

Modernizacja projektu budynku mieszkalnego do standardu NF15 z analizą kosztorysową ścian zewnętrznych

Dr inż. Barbara Ksit, mgr inż. Róża Sarnowska, Politechnika Poznańska, Zakład Budownictwa

1. Wprowadzenie

Budownictwo pasywne jest nowoczesnym standardem obowiązującym dopiero od lat 80. XX wieku. Budynki pasywne to obiekty o najwyższym komforcie i bardzo niskim zapotrzebowaniu na energię cieplną na poziomie nie przekraczającym, co odpowiada spalaniu 1,5 l oleju opałowego, 1,7 m³ gazu lub 2,3 kg węgla. Oznacza to, że podczas sezonu grzewczego potrzeba 15 kWh/(m²·rok) do ogrzania 1 m² mieszkania. Budynki te są najnowszą generacją budynków energooszczędnych. Obecne budynki konwencjonalne potrzebują od 90 do 120 kWh/(m²·rok). Dodatkowo zapotrzebowanie na ciepło można pokryć, wykorzystując odnawialne źródła energii.

W domu pasywnym ewentualne straty ciepła wynikające z braku możliwości stosowania systemów grzewczych opartych na spalaniu paliw ze źródeł odnawialnych uzupełnia się tzw. pasywnymi źródłami ciepła (energia słoneczna, mieszkańcy, odzyskane ciepło z wentylacji). Jest to wystarczalne ze względu na bardzo małe roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku. Dom pasywny to budynek na cztery pory roku. Komfort cieplny może być zapewniony nie tylko bez zastosowania aktywnych systemów grzewczych, ale także chłodniczych. Budynek jest zarówno ogrzewany, jak i chłodzony w sposób pasywny.

Główne cechy budynku pasywnego to: zwarta i nierozczłonkowana bryła, wysoka izolacyjność przegród wewnętrznych i zewnętrznych, w tym okien w większości umiejscowionych od strony południowej, brak oddzielnego systemu ogrzewania, pozyskiwanie ciepła utajonego z powietrza wentylacyjnego oraz pozyskiwanie i magazynowanie ciepła z promieniowania słonecznego, gdzie bierne zyski słoneczne pokrywają 40% zapotrzebowania na ciepło.

Dom dzięki pasywnemu wykorzystaniu energii sam się ogrzewa i chłodzi, stąd nazwa „pasywny”.

Warunkiem koniecznym realizacji budynku pasywnego jest wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Koncepcję i zaprojektowanie budynku, pod kątem wykorzystania energii promieniowania słonecznego, określa się jako architektura słoneczna.

Zyski energetyczne uzależnione są od rodzaju instalacji wybranego systemu słonecznego, w której stosuje się kolektory, od wymaganych temperatur pracy, warunków klimatycznych, zapotrzebowania, a przede wszystkim od nasłonecznienia i temperatury zewnętrznej.

Dokładne przyjęcie wielkości powierzchni kolektorów słonecznych wymaga przeprowadzenia odpowiednich obliczeń.

Kolektory słoneczne można wykorzystywać w systemach klimatyzacji, a także do produkcji chłodu, tzw. systemy słoneczne kombi plus.

2. Wymagania stawiane obiektom o standardzie NF15

Budynki standardu energetycznego NF15 określa się jako budynki, których zapotrzebowanie na energię użytkową, wykorzystywaną jedynie do ogrzewania, wynosi 15 kWh/(m²·rok). Oblicza się ją zgodnie z normą PN EN 13790:2009, metodą godzinową lub miesięczną, wykorzystując dane pogodowe publikowane przez Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, a także korzystając z norm odnośnych, które należą do Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Wymagania i wytyczne dotyczące projektowania, a także wykonania, czy odbioru robót takich budynków są o wiele bardziej surowe niż te dla standardowych obiektów. Konieczne jest zatem szczegółowe określenie podanych niżej wymogów, niezbędnych do osiągnięcia oczekiwanego standardu energetycznego NF15.

Zapotrzebowanie na energię użytkową, wykorzystywaną do ogrzewania i wentylacji zależy od współczynnika kształtu budynku. Jest to stosunek pola powierzchni przegród zewnętrznych A do kubatury ogrzewanej V (wartości określane po wymiarach zewnętrznych). Tym mniejsze zapotrzebowanie, im mniejszy stosunek A/V . Dlatego jedną z cech budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię jest możliwie jak największa zawartość bryły.

Najistotniejszym jednak elementem w osiągnięciu oczekiwanych standardów są wymagania izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, których wartości znajdują się w tabeli 1.

Tabela 1. Wymagana izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych [www.nfosigw.gov.pl]

Opis przegrody	Wymagania N15
Ściany zewnętrzne	$U_{\max} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dachy, stropodachy i stropy nad nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	$U_{\max} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, podłogi na gruncie	$U_{\max} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna, okna połaciowe, drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne	$U_{\max} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Drzwi zewnętrzne, garażowe	$U_{\max} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Mostki cieplne	$\Psi_{\max} = 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

Materiały izolacyjne stosowane w budynkach powinny spełniać wymagania umieszczone w normach państwowych lub świadectwach ITB, które dopuszczają odpowiedni materiał do stosowania w budownictwie powszechnym. Powinny poddawać się recyklingowi i być przyjazne dla środowiska naturalnego. Należy mocować je w sposób odpowiedni, tak aby nie dopuścić do cyrkulacji powietrza między ścianą nośną a warstwą izolacji i układać w sposób nie powodujący mostków cieplnych (izolacje w dachach skośnych zaleca się układać naprzemiennie w dwóch warstwach, pamiętając o zachowaniu jak najmniejszego udziału drewna w warstwie izolacji przez zastosowanie, np. belek dwuteowych). Po ułożeniu izolacji szczeliny większe niż 2 mm wypełniamy klinowymi wycinkami z zastosowanego materiału izolacyjnego lub pianką PUR. Materiały izolacyjne powinny być łączone poprzez łączniki mechaniczne powodujące powstanie jak najmniejszych mostków cieplnych (trzcienie o małym współczynniku przewodzenia ciepła i zatyczki KES). Można też zastosować odwrócony układ warstw, uwzględniając poprawki zgodne z normą [5]. Wyjątkiem są budynki niskie nienarażone na oddziaływanie silnego wiatru, określone w instrukcji ITB nr 334 [1], gdzie materiały izolacyjne mogą być tylko klejone do ścian zewnętrznych.

W budynku należy zastosować okna o współczynniku $U_w = 0,7-0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, które charakteryzują się dużym udziałem szyby w całkowitej powierzchni okna. Do takich okien należą okna nieotwieralne. Stosując takie okna, trzeba pamiętać o konieczności przewietrzania pomieszczenia w okresie letnim (minimum jedno okno otwierane w pomieszczeniu), względach bezpieczeństwa i możliwości mycia od strony zewnętrznej.

W celu osiągnięcia wartości współczynnika liniowej straty ciepła $\Psi = 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ należy pamiętać o głębszym osadzeniu w profilu okiennym szyby oraz stosowaniu specjalnych konstrukcji ciepłych ramek dystansowych np. Thermix.

Dodatkowo zaleca się, aby okna i drzwi balkonowe były nieprzenikliwe dla powietrza, mające współczynnik infiltracji powietrza $0,3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$. Okna skierowane na kierunki od wschodniego do zachodniego przez południowy powinny być wyposażone w systemy zaciągające, które jednocześnie nie będą utrudniać przedstawiania się promieni słonecznych w okresie zimy. Należy stosować „ciepły montaż okien”, tzn. montaż okna w warstwie izolacji.

Miejsca styku okna z ościeżami wykonuje się w taki sposób, aby uzyskać maksymalną szczelność w celu ograniczenia przedostawania się powietrza, a także zminimalizować mostki cieplne w przypadku połączenia ościeżnicy z ościeżem. Szyby podwójne wybieramy o współczynniku g przepuszczalności energii promieniowania słonecznego $\geq 0,60$, szyby potrójne $g \geq 0,60$. Do analizy przyjęto budynek jednokondygnacyjny o powierzchni 145,01 m^2 z dachem płaskim (elewacje rys. 1, rys. 2).

3. Charakterystyka budynku A

Do wykonania ściany dwuwarstwowej wykorzystano bloczki keramzytowe HOTBLOK. Dzięki nowoczesnej technologii, która wykorzystuje wkładki izolacyjne w środku wyrobu oraz odpowiedniemu kształtowi ścianek bloczka uniemożliwiającemu powstawanie mostków termicznych otrzymano materiał o najniższym współczynniku przenikania ciepła, jaki jest dostępny na rynku i wynoszącym $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Keramzyt to zdrowy i naturalny materiał, wykorzystywany w budownictwie od wielu lat. HOTBLOK to nie tylko materiał, który zapewnia dobrą izolacyjność, ale też wytrzymałość, dzięki czemu

**Rys. 1.** Elewacja frontowa (rysunek własny)**Rys. 2.** Elewacja boczna (rysunek własny)

nadaje się do wznoszenia ścian nośnych. Mała waga i małe rozmiary elementów, a także wygodne uchwyty, które ułatwiają przenoszenie i układanie elementów w ścianie zapewniają najprostszą metodę wznoszenia ścian. Nie ma konieczności stosowania zaprawy w spoinie pionowej przez zastosowany system pióro-wpust. Stosowanie elementów uzupełniających skraca czas wznoszenia budynku przez wyeliminowanie koniecznych przerw technologiczno-logistycznych.

Budynek w systemie HOTBLOK będzie trwały, zdrowy i cichy, dzięki cechom wykluczającym się wzajemnie, tzn. paroprzepuszczalnością i mrozoodpornością z wodoodpornością, a dźwiękochłonnością z ognioodpornością.

Polistyren ekstrudowany XPS wykorzystano jako izolacja termiczna przegród. Jest on jednorodnym materiałem izolującym o gładkiej powierzchni i strukturze składającej się z małych zamkniętych komórek. Powstaje w wyniku dodania do masy polistyrenowej środka pianotwórczego podczas produkcji i sprasowania do wymaganej grubości.

Brak osłabienia pomiędzy poszczególnymi komórkami sprawia, że Polistyren XPS ma lepsze właściwości ciepłochronne od styropianu, a dzięki gęstości objętościowej na poziomie od 20 do 50 kg/m³ o wiele wyższą wytrzymałość na ściskanie, która nie spada poniżej 250 kPa przy 10% odkształceniu. Charakteryzuje się

także bardzo niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła λ (0,027–0,040) W/(m·K) i odpowiednio niską nasiąkliwością 0,5–1,5%. Polistyren XPS w przeciwieństwie do styropianu jest barwiony w zależności od upodobań danej marki. Natomiast podobnie do styropianu jest narażony na szkodliwe działanie wybranych chemikaliów i promieniowania słonecznego (UV), a także podobnie do styropianu zachowuje się przy ogniu i wysokiej temperaturze. Mimo dodawanej przy produkcji substancji jest palny, ale nie podtrzymuje ognia, gdyż jest on produktem samogasnącym. Topnienie następuje powyżej 75°C. Polistyren XPS ma dużą wytrzymałość na wodę. Gładka powierzchnia zapewnia łatwy montaż i poddawany jest pełnemu recyklingowi.

W Budynku A zastosowano dach balastowy o odwróconym układzie warstw. Dach balastowy jest pokryciem dachowym wykorzystującym obciążenie w postaci żwiru, płyt kamiennych, torfu czy też gleby. Prawdłowo zaprojektowany i wykonany dach odwrócony powinien mieć warstwę konstrukcyjną, następnie uszczelniającą i termoizolującą, pokrytą powłokami ochronnymi i filtrującymi, końcowo obciążony warstwą wierzchnią, np. żwirem o grubości od 5–10 cm. Taki układ stanowi doskonałą izolację termiczną budynku w dachach płaskich wystawionych na promieniowanie słoneczne. Dachy odwrócone mają dodatkowo dobrą barierę akustyczną, co jest dużą zaletą w aglomeracjach miejskich.

Tabela 2. Wyniki obliczeń ciepłno-wilgotnościowych Budynku A w zależności od rodzaju przegrody i zastosowanego materiału

Opis przegrody	Podłoga na gruncie	Ściana zewnętrzna	Stropodach balastowy
Zastosowane materiały	Keramzyt 30 cm, $\lambda = 0,10$ W/(m·K), Płyty XPS 14 cm, $\lambda = 0,036$ W/(m·K).	Bloczki keramzytobetonowe HOTBLOK 42 cm, $\lambda = 0,063$ W/(m·K), Płyty XPS 12 cm, $\lambda = 0,036$ W/(m·K),	Keramzyt 30 cm, $\lambda = 0,10$ W/(m·K), Płyty XPS 2×12 cm, $\lambda = 0,036$ W/(m·K),
Wymagania N15	$U = 0,116$ W/(m ² ·K) < $U_{max} = 0,12$ W/(m ² ·K)	$U = 0,098$ W/(m ² ·K) < $U_{max} = 0,10$ W/(m ² ·K)	$U = 0,097$ W/(m ² ·K) < $U_{max} = 0,10$ W/(m ² ·K)
Współczynnik temperaturowy	Minimalny współ. temperaturowy: wg WT2014: $f_{Rsi} = 0,720$ wg PN-EN ISO 3788: $f_{Rsi} = 0,796$ $f_{Rsi} = 0,966 > f_{Rsi, min.} = 0,796$	Minimalny współ. temperaturowy: wg WT2014: $f_{Rsi} = 0,720$ wg PN-EN ISO 3788: $f_{Rsi} = 0,783$ $f_{Rsi} = 0,975 > f_{Rsi, min.} = 0,783$	Minimalny współ. temperaturowy: wg WT2014: $f_{Rsi} = 0,720$ wg PN-EN ISO 3788: $f_{Rsi} = 0,605$ $f_{Rsi} = 0,984 > f_{Rsi, min.} = 0,720$
Kondensacja pary wodnej	Przegroda spełnia wymagania określone w warunkach technicznych dotyczące występowania w przegrodzie kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody. Przegroda jest wolna od wewnętrznej kondensacji pary wodnej.	Przegroda spełnia wymagania określone w warunkach technicznych dotyczące występowania w przegrodzie kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody. Wewnątrz przegrody może występować kondensacja pary wodnej, ale struktura przegrody umożliwia wyparowanie kondensatu w okresie letnim.	Przegroda spełnia wymagania określone w warunkach technicznych dotyczące występowania w przegrodzie kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody. Wewnątrz przegrody może występować kondensacja pary wodnej, ale struktura przegrody umożliwia wyparowanie kondensatu w okresie letnim.

Tabela 3. Wyniki obliczeń cieplno-wilgotnościowych budynku B w zależności od rodzaju przegrody i zastosowanego materiału

Opis przegrody	Podłoga na gruncie	Ściana zewnętrzna	Stropodach zielony
Zastosowane materiały	Keramzyt 30 cm $\lambda = 0,10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, Płyty z pianki poliuretanowej 12 cm $\lambda = 0,028 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,	Bloczki Ytong, Energo+ 48 cm $\lambda = 0,0855 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, Płyty z pianki poliuretanowej 14 cm $\lambda = 0,028 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,	Płyty z pianki poliuretanowej 2×14 cm $\lambda = 0,028 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,
Wymagania N15	$U = 0,110 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $< U_{\text{max}} = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,093 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $< U_{\text{max}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,094 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $< U_{\text{max}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Współczynnik temperaturowy	Minimalny współ. temperaturowy: wg WT2014: $f_{\text{Rsi}} = 0,720$ wg PN-EN ISO 3788: $f_{\text{Rsi}} = 0,803$ $f_{\text{Rsi}} = 0,967 > f_{\text{Rsi, min.}} = 0,803$	Minimalny współ. temperaturowy: wg WT2014: $f_{\text{Rsi}} = 0,720$ wg PN-EN ISO 3788: $f_{\text{Rsi}} = 0,783$ $f_{\text{Rsi}} = 0,977 > f_{\text{Rsi, min.}} = 0,783$	Minimalny współ. temperaturowy: wg WT2014: $f_{\text{Rsi}} = 0,720$ wg PN-EN ISO 3788: $f_{\text{Rsi}} = 0,605$ $f_{\text{Rsi}} = 0,984 > f_{\text{Rsi, min.}} = 0,720$
Kondensacja pary wodnej	Przegroda spełnia wymagania określone w warunkach technicznych dotyczące występowania w przegrodzie kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody. Przegroda jest wolna od wewnętrznej kondensacji pary wodnej.	Przegroda spełnia wymagania określone w warunkach technicznych dotyczące występowania w przegrodzie kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody. Przegroda jest wolna od wewnętrznej kondensacji pary wodnej.	Przegroda spełnia wymagania określone w warunkach technicznych dotyczące występowania w przegrodzie kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody. Wewnątrz przegrody może występować kondensacja pary wodnej, ale struktura przegrody umożliwia wyparowanie kondensatu w okresie letnim.

Dodatkowe obciążenie dachu przewiduje się już w fazie projektowania, dzięki czemu są w pełni bezpieczne. Odpowiednia konstrukcja przy dodatkowym wzmocnieniu pozwala przenieść duże obciążenia, co pozwala na zagospodarowanie wolnego miejsca na dachu.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki obliczeń cieplno-wilgotnościowych Budynku A w zależności od rodzaju przegrody i zastosowanego materiału.

4. Charakterystyka budynku B

Do wykonania ściany dwuwarstwowej wykorzystano bloczki Ytong Energo+ o grubości 48 cm. Spełniają one najwyższe wymagania termiczne przy wytrzymałości na ściskanie 2 N/mm². Ytong Energo+ to najcieplejsza odmiana betonu komórkowego. Ich wysoką izolacyjność cieplną zapewnia porowata struktura. Dodatkowo ograniczają powstawanie mostków cieplnych, przez zastosowanie zaprawy do cienkich spoin i połączeń na pióro i wpust oraz systemowym elementom uzupełniającym (np. nadproży). Murowanie w systemie Ytong Energo+ (jak informuje producent tego materiału) jest proste i mało pracochłonne.

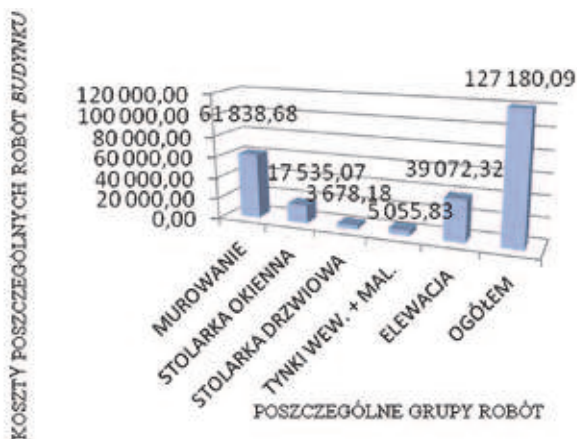
Jako izolację termiczną zastosowano płyty z pianki poliuretanowej, które nie wykazują zmian swoich

właściwości mechanicznych, a także izolacyjnych, mimo upływu lat. Nieznaczne grubości izolacji zawdzięczamy wyjątkowo niskim współczynnikom przenikania ciepła, które ciągle maleją (λ od 0,023 do 0,35 W/(m·K)). Zakres temperatur, w jakim możemy stosować wyroby z pianki poliuretanowej to od -60°C do 100, a nawet 130°C i dodatkowo są łatwe w montażu, obróbce oraz transporcie.

Materiał wykazuje odporność na działanie grzybów i pleśni oraz owadów i gryzoni, które jej nie lubią.

W budynku B zastosowano dach zielony. Dach zielony jest to dach o małym spadku (od 2 do 3%) porośnięty roślinnością. System ten złożony jest z wielu warstw, które mają za zadanie ochronić strop przed wodą i stratami ciepła, ale także gospodarować wodę i dostarczać roślinom składniki odżywcze. Wyróżniamy dachy wielowarstwowe: stropodachy odwrócone i dachy spadziaste oraz dachy jednowarstwowe, gdzie bezpośrednio na poprawnie wykonanym uszczelnieniu układa się darń. Warstwa substratu pełni jednocześnie funkcję drenażową, filtrującą i wegetacyjną. Rozwiązanie te jest najstarszą metodą zazieleniania dachów i obecnie jest rzadko stosowane.

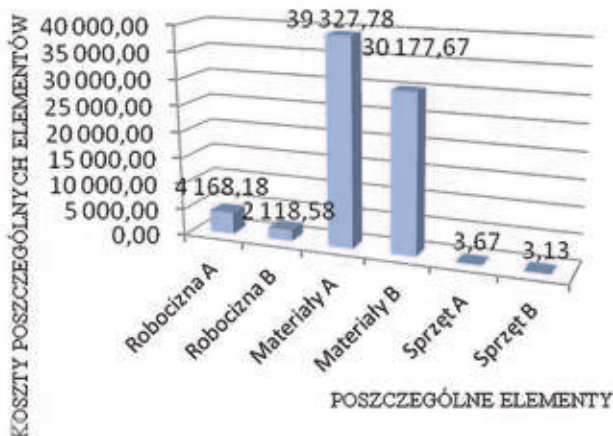
Wykorzystanie takiego rozwiązania (zwłaszcza w mieście) przynosi dużo korzyści. Dachy zielone są zdrowe



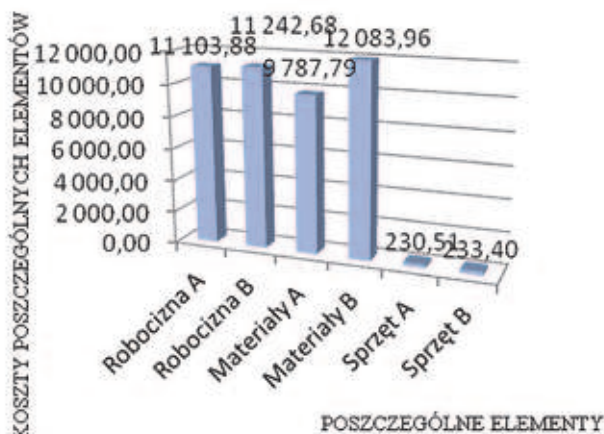
Rys. 3. Koszty poszczególnych grup robót budynku A



Rys. 4. Koszty poszczególnych grup robót budynku B



Rys. 5. Podstawowe koszty wykonania konstrukcji murowej budynku A i B



Rys. 6. Podstawowe koszty wykonania izolacji termicznej budynku A i B

dla środowiska. Wystarczy 15 m², aby wyprodukować tlen dla 10 osób, poza tym pochłania gazy, zmniejszając stężenie gazów w powietrzu od 10 do 20%. Dodatkowo dach zielony dobrze tłumi hałas, ogranicza w budynku straty ciepła, a zimą zapewnia nam ochronę przed mrozem. Dzięki tego typu dachom do kanalizacji zostaje odprowadzona tylko połowa wody deszczowej w przeciwieństwie do dachów typowych, pozostała część zostaje „odebrana” i oddana do atmosfery przez odparowanie. Dachy zielone charakteryzują się wyższą odpornością ogniową niż typowe dachy. W tabeli 3 przedstawiono wyniki obliczeń ciepłno-wilgotnościowych budynku B w zależności od rodzaju przegrody i zastosowanego materiału.

5. Kosztorys ścian zewnętrznych

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono wykresy przedstawiające koszty poszczególnych grup robót dla budynku A i budynku B.

Między budynkiem A a budynkiem B zauważamy zasadniczą różnicę. Koszt budowy ściany zewnętrznej

budynku A wynosi 127 180,09 zł, natomiast budynku B 113 685,73 zł.

$127\ 180,09 - 113\ 685,73 = 13\ 494,36$ zł.

W obu budynkach zastosowano ten sam system okien, drzwi, tynków. Różnice – to bloczki wykorzystane do budowy ścian nośnych zewnętrznych i rodzaj ocieplenia. Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono koszty wykonania poszczególnych grup robót, które różnią się istotnie ceną.

Budynek A został wymurowany z bloczków keramzytobetonowych HOTBLOK z wkładką izolacyjną o grubości 42 cm. Budynek B wykonano z bloczków Ytong Energo + o grubości 48 cm. Koszt wymurowania 1,0 m² ściany budynku A wynosi 343,38 zł, natomiast budynku B 253,85 zł. Duża różnica dotycząca robocizny wynika z możliwości szybkiego stawiania ściany z bloczków Ytong. Pracochłonność wynosi zaledwie 0,81 r-g/m², gdzie ściany z bloczków keramzytobetonowych wznosi się w ciągu 1,76 r-g/m². Ściana wykonywana jest 2 razy szybciej, dzięki czemu zaoszczędzamy na czasie i mniej zapłacimy robotnikom.

Istotną różnicę zauważamy także w materiale wznoszonych ścian. Różnica 9150,11 zł wynika z tego, że bloczki HOTBLOK są droższe, między innymi przez zastosowaną wkładkę izolacyjną i duży wyższe zużycie zaprawy. Koszt 1,0 m² pustaków budynku A wynosi 229,02 zł, natomiast budynku B 198,17 zł, zaprawy odpowiednio 49,57 zł i 11,57 zł. Należy jednak pamiętać, że bloczki HOTBLOK są cieplejsze i wymagają zastosowania cieńszej izolacji termicznej. Różnica przy elewacji między budynkami jest mniejsza i wynosi 2437,87 zł. Koszt ocieplenia 1,0 m² ściany budynku A kosztuje nas 149,95 zł, natomiast budynku B 165,23 zł. Płyty z pianki poliuretanowej są droższym rozwiązaniem, ale mającym lepsze parametry cieplne. Wybierając piankę poliuretanową, wykonujemy cieńszą izolację niż w przypadku płyt XPS i uzyskujemy dodatkowe zmniejszenie kosztów.

6. Podsumowanie

W artykule przeanalizowano dwa projekty budynku mieszkalnego w Standardzie NF15. Dla wszystkich przegród dobrano grubości materiałów tak, aby wykonane obliczenia ciepłno-wilgotnościowe spełniały wymagania Standardu NF15. Koszt budowy ściany zewnętrznej budynku A wynosi 127 180,09 zł, natomiast budynku B 113 685,73 zł. Mimo wyższych cen płyt z pianki poliuretanowej wykorzystanych do izolacji ściany z bloczków Ytong Energo+, która ma niższy koszt materiałów i wykonania, otrzymano tańszy koszt całej ściany. A dzięki niskiemu współczynnikowi przewodzenia ciepła pianki poliuretanowej, została zastosowana cieńsza izolacja, przy dość grubych już 48 cm pustakach z betonu komórkowego. Jednakże wykonawstwo w przypadku zastosowania poliuretanu może przysporzyć wielu problemów, dlatego producenci proponują tu konglomeraty poliuretanowe, które ułatwią wykonanie warstwy wierzchniej elewacji.

Wybrane rozwiązania i materiały można porównać pod względem technicznym, a także pod względem kosztów dla ścian zewnętrznych. Standard N15 stawia wysokie wymagania, lecz nie niemożliwe. Nowoczesne materiały i technologie umożliwiają nam wykonanie budynków pasywnych z materiałów o coraz mniejszej grubości.

Artykuł stanowi przedruk z monografii pt. „Rewitalizacja obszarów zurbanizowanych, Wałcz 2016”.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Feist W., Podstawy budownictwa pasywnego, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego 2006
- [2] Praca zbiorowa. Budownictwo ogólne tom 1, Arkady 2014
- [3] Sarnowska R., Praca magisterska pod kierunkiem dr inż. B. Ksit, Politechnika Poznańska 2016
- [4] Zabielski J., Kowalczyk Z., Kosztorysowanie i normowanie w budownictwie, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 2015
- [5] PN-EN ISO 6946 2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła
- [6] www.hotblok.pl.
- [7] www.ytong-silka.pl.

XIX WARSZTATY NADZORU INWESTYCYJNEGO
W WAŁCZU
ORAZ XV KONFERENCJA NAUKOWA

REWITALIZACJA OBSZARÓW ZURBANIZOWANYCH

POWODZIE W MIASTACH - PRZYCZYNY,
SKUTKI, ZAPOBIEGANIE
07-09 WRZEŚNIA 2017 WAŁCZ



KOMITET ORGANIZACYJNY

mgr inż. Zbigniew Augustyniak - przewodniczący
dr inż. Anna Szymczak-Graczyk - sekretarz

KOMITET NAUKOWY

prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski - Przewodniczący
prof. dr hab. inż. Józef Jaszcak - Politechnika Poznańska
prof. dr hab. inż. Bogdan Nazarewicz - Politechnika Lwowska
dr hab. inż. Tomasz Błaszczyński, prof. PP - Politechnika Poznańska
dr hab. inż. arch. Zbigniew Bromberg, prof. PP - Politechnika Poznańska
dr hab. inż. Barbara Goszczyńska, prof. PŚk - Politechnika Świętokrzyska
dr hab. inż. Wiesława Głodkowska, prof. PKol. - Politechnika Koszalińska
dr hab. inż. Maria Kaszyńska, prof. ZUT - Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
dr hab. inż. Wojciech Tschuschke, prof. UP - Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
dr inż. Anna Szymczak-Graczyk - Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
dr inż. Barbara Ksit - Politechnika Poznańska
dr inż. Daniel Pawlicki - CUTOB PZITB w Poznaniu
dr inż. Edmund Przybyłowicz - Przewodniczący ZO PZITB w Poznaniu

ZGŁOSZENIA I INFORMACJE

Centrum Usług Techniczno-Organizacyjnych
Budownictwa Polskiego Związku Inżynierów i
Techników Budownictwa Sp. z o.o.
Ul. Wieniawskiego 5/9, 61-712 Poznań
tel. +48 601 576 665
e-mail: z.augustyniak@cutob-poznan.pl, agraczyk@up.poznan.pl
www.cutob-poznan.pl

