

Izolacje i Systemy Fasadowe – Bezramowe ściany zewnętrzne

Wstęp

W Europie istnieje olbrzymi potencjał odnoszący się do polityki oszczędzania energii w budownictwie. Może to zostać osiągnięte poprzez wprowadzenie Dyrektywy o Charakterystyce Energetycznej Budynków (EPBD), która odnosi się nie tylko do poprawy standardów energetycznych starych budynków, ale także ustanawia wymagania dla nowo wybudowanych "Nearly Zero-Energy Building - Budynki o niemal zerowym zużyciu energii". Te cele mają zostać osiągnięte dzięki zwiększeniu efektywności energetycznej oraz wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii w sektorze budownictwa.

Jak na razie nie wszystkie kraje członkowskie wprowadziły wymagane regulacje i odpowiednie programy, które odgrywają ważną rolę w strategii oszczędzania energii i ekonomii krajów.

Dopiero we wrześniu 2007 r. została znowelizowana ustawa Prawo budowlane, w której zamieszczono niezbędne zapisy, np. dotyczące kwalifikacji osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej. Pierwsze akty wykonawcze opublikowano w lutym 2008 r., kiedy sformułowano tryb i minima programowe szkoleń oraz wskazano tryb i zasady przeprowadzania egzaminów osób chcących uzyskać odpowiednie uprawnienia.

W kolejnych rozdziałach chcielibyśmy zaprezentować możliwe rozwiązania odnoszące się do stosowania różnych form izolacji na różnych powierzchniach ścian zewnętrznych.

Streszczenie

W tym module szkoleniowym pokazane zostały różne możliwości kładzenia izolacji zewnętrznych na różnych powierzchniach ścian. Wiele różnych rodzajów konstrukcji zostało zaprezentowanych wraz z odpowiednimi materiałami izolacyjnymi oraz stosownym omówieniem. W materiałach szkoleniowych znajduje się także informacja o standardach, jakie należy zachować przy stosowaniu materiałów izolacyjnych. Istotną częścią szkolenia jest ta, która odnosi się do kontroli jakości prac, ich opłacalności, kontroli szczelności izolacji oraz ryzyka występowania mostków cieplnych.

Cele

Po zakończeniu pracy z tym modułem uczeń będzie potrafił...

- wymienić nazwy różnych elementów systemów izolacji ścian zewnętrznych
- porównać różne systemy izolacji ścian zewnętrznych
- zaprezentować odpowiednie rozwiązania związane z trudniejszymi elementami izolacji
- opisać jak różne mogą być struktury ścian zewnętrznych
- ocenić przydatność systemów izolacji pod kątem ze względu na ich wady i zalety.

Spis treści

Streszczenie.....	1
Cele.....	2
1. Struktury ścian zewnętrznych z kompozytową izolacją termiczną (ETICS)	4
1.1 Bezramowe konstrukcje nośne	4
1.2 Izolacja w bez ramowych konstrukcjach.....	4
1.3 Mocowanie/zabezpieczanie bezramowych konstrukcji.....	6
1.4 Odporność na warunki atmosferyczne bezramowych konstrukcji.....	6
1.5 Szczelność i powierzchnia serwisowa ścian zewnętrznych	6
2. Konstrukcje ścian zewnętrznych ze ścianami osłonowymi	8
2.1 Konstrukcje nośne w ścianach osłonowych	9
2.2 Materiały izolacyjne na ścianach osłonowych	10
2.3 Kotwienie ścian osłonowych.....	10
2.4 Ściany osłonowe odporne na działanie czynników atmosferycznych.....	11
3. Konstrukcje wykonane z jednowarstwowych ścian zewnętrznych	12
3.1 Konstrukcja nośna/izolacja w konstrukcjach wykonanych z jednowarstwowych ścian zewnętrznych	13
3.2 Ochrona jednowarstwowych ścian zewnętrznych przed działaniem warunków atmosferycznych.....	13
3.3 Powierzchnie serwisowe jednowarstwowych ścian zewnętrznych	13
3.4 Wartość współczynnika U – ściany zewnętrzne jednowarstwowe	14
3.5 Aspekty dotyczące zrównoważonego rozwoju	14
4. Konstrukcje zewnętrznych ścian dwuwarstwowych.....	15
4.1 Konstrukcja nośna dwuwarstwowych ścian zewnętrznych.....	16
4.2 Materiały izolacyjne używane przy dwuwarstwowych ścianach zewnętrznych	16
4.3 Kotwienie w zewnętrznych ścianach dwuwarstwowych.....	16

4.4	Ochrona dwuwarstwowych ścian zewnętrznych przed działaniem warunków atmosferycznych.....	16
4.5	Wartość U zewnętrznej ściany dwuwarstwowej.....	18
5.	Kryteria jakościowe przy produkcji systemów izolacyjnych.....	19
5.1	Zapewnienie jakości podczas fazy planowania.....	19
5.2	Zapewnienie jakości podczas budowania.....	20
5.3	Szczelność.....	20
5.4	Minimalizowanie występowania mostków cieplnych.....	22
5.5	Dodatkowe kryteria jakościowe	22
6.	Spis ilustracji.....	23
7.	Informacja	25

1. Struktury ścian zewnętrznych z kompozytową izolacją termiczną (ETICS)

Tam gdzie, ściany zewnętrzne zbudowane są z cegieł lub betonu zbrojonego i zastosowana jest kompozytowa izolacja (ETICS), to funkcje tych dwóch elementów budowlanych są zupełnie inne: **powierzchnia nośna spełnia funkcje strukturalne** ze względu na swój ciężar i wytrzymałość. Posiada także właściwości dźwiękochłonne oraz chroni przed nadmiernym działaniem ciepła w lecie. Zaś **warstwa izolacyjna** zbudowana jest z materiałów o odpowiednich właściwościach termicznych. Pod względem ekonomicznym zastosowanie tych dwóch systemów jest bardzo ekonomiczne i jest bardzo popularne na rynku.

Czym jest kompozytowy system izolacji cieplnej?

ETAG 004 opisuje ETICS jako izolację, która jest przytwierdzana do ściany na dwa sposoby: mechanicznie za pomocą kotwień i profili... lub przy użyciu substancji klejowych wzmacnianych mechanicznie. Tak powstała powierzchnia pokrywana jest zaprawą. Tworzy się w ten sposób wielowarstwowa szczelna powierzchnia składająca się z izolacji i zbrojenia.

1.1 Bezramowe konstrukcje nośne

Funkcje nośne pełnią ściany wykonane z cegieł bądź betonu zbrojonego. W tym wypadku budynki o wysokości od 5 piętra w górę mogą być tylko budowane ze ścian o grubości 17.5 cm. Przy niższych budynkach wymagania co do nośności ścian mogą się różnić; wtedy w grę mogą wchodzić inne cechy takie jak np. odporność na działanie ognia.

1.2 Izolacja w bezramowych konstrukcjach

Na rynku występuje szeroki wybór kompozytowych materiałów izolacyjnych. Liderami na rynku są **pianki uszczelniające**, które są z roku na rok coraz bardziej unowocześniane pod kątem przewodnictwa cieplnego obecnie współczynnik λ tych materiałów izolacyjnych wynosi **0.032 W/mK**. To samo odnosi się do materiałów izolacyjnych, których składnikiem jest wełna mineralna. Współczynnik λ tych materiałów izolacyjnych wynosi około **0.04 W/mK**.

Materiały izolacyjne składające się z ekologicznych surowców, między innymi włókien drzewnych, posiadają współczynnik λ , który waha się od **0.035 do 0.05 W/mK**. Takie materiały znajdują się w ofercie ETICS.

Dla każdego budynku dokonuje się indywidualnego doboru materiałów izolacyjnych w zależności od potrzeb eksploatacyjnych. Jakkolwiek wartość współczynnika **U waha się od 0.12 do 0.16 W/m²K** nie powinna być przekroczona w nowych budynkach.



Ilustracja 1: Izolacja ETICS z punktem kotwienia (redukcja mostków termicznych) - światło (źródło: Schulze Darup)

Ochrona przeciwpożarowa oferowana przez materiały izolacyjne jest dokładnie opisana przez producentów lub potwierdzona właściwymi certyfikatami. Jeśli system izolacji został odpowiednio zamontowany to będzie gwarantował wysoką jakość ochrony przed ogniem.

Można powiedzieć, że "recognized rules of engineering" ma zastosowanie do procesu implementacji. Tabela poniżej prezentuje przykładowe normy i wskazówki.

NORMY EUROPEJSKIE / DYREKTYWY / WSKAZÓWKI

- a. ETAG 004 Wytyczne do Europejskich Aprobac Technicznych - Złożone systemy izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi <http://www.ue.itb.pl/files/ue/etag4pol.pdf>
- b. ETAG 014 Wytyczne do Europejskich Aprobac Technicznych – Łączniki tworzywowe do mocowania warstwy izolacyjnej ociepleń ścian zewnętrznych
http://www.ue.itb.pl/files/ue/ETAG_014_pol.pdf
- c. EN 13162 (MW) Norma dotyczy wyrobów do izolacji cieplnej w budownictwie, a w szczególności wyrobów z wełny mineralnej (MW) produkowanych fabrycznie.
- d. EN 13163 (EPS) Norma dotyczy izolacji cieplnej w budownictwie -- Wyroby ze styropianu (EPS) produkowane fabrycznie
- e. EN 15824 Wymagania dotyczące tynków zewnętrznych i wewnętrznych na spoiwach organicznych

Poza tym poniższe przykłady mogą być stosowane do indywidualnych potrzeb:

Przygotowanie i podstawy: Prowadzenie dziennika i zbieranie dokumentacji może być pomocne w trakcie realizowania prac. Należy dokładnie czytać i sprawdzać dokumenty dotyczące budynku oraz plany: kontrola podłoża, stan budynku według standardów ETICS ; czy wszystkie element zewnętrzne takie jak rynny, parapet, ramy okienne są przygotowane do nałożenia izolacji etc.

1.3 Mocowanie/zabezpieczanie bezramowych konstrukcji

Kompozytowe systemy izolacji w nowych budynkach są połączone przy użyciu zaprawy (czasem zmieszanej z polimerami). Dodatkowe mocowania mogą być czasem niezbędne. Kiedy ściany są poddawane renowacji termicznej to użycie dodatkowych wzmocnień przy użyciu np. kołków jest obowiązkowe. Bywają wyjątki, że używa się tylko substancji klejących, które mają odpowiednią nośność i wytrzymałość. Wtedy nie trzeba używać wzmocnień w postaci kołków.

1.4 Odporność na warunki atmosferyczne bezramowych konstrukcji

Izolacja powinna być równa i odpowiednio wzmocniona. Po tym jak powierzchnia funkcjonalna przeschnie, można przystąpić do prac wykończeniowych polegających na malowaniu elewacji. W ostatnich latach pojawiła się tendencja nakładania zaprawy o grubości od 15 do 20 mm. To czyni powierzchnię odporniejszą na działanie negatywnych warunków pogodowych, na zawilgocenie lub na działanie pleśni, czy grzybów.

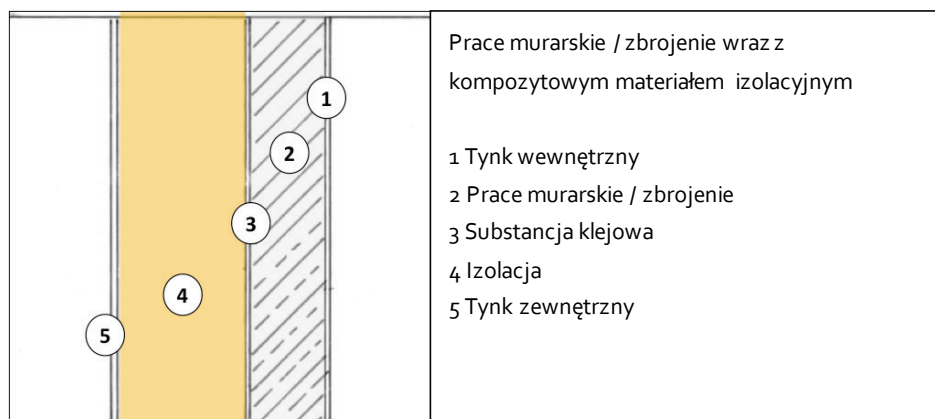
Jest możliwe wykończenie fasad płytkami wykonanymi z ceramiki lub z cegły, które przyklejane są bezpośrednio do izolacji ETICS.

1.5 Szczelność i powierzchnia serwisowa ścian zewnętrznych

W przypadku bezramowych konstrukcji kable przebiegają bezpośrednio w powierzchni ściany budynku. Niektóre systemy oferują perforowane cegły z gotowymi żłobieniami przeznaczonymi na położenie instalacji. Wszelkie ingerencje w powierzchnię muszą być dokładnie zaplanowane, a po ukończeniu prac instalacyjnych odpowiednio zabezpieczone np. prace murarskie, tynkarskie.



Ilustracja 2: Izolacja ETICS (redukcja mostków termicznych) - tralka (źródło: Schulze Darup)



Ilustracja 3: Diagram przedstawia konstrukcję bezramową ściany z kompozytowym materiałem izolacyjnym (źródło: Schulze Darup)

Najczęstsze BŁĘDY przy montażu izolacji ETICS:

- Nieprawidłowa grubość zaprawy

Rodzaj tynku	Współczynnik odbicia rozproszonego	Grubość warstwy
Tynk cienkowarstwowy:		
- polimerowy	$\geq 25\%$	1,5 - 4,0 mm, a jeśli tynk ma fakturę drapaną, to > 2,0 mm
- krzemianowy	$\geq 30\%$	
- silikonowy	$\geq 30\%$	
- mineralny wzbogacany żywicą syntetyczną	$\geq 50\%$	
Tynk o większej grubości warstwy:		
- mineralny wzbogacany żywicą syntetyczną	$\geq 30\%$	> 4,0 mm

Ilustracja 4: Wymagane wartości współczynnika odbicia rozproszonego i grubości warstwy tynku w systemach bezspoinowego ocieplania ścian (wg austriackiej normy ONORM B 6410:2002) (Źródło: s. 17 Murarstwo i tynkarstwo. Odbiory, naprawa i rozliczenia - Włodzimierz Martinek)

- Uszkodzenia spowodowane kurczeniem się paneli izolacyjnych
- Nieprawidłowo zakotwione panele izolacyjne
- Niewystarczająco gruba zaprawa
- Nieprawidłowo wykonane dodatkowe zabezpieczenia
- Przerwy pomiędzy panelami
- Źle dopasowane panele, niedokładnie przycięte, brak wzmocnienia skośnego przy oknach
- Defekty związane z niedokładnym nałożeniem tynków i źle umocowanych kołków¹

1 http://www.schoeberlpoell.at/download/forschung/endbericht_sanierungshandbuch.pdf

Przykładowa kalkulacja

Dla ścian o grubości 17.5 cm w bezramowych konstrukcjach z kompozytową izolacją termiczną o grubości 26 cm i współczynniku $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$, kalkulacja współczynnika U wynosi $0.127 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Aby osiągnąć wartość współczynnika U równą $0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$, izolacja powinna mieć grubość 30 cm a współczynnik λ wynosić 0.032 W/mK .

Jeśli zostanie wybrana porowata powierzchnia o wartości λ równym 0.09 W/mK i U wynoszącym $0.127 \text{ W/m}^2\text{K}$ to izolacja będzie musiała mieć 20 cm grubości, zaś ściana 40 cm. Jakkolwiek należy wziąć pod uwagę występowanie mostków termicznych.

Ogólnie materiały izolacyjne o wartości λ równym 0.022 W/mK dostępne na rynku pozwalają na to, aby ściana miała grubość 33 cm.

Powierzchnie(od wew. do zew.)	d	λ
1 Tynk wewnętrzny	1.50	0.700
2 Ściana z cegieł	17.50	0.900
3 Izolacja	26.00	0.035
4 Tynk zewnętrzny	1.50	0.520
Corr. 1.00	Grubość [cm]	46.50
	wartość U	0.127

Ilustracja 5: Kalkulacja współczynnika U dla bezramowych konstrukcji z kompozytową izolacją termiczną. Grubość izolacji 26 wartość λ to 0.035 W/mK , wartość U równa $0.127 \text{ W/m}^2\text{K}$.

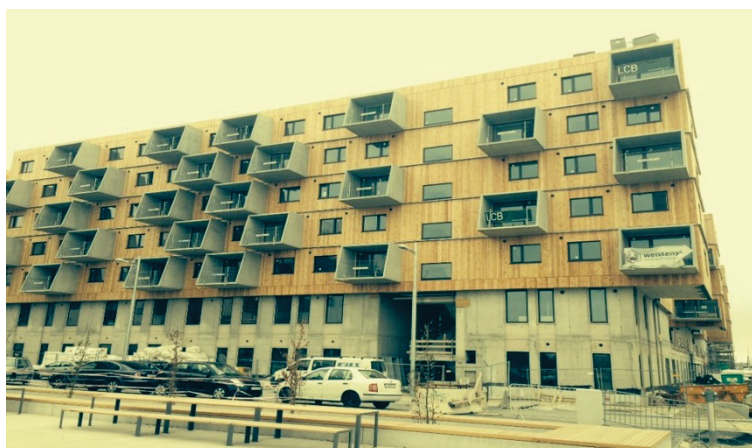
2. Konstrukcje ścian zewnętrznych ze ścianami osłonowymi

Jeśli okładzina pokrywa całą izolację chroniąc ją przed działaniem czynników atmosferycznych wtedy możemy to nazwać ścianą osłonową.

Na rynku istnieje **wybór** pomiędzy: **drewnianymi i opartymi na drewnie materiałami, panelami wykonanymi z surowców mineralnych, płytami kamiennymi lub wykonanymi ze sztucznych materiałów, metalowymi i szklanymi powłokami oraz panelami fotowoltaicznymi.**



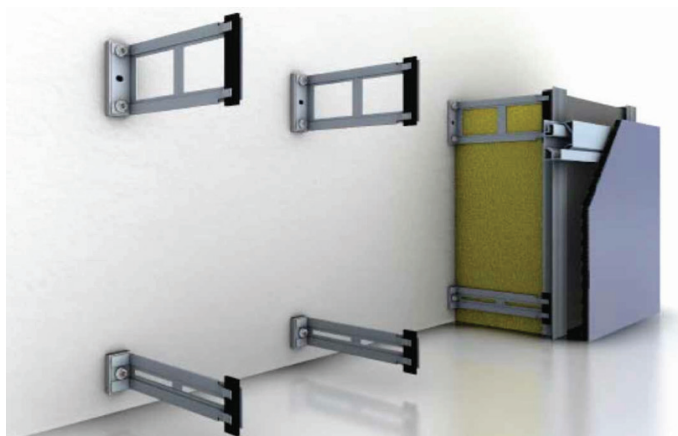
Ilustracja 6: "Schwarzer Panther" ("Czarna Pantera"), Graz, Austria, architekt: GSarchitects Graz. Ściany osłonowe jako fasada ze szkła (źródło: STO)



Ilustracja 7: System ścian zewnętrznych z drewnianymi ścianami osłonowymi - Seestadt Aspern, Wiedeń, Austria (źródło: Weissenseer Holz-System-Bau GmbH)

2.1 Konstrukcje nośne w ścianach osłonowych

Ściany osłonowe podwieszane są na fasadzie budynku i dźwigają tylko swój własny ciężar. Ciężar przenoszony jest na ścianę budynku dzięki systemowi kotwień.



Ilustracja 8: System kotwień dla ścian osłonowych o minimalnym występowaniu mostków termicznych – $\Delta U_{WB} \leq 0.01 \text{ W/m}^2\text{K}$ (źródło: Fa. STO)

W szkielecie budynku ciężar ścian osłonowych przejmowany jest przez system nośny rozpięty pomiędzy piętrami. W tym przypadku system kotwień sięga od podłogi do podłogi, albo jest przymocowany do konstrukcji nośnej budynku.

2.2 Materiały izolacyjne na ścianach osłonowych

Na rynku dostępny jest szeroki asortyment materiałów izolacyjnych. Można dostać **panele**, **listwy** lub inne materiały izolacyjne, które montowane są systemu nośnego budynku. Można także używać **luźnych izolacji** włączanych pod ciśnieniem. **Pianki izolacyjne** to kolejna opcja. Materiały izolacyjne wykonane ze sztucznych włókien mineralnych są korzystniejsze ze uwagi na ich wysoką odporność przed działaniem ognia.

Przewodność cieplna λ tych obu grup kształtuje się pomiędzy 0.032 a 0.040 W/mK. Materiały izolacyjne wykonane z ekologicznych materiałów także mogą być używane; ich przewodność cieplna λ wynosi pomiędzy 0.035 a 0.050 W/mK. Tu warto polecić izolacje wykonane z celulozy jako materiały gwarantujące odpowiedni dobór parametrów energetycznych.

2.3 Kotwienie ścian osłonowych

Ściany osłonowe mogą być kotwione przy użyciu różnych systemów. Możliwe jest wykorzystanie **konstrukcji drewnianych**, jak też **metalowych** montowanych na rusztowaniach lub przy pomocy kotwień.. **Aluminium** nie powinno być wykorzystywane ze względu **na swoją bardzo niską przewodność cieplną** λ of 200 W/mK. Stal charakteryzująca się 60 W/mK oraz nierdzewna stal z wartością pomiędzy 25 a 15 W/mK, może być jak najbardziej użyteczna. .

Ważną rzeczą jest to, że system jest termicznie oddzielony od ścian nośnych.

Dla tego celu używa się podkładek dystansowych wykonanych z odpowiednich materiałów odpornych na ściskanie i nie oddających ciepła. **Cały system kotwienia powinien oddawać na zewnątrz jak najmniej ciepła, jak to tylko możliwe.** Systemy o wysokiej jakości są prawie całkowicie pozbawione obecności mostków cieplnych, różniąc się przy tym od systemów nie opartych na kotwieniu $\Delta U_{WB} \leq 0.01 \text{ W/m}^2\text{K}$. To oznacza, że wartość

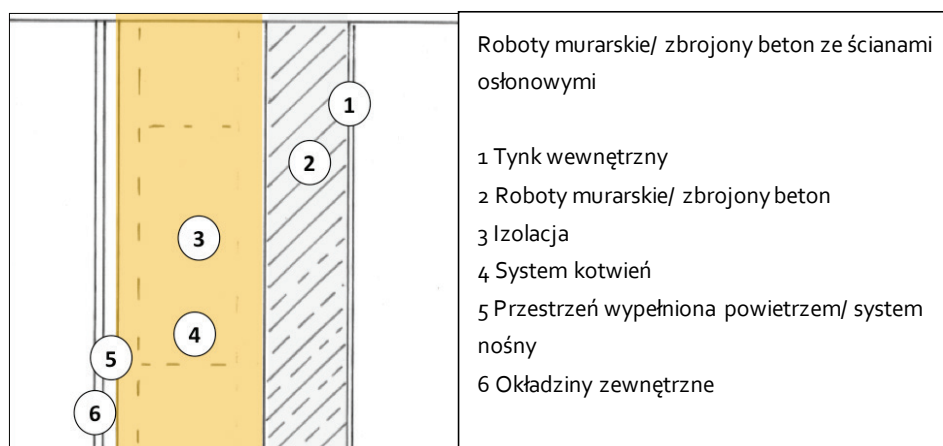
współczynnika U maleje od 0.12 do 0.13 W/m^2K , przy założeniu, że izolacja termiczna ma taką samą grubość.



Ilustracja 9: Dystans wykonany z nierdzewnej stali (źródło: Sto SE & Co. KGaA)

2.4 Ściany osłonowe odporne na działanie czynników atmosferycznych

Powierzchnia fasady może być dowolnie dobrana. Wybór kształtuje się od materiałów wykonanych z drewna, poprzez panele wykonane z surowców mineralnych, a kończąc na płytach wykonanych ze szkła, metalu oraz z naturalnych i sztucznych materiałów. Jeśli budynek wyposażony jest w panele fotowoltaiczne to fasada również wyposażona jest w ściany osłonowe.



Ilustracja 10: Diagram przedstawia ścianę bezramową ze ścianą osłonową; ważne jest dobranie systemu kotwień minimalizującego występowanie mostków termicznych (źródło: Schulze Darup)

Powierzchnie (od wew. do zew.)		d		λ
1 Tynk wewnętrzny		1.50		0.700
2 Ściana z cegieł		17.50		0.900
3 Izolacja	pojemny: izolacja	25.00		0.045 / 0.035
4 System nośny. Nierdz. stal	pojemny: izolacja	2.00		15.00 / 0.035
5 Paroizolacja		0.10		0.500
6 Przestrzeń	*	3.00		0.000
7 Okładzina	*	2.00		0.000
Corr. 1.00	Grubość [cm]	46.10	Wartość U	0.128

Ilustracja 11: kalkulacja współczynnika U dla ścian osłonowych; jako porównanie do kompozytowego systemu izolacji, konstrukcja jest grubsza z powodu dodatkowego systemu nośnego oraz okładzin. * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę.

Powierzchnie (od wew. do zew.)		d		λ
1 Tynk wewnętrzny		1.50		0.700
2 Ściana z cegły		17.50		0.900
3 Izolacja	pojemny.: izol. próż.	6.50		0.045 / 0.008
4 System nośny: nierdz. stal	pojemny.: izol. próż.	0.50		15.00 / 0.035
5 Paroizolacja		0.10		0.500
6 Przestrzeń	*	3.00		0.000
7 Okładziny	*	2.00		0.000
Corr. 1.00	Grubość [cm]	26.10	Wartość U	0.125

Ilustracja 12: Kalkulacja współczynnika U dla ścian osłonowych z izolacją próżniową (VIP); przy $\lambda = 0.008 \text{ W/mK}$ cała grubość struktury może wynosić 31 cm (włączając wolną przestrzeń i okładziny) oraz izolację VIP = 6.5 cm. * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę.

3. Konstrukcje wykonane z jednowarstwowych ścian zewnętrznych

Obecnie produkuje się ściany jednowarstwowe o współczynniku $\lambda = 0.07 \text{ W/mK}$. To wymaga użycia cegieł charakteryzujących się dużą gęstością - klasa 0.6, połączonych z izolacją wewnętrzną wykonaną włókien mineralnych lub użycia porowatych bloczków betonowych. .



Ilustracja 13: Konstrukcja ściany jednowarstwowej dla budynku pasywnego; występowanie mostków termicznych przy łączeniu dachu z tarasem musi być wzięte pod uwagę w projekcie i szczegółowo przeanalizowane (źródło: Schulze Darup)

3.1 Konstrukcja nośna/izolacja w konstrukcjach wykonanych z jednowarstwowych ścian zewnętrznych

Prace murarskie spełniają dwie funkcje: tworzą system nośny oraz izolację termiczną.

Dla wolnostojących domów oraz parterowych mieszkań gęstość cegły wynosząca 0.6 wraz z $\lambda = 0.07 \text{ W/mK}$ jest wystarczająca, aby zapewnić komfort mieszkańcom. Jeśli potrzebne jest zwiększenie ochrony przed hałasem i nośności ścian wtedy należy wykorzystać cegły o klasie gęstości 0.65 i wytrzymałości > 6 wraz z $\lambda = 0.09 \text{ W/mK}$.

Łącząc prace murarskie z dodatkowymi systemami izolacyjnymi lub ścianami osłonowymi możemy osiągnąć całkiem wymiennie rezultaty.

3.2 Ochrona jednowarstwowych ścian zewnętrznych przed działaniem warunków atmosferycznych

Ochronę tę zapewnia tynk zewnętrzny, który też może posiadać właściwości izolacyjne.

3.3 Powierzchnie serwisowe jednowarstwowych ścian zewnętrznych

W ścianach zbudowanych z cegieł wszelkie instalacje usytuowane są w ścianie. Przy porowatych powierzchniach należy pamiętać, że warstwa szczelna występuje po wewnętrznej stronie.



Ilustracja 14: Diagram przedstawia ścianę jednowarstwową budynku pasywnego; otwory/ubytki wypełnione są materiałem izolacyjnym; około 4 cm tynku izolacyjnego położonego jest po zewnętrznej stronie ściany (źródło: Schulze Darup)

Film dotyczący szczelnej izolacji elektrycznej:

<https://www.youtube.com/watch?v=1xwWLMfnsPU>

3.4 Wartość współczynnika U – ściany zewnętrzne jednowarstwowe

Zewnętrzne ściany jednowarstwowe występujące w budynkach pasywnych, charakteryzujące się wartością $U = 0.127 \text{ W/m}^2\text{K}$, mogą osiągnąć tę wartość przy zastosowaniu ścian o grubości 49 cm o przewodności cieplnej $\lambda = 0.070 \text{ W/mK}$ oraz 4 cm tynku izolacyjnego. Jeśli z uwagi na aspekty konstrukcyjne lub ochronny przed hałasem możliwe jest osiągnięcie tylko $\lambda = 0.090 \text{ W/mK}$, to wtedy U będzie równe $0.159 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Powierzchnie (od wew. do zew.)	d	λ
1 Tynk wewnętrzny	1.50	0.700
2 Prace murarskie	49.00	0.070
3 Tynk izolacyjny	4.00	0.060
Corr. 1.00	Grubość [cm]	54.50
	Wartość U	0.127

Ilustracja 15: Kalkulacja współczynnika U dla ściany zewnętrznej jednowarstwowej w budynku pasywnym. Grubość cegły = 49 cm ($\lambda = 0.070 \text{ W/mK}$) plus 4 cm tynku izolacyjnego.

3.5 Aspekty dotyczące zrównoważonego rozwoju

Kiedy poddajemy nasze budynki ogólnej analizie, wtedy coraz częściej "szara energia", czyli energia zużyta do budowy domów zwraca naszą uwagę i nabiera znaczenia. Biogeniczne materiały budowlane wiążą dwutlenek węgla tak długo jak struktura budynków utrzymywana jest w dobrym stanie.

Od 1980 roku materiały tworzone z odnawialnych źródeł energii oraz przy ich użyciu nabierają coraz większego znaczenia w sektorze budownictwa. Niektóre materiały, takie jak

np. włókno drzewne, czy celuloza są obecnie w powszechnym użyciu. Ten trend będzie się umacniał wraz z upływem lat. Na przykład, ściany jednowarstwowe wykonywane są z mineralnych materiałów. Z drugiej strony, konieczność użycia wysokiej energii w produkcję cegieł (wysoka temperatura) musi być przeanalizowana.



Ilustracja 16: Prototyp prefabrykowanego elementu ściany z izolacją wykonaną ze słomy (źródło: GrAT)

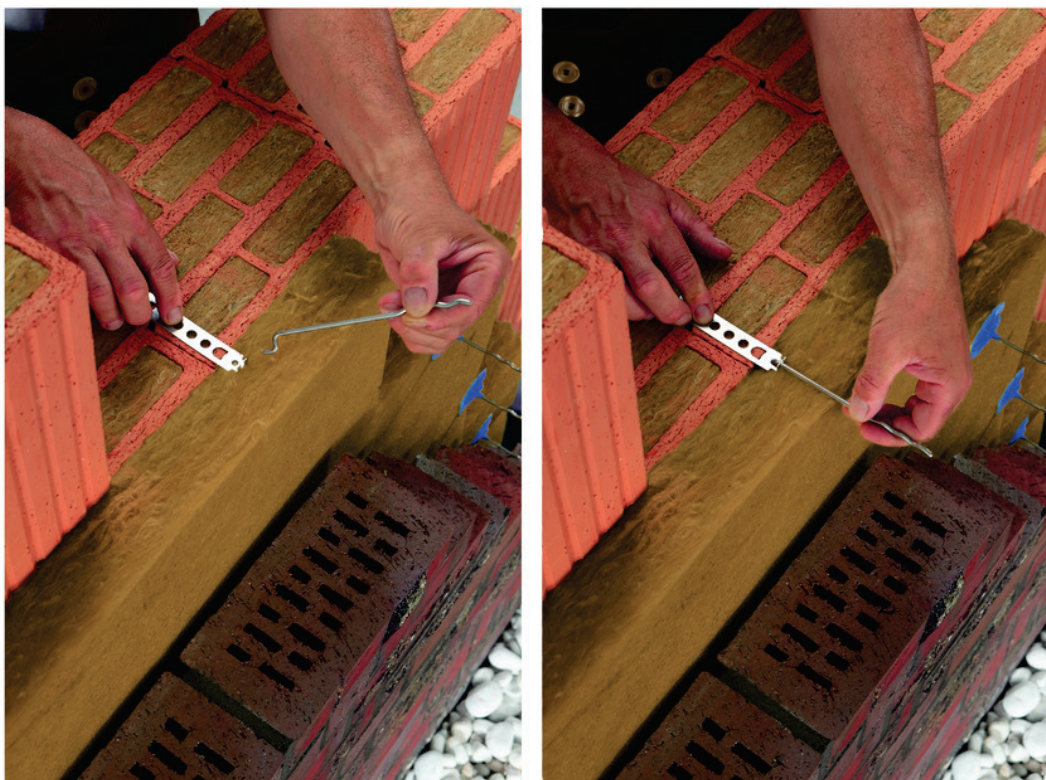
Film dotyczący szarej energii – materiały budowlane:

https://www.youtube.com/watch?v=_phZsqSjtds

4. Konstrukcje zewnętrznych ścian dwuwarstwowych

Ściany dwuwarstwowe są coraz częściej spotykane w Polsce. Większość inwestorów przywiązuje bardzo dużą wagę do izolacyjności termicznej ścian. To bardzo rozsądne, bo cecha ta decyduje o tym, czy dom będzie ciepły zimą i chłodny latem, a także o tym, jakie będą koszty ogrzewania domu. Właściwą ciepłochronność łatwiej nadać ścianom dwuwarstwowym niż jednowarstwowym, które mają naturalne miejsca ucieczki ciepła.²

² <http://ekobudowanie.pl/sciany/1506-jakie-sciany-jedno-czy-dwuwarstwowe>



Ilustracja 17: Struktura ściany dwuwarstwowej, kotwy do montażu izolacji (źródło: Wienerberger GmbH)

4.1 Konstrukcja nośna dwuwarstwowych ścian zewnętrznych

Funkcję strukturalną pełni wewnętrzna przestrzeń. Zewnętrzne warstwy unoszą swój własny ciężar.

4.2 Materiały izolacyjne używane przy dwuwarstwowych ścianach zewnętrznych

W wielu przypadkach używa się paneli izolacyjnych- piankowych, jako głównej izolacji. Ponieważ grubość izolacji jest ograniczona do 20 cm, a materiał, aby mógł spełnić standardy domów pasywnych musi mieć współczynnik λ pomiędzy 0.022 a 0.028 W/mK.

4.3 Kotwienie w zewnętrznych ścianach dwuwarstwowych

Ściana zewnętrzna zabezpieczona jest kotwami. Kotwy mogą mieć długość do 20 cm.

4.4 Ochrona dwuwarstwowych ścian zewnętrznych przed działaniem warunków atmosferycznych

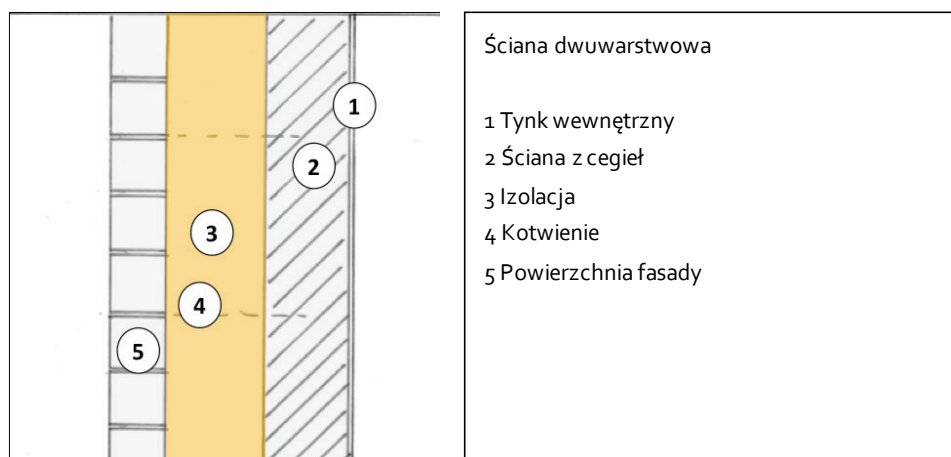
Ściana zewnętrzna musi być odporna na działanie pogody. Można używać: cegieł klinkierowych, cegieł silikatowych i bloczków wykonanych z betonu komórkowego.



Ilustracja 18: Ściana z kotwami (źródło: Schulze Darup)



Ilustracja 19: Wykończenie cegłą fasady wokół okna, płaszczyna izolacji = 20 cm, $\lambda = 0.025 \text{ W/mK}$; $U = 0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$ (źródło: Schulze Darup)



Ilustracja 20: Diagram przedstawia ścianę dwuwarstwową wg. Standardów budynków pasywnych; izolacja musi spełniać następujące warunki $\lambda \cong 0.02$ do 0.025 W/mK ; kotwy muszą posiadać odpowiedni certyfikat. Muszą sięgać do 20 cm w strukturę ściany (źródło: Schulze Darup)

4.5 Wartość U zewnętrznej ściany dwuwarstwowej

Skoro ściana zewnętrzna jest ubezpieczana przy użyciu kotwienia to przestrzeń pomiędzy ścianami przeznaczona na izolację ograniczona jest do 20 cm. W tym wypadku kalkulacja wygląda w następująco: $U = 0.126 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla izolacji = 20 cm i λ na poziomie 0.027 W/mK .

Jeśli wewnętrzna część dwuwarstwowej ściany ma porowatą strukturę a izolacja charakteryzuje się współczynnikiem $\lambda = 0.025 \text{ W/mK}$, to wartość U waha się od 0.12 do $0.13 \text{ W/m}^2\text{K}$, wg. standardów domów pasywnych, to izolacja może mieć grubość 16 cm.

Powierzchnie (od wew. dozew.)	d	λ
1 Wewnętrzny tynk	1.50	0.700
2 Ściana z cegieł	17.50	0.900
3 Izolacja	20.00	0.027
4 Opcjonalnie wolna przestrzeń *	0.00	0.000
5 Zewnętrzna ściana	11.50	1.000
Corr. 1.00	Grubość [cm]	50.50
		Wartość U
		0.126

Ilustracja 21: Kalkulacja U dla podwójnych ścian; jeśli materiał izolacyjny charakteryzuje się $\lambda = 0.027 \text{ W/mK}$, wtedy izolacja może mieć grubość 20 cm thick. * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę.

Powierzchnie (od wew. dozew.)	d	λ
1 Tynk wewnętrzny	1.50	0.700
2 Ściana z cegieł	17.50	0.140
3 Izolacja	16.00	0.025
4 Powierzchnia wypełniona powietrzem (50 mm),*	5.00	0.000
5 Ściana zewnętrzna	11.50	1.000
Corr. 1.00	Grubość [cm]	46.50
		Wartość U
		0.126

Ilustracja 22: Jeśli dwuwarstwowa ściana wykonana z cegły posiada porowatą ścianę wewnętrzną a współczynnik $\lambda = 0.025 \text{ W/mK}$, to U waha się od 0.12 do $0.13 \text{ W/m}^2\text{K}$, więc możliwe jest zastosowanie izolacji o grubości 16 cm * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę.

Ekskurs ...

... nowoczesne fasady produkujące energię

W najbliższych latach budynki uniezależnią się od centralnych źródeł energii. Obecnie już widać, że budynki wyposażone są w odpowiednie urządzenia zdolne produkować energię potrzebną do funkcjonowania obiektu. Na fasadach, ścianach osłonowych montuje się panele fotowoltaiczne.



Ilustracja 23: Panele słoneczne zintegrowane z fasadą budynku (po lewej stronie) oraz z częścią balkonów (po prawej) (źródło: Fa. Ertex Solar)

5. Kryteria jakościowe przy produkcji systemów izolacyjnych

5.1 Zapewnienie jakości podczas fazy planowania

Budynki o niskim zużyciu energii powinny być starannie planowane przez grupy specjalistów reprezentujących różne dziedziny.

Przy wyborze odpowiedniego systemu izolacji powinny być brane pod uwagę preferencje użytkowników oraz element związane z budową całej struktury zarówno pod kątem technicznym, jak i architektonicznym. Dodatkowo aspekty techniczne, prawne oraz te związane z ochroną przeciwpożarową, odgrywają bardzo ważną rolę.

Obecnie akceptowalne są tylko te budynki, które spełniają warunki dotyczące ochrony przed utratą ciepła. Współczynnik U wynosi $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$, warunki dotyczące szczelności i minimalizowania występowania mostków termicznych muszą być spełnione.

Im prostszy projekt budynku i mniej skomplikowana jego struktura, tym lepsze przełożenie na efektywność obiektu.

Systemy nie powinny być skomplikowane, ale powinny być łatwe do obsługi przez pracowników i proste w utrzymaniu.

5.2 Zapewnienie jakości podczas budowania

Jeśli planowanie oraz harmonogramowanie zostało prawidłowo przeprowadzone, oraz wszystkie niezbędne specyfikacje zostały ujęte w SIWZ to zadaniem wykonawcy jest tak poprowadzić inwestycję, aby wszystkie zaplanowane cele zostały osiągnięte.

Jest bardzo istotne, aby wszystkie warunki kontraktowe zostały jasno i precyzyjnie sformułowane. Grupa zajmująca się budową takich energooszczędnych budynków powinna składać się ze specjalistów reprezentujących różne dziedziny.

Wykonawca musi mieć jasno sprecyzowane wymagania odnośnie jego pracy i powierzonych mu zadań. Tylko wtedy uda się uniknąć poważnych nieporozumień i błędów.

Podczas procesu inwestycyjnego musi być ciągły kontakt pomiędzy wykonawcą a inwestorem. Wszelkie nowinki techniczne powinny być, jeśli to możliwe, na bieżąco wykorzystywane przy budowie danego obiektu. Można skorzystać ze szkoleń oferowanych przez agencje ds. energetyki, producentów etc.

Wszelkie prace powinny być nadzorowane przez architekta, który czuwa nad prawidłową realizacją inwestycji zgodnie z zatwierdzonym projektem oraz według ustalonych reguł i zasad.

5.3 Szczelność

Standard domów pasywnych dla innych budynków wymaga wartości ACH_{50} przy wartości 0.6 1/h, w teście szczelności „blower-door”.

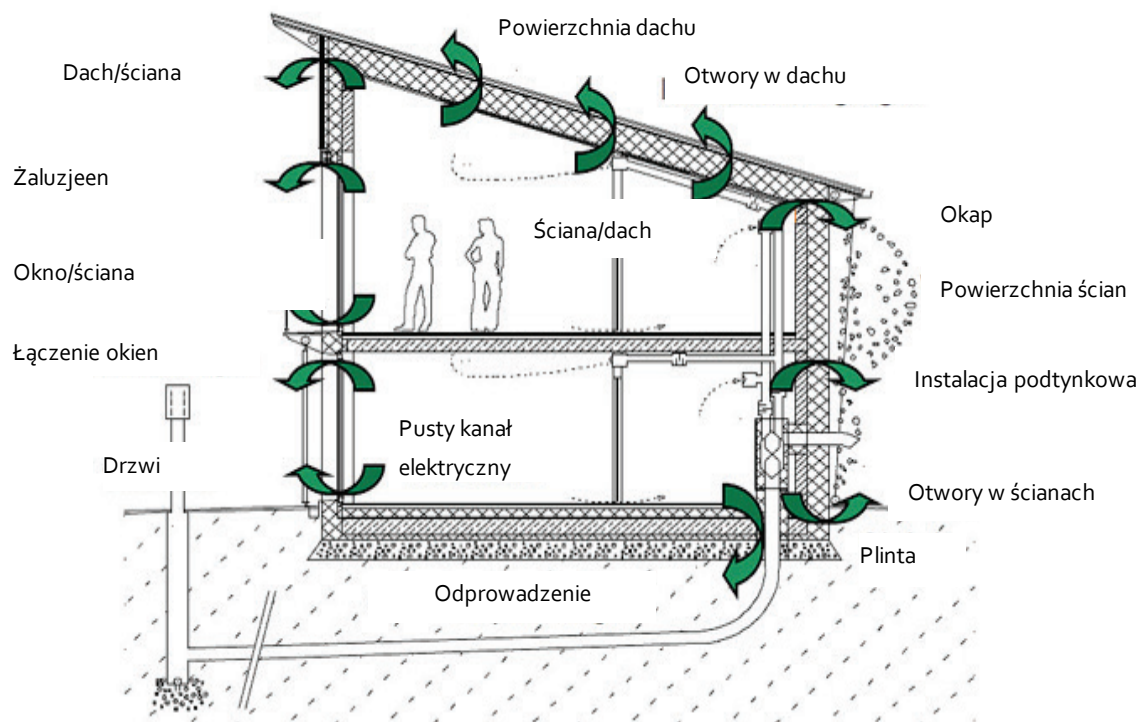
Warstwa nieprzepuszczająca powietrza musi być brana pod uwagę od samego początku przy planowaniu budowy.

W konstrukcjach wykonanych z drewna warstwa nieprzepuszczająca powietrze zazwyczaj usytuowana jest na okładzinie oraz wewnątrz systemu nośnego.

W konstrukcjach bezramowych usytuowana jest ona wewnątrz warstwy litego drewna.

W konstrukcjach bezramowych ścian zewnętrznych warstwa nieprzepuszczająca powietrze formowana jest przy użyciu wewnętrznego tynku.

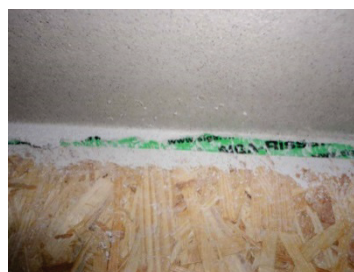
Poniższy rysunek przedstawia przegląd potencjalnych miejsc w budynku, gdzie mogą wystąpić nieszczelności (elementy z łączeniami i miejsca przenikania).



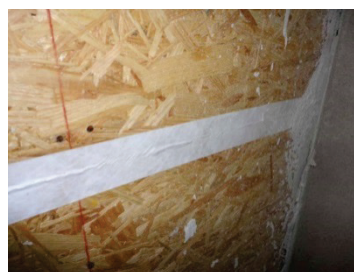
Ilustracja 24: Przekrój przez dom pasywny prezentujący miejsca narażone na nieszczelności (źródło: Schulze Darup, PHS 2.1 slajd p. 20, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)



Ilustracja 25: Pomiar nieszczelności dachu (źródło: Schulze Darup)



Ilustracja 26: Szczelne połączenie między ścianą wykonaną z drewna a sufitem na pomieszczeniach parterowych (źródło: Schulze Darup)



Ilustracja 27: Warstwa szczelna w drewnianych konstrukcjach (źródło: Schulze Darup)

Film o szczelnych budynkach:

<https://www.youtube.com/watch?v=Sg-lsMmqDQ>

5.4 Minimalizowanie występowania mostków cieplnych

Mostek termiczny/cieplny – część obudowy budynku, w której jednolity opór cieplny jest znacznie zmniejszony przez:

- całkowite lub częściowe przebicie obudowy budynku przez materiały o innym współczynniku przewodzenia ciepła
- zmianę grubości warstw materiałów
- różnicę między wewnętrznymi i zewnętrznymi powierzchniami przegród, jaka występuje w połączeniach ściana/podłoga/sufit.

Ψ liniowy współczynnik przenikania ciepła mostka cieplnego przyjęty wg PN-EN14683:2001 lub obliczony zgodnie z PN-EN 10211-1:2002 mierzony w W/mK.

Mostki termiczne występują najczęściej w ścianach fundamentowych, połączeniach balkonu ze stropem, ościeżach otworów okiennych i drzwiowych, nadprożach i wieńcach oraz górnych krawędziach ścian szczytowych. Pojawiają się z powodu błędów przy projektowaniu konstrukcji domu i jego detali lub przy samej budowie, m.in. na skutek nieprawidłowego montażu drzwi i okien.

Mostki termiczne można wykryć w trakcie badań termowizyjnych domu. Straty ciepła przez mostki trzeba oszacować przy przygotowywaniu charakterystyki energetycznej budynku.

5.5 Dodatkowe kryteria jakościowe

W zależności od konstrukcji stosuje się różne rozwiązania:

Konstrukcje ścian zewnętrznych z systemem kompozytowej izolacji (ETICS): W tym przypadku problem z mostkami termicznymi jest podobny do tego, jaki występuje przy konstrukcjach bezramowych: nie ma problem na skrzyżowaniu płaszczyzn ścian i sufitów, na rogach ścian jeśli izolacja jest dobrze położona i odpowiednio gruba. W ostatnich latach rozwój technologii budowania doprowadził do zminimalizowania występowania mostków termicznych.

Ściany zewnętrzne ze ścianami osłonowymi: Zasadniczo to samo dotyczy ścian zewnętrznych z systemem ETICS. Z uwagi na konieczność zastosowania konstrukcji nośnej, należy wziąć pod uwagę skalkulowaną wartość współczynnika U. Dodanie lekkich elementów konstrukcyjnych na fasadę budynku nie jest problemem ponieważ zostaną one umieszczone na rusztowaniu nośnym. Likwidacja mostków termicznych powinna być przeprowadzona z punktu widzenia charakteru konstrukcji.

Konstrukcje ścian zewnętrznych jednowarstwowych: Wszystkie element konstrukcyjne charakteryzujące się zmiennym współczynnikiem przewodności cieplnej, stykając się ze ścianami zewnętrznymi przyczyniają się do zwiększenia bilansu energetycznego. To się głównie odnosi do sufitów (obciążenie) oraz ścian (funkcje dźwiękoszczelne). Z drugiej strony, cokoły i łączenia dachu charakteryzują się ujemnym bilansem ciepła.

Konstrukcje ścian zewnętrznych dwuwarstwowych: Zasadniczo to samo dotyczy ścian dwuwarstwowych co ścian zewnętrznych ze ścianami osłonowymi.

6. Spis ilustracji

Ilustracja 1: Izolacja ETICS z punktem kotwienia (redukcja mostków termicznych) - światło (źródło: Schulze Darup)	5
Ilustracja 2: Izolacja ETICS (redukcja mostków termicznych) - tralka (źródło: Schulze Darup)	6
Ilustracja 3: Diagram przedstawia konstrukcję bezramową ściany z kompozytowym materiałem izolacyjnym (źródło: Schulze Darup).....	7
Ilustracja 4: Wymagane wartości współczynnika odbicia rozproszonego i grubości warstwy tynku w systemach bezspoinowego ocieplania ścian (wg austriackiej normy ONORM B 6410:2002) (Źródło: s. 17 Murarstwo i tynkarstwo. Odbiory, naprawa i rozliczenia - Włodzimierz Martinek)	7
Ilustracja 5: Kalkulacja współczynnika U dla bezramowych konstrukcji z kompozytową izolacją termiczną. Grubość izolacji 26 wartość λ to 0.035 W/mK, wartość U równa 0.127 W/m ² K.....	8
Ilustracja 6: "Schwarzer Panther" ("Czarna Pantera"), Graz, Austria, architekt: GSarchitects Graz. Ściany osłonowe jako fasada ze szkła (źródło: STO).....	9
Ilustracja 7: System ścian zewnętrznych z drewnianymi ścianami osłonowymi - Seestadt Aspern, Wiedeń, Austria (źródło: Weissenseer Holz-System-Bau GmbH).....	9
Ilustracja 8: System kotwień dla ścian osłonowych o minimalnym występowaniu mostków termicznych – $\Delta U_{WB} \leq 0.01$ W/m ² K (źródło: Fa. STO).....	10
Ilustracja 9: Dystans wykonany z nierdzewnej stali (źródło: Sto SE & Co. KGaA).....	11
Ilustracja 10: Diagram przedstawia ścianę bezramową ze ścianą osłonową; ważne jest dobranie systemu kotwień minimalizującego występowanie mostków termicznych (źródło: Schulze Darup).....	11
Ilustracja 11: kalkulacja współczynnika U dla ścian osłonowych; jako porównanie do kompozytowego system izolacji, konstrukcja jest grubsza z powodu dodatkowego system nośnego oraz okładzin. * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę.....	12
Ilustracja 12: Kalkulacja współczynnika U dla ścian osłonowych z izolacją próżniową (VIP); przy $\lambda = 0.008$ W/mK cała grubość struktury może wynosić 31 cm (włączając wolną przestrzeń i okładziny) oraz izolację VIP = 6.5 cm. * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę.	12
Ilustracja 13: Konstrukcja ściany jednowarstwowej dla budynku pasywnego; występowanie mostków termicznych przy łączeniu dachu z tarasem musi być wzięte pod uwagę w projekcie i szczegółowo przeanalizowane (źródło: Schulze Darup).....	13
Ilustracja 14: Diagram przedstawia ścianę jednowarstwową budynku pasywnego; otwory/ubytki wypełnione są materiałem izolacyjnym; około 4 cm tynku izolacyjnego położonego jest po zewnętrznej stronie ściany (źródło: Schulze Darup).....	14
Ilustracja 15: Kalkulacja współczynnika U dla ściany zewnętrznej jednowarstwowej w budynku pasywnym. Grubość cegły = 49 cm ($\lambda = 0.070$ W/mK) plus 4 cm tynku izolacyjnego.....	14
Ilustracja 16: Prototyp prefabrykowanego element ściany z izolacją wykonaną ze słomy (źródło: GrAT)	15
Ilustracja 17: Struktura ściany dwuwarstwowej, kotwy do montażu izolacji (źródło: Wienerberger GmbH).....	16
Ilustracja 18: Ściana z kotwami (źródło: Schulze Darup).....	17
Ilustracja 19: Wykończenie cegłą fasady wokół okna, płaszczyzna izolacji = 20 cm, $\lambda = 0.025$ W/mK; U = 0.12 W/m ² K (źródło: Schulze Darup)	17

- Ilustracja 20: Diagram przedstawia ścianę dwuwarstwową wg. Standardów budynków pasywnych; izolacja musi spełniać następujące warunki $\lambda \cong 0.02$ do 0.025 W/mK; kotwy muszą posiadać odpowiedni certyfikat. Muszą sięgać do 20 cm w strukturę ściany (źródło: Schulze Darup)... 17
- Ilustracja 21: Kalkulacja U dla podwójnych ścian; jeśli materiał izolacyjny charakteryzuje się $\lambda = 0.027$ W/mK, wtedy izolacja może mieć grubość 20 cm thick. * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę. 18
- Ilustracja 22: Jeśli dwuwarstwowa ściana wykonana z cegły posiada porowatą ścianę wewnętrzną a współczynnik $\lambda = 0.025$ W/mK, to U waha się od 0.12 do 0.13 W/m²K, więc możliwe jest zastosowanie izolacji o grubości 16 cm * Cyrkulacja powietrza i okładziny nie zostały wzięte pod uwagę. 18
- Ilustracja 23: Panele słoneczne zintegrowane z fasadą budynku (po lewej stronie) oraz z częścią balkonów (po prawej) (źródło: Fa. Ertex Solar) 19
- Ilustracja 24: Przekrój przez dom pasywny prezentujący miejsca narażone na nieszczelności (źródło: Schulze Darup, PHS 2.1 slajd p. 20, zaadaptowane na potrzeby szkolenia) 21
- Ilustracja 25: Pomiar nieszczelności dachu (źródło: Schulze Darup)..... 21
- Ilustracja 26: Szczelne połączenie między ścianą wykonaną z drewna a sufitem na pomieszczeniach parterowych (źródło: Schulze Darup) 21
- Ilustracja 27: Warstwa szczelna w drewnianych konstrukcjach (źródło: Schulze Darup)..... 21

7. Informacja

Materiał opublikowany przez:



e-genius – Verein zur Förderung und Entwicklung offener Bildungsmaterialien im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich

Postfach 16
1082 Wiedeń
Austria
Email: info(at)e-genius.at

Lider projektu:
Dr. Katharina Zwiauer
Email: katharina.zwiauer(at)e-genius.at

Autorzy / opracowanie metodyczne: Dr. Burkhard Schulze Darup, Dr. Katharina Zwiauer, Magdalena Burghardt, MA
Układ graficzny: Magdalena Burghardt, MA

Ten moduł szkoleniowy został opracowany we współpracy z:
Maciej Siemiątkowski
Polski Związek Pracodawców Budownictwa
ul. Żelazna 59A lok. 0026
00-848 Warszawa
<http://www.pzpb.com.pl>

Edycja: Marek Stempień

Sierpień 2015

Niniejszy projekt został sfinansowany przy wsparciu Komisji Europejskiej. Dokument ten wyraża opinie jedynie jego autora, Komisja nie ponosi odpowiedzialności z tytułu jakiegokolwiek wykorzystania zawartych w nim informacji.



Podstawą do stworzenia powyższego materiału szkoleniowego był projekt „Building of Tomorrow”.



Stopka

Powyższe materiały szkoleniowe objęte są licencją Creative Commons Licence:



Creative Commons Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe License.

Wolno:

- Dzielenie się — kopiuj i rozpowszechniaj utwór w dowolnym medium i formacie

Licencjodawca nie może odwołać udzielonych praw, o ile są przestrzegane warunki licencji.

Na następujących warunkach:

- Uznanie autorstwa — Utwór należy odpowiednio oznaczyć, podać link do licencji i wskazać jeśli zostały dokonane w nim zmiany. Możesz to zrobić w dowolny, rozsądny sposób, o ile nie sugeruje to udzielania przez licencjodawcę poparcia dla Ciebie lub sposobu, w jaki wykorzystujesz ten utwór.
- Użycie niekomercyjne — Nie należy wykorzystywać utworu do celów komercyjnych
- Bez utworów zależnych — Remiksując, przetwarzając lub tworząc na podstawie utworu, nie wolno rozpowszechniać zmodyfikowanych treści.

Brak dodatkowych ograniczeń — Nie możesz korzystać ze środków prawnych lub technologicznych, które ograniczają innych w korzystaniu z utworu na warunkach określonych w licencji.

Prawa autorskie przydzielone s do platform e-genius:

Tekst: autorzy jednostek szkoleniowych, data publikacji, tytuł, wydawca: Verein e-genius, www.e-genius.at/pl

Ilustracje: prawa autorskie, e-genius – www.e-genius.at/pl

Wyłączenie odpowiedzialności:

Wszelkie treści zawarte na platformie e-genius zostały starannie sprawdzone. Jednakże wydawca nie może gwarantować poprawności, kompletności, aktualności i dostępności treści. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za szkody i straty powstałe w wyniku użytkowania lub wykorzystywania treści zamieszczonych na platformie. Udostępnienie treści na platformie e-genius nie zastępuje specjalistycznej porady, a dostępność treści nie stanowi żadnej wiążącej propozycji do podjęcia jakiegokolwiek konsultacji.

e-genius zawiera odsyłacze do innych stron internetowych. Umieszczenie odsyłaczy na platformie stanowi formę zaprezentowania (również innych) opinii; nie oznacza to, że wydawca zgadza się z treściami przedstawionymi na powiązanych stronach internetowych. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za strony internetowe, do których kierują odsyłacze. Dotyczy to zarówno ich dostępności, jak i treści zawartych na tych stronach. Według stanu wiedzy administratorów, powiązane strony internetowe nie zawierają treści niezgodnych z

prawem; jeżeli administrator dowie się o takich treściach, odsyłacz zostanie usunięty zgodnie z obowiązującym prawem.

Treści pochodzące z powiązanych stron internetowych są odpowiednio oznaczone. Jeśli jednak dostrzegą Państwo jakiegokolwiek naruszenie praw autorskich, prosimy o niezwłoczne skontaktowanie się z nami. W przypadku naruszenia praw autorskich, przedmiotowe treści zostaną natychmiast usunięte bądź skorygowane.

Link do platformy szkoleniowej: <http://www.e-genius.at/pl>