

Renowacja cieplna budynków – Renowacja różnego rodzaju elementów

Streszczenie

W następujących sekcjach zostały opisane efektywne sposoby remontu różnych elementów budynku, w zależności od jego stanu. Poniżej zostały zaprezentowane szczegóły budowy wraz z potencjalnymi problemami (np. mostki termiczne). Dodatkowo, zostały omówione kluczowe czynniki w przypadku doboru materiałów.

Cele

Ukończywszy ten moduł uczeń będzie umiał ...

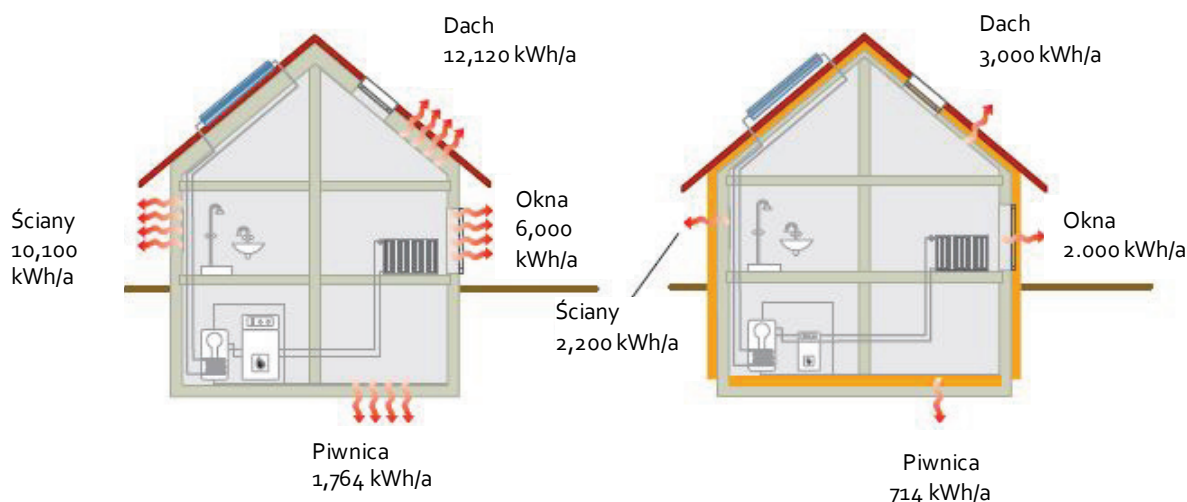
- wymienić i opisać środki potrzebne do przeprowadzenia modernizacji termicznej
- zdefiniować zjawiska - mostek cieplny
- przedstawić sposoby rozwiązywania problemu dotyczącego występowania mostków cieplnych
- nazwać i objaśnić alternatywy dla zapewnienia izolacji poszczególnych elementów budynku
- wybrać materiał izolacyjny dla poszczególnych elementów budynku

Zawartość

| | |
|---|----|
| Streszczenie | 1 |
| Cele..... | 1 |
| 1. Jak remontować ścianę zewnętrzną | 3 |
| 1.1 Zewnętrzna izolacja ze złożonym systemem izolacji ścian zewnętrznych (ETICS)..... | 3 |
| 1.1.1 Materiały dla ETICS | 4 |
| 1.1.2 Postępowanie przy montażu ETICS..... | 4 |
| 1.2 Zewnętrzna izolacja ze ścianą osłonową i izolacją wewnętrzną..... | 6 |
| 1.2.1 Materiały na ściany osłonowe | 6 |
| 1.2.2 Postępowanie przy montażu termoizolacji w ścianie osłonowej..... | 7 |
| 1.3 Izolacja wewnętrzna | 7 |
| 1.3.1 Materiały na izolację wewnętrzną..... | 7 |
| 1.3.2 Postępowanie przy montażu izolacji wewnętrznej | 8 |
| 2. Jak odnawiać dach..... | 10 |
| 2.1 Materiały do izolacji dachu | 11 |
| 2.2 Postępowanie przy izolacji dachów | 12 |
| 3. Jak odnawiać strop najwyższej kondygnacji..... | 13 |
| 3.1 Materiały na izolację stropu najwyższej kondygnacji | 13 |
| 3.2 Postępowanie przy izolacji stropu najwyższej kondygnacji..... | 14 |
| 4. Jak odnawiać strop piwnicy/płytę podłogową..... | 14 |
| 4.1 Materiały do izolacji stropu piwnicy/płyty podłogowej..... | 15 |
| 4.2 Postępowanie przy izolacji stropu piwnicy/płyty podłogowej..... | 15 |
| 4.2.1 Jeżeli istnieje piwnica..... | 15 |
| 4.2.2 Jeżeli nie ma piwnicy | 17 |
| 5. Jak przeprowadzać renowację okien i drzwi..... | 17 |
| 5.1 Okna..... | 17 |
| 5.1.1 Materiały na okna..... | 18 |
| 5.1.2 Postępowanie przy renowacji okien..... | 18 |
| 5.2 Drzwi..... | 19 |
| 6. Minimalizowanie efektu mostka termicznego i zapewnianie szczelności..... | 20 |
| 6.1 Mostki termiczne | 20 |
| 6.2 Uszczelnienie..... | 22 |
| 6.2.1 Badanie szczelności powietrznej budynku - Blower door test | 23 |
| 7. Spis ilustracji | 24 |
| 8. Informacja | 25 |

1. Jak remontować ścianę zewnętrzną

Ściany zewnętrzne stanowią znaczną część powierzchni przenoszących ciepło w ramach przegród zewnętrznych budynku, dlatego ich izolacja jest istotna w przypadku prowadzonej renowacji.



Ilustracja 1: Porównanie ilości utraty ciepła przenikającego przez powłokę budynku przed i po zastosowaniu izolacji (Źródło: Deutsche Energie-Agentur, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

Ściany zewnętrzne mogą być izolowane na **trzy sposoby**: izolacją na **zewnątrz**, **wewnątrz muru** lub **od wewnątrz**.

Od tego, która opcja zostanie wybrana zależy, między innymi, w jakim stanie znajduje się budynek.

Zewnętrzna izolacja jest najbardziej powszechną, fizycznie najprostszą i zwykle najbardziej efektywną opcją. W takim wypadku, izolacja jest stosowana na zewnątrz ściany zewnętrznej.

Co oznacza termin fizyka budowli?

Fizyka budowli dotyczy fizycznych procesów zachodzących w budynkach. Na przykład: ogrzewania, zawilgocenia, ochrony przed pożarem i hałasem. Zajmuje się także strukturą budynku oraz jej zużyciem.

Jeżeli istniejąca ściana jest murem **podwójnym** (szczelinowym), **rdzeniowa izolacja** może zostać wpasowana w przestrzeń pomiędzy dwoma murami.

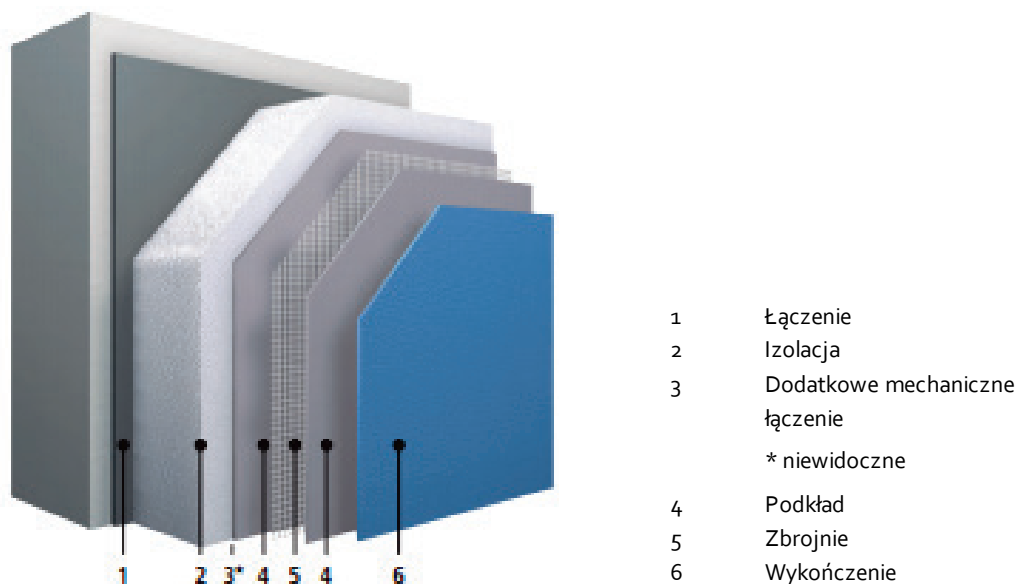
Izolacja od wewnątrz jest opcją głównie stosowaną dla **zarejestrowanych zabytków**, fasady których nie wolno zmieniać. W takim wypadku **izolację stosuje się od wewnątrz ściany zewnętrznej**.

1.1 Zewnętrzna izolacja ze złożonym systemem izolacji ścian zewnętrznych (ETICS)

Złożony system izolacji ścian zewnętrznych (ETICS – external thermal insulation composite systems) składa się z warstwy izolacyjnej zespolonej lub/i zakotwionej do warstwy

konstrukcyjnej, warstwa zbrojąca (zaprawa + siatka z włókna) i wyprawa elewacyjna (tynk cienkowarstwowy).

ETICIS jest głównie dostarczany przez producentów jako rozwiązanie systemowe, co oznacza, że materiał izolacyjny, mocowanie i warstwa wykończeniowa są do siebie dobrane.



Ilustracja 2: Struktura ETICS (źródło: Sto SE & Co. KgaA, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

Dla uzyskania **wysoce efektywnej izolacji zewnętrznej**, warstwy izolacyjne od **20 do ponad 30 cm grubości** są technicznie wykonalne. W niektórych przypadkach, może to uczynić wykonanie bardziej kosztownym. Pomimo nieco wyższych kosztów inwestycyjnych grube warstwy izolacji opłacają się ze względu na redukcję kosztów ogrzewania.

Równoległe do redukcji zapotrzebowania na energię grzewczą, zewnętrzna izolacja rozwiązuje również problemy ciepłno-wilgotnościowe: ze względu na wyższą temperaturę na powierzchniach wewnętrznych, unika się kondensacji i tworzenia pleśni.

1.1.1 Materiały dla ETICS

Systemy ETICS są dostępne z wachlarzem różnych materiałów, takich jak pianki izolacyjne, syntetyczne włókna mineralne, płyty z wełny mineralnej, materiały izolacyjne pochodzenia roślinnego i izolacja próżniowa.

W zależności od istniejącego materiału, można zastosować różne systemy mocowania zewnętrznej izolacji. Na gładkiej, czystej ścianie murowanej panele izolacyjne mogą być przyklejone. W przypadku ponownego ocieplenia wcześniej ocieplonej ściany zawsze wymagane jest mocowanie mechaniczne.

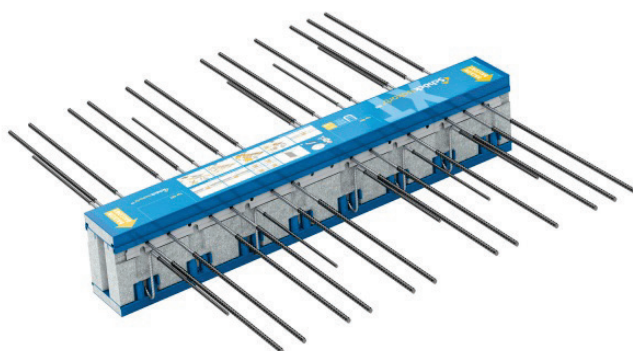
1.1.2 Postępowanie przy montażu ETICS

Istniejąca powierzchnia musi zawsze zostać zbadana przed instalacją ETICS. Nowe budynki z reguły nie stwarzają trudności, natomiast na potrzeby prac renowacyjnych

konieczne jest **zbadanie starego tynku** do którego ma być zamocowana izolacja, na przykład w poszukiwaniu ubytków.

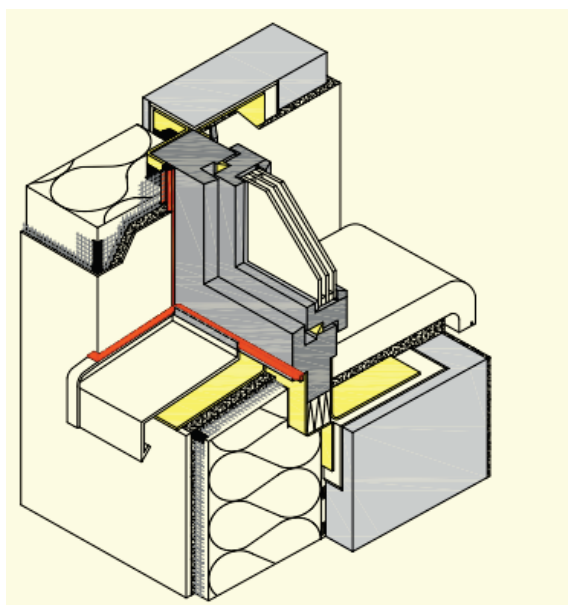
W czasie instalacji ważne jest aby zakotwić i przykleić elementy dokładnie tak, jak zaleca to producent systemu. **Powierznię, która będzie izolowana należy starannie sprawdzać**, zwłaszcza u podnóża ścian, wokół okien i na łączeniach elementów (np. okap, gzyms).

Mostki termiczne w zewnętrznej ścianie powstają **na wszystkich połączeniach, w szczególności przy wystających elementach** które nie są izolowane termicznie, takich jak balkony i zadaszenia.



Ilustracja 3: Element nośny izolacji termicznej – balkon (źródło: Schöck Bauteile GmbH)

Jeżeli uzyskanie **szczelnej warstwy wewnątrz ściany zewnętrznej** nie jest możliwe, można tego dokonać **w ramach warstwy klejącej ETICS**. W takim wypadku klej musi zostać **nałożony na całej powierzchni i całkowicie zakrywać pęknięcia**. Dodatkowo łączenia między tynkiem a otworami (np. oknami i drzwiami) muszą zostać wykonane szczelnie na całej długości.



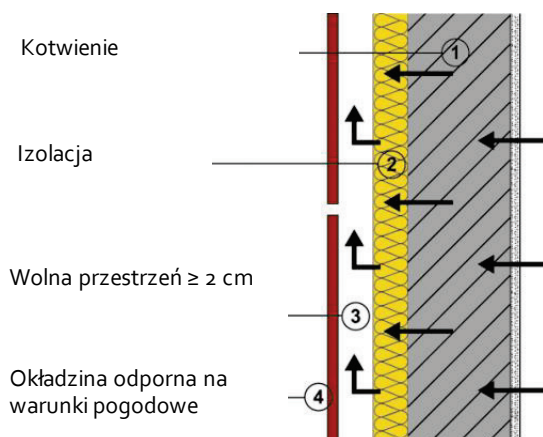
Ilustracja 4: Izolacja parapetu – rysunek szczegółowy (źródło: Sto SE & Co. KGaA)



Ilustracja 5: Spoiny pomiędzy zewnętrzną izolacją a oknami muszą być wykonane starannie (źródło: Schulze Darup)

1.2 Zewnętrzna izolacja ze ścianą osłonową i izolacją wewnętrzną

Ściany osłonowe mogą składać się z warstwy izolacyjnej zamocowanej na zewnętrznej powierzchni zewnętrznej ściany nośnej i okładziny fasadowej zamontowanej na zewnątrz, zwykle z przestrzenią od wewnątrz. Taka konfiguracja wymaga elastycznego systemu mocowania który może być realizowany na różne sposoby, powinien również minimalizować efekt mostka termicznego. Ściany osłonowe mogą być również wytwarzane jako prefabrykowane elementy drewniane.



Ilustracja 6: Struktura fasady z wolną przestrzenią wewnątrz (źródło: www.FVHF.de, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

Budowa ściany osłonowej:

<https://youtu.be/23zRoOuszxo>

Izolacja rdzeniowa dotyczy szczególnej formy ściany osłonowej w której druga powłoka murarska stanowi dodatek do murowanej ściany nośnej i zewnętrznej izolacji. Zewnętrzna powłoka jest zwykle zabezpieczona kotwami ze stali nierdzewnej.

1.2.1 Materiały na ściany osłonowe

Wielką zaletą ścian osłonowych jest dowolność wyboru w kwestii materiału. Izolacja może przybrać formę mineralnych paneli izolacyjnych, spienionych paneli, a nawet izolacji wsypywanej, jeżeli zewnętrzna warstwa graniczna stanowi barierę wiatrową. To oznacza, że

można zastosować prawie każdy materiał izolacyjny, a zwłaszcza wytwarzany z surowców odnawialnych. To samo odnosi się do samej ściany osłonowej: każda opcja może być dobrana ze względów architektonicznych bądź funkcjonalnych – drewno, materiały na bazie drewna, metal, ceramika albo szkło.

W wypadku **izolacji rdzeniowej** należy dokonać rozróżnienia **między instalacją w trakcie stawiania ściany** oraz **późniejszą iniekcją do wewnątrz istniejącej przestrzeni**.

Dla nowych konstrukcji istnieje szeroki wybór materiałów, ale tylko **hydrofobowe materiały izolacyjne** (włączając materiały hydrofobizowane na drodze obróbki) **mogą być stosowane do iniekcji**, ponieważ wilgoć może wpływać na przestrzeń między ścianami.

1.2.2 Postępowanie przy montażu termoizolacji w ścianie osłonowej

Ten system ma tę **zaletę**, że można go zastosować w **każdym przypadku**; w czasie renowacji budynku łatwo jest poradzić sobie z uszkodzeniami i nieregularnościami występującymi na fasadzie. Szeroka swoboda wyboru tyczy się zarówno systemu kotwienia, jak i ogólnej instalacji. **Wady**: system mocowania obejmuje **mostki termiczne**, które generalnie powodują, że **wymagana jest grubsza warstwa izolacji** aby osiągnąć pożądany poziom izolacji.. Ponadto, ściany osłonowe kosztują od 20 do ponad 100 procent więcej niż ETICS. W każdym wypadku należy dokonać sprawdzenia, czy ściana osłonowa okaże się rozwiązaniem korzystniejszym ekonomicznie ze względu na oszczędności przy konserwacji w trakcie czasu użytkowania.

W istniejącym budynku niez izolowana przestrzeń w podwójnym murze może być zaizolowana w drugiej kolejności. **Ważne jest, aby przestrzeń miała co najmniej 5 cm szerokości i mogła być kompletnie wypełniona materiałem izolacyjnym**, tak aby uniknąć tworzenia się mostków termicznych. Ponieważ przy izolacji rdzeniowej najczęściej istnieje przestrzeń tylko na cienkie warstwy, izolacja zwykle jest dużo słabsza, jak w wypadku izolacji zewnętrznej. Izolacja rdzeniowa jest zatem wybierana raczej tylko wtedy, gdy istniejący budynek tego wymaga (na przykład w wypadku budynków zabytkowych).

Wskazówka

Z punktu widzenia fizyki budowli dobrym pomysłem jest suplementować izolację rdzeniową izolacją od wewnątrz.

1.3 Izolacja wewnętrzna

Izolacja wewnętrzna jest możliwym wyborem dla budynków zabytkowych bądź budynków których fasada nie może zostać zmieniona ze względów estetycznych bądź innych przyczyn eliminujących zewnętrzną izolację jako rozwiązanie.

W porównaniu do izolacji zewnętrznej, izolacja wewnętrzna jest bardziej skomplikowana z punktu widzenia fizyki budowli, osiąga też **niższą izolacyjność**. Pomijając rozważania fizyczne, grubość izolacji jest ograniczona, ponieważ zmniejsza ona przestrzeń użytkową wewnątrz.

1.3.1 Materiały na izolację wewnętrzną

Materiały izolacyjne łatwo poddające się dyfuzji (np. te pochodzenia roślinnego bądź zwierzęcego) **mają tutaj swoje zastosowanie**, aby uniknąć zbierania się wilgoci i

formowania się pleśni wewnątrz izolacji. **Do prac tynkarskich należy także zastosować materiały poddające się dyfuzji** (np. glina bądź tynk wapienny).



Ilustracja 7: trzcina i tynk wapienny mogą zostać zastosowane do izolacji wewnętrznej otwartej na dyfuzję (źródło: GrAT)



Ilustracja 8: Izolacja wewnętrzna z zastosowaniem paneli otwartych na dyfuzję (źródło: ISOTEC GmbH)

Jeżeli stosowane są materiały zamknięte na dyfuzję, hermetyczna paroizolacja musi zostać zainstalowana od wewnątrz. Musi to być wykonane z wielką starannością, tak aby uniknąć wad (łączeń, przecieków, pęknięć) a w konsekwencji zawilgocenia.

Jeżeli fizyka budowli jest sprzyjająca, można zastosować wysokowydajne materiały izolacyjne takie jak aerożel, czy izolacja próżniowa.

Co to jest paroizolacja?

Jest to szczelna folia zapobiegająca przenikaniu pary wodnej. Paroizolacja chroni przed szkodliwym działaniem wilgoci, pochodzącej z wnętrza pomieszczeń, na izolację budynku.

1.3.2 Postępowanie przy montażu izolacji wewnętrznej

Izolacja wewnętrzna stanowi wyzwanie z punktu widzenia fizyki budowli. W przeciwieństwie do izolacji zewnętrznej, ściana zewnętrzna nie jest ogrzewana od środka, stąd punkt rosy zostaje przesunięty dalej wewnątrz i znajduje się pomiędzy ciepłą izolacją, a zimną ścianą zewnętrzną.

W punkcie rosy występuje **ryzyko kondensacji wilgoci** i w **konsekwencji powstawania pleśni**. Z tego powodu, w wypadku zastosowania izolacji wewnętrznej należy skonsultować się z doświadczonym specjalistą ds. fizyki budynku.

Co oznacza termin punkt rosy oraz kondensacja?

Punkt rosy jest to temperatura, w której para wodna zawarta w powietrzu osiąga na skutek schładzania stan nasycenia (przy zastanym składzie i ciśnieniu powietrza)[1], a poniżej tej temperatury staje się przesycona i skrapla się.

Kondensacja proces polegający na przejściu znajdującej się w powietrzu pary wodnej ze stanu gazowego w ciekły (skroplenie) lub stały (resublimacja).

W większości wypadków można osiągnąć bardzo efektywną izolację z wartościami U pomiędzy $0,32$ a $0,2$ W/m^2K . Po pierwsze należy zweryfikować, czy wymiar izolacji jest bezpieczny z punktu widzenia fizyki budowli. Obliczenia wartości dyfuzji muszą wykazać, że nie może ona doprowadzić do uszkodzeń elementów spowodowanych wilgocią. Po drugie, **przepływ powietrza dookoła izolacji nie może być możliwy**; materiał izolacyjny musi przylegać do całej powierzchni ściany zewnętrznej. Ponad wszystko, spoiny między sufitymi, ścianami wewnętrznymi i innymi elementami muszą być odpowiednio szczelne.

Łączenia muszą być zaplanowane ze szczegółami i wykonane dokładnie! Łączenia ścian i żelbetowych stropów powinny być wyposażone w zachodzącą izolację, np. z klinami izolacyjnymi, tak aby zredukować mostki termiczne w kierunku ściany zewnętrznej. **W przypadku stropów z drewnianych belek niezbędne jest doszczelnienie końców belek wewnątrz izolacji, tak aby zapobiec konwekcji wilgotnego powietrza na zewnątrz.**

Aby poradzić sobie z mostkami termicznymi na **przecięciu izolacji wewnętrznej i stropu piwnicy**, montuje się dodatkową izolację na wierzchu (zamiast poniżej), tak aby izolacja wewnętrzna i izolacja stropu piwnicy tworzyły ciągłą warstwę.

Przy **oknach**, wewnętrzna izolacja i izolacja wnęki okiennej powinny również tworzyć ciągłą warstwę.

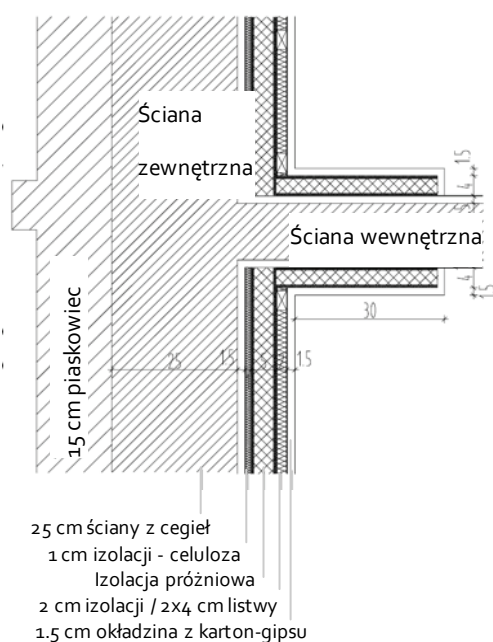
Hermetyczna warstwa (tynk lub paroizolacja) musi się znajdować w ramach izolacji wewnętrznej.

Konwekcja jest główną przyczyną uszkodzeń izolacji wewnętrznej, ponieważ jeżeli ciepłe, wilgotne z wnętrza przepływnie przez strukturę i ochłodzi się po drodze na zewnątrz, skondensuje się para wodna. Kolejnym ważnym aspektem do rozważenia jest to, czy konstrukcja jest **wodoszczelna i nie przemaka np. podczas deszczu spływającego z wyższych elementów**. Im więcej wilgoci wtargnie do wnętrza przegrody, tym większe prawdopodobieństwo uszkodzeń.

Dostarczanie ciepła do pomieszczenia na całej długości izolacji może być dodatkowym środkiem pomocnym w izolacji pomieszczeń. Wtedy temperatura newralgicznych miejsc będzie znacznie podniesiona. Można także **łączyć wewnętrzną izolację z wentylacją mechaniczną**; ciągły dopływ świeżego powietrza utrzymuje wilgotność wewnątrz na niskim poziomie – biorąc pod uwagę dyfuzję i konwekcję.

Podstawowe informacje dotyczące izolacji próżniowej

W specjalnych warunkach izolacja próżniowa jest dostępną alternatywą, która zapewnia osiągnięcie wysokiej izolacyjności przy niewielkich wymiarach. Dla izolacji próżniowej czynniki wymienione powyżej mają szczególne znaczenie: izolacja od deszczu, redukcja mostków termicznych na przecięciach elementów budynku, bardzo staranne wykonanie spoin oraz szczelność budynku. Izolacja próżniowa nie może być przebijana – oznacza to, że wszelkie kotwy i otwory muszą być szczegółowo zaplanowane i starannie wykonane. Izolacja próżniowa jest dobrym wyborem dla obszarów z korzystnymi warunkami z punktu widzenia fizyki budowlanej, takich jak konstrukcje bezszkieletowe z podwójnymi ścianami lub ze ścianami zewnętrznymi niewrażliwymi na spływający deszcz. Konstrukcje drewniane z przecinającymi je belkami, takimi jak na przykład belki stropowe sprawiają problemy i wymagają bardziej dogłębnego planowania.



Ilustracja 9: Izolacja wewnętrzna na przecięciu zewnętrznej i wewnętrznej ściany, z pasami izolacji lub zakładkami wzdłuż przecinającej ściany dla zredukowania efektu mostka cieplnego (źródło: Schulze Darup, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

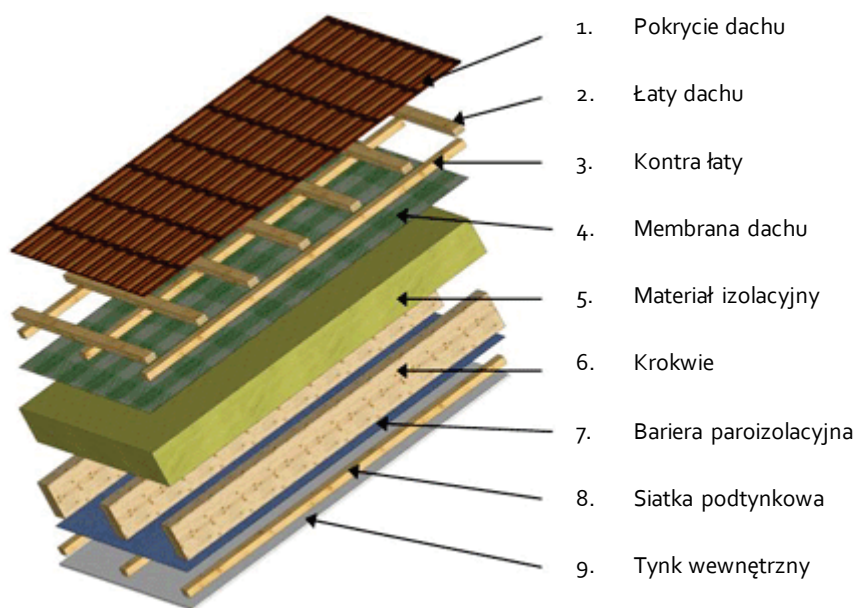
2. Jak odnawiać dach

Izolacja dachu może być gruba na 25 do 40 cm. Dokładny rodzaj i grubość izolacji zależą, między innymi, od istniejącego budynku. Starsze budynki mogą mieć dach spadzisty (kratownicowy), mansardowy (również kratownicowy) lub płaski.

Dla **dachu krokwiowego**, istnieją opcje izolacji pod, między i nad krokwiami, bądź kombinacje dwóch-trzech opcji dla osiągnięcia możliwie najgrubszej warstwy izolacyjnej.

Istnieje wiele metod izolacji dachów krokwiowych: podwojenie krokwi, mocowanie grubych desek poprzecznie, (dwo)teowniki lub podwieszanie. Jeżeli dokładane jest obciążenie na konstrukcję dachu, konstrukcyjne ograniczenia muszą zostać wzięte pod uwagę – modernizacja musi zostać skonsultowana z konstruktorem.

Na potrzeby **izolacji nad krokiewmi**, **podwaja się wysokość konstrukcji dachu**. Aby tego dokonać usuwa się warstwę wierzchnią dachu. Izolacja nad krokiewmi jest możliwa, jeżeli zadaszenie nadaje się do wymiany i jeżeli konstrukcja dachu jest wystarczająco wytrzymała.



Ilustracja 10: Przykładowa struktura dachu z izolacją (źródło: www.Holzfragen.de, Sachverständigenbüro für Holzschutz Hans-Joachim Rüpke / Dr. Ernst Kürsten Hannover, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

Na potrzeby **izolacji między krokiewmi**, warstwę izolacyjną montuje się pomiędzy **krokiewmi budynku**. Samodzielnie to rozwiązanie zwykle nie jest wystarczające dla naprawdę efektywnej renowacji, ponieważ większość istniejących budynków posiada krokwie raptem około 14 cm grubości.

Izolacja pod krokiewmi instalowana jest od wewnątrz, z tego powodu jest to dobre rozwiązanie w wypadku planowanej przebudowy poddasza. Podwaja, bądź podwiesza się krokwie, co pomniejsza przestrzeń wewnątrz. Sensownym rozwiązaniem jest łączyć wewnętrzną izolację dachu z izolacją pomiędzy krokiewmi. W wypadku wymiany zadaszenia podwojenie krokwi wzwyż również jest możliwe.

Celem jest osiągnięcie możliwie najgrubszej warstwy izolacji, z wartością U pomiędzy 0,18 a 0,10 W/m²K; w idealnej sytuacji należałoby łączyć różne metody izolacji.

Płaskie dachy są odnawiane na drodze podwajania. Nową warstwę izolacyjną układa się na starej lub wymienia się wszystkie warstwy. Dach można wykonać jako **dach zimny** z dodatkową przestrzenią dla cyrkulacji powietrza obok warstwy uszczelniającej albo **dach ciepły** z bitumicznym lub foliowym uszczelnieniem.

2.1 Materiały do izolacji dachu

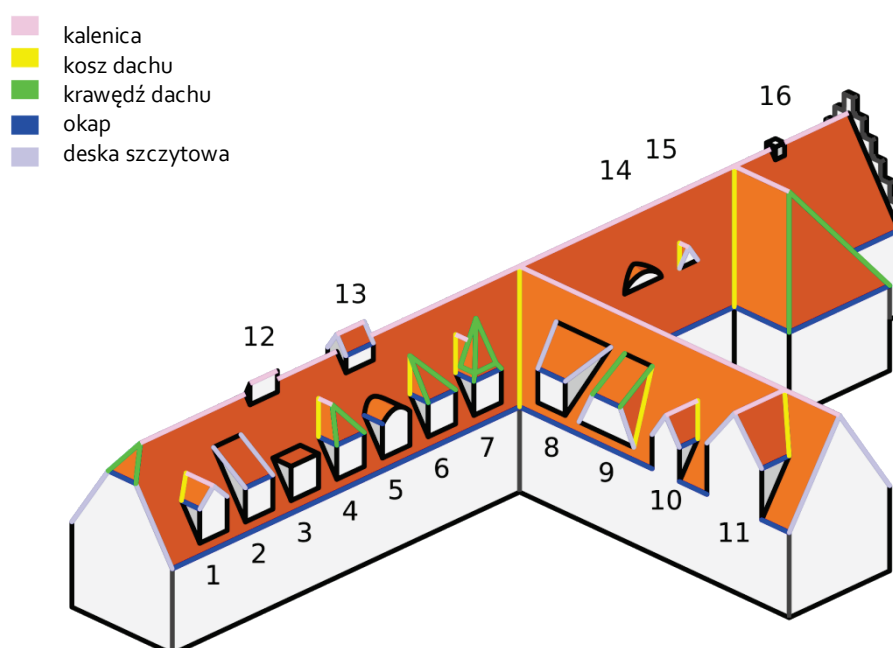
Wybór materiałów zależy od poszczególnych wymagań konkretnego przypadku. Dla dachów drewnianych izolacja w formie otuliny, bądź izolacja w postaci luźnej to dobre

rozwiązania. W wielu wypadkach, płyty z wełny mineralnej lub wsypany izolacja celulozowa jest stosowana.

Dla izolacji nad krokwiemi i płaskich dachów najkorzystniejsze są sztywne płyty izolacyjne.

2.2 Postępowanie przy izolacji dachów

W dachach również **należy wyeliminować mostki termiczne, tak dalece jak to tylko możliwe**. Mogą one powstawać przy przecięciach okapów i podbitek dachowych, ścian szczytowych i wewnętrznych, kominów i innych elementów dachu.



Ilustracja 11: Rysunek przedstawia strukturę dachu z podziałem na różne krawędzie (kolorowe linie) i rodzaje okien mansardowych (1-16) (źródło: Roland Bergmann Dipl. Ing. (FH) Architekt; https://de.wikipedia.org/wiki/Ortgang#/media/File:Dachgauben_Dachkanten_de_Text.png, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

Punktowe mostki termiczne również mogą wystąpić, na przykład przy mocowaniu anten satelitarnych, które przecina ciągłą warstwę izolacji.

W wypadku izolacji pomiędzy krokwiemi, mostki termiczne powstają wzdłuż krokwi wewnątrz warstwy izolacyjnej, które muszą być wzięte pod uwagę w czasie obliczania wartości U. Przy izolacji pod krokwiemi, mostki termiczne mogą powstawać w miejscu w którym ściany dochodzą do krokwi, a tym samym do wewnątrz warstwy izolacyjnej. Izolacja ponad krokwiemi sprawiają mniej problemów z mostkami termicznymi.

Warstwa szczelna zawsze znajduje się po ciepłej stronie, np. wewnątrz warstwy izolacyjnej. Dla izolacji nad krokwią jest to łatwe do wykonania; natomiast w wypadku izolacji pomiędzy krokwiemi, instalowanej od góry jest to trudniejsze, ponieważ folia kładziona jest na i pomiędzy krokwiemi, co generuje ryzyko kondensacji. Przy izolacji pod

krokwiami ściany, które dochodzą do krokwi mogą kolidować z osiągnięciem pożądanej szczelności.

Jeżeli wykonana konstrukcja dachu jest nieprzepuszczalna dla dyfuzji, kompletne uszczelnienie dla powietrza jest konieczne dla normalnego funkcjonowania.

Jeżeli dach jest odnawiany samodzielnie jako pierwszy, detale przejść i przecięć powinny zostać poprawnie przygotowane z perspektywą na przyszłe renowacje. Na przykład, wystarczająco duży zwis dachu poza ściany zewnętrzne może zostać przygotowany tak, aby można było później doprowadzić do niego izolację zewnętrzną. Należy zadbać na etapie projektowania, aby efekt końcowy był spójny w detalach. Problem mostków termicznych na przecięciach trzeba zawczasu przemyśleć.

3. Jak odnawiać strop najwyższej kondygnacji

Strop najwyższej kondygnacji jest elementem budynku który można zaizolować łatwo i z dużą efektywnością. **Izolację montuje się powyżej stropu, jeżeli to możliwe.** Jeżeli strych nie jest użytkowany gruba warstwa izolacji może zostać zainstalowana niskim kosztem, np. przez iniekcję. Istnieją również wydajne systemy izolacji, po której można chodzić. **Izolacja poniżej stropu jest również zasadniczo możliwa, ale wymaga bardziej rozbudowanego projektu i większej inwestycji,** jest również bardziej skomplikowana pod kątem fizyki budowli, jest odpowiednikiem izolacji wewnętrznej i powoduje takie same problemy.



Ilustracja 12: Wylewka powyżej izolacji stropu najwyższej kondygnacji (źródło: Schulze Darup)

3.1 Materiały na izolację stropu najwyższej kondygnacji

Ma znaczenie czy zastosowano stropy żelbetowe czy stropy drewniane.

- **Stropy żelbetowe:** izolacja zwykle mocowana jest powyżej stropu. Można zastosować każdy materiał wsypywany, otulinę, czy płytę.
- **Stropy drewniane:** zasadniczo obowiązują te same zasady, ale izolację można również zamocować pomiędzy belkami, niemniej jednak, należy zweryfikować, czy dodatkowy wydatek jest opłacalny. Strukturę należy wykonać jako szczelną, aby zapobiec kondensacji w warstwie izolacji.



Ilustracja 13: Izolacja drewnianego stropu (źródło: Schulze Darup)

3.2 Postępowanie przy izolacji stropu najwyższej kondygnacji

Izolację stropu najwyższej kondygnacji można wykonać tak, aby dało się na nią wejść uzyskując poddasze użytkowe, albo jak izolację stropodachu wentylowanego (poddasze nieużytkowe).

- **W poddaszu użytkowym** jastrych lub panelowe wykończenie kładzione są na wierzch warstwy izolacyjnej (np. składającej się z płyt izolacyjnych). Istnieją również niedrogie systemy z luźną izolacją wsypywaną i pokryciem nośnym.
- Jeżeli nie ma zapotrzebowania na **poddasze użytkowe**, można zastosować każdą formę izolacji; w wielu wypadkach izolacja wsypywana jest najrozsądniejszym rozwiązaniem. W każdym wypadku należy najpierw położyć membranę, aby zapewnić szczelność przed przeciągami i zabezpieczyć cząstki izolacji przed wywiewaniem.

Zwłaszcza w przypadku stropów drewnianych, **szczelna warstwa musi znajdować się pod warstwą izolacyjną**, aby zablokować przepływ powietrza z wewnątrz przez strop i zminimalizować ryzyko kondensacji, która mogłaby prowadzić do gnicia belek.

Zauważ, że **mostki cieplne** mogą powstać gdy izoluje się strop najwyższej kondygnacji:

- **Na przecięciach okapów**
- **Przy ściankach działowych**
- **Przy kłatkach schodowych**
- **Przy przejściach instalacyjnych np. kominach**

4. Jak odnawiać strop piwnicy/płytę podłogową

Podstawa przegród zewnętrznych budynku może zostać zaizolowana na wiele sposobów. Jeżeli istnieje nieogrzewana piwnica, izolacja poniżej stropu piwnicy jest wskazana. Jeżeli piwniczny strop nie jest wystarczająco wysoki izolację można zamontować na wierzchu. W budynkach bez piwnicy lub gdy, jest ona tylko ogrzewana, jedyną opcją w większości wypadków jest izolacja płyty podłogowej.

4.1 Materiały do izolacji stropu piwnicy/płyty podłogowej

Do izolacji **poniżej stropu piwnicy używa się płyt izolacyjnych**; można je przykleić, zakotwić albo podwiesić. Wiele materiałów jest dostępnych do tego celu. Należy zadbać, aby użyto materiałów odpornych na zwiększoną wilgotność powietrza. **Wiele materiałów nadaje się** zarówno do izolacji **powyżej stropu piwnicy**, jak i **powyżej płyty podłogowej** w budynkach bez piwnicy. **Przede wszystkim płyta podłogowa musi zostać uszczelniona przed przenikaniem wody**. Każdy materiał izolacyjny używany powszechnie pod wylewkę może zostać wybrany, jak na przykład płyty styropianu, wełna mineralna, płyty z włókna szklanego oraz materiały pochodzenia organicznego. Niemniej jednak, należy pamiętać o tym, że **jeżeli do środka dostanie się wilgoć**, na przykład gdy pęknie rura z wodą, **materiał może nasiąknąć**; dlatego wskazane jest stosowanie materiałów odpornych na zamoczenie i które odzyskują swoje pierwotne właściwości po osuszeniu. Żaden materiał, który może zgnić lub jest wrażliwy na wilgoć nie nadaje się do takiego zastosowania.

W przypadku izolacji nierównej podłogi, warstwa poziomująca, jako dodatek do izolacji jest wskazana. Na koniec na izolację można położyć szlichtę.

4.2 Postępowanie przy izolacji stropu piwnicy/płyty podłogowej

Izolowanie podstawy budynku stanowi szczególny problem. Ściany wychodzące z fundamentów działają jak mostki termiczne. Jedyne sposoby, aby wydłużyć drogę uciekającego ciepła to odpowiednie usytuowanie izolacji, a tym samym redukcja efektu mostka termicznego.

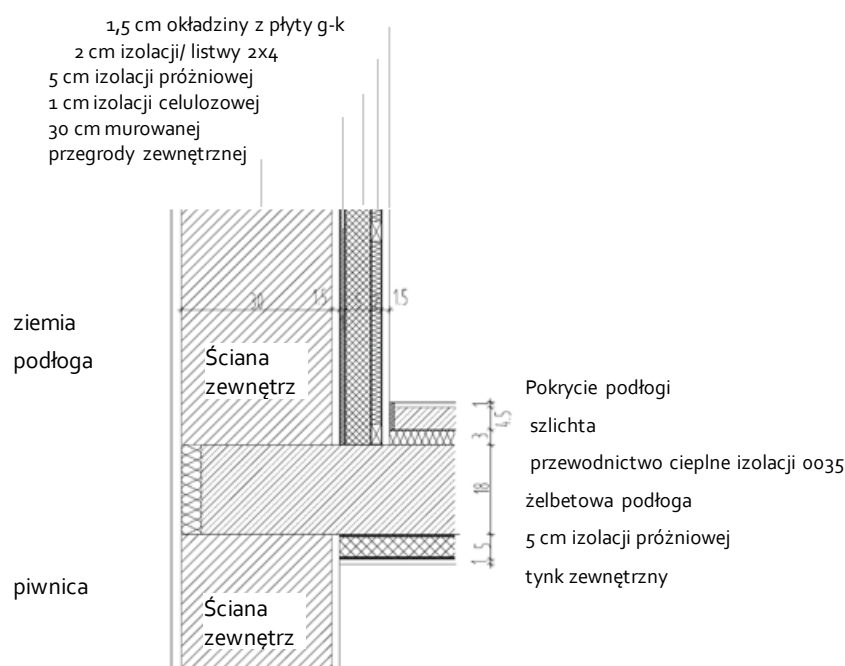
4.2.1 Jeżeli istnieje piwnica

W większości wypadków izolacja jest montowana poniżej stropu piwnicy przez przyklejanie, kotwienie lub podwieszanie płyt izolacyjnych.



Ilustracja 14: Strop piwnicy izolowany od spodu. W tym wypadku rury biegną przez izolację, tj. wewnątrz izolowanej przegrody budynku (źródło: Schulze Darup)

Generalnie, zalecane jest 15 do 20 cm izolacji stropu piwnicy. W niektórych wypadkach strop piwnicy może mieć niewystarczającą wysokość. W takim przypadku rozwiązaniem będzie połączenie izolacji poniżej stropu piwnicy z izolacją poniżej wylewki parteru.



Ilustracja 15: Izolacja powyżej i poniżej stropu piwnicy (źródło: Schulze Darup, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

Jeżeli odnawia się posadzki, można wykonać suchy jastrych, umożliwiając wykonanie grubszej izolacji. Cała struktura musi zostać sprawdzona pod kątem kondensacji.

Informacje wstępne dotyczące wysokowydajnych materiałów izolacyjnych

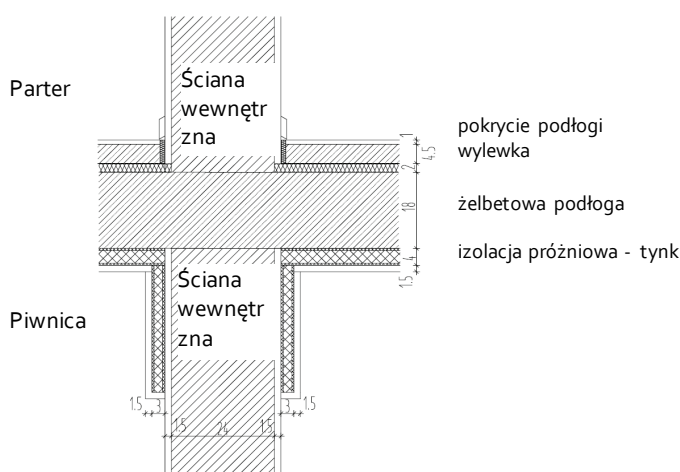
Inną opcją dla niskich stropów jest zastosowanie wysokowydajnej izolacji, jak na przykład izolacja próżniowa, która łączy maksymalną wydajność z minimalną grubością. Ze względu na jej bardzo niski współczynnik przewodnictwa cieplnego, $\lambda = 0,006$ do $0,008$ W/mK można osiągnąć jakość domu pasywnego przy grubości izolacji ok. 6 cm.

W wypadku izolacji płyty podłogowej, wysokość stropu również może nie pozwalać na grubą warstwę izolacji. Również tutaj izolacja próżniowa jest opcją, ponieważ materiał może zostać osłonięty wylewką.

Jeżeli izolacja jest zamocowana tylko powyżej stropu piwnicy, warstwa izolacyjna zachowuje się jak izolacja wewnętrzna. Należy ją wykonać jako izolację nieprzepuszczającą powietrza, tak aby uniknąć problemów związanych z kondensacją i rozwojem pleśni. W takim wypadku warstwa szczelna znajduje się ponad izolacją i powinna w sposób ciągły rozciągać się do wnętrza tynku ścian parteru.

Mostki termiczne w obszarze piwnicy mogą wystąpić w miejscach, gdzie ściany lub podpory przecinają izolację stropu piwnicy.

Problem takich mostków termicznych może zostać rozwiązany przez zastosowanie izolacji zachodzącej (na podobieństwo zakładki izolacji wewnętrznej), która przedłuża izolację stropu na ściany. Zachodząca izolacja powinna rozciągać się na 30 do 50 cm i mieć około 3 do 5 cm grubości. Wymiary faktycznie wymagane mogą zostać wyprowadzone na drodze przeliczenia mostku termicznego.



Ilustracja 16: Izolacja okalająca w piwnicy (source: Schulze Darup, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)

Izolacja instalowana jest alternatywnie **na parterze pod wylewką**. Nie mniej jednak, taka opcja jest bardziej kosztowna i powinna być wybierana jeżeli wylewka niezależnie nadaje się do wymiany. Należy brać pod uwagę to, że **poziom podłogi zostaje podniesiony przez dodatkową izolację**. W wypadku drewnianych konstrukcji izolacja może też być montowana pomiędzy belkami.

4.2.2 Jeżeli nie ma piwnicy

W takim wypadku płyta podłogowa izolowana jest poniżej wylewki.

Ważne: Zabezpieczenie przed podchodzącą wilgocią musi zostać położone przed warstwą izolacji.

Inną opcją jest usunięcie płyty podłogowej i pogłębienie przestrzeni, tak aby można byłoby umieścić izolację od spodu. Jest to jednak bardzo kosztowna metoda. Jako alternatywę należy rozpatrzyć izolację obwodu fundamentów, tak aby sięgała tak głęboko jak to tylko możliwe.

Ilość utraty ciepła musi zostać przeliczona na drodze symulacji. Jeżeli poziom wód gruntowych nie znajduje się zbyt wysoko, izolacja fundamentów po obwodzie może dać bardzo dobry efekt przy dużej płycie podłogowej.

5. Jak przeprowadzać renowację okien i drzwi

5.1 Okna

Istnieją generalnie **dwa sposoby** aby zredukować utratę ciepła przy renowacji okien. Alternatywnie **wymienia się całe okno** na wysokowydajne lub **dokonuje się napraw i wstawia nowe okno wewnętrzne**, w ten sposób wygląd zewnętrzny nie zmienia się, a okno wewnętrzne redukuje utratę ciepła. **Jest to opcja dla okien umieszczonych w zarejestrowanych zabytkach** lub okien o wysokim walorze estetycznym. Dla budynków zabytkowych dostępne są okna typu skrzynkowego w następującej konfiguracji: okno zewnętrzne jest pojedynczo przeszklone z filigranową ramą, według wymagań

zarejestrowanego zabytku, okno wewnętrzne jest potrójnie przeszklone dla możliwie najlepszej izolacji.



Ilustracja 17: Okna instalowane w trakcie renowacji (źródło: Schulze Darup)

5.1.1 Materiały na okna

Wybór materiałów na okna zależy od wielu wymagań planistycznych. Należy wybrać najlepszą dostępną opcję dla szczególnego przypadku.

Następujące materiały na ramy są dostępne:

Okna drewniane: ramy zrobione z drewna lub drewnianego kompozytu, w niektórych wersjach łączone z materiałami izolacyjnymi osiągają dobre wartości U dla ramy.

Okna drewniane/aluminiowe: drewniane okna z odporną na pogodę aluminiową okładziną. Między drewnem a aluminium może znaleźć się warstwa izolacji niskim kosztem tak aby uzyskać ramę o dobrych parametrach termicznych.

Okna plastkowe: ramy wysokiej jakości termicznej mogą być produkowane z wytłaczanego plastiku, zwykle PCV. Jeżeli materiał na ramę jest wzmocniony włóknem zbrojącym, ramy można produkować na wysoki standard termiczny, niskim kosztem. Izolujące profile mogą zawierać stalową wkładkę, której tradycyjnie używa się dla dostarczenia wytrzymałości mechanicznej.

Metalowe okna: głównie zrobione z aluminium, wysokiej jakości i wytrzymałe, jeżeli zastosowane dobrze. Takie ramy z bardzo dobrą wartością U stały się dostępne dopiero w ostatnich latach.

5.1.2 Postępowanie przy renowacji okien

Okna z wartościami U_w pomiędzy 0,75 a 0,95 W/m^2K są niedrogie w produkcji. Potrójne oszklenie ma wartości U pomiędzy 0,5 a 0,7 W/m^2K połączone z kompozytowym uszczelnieniem krawędzi i izolowaną ramą z wartością U pomiędzy 0,65 a 0,8 W/m^2K .

Na potrzeby wysokoefektywnej renowacji nie tylko jakość samych okien jest ważna, ale też to jak zostaną zainstalowane!

Dla zachowania pierwotnego wyglądu i uniknięcia mostków termicznych, okna powinny zostać przesunięte na zewnątrz o grubość izolacji ściany. W połączeniu ze zwiększoną głębokością ramy do 10-12 cm, możliwe jest zminimalizowanie mostków termicznych –

izolacja powinna nachodzić na ramę okienną tak dalece, jak to tylko możliwe.

Dodatkowo niezbędne jest szczelne maskowanie, łączenie okna i warstwy szczelnej bezpośrednio na przykład do wewnętrznego tynku. Szczelność w ramach warstwy klejącej ETICS również jest osiągalna.



Ilustracja 18: Maskowanie wokół okna do związania w ramach szczelnej warstwy klejącej ETICS. Izolacja układana jest wokół ramy tak aby zminimalizować mostki termiczne. (źródło: Schulze Darup)

Zasadniczo **wymiana okien powinna być zawsze planowana w połączeniu z renowacją ścian zewnętrznych**, aby zredukować ewentualne problemy, jakie mogą powstać w trakcie prac. Jeżeli zainstaluje się nowe, szczelne okna, ale nie zaizoluje się ścian zewnętrznych, wilgotne wewnętrzne powietrze może skraplać się na zimnych ścianach i prowadzić do powstawania pleśni. W szczególności dotyczy to narożników w łazienkach, kuchniach i sypialniach, szczególnie za meblami i zasłonami.

5.2 Drzwi

W większych budynkach drzwi wejściowe stanowią tylko małą część przegród zewnętrznych budynku. W mniejszych budynkach (np. domach jednorodzinnych) drzwi odgrywają nieco ważniejszą rolę, co oznacza, że dobra wartość U jest ważna. W większych budynkach robi to mniejszą różnicę i tam należy skoncentrować się na funkcjonalności, ze względu na bardzo wysoką częstotliwość używania.

Wartość U_w wysokiej jakości drzwi wynosi ok. 0,8 W/m²K. Istotne jest, aby **zastosować drzwi, które łączą w sobie szczelność z satysfakcjonującym mechanizmem zamykania**, tak aby **uniknąć utraty ciepła na drodze wentylacji**.

Pomijając różne funkcje użytkowe drzwi np. drzwi frontowe, drzwi prowadzące do piwnicy, czy poddasza muszą one spełniać określone standardy. Drzwi do lokali w budynkach wielorodzinnych powinny być szczelne, ale nie muszą charakteryzować się wysoką wartością współczynnika U, jeżeli klatka schodowa znajduje się w ogrzewanej części budynku.



Ilustracja 19: Drzwi nadające się do domu pasywnego (albo budynku prawie zeroenergetycznego), zamontowane w ramach projektu renowacyjnego (źródło: Schulze Darup)

6. Minimalizowanie efektu mostka termicznego i zapewnianie szczelności

6.1 Mostki termiczne

Mostki termiczne są obszarami przegród zewnętrznych budynku o relatywnie zwiększonej przepuszczalności ciepła i z niższą temperaturą od wewnątrz w porównaniu do reszty struktury. W najgorszym wypadku utrata ciepła przez mostki termiczne może odpowiadać za nawet 30% ciepła utraconego na drodze transmisji.

Temperatura powierzchni wewnątrz przegrody zewnętrznej budynku jest niższa na mostkach termicznych jak na powierzchniach przylegających.

Jeżeli, w momencie w którym temperatura na zewnątrz jest niska, temperatura powierzchni wewnętrznej spadnie poniżej ok. 13 °C, para wodna skropi się na tej powierzchni (zakładając normalną wilgotność i temperaturę pokojową). W konsekwencji akumulacji wilgoci na takich powierzchniach może powstać pleśń.

Dodatkowo, mostki termiczne zwiększają utratę energii. Niemniej jednak istnieją również „negatywne” mostki termiczne, które redukują utratę ciepła w ramach obliczeń mostków termicznych. Takie „negatywne” mostki termiczne mogą powstać ze względu na geometrię budynku, na przykład na zewnętrznych narożnikach zaizolowanych z każdej strony.



Ilustracja 20: Powstawanie pleśni w narożnikach, gdzie działają mostki termiczne (źródło: GrAT)

W trakcie planowania wysokoefektywnej renowacji zalecane jest, w połączeniu z obliczeniami zapotrzebowania na energię, **zidentyfikować wszystkie poszczególne mostki termiczne**, wraz z ich długościami i współczynnikami przewodnictwa cieplnego i w trakcie wypracować lokalne usprawnienia.

Można wyróżnić:

- **Konstrukcyjne mostki termiczne** (pomiędzy elementami budynku o różnym przewodnictwie cieplnym, na przykład na przecięciu pomiędzy żelbetonową podłogą i ścianą zewnętrzną),
- **Geometryczne mostki termiczne** (np. na wpustach i narożnikach) oraz
- **Materiałowe mostki termiczne** (ze względu na różnice materiałowe elementów).

Typ i częstość występowania mostków termicznych zmienia się znacząco z **wiekami budynków** i typowymi dla ich czasów elementami. Każdy typ budowli ma swoje słabe strony które często obejmują mostki termiczne.

PN-EN ISO 6946 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła

PN-EN ISO 10456:2004 Materiały i wyroby budowlane – Procedury określania deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych

PN-EN 12524:2003 Materiały i wyroby budowlane – Właściwości cieplno-wilgotnościowe – Tabelaryczne wartości obliczeniowe

PN-EN ISO 13370:2001 Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania

PN-EN ISO 14683:2001 Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne

Obliczanie zapotrzebowania na energię ciepłą

Obliczenia wartości Ψ (psi) na podstawie normy PN-EN ISO 14683

Wartość psi (Ψ) = współczynnik liniowego przewodnictwa cieplnego

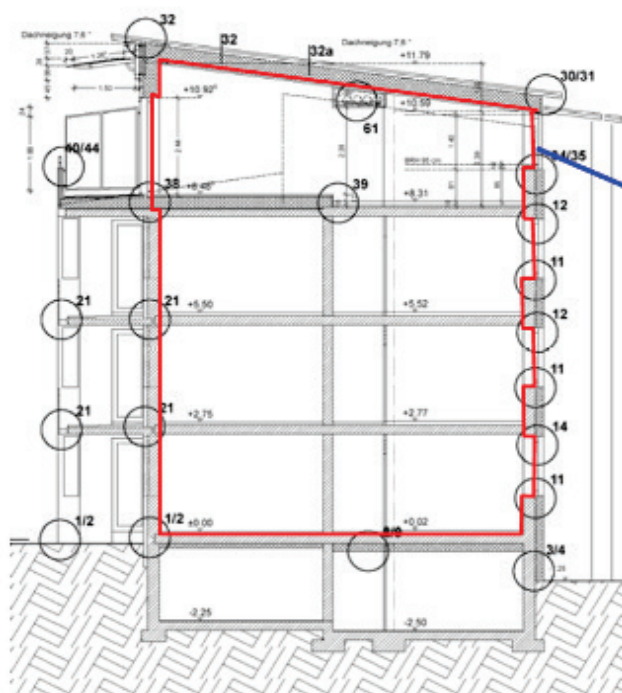
Wartość chi (χ) = współczynnik punktowego przewodnictwa cieplnego

6.2 Uszczelnienie

Jeżeli przegrody zewnętrzne budynku nie są szczelnie (czy w remontowanym, czy nowym budynku) tj. ma lokalne nieszczelności, wtedy **ciepłe wilgotne powietrze ucieka z wnętrza przez elementy przegród zewnętrznych budynku. Gdy powietrze po drodze ochładza się, wilgoć może się skondensować w wymienionych elementach i może powstawać pleśń.**

Dodatkowo takie lokalne przecieki powodują utratę ciepła na drodze wentylacji, która upośledza efekt izolacyjny przegród zewnętrznych budynku.

Powierzchnia budynku oddająca ciepło musi zatem być wyposażona w permanentnie szczelną powietrzną warstwę.



Ilustracja 21: Ciągła, szczelna powietrznie warstwa w budynku (źródło: Schulze Darup)

Typowe defekty: szczeliny w oknach i drzwiach, spoiny pomiędzy elementami budynku, przecięcia między murarką a elementami lekkimi, przejścia instalacyjne budynku a w szczególności przewody i puszki elektryczne montowane w narzucie. W każdym detalu montażowym warstwa szczelna musi zostać wyszczególniona wraz z konkretnymi sposobami uszczelnienia.

Szczelny i odporny na przeciągi montaż ma następujące zalety:

- Unika się uszkodzeń konstrukcji
- Izolacja termiczna działa efektywnie
- Izolacja akustyczna działa efektywnie
- Wentylacja działa efektywnie
- Jakość powietrza się poprawia

6.2.1 Badanie szczelności powietrznej budynku - Blower door test

Aby sprawdzić szczelność powietrzną budynku, przeprowadza się badanie zgodnie z normą PN-EN 13829, tak zwany „blower door test” w którym wytwarzana jest różnica ciśnień przy użyciu wiatraka zamocowanego w szczelnie zamontowanych drzwiach. **Dokonyje się pomiaru przepływu powietrza przy różnicy ciśnienia 50 paskali przy zredukowanym i podwyższonym ciśnieniu.** Arytmetyczna średnia z dwóch wartości jest mierzoną wartością n50.



Ilustracja 22: Blower doortest (źródło: Schulze Darup)

7. Spis ilustracji

| | |
|---|----|
| Ilustracja 1: Porównanie ilości utraty ciepła przenikającego przez powłokę budynku przed i po zastosowaniu izolacji (źródło: Deutsche Energie-Agentur, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)..... | 3 |
| Ilustracja 2: Struktura ETICS (źródło: Sto SE & Co. KGaA, zaadaptowane na potrzeby szkolenia) | 4 |
| Ilustracja 3: Element nośny izolacji termicznej – balkon (źródło: Schöck Bauteile GmbH)..... | 5 |
| Ilustracja 4: Izolacja parapetu – rysunek szczegółowy (źródło: Sto SE & Co. KGaA)..... | 5 |
| Ilustracja 5: Spoiny pomiędzy zewnętrzną izolacją a oknami muszą być wykonane starannie (źródło: Schulze Darup) | 6 |
| Ilustracja 6: Struktura fasady z wolną przestrzenią wewnątrz (źródło: www.FVHF.de, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)..... | 6 |
| Ilustracja 7: trzcina i tynk wapienny mogą zostać zastosowane do izolacji wewnętrznej otwartej na dyfuzję (źródło: GrAT) | 8 |
| Ilustracja 8: Izolacja wewnętrzna z zastosowaniem paneli otwartych na dyfuzję (źródło: ISOTEC GmbH)..... | 8 |
| Ilustracja 9: Izolacja wewnętrzna na przecięciu zewnętrznej i wewnętrznej ściany, z pasami izolacji lub zakładkami wzdłuż przecinającej ściany dla zredukowania efektu mostka cieplnego (źródło: Schulze Darup, zaadaptowane na potrzeby szkolenia) | 10 |
| Ilustracja 10: Przykładowa struktura dachu z izolacją (źródło: www.Holzfragen.de, Sachverständigenbüro für Holzschutz Hans-Joachim Rüpke / Dr. Ernst Kürsten Hannover, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)..... | 11 |
| Ilustracja 11: Rysunek przedstawia strukturę dachu z podziałem na różne krawędzie (kolorowe linie) i rodzaje okien mansardowych (1-16) (źródło: Roland Bergmann Dipl. Ing. (FH) Architekt; https://de.wikipedia.org/wiki/Ortgang#/media/File:Dachgauben_Dachkanten_de_Text.png , zaadaptowane na potrzeby szkolenia)..... | 12 |
| Ilustracja 12: Wylewka powyżej izolacji stropu najwyższej kondygnacji (źródło: Schulze Darup)..... | 13 |
| Ilustracja 13: Izolacja drewnianego stropu (źródło: Schulze Darup) | 14 |
| Ilustracja 14: Strop piwnicy izolowany od spodu. W tym wypadku rury będą przez izolację, tj. wewnątrz izolowanej przegrody budynku (źródło: Schulze Darup)..... | 15 |
| Ilustracja 15: Izolacja powyżej i poniżej stropu piwnicy (źródło: Schulze Darup, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)..... | 16 |
| Ilustracja 16: Izolacja okalająca w piwnicy (source: Schulze Darup, zaadaptowane na potrzeby szkolenia)..... | 17 |
| Ilustracja 17: Okna instalowane w trakcie renowacji (źródło: Schulze Darup)..... | 18 |
| Ilustracja 18: Maskowanie wokół okna do związania w ramach szczelnej warstwy klejącej ETICS. Izolacja układana jest wokół ramy tak aby zminimalizować mostki termiczne. (źródło: Schulze Darup)..... | 19 |
| Ilustracja 19: Drzwi nadające się do domu pasywnego (albo budynku prawie zeroenergetycznego), zamontowane w ramach projektu renowacyjnego (źródło: Schulze Darup) | 20 |
| Ilustracja 20: Powstawanie pleśni w narożnikach, gdzie działają mostki termiczne (źródło: GrAT)..... | 21 |
| Ilustracja 21: Ciągła, szczelna powietrznie warstwa w budynku (źródło: Schulze Darup)..... | 22 |
| Ilustracja 22: Blower door test (źródło: Schulze Darup)..... | 23 |

8. 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>