

Pytanie Czytelnika

Jesienią zamknąłem stan surowy mojego nowego domu. Z nadzieją wiosny chcę kontynuować budowę. Ściany wzniesione są z bloczków keramzytobetonowych LB15. Czym ocieplić elewacje z tego materiału: wełną czy styropianem? Jaka izolacja będzie najodpowiedniejsza na poddaszu?

Z CZEGO CIEPŁY PŁASZCZ?

Wolny rynek – wraz z obfitością materiałów termoizolacyjnych i ich odmian – dostarczył inwestorom nie lada kłopotu: co wybrać spośród bogatej oferty, jakimi kierować się przy tym wyborze kryteriami? Na szczęście producenci zasypują rynek nowinkami nie po to jedynie, by wywołać zamęt w głowie nabywcy. Każdy produkt ma swoje ścisłe przeznaczenie, może też zostać przez nas lepiej lub gorzej wykorzystany.

Charakterystyka

Redakcja



Styropian – standardowo produkowany w formie płyt – pakowany jest w lekkie, poręczne paczki (fot. Styropmin)

Materiał izolacyjny, popularnie nazywany **styropianem**, powstaje w procesie spienienia polistyrenu. Standardowe płyty styropianowe uzyskuje się tnąc bloki na płyty wymaganej grubości. Produkowany jest również styropian kształtowany w formach, a powstały w tym procesie na powierzchni elementów styropianowych naskórek zmniejsza nasiąkliwość materiału.

Innym produktem izolacyjnym otrzymywanym z polistyrenu są płyty ekstrudowane (tzw. polistyren ekstrudowany). W tym przypadku procesowi spieniania polistyrenu towarzyszy wyciskanie (ekstrudowanie) roztopionej masy, a następnie walcowanie jej do pożądanego rozmiaru. Materiał zachowuje porowatą budowę, a na jego powierzchni tworzy się cienka warstwa „naskórkowa”, zapewniająca mu znikomą nasiąkliwość. Polistyren ekstrudowany wykazuje dużą odporność na ściskanie.

Wszystkie odmiany polistyrenu kwalifikowane są jako samogasnące (NRO – nierozprzestrzeniające ognia), co w praktyce oznacza, że materiał ten nie płonie własnym płomieniem, a jego udział w pożarze może być wyłącznie bierny. Pozbawiony kontaktu z ogniem, polistyren samoistnie gaśnie.

Pod hasłem **wełna mineralna** w powszechnym rozumieniu kryją się dwie grupy produktów: **wełna skalna** i **wełna szklana**. Choć z technicznego punktu widzenia rozróżnienie to nie jest precyzyjne (wełna szklana nie jest wełną mineralną), pozostajmy przy tym uogólnieniu ze względu na podobieństwa właściwości fizycznych obu materiałów. Wełnę skalną otrzymuje się w procesie stapiania i rozwłókniania skał bazaltowych, a następnie sklejana i prasowania uzyskanych włókien, natomiast wełnę szklaną uzyskuje się poprzez stapianie szkła (stłuczki szklanej), w wyniku czego otrzymuje się, a następnie skleja cienkie włókna.

Wełna mineralna jest materiałem odpornym na korozję biologiczną, a także całkowicie niepalnym.

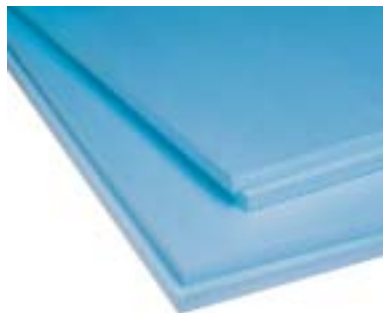
Parametry

Wełna mineralna i styropian to przede wszystkim materiały do izolacji cieplnej, w ich przypadku zatem najistotniejszym parametrem jest **współczynnik przewodności cieplnej**. Współczynnik ten, określany symbolem λ , wyrażony jest w jednostkach W/(mK). Wskazuje on, jaka moc ciepła przenika przez izolację o powierzchni 1 m² i grubości 1 m przy różnicy temperatur 1 Kelwina pomiędzy obiema stronami przegrody izolacyjnej. Im niższą wartość współczynnika λ osiąga materiał, tym lepsza jego termoizolacyjność, co oznacza, że tym mniej ciepła przenika przez jego strukturę. Znajomość tego współczynnika pozwala nam na określenie grubości izolacji, koniecznej dla uzyskania



Wełna mineralna występuje w wielu odmianach, przeznaczonych do różnych zastosowań. Powyżej – płyty do izolacji termicznej i akustycznej metodą lekką mokrą (fot. Paroc)

Wełna czy styropian



Płyty polistyrenu ekstrudowanego charakteryzują się dobrymi parametrami cieplnymi, dużą wytrzymałością mechaniczną i odpornością na działanie wilgoci (fot. Dow Polska)



Najpopularniejsze zastosowanie wełny szklanej to ocieplenie skosów poddaszy. Jednak jej wciąż udoskonalane odmiany dają znacznie więcej możliwości (fot. Isover)



Pełny zestaw elementów niezbędnych do ocieplenia elewacji płytami wełny mineralnej (fot. Rockwool)

wymaganej ciepłochronności całej przegrody. Tak dla wełny mineralnej, jak i dla styropianu jego wielkość zawiera się w granicach 0,035-0,042 W/(mK) – zależnie od ich gęstości, struktury oraz technologii wytwarzania. W praktyce przy obliczeniach przyjmuje się jednak, że dla obu materiałów, niezależnie od ich odmiany, współczynnik λ wynosi 0,04 W/(mK).

Drugą równie istotną cechą, którą należy wziąć pod uwagę przy doborze materiału na ocieplenie, jest jego **wytrzymałość na rozciąganie i ściskanie**. Wymogi są tu zależne od jego przeznaczenia, czyli miejsca, w którym ma zostać ułożony. Tak styropian, jak i wełna mineralna produkowane są w kilku odmianach, różniących się m.in. wytrzymałością na obciążenia. Wytrzymałość ta zależy od gęstości (masy objętościowej) materiału i zwiększa się wraz z jej wzrostem.

Styropian ma tu przewagę; jego struktura pozwala na przenoszenie nawet znacznych obciążeń. Nazwy jego poszczególnych odmian wyznaczają możliwości i główne obszary ich zastosowania:

- FS 12 – izolacje w ścianach warstwowych, luźne wypełnienie przegród
- FS 15 – ocieplenia klejone do podłoża
- FS 20 – izolacje podłóg, tarasów
- FS 30 i FS 40 – ocieplenia silnie obciążonych podłóg oraz dachów.

Liczby przy oznaczeniach określają w przybliżeniu masę objętościową materiału w kg/m^3 .

W przypadku wełny mineralnej różnice w masie objętościowej poszczególnych odmian są bardzo duże. Jednak producenci często nie podają informacji o tym parametrze, zakładając, że nazwa handlowa danej odmiany dostatecznie precyzyjnie informuje o jej przeznaczeniu. Niemniej warto wiedzieć, że:

wełna szklana o gęstości 12-20 kg/m^3 oraz skalna o gęstości 30-40 kg/m^3 stosowana jest do wypełniania konstrukcji szkieletowej oraz do izolacji poddaszy,

wełna skalna o gęstości 50-80 kg/m^3 – do izolacji ścian warstwowych, ociepleń metodą lekką suchą,

wełna skalna o gęstości 120-160 kg/m^3 – w systemach ociepleń metodą lekką moką, a także do izolacji podłóg i dachów.

Właściwością, która budzi najwięcej kontrowersji przy doborze materiału na izolację – głównie ścian zewnętrznych – jest jego **paroprzepuszczalność**. Wełna mineralna charakteryzuje się bardzo wysoką paroprzepuszczalnością – współczynnik paroprzepuszczalności względnej μ wynosi dla niej ok. 1, natomiast dla styropianu – 30-50. Oznacza to, że przez warstwę styropianu może przeniknąć kilkadziesiąt razy mniej pary wodnej, niż przez wełnę. Jednak w zależności od wymogów użytkowania, dobre przenikanie pary wodnej może być zarówno cechą korzystną, jak i niepożądaną.

(Więcej o dufuzji pary wodnej przez przegrody w art. „Beton komórkowy czy silikat” – BD 4/05)

Porównanie podstawowych własności wełny i styropianu

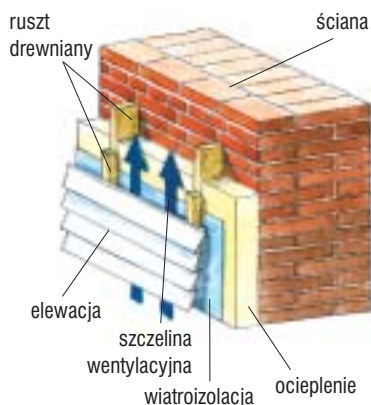
	Wełna mineralna	Styropian
Przewodność cieplna (λ)	ok. 0,04 W/(mK)	ok. 0,04 W/(mK)
Paroprzepuszczalność (μ)	1	30-50
Masa objętościowa	12-160 kg/m^3	12-30 kg/m^3
Chłonność wody	wysoka	znikoma
Izolacyjność akustyczna	dobra	względna
Palność	niepalna	samogasnący
Wytrzymałość na obciążenia	średnia	wysoka
Odporność na chemikalia	całkowita	ograniczona
Elastyczność	duża	mała

Gdzie jaki materiał?

Można stwierdzić, że wyborem zastosowania materiałów izolacyjnych rządzi ogólnie przyjęta zasada: w przypadku kontaktu izolacji z murem, betonowym podkładem czy gruntem stosujemy raczej styropian, natomiast przy ocieplaniu elementów drewnianych używamy głównie wełny mineralnej. Zdarzają się oczywiście sytuacje, w których można od tej reguły odstępować: o zastosowaniu wełny mineralnej może przesądzić np. nadrzędny



Płyty styropianu klei się do elewacji na zaprawę (fot. Henkel)



Warstwy ściany zewnętrznej ocieplonej wełną mineralną metodą lekką suchą



Cienka mata podpodłogowa wypełniona styropianowym granulem (fot. Cemex)

wymóg wysokiej ognioodporności lub konieczność uzyskania wysokiej izolacyjności akustycznej.

W ścianie

Zależnie od przyjętej technologii budowy zewnętrznych ścian murowanych, izolację cieplną umieszcza się bądź pomiędzy warstwą nośną a elewacyjną (w technologii trójwarstwowej), bądź też jako okładzinę mocowaną na klej i pokrytą tynkiem cienko-warstwowym. W obu przypadkach wykorzystuje się najczęściej płyty styropianowe. Wynika to nie tylko z dużej łatwości układania izolacji styropianowej (duża sztywność, niekłopotliwa obróbka), ale również z niższych kosztów tego typu ocieplenia. Jeśli izolujemy styropianem ścianę jednowarstwową, warto też pamiętać o możliwości kształtowania przy jego pomocy elementów elewacji budynku (np. gzymsów czy imitacji boniowania).

W ścianach trójwarstwowych można wykorzystywać tańsze płyty ze styropianu odmiany FS 12, układając je równocześnie ze wznoszeniem wewnętrznej warstwy muru. Dzięki tej metodzie wznosimy jednoetapowo ocieplony dom w stanie surowym. Jeśli do wykonania warstwy elewacyjnej wybierzemy cegłę klinkierową lub silikatową, nie trzeba będzie budynku tynkować.

Teoretycznie w ten sam sposób można wznosić ściany trójwarstwowe izolowane wełną mineralną. Jednak w praktyce mur tego typu powstaje dwuetapowo – najpierw muruje się warstwą nośną, a dopiero po jej zakończeniu mocuje się ocieplenie i wznosi warstwę elewacyjną. Przyjęcie takiej technologii wynika z konieczności pozostawienia pustki wentylacyjnej pod warstwą elewacyjną. Pustka ta, w postaci wąskiej szczeliny, podczas jednoczesnego murowania ściany pełnej grubości łatwo mogłaby ulec zatkaniu spadającą zaprawą. Płyty ze stosunkowo miękkiej wełny trudniej też dokładnie ułożyć i zamocować dociskającymi je do ściany talerzykami. Trzeba również pamiętać o pozostawieniu otworów wentylacyjnych u dołu elewacji oraz pod okapem dachu.

Z reguły natomiast używa się wełny mineralnej w ścianach szkieletowych oraz przy ociepleniu metodą lekką suchą. Jej elastyczność sprawia, że łatwo wypełnić nią dokładnie całą przestrzeń między elementami rusztu, a niepalność stanowi dla domu w technologii szkieletu drewnianego dodatkowe zabezpieczenie przeciwogniowe. (Więcej o izolowaniu ścian w art. „Beton komórkowy czy silikat” – BD 4/05)

W dachu

Do ocieplenia poddaszy wykorzystuje się lekkie odmiany wełny szklanej lub skalnej. Łatwo można wypełnić nią przestrzeń pomiędzy krokwiami, a niepalna otulina zwiększa bezpieczeństwo pożarowe całego dachu. Przy ocieplaniu dachów płaskich używa się natomiast twardych odmian styropianu lub płyt z polistyrenu ekstrudowanego.

(Więcej o izolowaniu dachów piszemy w tym numerze BD, w artykułach: „Jak tu ciepło i sucho” oraz „Pod płaskim dachem”)

W podłodze

Izolacja podłogi musi często pełnić dwie funkcje – ochrony przed nadmierną utratą ciepła i bariery dla przenikającego hałasu. Do izolowania podłóg na gruncie, gdzie ochrona akustyczna nie jest potrzebna, stosuje się zwykle styropian FS 20. Na stropach budynków wznoszonych w technologii murowanej można natomiast stosować alternatywnie specjalny styropian, tzw. akustyczny, lub twardą wełnę mineralną w płytach. Ich warstwy grubości 3-5 cm (ułożone w systemie tzw. podłóg pływających) mają za zadanie głównie izolować przegrodę akustycznie.

W stropach drewnianych jako wypełnienia izolacyjnego pomiędzy belkami używa się miękkich lub średniotwardych płyt z wełny mineralnej.



Zakres grubości dostępnych materiałów izolacyjnych jest bardzo szeroki (fot. Styrobud)



Bardzo nowoczesnym materiałem są płyty lamelowe z wełny mineralnej. Charakteryzują się uporządkowanym, prostopadłym do powierzchni płyty układem włókien, co zwiększa ich wytrzymałość. Dzięki dużej elastyczności można nimi ocieplać powierzchnie łukowe (fot. Paroc)



fot. Ecoservice



fot. NEF Polska

Alternatywą dla wełny i styropianu może być odpowiednio przetworzona celuloza. Jej granulem ociepla się m.in. stropy nad poddaszem użytkowym

W fundamentach

Izolacje układane poniżej poziomu gruntu muszą charakteryzować się małą nasiąkliwością i dlatego układa się tam przede wszystkim płyty styropianowe. W budynkach, których fundamenty narażone są na stały kontakt z wodą, lepiej stosować płyty ze styropianu odmiany hydro lub z polistyrenu ekstrudowanego.

JAKA GRUBOŚĆ?

Dobierając grubość izolacji cieplnej, dążymy zawsze do uzyskania możliwie wysokiej ciepłochronności, a więc – do ułożenia jak najefektywniejszej warstwy ocieplającej. Nie można jednak pogrubiać izolacji w nieskończoność, gdyż nie pozwalają na to ograniczenia technologiczne. A przede wszystkim – nie warto tego robić ze względu na rachunek ekonomiczny. W większości przypadków granicę opłacalności wyznacza współczynnik przenikania ciepła U na poziomie $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, ale najczęściej przyjmuje się ok. $0,25$ (wymagania normatywne to $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

Sposób określenia przenikalności cieplnej przegrody zewnętrznej zależy od jej budowy. W ścianach szkieletowych, przy izolacji poddaszy oraz w ścianach trójwarstwowych o cienkich ścianach nośnych wystarczy brać pod uwagę ciepłochronność samego materiału ociepleniowego. Dzielimy wtedy przewodność cieplną materiału λ przez wymagany współczynnik U – wynik określa niezbędną grubość warstwy ocieplającej w metrach.

Przykładowo: jeżeli chcemy uzyskać ciepłochronność izolacji poddasza równą $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, a planujemy użyć do tego celu wełny mineralnej o współczynniku λ $0,04 \text{ W}/(\text{mK})$, niezbędna grubość materiału wyniesie:

$$g = \lambda : U = 0,04 : 0,25 = 0,16 \text{ m} \text{ czyli } 16 \text{ cm.}$$

Wyznaczenie grubości izolacji w ścianach warstwowych będzie trudniejsze, musimy bowiem znać przewodność cieplną warstwy konstrukcyjnej oraz jej grubość. Informację o ciepłochronności bloczków czy pustaków możemy uzyskać od producenta, natomiast orientacyjne współczynniki λ dla najczęściej używanych materiałów wynoszą:

dla bloczków z betonu komórkowego odmiany 600	0,18 W/mK
dla pustaków ceramicznych porotyzowanych	0,20 W/mK
dla pustaków szczerelinowych typu Max	0,45 W/mK
dla bloczków silikatowych	0,80 W/mK

Ciepłochronność samego muru możemy wyliczyć, dzieląc współczynnik λ dla danego materiału przez jego grubość wyrażoną w metrach. Przykładowo: przenikalność cieplna ściany z porotyzowanego pustaka ceramicznego grubości $g = 25 \text{ cm}$ ($0,25 \text{ m}$) wyniesie:

$$U = \lambda : g = 0,2 : 0,25 = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Aby uzyskać wymaganą ciepłochronność takiej ściany, musimy następnie określić potrzebną grubość izolacji. Przy takich wyliczeniach najwygodniej posłużyć się sumą oporów cieplnych poszczególnych warstw. Opór cieplny R jest odwrotnością przenikalności cieplnej U i wyznaczamy go ze wzoru $R = 1 : U$. W przykładowej ścianie wyniesie on więc $R_m = 1 : 0,8 = 1,25 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

Zakładamy, że chcemy uzyskać ciepłochronność izolowanej przegrody o wartości $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, co odpowiada oporowi całkowitemu $R_c = 1 : U = 1 : 0,25 = 4 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

Ponieważ opory cieplne poszczególnych warstw sumują się, zatem opór cieplny warstwy izolacyjnej powinien wynieść $R_i = R_c - R_m = 4 - 1,25 = 2,75 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$. Po zamianie oporu na przenikalność $U_i = 1 : R_i$, otrzymamy $U_i = 0,364 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Taką izolacyjność uzyskamy po ułożeniu warstwy ocieplającej grubości 11 cm ($g_i = 0,04 : 0,36 = 0,11 \text{ m}$).

W powyższych obliczeniach nie zostały uwzględnione warstwy tynku ani współczynniki odpływu i napływu ciepła na powierzchniach zewnętrznych i wewnętrznych, co sprawia, że rzeczywista ciepłochronność przegrody będzie nieco wyższa, niż obliczeniowa.

Jak montować?

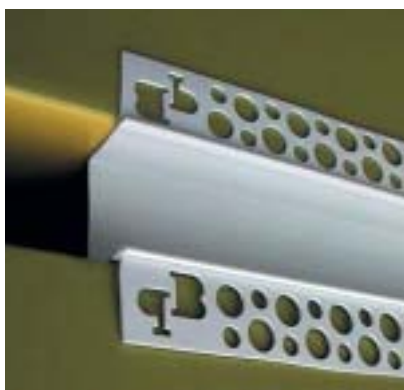
Przy układaniu izolacji – niezależnie od rodzaju użytego materiału – obowiązują pewne zasady. Ich przestrzeganie zagwarantuje uzyskanie wymaganej ciepłochronności. Nie można zatem dopuścić do niechlujstwa wykonania: pozostawiania niewypełnionych



Dwie warstwy płyt wełny mineralnej układamy „na mijankę”



Styropian to materiał wyjątkowo łatwy w obróbce; ocieplając nim elewację trzeba jednak bardzo starannie zamontować listwy startowe (fot. Henkel)



Na rynku dostępna jest szeroka gama profili do mocowania płyt i mat ociepleniowych (fot. Bella Plast)

miejsce, szczelin na stykach poszczególnych płyt, a także – upychania materiału „na siłę”, co może spowodować odkształcenie pokrycia bądź jego zniszczenie.

Wełnę mineralną dopasowuje się w taki sposób, aby wymiary płyty lub maty były o ok. 2 cm większe od pokrywanej nią powierzchni – materiał ten, dzięki swojej elastyczności, samoistnie dopasuje się do wszelkich nierówności podłoża i szczelnie wypełni przestrzeń. Przy pokrywaniu większych powierzchni układa się płyty „na mijankę”, przesuwając styki w poszczególnych rzędach o ok. połowę długości płyty.

Styropian wykazuje znikomą elastyczność, dlatego stosując go trzeba bardzo dokładnie dopasowywać wymiary płyt do izolowanego miejsca. Dobrym rozwiązaniem jest również układanie płyt dwuwarstwowo, z przesunięciem styków, lub użycie płyt frezowanych, kładzionych „na zakładkę”. Przy montażu ocieplenia – zwłaszcza przy wykonywaniu izolacji z wełny mineralnej – nie wolno też zapominać o zachowaniu warunków bezpieczeństwa. Przy cięciu i dopasowywaniu wełna dość intensywnie pyli, a jej drobiny – choć nie są szkodliwe dla zdrowia – mogą powodować silne swędzenie skóry, zaczerwienienie oczu czy wywoływać kaszel. Przy pracy należy używać ubrań roboczych, rękawic, okularów ochronnych i maski przeciwpylnej, a po jej zakończeniu – koniecznie opłukać całe ciało i dokładnie odkurzyć pomieszczenie.

Styropian jest przy układaniu znacznie mniej uciążliwy; jedynie wykruszające się podczas cięcia i szlifowania drobne granulki zanieczyszczają otoczenie. Można tego uniknąć, wykorzystując zamiast zwykłego noża przecinarkę z drutem oporowym. Pozwoli to również uzyskać równe i gładkie krawędzie cięcia.

Na co uważać?

Każdy, nawet najlepszy materiał budowlany – zwłaszcza w nietypowych warunkach lub trudnych do przewidzenia sytuacjach – wykazuje pewne ograniczenia i niedostatki. Mając świadomość zagrożeń, można jednak uniknąć przykrych niespodzianek.

Przy wykonywaniu izolacji ze **styropianu** należy bezwzględnie unikać kontaktu materiału z wszelkimi rozpuszczalnikami do farb i lakierów, benzyną, a także z wyrobami zawierającymi te składniki. W kontakcie z nimi – ze względu na ograniczoną odporność na oddziaływanie niektórych związków chemicznych – styropian może po prostu zniknąć, na skutek rozpuszczenia się tworzącego jego strukturę polistyrenu.

Inne zagrożenie dla izolacji styropianowej stwarzają ptaki i gryzonie. Te pierwsze, gdy natrafiają na odkrytą warstwę izolacyjną, chętnie wydziobują w niej nory lub zakładają gniazda. Gryzonie penetrują głównie dolne partie budynku – np. nieosłonięte ocieplenie fundamentów, izolację podpodłogową – ale mogą również wygryzać w styropianie korytarze na całej wysokości domu. Odkryta izolacja styropianowa na poddaszu często staje się miejscem gniazdowania np. wróble, zdarzają się też przypadki poważnych zniszczeń izolacji, dokonanych przez kawki, z upodobaniem rozdrabniające dziobami miękką, kruchy materiał. Na terenach zalesionych można również spodziewać się zainteresowania dzięciołów, które potrafią zniszczyć znaczny fragment otynkowanej już elewacji – prawdopodobnie odgłos wydawany przy jej ostukiwaniu przypomina dźwięki wydawane podczas pukania w spróchniałe drzewo – zachęca to ptaki do poszukiwania pod tynkiem smakowitych larw owadów.

W przypadku izolacji z **wełny mineralnej**, problemów może przysporzyć jej zamoczenie. Wprawdzie jest to materiał hydrofobizowany, niemniej jednak przy dłuższym kontakcie z wodą traci swoje własności izolacyjne, a osuszenie go bywa bardzo trudne. Dlatego trzeba starannie chronić wełnę przed zamoczeniem, zarówno w czasie magazynowania, układania, jak i podczas eksploatacji. Zamoczenie wełny szczególnie często zdarza się przy budowie ściany warstwowej lub szkieletowej, gdy nie zabezpieczymy jej przed intensywnymi opadami na czas przerw w pracach budowlanych.

Zagrożenie dla komfortu użytkownika domu może też stanowić pylenie wełny; jeśli odpowiednio nie osłonimy ułożonej już izolacji wełnianej, nie tylko zanieczyści mieszkanie, ale może stać się przyczyną kłopotów zdrowotnych domowników. Problem ten występuje zwłaszcza przy ociepleniach tzw. ślepych podłóg – pylenie jest wówczas szczególnie nasilone ze względu na ruchy podłoża i prądy powietrza wytwarzane pod poszyciem. Zapobiega mu obustronne pokrycie wełny tekturą falistą i wypełnienie szczelin przy ścianach pianką lub masą elastyczną.

Cezary Jankowski