



nys.-Ursa

Dom bez mostków termicznych

Tadeusz Lipski

Jednym z podstawowych warunków budownictwa energooszczędnego jest budowa przegród zewnętrznych bez mostków termicznych. Wydaje się, że jest to łatwe do spełnienia. Jednak praktyka wykazuje, że to nieprawda. Można się o tym przekonać, wykonując zdjęcia termowizyjne nowych domów jednorodzinnych. Niemal w każdym jest od kilku do kilkudziesięciu mostków termicznych.

Co to jest mostek termiczny?

Mostek termiczny to po prostu fragment przegrody zewnętrznej budynku charakteryzujący się znacznie gorszą izolacyjnością termiczną niż sąsiadujące z nim elementy budowlane. W domach energooszczędnych można przyjąć, że są to miejsca, w których współczynnik przenikania ciepła $U > 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Mostki termiczne to bardzo niepożądane zjawisko, ponieważ prowadzą do punktowego wychłodzenia przegród budowlanych. W konsekwencji, w tych miejscach może dojść do wykraplania pary wodnej i zawilgocenia materiałów konstrukcyjnych lub izolacyjnych, a nawet rozwoju grzybów i pleśni. W efekcie zawsze powodują duże straty energii cieplnej.

Kto jest winien powstawania mostków termicznych?

Właściwie winny może być każdy uczestnik procesu budowlanego. Przede wszystkim wykonawcy poszczególnych robót i kierownik budowy, ale również inspektor nadzoru, projektant oraz... inwestor.

Robotnikom rzadko zależy na uzyskaniu wysokiej jakości wykonywanej pracy. Dla nich ważna jest szybkość robót, a w rezultacie bylejąkość. Po prostu im więcej zrobią, tym więcej zarobią. Nadzór nad nimi powinien sprawować kierownik budowy, ale na budowach domów jednorodzinnych jego rola nadal dość często sprowadza się jedynie do kilku wpisów w Dzienniku Budowy. W wielu przypadkach praktycznie nie sprawuje żadnego nadzoru. Nawet jeśli zauważy jakieś błędy i nakaże ich usunięcie, to zwykle i tak nie ma kiedy sprawdzić, czy zalecenia zostały poprawnie wykonane. Ratunkiem dla inwestora powinien być inspektor nadzoru (i czasami jest), ale jemu najczęściej zależy tylko na tym, aby budynek się nie zawalił, bowiem jego umowa zwykle kończy się po etapie stanu surowego zamkniętego. A wtedy izolacje termiczne najczęściej nie są jeszcze ułożone.

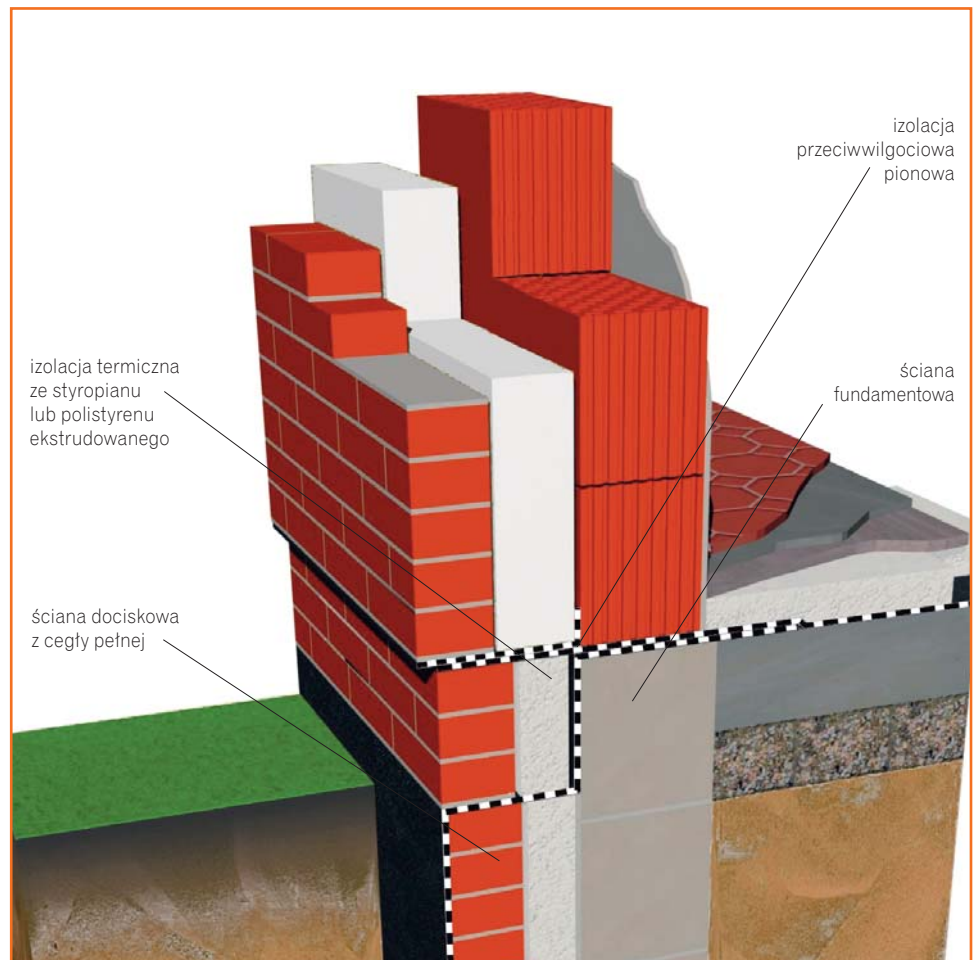
Odrębnym problem stanowią architekci. W Polsce z reguły nie znają inwestorów, bo większość domów budowanych jest na podstawie projektów katalogowych. W związku z tym projektują to, co się podoba większości osób, czyli małe domki z użytkowym poddaszem, niemal obowiązkowym balkonem lub tarasem nad garażem i kolumnkami przed wejściem. Ich

założeniem jest trafienie w gusta jak największej liczby inwestorów i nie zważają na to, czy będą mostki termiczne. Ostatnio coraz więcej dobrych pracowni architektonicznych oferuje klientom projekty domów energooszczędnych.

Newralgiczne miejsca budynku

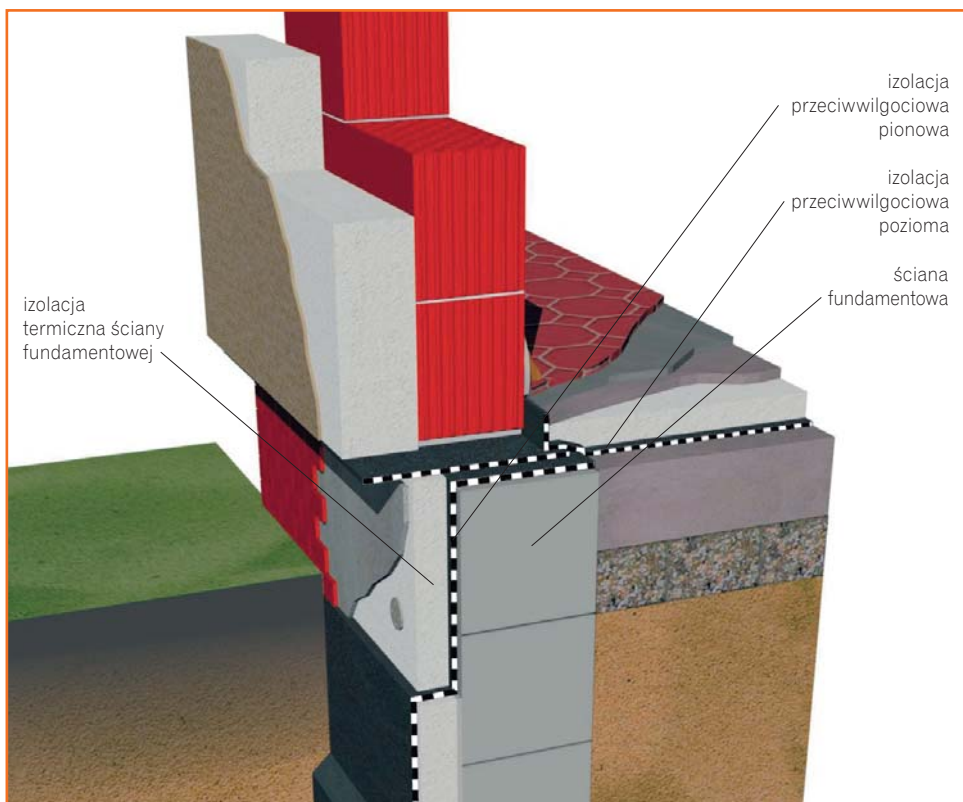
Potencjalne miejsca występowania mostków termicznych to głównie węzły konstrukcyjne oraz wszelkie połączenia elementów zewnętrznych wykonanych z różnych materiałów. To najczęściej styk podłogi na gruncie ze ścianą fundamentową, płyty fundamentowej ze ścianą zewnętrzną, miejsce osadzenia okien i drzwi czy połączenie dachu ze ścianą kolankową. Także płyty balkonowe, podciąg wystający ze ścian wewnętrznych i inne konstrukcje wsporcze, np. miejsca zamocowania stalowych balustrad, wsporników anten satelitarnych, a nawet aluminiowe listwy startowe stosowane w metodzie lekkiej-mokrej.

▼ Schemat konstrukcji trójwarstwowej ściany fundamentowej



Połączenie ściany fundamentowej z podłogą na gruncie

Tradycyjny sposób posadowienia budynku polega na wykonaniu betonowych łąw fundamentowych, wymurowaniu ścian fundamentowych, ociepleniu ich oraz ułożeniu izolacji przeciwwilgociowej lub przeciwwodnej. Odrębnym elementem konstrukcyjnym są zewnętrzne ściany parteru, które oczywiście mogą być jedno-, dwu- lub trójwarstwowe. Do tego dochodzi jeszcze podłoga na gruncie, która w domach energooszczędnych i pasywnych zawsze powinna być ocieplona niezależnie od tego, czy jest ogrzewana. Styk tych



▲ Schemat konstrukcji dwuwarstwowej ściany fundamentowej

trzech elementów konstrukcyjnych musi być tak zaprojektowany i wykonany, aby nie powstał mostek termiczny. Oznacza to, że **izolacja termiczna ścian funda-**

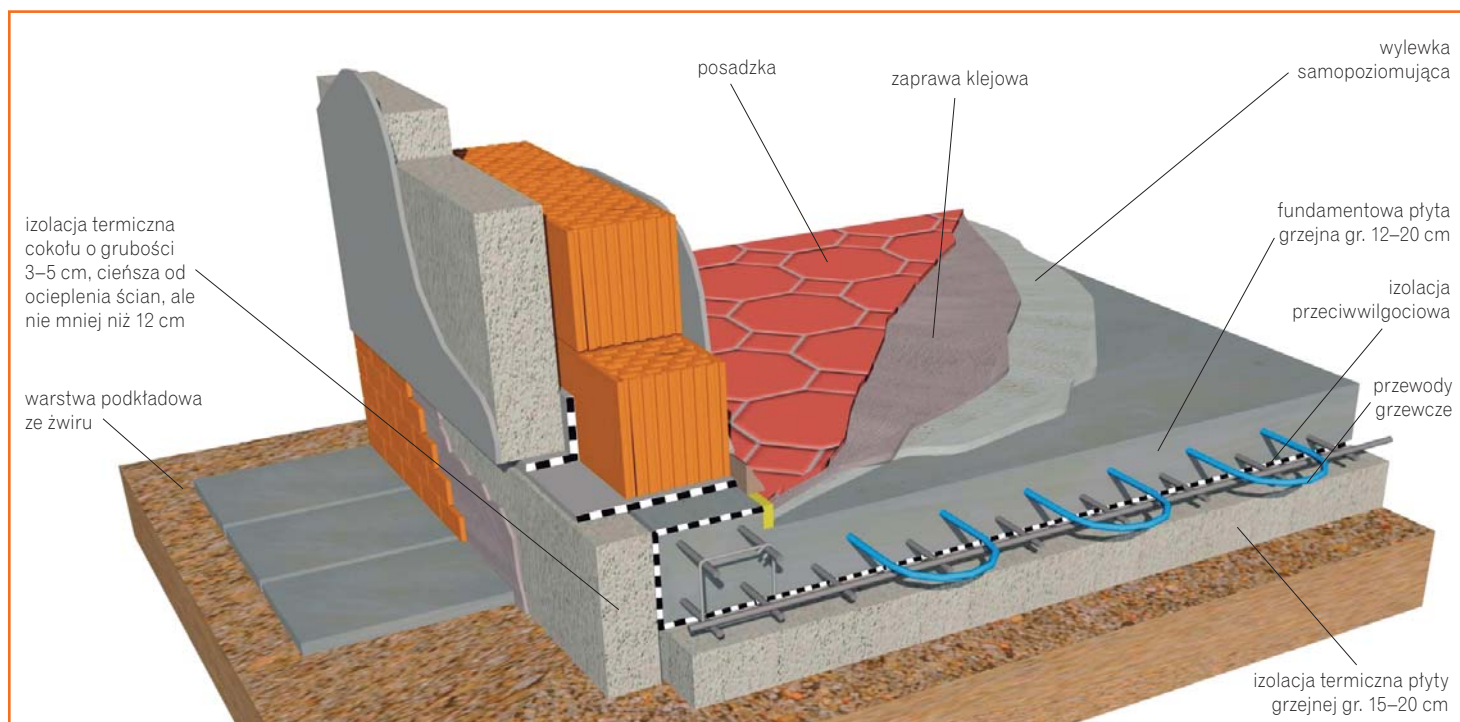
mentowych musi być połączona z ociepleniem ścian warstwowych (zachowana ciągłość). Natomiast izolacja termiczna podłogi na gruncie powinna stykać się

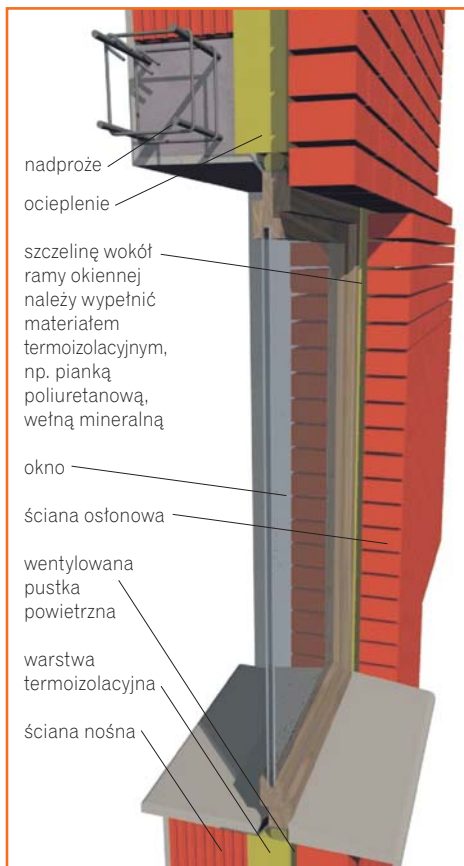
ze ścianą nośną przyziemia, która zwykle charakteryzuje się lepszą izolacyjnością termiczną od ścian fundamentowych. Szczególnie w ścianach parteru zaprojektowanych z materiałów o nie najlepszym współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda > 0,50 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ (tradycyjne wyroby ceramiczne, betonowe czy wapienno-piaskowe) wskazane jest wykonanie pierwszej warstwy muru z betonu komórkowego odmiany 400 lub 500 ($\lambda < 0,20 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), ewentualnie 10–15 cm warstwy szkła piankowego ($\lambda = 0,07 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), czyli materiałów o stosunkowo dużej nośności i jednocześnie bardzo dobrej termoizolacyjności. Dzięki temu ciągłość poziomej izolacji cieplnej stanie się faktem i nie będzie nawet minimalnego mostka termicznego, jaki może się utworzyć na styku ścian fundamentowych i przyziemia.

Ocieplenie płyty fundamentowej

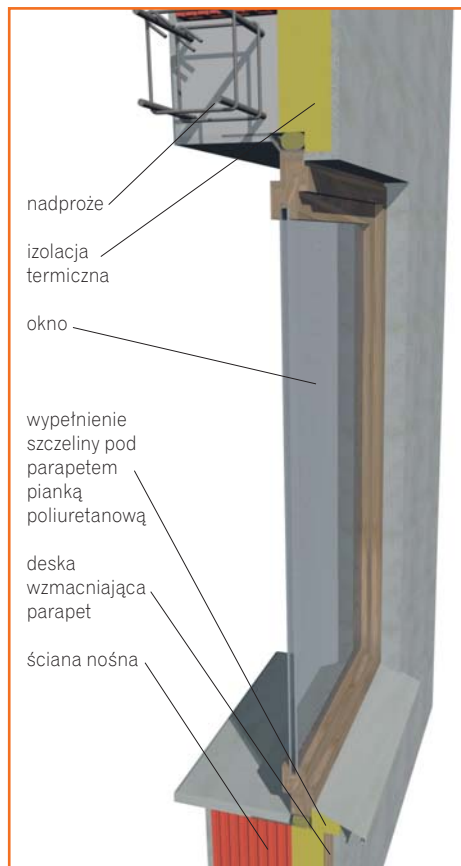
Posadowienie budynku na płycie fundamentowej jest częstym rozwiązaniem w domach energooszczędnych. Szczególnie opłaca się w przypadku zastosowania ogrzewania podłogowego, występowania wysokiego poziomu wód gruntowych lub podłoża o niewielkiej nośności. Wtedy nie wykonuje się łąw i ścian fundamentowych,

▼ Przykładowy układ warstw w ogrzewanej płycie fundamentowej

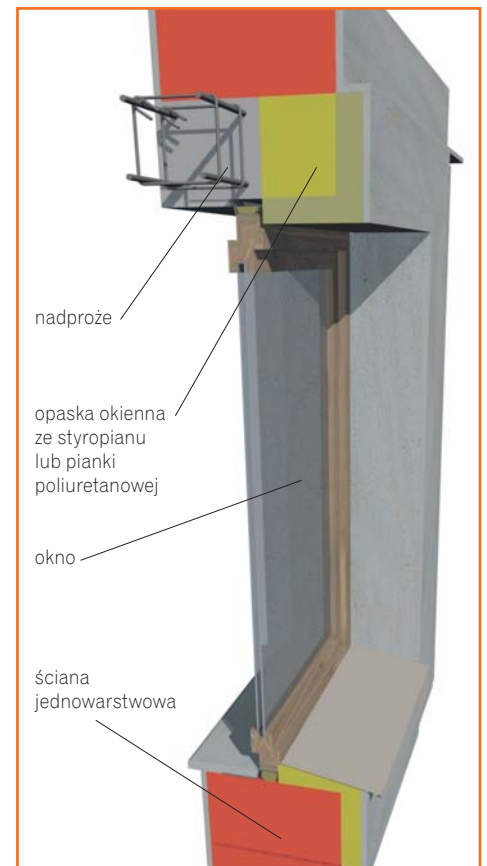




▲ Przykład poprawnego osadzenia okna w ścianie trójwarstwowej



▲ W nowoczesnej ścianie dwuwarstwowej okno powinno być osadzone w warstwie izolacji termicznej



▲ Opaska termoizolacyjna (węgarek) powinna być standardowym rozwiązaniem przy osadzeniu okien w ścianach jednowarstwowych

a jedynie rodzaj zmodernizowanej podłogi na gruncie. Oczywiście konieczne jest zaprojektowanie dobrze zbrojonej i odpowiednio grubej (najczęściej 12–20 cm) płyty żelbetowej będącej jednocześnie elementem konstrukcyjnym i grzewczym. Po prostu płyta fundamentowa musi być sztywna, gdyż ułożona jest na elastycznym podłożu z polistyrenu ekstrudowanego lub styropianu grubości 15–20 cm. Przy czym należy pamiętać, że termoizolacja powinna składać się z dwóch wzajemnie prostopadłych warstw (o przesuniętych spoinach). Taki fundament niejako przy okazji stanowi doskonały akumulator ciepła. Oczywiście pod warunkiem właściwego ocieplenia brzegów płyty. W przeciwnym razie na skutek ogromnych liniowych mostków termicznych całe przedsięwzięcie byłoby nieopłacalne. Brzegi płyty mogą być ocieplone specjalnymi kształtkami styropianowymi. Wtedy dodatkowo stanowią tzw. szalunek tracony przy wylewaniu płyty. Można również zastosować tradycyjne deskowanie, a po związaniu betonu okleić brzegi fundamentu płytami polistyre-

nu z frezowanymi krawędziami. Ich grubość powinna być przynajmniej taka sama, jak pod żelbetową płytą (wskazana jest o 1–2 cm większa). Warto również zwrócić uwagę na dodatkowe zabezpieczenie narożników zewnętrznych. To potencjalnie najsłabsze miejsca tego systemu grzewczego. Z tego względu zaleca się układanie dodatkowej izolacji z płyt polistyrenu poza obrysem fundamentu na odcinku około 1 m od naroża. Celowe jest ich nachylenie pod kątem około 30°, bo wtedy skuteczność ograniczenia strat energii cieplnej jest większa.

Zamontowanie okien bez mostków termicznych

Okna to dość specyficzne, przezroczyste przegrody zewnętrzne. Nie można z nich zrezygnować, ponieważ zapewniają dostęp światła słonecznego oraz umożliwiają wentylację pomieszczeń. Jednak należy zdawać sobie sprawę, że ich parametry termiczne są od kilku do kilkunastu razy gorsze od ścian. Z tego względu wskazane jest stosowanie okien o jak najlep-

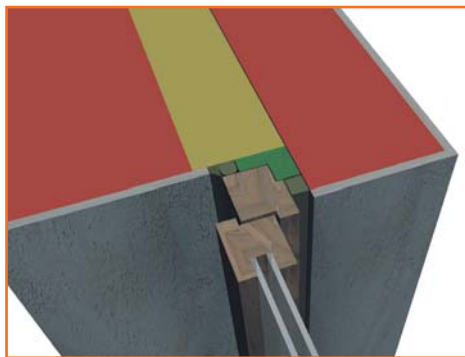
szym współczynnikiem przenikania ciepła $U < 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, bo tylko takie w ogólnym bilansie mogą przynieść jakiś zysk energetyczny. Warto też pamiętać, że dwukomrowe szyby zespolone spełniają wyższe wymagania. Natomiast standardowe ramy drewniane lub z PVC – nie są od nich 2-krotnie „zimiejsze”. A trzeba wiedzieć, że ramy stanowią około 40% powierzchni okien. Z tego względu tak ważne jest prawidłowe zamontowanie okien.

Przed wszystkim **konieczne jest wykonanie tzw. węgarków. To rodzaj występów osłaniających ościeżnice od strony zewnętrznej.** Najczęściej profiluje się je w warstwie termoizolacyjnej lub stosuje odpowiednie kształtki z pianki poliuretanowej, ewentualnie styropianu. Węgarki powinny zasłaniać około 80% szerokości ościeżnicy, a to oznacza, że muszą zachodzić na ramy okien przynajmniej na 6 cm. I to na całym obwodzie okna, także pod parapetem. Dzięki temu stolarka zabezpieczona będzie przed przenikaniem wiatru oraz wyeliminowane zostaną liniowe mostki termiczne. A trzeba pamię-



foto: Rockwool

▲ Wyraźnie widoczne mostki termiczne dookoła okna, na krawędziach szyb, stanowią je również drewniane belki konstrukcyjne lukarny



▲ Detal perfekcyjnego uszczelnienia okien za pomocą materiałów systemu Illbruck i3, stosowany częściej przy domach pasywnych

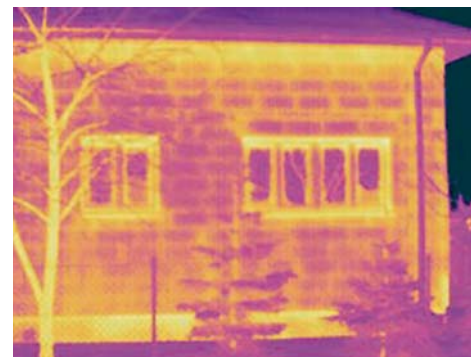


foto: Xella

▲ Mostki termiczne w budynku, jakich jest u nas wiele – na połączeniu ścian i dachu, ścian fundamentowych i przyziemia, wokół okien, a nawet na spoinach pomiędzy bloczkami

tać, że obwód typowego okna wynosi 6 m (1,5 × 1,5 m). W średniej wielkości domu jest około 10 okien. Zatem potencjalna długość mostków termicznych to przynajmniej 60 m.b.! Jest więc o co walczyć. Tym bardziej że wykonanie węgarków jest łatwe nawet w istniejących budynkach. Wystarczy przecież nakleić odpowiednio grube i szerokie pasy styropianu, pokryć je siatką z włókna szklanego i otynkować. Dzięki temu izolacyjność termiczna ram wzrośnie przynajmniej 5-krotnie i to na około 12% powierzchni okien.

Jednak wykonanie węgarków to jeszcze nie koniec prac. W domach energooszczędnych warto wykonać właściwe uszczelnienie stolarki, np. przez zastosowanie systemu trójwarstwowego (np. Illbruck i3),

w którym warstwa wewnętrzna jest paroizolacyjna (taśma, silikon), środkowa stanowi izolację termiczną (pianka poliuretanova), a zewnętrzna jest paroprzepuszczalna, ale odporna na działanie czynników atmosferycznych (taśma, folia).

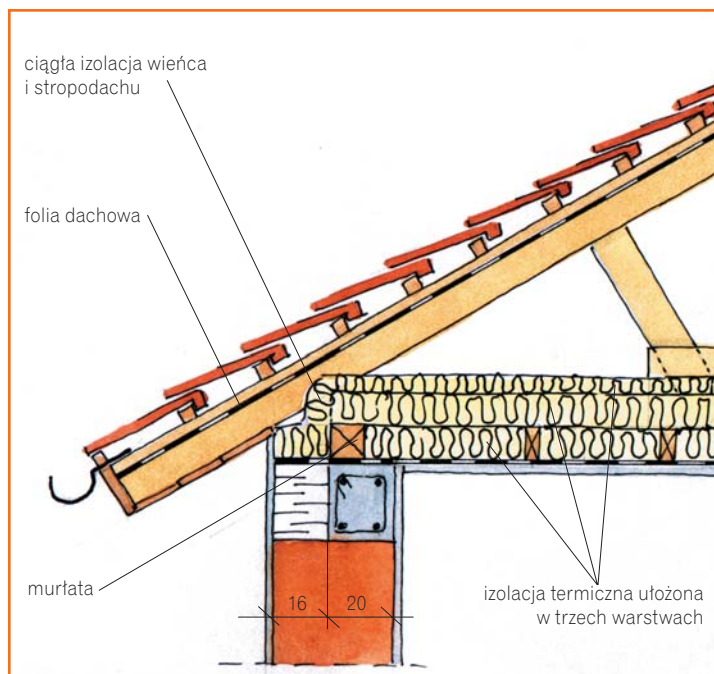
W przypadku budowania domu w technologii jednowarstwowej warto rozważyć zastosowanie ciepłych nadproży systemowych oraz wykleić styropianem jedynie wnętrze otworu okiennego.

Połączenie ściany zewnętrznej z połacią dachu

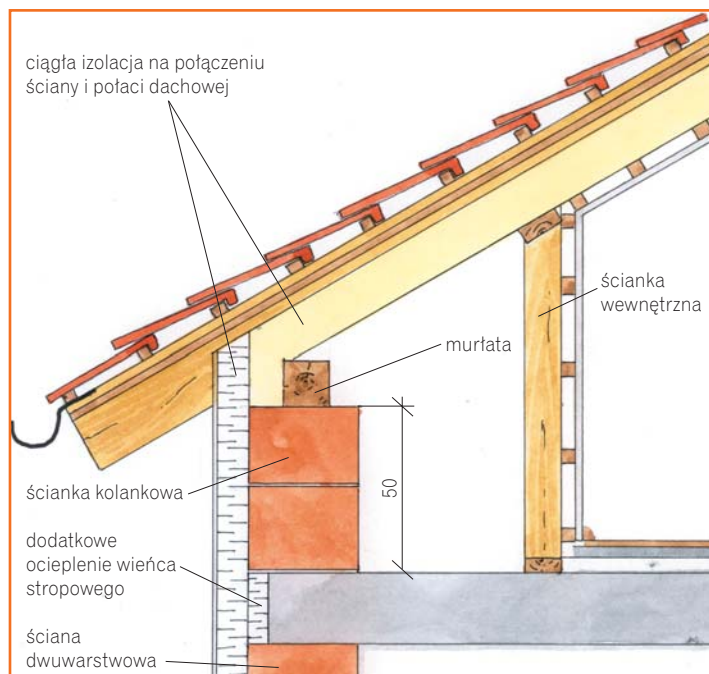
Ściany zewnętrzne i dach to konstrukcje zbudowane z różnych materiałów i pełniące odmienne funkcje. Wystarczy zdać sobie sprawę, że ściany są sztywne, a więźby sto-

sunkowo wiotkie i podatne na odkształcenia. Zatem właściwe ocieplenie miejsca łączenia jest ważnym zadaniem. Koniecznie trzeba zachować ciągłość materiałów termoizolacyjnych. To warunek oczywisty, ale dość rzadko poprawnie realizowany w domach jednorodzinnych. W budynkach energooszczędnych nabiera szczególnego znaczenia, gdyż tak wielki liniowy mostek termiczny postawiłby pod znakiem zapytania sens całego przedsięwzięcia. Trudność najczęściej wynika z zastosowania różnych materiałów do ocieplania ścian (styropian) i dachu (wełna mineralna). Także z powodu układania ich w różnym czasie, często przez inne ekipy wykonawcze. Na dodatek miejsce łączenia skutecznie zasłania murłata. Nie tylko utrudnia właściwe uło-

▼ Sposób izolowania stropodachu z dźwigarów kratowych



▼ Ocieplenie ścianki kolankowej w budynku o ścianach dwuwarstwowych



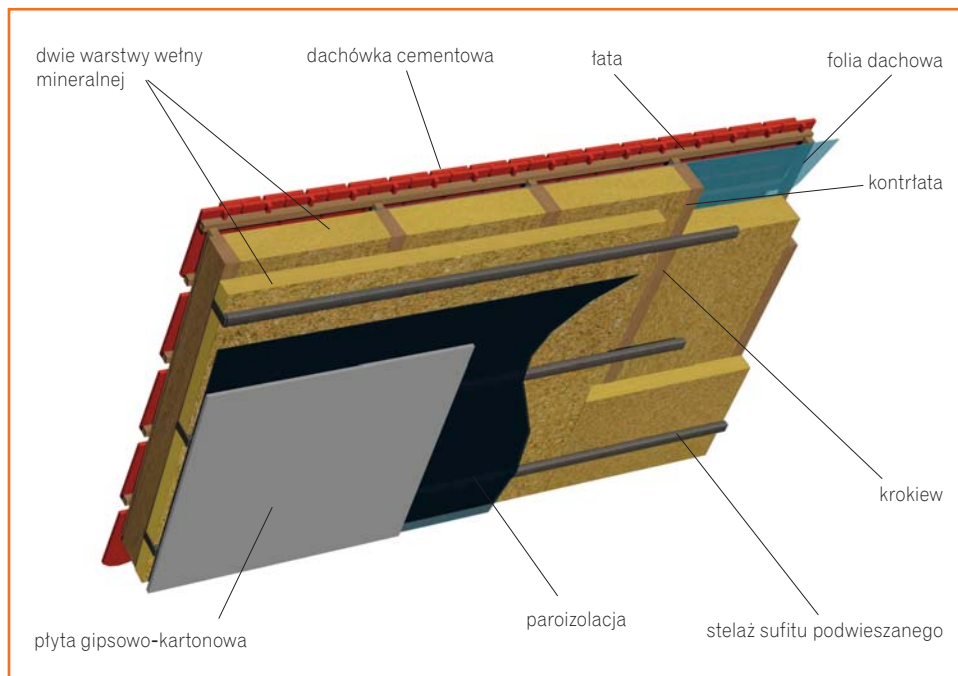
zenie ciągłej termoizolacji, ale także weryfikację poprawności wykonanych prac. To dlatego do ocieplenia tych trudnych miejsc najczęściej zachęca się inwestora. To jemu najbardziej zależy na poprawności wykonania robót i dlatego wszystko zrobi bardzo dokładnie bez popełnienia żadnego błędu. Oczywiście musi mieć na to czas, minimum umiejętności i chęci.

Ale przecież chodzi tylko o to, żeby styropian ocieplający ściany zewnętrzne stykał się z warstwą wełny mineralnej stanowiącej termoizolację połaci dachowej. Jest to logiczne, gdy nie ma ścianek kolankowych lub mają wysokość około 1 m i są traktowane jako przedłużenia ścian zewnętrznych. Jednak przy niskich ściankach wykonanych z 2 warstw pustaków lub bloczków często projektowane są dodatkowe, wewnętrzne ścianki drewniane. A wtedy zarówno projektanci jak i inwestorzy bardzo często ocieplają tylko tę lekką ściankę działową oraz fragment stropu. To błąd, ponieważ właściwa ścianka kolankowa najczęściej stanowi mostek termiczny. Właściwym rozwiązaniem jest ułożenie wełny mineralnej w połaci dachowej i połączenie jej z termoizolacją ścian.

Ocieplenie połaci dachu

Większość współcześnie budowanych domów jednorodzinnych ma użytkowe poddasza. Oznacza to, że połacie dachu muszą spełniać ostre kryteria termoizolacyjne stawiane przegrodom zewnętrznym (w domach energooszczędnych współczynnik $U < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$). Jednocześnie grubość połaci powinna być jak najmniejsza, bo nie można sobie pozwolić na zbytne ograniczenie przestrzeni użytkowej pod skosami.

Warstwę termoizolacyjną wykonuje się głównie z elastycznych materiałów o strukturze włóknistej takich, jak wełna mineralna lub szklana. Nie dość, że charakteryzują się doskonałymi współczynnikami przewodzenia ciepła ($\lambda = 0,032\text{--}0,045 \text{ W/mK}$), to na dodatek świetnie tłumią wszelkie hałasy zewnętrzne. Po za tym są niepalne. Jednak muszą być chronione przez dwie dodatkowe powłoki: wiatroizolację od strony zewnętrznej oraz paroizolację od wewnętrznej. Łączna grubość warstw wełny mineralnej w połaci dachowej powinna wynosić co najmniej 20 cm (w domach energooszczędnych).

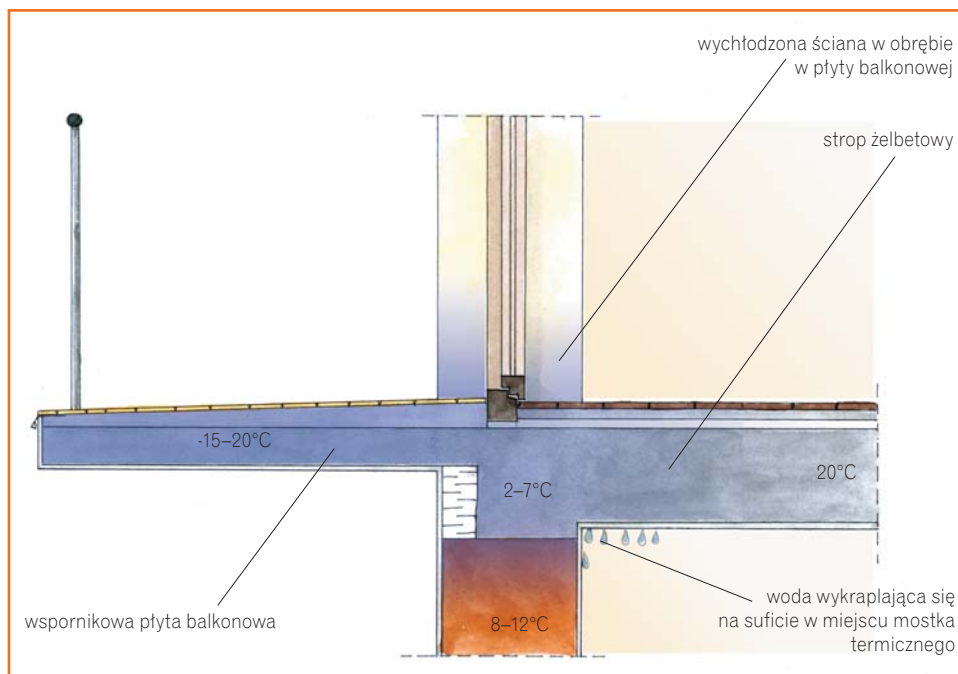


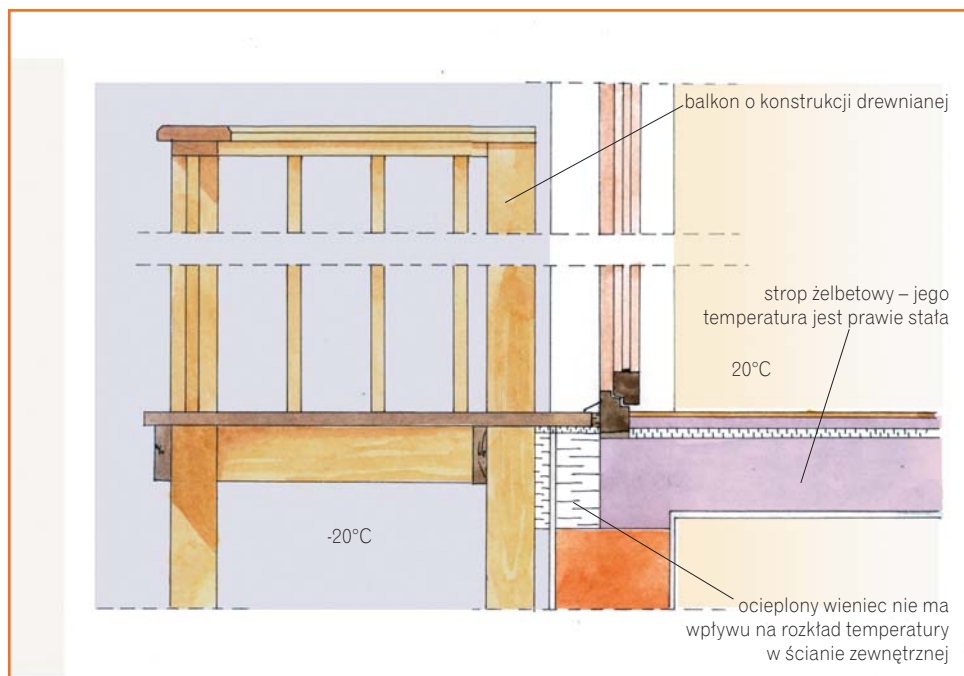
▲ Przykład połaci dachowej, możliwej do stosowania w domach energooszczędnych

Jej układanie musi się odbywać co najmniej w dwóch etapach. Najpierw pomiędzy krokiewmi należy zamocować tanię maty lub nieco droższe i sztywniejsze płyty. Przy czym zawsze wskazane jest pozostawienie 3-cm szczeliny wentylacyjnej pomiędzy ociepleniem, a folią wiatrochronną (niezależnie od stopnia jej paroprzepuszczalności). Następnie trzeba przybić dodatkowy ruszt drewniany i pomiędzy li-

stwami ułożyć płyty wełny (nie maty). Grubość tej warstwy nie może być mniejsza od 8 cm, bo dopiero wtedy będzie można mówić, że wpływ liniowych mostków termicznych stworzonych przez krokiew jest pomijalny. Natomiast wyeliminowanie punktowych mostków termicznych na stykach listew i krokwi można osiągnąć przez przybicie kolejnego rusztu (równoległe do krokwi, ale z przesunięciem o połowę od-

▼ Wspornikowa płyta balkonowa to ogromny mostek termiczny





▲ Niezależna od budynku konstrukcja balkonu to rozwiązanie zalecane w domach energooszczędnych

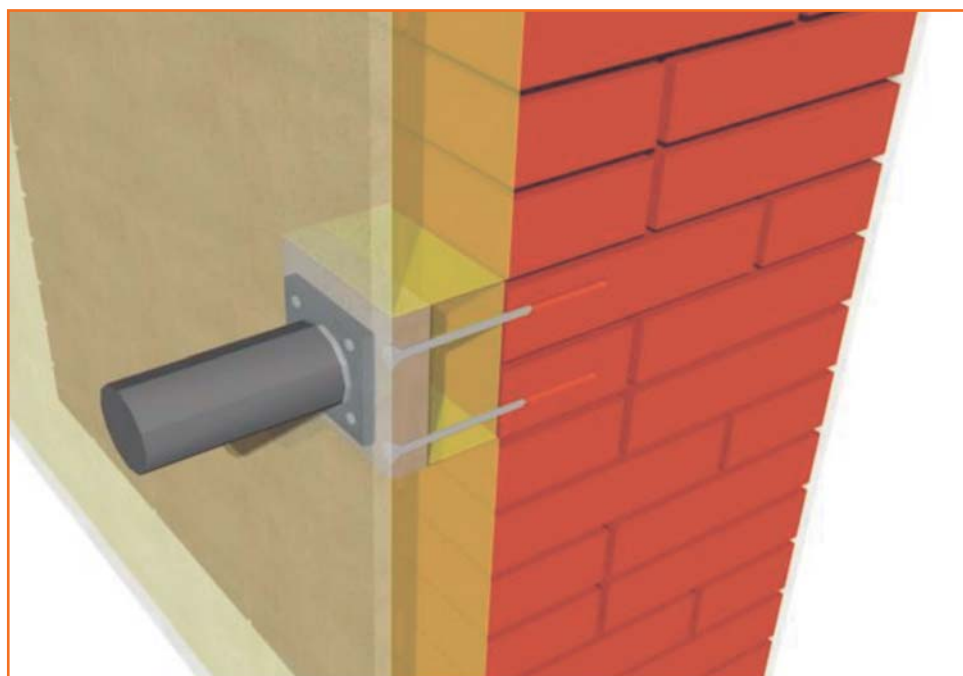
stępu pomiędzy nimi) i ułożenie kolejnej 8-cm warstwy ocieplenia. Oczywiście zamiast rusztów drewnianych można zastosować elementy podwieszane np. profile konstrukcyjne sufitów systemowych.

Płyty balkonowe i inne konstrukcje wsporcze

Balkony i loggie to elementy budynku uatrakcyjniające elewacje i dlatego są dość często stosowane przez architektów i wręcz

wymagane przez inwestorów. I nie byłoby w tym nic złego, gdyby nie to, że najbardziej popularnym rozwiązaniem jest wspornikowa płyta żelbetowa. Pod względem energooszczędności to jedna z najgorszych metod, ponieważ najczęściej jest przyczyną powstania ogromnego mostka

▼ Jeden ze sposobów zminimalizowania wpływu mostków termicznych, jaki zwykle stanowią wszelkie konstrukcje wsporcze w ścianach dwuwarstwowych



termicznego (za wyjątkiem rozwiązań systemowych, w których płyta stropowa jest wysunięta na zewnątrz tworząc balkon). Jego oddziaływanie zwykle jest porównywalne z nie ociepleniem ściany zewnętrznej na długości 4–6 m (to często połowa szerokości budynku). Trzeba bowiem wiedzieć, że jego zasięg może wynosić nawet do 1 m w głąb pomieszczenia (zależy od materiałów z jakich zbudowane są ściany i strop). Oczywiście można obłożyć płytę balkonową przynajmniej 12-cm warstwą styropianu lub polistyrenu ekstrudowanego. Ale trzeba pamiętać, że izolacja termiczna musi się znaleźć zarówno na wierzchu, jak i pod spodem płyty, a także na jej brzegach. Zatem kłopot jest spory, a atrakcyjność tak grubego elementu (około 40 cm) dość problematyczna. Poza tym mocowania słupków balustrady i tak stanowią będą mostki termiczne. Czy w takim razie trzeba zrezygnować z balkonów? Nie, ale pod warunkiem zastosowania innego rozwiązania – konstrukcji samonośnej, całkowicie oddylatowanej od budynku. Płyta balkonowa powinna być podparta na niezależnych słupach. A wtedy materiał konstrukcyjny może być dowolny. Stal, beton, drewno, aluminium, szkło wszystko można zastosować w zależności od wystroju elewacji.

Mocowanie balustrad, anten satelitarnych itp.

Wszelkie elementy konstrukcyjne przenikające przez warstwy termoizolacyjne zwykle stanowią mostki termiczne. Dotyczy to zwłaszcza stalowych balustrad, wsporników anten i daszków, a nawet aluminiowych listew startowych używanych w metodzie lekkiej-mokrej. Ich zasięg można znacznie zniwelować przez zmianę materiału konstrukcyjnego np. ze stali na drewno. A gdy nie jest to możliwe warto zastosować elementy pośrednie o znacznie lepszej termoizolacyjności. Mogą to być zwykłe klocki drewna 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 punktowe mostki termiczne będą minimalne, bo praktycznie ograniczone jedynie do śrub kotwiących elementy pośrednie. ■