NOWOCZESNE METODY OCIEPLANIA ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH NA PRZYKŁADZIE DOMU JEDNORODZINNEGO

Agnieszka Karwacka, Ewelina Kościuk, Klaudia Lubańska
Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej
Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska
email: kosciukewelina@gmail.com, a.karwacka@dydaktyka.pswbp.pl

Streszczenie
Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie nowoczesnych materiałów i metod do ocieplania ścian zewnętrznych.
W pierwszej części „Wiadomości ogólne" zawarty jest opis metod zewnętrznego ocieplania ścian budynku, które można podzielić na trzy grupy sposób z zastosowaniem płyt izolacyjnych, sposób wykorzystujący materiały sypkie oraz sposób z użyciem tynków ocieplających. Ocieplanie ścian przy użyciu płyt izolacyjnych w Polsce dzieli się na: metody lekkie mokre, metody lekkie suche i metody ciężkie mokre. Wyróżnia się ponadto metodę ciężką suchą, ale zaliczana jest do tzw. systemów fasady wentylowanej (Gaczek, 2004). W części tej znajdują się również nowe zespolone technologie, czyli beton komórkowy, dotychczas znany Hotblok oraz pustak z wełna mineralna w środku, który wykorzystany będzie do obliczeń.
W drugiej części „Obliczenia" znajduje się z analiza porównawcza oraz obliczenia współczynników przenikania ciepła U dla ścian ocieplanych tradycyjnie i nowocześnie.

Słowa kluczowe: metoda ocieplenia ścian, strata ciepła, wsp. U

Wstęp

Ściany zewnętrzne budynku powinny być tak zaprojektowane, aby warstwy najbardziej narażone na dyfuzję pary wodnej znajdowały się najbliżej wnętrza. W takim układzie warstw para wodna może wydostawać się ze ściany w takiej samej ilości, jakiej napływa. W ścianach jednorodnych materiałowo izolacyjność cieplna uzyskiwana jest przez odpowiednią grubość ściany. Do wykończenia elewacji należy zastosować zaprawę tynkarską o wysokiej paroprzepuszczalności. Ściany dwuwarstwowe ocieplane w technologii „lekkiej-mokrej" narażone na zawilgocenie są w zewnętrznej warstwie tynku elewacyjnego, warstwa ta powinna posiadać dużą odporność na mróz. Natomiast w ścianie trójwarstwowej stosuje się wentylowaną pustkę powietrzną, aby zapobiec nadmiernemu zawilgoceniu ściany. Pustka powietrzna wentylowana jest za pomocą otworów nawiewnych umieszczonych w pierwszej warstwie cegieł elewacyjnych oraz otworów wywiewnych przy warstwie ostatniej, czyli pod okapem (Markiewicz, 2011).

Podział ścian zewnętrznych w budynku:

- nośne (konstrukcyjne) – odbireają i przenoszą obciążenia pionowe: ciężar dachów, stropów, ciągu pieszego (ludzie, neble itd.), balkonów oraz ciężaru stojących na ścian wyższych kondygnacji i poziome powstające wskutek wiatru i parcia masy ziemi na ściany piwniczne oraz przekazują je na ławy fundamentowe.
- nienośne (osłonowe) – przenoszą tylko swój ciężar oraz tynk i czasami powłokę malarską, mogą również pełnić rolę dodatkowego usztywnienia.

Nowoczesna ściana zewnętrzna, spełniająca wymogi ochrony cieplnej, składa się z następujących warstw:

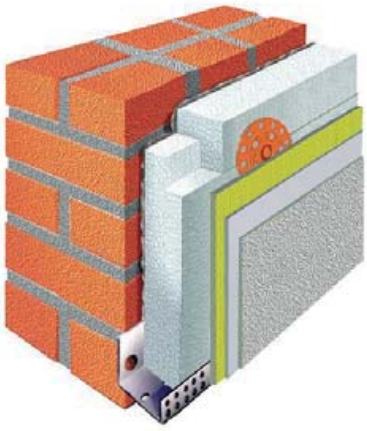
- wykończenie wewnętrzne – płyty gipsowo-kartonowe bądź tynki wykonywane na mokro.
- warstwa nośna (konstrukcyjna) – konstrukcja stalowa lub drewniana, żelbet, pustaki, cegły.
- warstwa izolacyjna (paroizolacja, izolacja termiczna) – styropian, wełna mineralna mogą być także pustaki z ceramiki poryzowanej lub bloczki z betonu komórkowego.
- zewnętrzna warstwa okładzinowa – tynk zewnętrzny, okładziny elewacyjne bądź oblicówka ceglana (Markiewicz, 2011).

Metody ocieplania ścian zewnętrznych

Sposoby ocieplania ścian zewnętrznych budynku można podzielić na trzy grypy: sposób z zastosowaniem płyt izolacyjnych, sposób wykorzystujący materiały sypkie oraz sposób z użyciem tynków ocieplających. Ocieplanie ścian przy użyciu płyt izolacyjnych w Polsce dzieli się na: metody lekkie mokre, metody lekkie suche i metody ciężkie mokre. Wyróżnia się ponadto metodę ciężką suchą, ale zaliczana jest do tzw. systemów fasady wentylowanej (Gaczek, 2004).

Metoda lekka-mokra

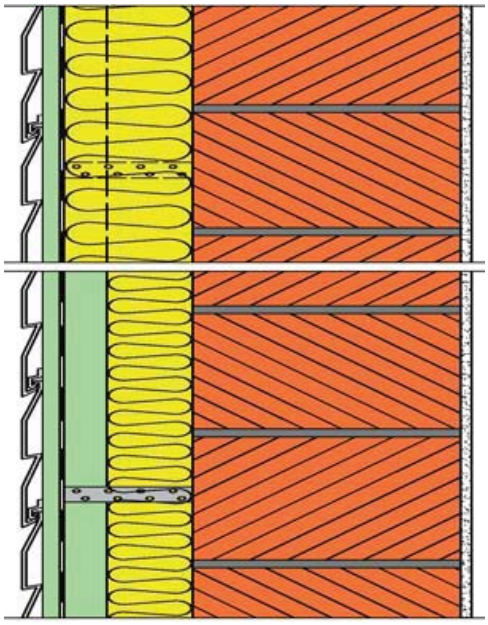
Metoda lekka-mokra jest przeważającym sposobem ocieplania budynku. Realizacja ocieplenia polega na mechanicznym przymocowaniu do ścian materiału termoizolacyjnego (płyty styropianowej lub wełny mineralnej) grubości zależnej o rodzaju ocieplanej ściany. W następnej kolejności pokryciu go powłoką zewnętrzną, czyli warstwą zbrojoną lub tkaniną szklaną zatopioną w kleju oraz cienkowarstwową wyprawą tynkarską (mineralną lub akrylową) lub okładziną ceramiczną (Rys. 1). Systemy wykorzystujące tą metodę można podzielić na kilka typów: typu Ia; Ib; II, III, IV, V, VI. Minusem tej metody jest mała odporność na uszkodzenia mechaniczne. Plusem jest niska cena i duża skuteczność ochrony termicznej.



Rys. 1. Ocieplenie ściany metodą lekką – mokrą

Metoda lekka-sucha

W metodzie lekkiej-suchej przegrody ociepla się nie stosując na budowie prac mokrych (brak udziału zapraw, klejów i wody). Wszystkie warstwy mocowane są mechanicznie. Ocieplenie wykonuje się przez przymocowanie do ścian budynku słupów lub rusztu drewnianego bądź metalowego, między elementami rusztu ułożeniu materiału termoizolacyjnego. W tej metodzie preferowana jest wełna mineralna, która jest sprężysta dzięki czemu idealnie dopasowuje się do wolnych przestrzeni i nierówności. Styropian w tym przypadku jest pomijany ze względu na brak elastyczności. Ruszt stanowiący układ nośny systemu, może być oddalony od ściany lub bezpośrednio do niej przylegać, dzięki zastosowaniu elementów dystansowych (Rys. 2.) (Gaczek, 2004).

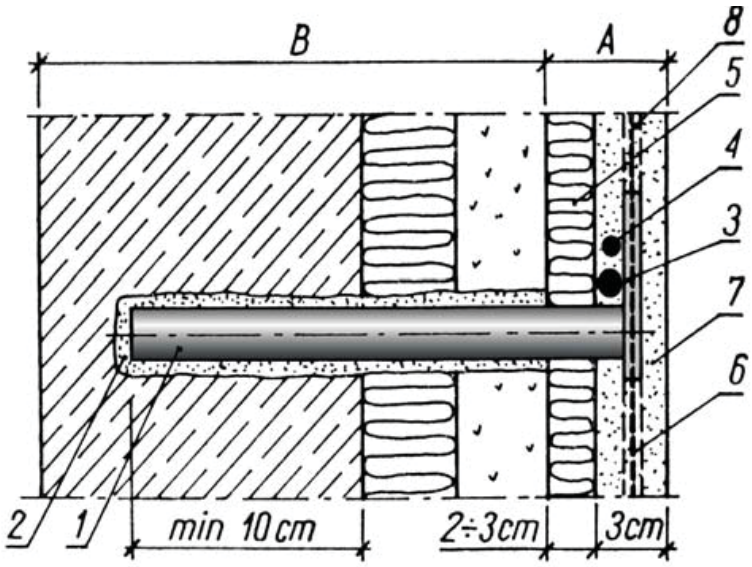


Rys. 2. Ocieplenie ściany metodą lekką suchą przy zastosowaniu drewnianego rusztu mocowanego do ściany za pomocą elementów dystansowych (Gaczek, 2004).

Okładziny elewacyjne mogą być wykonywane przy zastosowaniu paneli (np. siding), płyt włókno-cementowych, ceramicznych, elementów ze szkła. Siding może być wykonywany z elementów winylowych, stalowych lub aluminiowych mocowanych najczęściej pionowo. Metodę lekką suchą można układać o dowolnej porze roku oraz w dowolnych warunkach pogodowych (wyjątkiem są ulewy). Materiały nie są wrażliwe na mróz, ponieważ nie stosujemy zapraw, ani klejów wymagających wody.

Metoda ciężka mokra

Do metod tych zalicza się: metodę ocieplenia izolacyjnymi płytami i pokryciu ich tynkiem tradycyjnym na siatce metalowej oraz metodę ocieplenia płytami z osłonięciem ich przymurówka z cegieł. Metoda ta obecnie została zastąpiona metodą lekką mokrą (Gaczek, 2004).



Rys. 3. Schemat metody ciężkiej mokrej stosowanej przy remoncie budynków wielkopłytowych: A-warstwa zabezpieczająca, B- istniejąca ściana, 1-bolec kotwiący, 2-zaprawa cementowa, 3-pręt górny dolnej warstwy konstrukcyjnej, 4-pręt dolny górnej siatki konstrukcyjnej, 5-styropian, 6-siatka podtynkowa, 7-tynk gr.3cm, 8-pionowy pręt siatki konstrukcyjnej (Gaczek, 2004).

W metodzie tej ocieplenie mocowane jest za pomocą kotew stalowych, ponieważ warstwa ocieplenia posiada znaczny ciężar. W przypadku użycia wełny mineralnej należy zastosować szczelinę, gdyż dzięki niej możliwa będzie wentylacja. Następnie wełna mineralna jest wzmacniana siatką stalową, na której kładziony jest tynk (Gaczek, 2004).

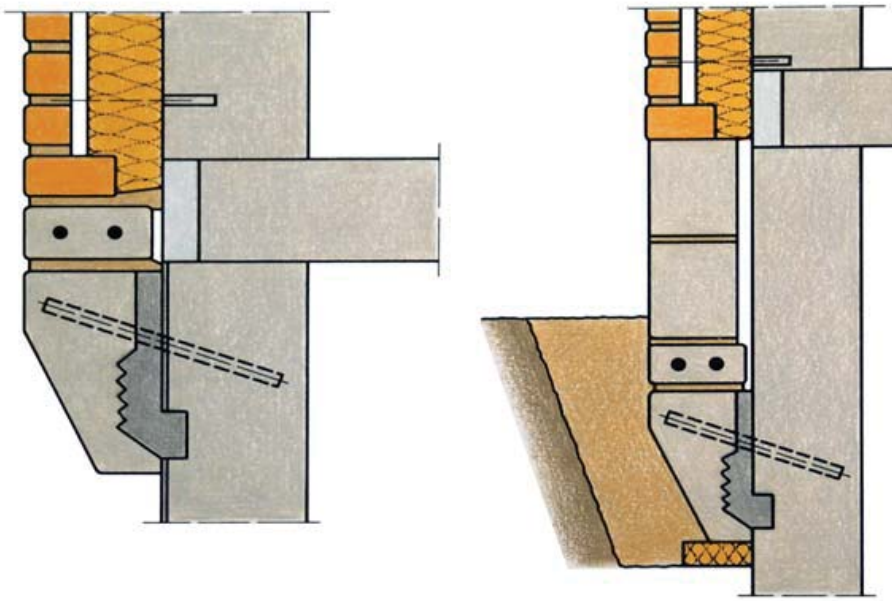
Ważną role przy ociepleniu ścian zewnętrznych budynku ma również materiał. Pośród materiałów izolacyjnych znajdziemy:

- ***wełna mineralna***, cechuje się niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła i tłumi hałas, nie ulega rozkładowi pod wpływem wilgoci, nie wchłania wody, dzięki czemu jest odporna na rozwój pleśni i grzybów. Nie jest atakowana przez insekty i gryzonie

oraz odporna na ogień. Jest paroprzepuszczalna, nieszkodliwa dla ludzi i środowiska oraz wodoodporna, łatwo dopasowuje się do istniejących już elementów konstrukcyjnych. Płyty z wełny mineralnej są stabilne, nie zmieniają swoich kształtów i wymiarów podczas eksploatacji. Produkowana jest z kamienia bazaltowego i doprowadzana do formy płyty, filcu czy maty.

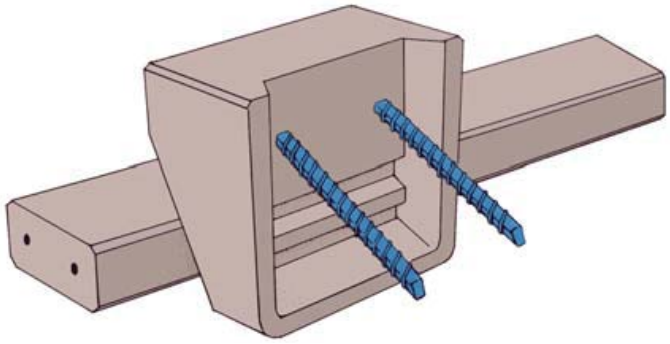
- ***styropian***, charakteryzuje się dobrymi właściwościami izolacyjnymi i odpornością na zmiany temperatury, pleśnie, grzyby i substancje chemiczne (oprócz rozpuszczalników organicznych). Jest materiałem, który nie pyli się, nie powoduje alergii oraz nie podrażnia oczu i skóry. Powstaje w procesie spieniania granulek polistyrenu. Jest lekki, posiada małą wartość współczynnika przewodzenia λ wynoszącą średnio 0,028 W/mK. Dzięki odpowiedniemu wykończeniu krawędzi płyt (np. wpust i pióro) uzyskuje się szczelne połączenie płyt bez mostków termicznych i przerw warstwy.

Docieplanie ścian zewnętrznych znacznie ogranicza straty ciepła nawet do 40%. Należy jednak pamiętać, że inaczej ociepla się stary budynek, a inaczej-nowo wybudowany. (Gaczek, 2004). Przykładem metody opierającej się na wymurowaniu ścianki licowej od strony zewnętrznej może być rozwiązanie pokazane na Rys. 4.



Rys. 4. Ściany ocieplane za pomocą płyt izolacyjnych i wymurowanie warstwy licowej (Gaczek, 2004).

Praktycznymi elementami tego systemu są osadzone wsporniki w ścianie zewnętrznej oraz podłużne belki nośne stanowiące oparcie dla ceramicznej ścianki osłaniającej izolacyjne płyty (Rys. 5.).

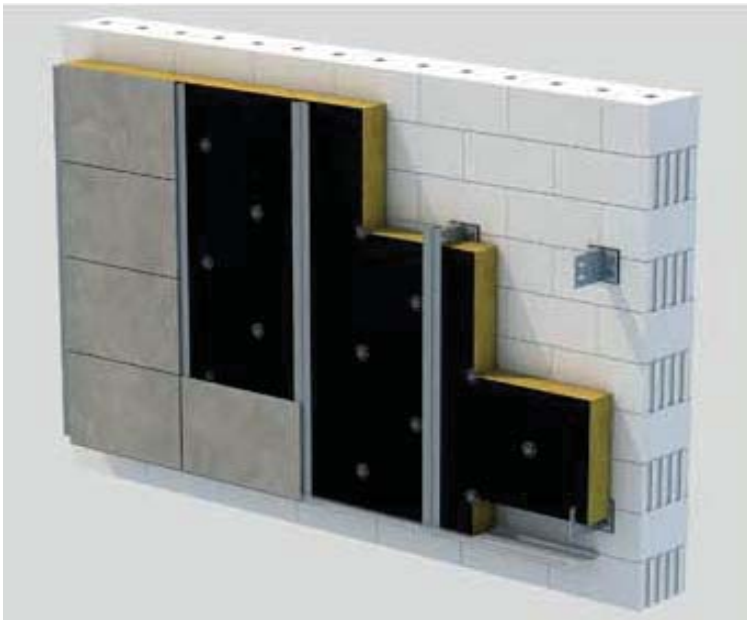


Rys. 5. Elementy podtrzymujące licową warstwę w metodzie ciężkiej ocieplania ścian (Gaczek, 2004).

Metoda ciężka sucha

Metoda ciężka sucha zawiera cięższe płyty kamienne lub szklane, jako warstwę osłonową, które są mocowane na profilach bądź na specjalnych elementach montażowych. Płyty z wełny mineralnej mocowane są mechanicznie do ściany nośnej. Dzięki izolacji umieszczanej po zewnętrznej stronie elewacji, budynek chroniony jest termicznie przez cały rok. Takie rozwiązanie eliminuje mostki termiczne związane na łączeniu ściany zewnętrznej ze stropem oraz redukuje wahania temperatury na przekroju konstrukcji (Ursa-,,broszura).

Szczelina wentylacyjna pomiędzy warstwą elewacyjną a izolacją umożliwia zminimalizowanie przegrzewania przegrody w lecie, umożliwia stałą wentylację w przypadku wykroplenia lub przeniknięcia wody opadowej. Elewacje kamienne są fasadami otwartymi ze szczelinami pomiędzy poszczególnymi płytami, w których może być widoczna izolacja.



Rys. 6. Metoda ciężka sucha-izolacja fasady wentylowanej (Ursa- broszura).

Nowoczesne technologie systemowe

Beton komórkowy (H+H)

Beton komórkowy jest materiałem produkowanym ze spulchnionej zaprawy cementowo-wapiennej, cementowej lub wapiennej. Dzieli się go na: gazobeton, pianobeton oraz pianogazobeton. Betony komórkowe charakteryzuje lekkość, łatwość obróbki i murowania, a przede wszystkim wysoka izolacyjność termiczna λ=0,11-0,20 W/(mK), co umożliwia stosowanie tego materiału w ścianach o strukturze jednorodnej, warstwowej lub szczelinowej. Z betonu komórkowego można budować ściany osłonowe, działowe, nośne i samonośne, jest bardzo dobrym materiałem do wznoszenia ścian jednowarstwowych (Norma PN-EN ISO 6946). Przy wznoszeniu tych ścian należy zwrócić uwagę na izolację termiczną elementów konstrukcyjnych z betonu. Producenci betonu komórkowego, prócz bloczków do ścian jednowarstwowych, proponują kształtki U, płaskie belki nadprożowe oraz zaprawy cienkowarstwowe, które wchodzą w skład systemu. Zewnętrzne wykończenie ścian jednowarstwowych może być wykonane z tynków cementowo-wapiennych. Ściany jednowarstwowe z betonu komórkowego są odporne na działanie czynników atmosferycznych oraz cechuje się najwyższą klasą odporności ogniowej (Materiały Budowlane, 2012). Beton komórkowy jest materiałem porowatym, dlatego jest podatny na zawilgocenia. Cechuje się dużą wodoodpornością i paroprzepuszczalnością, szybko może ulec zawilgoceniu, ale równie szybko wysycha (Norma PN-EN ISO 6946).

Pustak z wełną mineralną w środku

Thermoziegel TV 7-Plan, TV8-Plan i TV 9-Plan są to innowacyjne ceramiczne pustaki z wkładem z wełny mineralnej. Nazwy odpowiadają współczynnikom przewodzenia ciepła, które wynoszą odpowiednio 0,07; 0,08 i 0,09 W/mK. Stosując materiał o tak niskim współczynniku λ, można uzyskać bardzo korzystny współczynnik przenikania ciepła U całego muru.

Przykładowa budowa ściany: zewnętrzny tynk cementowo-wapienny 10mm (0,82 W/mK), pustak Thermoziegel TV-7 Plan o szerokości 300mm (0,07 W/mK), wewnętrzny tynk cementowo-wapienny 10mm (0,82 W/mK) wynosi 0,23 W/m^{2}K. Natomiast zastosowanie tych samych materiałów, co w poprzednim przykładzie, lecz o zwiększonych grubościach: zewnętrzny tynk cementowo-wapienny 20mm (0,25 W/mK), pustak Thermoziegel TV-7 Plan o szerokości 365mm (0,07 W/mK), wewnętrzny tynk cementowo-wapienny 15mm (0,51 W/mK) można uzyskać zaledwie 0,18 W/m^{2}K (Ładny Dom, 2013).

Rys.7. Pustak ceramiczny z wełna mineralną w środku (www.dom.pl)

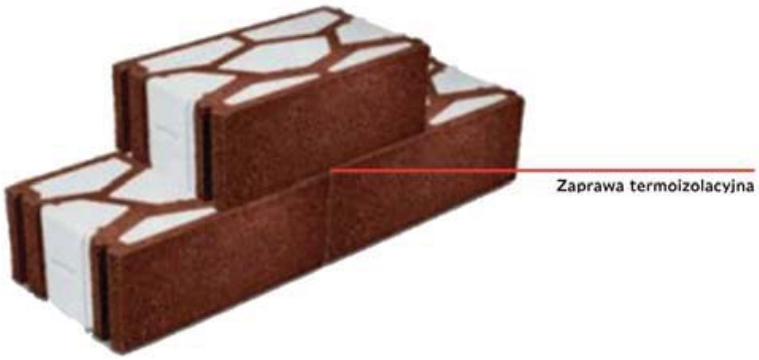
Pustak z wełną mineralną umożliwia osiągnąć energooszczędną ścianę i zmniejszyć wydatki na ogrzewanie. Poza tym, jest to zarówno element konstrukcyjny, jak i izolacyjny. Zamknięcie dwóch funkcji w jednym produkcie gwarantuje łatwość i szybkość montażu. Bloczki można przycinać i dopasowywać do kształtów ściany, ponieważ wypełnienie z wełny mineralnej zostało tak umieszczone w pustaku, aby nie ulegało zniekształceniom. Pustaki te, marki Röben są niepalne (klasa A1) (Ładny Dom, 2013).

Tab. 1. Specyfikacja-pustaki ceramiczne z wełną mineralną w środku (www.dom.pl)

Nazwa	λ- współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]	Gęstość objętościowa [kg/dm^3]	Wymiary (dł.x szer. x wys.) [mm]	Wytrzymałość na ściskanie [N/mm^2]	Zużycie na 1m^2 muru [szt.]	Zużycie na 1m^3 muru [szt.]
Termoziegel TV 7 – Plan	0,07	0,50	248x300x249 248x365x249	4,0 lub 6,0	16 16	54 44
Termoziegel TV 8 – Plan	0,08	0,55	248x300x249 248x365x249	4,0 lub 6,0	16 16	54 44
Termoziegel TV 9 – Plan	0,09	0,65	248x300x249 248x365x249	6,0	16 16	54 44

Hotblok

Hotblok, potocznie nazywany bloczkami keramzytobetonowymi z ociepleniem ze styropianu, produkuje się, jako bloczki keramzytowe, których komory podczas produkcji są wypełniane masą styropianową. Z bloczków tych można wznosić ściany jednowarstwowe, niewymagające ocieplenia. Powierzchnie Hotblok są wyprofilowane na zamek, podczas murowania wypełnia się go zaprawą cementową (Lichołai, 2010).



Rys. 8. Bloczek Keramzytowy z ociepleniem ze styropianu (www.ekobudowanie.pl)

Parametry produktu:

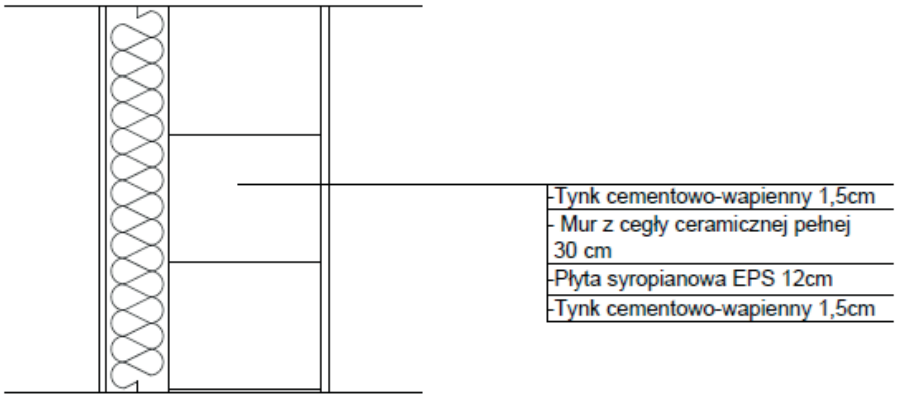
- współczynnik przenikania ciepła U – 0,15 W/m^{2}K
- wytrzymałość na ściskanie – 1,5 MPa
- absorpcja wody – poniżej 20%
- mrozoodporność – bloczki nie wykazują pęknięć i odprysków, ubytek masy: 0,3%
- materiał ognioodporny.

System ten umożliwia szybkie wybudowanie ciepłego i energooszczędnego domu (www.ekobudowanie.pl).

Obliczenia

Obliczenia cieplne

Współczynnik ciepła dla ściany ocieplanej metodą tradycyjną (U_{max}=0,25 W/m^{2}K od 01.01.2014)



Obliczenie współczynnika przenikania ciepła ściany trójwarstwowej
Oznaczenie symboli:

R_{si} – opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

R_{se} – opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

R_n – opór cieplny danej warstwy $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

λ_n – obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła danej warstwy $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

d_n – grubość danej warstwy $[m]$

u – współczynnik przenikania ciepła $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$

u_{max} – maksymalny współczynnik przenikania ciepła $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$

$$R_{si} = 0{,}13 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$R_{se} = 0{,}04 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

- tynk lub gładź cementowa

$$\lambda_1 = 1{,}000 \frac{W}{m \cdot K} \qquad d_1 = 0{,}015\ m \qquad R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0{,}015}{1{,}000} = 0{,}015 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

- mur z cegły ceramicznej pełnej

$$\lambda_2 = 0{,}770 \frac{W}{m \cdot K} \qquad d_2 = 0{,}30\ m \qquad R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0{,}30}{0{,}770} = 0{,}390 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

- płyta styropianowa EPS

$$\lambda_3 = 0{,}036 \frac{W}{m \cdot K} \qquad d_3 = 0{,}12\ m \qquad R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0{,}12}{0{,}036} = 3{,}333 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

- tynk lub gładź cementowa

$$\lambda_4 = 1{,}000 \frac{W}{m \cdot K} \qquad d_4 = 0{,}015\ m \qquad R_4 = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0{,}015}{1{,}000} = 0{,}015 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Opór całkowity ściany wynosi :

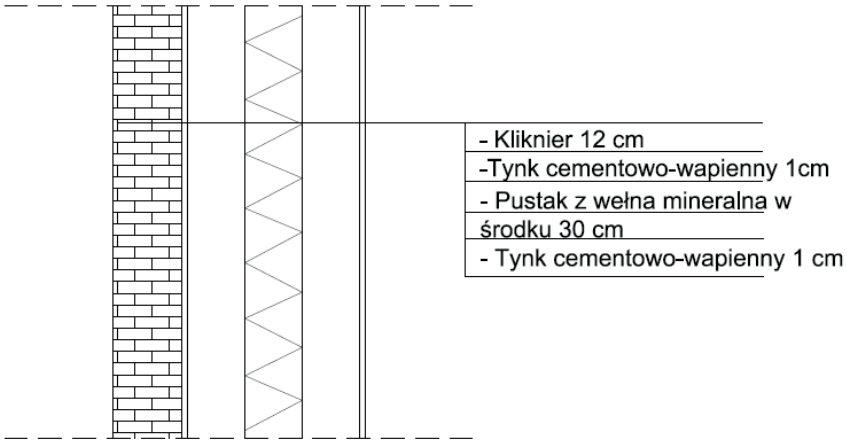
$$\sum R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{si} + R_{se} =$$

$$= 0{,}015 + 0{,}390 + 3{,}333 + 0{,}015 + 0{,}13 + 0{,}04 = 3{,}92 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Współczynnik przenikania ciepła ściany trójwarstwowej:

$$U = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{3{,}92} = 0{,}25\ \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Współczynnik ciepła dla ściany ocieplanej metodą nowoczesną. (U_{max}=0,25 W/m^{2}K od 01.01.2014)



Obliczenie współczynnika przenikania ciepła ściany trójwarstwowej
Oznaczenie symboli:

R_{si} – opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

R_{se} – opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

R_n – opór cieplny danej warstwy $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

λ_n – obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła danej warstwy $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

d_n – grubość danej warstwy $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

u – współczynnik przenikania ciepła $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$

u_{max} – maksymalny współczynnik przenikania ciepła $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$

- klinkier

$$\lambda_1 = 0{,}37\ \frac{W}{m \cdot K} \qquad d_1 = 0{,}12\ m \qquad R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0{,}12}{0{,}37} = 0{,}324\ \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

- tynk cementowo-wapienny

$$\lambda_1 = 0{,}82\frac{W}{m\cdot K} \qquad d_1 = 0{,}01\ m \qquad R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0{,}01}{0{,}82} = 0{,}012\frac{m^2\cdot K}{W}$$

- pustak z wełna mineralna w środku

$$\lambda_1 = 0{,}070\frac{W}{m\cdot K} \qquad d_1 = 0{,}30\ m \qquad R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0{,}30}{0{,}070} = 4{,}28\frac{m^2\cdot K}{W}$$

- tynk cementowo-wapienny

$$\lambda_1 = 0{,}82\frac{W}{m\cdot K} \qquad d_1 = 0{,}01\ m \qquad R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0{,}01}{0{,}82} = 0{,}012\frac{m^2\cdot K}{W}$$

Opór całkowity ściany wynosi :

$$\sum R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{si} + R_{se} =$$

$$= 0{,}324 + 0{,}012 + 4{,}28 + 0{,}012 + 0{,}13 + 0{,}04 = 4{,}80\frac{m^2\cdot K}{W}$$

Współczynnik przenikania ciepła ściany trójwarstwowej:

$$\sum R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{si} + R_{se} =$$

$$= 0{,}324 + 0{,}012 + 4{,}28 + 0{,}012 + 0{,}13 + 0{,}04 = 4{,}80\frac{m^2\cdot K}{W}$$

Analiza porównawcza współczynników przenikania ciepła U dla ścian ocieplanych tradycyjnie i nowocześnie
(Norma PN-EN ISO 6946), (Dz.U. z dn. 15 czerwca 2002)

Ściana zewnętrzna				
Lp.	**Materiał**	**d[m]**	**λ[W/mK]**	**R[m²K/W]**
	Strona zewnętrzna			
1.	**Tynk lub gładź cementowa**	0,015	1,000	0,015
2.	**Mur z cegły ceramicznej pełnej**	0,300	0,770	0,390
3.	**Płyta styropianowa EPS**	0,012	0,036	3,333
4.	**Tynk lub gładź cementowa**	0,015	1,000	0,015
	Strona wewnętrzna			

Grubość: d=0,45 m

Całkowity opór: RT=3,92 m^2K/W

Całkowity współczynnik przenikania: U_C=0,25 W/m^2K

Opory cieplne: R_{se}=0,04 m^2K/W R_{si}=0,13 m^2K/W

Ściana zewnętrzna				
Lp.	**Materiał**	**d[m]**	**λ[W/mK]**	**R[m^2K/W]**
	Strona zewnętrzna			
1.	**Tynk lub gładź cementowo-wapienna**	0,010	0,820	0,012
2.	**Pustak z wełną mineralna w środku**	0,365	0,070	5,214
3.	**Tynk lub gładź cementowo-wapienna**	0,010	0,820	0,012
4.	**Mur z cegły klinkierowej**	0,120	0,370	0,324
	Strona wewnętrzna			

Grubość: d=0,51 m

Całkowity opór: RT=5,73 m^2K/W

Całkowity współczynnik przenikania: UC=0,17 W/m^2K

Opory cieplne: Rse=0,04 m^2K/W Rsi=0,13 m^2K/W

Wnioski

Zastosowane materiały do wznoszenia budynku jednorodzinnego metodą tradycyjną i nowoczesną spełniają aktualne wymagania cieplne nieprzekraczające minimalnego współczynnika przenikania ciepła Umax=0,25 W/m2K od 01.01.2014 (Dz.U. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Warszawa 13 sierpień 2013 r.).

W metodzie tradycyjnej użyto cegły ceramicznej pełnej oraz styropianu natomiast w nowoczesnej metodzie zastosowano pustaka z wełną mineralną w środku, którym posłużyć się można w budownictwie energooszczędnym.

W budownictwie tego typu można zmniejszyć nakłady inwestycyjne i jednocześnie obniżyć zużycie energii w budynku.

Bibliografia:

1. Markiewicz P.: *Budownictwo ogólne dla architektów*, Wydawnictwo „ARCHI-PLUS”, Kraków 2011
2. Gaczek D.: *Systemy zewnętrznego ocieplania ścian budynków*, Materiały z Konferencji, Budma 2004
3. Broszura aplikacyjna, Firma Ursa
4. Praca zbiorowa pod kierunkiem Lichołai. L.: Budownictwo ogólne Tom3, Arkady, Warszawa 2008, 2010
5. Miesięcznik Ekonomiczno-Techniczny, Materiały Budowlane 4/2012
6. Miesięcznik Ładny dom, Budowa i Remont nr 3(173) marzec 2013
7. PN-EN ISO 6946: Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
8. Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z dnia 15 czerwca 2002 r.).
9. www.dom.pl
10. www.ekobudowanie.pl

Liczba znaków ze spacjami: 23 951