

Mostki termiczne

Co to jest mostek termiczny?

Mostek termiczny (inaczej cieplny) to fragment przegrody zewnętrznej budynku charakteryzujący się znacznie gorszą izolacyjnością termiczną niż sąsiadujące z nim elementy budowlane. W domach energooszczędnych za mostki termiczne można uważać wszystkie miejsca, w których współczynnik U przenikania ciepła przekracza wartość $0,30 [W/(m^2 \cdot K)]$.

Mostki termiczne powodują znaczne straty ciepła wskutek miejscowego wychłodzenia przegród budowlanych. W takich miejscach dochodzi często do wykraplania się pary wodnej i zawilgocenia materiałów izolacyjnych i konstrukcyjnych, a nawet rozwoju grzybów i pleśni.

Przyczyną powstawania takich miejsc są najczęściej błędy projektowe i wykonawcze. Mogą one zwiększać zapotrzebowanie domu na ciepło nawet o 20%, a zatem znacznie podnosić koszty ogrzewania domu.

Czy można zbadać izolacyjność cieplną ścian domu istniejącego i znaleźć w nim ewentualne mostki termiczne?

Można w tym celu wykonać termogramy, czyli zdjęcia kamerą termowizyjną, na których widoczne będą miejsca strat ciepła.

Takie badanie przydaje się jako kontrola wykonywanych robót, m.in.:

- poprawności i szczelności ułożenia izolacji termicznej, np. ciągłości przyklejenia płyt styropianowych,
- grubości ocieplenia (różnice w grubości ocieplenia poszczególnych miejsc),
- ciągłości i izolacyjności cieplnej wieńców



Obrazy termowizyjne ścian zewnętrznych budynku. Pomarańczowo-czerwony pas nad parterem i nad piętrem (a) wskazuje, że wieńiec ma znacznie mniejszą izolacyjność niż reszta ściany, okna w piwnicy nieprawidłowo osadzone (b), a naroże ściany piwnicy niewłaściwie ocieplone (c)

Kto wykonuje badania termowizyjne budynku i ile one kosztują?

Wchwili obecnej istnieje wiele firm i instytucji, które wykonują badania termowizyjne. Ceny kamer termowizyjnych w ostatnich latach znacznie spadły i nawet niektórych samodzielnych audytorów energetycznych stać na ich zakup. Wykonawcy takich badań termowizyjnych należy więc szukać wśród:

- wyższych uczelni technicznych,
- lokalnych agencji energetycznych,
- fundacji poszanowania energii,
- firm wykonujących certyfikaty oraz audyty energetyczne budynków.

Wykonanie samych zdjęć termowizyjnych to jednak nie wszystko. Aby móc w pełni wykorzystać informacje zawarte na zdjęciach należy dokonać profesjonalnej ich analizy, a to już nie każdy potrafi dobrze zrobić. Dlatego przy wyborze wykonawcy badania termowizyjnego nie należy kierować się tylko ceną takiej usługi. Należy również wziąć pod uwagę:

- doświadczenie operatora,
- dokładność sprzętu oraz
- formę raportu i analizę wyników badań (warto upewnić się, czy raport będzie zawierał jednoznaczne wnioski i zalecenia naprawy wady technologicznej lub projektowej).

Koszty kompleksowego badania termowizyjnego zaczynają się od tysiąca złotych i zależą od liczby zdjęć, wielkości obiektu oraz poziomu analizy wyników.

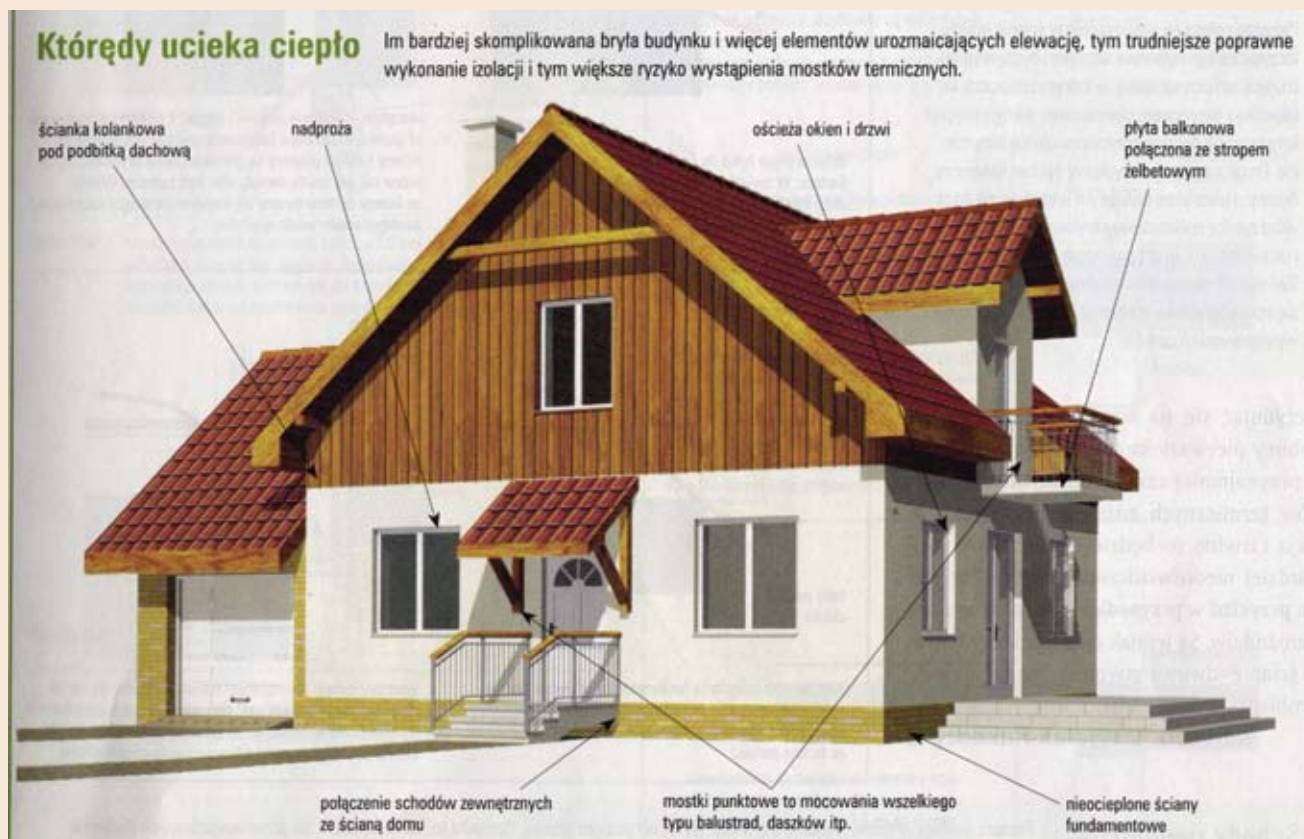
Uwaga! Badania termowizyjne wykonuje się tylko w zimie, podczas nocy, przy włączonym systemie grzewczym i temperaturze na zewnątrz mniejszej niż $4^{\circ}C$

Jakie miejsca budynku należy uważać za potencjalne mostki termiczne?

Są to przede wszystkim węzły konstrukcyjne oraz wszelkie połączenia materiałów w przegrodach zewnętrznych, a zatem::

- połączenia podłogi na gruncie ze ścianą fundamentową,
- połączenia płyty fundamentowej ze ścianą zewnętrzną,
- miejsca osadzenia okien i drzwi,

- połączenie dachu ze ścianą kolankową,
- miejsca osadzenia płyt balkonowych,
- miejsca osadzenia w przegrodach zewnętrznych konstrukcji wsporczych, np: podciągów, wsporników do mocowania anten satelitarnych, balustrad stalowych, a nawet aluminiowych listew startowych stosowanych w metodzie lekkiej-mokrej.



Im bardziej zróżnicowana bryła domu i więcej elementów ją urozmaicających, tym trudniej prawidłowo ją ocieplić i trudniej uniknąć mostków termicznych

Czy jest jakaś ogólna zasada zapobiegania tworzeniu się mostków termicznych?

Tak – zasada jest bardzo prosta (choć nie wszędzie łatwo ją zastosować): zachować ciągłość izolacji cieplnej ułożonej po zewnętrznej stronie przegród budowlanych.

Oprócz tej zasady powinno się stosować technologie i rozwiązania techniczne ograniczające możliwości wystąpienia mostków termicznych.

Szczególnie narażona na występowanie mostków termicznych jest ściana jednowarstwowa. Mogą się nimi okazać wszystkie niedokładnie wypełnione połączenia pustaków, czy ukruszone bloczki. Dlatego też warto uważnie śledzić budowę każdej ściany, a przed otynkowaniem wszelkie ubytki wypełnić zaprawą termoizolacyjną. Szczególną uwagę należy zwrócić na właściwy montaż stolarki okiennej i drzwiowej. Równie istotne są miejsca wprowadzenia do budynku przyłączy szczególnie tych prowadzonych nad terenem.

Czy można zbudować dom bez mostków termicznych?

Nawet w domu z bardzo grubymi warstwami izolacji termicznej i starannie ocieplonymi miejscami „newralgicznymi” zawsze zostają miejsca słabiej ocieplone, przez które ciepło będzie uchodzić łatwiej niż przez resztę powierzchni przegród. Świadczą o tym zdjęcia termowizyjne: nawet bardzo dobrze ocieplone budynki nie mają na nich nigdy jednolitej barwy: w każdym widać będzie mostki termiczne, choć w ogólnym bilansie



rys. Ursa

Nie da się zbudować domu, w którym nie będzie żadnych mostków termicznych. Ich obecności nie wykluczy nawet przesadnie gruba warstwa izolacji termicznej. Ale liczbę słabiej ocieplonych miejsc może ograniczyć fachowe i staranne wykonawstwo

ciepłym budynku mają mniejsze znaczenie (w dobrze ocieplonym domu przez kostki ciepłe ucieka do 1% ciepła) to dążenie do ograniczenia do minimum ich liczby i powierzchni jest ze wszech miar celowe.

Unikanie mostków termicznych ma wpływ na architekturę budynku, konstrukcję, jak również na wybór technologii jego budowy. Większość słabych pod względem termicznym miejsc w ścianach to te, w których nie da się w prosty sposób zapewnić ciągłości ocieplenia.

Spośród technologii murowanych łatwiej mostków termicznych można uniknąć w ścianach dwu- i trójwarstwowych. Ściany jednowarstwowe wymagają bardzo precyzyjnego wykonawstwa. Należy pamiętać, że nie można mieszać systemów zapożyczając wzajemnie elementy.

W budynkach szkieletowych powstają głównie liniowe mostki termiczne, które tworzą elementy konstrukcyjne. Ich powstawaniu zapobiega się przez dwuwarstwową budowę rusztu konstrukcyjnego (jedną warstwę mocuje się poprzecznie do drugiej) z dwiema warstwami ocieplenia układanymi tak, aby wierzchnia warstwa izolacji pokrywała elementy konstrukcyjne warstwy spodniej. Znacznie łatwiej jest zapobiec ucieczkom ciepła w technologii szkieletu drewnianego niż stalowego.

Teoretycznie budynkiem bez mostków termicznych powinien być dom pasywny, ale i tu w praktyce znajdziemy miejsca o znacznie większej przewodności cieplnej niż pozostałe przegrody. Dlatego wybierając różne rozwiązania w domu energooszczędnym należy przeprowadzić ocenę techniczno-ekonomiczną ich zastosowania. Na przykład instalacja rolet zewnętrznych w rolokasetach wprowadzi dodatkowy mostek termiczny, ale zyski związane ze zmniejszeniem przenikalności cieplnej okna w nocy lub zmniejszenie zapotrzebowania na chłód w upalne lato z nadwyżką pokryją straty ciepła uciekającego przez mostek termiczny.

Czy rodzaj materiału termoizolacyjnego ma wpływ na powstawanie mostków termicznych?

Rodzaj ocieplenia nie ma bezpośredniego wpływu na powstanie mostków termicznych. Jednak sposób i technologia wykorzystania materiału termoizolacyjnego, a nawet sposób jego magazynowania mogą powodować powstawanie mostków termicznych. Należy więc pamiętać o spełnieniu wymienionych warunków:

- wełna mineralna nie może być zawilgocona, ponieważ wilgoć pogarsza jej właściwości cieplne,
- układ włókien w płytach wełny powinien być właściwie dobrany,
- styropian powinien być sezonowany najlepiej przez okres dwóch miesięcy od wyprodukowania. W tym czasie występuje tzw. skurcz wtórny płyt, spowodowany uwalnianiem się pentanu z pęcherzyków styropianu. Gdyby nastąpił on po przyklejeniu płyt do ściany mógłby doprowadzić do powstania pęknięć powodujących ewidentne mostki termiczne;
- niedopuszczalne jest też stosowanie płyt uszkodzonych, z obłamanymi narożnikami;
- płyty izolacyjne powinny być układane ściśle. Duże szczeliny między płytami trzeba uzupełnić wkładkami z materiału termoizolacyjnego lub pianką poliuretanową. Jeśli izolacja termiczna układana jest w dwóch warstwach, muszą one do siebie szczelnie przylegać;
- styropianu nie można łączyć z materiałami zawierającymi rozpuszczalniki.

fot. Termo Organika

fot. Rockwool

???

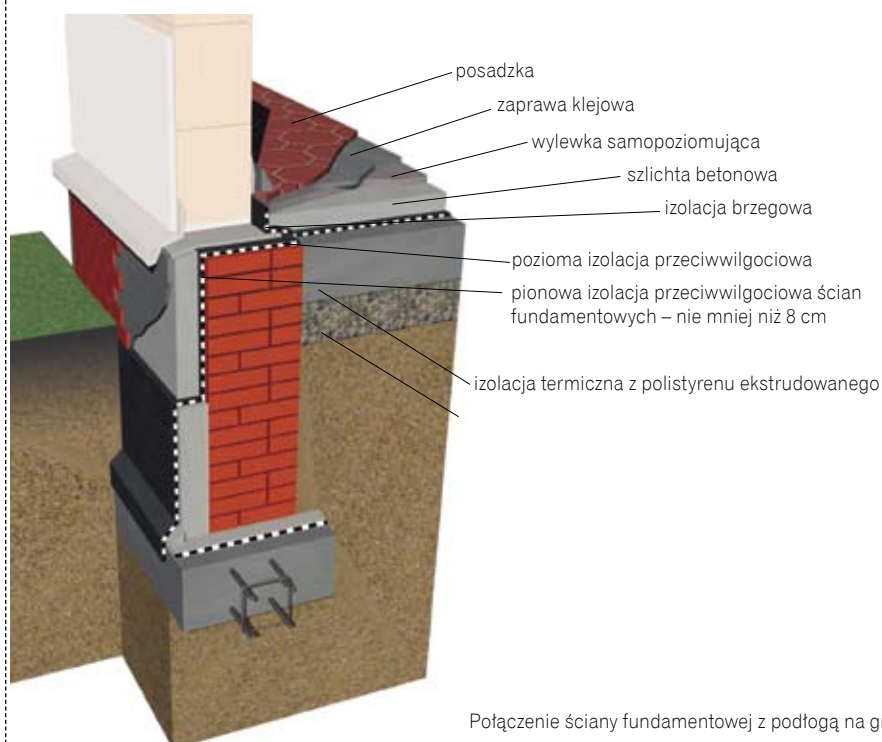
W jaki sposób można zlikwidować istniejące mostki termiczne?

Eliminacja istniejących mostków cieplnych jest bardzo skomplikowana i musi być rozpatrywana w większości przypadków indywidualnie. Standardowo należy rozpatrzyć takie działania jak:

- montaż stolarki okiennej i drzwiowej w warstwie izolacji, tak aby ocieplenie naczodziło na ramy okienne i drzwiowe;
- zaizolowanie ściany piwnicy od strony wewnętrznej i zewnętrznej, tak aby izolacja piwnicy łączyła się z izolacją ściany zewnętrznej i stropu;
- zaizolowanie ścian wewnętrznych warstwą ocieplenia o wysokości 50–100 cm, połączoną z izolacją stropu;
- zrezygnowanie z tradycyjnych balkonów i zastąpienie ich przez balkony o konstrukcji samonośnej lub wiszące;
- uzupełnienie izolacji stropów, dachów i stropodachów,
- zlikwidowanie spękań i dużych rys na elewacji,
- zachowanie ciągłości izolacji wszystkich przegród;
- zabicie niepotrzebnych gzymsów;
- wyizolowanie ścianek attykowych.

Jak powinno być rozwiązane połączenie ścian fundamentowych z podłogą na gruncie?

W domu energooszczędnym podłoga na gruncie powinna być ocieplona niezależnie od tego, czy jest ogrzewana, czy nie. Ocieplenie powinno stykać się ze ścianą nośną przyziemia (rys....), która zwykle charakteryzuje się lepszą izolacyjnością termiczną od ścian fundamentowych. Styk podłogi na gruncie ze ścianami fundamentowymi powinien być tak rozwiązany, by izolacja termiczna ścian fundamentowych była połączona z izolacją ścian warstwowych – zgodnie z zasadą ciągłości ocieplenia.



Połączenie ściany fundamentowej z podłogą na gruncie

W jaki sposób ocieplić płytę fundamentową?

Budynki energooszczędne dość często posadawia się nie na ławach, lecz na płycie fundamentowej. Rozwiązanie to jest racjonalne zwłaszcza wtedy, gdy planowane jest ogrzewanie podłogowe, a budynek ma stać na gruncie o niewielkiej nośności i wysokim poziomie wód gruntowych. Zamiast ław projektuje się wtedy odpowiedniej grubości (zwykle 12–20 cm) płytę z betonu zbrojonego, która jest jednocześnie elementem konstrukcyjnym i grzewczym. Płytę układa się na płytach izolacji termicznej z polistyrenu ekstrudowanego lub styropianu grubości 15–20 cm. Termoizolacja powinna składać się z dwóch wzajemnie prostopadłych warstw (o przesuniętych spoinach).

Fundament płytowy jest doskonałym akumulatorem ciepła, pod warunkiem właściwego ocieplenia jego brzegów – w przeciwnym razie straty energii spowodowane mostkami termicznymi na obwodzie fundamentu uczyniłyby całe przedsięwzięcie nieopłacalnym.

Brzegi płyty mogą być ocieplone specjalnymi kształtkami styropianowymi, sto-

sowanymi np. w systemie Legalett, które stanowią tzw. szalunek tracony, czyli deskowanie płyty w czasie jej betonowania. Można również zastosować tradycyjne deskowanie, a po związaniu betonu okleić brzegi fundamentu płytami polistyrenu z frezowanymi krawędziami na zakładkę lub pióro i wpust i szorstką powierzchnią. Dzięki temu na połączeniach płyt nie powstaną mostki termiczne.

Grubość tych płyt nie powinna być mniejsza niż płyt polistyrenowych ułożonych pod płytą żelbetową, a jeszcze lepiej zastosować płyty 1–2 cm grubsze.

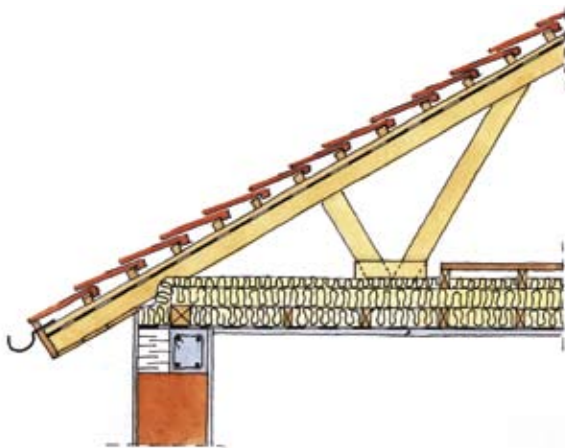
Na zewnętrznych narożach płyt, które mogą być potencjalnymi mostkami termicznymi, zaleca się ułożenie dodatkowej izolacji z płyt polistyrenu sięgających z każdej strony naroża 1 m poza obrys fundamentu (rys.). Dla zwiększenia skuteczności tej izolacji, wskazane jest nachylenie płyt pod kątem około 30°.

Żelbetowa płyta fundamentowa z umieszczonymi wewnątrz kanałami, w których krąży ciepłe powietrze to rozwiązanie często stosowane w domach energooszczędnych

Płyty z polistyrenu ekstrudowanego

Jak powinno się ocieplić styk ścian zewnętrznych z dachem?

Ściany zewnętrzne i dach to konstrukcje zbudowane z różnych materiałów i pełniące odmienne funkcje. Ściany są sztywne, a więźby - stosunkowo wiotkie i podatne na odkształcenia. Zapewnienie ciągłości izolacji termicznej w styku tak różnych elementów jest niełatwym zadaniem, które – choć oczywiste – nie zawsze jest w domach jednorodzinnych należycie wypełniane.



Sposób połączenia ocieplenia stropodachu wykonanego z dźwigarów kratowych ze ścianą zewnętrzną jednowarstwową

Jednym z częstych utrudnień jest stosowanie różnych materiałów do ocieplania ścian (najczęściej styropian) i dachu (wełna mineralna), innym – układanie ich w różnym czasie i często przez inne ekipy wykonawcze. Na dodatek miejsce łączenia skutecznie zasłania murłata, redukując w ten sposób mostek termiczny (rys.). Tymczasem skuteczne ocieplenie tego potencjalnego mostka liniowego jest jednym z ważnych warunków, jakie powinien spełniać dom energooszczędny.

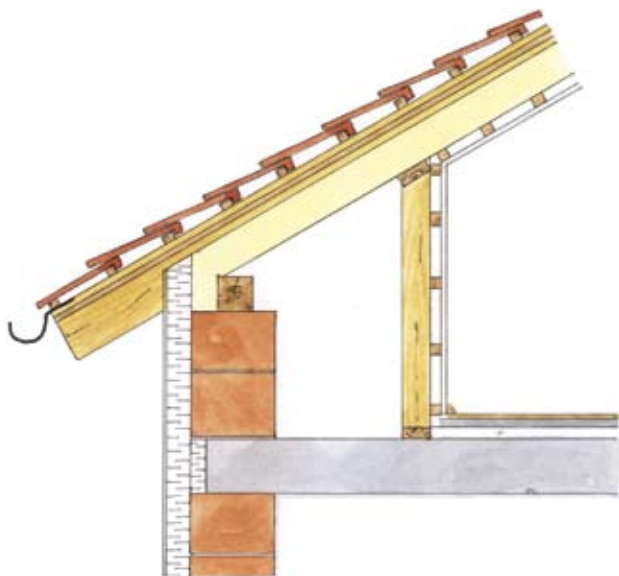
Gdy na poddaszu nie ma ścianek kolankowych lub gdy mają one wysokość około 1 m i są traktowane jako przedłużenia ścian zewnętrznych, styropian ocieplający ściany zewnętrzne powinien stykać się z warstwą wełny mineralnej stanowiącej termoizolację połączy dachowej.

Uwaga! Jeśli ścianki kolankowe są niskie, zbudowane na przykład z dwóch warstw pustaków lub bloczków, projektanci stosują niekiedy dodatkowe, wewnętrzne ścianki drewniane i ocieplają tylko te ścianki oraz fragment stropu (rys.). To błąd, ponieważ właściwa ścianka kolankowa pozostaje przez to mostkiem termicznym. Właściwym rozwiązaniem jest ułożenie wełny mineralnej w połączy dachowej i połączenie jej z termoizolacją ścian w taki sposób aby nie przerywać ciągłości izolacji.

Jak najlepiej ocieplić dach?

Dachowi domu energooszczędnego stawia się najwyższe wymagania co do izolacyjności termicznej: współczynnik $U < 0,20$ [W/(m².K)]. Z drugiej strony dąży się do ograniczenia do minimum grubości połaci, by nie zmniejszała za bardzo przestrzeni użytkowej pod skosami.

Warstwę termoizolacyjną wykonuje się głównie z elastycznych materiałów o strukturze włóknistej, takich jak wełna mineralna lub szklana, które mają bardzo dobre właściwości termoizolacyjne współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032-0,045$



Ocieplenie ścianki kolankowej w domu zbudowanym w technologii dwuwarstwowej

[W/(m·K)], a ponadto dobrze tłumią wszelkie hałasy zewnętrzne i są niepalne.

Izolacje z wełny mineralnej i szklanej muszą być chronione przez dwie powłoki:

- wiatroizolację – od strony zewnętrznej,
- paroizolację – od wewnątrz.

Łączna grubość warstw termoizolacji w połaci dachowej domu energooszczędnego powinna wynosić co najmniej 30 cm.

Termoizolacje muszą być układane co najmniej w dwóch etapach. Najpierw pomiędzy krokwiami mocuje się maty (są tańsze) lub płyty z wełny mineralnej (sztywniejsze, ale droższe) (rys.). Jeżeli jako warstwę wstępnego krycia stosuje się folię wysokoparoprzepuszczalną, wówczas izolacja może przylegać do niej. Jeśli stosujemy folię o niskiej paroprzepuszczalności lub sztywne poszycie (papę na pełnym deskowaniu), trzeba pozostawić 3-4 cm szczelinę wentylacyjną.

Do krokwi przybija się ruszt drewniany i pomiędzy listwami układa się izolację z płyt lub mat z wełny mineralnej. Grubość tej warstwy nie może być mniejsza od 8 cm, bo dopiero taka redukuje do pomijalnych wartości wpływ liniowych mostków termicznych w miejscu przebiegu krokwi.

Punktowe mostki termiczne na stykach listew i krokwi (rys.) mimo, że pojedyncze znaczą niewiele, łącznie mogą być powodem poważnych strat, gdyż w przeciętnym domu może ich być nawet.....Ich liczbę można wyeliminować przez przybicie drugiego rusztu (równoległe do krokwi, ale z przesunięciem o połowę odstępów pomiędzy nimi) i ułożenie kolejnej 8-centymetrowej warstwy ocieplenia. Zamiast rusztu drewnianego można zastosować elementy metalowe, na przykład systemowe profile do sufitów podwieszanych.

Jak zapobiec tworzeniu się mostków termicznych w miejscu osadzenia okien?

Obwód typowego okna o wymiarach $1,5 \times 1,5$ m wynosi 6 m. W średniej wielkości domu jest przeciętnie 10 okien, zatem długość potencjalnych mostków termicznych to przynajmniej 60 m. Warto o tym pamiętać, bo straty ciepła uciekającego przez tak dużą powierzchnię niedociepłonej przegrody mogą być znaczne.

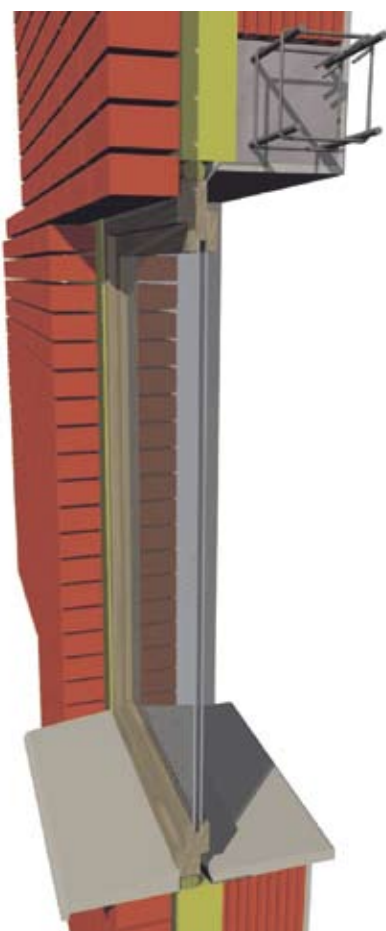
Warunkiem umożliwiającym poprawne zamontowanie okien są węgarki, czyli występy osłaniające ościeżnice od strony zewnętrznej. Najczęściej profiluje się je w warstwie termoizolacyjnej lub stosuje odpowiednie kształtki z pianki poliureta-

nowej lub styropianu. Węgarki powinny zasłaniać około 80% szerokości ościeżnicy, a to oznacza, że muszą zachodzić na nią przynajmniej 6 cm na całym obwodzie okna (także pod parapetem) (rys.). Osłonięcie okien węgarkami chroni je przed wiatrem i eliminuje liniowe mostki termiczne.

Wykonanie węgarków jest możliwe również w istniejących budynkach. W obokniu, czyli na wewnętrznych krawędziach otworów okiennych wystarczy nakleić odpowiednio grube i szerokie pasy styropianu, pokryć je siatką z włókna szklanego

i otynkować. Dzięki temu izolacyjność termiczna ościeżnic wzrośnie przynajmniej 5-krotnie, a zmiana ta dotyczy będzie około 12% powierzchni otworów okiennych.

Wykonanie węgarków to nie wszystko, co można zrobić dla zredukowania mostków termicznych wokół okien. Drugim ważnym krokiem jest właściwe uszczelnienie stolarki, do czego w domu energooszczędnym nie wystarczy sama pianka montażowa: trzeba zastosować system trójwarstwowy np. Illbruck i3.



Poprawne osadzenie okna w ścianie trójwarstwowej



Okno w ścianie dwuwarstwowej powinno być osadzone



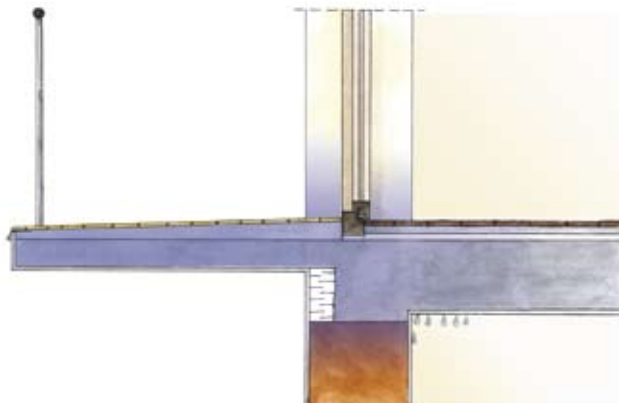
Węgarek zabezpiecza okno przed przenikaniem wiatru i eliminuje liniowe mostki termiczne

Czy to prawda, że w domu energooszczędnym trzeba zrezygnować z balkonów?

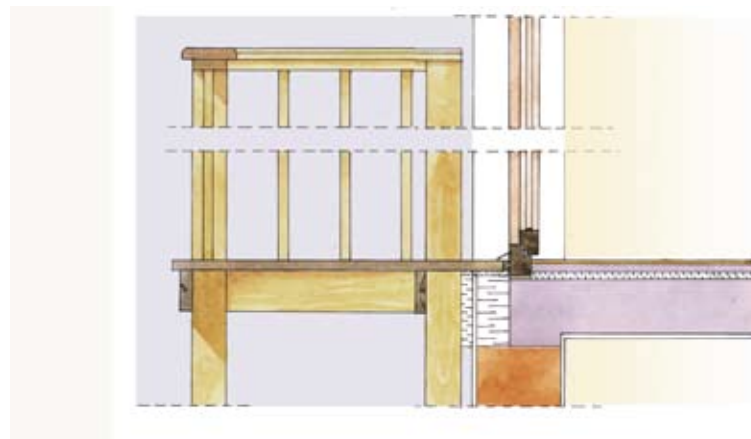
Najbardziej popularną konstrukcją balkonów jest wspornikowa płyta żelbetowa. Konstrukcyjnie poprawna, jest ona jednak zarazem bardzo trudnym do ocieplenia mostkiem termicznym, którego wpływ można odczuć nawet w odległości 1 m od drzwi balkonowych, co łatwo zauważyć zimą, chodząc boso po posadzce. Oddziaływanie takiego mostka jest porównywalne z „okradaniem” wnętrza z ciepła przez nieocieplony odcinek ściany zewnętrznej długości 4–6 m (to często połowa szerokości budynku).

Sposobem na ten rozległy mostek jest ocieplenie płyty balkonowej przynajmniej 12-centymetrową warstwą styropianu lub polistyrenu ekstrudowanego. Izolacja termiczna musi się znaleźć zarówno na wierzchu, jak i pod spodem płyty, a także na jej brzegach. Zatem kłopot jest spory, a wynikiem tej staranności jest wyrażna i często niekorzystna zmiana elewacji, gdyż należy ocieploną płytę balkonową uzyskać grubość około 40 cm.

Nawet w tak ocieplonej płycie balkonowej zostaną mostki termiczne w miejscach mocowania słupków balustrady. Jak z tego wynika, w domu energooszczędnym rzeczywiście lepiej zrezygnować z balkonów, a jeśli ktoś koniecznie chce mieć balkon, powinien prosić projektanta o zastosowanie konstrukcji samonośnej, całkowicie oddylatowanej od budynku, to znaczy płyty balkonowej podpartej na niezależnych słupkach przystawionych do ściany. Konstrukcja takiego balkonu może być dowolna, na przykład stalowa, żelbetowa lub drewniana.



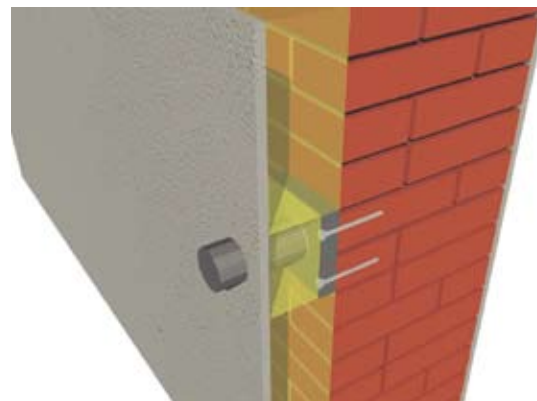
Wspornikowa płyta balkonowa to ogromny mostek termiczny, dlatego takiej konstrukcji nie należy stosować w domach energooszczędnych



W domach energooszczędnych jedynym słusznym rozwiązaniem jest konstrukcja balkonu niezwiązana z budynkiem

Jak zapobiec tworzeniu się mostków w miejscu osadzenia balustrad, anten satelitarnych i innych elementów wsporczych przechodzących przez warstwy przegród budynku?

Wszelkie elementy konstrukcyjne przenikające przez warstwy termoizolacyjne są potencjalnymi mostkami termicznymi. Dotyczy to nie tylko stalowych balustrad, wsporników anten i daszków, ale też aluminiowych listew startowych używanych w metodzie lekkiej-mokrej i łączników metalowych do mocowania ocieplenia. Jeśli jest to możliwe zasięg mostków termicznych można znacznie zniwelować przez zmianę sposobu mocowania lub zmianę samego elementu konstrukcyjnego np. ze stalowego na drewniany, lub zastosować elementy pośrednie o znacznie lepszej termoizolacyjności. Mogą to być na przykład klocki drewniane lub kawałki grubej wodoodpornej sklejki przykręcone do ściany na podkładce ze szkła piankowego lub twardego polistyrenu ekstrudowanego. Do takich drewnianych elementów podkładowych można już przykręcać inne konstrukcje np. stalowe. Dzięki temu znaczenie punktowych mostków termicznych można zredukować do minimum, przez ograniczenie ich zasięgu do śrub kotwiących elementy pośrednie.



Mostek termiczny powstający w miejscu zamocowania anteny satelitarnej można zminimalizować mocując element konstrukcyjny np. na podkładce z drewnianego klocka