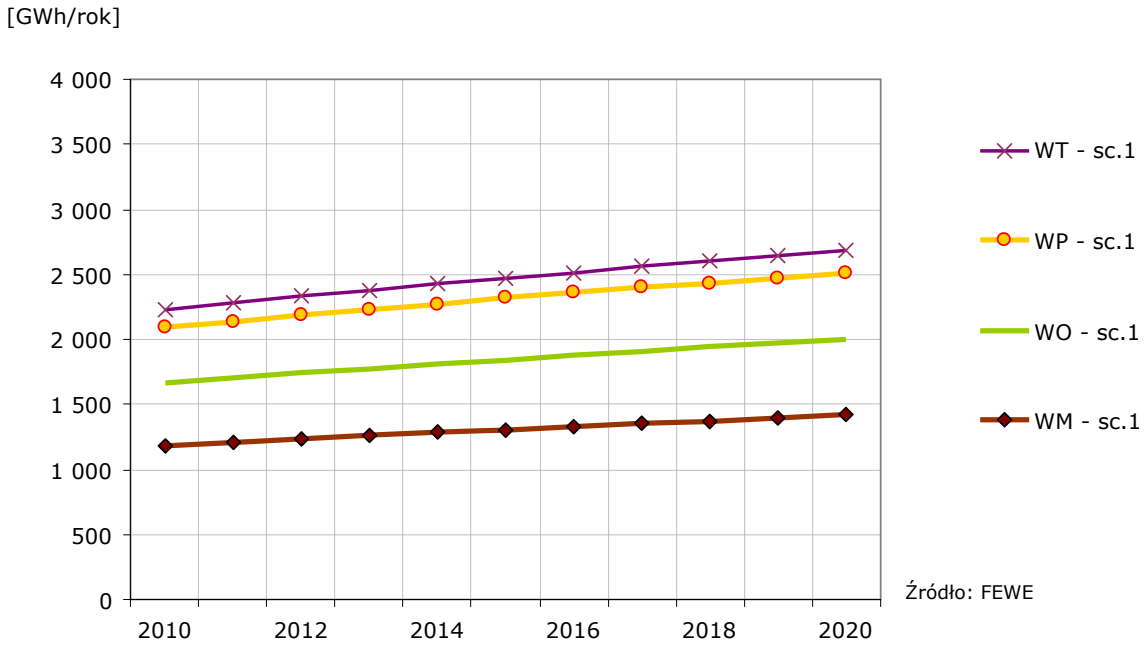
* nie uwzględniono kosztów zastosowania lepszych: stolarki okiennej i drzwi

Założenia przyjęte do powyższych analiz są następujące:

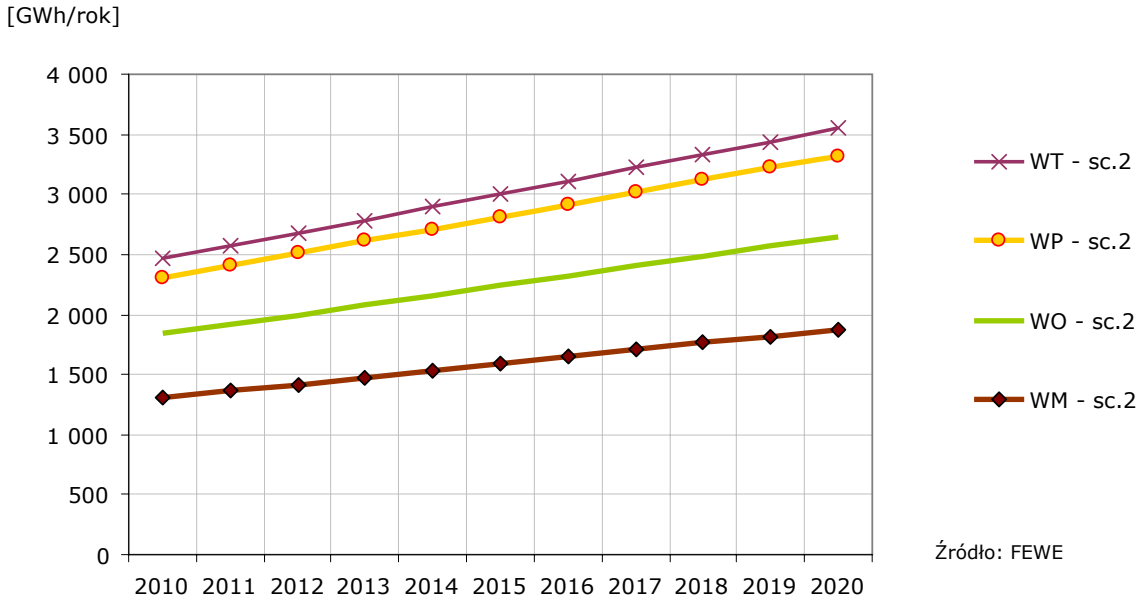
- Stopa dyskonta 5%,
- Żywotność inwestycji 50 lat,
- Średni wskaźnik emisji dla budynku jednorodzinnego – 92,2 kg/GJ (przyjęto na podstawie tabeli 5 – rozdział 4),
- Średni wskaźnik emisji dla budynku jednorodzinnego – 65,9 kg/GJ (przyjęto na podstawie tabeli 5 – rozdział 4).

7. Potencjalne skutki zmian wymagań w zakresie termoizolacyjności nowych budynków

Obliczenia zapotrzebowania na paliwa i nośniki energii wykonano dla dwóch scenariuszy rozwoju budownictwa mieszkaniowego: scenariusz 1 – zachowawczy i scenariusz 2 - dynamiczny (Rozdział 2, Rys. 8).



Rys. 16. Zużycie energii końcowej do ogrzewania nowych budynków w zależności od izolacji termicznej - prognoza do 2020 roku wg scenariusza 1.



Rys. 17. Zużycie energii końcowej do ogrzewania nowych budynków w zależności od izolacji termicznej - prognoza do 2020 roku wg scenariusza 2.

Zapotrzebowanie to zależy od izolacji termicznej. Wariant WT, tj. budynki wykonane są zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi [16], [17]. Wariant WP – budynki wykonane są zgodnie z rozporządzeniem o audycie, tj. spełniają warunki otrzymania premii

termomodernizacyjnej [18]. Wariant WO oznacza, że wartość bieżąca netto inwestycji (NPV) osiąga maksimum. Wariant WM – daje maksymalne oszczędności energii i jest technicznie możliwy do wykonania.

Dla wariantu WT w scenariuszu 1 zapotrzebowanie na energię do ogrzewania wynosi ok. 2230 GWh i w 2020 roku osiąga prawie 2680 GWh, tj. wzrasta o 20%. W tym samym scenariuszu dla wariantów WP, WO i WM wzrost zapotrzebowania również wynosi 20% co daje wartość średniorocznego wzrostu ok. 1,5%/rok. Dla scenariusza 2 wzrost zapotrzebowania wynosi ok. 44%, tj średniorocznie prawie 3,2%/rok (Rys. 9, Tab. 6).

Efekt zmniejszenia zapotrzebowania energii do ogrzewania obliczono w odniesieniu do wariantu WT. Oznacza to, że efekt ten dla wariantu WP i scenariusza 1 wynosi:

$$\Delta E_{WP1} = E_{WT1} - E_{WP1}$$

gdzie:

ΔE_{WP1} – efekt energetyczny w wyniku zmniejszenia zużycia energii na skutek lepszej izolacji,

E_{WT1} – zapotrzebowanie energii dla obowiązujących warunków technicznych scenariusza 1,

E_{WP1} – zapotrzebowanie energii wg kryteriów otrzymania premii termomodernizacyjnej w scenariuszu 1.

Podobnie dla pozostałych scenariuszy i wariantów zapotrzebowania energii do ogrzewania mieszkań. Np. dla scenariusza 2 i wariantu optymalnego WO:

$$\Delta E_{WO2} = E_{WT2} - E_{WO2}$$

gdzie:

ΔE_{WO2} – efekt energetyczny w wyniku zmniejszenia zużycia energii na skutek lepszej izolacji,

E_{WT2} – zapotrzebowanie energii dla obowiązujących warunków technicznych scenariusza 2,

E_{WO2} – zapotrzebowanie energii wg kryteriów otrzymania premii termomodernizacyjnej w scenariuszu 2.

Zmniejszenie zużycia energii końcowej do ogrzewania oddawanych do użytku mieszkań w odniesieniu do zapotrzebowania dla wariantu WT w danym roku wyniesie dla scenariusza 1 dla wariantu WP od ok. 140 GWh/rok w 2010 roku do ok. 169 GWh/rok w 2020 roku oraz dla scenariusza 2 odpowiednio 155 GWh/rok i 225 GWh/rok. Większe efekty energetyczne są dla wariantu WM. W 2010 roku wyniesie on dla scenariusza 1 ok. 1050 GWh/rok i ok. 1260 GWh/rok.

W okresie lat 2010 – 2020, tj. 11. lat, skumulowane zmniejszenie zużycia energii wyniesie:
dla wariantu WP

- dla scenariusza 1 – ok. 1,7 TWh/rok
- dla scenariusza 2 ok. – 2,1 TWh/rok.

Dla wariantu WO:

- dla scenariusza 1 - ok. 6,9 TWh/rok
- dla scenariusza 2 - 8,4 TWh/rok.

Większe efekty są w wariancie WM:

- dla scenariusza 1 prawie 12,8 TWh/rok
- dla scenariusza 2 – ok. 15,6 TWh/rok.

Skalę oszczędności energii dobrze ilustruje porównanie skumulowanego zmniejszenia zużycia energii w latach 2010 – 2020 do rzeczywistego rocznego zużycia energii końcowej w gospodarstwach domowych. W 2007 roku (dostępne dane) wyniosło ono 765 055 TJ, tj. 212 532 GWh. Przyjmując, że 70% tej energii przypada na ogrzewanie i wentylację, wyniesie to ok. 149 TWh. Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku nie zakłada znaczącego wzrostu zapotrzebowania na energię w gospodarstwach domowych i porównanie takie jest uprawnione (Rozdz.2), [3], [12], [13].

Energia zaoszczędzona w ciągu 11 lat w odniesieniu do rocznego bezpośredniego zużycia energii w gospodarstwach domowych w 2007 roku wyniesie 0,8 – 1% dla wariantu WP, dla wariantu WO 3,3 –3,9% i 6 – 7,2% dla wariantu WM. W odniesieniu do energii zużytej do ogrzewania mieszkań wynosi to odpowiednio 1,1 – 1,4%; 4,6 – 5,6% i 8,6 – 10,5%.

Tab. 16. Prognoza zapotrzebowania na energię końcową dla scenariuszy 1 i 2 oraz różnych wariantów termoizolacji - [GWh/rok].

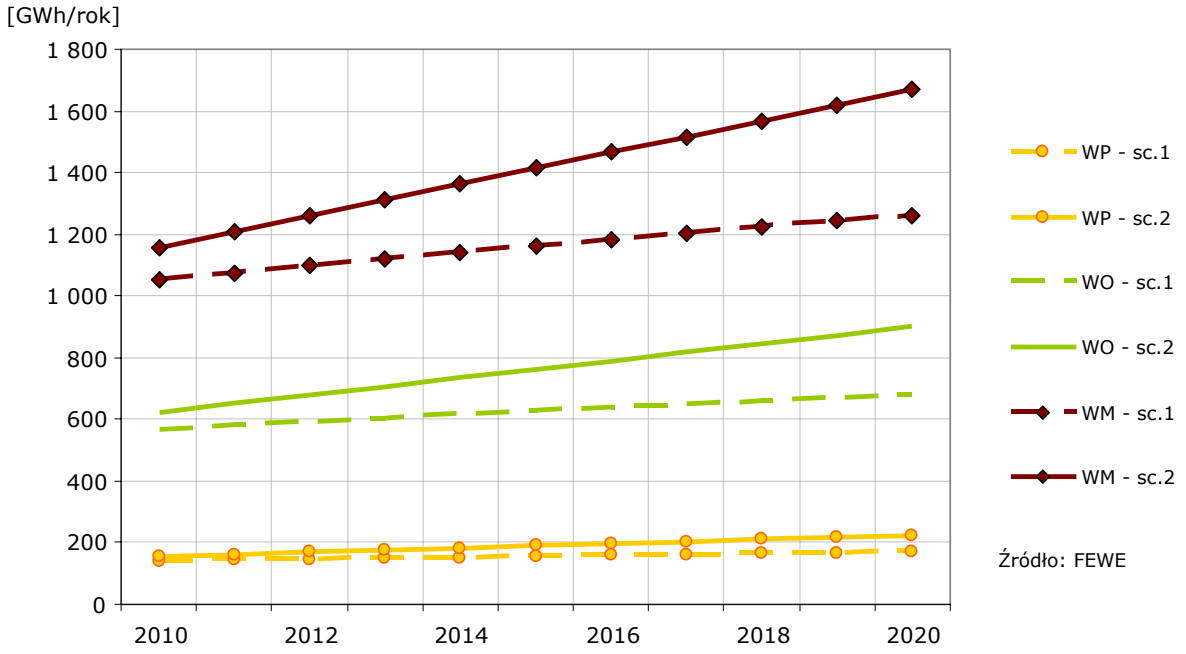
wariant WT	**scenariusz 1**			**scenariusz 2**		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	315,005	351,108	382,444	352,051	432,384	512,988
węgiel	902,778	1006,248	1096,053	1008,949	1239,177	1470,180
biomasa	625,928	697,667	759,933	699,540	859,166	1019,328
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	328,112	352,474	372,533	340,380	401,068	461,407
ciepło sieciowe	59,679	64,110	67,759	61,910	72,949	83,923
Razem	*2231,502*	*2471,607*	*2678,721*	*2462,830*	*3004,743*	*3547,825*
wariant WP	**scenariusz 1**			**scenariusz 2**		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	293,780	327,451	356,675	328,330	403,250	478,422
węgiel	841,948	938,446	1022,200	940,965	1155,681	1371,118
biomasa	583,753	650,658	708,728	652,405	801,274	950,645
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	314,685	338,050	357,289	326,451	384,656	442,525
ciepło sieciowe	57,237	61,487	64,986	59,377	69,963	80,489
Razem	*2091,403*	*2316,091*	*2509,877*	*2307,527*	*2814,824*	*3323,199*
wariant WO	**scenariusz 1**			**scenariusz 2**		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	235,134	262,083	285,474	262,787	322,752	382,918
węgiel	673,875	751,109	818,144	753,126	924,979	1097,410
biomasa	467,222	520,771	567,249	522,169	641,321	760,873
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	244,594	262,754	277,708	253,739	298,979	343,959
ciepło sieciowe	44,488	47,791	50,511	46,152	54,380	62,561
Razem	*1665,313*	*1844,510*	*1999,086*	*1837,972*	*2242,411*	*2647,721*
wariant WM	**scenariusz 1**			**scenariusz 2**		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	166,858	185,982	202,580	186,481	229,033	271,729
węgiel	478,200	533,007	580,577	534,438	656,390	778,751
biomasa	331,553	369,553	402,535	370,545	455,098	539,936
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	172,944	185,785	196,358	179,410	211,398	243,203
ciepło sieciowe	31,456	33,792	35,715	32,632	38,450	44,235
Razem	*1181,011*	*1308,119*	*1417,765*	*1303,507*	*1590,370*	*1877,854*

Źródło: FEWE

Tab. 17. Prognoza zmniejszenia zużycia energii końcowej do ogrzewania nowych budynków w zależności od jakości izolacji termicznej w odniesieniu do wariantu (WT) [GWh/rok].

	Wariant WP					
	scenariusz 1			**scenariusz 2**		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
gaz ziemny	34,652	38,081	41,014	37,650	45,546	53,447
węgiel	60,830	67,802	73,853	67,984	83,497	99,062
biomasa	42,175	47,009	51,205	47,136	57,891	68,683
ciepło sieciowe	2,442	2,623	2,773	2,533	2,985	3,434
Razem	*140,099*	*155,516*	*168,844*	*155,303*	*189,919*	*224,626*
	Wariant WO					
gaz ziemny	163,389	178,744	191,795	175,905	211,721	247,517
węgiel	228,903	255,138	277,909	255,823	314,198	372,770
biomasa	158,707	176,896	192,684	177,371	217,845	258,455
ciepło sieciowe	15,191	16,319	17,247	15,759	18,568	21,362
Razem	*566,189*	*627,097*	*679,635*	*624,858*	*762,333*	*900,104*
	Wariant WM					
gaz ziemny	303,315	331,816	356,039	326,539	393,020	459,463
węgiel	424,578	473,240	515,476	474,511	582,787	691,428
biomasa	294,375	328,114	357,398	328,995	404,067	479,392
ciepło sieciowe	28,223	30,318	32,044	29,278	34,498	39,688
Razem	*1050,491*	*1163,488*	*1260,956*	*1159,323*	*1414,373*	*1669,971*

Źródło: FEWE

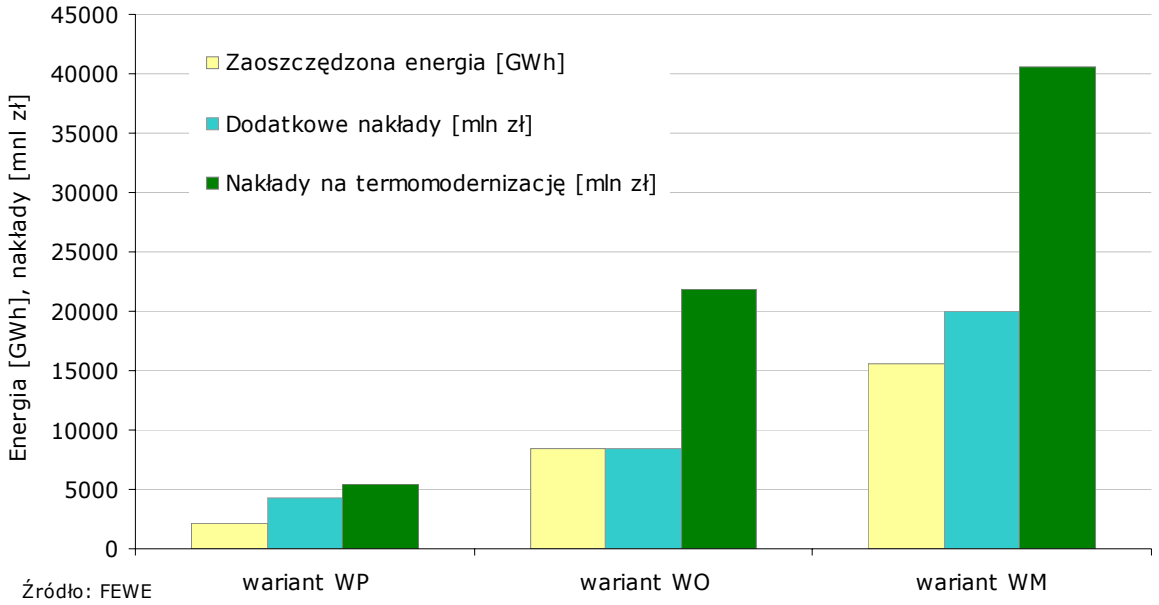


Rys. 18. Zmniejszenie zużycia energii końcowej do ogrzewania nowych budynków w zależności od jakości izolacji termicznej w odniesieniu do warunków standardowych (WT) - prognoza do 2020 roku dla scenariuszy 1 i 2.

Jak wspomniano w rozdziale 2, projekt Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku przewiduje dla interesującego nas okresu 2010 - 2020, dla gospodarstw domowych, nieznaczny wzrost - 2,1% - zapotrzebowania na energię finalną. Oznacza to, że rozwój budownictwa mieszkaniowego musi być związany z efektywnym użytkowaniem energii. Efekt ten zapewni albo lepsza termoizolacja budynków oddawanych do użytku albo termomodernizacja starych zasobów mieszkaniowych.

W związku z powyższym istotnego znaczenia nabierają nakłady inwestycyjne na lepszą termoizolację mieszkań oddawanych do użytku. Np. dodatkowe nakłady dla poszczególnych wariantów w odniesieniu do wariantu WT (spełnienie obowiązujących warunków technicznych) dla scenariusza 2 (dynamicznego) wynoszą: wariant WP – 4 270 mln zł, WO – 8 400 mln zł i dla WM – 20 070 mln zł.

Dla uzyskania tego samego efektu energetycznego przez termomodernizację budynków nakłady inwestycyjne byłyby większe: dla wariantu WO o 160%, dla WM o 102%, a dla wariantu WP o 27% (Rys. 19).



Rys. 19. Zaoszczędzona energia i dodatkowe nakłady w stosunku do wariantu WT w porównaniu do nakładów na termomodernizację dającą równoważny efekt energetyczny.

Z podanym zużyciem energii do ogrzewania mieszkań oddawanych do użytku wiąże się emisja gazów cieplarnianych. Są one emitowane bezpośrednio w przypadku kiedy spalane są w kotle usytuowanym w ogrzewanym budynku lub emitowane są w miejscu wytwarzania nośnika, jak jest w przypadku ogrzewania ciepłem sieciowym.

W obliczeniach przyjęto wskaźniki emisji dla wybranych paliw wg danych Krajowego Administratora Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji (KASHUE) [19]:

- węgiel kamienny - 94,58 kg CO_2/GJ,
- gaz ziemny - 55,82 kg CO_2/GJ,
- biomasa (drewno) - 109,0 kg CO_2/GJ.

W przypadku ciepła sieciowego obliczono wskaźnik emisji dwutlenku węgla dla wytwarzania ciepła w krajowych elektrowniach cieplnych zawodowych, elektrociepłowniach

przemysłowych, ciepłowniach zawodowych i niezawodowych w oparciu o ilości zużytych paliw [2]. Z uwzględnieniem strat sieciowych wynosi on 129,6 kg CO_2/GJ.

Efekt ekologiczny, tj. zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych obliczono podobnie jak efekt energetyczny. Emisję w wariantach WP, WO i WM odniesiono do wariantu WT.

$$\Delta EM_{WP1} = EM_{WT1} - EM_{WP1}$$

gdzie:

ΔEM_{WP1} – efekt ekologiczny w wyniku zmniejszenia emisji z ogrzewania oddawanych do użytku mieszkań wskutek lepszej izolacji,

EM_{WT1} – emisja dla obowiązujących warunków technicznych scenariusza 1,

EM_{WP1} – emisja CO_2 wynikająca z ogrzewania oddawanych do użytku mieszkań spełniających wymagania dla otrzymania premii termomodernizacyjnej w scenariuszu 1.

Podobnie dla pozostałych scenariuszy i wariantów emisji gazów cieplarnianych, spowodowanej zużywaniem energii do ogrzewania oddawanych do użytku mieszkań. Np. dla scenariusza 2 i wariantu WM:

$$\Delta EM_{WM2} = EM_{WT2} - EM_{WM2}$$

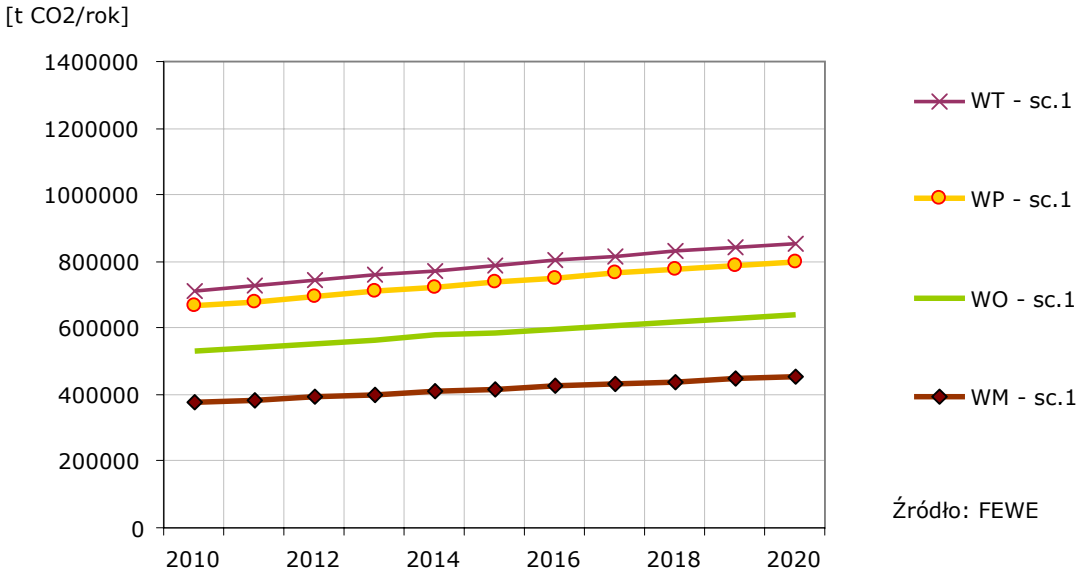
gdzie:

ΔEM_{WM2} – efekt ekologiczny w wyniku zmniejszenia emisji na skutek lepszej izolacji,

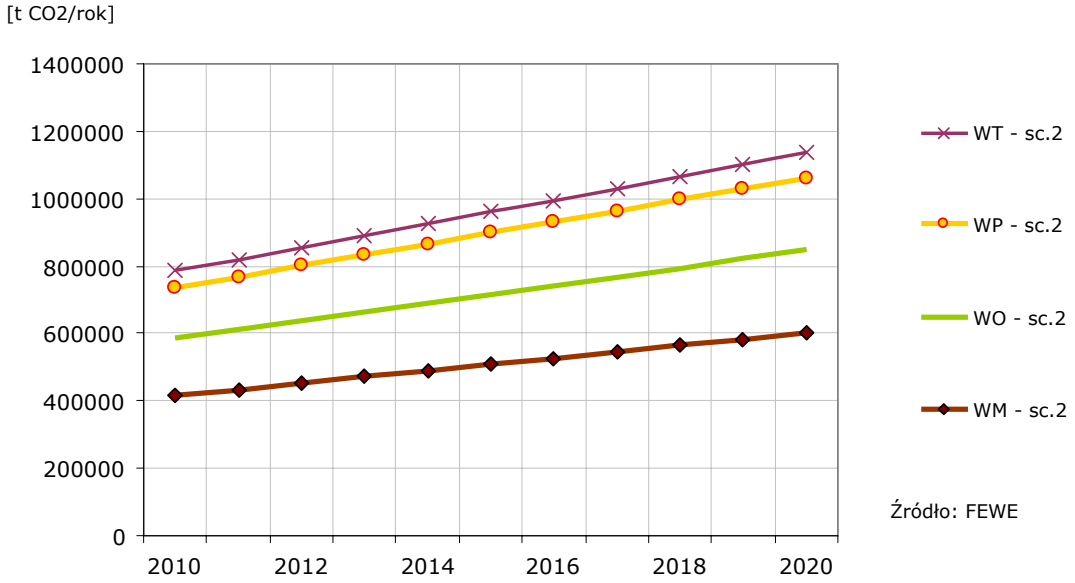
EM_{WT2} – emisja GC wynikająca z zapotrzebowania energii do ogrzewania nowych mieszkań dla obowiązujących warunków technicznych scenariusza 2,

EM_{WM2} – zapotrzebowanie energii wg kryteriów otrzymania premii termomodernizacyjnej w scenariuszu 2.

Ogrzewanie mieszkań oddawanych do użytku w 2020 roku i wykonanych zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi (wariant WT) spowoduje emisję dwutlenku węgla w ilości ok. 855 tys. t CO_2 w scenariuszu 1 i prawie 1 136 tys. t CO_2 (Rys. 20, 21 i Tab. 18). W pozostałych wariantach, na skutek lepszej izolacji termicznej będzie mniejsze zużycie energii do ogrzewania, zatem niższa emisja gazów cieplarnianych. Największy efekt wystąpi dla wariantu WM. Zmniejszenie emisji CO_2 wyniesie w obydwu scenariuszach ok. 47% (Rys. 22, tab.19).



Rys. 20. Emisja gazów cieplarnianych (GC) z ogrzewania nowych budynków w zależności od izolacji termicznej - prognoza do 2020 roku wg scenariusza 1.

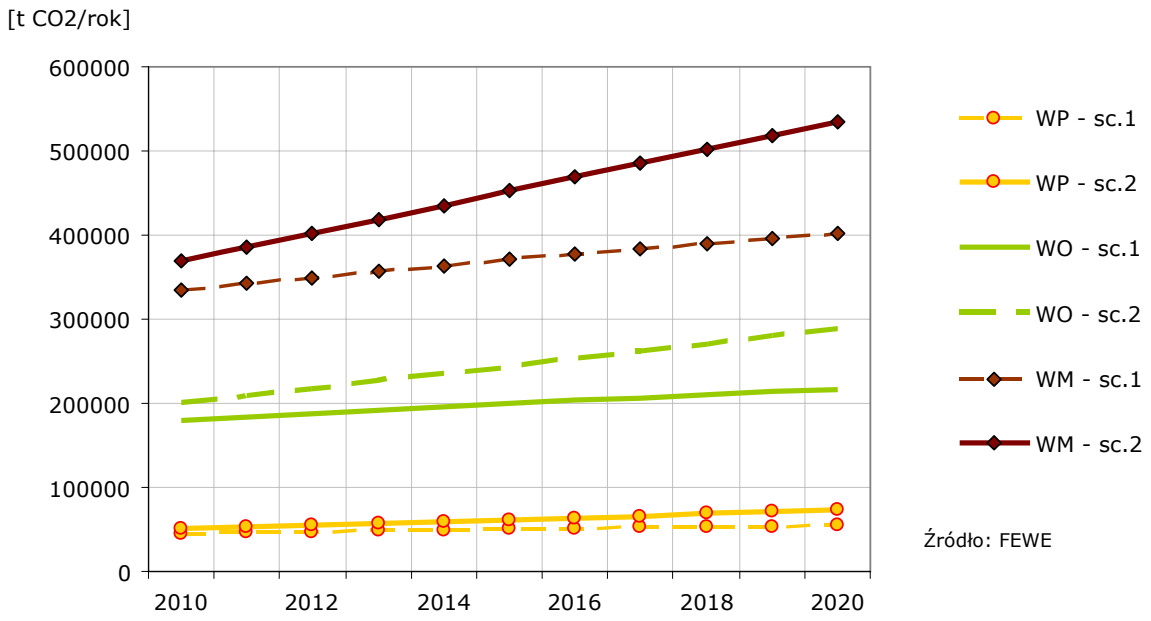


Rys. 21. Emisja gazów cieplarnianych (GC) z ogrzewania nowych budynków w zależności od izolacji termicznej - prognoza do 2020 roku wg scenariusza 2.

Tab. 18. Emisja gazów cieplarnianych związana z ogrzewaniem nowych budynków dla różnych scenariuszy i wariantów - prognoza do 2020 roku [t CO_2/rok].

wariant WT	scenariusz 1			scenariusz 2		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	63 301	70 556	76 853	70 745	86 888	103 086
węgiel	307 385	342 615	373 193	343 535	421 925	500 579
biomasa	245 614	273 765	298 198	274 500	337 137	399 984
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	65 935	70 830	74 861	68 400	80 595	92 721
ciepło sieciowe	27 844	29 911	31 613	28 885	34 035	39 155
Razem	*710 079*	*787 677*	*854 718*	*786 065*	*960 580*	*1 135 524*
wariant WP	scenariusz 1			scenariusz 2		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	59 036	65 802	71 675	65 978	81 034	96 140
węgiel	286 673	319 530	348 047	320 387	393 495	466 849
biomasa	229 065	255 318	278 105	256 004	314 420	373 033
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	63 237	67 932	71 798	65 601	77 297	88 926
ciepło sieciowe	26 704	28 687	30 320	27 703	32 642	37 553
Razem	*664 715*	*737 269*	*799 944*	*735 673*	*898 889*	*1 062 501*
wariant WO	scenariusz 1			scenariusz 2		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	47 251	52 666	57 367	52 808	64 858	76 948
węgiel	229 446	255 744	278 568	256 430	314 944	373 655
biomasa	183 338	204 350	222 588	204 899	251 654	298 567
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	49 152	52 801	55 806	50 989	60 080	69 119
ciepło sieciowe	20 756	22 298	23 567	21 532	25 372	29 189
Razem	*529 943*	*587 859*	*637 896*	*586 659*	*716 908*	*847 477*
wariant WM	scenariusz 1			scenariusz 2		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Budynki jednorodzinne						
gaz ziemny	33 530	37 373	40 709	37 474	46 025	54 604
węgiel	162 821	181 483	197 680	181 970	223 493	265 156
biomasa	130 101	145 013	157 955	145 402	178 581	211 871
Budynki wielorodzinne						
gaz ziemny	34 754	37 334	39 459	36 053	42 481	48 872
ciepło sieciowe	14 676	15 766	16 663	15 225	17 939	20 638
Razem	*375 883*	*416 968*	*452 465*	*416 123*	*508 519*	*601 141*

Źródło: FEWE



Rys. 22. Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych z ogrzewania nowych budynków w zależności od jakości izolacji termicznej w odniesieniu do warunków standardowych (WT) - prognoza do 2020 roku dla scenariuszy 1 i 2.

Tab. 19. Zmniejszenie emisji CO_2 wskutek lepszej izolacji termicznej (warianty WP, WO, WM) w porównaniu do budynków wykonanych zgodnie z warunkami technicznymi (wariant WT) [t CO_2].

	Wariant WP					
	scenariusz 1			scenariusz 2		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
gaz ziemny	6 963	7 653	8 242	7 566	9 153	10 740
węgiel	20 712	23 086	25 146	23 148	28 430	33 729
biomasa	16 550	18 446	20 093	18 496	22 717	26 951
ciepło sieciowe	1 139	1 224	1 294	1 182	1 393	1 602
Razem	*45 364*	*50 409*	*54 774*	*50 391*	*61 691*	*73 023*
	Wariant WO					
gaz ziemny	32 833	35 919	38 542	35 348	42 546	49 739
węgiel	77 939	86 871	94 625	87 105	106 981	126 924
biomasa	62 276	69 414	75 609	69 600	85 482	101 418
ciepło sieciowe	7 087	7 614	8 047	7 352	8 663	9 967
Razem	*180 136*	*199 818*	*216 822*	*199 406*	*243 672*	*288 047*
	Wariant WM					
gaz ziemny	60 952	66 679	71 547	65 619	78 978	92 330
węgiel	144 564	161 133	175 513	161 565	198 432	235 423
biomasa	115 513	128 752	140 243	129 098	158 556	188 113
ciepło sieciowe	13 168	14 145	14 950	13 660	16 095	18 517
Razem	*334 196*	*370 709*	*402 253*	*369 941*	*452 062*	*534 383*

Źródło: FEWE

Podobnie jak w przypadku zapotrzebowania na energię do ogrzewania nowych mieszkań, efekt zmniejszenia emisji dwutlenku węgla można odnieść do skumulowanego zmniejszenia emisji spowodowanej ogrzewaniem oddanych do użytku mieszkań w analizowanym okresie od 2010 do 2020 roku.

Krajowa emisja gazów cieplarnianych w 2007 roku wyniosła ok. 330 480,5 tys. t CO_2 (bez ujemnej emisji wynikającej z użytkowania gruntów i leśnictwa). W tym celu oszacowano emisję gazów cieplarnianych wynikającą z użytkowania energii w gospodarstwach domowych wg bezpośredniego zużycia poszczególnych nośników energii [2]. Emisja ta w 2007 roku wyniosła ok. 90 437 tys. t CO_2, co stanowi ok. 27% emisji krajowej. Przyjmując, że podobnie jak w przypadku zużycia energii ok. 70% przeznaczone jest do ogrzewania mieszkań, emisja z tego powodu wynosi ok. 63 300 tys. t CO_2.

Oznacza to, że w 2020 roku spodziewać się można następujących rezultatów: emisja zmniejszona w ciągu 11 lat w odniesieniu do rocznej emisji wynikającej z użytkowania energii w gospodarstwach domowych w 2007 roku wyniesie 0,6 – 0,8% dla wariantu WP, dla wariantu WO 2,4 – 3,0% i 4,5 – 5,5% dla wariantu WM. W odniesieniu do emisji spowodowanej ogrzewaniem mieszkań wyniesie to odpowiednio 0,9 – 1,1%; 3,5 – 4,2% i 6,4 – 7,9%.

Pakiet energetyczno-klimatyczny stawia przed krajami Unii Europejskiej m.in. następujący cel - redukcja emisji dwutlenku węgla o 20% w stosunku do emisji w 1990 roku. Dla Polski oznacza to zmniejszenie emisji od 368 678 tys. t CO_2 w 1990 roku o 73 735 tys. t CO_2 do 2020 roku. W zależności od zrealizowanego scenariusza rozwoju budownictwa mieszkaniowego i wariantu ocieplania budynków efekty uzyskane z lepszej termoizolacji budowanych mieszkań mogą stanowić dla „słabego” wariantu WP1 0,7% i dla „mocnego wariantu” WM2 6,7%.

Literatura

[1] Mały rocznik statystyczny Polski 2008, GUS

[2] Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2006, 2007 - GUS, Warszawa 2008

[3] 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

[4] Budownictwo mieszkaniowe 1991-2009 (tablice przeglądowe) – GUS

http://www.stat.gov.pl/gus/5840_3031_PLK_HTML.htm

[5] Cena 1 m^2

http://www.stat.gov.pl/gus/5840_4671_PLK_HTML.htm

[6] Inflacja

http://www.stat.gov.pl/gus/5840_1634_PLK_HTML.htm

[7] Informacje o mieszkalnictwie - wyniki monitoringu za 2007 r. – Instytut Rozwoju Miast - Kraków 2008

[8] Stępień J.C.: Prognozy zapotrzebowania na ciepło na terenach o małym stopniu zurbanizowania

http://www.ogrzewnictwo.pl/index.php?akt_cms=1186&cms=265

[9] 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

[10] Bank danych regionalnych GUS www.stat.gov.pl

[11] Polska 2030. Wyzwania rozwojowe - Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, Warszawa 2009

[12] Polityka Energetyczna Polski (projekt z dnia 15-07-2008)

[13] Efektywność wykorzystania energii w latach 1997 – 2007 – GUS, Warszawa 2009

[14] Budownictwo – wyniki działalności w 2008 r. - GUS, Warszawa 2009

[15] Ceny robót budowlano-montażowych i obiektów budowlanych - lipiec 2009 – GUS, Warszawa 2009

[16] 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

[17] 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

[18] 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

[19] 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

[20] Eurostat yearbook 2009 - Europe in figures

[21] PN-82/B-02020 Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia

[22] PN-91/B-02020 Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia

[23] PN-B-02025 (lipiec 2001) Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego

[24] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 8 lutego 1995 r.)

[25] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r.)

[26] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 grudnia 2008r. w sprawie zmiany rozporządzenia zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

[27] Energy performance requirements for new buildings in 11 countries from Central Europe – Exemplary Comparison of three buildings, Tobias Loga, Dr. Jens Knissel, Dr. Nikolaus Diefenbach, Institut Wohnen Und Umwelt GmBH Darmstadt, 5th December 2008

[28] A Comparison of Thermal Building Regulations in the European Union, MURE Database Case Study, Wolfgang Eichhammer, Barbara Schlomann, FhG-ISI, Karlsruhe, Niemcy

[29] Zmiany izolacyjności cieplnej przegród budowlanych na tle modyfikacji obowiązujących norm i przepisów, Tomasz Steidl, Energia i Budynek 2 (12) 2008.

[30] RAPORT Potencjał efektywności energetycznej i redukcji emisji w wybranych grupach użytkowania energii Droga naprzód do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego, PKEOG i FEWE 2009,