

Ocena wpływu poprawy efektywności
energetycznej, w szczególności budynków
w standardzie niemal zeroenergetycznym,
na jakość powietrza w Polsce

Dr inż. Arkadiusz Węglarz

2013-07-22

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Charakterystyka sektora budowlanego.....	5
2.1. Charakterystyka sektora mieszkaniowego.....	5
2.2. Charakterystyka sektora budynków niemieszkalnych	5
3. Charakterystyka sposobów zasilania budynków w ciepło.....	8
3.1. Charakterystyka sposobów wytwarzania i zużycia energii cieplnej w budynkach mieszkalnych	8
3.2. Charakterystyka sposobów wytwarzania i zużycia energii cieplnej w budynkach niemieszkalnych	11
4. Analiza emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO ₂), tlenków azotu (NO _x), dwutlenku węglą (CO ₂) w zależności od sposobów zasilania budynków w ciepło oraz zużywanych paliw..	13
5. Ocena poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO ₂), tlenków azotu (NO _x), dwutlenku węglą (CO ₂) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie budynki w Polsce standardu energooszczędnego.	15
6. Ocena poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO ₂), tlenków azotu (NO _x), dwutlenku węglą (CO ₂) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie nowobudowane budynki użyteczności publicznej w Polsce standardu energooszczędnego.	17
7. Ocena poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO ₂), tlenków azotu (NO _x), dwutlenku węglą (CO ₂) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie nowobudowane budynki w Polsce standardu energooszczędnego.....	20
7.1. Ocena poziomu zmniejszenia zużycia energii dla budynków mieszkalnych	20
7.2. Ocena poziomu zmniejszenia zużycia energii dla budynków niemieszkalnych	21
7.3. Ocena poziomu zmniejszenia emisji dla wszystkich budynków nowobudowanych w 2011 roku	22
8. Analiza osiągniętych wyników.....	23
8.1. Analiza osiągniętych wyników w nawiązaniu do wymogów dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD)	23
Dnia 19 maja 2010 roku została przyjęta przez Parlament i Radę Unii Europejskiej nowa wersja przekształconej Dyrektywy 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Głównym jej celem jest długotrwały proces realizowany przez poszczególne kraje członkowskie prowadzący do poprawy charakterystyki energetycznej budynków, a tym samym całego sektora budownictwa.....	
Przepisy przekształconej Dyrektywy wyznaczają kierunki zmian w zakresie wprowadzanych rozwiązań w zakresie promowania budownictwa niskoenergetycznego z jednoczesnym uwzględnieniem poziomu optymalnego pod względem kosztów oraz stymulują politykę przyszłości, której głównym celem będzie ograniczenie zużycia energii w budynkach. Z uwagi	

na fakt, iż zużycie energii w budynkach sięga poziomu 40% (ogrzewanie, chłodzenie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej) i stanowi jednocześnie najwyższy wskaźnik spośród głównych sektorów gospodarki, zostały wprowadzone dodatkowe regulacje prowadzące do systematycznego i przemyślanego inwestowania w poprawę charakterystyki energetycznej budynków odzwierciedlającego sukcesywne zmniejszanie zapotrzebowania na energię w tym sektorze. Według Tomasza Żukowskiego z Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej kluczowe zadania przed polskim Rządem mające na celu wprowadzenie wymagań Dyrektywy 20210/31/UE to:	23
8.2. Analiza osiągniętych wyników w nawiązaniu do wymogów dyrektywy o efektywności energetycznej (EED)	25
8.3. Analiza osiągniętych wyników w odniesieniu do krajowego celu efektywności energetycznej na rok 2020	27
9. Podsumowanie	29
Materiały źródłowe:	31

1. Wstęp

Powszechnie wiadomo, że budynki są ważnym źródłem zanieczyszczenia środowiska. Ich udział w emisji dwutlenku siarki (SO_2) wynosi ok. 50%, tlenków azotu (NO_x) – 22%, dwutlenku węgla – 35% i pyłów – ok. 10% [6]. Celem ekspertyzy jest ocena wpływu poprawy efektywności energetycznej, w szczególności budynków w standardzie niemal zeroenergetycznym, na jakość powietrza w Polsce. Analiza ma odpowiedzieć na pytanie, na ile wprowadzenie wysokich standardów efektywności energetycznej budynków przyczyni się do redukcji zużycia energii pod kątem możliwych do uniknięcia emisji pyłów PM_{10} lub/i $\text{PM}_{2,5}$, dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO_2). W niniejszej pracy, przy ocenie wpływu zużycia energii w budynkach na jakość powietrza, rozpatrzono jedynie zużycie ciepła na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej, co stanowi 85% zużycia energii końcowej w budynkach mieszkalnych. Pozostałe 15% to zużycie energii na gotowanie oraz energia elektryczna używana przez sprzęt AGD 6%, sprzęt RTV 4% i oświetlenie 2%.

Aby przeprowadzić ocenę wpływu zużycia energii w budynkach na jakość powietrza w Polsce należało zebrać szereg danych dotyczących cech charakterystycznych takich jak: rok budowy, sposób zasilania w ciepło, stan termomodernizacji itp. Niestety w warunkach polskich wiele danych, szczególnie dotyczących budynków niemieszkalnych jest niedostępnych. Konieczne były więc pewne uproszczenia i oszacowania eksperckie wykonywane na podstawie porównania z sektorem mieszkaniowym, który jest lepiej opisany w literaturze i publikacjach GUS. Jako rok bazowy do analiz przyjęto rok 2011.

W rozdziale drugim podano informacje charakteryzujące sektor budowlany (budynki mieszkalne i niemieszkalne) niezbędne do przeprowadzenia analiz będących przedmiotem niniejszej pracy.

W rozdziale trzecim scharakteryzowano sposoby wytwarzania i użytkowania ciepła w budynkach. Rozdział czwarty zawiera wartości wskaźników emisji pyłu, NO_x , SO_2 , CO , CO_2 w procesie wytwarzania ciepła w zależności od rodzaju paliwa. W rozdziale 5-tym dokonano oceny poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM_{10} lub/i $\text{PM}_{2,5}$, dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO_2) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie budynki w Polsce standardu energooszczędnego.

W rozdziale 6-stym oszacowano poziom zmniejszenia emisji pyłów PM_{10} lub/i $\text{PM}_{2,5}$, dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO_2) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie nowobudowane budynki użyteczności publicznej w Polsce standardu energooszczędnego.

W rozdziale 7-tym dokonano oceny poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM_{10} lub/i $\text{PM}_{2,5}$, dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO_2) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie

nowobudowane budynki w Polsce standardu energooszczędnego. Rozdział zawiera analizę wyników oszacowań poziomu zmniejszenia energii w kontekście realizacji przez Polskę zobowiązań wynikających z członkostwa w Unii europejskiej, w szczególności:

1. Dyrektywy 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG (Dz. U. L 114 z 27.4.2006 r., s. 64–85).
2. Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE.

W rozdziale 9-tym dokonano podsumowania uzyskanych rezultatów.

2. Charakterystyka sektora budowlanego

2.1. Charakterystyka sektora mieszkaniowego

Według spisu powszechnego przeprowadzonego w 2011 roku stan zasobów mieszkaniowych w Polsce wyniósł 13,7 mln mieszkań o powierzchni użytkowej równej 965 227 775 m² (źródło GUS) , z czego 6,4 mln wzniesiono w latach 1961–1991 w energochłonnych technologiach systemowych, w tym ponad 80% jako budynki wielkopłytowe.

W tabeli 1. przedstawiono powierzchnię użytkową budynków mieszkalnych według okresu budowy:

Tabela 1. Powierzchnia użytkowa budynków mieszkalnych według okresu budowy

Wiek budynku	Dom jednorodzinny	Domy wielorodzinne	Budynki mieszkalne
Rok	[mln m ²]	[mln m ²]	[mln m ²]
< 1975	236,5	242,7	479,2
1975-1990	120,5	123,6	244,1
1990-2001	56,7	58,1	114,8
2002-2011	64,0	63,1	127,1
Razem	477,7	487,5	965,2

Źródło: Obliczenia własne KAPE S.A. na podstawie GUS

Według GUS [5] w roku 2011 oddano do użytku 130 954 mieszkań o łącznej powierzchni użytkowej 14 027 775,00 m².

2.2. Charakterystyka sektora budynków niemieszkalnych

Niestety nie są dostępne dane GUS dotyczące wszystkich budynków niemieszkalnych. W statystykach podawane są jedynie nowe budynki niemieszkalne oddane do użytku w danym roku. Do analiz na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto rok 2011.

Przyjmując, na podstawie danych GUS z 2001 roku, że powierzchnia użytkowa budynków niemieszkalnych stanowi około 34 % powierzchni budynków mieszkalnych w Polsce oszacowano, że w 2011 roku powierzchnia użytkowa budynków niemieszkalnych wyniosła: 329 612 444 m².

W tabeli 2. przedstawiono powierzchnię użytkową budynków niemieszkalnych według okresu budowy.

Tabela 2. Powierzchnia użytkowa budynków niemieszkalnych według okresu budowy

Wiek budynku	Budynki niemieszkalne
Rok	[mln m ²]
< 1975	163,6
1975-1990	83,4
1990-2001	39,2
2002-2011	43,4
Razem	329,6

Źródło: Obliczenia własne KAPE S.A. na podstawie danych GUS [5]

Natomiast na podstawie danych GUS z publikacji [5] przyjęto, że w roku 2011 oddano do użytkowania 20 968 budynków niemieszkalnych o łącznej powierzchni użytkowej: 12 494 213 m²

W tabeli 3. zestawiono budynki niemieszkalne w podziale na typy budynku

Tabela 3. Budynki niemieszkalne w podziale na typy budynku

Lp.	Typ budynku	Powierzchnie użytkowe [m ²]	Ilość [szt.]
1.	Ogólnodostępne obiekty kulturalne oraz budynki muzeów i bibliotek	290 699,00	318
2.	Budynki szpitali i zakładów opieki medycznej	383 121,00	169
3.	Budynki kultury fizycznej	729 115,00	452
4.	Budynki szkół i instytucji badawczych	615 977,00	214
5.	Budynki handlowo-usługowe	2 989 603,00	3439
6.	Budynki łączności, dworców i terminali	53 876,00	35
7.	Hotele i budynki zakwaterowania turystycznego	476 167,00	698
8.	Budynki biurowe	749 923,00	572
9.	Garaże	359 463,00	6760
10.	Pozostałe budynki niemieszkalne	2 109 098,00	5260
11.	Budynki przemysłowe	1 688 901,00	905
12.	Silosy	2 048 270,00	2146
	Razem	12 494 213,00	20968

Źródło: Obliczenia własne KAPE S.A. na podstawie danych GUS [5]

W tabeli 4. zestawiono budynki zaklasyfikowane jako budynki użyteczności publicznej.

Tabela 4. Budynki użyteczności publicznej

Lp.	Typ budynku	Powierzchnia użytkowa [m ²]	Ilość [szt.]
1.	Ogólnodostępne obiekty kulturalne oraz budynki muzeów i bibliotek	290 699	318
2.	Budynki szpitali i zakładów opieki medycznej	383 121	169
3.	Budynki kultury fizycznej	729 115	452

4.	Budynki szkół i instytucji badawczych	615 977	214
	Razem	2 018 912	1153

Źródło: Obliczenia własne KAPE S.A. na podstawie danych GUS [5]

Zgodnie z informacją Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej przekazaną do Ministerstwa Gospodarki w dniu 28 marca 2013 roku (pismo BP-5mw-0731-6(2)/13) wynika, że rocznie wydaje się około 900 decyzji o pozwolenie na budowę budynków użyteczności publicznej sektora finansów publicznych. Średnia powierzchnia użytkowa budynku użyteczności publicznej wynosi 1900 m² czyli powierzchnia wszystkich nowobudowanych budynków użyteczności publicznej sektora finansów publicznych wynosi średnio: $900 \cdot 1900 \text{ m}^2 = 1\,710\,000 \text{ m}^2/\text{rok}$.

Do oszacowania zmniejszenia zużycia energii cieplnej zrezygnowano z analizy budynków przemysłowych, magazynowych i silosów oraz garaży. Typy budynków niemieszkalnych przeznaczonych do dalszej analizy zestawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Wybrane budynki niemieszkalne

Lp.	Typ budynku	Powierzchnie użytkowe [m ²]	Ilość [szt.]
1.	Ogólnodostępne obiekty kulturalne oraz budynki muzeów i bibliotek	290 699,00	318
2.	Budynki szpitali i zakładów opieki medycznej	383 121,00	169
3.	Budynki kultury fizycznej	729 115,00	452
4.	Budynki szkół i instytucji badawczych	615 977,00	214
5.	Budynki handlowo-usługowe	2 989 603,00	3439
6.	Budynki łączności, dworców i terminali	53 876,00	35
7.	Hotele i budynki zakwaterowania turystycznego	476 167,00	698
8.	Budynki biurowe	749 923,00	572
9.	Pozostałe budynki niemieszkalne	2 109 098,00	5260
	Razem	8 397 579,00	11157

Źródło: Obliczenia własne KAPE S.A. na podstawie danych GUS [5]

3. Charakterystyka sposobów zasilania budynków w ciepło

3.1. Charakterystyka sposobów wytwarzania i zużycia energii cieplnej w budynkach mieszkalnych

Według pracy pt. „Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 roku” ([8]), w budynkach, które zostały ocieplone znajdowało się 46% mieszkań. Około 70% mieszkań posiadało ciepłą wodę ogrzewaną lokalnie, a 25% z sieci ciepłowniczej. W ogrzewaniu pomieszczeń wyraźnie dominują paliwa stałe oraz ciepło sieciowe. Ponad połowa krajowych gospodarstw domowych, tj. 51,1%, użytkowała urządzenia grzewcze wykorzystujące paliwa stałe, spośród których najczęściej użytkowane były dwufunkcyjne kotły centralnego ogrzewania, służące do wytwarzania energii cieplnej i podgrzewania wody. Takie kotły wykorzystywało 40,5% gospodarstw domowych ogrzewanych paliwami stałymi. Natomiast kotły jednofunkcyjne stosowało 29,6% gospodarstw ogrzewanych paliwami stałymi. W 22,4% gospodarstw stosowane były najbardziej tradycyjne urządzenia grzewcze, tzn. piece w pomieszczeniach, głównie piece kaflowe. W 6,8% gospodarstw domowych wykorzystujących paliwa stałe używano kominków, przeważnie z wkładem zamkniętym. W pozostałych 0,7% gospodarstw jedynym urządzeniem grzewczym były kuchnie na paliwa stałe.

Ciepło sieciowe zużywało 40% wszystkich gospodarstw domowych. Wśród odbiorców ciepła z sieci zdecydowanie przeważali mieszkańcy bloków, a jego stosowanie w domach jednorodzinnych było niewielkie. Spośród konsumentów ciepła sieciowego, 60% używało go również do ogrzewania wody. Ten stosunkowo mały udział instalacji ciepłowniczej wykorzystywanej do tego celu wynikał z dwóch głównych powodów:

- zasilania ciepłem sieciowym budynków starszych, w których istniała centralna instalacja grzewcza, natomiast nie było wewnętrznej instalacji ciepłej wody,
- funkcjonowania małych, lokalnych systemów centralnego ogrzewania, których nie opłacało się eksploatować w okresie letnim.

W wielu gospodarstwach domowych oba wymienione czynniki występowały jednocześnie.

W sytuacjach, gdy możliwości techniczne systemów grzewczych na to pozwalają, występuje pewien trend „doposażania” budynków w instalacje ciepłej wody, ale modernizacje takie są kosztowne i uciążliwe na etapie remontu budynku.

Do ogrzewania pomieszczeń używane były również gazowe kotły centralnego ogrzewania, które użytkowało 10% gospodarstw domowych. Spośród nich 2/3 stanowiły kotły dwufunkcyjne, a 1/3 kotły jednofunkcyjne.

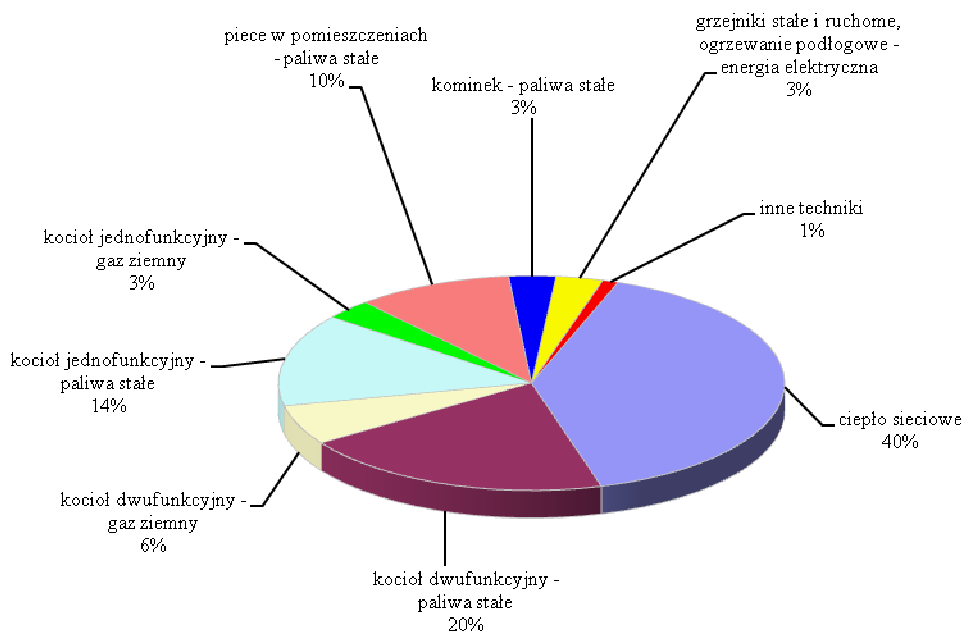
Urządzenia grzewcze zasilane energią elektryczną stosowało 7,8% gospodarstw domowych, z tym, że ogrzewanie elektryczne jest częściej techniką „dogrzewania”, niż ogrzewania podstawowego. Grzejniki elektryczne zainstalowane na stałe, występowały w 2,5% gospodarstw, instalacje ogrzewania podłogowego użytkowało 0,4% gospodarstw. Grzejniki elektryczne ruchome występowały w 5% gospodarstw i w większości wykorzystywane były do ogrzewania dodatkowego, w sytuacjach typu awaryjnego lub jako czasowo użytkowany sprzęt.

Najmniej gospodarstw wykorzystywało w celach grzewczych kotły zasilane paliwami ciekłymi, tj. 0,6% gospodarstw domowych użytkowało kotły na olej opałowy, 0,4% - na gaz ciekły. Także w tym przypadku najczęściej stosowane były kotły dwufunkcyjne (82,3%) oraz rzadziej kotły jednofunkcyjne (17,7%).

Sporadycznie występowały również urządzenia solarne oraz pompy ciepła stosowane do ogrzewania pomieszczeń. W badaniu zidentyfikowano 0,04% gospodarstw ogrzewanych energią słoneczną oraz 0,03% gospodarstw użytkujących pompy ciepła.

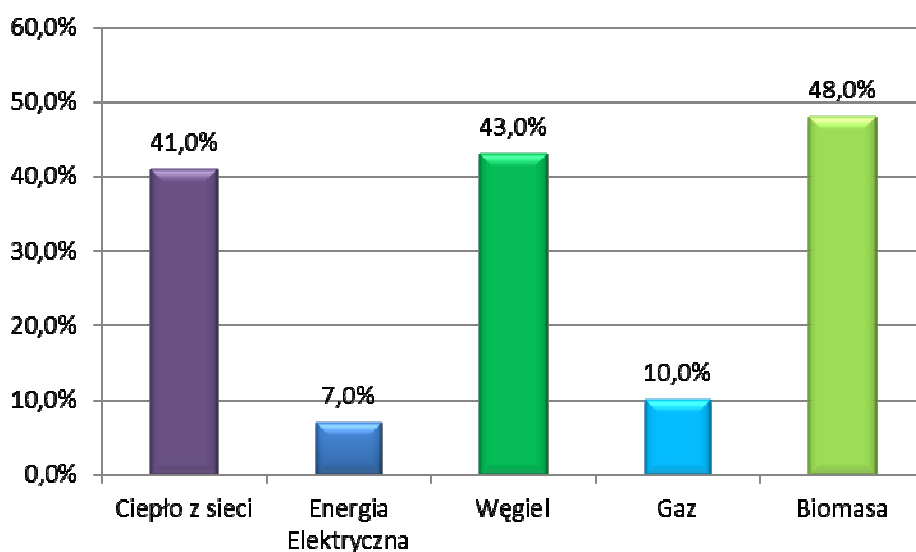
Część gospodarstw domowych, tj. ponad 5%, stosowało w celach grzewczych dwie różne techniki, jedną jako podstawową i drugą jako uzupełniającą lub też jako techniki o równych lub zbliżonych udziałach w dostarczaniu ciepła do mieszkania.

Biorąc zatem pod uwagę fakt, że podział mieszkańców według technik grzewczych nie jest podziałem rozłącznym, można oszacować, że udziały poszczególnych technik w gospodarstwach domowych były w przybliżeniu takie, jak prezentuje Rys. 1.



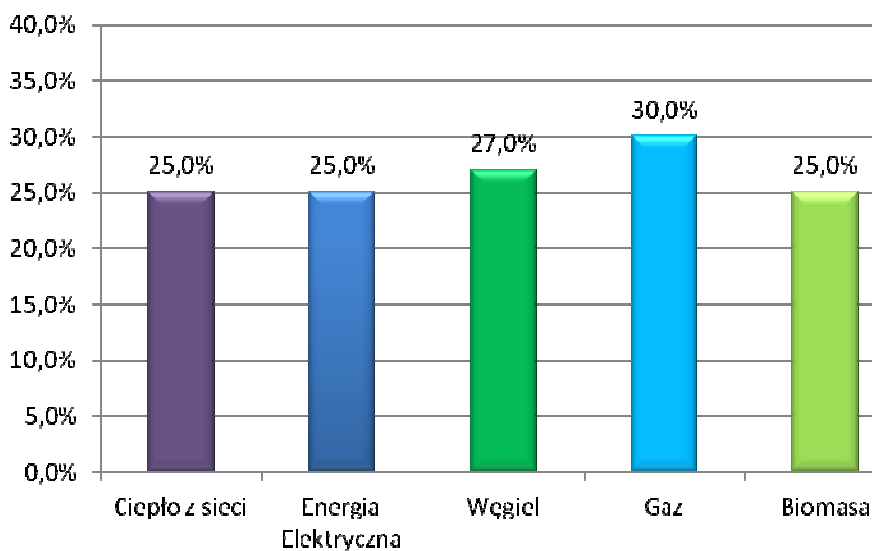
Rys. 1. Ogrzewanie pomieszczeń według technik ogrzewania [8]

Na rysunku 2. pokazano wykorzystywanie poszczególnych nośników energii dla celów ogrzewania w gospodarstwach domowych w roku 2009. Przyjęto założenie, że podobne wartości występowały w 2011 roku (roku bazowym dla analizy w niniejszej pracy).



Rys. 2 Wykorzystywanie poszczególnych nośników energii dla celów ogrzewania w gospodarstwach domowych w roku 2009. Źródło: Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 r.- GUS 2012. [8]

Natomiast na rysunku 3. pokazano wykorzystywanie poszczególnych nośników energii dla przygotowania ciepłej wody w gospodarstwach domowych w roku 2009.



Rys. 3 .Wykorzystywanie poszczególnych nośników energii dla przygotowania ciepłej wody w gospodarstwach domowych w roku 2009 wg opracowania Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 r.- GUS 2012.

W tabeli 6. przedstawiono sposób dostawy i nośniki ciepła dla sektora mieszkaniowego.

Tabela 6. Sposób dostawy i nośniki ciepła dla sektora mieszkaniowego

Dostawa energii (energia końcowa)	Gaz	Olej	Węgiel	Energia elektryczna	Drewno	Sieci ciepłownicze
Domy jednorodzinne	23,40%	7,50%	34,60%	0,50%	18,20%	15,80%
Budynki mieszkalne	14,20%	4,60%	21,10%	0,30%	11,10%	48,70%

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie GUS

3.2. Charakterystyka sposobów wytwarzania i zużycia energii cieplnej w budynkach niemieszkalnych

Przyjęto założenia, że większość budynków użyteczności publicznej ogrzewana jest gazem lub węglem, przy czym ciepło może być wytwarzane lokalnie w budynku lub dostarczane z sieci ciepłowniczej.

W tabeli 7. podano zużycie paliw do produkcji ciepła w Polsce w 2011 r.

Tabela 7. Zużycie paliw do produkcji ciepła w Polsce w 2011 r.

węgiel kamienny	węgiel brunatny	lekki olej opałowy	ciężki olej opałowy	gaz ziemny	biomasa	biogaz	inne odnawialne źródła energii	odpady przemysłowe nieodnawialne	pozostałe paliwa
Tony				tys. m ³	GJ				
15 258 530,8	809 980,8	12 935,3	735 681,8	961 770,1	30250 550,7	101 411,4	442 407,7	591 998,8	20 496 748,6

Źródło: Obliczenia na podstawie danych IGCP i GUS

Klasa budynków niemieszkalnych obejmuje szerokie spektrum budynków od budynków przemysłowych przez oświatowe, sportowe do szpitali. Każdy z tych typów budynków ma różny sposób zasilania w ciepło. Niestety w Polsce nie ma miarodajnych danych o proporcji nośników energii dostarczanych do budynków niemieszkalnych. Dlatego dokonano oszacowania dla całego sektora budynków niemieszkalnych na podstawie proporcji zużycia paliw do produkcji ciepła w Polsce podanych w tabeli 7. oraz następujących wartości opałowych:

- Olej opałowy $W_o = 40,4$ GJ/tonę

- Węgiel podbitumiczny (kamienny i brunatny) $W_o = 18,9$ GJ/tonę
- Gaz ziemny: $W_o = 30$ GJ/1000 m³

Wyniki tych oszacowań zestawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Wykorzystywanie poszczególnych nośników energii dla celów grzewczych i przygotowania ciepłej wody użytkowej w sektorze budynków niemieszkalnych.

Węgiel	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa	Pozostałe
73,2%	7,0%	7,3%	7,3%	5,2%

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie GUS

4. Analiza emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO₂), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO₂) w zależności od sposobów zasilania budynków w ciepło oraz zużywanych paliw.

Dla potrzeb analiz w niniejszej pracy współczynniki emisji i wartości opałowe dla paliw wykorzystane do obliczenia emisji CO₂ przyjęto:

- zgodne z zasadami IPCC 2006. Są one przedstawione w tabeli 9.

Tabela 9. Wartości opałowe i współczynniki emisji dla paliw uwzględnionych w opracowaniu (IPCC, 2006)

Rodzaj paliwa	Wartość opałowa [GJ/Mg]	Wartość opałowa [MWh/Mg]	Współczynnik emisji [kg/TJ]	Współczynnik emisji [Mg/MWh]
Ciekły gaz ziemny	44,2	12,3	64200	0,231
Olej opałowy	40,4	11,2	77400	0,279
Węgiel podbitumiczny	18,9	5,3	96100	0,346
Gaz ziemny	48	13,3	56100	0,202

Źródło: <http://www.kobize.pl/>

- zgodnie z zaleceniami Europejskiego sekretariatu „Porozumienia Burmistrzów” dla ciepła systemowego przyjęto: 0,343 Mg/MWh;
- zgodnie z zaleceniami Europejskiego sekretariatu „Porozumienia Burmistrzów” dla ciepła i energii elektrycznej produkowanych z OZE przyjęto 0,0 Mg/MW;
- Na podstawie danych KASHUE (obecnie KOBIZE) przyjęto wskaźnik emisji CO₂ dla energii elektrycznej równy 0,93 Mg/MWh dla roku 2011.

W tabeli 10. na podstawie pracy [7] wyznaczono wskaźniki emisji pyłu, NO_x, SO₂, CO w procesie wytwarzania ciepła w zależności od rodzaju paliwa.

Tabela 10. Wskaźniki emisji pyłu, NO_x, SO₂, CO w procesie wytwarzania ciepła w zależności od rodzaju paliwa.

Rodzaj Paliwa	Pył całkowity	Pył PM 10	Pył PM 2,5	NO_x	SO₂	CO
Jednostka	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh
Gaz ziemny	1,8	1,8	1,8	205,2	1,8	111,6
Węgiel kamienny	1598,4	1454,4	1432,8	396	3240	16560
Drewno	2628	2502	2502	268,2	72	19080
Olej opałowy	21,6	13,32	13,32	244,8	504	165,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie [7]

Biorąc pod uwagę informacje z tabeli 5 o sposobie dostawy i nośniki ciepła dla sektora mieszkaniowego oraz informacje z tabeli 8 i tabeli 9. wyznaczono dla sektora mieszkaniowego średnioważone wskaźniki emisji pyłu, NO_x, SO₂, CO, CO₂ w g/MWh niezależnie od nośnika energii.

Wskaźniki emisji pyłu, NO_x, SO₂, CO dla energii elektrycznej i sieci ciepłowniczej przyjęto jak dla węgla. Biorąc pod uwagę informacje z tabeli 7 o sposobie dostawy i nośnikach ciepła dla sektora niemieszkaniowego oraz informacje z tabeli 9 i tabeli 10. wyznaczono dla sektora niemieszkaniowego średnioważone wskaźniki emisji pyłu, NO_x, SO₂, CO, CO₂ w g/MWh niezależnie od nośnika energii.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 11.

Tabela 11. Wskaźniki emisji pyłu, NO_x, SO₂, CO, CO₂ w g/MWh niezależnie od nośnika energii.

Typ Budynku	Pył całkowity	Pył PM 10	Pył PM 2,5	NO_x	SO₂	CO	CO₂
Jednostka	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh	Mg/MWh
Budynki jednorodzinne	1 294	1 197	1 186	317	1 700	11 940	0,244
Budynki wielorodzinne	1 429	1 313	1 297	352	2 335	13 916	0,288
Budynki niemieszkalne	1 447	1 325	1 308	362	2 584	14 404	0,306

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

5. Ocena poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO₂), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO₂) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie budynki w Polsce standardu energooszczędnego.

Na potrzeby niniejszej pracy przyjęto jako budynek mieszkalny prawie niezużywający energii jeśli zużycie energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. wyniesie mniej niż $E_k^{H+W} = 40$ kWh/rok. Natomiast dla budynku niemieszkalnego przyjęto $E_k = 60$ kWh/rok.

Na podstawie doświadczeń z weryfikacji audytów energetycznych eksperci KAPE S.A. ocenili wskaźniki zużycia energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. E_k^{H+W} w zależności od okresu oddania budynku do użytkowania. Wyniki oszacowań zestawiono w tabeli 12.

Tabela 12. Wskaźniki zużycia energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. E_k^{H+W}

Wiek budynku	E_k^{H+W}
Rok	kWh/m ² /rok
< 1975	424
1975-1990	303
1990-2001	212
2002-2011	182

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Do dalszych oszacowań przyjęto, że 30% budynków wybudowanych przed 1990 roku zostało ztermoizolowane i dla nich $E_k^{H+W} = 212$ kWh/m²/rok

Mnożąc odpowiednie kolumny w tabeli 1 i w tabeli 2 przez kolumnę E_k^{H+W} z tabeli 12. oszacowano zużycie energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. dla wszystkich budynków istniejących w Polsce. Wyniki tych oszacowań zestawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Zużycie energii końcowej (E_k) przez wszystkie budynki w Polsce

Wiek budynku	Dom jednorodzinny	Domy wielorodzinne	Budynki niemieszkalne
Rok	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok
< 1975	16 692 958	17 130 575	11 547 433
1975-1990	42 526 458	43 620 500	29 433 250
1990-2001	12 006 225	12 302 675	8 300 600
2002-2011	11 616 000	11 452 650	7 877 100
Razem	82 841 642	84 506 400	57 158 383

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

W tabeli 14. przedstawiono wyniki oszacowań oszczędności energii, gdyby wszystkie budynki w Polsce były w standardzie energooszczędnym czyli $E_k^{H+W} = 40$ KWh/rok dla budynków mieszkalnych i $E_k = 60$ KWh/rok dla budynków niemieszkalnych.

Tabela 14. Potencjalne oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie budynki w Polsce były w standardzie energooszczędnym w MWh/rok.

	Domy jednorodzinne	Domy wielorodzinne	Budynki niemieszkalne	Razem
Obecny standard	82 841 642	84 506 400	57 158 383	224 506 425
Standard energooszczędny	19 108 000	19 500 000	19 776 000	58 384 000
Oszczędności energii	63 733 642	65 006 400	37 382 383	166 122 425

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Tabela 15. Uniknięte emisje w wyniku oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie budynki w Polsce były w standardzie energooszczędnym w Mg/rok.

Typ Budynku	Pył	Pył PM 10	Pył PM 2,5	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂
Budynki jednorodzinne	82 471	76 289	75 588	20 204	108 347	760 980	15 551 009
Budynki wielorodzinne	92 894	85 353	84 313	22 882	151 790	904 629	18 721 843
Budynki niemieszkalne	54 092	49 532	48 896	13 532	96 596	538 456	11 439 009
Razem	229 458	211 174	208 798	56 618	356 733	2 204 065	45 711 861

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Mnożąc odpowiednie kolumny z tabeli 11 przez odpowiednie komórki z wiersza „oszczędność energii” w tabeli 14 uzyskano uniknięte emisje w wyniku oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k)

gdyby wszystkie budynki w Polsce były w standardzie energooszczędnym w MWh/rok. Wyniki tych oszacowań zestawiono w tabeli 15.

6. Ocena poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO₂), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO₂) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie nowobudowane budynki użyteczności publicznej w Polsce standardu energooszczędnego.

W tabeli 16. zgodnie z danymi otrzymanymi z firmy BuildDesk Polska zestawiono wskaźniki E_k – zużycia energii końcowej na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia dla budynków użyteczności publicznej zdefiniowanych w tabeli 4.

Również w tabeli 16. obliczono zużycie energii końcowej przez wszystkie nowo wybudowane (2011 rok) budynki publiczne oraz oszacowano oszczędności energii końcowej gdyby wszystkie nowe budynki użyteczności publicznej w Polsce powstawały w standardzie energooszczędnym o $E_k=60\text{KWh/m}^2/\text{rok}$.

Tabela 16. Oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie budynki użyteczności publicznej w Polsce były w standardzie energooszczędnym w MWh/rok.

Lp.	Typ Budynku	Powierzchnia użytkowa [m ²]	Wskaźnik E_k w kWh/m ² /rok	Zużycie energii końcowej w MWh/rok	Zużycie energii końcowej w budynku energooszczędnym w MWh/rok	Oszczędności energii końcowej w MWh/rok
1.	Ogólnodostępne obiekty kulturalne oraz budynki muzeów i bibliotek	290 699	110	31 977	17 442	14 535
2.	Budynki szpitali i zakładów opieki medycznej	383 121	347	132 943	22 987	109 956
3.	Budynki kultury fizycznej	729 115	155	113 013	43 747	69 266
4.	Budynki szkół i instytucji badawczych	615 977	144	88 701	36 959	51 742
	Razem	2 018 912		366 633	121 135	245 499

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Oszczędności w zużyciu energii końcowej w nowobudowanych budynkach użyteczności publicznej wyniosły by: 245 499MWh/rok.

Efekty zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego obliczono mnożąc oszczędności w zużyciu energii końcowej w budynkach publicznych przez wartości wskaźników emisji z tabeli 11 odpowiadające budynkom niemieszkalnym.

Wyniki oszacowań zestawiono w tabeli 17.

Tabela 17. Uniknięte emisje w wyniku oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie nowobudowane budynki użyteczności publicznej w Polsce były w standardzie energooszczędnym w Mg/rok.

Typ Budynku	Pył	Pył PM 10	Pył PM 2,5	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂

Budynki użyteczności publicznej	355	325	321	89	634	3 536	75 123
---------------------------------------	-----	-----	-----	----	-----	-------	--------

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Przyjmując zgodnie z informacjami uzyskanymi z firmy BuildDesk Polska wskaźniki E_k – zużycia energii końcowej dla nowych budynków użyteczności publicznej sektora finansów publicznych na poziomie 152 kWh/m²/rok i wiedząc, że rocznie buduje się ich około 900 szt. o powierzchni użytkowej łącznie: 1 710 000 m² obliczono zużycie energii końcowej przez wszystkie nowo wybudowane budynki użyteczności publicznej sektora finansów publicznych oraz oszacowano oszczędności energii końcowej gdyby wszystkie nowe budynki użyteczności publicznej w Polsce powstawały w standardzie energooszczędnym o $E_k=60$ kWh/m²/rok. Oszczędności energii końcowej dla tych budynków wyniosły by: 157 320 MWh/rok

Efekty zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego obliczono mnożąc oszczędności w zużyciu energii końcowej w budynkach publicznych przez wartości wskaźników emisji z tabeli 11 odpowiadające budynkom niemieszkalnym.

Wyniki oszacowań zestawiono w tabeli 18.

Tabela 18. Uniknięte emisje w wyniku oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie nowobudowane budynki użyteczności publicznej w Polsce były w standardzie energooszczędnym w Mg/rok.

Typ Budynku	Pył	Pył PM 10	Pył PM 2,5	NOx	SO2	CO	CO2
Jednostka	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg
Budynki sektora finansów publicznych	228	208	206	57	407	2 266	48 140

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

7. Ocena poziomu zmniejszenia emisji pyłów PM10 lub/i PM2,5, dwutlenku siarki (SO₂), tlenków azotu (NO_x), dwutlenku węgla (CO₂) w przypadku osiągnięcia przez wszystkie nowobudowane budynki w Polsce standardu energooszczędnego.

7.1. Ocena poziomu zmniejszenia zużycia energii dla budynków mieszkalnych

Zgodnie z raportem firmy BuildDesk Polska wskaźnik E_k^{H+W} dla nowych budynków wielorodzinnych wyniósł: 133 kWh/m²/rok.

Szacuje się, że zużycie energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. przez wszystkie nowowytbudowane (2011 rok) wielorodzinne budynki mieszkalne wyniosłoby:

$$4\ 096\ 814\ m^2 * 133\ kWh/m^2/rok = 544\ 876\ MWh/rok.$$

Gdyby wszystkie nowe budynki wielorodzinne w Polsce powstawały w standardzie energooszczędnym o $E_k=40\ kWh/m^2/rok$ to zużycie energii wyniosłoby: 163 873 MWh/rok.

Wtedy oszczędności w zużyciu energii końcowej wyniosły by: 381 004 MWh/rok.

Efekty zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do powietrza obliczono przy założeniu jednostkowych wskaźników emisji zamieszczonych w tabeli 11.

Zgodnie z raportem firmy BuildDesk Polska (Stan Energetyczny budynków w Polsce) wskaźnik E_k^{H+W} dla nowych budynków jednorodzinnych wyniósł: 143 kWh/m²/rok.

Szacuje się, że zużycie energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. przez wszystkie nowowytbudowane (w 2011 roku) jednorodzinne budynki mieszkalne wyniosłoby: 9 930 961*143KWh/m²/rok= 1 420 127 MWh/rok.

Gdyby wszystkie nowe budynki jednorodzinne w Polsce powstawały w standardzie energooszczędnym o $E_k^{H+W}=40\ kWh/m^2/rok$ to zużycie energii wyniosłoby: 397 238 MWh/rok.

Oszczędności w zużyciu energii w przypadku nowych budynków jednorodzinnych wyniosły by:

$$1\ 022\ 889\ MWh/rok.$$

Natomiast gdyby wszystkie nowe budynki mieszkalne w Polsce powstawały w standardzie energooszczędnym to oszczędności w zużyciu energii w stosunku do obecnych standardów energetycznych wyniosły by: 1 022 889 MWh/rok + 381 004 MWh/rok = 1 403 893 MWh/rok.

7.2. Ocena poziomu zmniejszenia zużycia energii dla budynków niemieszkalnych

W tabeli 19 zestawiano wskaźniki E_k dla wybranych nowych budynków niemieszkalnych oraz wyniki obliczeń oszczędności energii końcowej gdyby wszystkie te budynki wybudowano jako energooszczędne o $E_k=60\text{KWh/m}^2/\text{rok}$.

Lp.	Typ Budynku	Powierzchnie użytkowe [m ²]	Wskaźnik E_k w kWh/m ² /rok	Zużycie energii końcowej w MWh/rok	Zużycie energii końcowej w budynku energooszczędnym w MWh/rok	Oszczędności energii końcowej w MWh/rok
1.	Ogólnodostępne obiekty kulturalne oraz budynki muzeów i bibliotek	290 699	110	31 977	17 442	14 535
2.	Budynki szpitali i zakładów opieki medycznej	383 121	347	132 943	22 987	109 956
3.	Budynki kultury fizycznej	729 115	155	113 013	43 747	69 266
4.	Budynki szkół i instytucji badawczych	615 977	144	88 701	36 959	51 742
5.	Budynki handlowo-usługowe	2 989 603,00	206	615 858	179 376	436 482
6.	Budynki łączności, dworców i terminali	53 876,00	159	8 566	3 233	5 334

Tabela 19. Oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie nowe budynki niemieszkalne w Polsce były budowane w standardzie energooszczędnym w MWh/rok.

7.	Hotele i budynki zakwaterowania turystycznego	476 167,00	156	74 282	28 570	45 712
8.	Budynki biurowe	749 923,00	118	88 491	44 995	43 496
9.	POZOSTAŁE BUDYNKI NIEMIESZKALNE	2 109 098,00	147	310 037	126 546	183 492
	Razem	8 397 579		1 463 868	503 855	960 014

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

7.3. Ocena poziomu zmniejszenia emisji dla wszystkich budynków nowobudowanych w 2011 roku

Gdyby wszystkie nowe budynki w Polsce powstawały w standardzie energooszczędnym to oszczędności w zużyciu energii w stosunku do obecnych standardów energetycznych nowych budynków wyniosły by: 1 403 893 MWh/rok + 960 014 MWh/rok = 2 363 906 MWh/rok

Efekty zmniejszenia emisji obliczono przy założeniu, jednostkowych wskaźników emisji zamieszczonych w tabeli 11 i wielkości oszczędności energii końcowej oszacowanych w punktach 7.1 i 7.2. Wyniki tych oszacowań zawiera tabela 20.

Tabela 20. Uniknięte emisje w wyniku oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie nowe budynki w Polsce były budowane w standardzie energooszczędnym w Mg/rok.

Typ Budynku	Pył	Pył PM 10	Pył PM 2,5	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂
Budynki jednorodzinne	1 324	1 224	1 213	324	1 739	12 213	249 585
Budynki wielorodzinne	544	500	494	134	890	5 302	109 729
Budynki niemieszkalne	1 389	1 272	1 256	348	2 481	13 828	293 764
Razem	3 257	2 997	2 963	806	5 109	31 343	653 078

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

8. Analiza osiągniętych wyników

8.1. Analiza osiągniętych wyników w nawiązaniu do wymogów dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD)

Dnia 19 maja 2010 roku została przyjęta przez Parlament i Radę Unii Europejskiej nowa wersja przekształconej Dyrektywy 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Głównym jej celem jest długotrwały proces realizowany przez poszczególne kraje członkowskie prowadzący do poprawy charakterystyki energetycznej budynków, a tym samym całego sektora budownictwa.

Przepisy przekształconej Dyrektywy wyznaczają kierunki zmian w zakresie wprowadzanych rozwiązań w zakresie promowania budownictwa niskoenergetycznego z jednoczesnym uwzględnieniem poziomu optymalnego pod względem kosztów oraz stymulują politykę przyszłości, której głównym celem będzie ograniczenie zużycia energii w budynkach. Z uwagi na fakt, iż zużycie energii w budynkach sięga poziomu 40% (ogrzewanie, chłodzenie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej) i stanowi jednocześnie najwyższy wskaźnik spośród głównych sektorów gospodarki, zostały wprowadzone dodatkowe regulacje prowadzące do systematycznego i przemyślanego inwestowania w poprawę charakterystyki energetycznej budynków odzwierciedlającego sukcesywne zmniejszanie zapotrzebowania na energię w tym sektorze. Według Tomasza Żukowskiego z Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej kluczowe zadania przed polskim Rządem mające na celu wprowadzenie wymagań Dyrektywy 2010/31/UE to:

1. Wprowadzenie definicji budynku „o niemal zerowym zużyciu energii”, budynku poddanego ważniejszej renowacji oraz „poziomu optymalnego pod względem kosztów” uwzględniającego najniższy koszt uzyskany w trakcie szacunkowego ekonomicznego cyklu życia budynku.
2. Określenie minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków oraz elementów wchodzących w ich skład, takich jak: przegrody zewnętrzne, okna, drzwi, itp., w odniesieniu do budynków nie tylko nowych, ale również istniejących poddawanych ważniejszej renowacji.
3. Zmiana istniejącej metodologii lub opracowanie nowej metodyki sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków uwzględniającej wytyczne zawarte w załączniku I.
4. Wprowadzenie obowiązku ujmowania i uwzględniania w nowo projektowanych budynkach energii ze źródeł odnawialnych.

5. Ustanowienie nowych wymagań odnoszących się do instalacji technicznych w budynkach – zarówno nowych, jak i poddawanych modernizacji.
6. Zaostrzenie przepisów dla budynków nowych, aby od 1 stycznia 2021 r. były praktycznie zeroenergetycznymi (budynki użyteczności publicznej od 1 stycznia 2019 r.).
7. Wprowadzenie zmian w zakresie świadectw charakterystyki energetycznej budynków (wymóg minimalnego zużycia – metoda porównawcza oraz rekomendacje efektywne ekonomicznie).
8. Wprowadzenie obowiązku sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej w przypadku sprzedaży i najmu budynku/mieszkania zarówno na rynku pierwotnym jak i wtórnym.
9. Wprowadzenie obowiązku sporządzenia świadectw charakterystyki energetycznej oraz ich publicznego zamieszczania dla określonej grupy budynków tzn. użytkowanych przez dużą ilość osób o pow. 500 m² – docelowo 250m² – 2015 r.)
10. Wprowadzenie systemu regularnych i niezależnych kontroli świadectw oraz kontroli z przeprowadzonych przeglądów systemów ogrzewania i klimatyzacji.

Jednym z kluczowych zadań mających na względzie kształtowanie polityki jutra przez poszczególne kraje wspólnoty jest realizacja wytycznych Recastu Dyrektywy 2002/91 związana z potrzebą zdefiniowania budynku o niemal zerowym zużyciu energii (ang. nearly zero-energy building), który (wg EPBD) oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej cechujący się niskim zużyciem energii, która powinna pochodzić w znacznym stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu. Każde państwo członkowskie zostało w ramach przekształconej Dyrektywy zobligowane do wprowadzenia odpowiednich regulacji prawnych, aby od 1 stycznia 2019 r. wszystkie nowe budynki będące własnością lub zajmowane przez sektor publiczny były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii, a od dnia 1 stycznia 2021 r. wszystkie pozostałe nowe budynki. Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków obliguje państwa członkowskie do wdrożenia po 2020 roku standardu energetycznego budynków nowych prawie niezużywających energii. Trwają dyskusje jaki ten standard powinien być. Wyniki analiz w niniejszej pracy pokazują, że warto zdefiniować pojęcie budynku o niemal zerowym zużyciu energii na jak najniższym poziomie wskaźnika E_k zużycia energii końcowej na m² powierzchni użytkowej np. $E_k = 40 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ dla budynków mieszkalnych i $E_k = 60 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ dla budynków niemieszkalnych. Oszczędności energii uzyskane wówczas są na poziomie 2 363 906MWh/rok co daje możliwości ograniczenia emisji zestawione w tabeli 20.

8.2. Analiza osiągniętych wyników w nawiązaniu do wymogów dyrektywy o efektywności energetycznej (EED)

W roku 2011 komisja Europejska przeanalizowała możliwość zrealizowania celów pakietu energetyczno - klimatycznego 3x20 i okazało się że zagrożony jest cel w zakresie oszczędności energii na poziomie 20% w 2020 roku w stosunku do scenariusza „biznes jak zwykle”, dlatego rozpoczęto prace na nową Dyrektywą w sprawie efektywności energetycznej. W dniu 14 listopada w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej ukazała się treść nowej Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE.

Kluczowym postanowieniem Dyrektywy 2012/27/UE o efektywności energetycznej jest zapis w artykule 7, który nakłada na każde państwo członkowskie obowiązek ustanowienia systemu zobowiązującego do efektywności energetycznej. System ten powinien zapewnić osiągnięcie przez dystrybutorów energii lub przedsiębiorstwa prowadzące detaliczną sprzedaż energii, które zostały wyznaczone jako strony zobowiązane i które prowadzą działalność na terytorium danego państwa członkowskiego, łącznego celu w zakresie oszczędności energii końcowej do dnia 31 grudnia 2020 r. Cel ten jest co najmniej równoważny osiągnięciu przez wszystkich dystrybutorów energii lub wszystkie przedsiębiorstwa prowadzące detaliczną sprzedaż energii nowych oszczędności każdego roku od dnia 1 stycznia 2014 r. do dnia 31 grudnia 2020 r. w wysokości 1,5 % rocznego wolumenu sprzedaży energii odbiorcom końcowym uśrednionej w ostatnim trzyletnim okresie przed dniem 1 stycznia 2013 r. Wolumen sprzedaży energii zużytej w transporcie może być częściowo lub w pełni wyłączony z tego obliczenia. Państwa członkowskie, jako rozwiązanie alternatywne względem ustanowienia systemu zobowiązującego do efektywności energetycznej, mogą postanowić o przyjęciu innych środków z dziedziny polityki w celu uzyskania oszczędności energii wśród odbiorców końcowych (takich jak podatki, standardy i normy, systemy znakowania czy porozumienia dobrowolne), pod warunkiem że takie środki z dziedziny polityki spełniają odpowiednie kryteria i wygenerują, wymagane nowe oszczędności.

W kontekście budownictwa Dyrektywa 2012/27/UE o efektywności energetycznej nakłada na państwa członkowskie obowiązek odnawiania każdego roku 3% całkowitej powierzchni ogrzewanych lub chłodzonych budynków będących własnością instytucji rządowych lub przez nie zajmowanych. Współczynnik 3% oblicza się w oparciu o całkowitą powierzchnię pomieszczeń w budynkach o powierzchni użytkowej wynoszącej ponad 500 m² (a od 9 lipca 2015 roku - ponad 250 m²). Państwa członkowskie będą jednak mogły zastosować inne środki, w tym gruntowne renowacje i środki wpływające na zmianę zachowań użytkowników, które pozwolą na osiągnięcie porównywalnych oszczędności energii. Niezbędne jest zwiększenie wskaźnika renowacji budynków,

gdyż istniejące zasoby budowlane stanowią sektor o najwyższym potencjale w zakresie oszczędności energii. Budynki będące własnością instytucji publicznych stanowią w UE około 12% zasobów budowlanych., ale ich renowacja będzie dobrym przykładem dla innych właścicieli. Poziom i standard renowacji budynków publicznych nie powinien naruszać obowiązków odnoszących się do budynków o niemal zerowym zużyciu energii, określonych w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Przewidziany w niniejszej dyrektywie obowiązek przeprowadzania renowacji budynków instytucji rządowych stanowi uzupełnienie wspomnianej dyrektywy, która zobowiązuje państwa członkowskie do zapewnienia, aby przy wykonywaniu ważniejszej renowacji istniejących budynków ich charakterystyka energetyczna została poprawiona tak, aby spełniała minimalne wymogi dotyczące charakterystyki energetycznej. Państwa członkowskie mają możliwość podejmowania alternatywnych opłacalnych środków, aby osiągnąć równoważną poprawę charakterystyki energetycznej budynków należących do instytucji rządowych.

Dyrektywa 2012/27/UE o efektywności energetycznej wprowadza powszechny obowiązek opomiarowania budynków oraz lokali mieszkalnych i użytkowych w budynkach wielolokalowych oraz indywidualnego rozliczania kosztów ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody na odbiorców końcowych – użytkowników lokali, zgodnie ze wskazaniem urządzeń pomiarowych. Termin wprowadzenia tego obowiązku został określony na 31 grudnia 2016 roku. Omawiana Dyrektywa zobowiązuje do stosowania ciepłomierzy i wodomierzy lokalowych, a tam gdzie zastosowanie ciepłomierzy jest technicznie niewykonalne lub zbyt kosztowne, obligatoryjne zastosowanie do tego celu nagrzewnikowych podzielników kosztów ogrzewania. Ominiecie tego obowiązku wymaga udowodnienia przez kraj członkowski, że takie opomiarowanie jest ekonomicznie nieopłacalne.

W obszarze szeroko rozumianego budownictwa w kontekście wdrażania Dyrektywy 2012/27/UE o efektywności energetycznej będziemy mieli dotyczenia ze wzrostem procesów termomodernizacyjnych do poziomu niskoenergetycznych budynków oraz budowę nowych prawie niezużywających energii domów. Wzrost wymagań w zakresie poziomu charakterystyki energetycznej zarówno nowych jak i termomodernizowanych budynków spowoduje zwiększenie grubości tradycyjnych materiałów izolacyjnych w przegrodach zewnętrznych tych obiektów oraz rozwój nowych technologii w zakresie izolacji termicznej budynków jak izolacje transparentne, izolacje próżniowe, okna z szybami elektrochromatycznymi rekuperatory, urządzenia kogeneracyjne.

Dyrektywa 2012/27/UE o efektywności energetycznej stawia przed państwami członkowskimi następujące wymagania, w procesie realizacji których mają zastosowanie wyniki niniejszej pracy:

- Długoterminowa strategia wspierania inwestycji w renowację krajowych zasobów budynków mieszkaniowych i użytkowych (art. 4) Pokazano potencjał co najmniej 5 Mtoe jaki tkwi w głębokiej termomodernizacji istniejących budynków.
- Poddawanie corocznej renowacji 3% całkowitej powierzchni ogrzewanych lub chłodzonych budynków będących własnością instytucji rządowych oraz przez nie zajmowanych (art.5.1)
- Podanie do publicznej wiadomości wykazu ogrzewanych lub chłodzonych budynków instytucji rządowych (art.5.5)
- Nabywanie przez instytucje rządowe jedynie produktów, usług i budynków o bardzo dobrej charakterystyce energetycznej (art.6.1) Budowa nowych budynków publicznego sektora finansów publicznych może dać: 157 320MWh/rok oszczędności energetycznych.

8.3. Analiza osiągniętych wyników w odniesieniu do krajowego celu efektywności energetycznej na rok 2020

Artykuł 3 ust. 1 Dyrektywy 2012/27/UE stanowi, że każde państwo członkowskie ustala orientacyjną krajową wartość docelową w zakresie efektywności energetycznej w oparciu o swoje zużycie energii pierwotnej lub końcowej, oszczędność energii pierwotnej lub końcowej albo energochłonność. Wartości docelowe powinny być wyrażone również w kategoriach bezwzględnego poziomu zużycia energii pierwotnej i końcowej w roku 2020, a państwa członkowskie powinny podać objaśnienia, w jaki sposób i na podstawie jakich danych zostały one obliczone. Ustalony krajowy cel następnie zostanie poddany ocenie przez Komisję Europejską. W przypadku, gdy będzie on określony na poziomie niewystarczającym do realizacji unijnego celu roku 2020, Komisja może wezwać państwo członkowskie do ponownej oceny planu. Unijny cel do roku 2020 liczony jest jako 20% od przewidywanego w tym roku zużycia energii. Według Krajowego Planu Reform na rzecz realizacji Strategii Europa 2020, cel dla Polski, będący wkładem w ogólne zobowiązanie określa zużycie energii pierwotnej w 2020 roku na poziomie: 96 Mtoe przy obecnym zużyciu rzędu 104 Mtoe. Gdyby wszystkie istniejące budynki poddać głębokiej termomodernizacji to potencjalnie można by uzyskać oszczędności na poziomie: **166 122 425 MWh/rok czyli , 14,3 Mtoe**. Niestety wielkość ta to tylko teoretyczny potencjał, ponieważ część z istniejących budynków została już termomodernizowana i nie jest opłacalna dalsza głęboka ich termomodernizacja. Kolejna część istniejących budynków ze względu na stan techniczny nie jest możliwa do głębokiej termomodernizacji. Realna wielkość oszczędności energii możliwa do uzyskania w wyniku głębokiej termomodernizacji to nieco ponad 5 Mtoe

Natomiast gdyby wszystkie nowe budynki wznosić w standardzie energooszczędnym to oszczędności energii końcowej sięgną nawet 0,20 Mtoe na rok, czyli przez 5 lat około 1 Mtoe. Widać, że tylko oszczędności z budownictwa pozwoliłyby na realizację celu 2020 roku. Oczywiście istnieje wiele barier finansowych, świadomościowych, politycznych, które trzeba byłoby pokonać, aby przeprowadzić tak głębokie zmiany, ale warto iść w tym kierunku.

9. Podsumowanie

W ramach niniejszej pracy dokonano oceny emisji następujących zanieczyszczeń powietrza: tlenków siarki, tlenków azotu, tlenku węgla, pyłu zawieszonego całkowitego – TSP, frakcji $10\mu\text{m}$ – PM10, frakcji $2.5\mu\text{m}$ – PM2.5 i dwutlenku węgla. Następnie oceniono co by się stało gdyby zwiększyć standard energetyczny budynków w Polsce i jak wtedy zmieniła by się emisja ww. związków. Analizie poddano zużycie energii końcowej na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej w przypadku budynków mieszkalnych i istniejących budynków niemieszkalnych oraz zużycie energii końcowej na ogrzewanie, chłodzenie, wentylację, przygotowanie ciepłej wody użytkowej i oświetlenie w przypadku nowo budowanych budynków niemieszkalnych.

Rozpatrzono cztery następujące przypadki:

- Wszystkie istniejące budynki będą w standardzie energooszczędnym (mieszkalne $40 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$, niemieszkalne $60 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$). Osiągnięto by wtedy oszczędności energii końcowej rzędu: $166\,122\,425 \text{ MWh/rok}$.
- Wszystkie nowobudowane budynki użyteczności publicznej będą realizowane w standardzie energooszczędnym o $E_k=60\text{KWh/m}^2/\text{rok}$. Osiągnięto by wtedy oszczędności energii końcowej rzędu: $245\,499\text{MWh/rok}$.
- Wszystkie nowobudowane budynki będą w standardzie energooszczędnym o $E_k = 40\text{KWh/m}^2/\text{rok}$ dla budynków mieszkalnych i $E_k = 60 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ dla budynków niemieszkalnych. Osiągnięto by wtedy oszczędności energii końcowej rzędu:
 $2\,363\,906 \text{ MWh/rok}$.
- Wszystkie nowobudowane budynki użyteczności publicznej sektora finansów publicznych będą budowane w standardzie energooszczędnym o $E_k = 60\text{KWh/m}^2/\text{rok}$. Osiągnięto by wtedy oszczędności energii końcowej rzędu: $157\,320\text{MWh/rok}$

W poniżej tabeli 21. zestawiono według [4] emisję tlenków siarki, tlenków azotu, tlenku węgla, pyłu zawieszonego całkowitego – TSP, frakcji $10\mu\text{m}$ – PM10, frakcji $2.5\mu\text{m}$ – PM2 ze spalania poza przemysłem z możliwymi ograniczeniami emisji tych związków gdyby wszystkie nowe budynki były budowane w standardzie energooszczędnym.

Tabela 21. Porównanie wielkości emisji z procesów spalania poza przemysłem z wielkością oszczędności w zużyciu energii końcowej (E_k) gdyby wszystkie nowe budynki w Polsce były budowane w standardzie energooszczędnym.

Typ Budynku	Pył	Pył PM 10	Pył PM 2,5	NOx	SO2	CO
-------------	-----	-----------	------------	-----	-----	----

Wielkość emisji z procesów spalania poza przemysłem [Mg]	174 757	134 705	61 144	88 241	243 564	1 789 513
Budynki nowe uniknięte emisje [Mg]	3 257	2 997	2 963	806	5 109	31 343
Budynki nowe uniknięte emisje [%]	2%	2%	5%	1%	2%	2%

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie [4]

Z analizy danych w tabeli 21 wynika, że co prawda roczne ograniczenie emisji w wyniku budowy budynków energooszczędnych jest niewielkie, ale już w perspektywie roku 2020 wartości ograniczenia emisji tlenków siarki, tlenków azotu, tlenku węgla, pyłu zawieszonego całkowitego – TSP, frakcji 10µm – PM10, frakcji 2.5µm – PM2 osiągną wartości od 6% do 25% obecnych emisji z procesów spalania poza przemysłem, a to nabiera już znaczenia w kontekście zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza w Polsce i ograniczenia problemu niskiej emisji.

Przeprowadzenie tak zwanej głębokiej termomodernizacji istniejących budynków oraz budowa nowych obiektów w standardzie energooszczędnym pozwoliła by na realizację przez Polskę wymogów:

- Dyrektywy 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków,
- Dyrektywy 2012/27/UE o efektywności energetycznej,

oraz osiągnięcia krajowego celu poprawy efektywności energetycznej na 2020 rok.

Materiały źródłowe:

1. Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG (Dz. U. L 114 z 27.4.2006 r., s. 64–85).
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE.
3. Raport Stan Energetyczny Budynków w Polsce, BuildDesk Polska 2010
4. KRAJOWY BILANS EMISJI SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, Pyłów, Metali Ciężkich I TZO ZA LATA 2010 – 2011 KOBiZE, Marzec 2013
5. BUDOWNICTWO – WYNIKI DZIAŁALNOŚCI W 2011 R. GUS Warszawa 2012
6. www.stat.gov.pl
7. RAPORT z inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń do powietrza na potrzeby aktualizacji Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego
8. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw KOBiZE, Styczeń 2013
9. Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 roku, GUS 2012