

Beata SADOWSKA
Politechnika Białostocka, Białystok

EFEKTYWNOŚĆ WZNOSZENIA BUDYNKÓW W STANDARDACH NF40 I NF15

Abstract

The article analyses the energy and economic aspects of low energy buildings in climatic conditions of northeast region of Poland and referred them to other locations in our country. The analysis apply to multi-family buildings.

Key words: energy-efficient buildings, climate, multi-family buildings

Streszczenie

W artykule przeanalizowano energetyczne i ekonomiczne aspekty wznoszenia budynków energooszczędnych w warunkach klimatu północno-wschodniej Polski i odniesiono je do innych lokalizacji w naszym kraju. Zajmowano się grupą budynków wielorodzinnych.

Słowa kluczowe: budynki energooszczędne, klimat, budynki wielorodzinne

1. WSTĘP

W świetle zapisów dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE [1] do dnia 31 grudnia 2020 r. [1] każdy nowy budynek powinien cechować się niemal zerowym zużyciem energii czyli być obiektem o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej, zaś „niemal zerowa lub bardzo niska ilość energii wymaganej do zapewnienia funkcji użytkowych pochodzić powinna w dużym stopniu ze źródeł odnawialnych, w tym z energii wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu”. Minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków oraz szczegółowe wytyczne ramowej procedury jej obliczania, ustalane na szczeblu krajowym i uwzględniające warunki lokalne, powinny zapewnić możliwość zachowania optymalnej pod względem kosztów równowagi między nakładami inwestycyjnymi a kosztami zaoszczędzonymi podczas cyklu życia budynku.

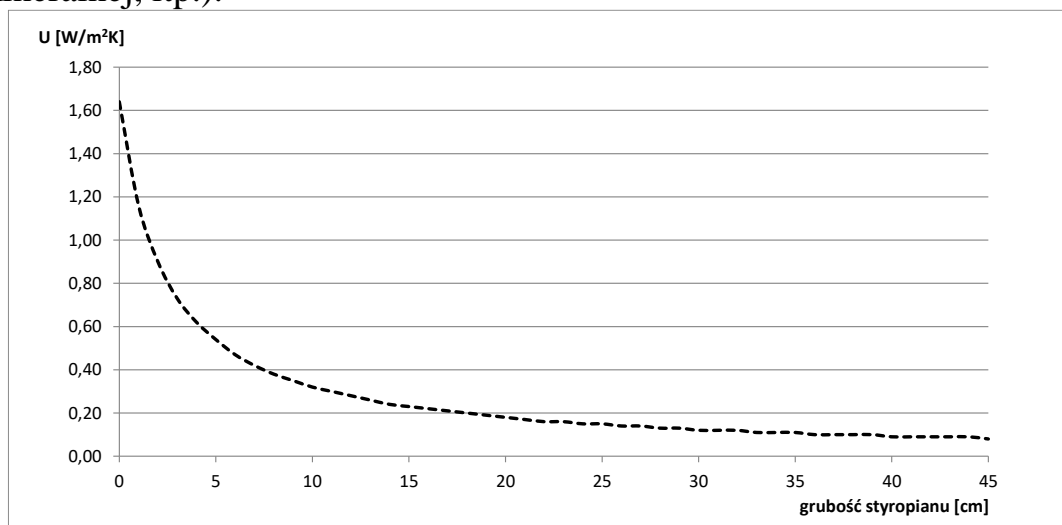
W Polsce, w ramach wdrażania dyrektywy 2010/31/UE, w lipcu 2013 r., opublikowane zostało Rozporządzenie Ministra Infrastruktury zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim

powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2]. Zaostrożeniu, w stosunku do wcześniej obowiązujących przepisów, uległy maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ przegród, jak również maksymalne wartości wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia (w przypadku budynków użyteczności publicznej). Obydwa te warunki dotyczące ochrony cieplnej budynków, dotychczas wymagane alternatywnie, muszą być w chwili obecnej spełnione równocześnie.

W roku 2013 w Polsce uruchomiony został program priorytetowy NFOŚiGW pt. „Efektywne wykorzystanie energii. Część 3) Dopłaty do kredytów na budowę domów energooszczędnych”. W ramach tego programu zdefiniowano w stosunku do budynków mieszkalnych wielo- i jednorodzinnych dwa standardy energetyczne: NF15 i NF40. Oznaczają one wielkości wskaźników zapotrzebowania na energię użytkową do celów ogrzewania i wentylacji, wynoszące odpowiednio 15 i 40 kWh/(m²·rok). Aby beneficjent mógł uzyskać dofinansowanie w ramach programu, budynek oprócz odpowiedniego progu wskaźnika EU_{co} musi spełniać określone minimalne wymagania techniczne, w tym dotyczące instalacji grzewczej i przygotowania wody użytkowej [3].

2. WYMAGANIA OCHRONY CIEPLNEJ BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH

W celu sprostania ostrzejszym wymaganiom dotyczących izolacyjności przegród konieczne jest stosowanie, większych grubości powszechnie stosowanych izolacji cieplnych (styropianu, wełny mineralnej, itp.).



Rys. 1. Orientacyjna wymagana grubość izolacji ścian na tle wymagań ochrony cieplnej budynków

Przykładowo w przypadku ścian zewnętrznych budynku wielorodzinnego o oporze cieplnym warstw nośnych $0,44 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, grubość warstwy izolacji termicznej (przy $\lambda=0,04 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$), zapewniająca wymagane do końca grudnia 2013 r. parametry izolacyjności ($U_{max}=0,30 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$), wynosiła 11 cm, a w chwili obecnej jest to 14 cm. Standard NF40 w strefie klimatycznej I-III wymaga zastosowania 18 cm materiału izolacyjnego, w strefie IV i V (podobnie jak NF15 w strefie I-III) 24 cm, zaś NF15 w strefie IV i V aż 30 cm (Rys. 1). Zmniejszenie grubości warstwy izolacyjnej jest możliwe poprzez zastosowanie materiału o mniejszej przewodności cieplnej. Można również sięgać po materiały nowe, np. płyty próżniowe, aerożele, płyty próżniowe, itp., co jednak pociąga za sobą większe nakłady inwestycyjne.

Wymagania techniczne dla budynków wielorodzinnych wznoszonych obecnie w różnych standardach zestawiono w tabeli 1.

TABELA 1

Wybrane wymagania techniczne dla budynków wielorodzinnych w różnych standardach energetycznych [2, 3]

| Wymaganie | Standard energetyczny budynku | | |
|--|---|---|---|
| | WT2013 | NF40 | NF15 |
| Ściany zewnętrzne: - w I-III strefie klimatycznej - w IV-V strefie klimatycznej | $U_{C(max)} = 0,25 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) | $U_{max} \leq 0,20 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 0,15 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | | $U_{max} \leq 0,15 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 0,12 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Dachy, stropodachy i stropy nad nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | $U_{C(max)} = 0,20 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) | $U_{max} \leq 0,15 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 0,12 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi | $U_{C(max)} = 0,25 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) | $U_{max} \leq 0,20 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 0,15 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Podłogi na gruncie | $U_{C(max)} = 0,30 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) | $U_{max} \leq 0,20 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 0,15 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Okna, drzwi balkonowe i pow. przezroczyste nieotwieralne: - w I-III strefie klimatycznej - w IV-V strefie klimatycznej | $U_{C(max)} = 1,30 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) $U_{C(max)} = 1,80 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i < 16^\circ\text{C}$) | $U_{max} \leq 1,30 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 0,80 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | | $U_{max} \leq 1,00 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | |
| Okna połaciowe: - w I-III strefie klimatycznej - w IV-V strefie klimatycznej | $U_{C(max)} = 1,50 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) $U_{C(max)} = 1,80 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ (przy $t_i < 16^\circ\text{C}$) | $U_{max} \leq 1,30 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 0,80 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | | $U_{max} \leq 1,00 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | |
| Drzwi zewnętrzne, garażowe | $U_{C(max)} = 1,70 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 1,50 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{max} \leq 1,00 \text{ /m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Mostki cieplne | $f_{Rsi} = 0,72$ | $\Psi_{max} = 0,10 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ dla płyt balkonowych: $\Psi_{max} = 0,30 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ | $\Psi_{max} = 0,01 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ |
| Wentylacja budynku | grawitacyjna lub hybrydowa, mechaniczna w budynkach wysokich lub wysokościowych | mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła | mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła |
| Sprawność odzysku ciepła: - w I-III strefie klimatycznej - w IV-V strefie klimatycznej | 50% dla wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewno-wywiewnej lub klimatyzacji komfortowej o wydajności 500 m ³ /h | $\geq 70\%$ $\geq 80\%$ | $\geq 80\%$ $\geq 90\%$ |
| Szczelność powietrzna: | | $n_{50} \leq 1,0 \text{ 1/h}$ | $n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$ |

| | | | |
|--|----------------------------|--|--|
| - wentylacja grawitacyjna lub hybrydowa | $n_{50} < 3 \text{ 1/h}$ | | |
| - wentylacja mechaniczna | $n_{50} < 1,5 \text{ 1/h}$ | | |

Wzniesienie budynku w standardzie niskoenergetycznym wymaga nie tylko zastosowania większych grubości izolacji termicznej przegród, ale również lepszej stolarki okiennej i drzwiowej, wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła o odpowiednio wysokiej sprawności, ograniczenia niekontrolowanej infiltracji powietrza zewnętrznego oraz spełnienia wymagań dotyczących maksymalnych wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła (Tab. 1). Dopłaty do budynków energooszczędnych NF40 lub NF15 z NFOŚiGW są uzależnione od zrealizowania dodatkowych wymagań niezbędnych do osiągnięcia oczekiwanych standardów energetycznych, dotyczących układów wentylacji mechanicznej, instalacji ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej [3].

Należy pamiętać, iż niezależnie od standardu budynku wartość wskaźnika EP_{H+W} określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, powinna być niższa od wartości maksymalnej, która dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego wynosi $105 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$. Ponieważ spełnienie tego wymagania zależy głównie od wybranego paliwa i sposobu produkcji energii cieplnej, to pomimo pozornie dużej dozwolonej wartości EP_{H+W} nawet budynki o niskim wskaźniku EU_{co} nie zawsze spełniają to wymaganie.

3. OBIEKTY BADAWCZE

Do analizy przyjęto 7 budynków mieszkalnych wielorodzinnych, wzniesionych w latach od 1959 do 1993, których podstawowe dane przedstawiono w tabeli 2. Wszystkie budynki są podpiwniczone, wykonane w technologii OWT (budynki od 1 do 4), uprzemysłowionej z elementami Cegły Żerańskiej (budynek 5), tradycyjnej z elementami Cegły Żerańskiej (budynek 6) i tradycyjnej (budynek 7).

TABELA 2

Podstawowe dane analizowanych budynków mieszkalnych wielorodzinnych

| Nr bud. | Liczba klatek schodowych | Liczba kondygnacji nadziemnych | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²] | Liczba mieszkań | Kubatura budynku [m ³] | A/V [m ² / m ³] |
|---------|--------------------------|--------------------------------|---|-----------------|------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 4 | 868,80 | 16 | 3 990,0 | 0,47 |
| 2 | 3 | 4 | 1 304,40 | 24 | 5 948,0 | 0,45 |
| 3 | 6 | 5 | 3 712,00 | 60 | 15 666,0 | 0,42 |
| 4 | 3 | 12 | 3 938,57 | 89 | 17 194,0 | 0,38 |
| 5 | 1 | 5 | 1 088,50 | 25 | 5 294,0 | 0,50 |
| 6 | 3 | 5 | 1 791,06 | 45 | 8 536,0 | 0,46 |
| 7 | 1 | 2+poddasze | 418,50 | 10 | 2 714,0 | 0,69 |

Przy pomocy jednego z dostępnych programów wykonano obliczenia cieplne analizowanych budynków, przyjmując parametry tak, by w sposób minimalny spełniały wymagania WT2013 [2]. Wszystkie budynki posiadały wentylację grawitacyjną, wewnętrzne zyski ciepła przyjęto na poziomie $4,6 \text{ W/m}^2$, a elewacje frontowe były skierowane na północ. Mieszkania ogrzewane były do 20°C , klatki schodowe do 8°C , a pomieszczenia pomocnicze (pralnie, suszarnie) w zależności od ich przeznaczenia. Przyjęto cztery lokalizacje budynków na terenie Polski: Suwałki (V strefa klimatyczna), Białystok (IV strefa klimatyczna), Warszawa (III strefa klimatyczna) i Szczecin (I strefa klimatyczna). Wyniki obliczeń zestawiono w Tabeli 3.

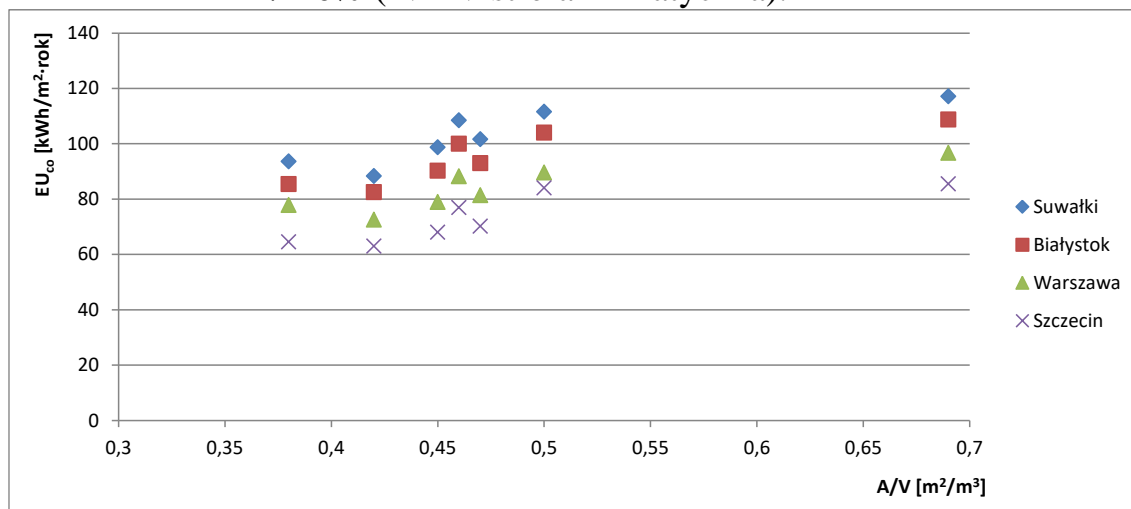
TABELA 3

Zestawienie wyników obliczeń (zapotrzebowanie na ciepło i moc, wskaźniki EU_{co}) dla wielorodzinnych budynków mieszkalnych w standardzie WT2013

| Nr bud. | Lokalizacja budynku w Polsce | | | |
|---------|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Suwałki | Białystok | Warszawa | Szczecin |
| | Projektowe obciążenie cieplne [kW] / Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji [GJ] | | | |
| 1 | 46,37 / 365,13 | 44,40 / 334,08 | 42,47 / 292,38 | 38,68 / 252,23 |
| 2 | 68,88 / 538,50 | 65,95 / 492,36 | 63,08 / 430,70 | 57,46 / 370,75 |
| 3 | 173,49 / 1 327,58 | 166,45 / 1 239,74 | 159,53 / 1 090,64 | 145,94 / 947,68 |
| 4 | 244,48 / 1 630,95 | 235,64 / 1 487,17 | 226,81 / 1 355,58 | 209,21 / 1 124,62 |
| 5 | 54,62 / 488,19 | 52,32 / 455,02 | 50,07 / 391,84 | 45,70 / 367,68 |
| 6 | 88,78 / 757,01 | 85,19 / 697,74 | 81,64 / 615,56 | 74,62 / 536,65 |
| 7 | 22,82 / 195,45 | 21,85 / 181,41 | 20,89 / 161,28 | 18,90 / 142,64 |
| Nr bud. | Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji EU_{co} [kWh/m ² ·rok] | | | |
| 1 | 101,6 | 93,0 | 81,4 | 70,2 |
| 2 | 98,7 | 90,2 | 78,9 | 68,0 |
| 3 | 88,3 | 82,5 | 72,6 | 63,0 |
| 4 | 93,6 | 85,4 | 77,8 | 64,5 |
| 5 | 111,6 | 104,0 | 89,6 | 84,0 |
| 6 | 108,5 | 100,0 | 88,2 | 76,9 |
| 7 | 117,1 | 108,7 | 96,7 | 85,5 |

Różnice obliczeniowych wartości zapotrzebowania na moc i ciepło tych samych budynków położonych w różnych częściach Polski są znaczne (tab. 3). Wskaźniki jednostkowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji budynków położonych w Suwałkach są wyższe w stosunku do lokalizacji w Szczecinie o od 33% (w przypadku budynku nr 5) do 45% (w przypadku budynków nr 1, 2 i 4). Dla budynków położonych w Białymstoku różnice te wahają się od 24 do 33%, zaś w Warszawie od 7 do 21%. Najniższa uzyskana wartość EU_{co} dla budynku spełniającego wymagania WT 2013 wyniosła $63,0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$ (budynek nr 4 zlokalizowany w Szczecinie). Budynki położone w rejonie północno-

wschodniej Polski mają wyższe wartości EU_{co} , wynoszące od 82,5 do 117,1 kWh/m²·rok, i różniące się pomiędzy lokalizacją w Białymstoku i w Suwałkach o 7-10% (IV i V strefa klimatyczna).

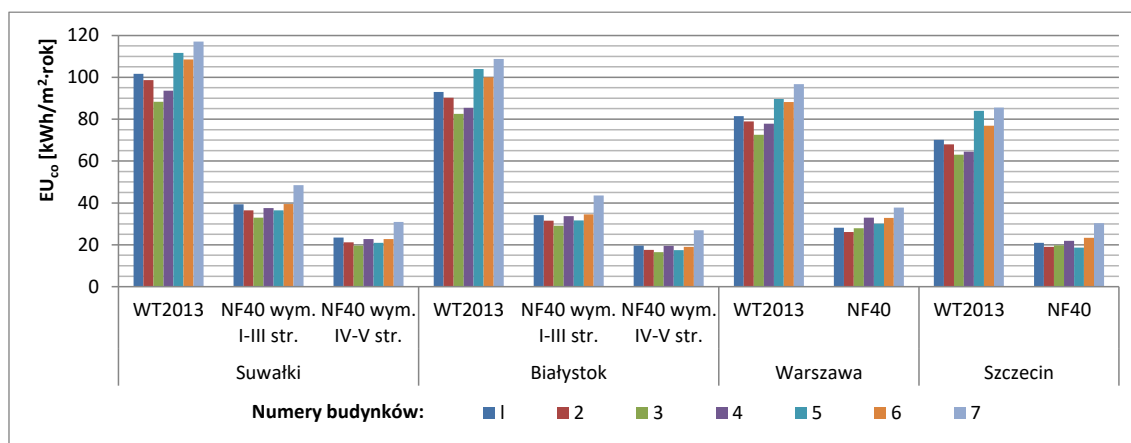


Rys. 2. Zależność wskaźnika EU_{co} od współczynnika A/V budynków spełniających wymagania WT 2013

Na rys. 2 przedstawiono zależność wskaźnika EU_{co} od współczynnika kształtu A/V . Zwraca uwagę wzrost zapotrzebowania na ciepło budynków wraz ze A/V .

4. OBLICZENIA ENERGETYCZNE BUDYNÓW W STANDARDACH NF40 I NF15

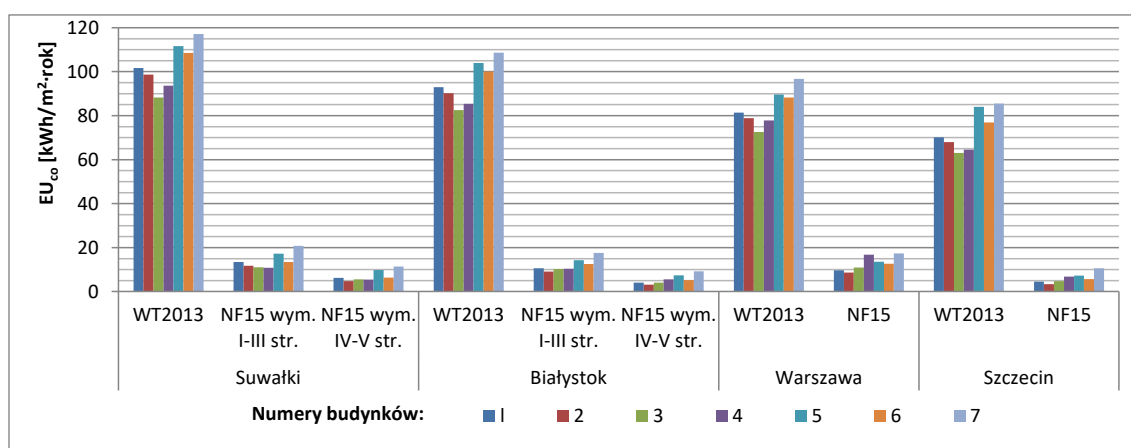
Dla analizowanych budynków przeprowadzono ponownie serię obliczeń cieplnych przyjmując parametry tak, by spełniały wymagania stawiane budynkom energooszczędnym NF40 i NF15 [3, 4]. Zwiększono odpowiednio grubości izolacji termicznej przegród zewnętrznych, zastosowano lepszą stolarkę okienną i drzwiową, wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła, zadbane o poprawne rozwiązania miejsc występowania mostów cieplnych, w celu zminimalizowania ich wpływu. Wyniki obliczeń przedstawiono na rys. 3 oraz 4.



Rys. 3. Wskaźnik EU_{co} dla budynków spełniających wymagania WT 2013 oraz NF40 w zależności od lokalizacji

Zastosowanie w budynkach wymagań szczegółowych standardu NF40 spowodowało obniżenie wskaźników zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania i wentylacji w stosunku do budynków w standardzie WT 2013 o 58-83%. Jedynie budynek nr 7 położony w Białymstoku (o największym $A/V=0,67 \text{ m}^2/\text{m}^3$ – dwukondygnacyjny z poddaszem użytkowym) nie spełnił wymagań NF40 przy szczegółowych rozwiązaniach jak dla strefy I, II i III.

Przy przyjęciu do obliczeń cieplnych dla budynków zlokalizowanych w Białymstoku i Suwałkach wymagań cząstkowych jak dla strefy IV i V otrzymano znacznie niższe (nawet o 51% w przypadku Suwałk i 59% w przypadku Białegostoku) wartości zapotrzebowania budynku na ciepło niż przewiduje to zakładany próg standardu NF40 i o 36-45% niższe niż przy wymaganiach jak dla strefy I, II i III. Spowodowane jest to obniżeniem wartości współczynnika przenikania ciepła wszystkich ścian zewnętrznych z $0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ do $0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, okien z $1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ do $1,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ oraz podwyższeniem sprawności odzysku ciepła z 70 do 80%).



Rys. 4. Wskaźnik EU_{co} dla budynków spełniających wymagania WT 2013 oraz NF15 w zależności od lokalizacji

Po dostosowaniu budynków do wymagań standardu NF15 wskaźniki zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania i wentylacji uległy znacząco obniżeniu (o 78-97%). Wszystkie budynki zlokalizowane w Szczecinie, wszystkie poza budynkiem nr 7 w Białymstoku oraz większość w Warszawie i Suwałkach (poza budynkami nr 4 i 7) osiągnęły zakładany próg $15 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{rok}$ przy wymaganiach jak dla strefy I, II i III. W przypadku zastosowania w Białymstoku i Suwałkach wymagań cząstkowych jak dla strefy IV i V wartość wskaźnika EU_{co} była o 24-68% mniejsza niż wymagany próg. Aby doprowadzić EU_{co} budynków nr 4 i 7

położonych w Warszawie do poziomu poniżej wartości 15 kWh/m²·rok trzeba by było zastosować wymagania ostrzejsze niż minimalne.

5. ANALIZA EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ WZNOŚZENIA BUDYNKÓW NISKOENERGETYCZNYCH

Analizę kosztów ogrzewania budynków przeprowadzono dla następujących nośników energii: biomasa, ekogroszek, gaz ziemny, miejski system ciepłowniczy, olej i energia elektryczna, dla których przyjęte ceny jednostkowe przedstawiono w tabeli 4.

TABELA 4

Cena 1 GJ w zależności od nośnika energii [zł/GJ]

| Nośnik energii | biomasa | ekogroszek | gaz ziemny | msc | olej | energia elektryczna |
|------------------|---------|------------|------------|-----|------|---------------------|
| Cena 1GJ [zł/GJ] | 25 | 30 | 54 | 56 | 90 | 140 |

Jako stan wyjściowy przyjęto budynki wykonane zgodnie z aktualnymi wymaganiami (WT 2013), zaś docelowy – budynki spełniające wymagania standardów NF40 i NF15. Zapotrzebowanie na energię końcową wyznaczono przyjmując odpowiednie wartości sprawności wytwarzania, przesyłu, akumulacji, regulacji i wykorzystania instalacji grzewczej. Analizę przeprowadzono na przykładzie miasta Białystok. W tabeli 5 zamieszczono koszty ogrzewania budynków odniesione do powierzchni użytkowej części mieszkalnej przy zastosowaniu różnych paliw.

TABELA 5

Koszt ogrzewania budynków w różnych standardach energetycznych, zlokalizowanych w Białymstoku

| Koszt ogrzewania [zł/rok] | Nośnik energii | | | | | | |
|---------------------------|----------------|------------|------------|-------------|--------|---------------------|---------|
| | biomasa | ekogroszek | gaz ziemny | zdalaczynne | olej | energia elektryczna | |
| Budynek WT2013 | 1 | 11 166 | 12 942 | 21 180 | 21 694 | 37 546 | 51 916 |
| | 2 | 16 456 | 19 074 | 31 214 | 31 971 | 55 335 | 76 513 |
| | 3 | 41 435 | 48 027 | 78 596 | 80 503 | 139 331 | 192 656 |
| | 4 | 49 705 | 57 612 | 94 282 | 96 569 | 167 139 | 231 106 |
| | 5 | 15 208 | 17 627 | 28 847 | 29 547 | 51 139 | 70 710 |
| | 6 | 23 320 | 27 030 | 44 235 | 45 308 | 78 417 | 108 429 |
| | 7 | 6 063 | 7 028 | 11 501 | 11 780 | 20 388 | 28 191 |
| Budynek NF40 | 1 | 2 326 | 2 728 | 4 372 | 4 572 | 7 424 | 10 265 |
| | 2 | 3 175 | 3 724 | 5 968 | 6 242 | 10 134 | 14 013 |
| | 3 | 8 201 | 9 618 | 15 414 | 16 121 | 26 175 | 36 193 |
| | 4 | 11 213 | 13 150 | 21 076 | 22 042 | 35 789 | 49 486 |
| | 5 | 2 510 | 2 943 | 4 717 | 4 933 | 8 010 | 11 075 |
| | 6 | 4 385 | 5 142 | 8 241 | 8 619 | 13 994 | 19 350 |
| | 7 | 1 483 | 1 739 | 2 788 | 2 916 | 4 734 | 6 546 |
| Budynek NF15 | 1 | 481 | 564 | 905 | 946 | 1 536 | 2 172 |
| | 2 | 538 | 631 | 1 011 | 1 058 | 1 718 | 2 429 |
| | 3 | 1 989 | 2 333 | 3 739 | 3 910 | 6 348 | 8 978 |

| | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 4 | 3 081 | 3 614 | 5 792 | 6 057 | 9 835 | 13 908 |
| | 5 | 1 052 | 1 234 | 1 978 | 2 069 | 3 359 | 4 750 |
| | 6 | 1 177 | 1 381 | 2 213 | 2 314 | 3 758 | 5 314 |
| | 7 | 497 | 583 | 934 | 977 | 1 587 | 2 244 |

Ogrzewanie budynku energią elektryczną jest prawie 5-krotnie droższe niż w przypadku zastosowania biomasy.

Wzniesienie budynku w standardzie NF40 może spowodować ponad 6-krotne zmniejszenie strumienia pieniędzy potrzebnego na ogrzewanie i wentylację (budynek nr 5), zaś w przypadku standardu NF15 nawet ponad 30-krotne (budynek nr 2).

Roczne oszczędności kosztów energii odniesione do powierzchni użytkowej części mieszkalnej budynku przedstawiono w Tabeli 6.

TABELA 6

Roczne oszczędności energii w wyniku polepszenia standardu energetycznego budynków zlokalizowanych w Białymstoku

| Oszczędności [zł/m ² ·rok] | Nośnik energii | | | | | | |
|--|----------------|------------|------------|------------------|-------|------------------------|-------|
| | biomasa | ekogroszek | gaz ziemny | zdalac- zynne | olej | energia elektryczna | |
| Budynek NF40 | 1 | 10,17 | 11,76 | 19,35 | 19,71 | 34,67 | 47,94 |
| | 2 | 10,18 | 11,77 | 19,35 | 19,73 | 34,65 | 47,91 |
| | 3 | 8,95 | 10,35 | 17,02 | 17,34 | 30,48 | 42,15 |
| | 4 | 9,77 | 11,29 | 18,59 | 18,92 | 33,35 | 46,11 |
| | 5 | 11,67 | 13,49 | 22,17 | 22,61 | 39,62 | 54,79 |
| | 6 | 10,57 | 12,22 | 20,10 | 20,48 | 35,97 | 49,74 |
| | 7 | 10,94 | 12,64 | 20,82 | 21,18 | 37,41 | 51,72 |
| Budynek NF15 | 1 | 12,30 | 14,25 | 23,34 | 23,88 | 41,45 | 57,26 |
| | 2 | 12,20 | 14,14 | 23,15 | 23,70 | 41,11 | 56,80 |
| | 3 | 10,63 | 12,31 | 20,17 | 20,63 | 35,83 | 49,48 |
| | 4 | 11,84 | 13,71 | 22,47 | 22,98 | 39,94 | 55,15 |
| | 5 | 13,00 | 15,06 | 24,68 | 25,24 | 43,90 | 60,60 |
| | 6 | 12,36 | 14,32 | 23,46 | 24,00 | 41,68 | 57,57 |
| | 7 | 13,30 | 15,40 | 25,25 | 25,81 | 44,93 | 62,00 |

Największe oszczędności finansowe (odniesione do jednostki powierzchni mieszkalnej budynków) uzyskano z oczywistych względów dla energii elektrycznej (najdroższe paliwo) i wyniosły one 42,15-54,79 zł/m²·rok przy standardzie NF40 i 49,48-62 zł/m²·rok przy standardzie NF15. Najmniejsze oszczędności uzyskano przy zastosowaniu w budynku biomasy (najtańsze paliwo) i wyniosły one odpowiednio 8,95-11,67 zł/m²·rok przy standardzie NF40 i 10,63-13,30 zł/m²·rok przy standardzie NF15. W przypadku ogrzewania budynku ekogroszkiem otrzymuje się oszczędności rzędu 10-15zł/m²·rok, przy gazie ziemnym i ogrzewaniu zdalacznym rzędu 17-25zł/m²·rok, zaś przy oleju rzędu 30-44zł/m²·rok.

Należy jednak pamiętać, że polepszanie standardu energetycznego budynku związane jest zawsze z koniecznością poniesienia dodatkowych nakładów inwestycyjnych.

6. WNIOSKI

Osiągnięcie standardu energetycznego NF40 lub NF15 jest łatwiejsze w warunkach łagodniejszego klimatu (strefy I-III) niż w warunkach „ostrzejszych” (strefy IV i V). Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji tego samego budynku zlokalizowanego w Suwałkach może być nawet o 45 % wyższe niż położonego w Szczecinie.

Wzniesienie budynku w standardzie energooszczędnym powoduje znaczne ograniczenie zapotrzebowania na ciepło. W analizowanych w artykule budynkach redukcja wskaźnika EU_{co} wyniosła dla standardu NF40 58-83%, zaś dla NF15 nawet do 97% w stosunku do budynków wykonanych zgodnie z WT 2013.

Koszty ogrzewania budynków wzniesionych w standardzie NF40 mogą być nawet sześciokrotnie niższe w stosunku do budynków spełniających obecne wymagania (WT 2013). W przypadku standardu NF15 rozbieżności te mogą być nawet trzydziestokrotne.

Przeprowadzone obliczenia i ich analiza wskazują że różnicowanie wymagań szczegółowych dla stref I-III i IV-V nie ma uzasadnienia.

Zasadnym wydaje się jednak przeprowadzanie również analizy opłacalności zastosowania poszczególnych rozwiązań technicznych prowadzących do zapewnienia niskiego poziomu zapotrzebowania budynku na energię i oceny okresu po jakim zastosowanie energooszczędnego budowania może się zwrócić.

Artykuł przygotowano w ramach działalności statutowej S/WBiŚ/2/2013

Literatura

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/EU z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153 z 18.06.2010, str. 13)
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 r., poz. 926)
- [3] Wymagania techniczne dla budynków energooszczędnych NFOŚiGW (<http://www.nfosigw.gov.pl/srodki-krajowe/programy/doplata-do-kredytow-na-domy-energooszczedne/wytyczne-do-programu-prioryttnp/>)
- [4] Domy energooszczędne. Podręcznik dobrych praktyk przygotowany na podstawie opracowania Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A., listopad 2012 r. (<http://www.nfosigw.gov.pl/srodki-krajowe/programy/doplata-do-kredytow-na-domy-energooszczedne/podrecznik-dobrych-praktyk/>).