

Wełna, styropian, poliuretan, włókna celulozowe to materiały termoizolacyjne stosowane z myślą o tym, by zabezpieczyć dom przed utratą ciepła. Dzięki nim mieszka się komfortowo i płaci mniej za ogrzewanie. Niektóre z tych materiałów chronią też przed hałasem lub stanowią dodatkowe zabezpieczenie przeciwpożarowe.

Marcin Grębiszewski



fot. Ursa Pflaiderer

Materiały izolacyjne

Dziś oczekuje się, by materiał miał dobrą izolacyjność termiczną, był lekki i łatwy w montażu, niepalny, aby spełniał swoją funkcję jak najdłużej i, oczywiście, żeby był tani.

Największym powodzeniem cieszą się **wełna mineralna i szklana** oraz **polistyren ekspandowany**, zwany popularnie **styropianem**. Do ocieplania domów lub ich poszczególnych elementów służą też: polistyren ekstrudowany, **płyty poliuretanowe**, **płyty pilśniowe**, **poliuretan natryskowy**, **szkło piankowe**, **perlit**, **keramzyt** oraz **włókna celulozowe**.

Wełna

Produkowana jest ze skały bazaltowej, roztopianej, rozwłóknianej, a następnie formowanej w postaci płyt, mat lub granulatu a,b,c. Produkt taki nosi nazwę **wełny mineralnej (skalnej)**. Wytwarzana jest również **wełna szklana**, do produkcji której, zamiast bazaltu używany jest piasek kwarcowy. Oba rodzaje wełny mają niemal identyczne parametry. Użytkiwane z nich wyroby są łatwe w obróbkę. Charakteryzują się również znakomitymi właściwościami termoizolacyjnymi – ich współczynnik przewodzenia ciepła λ wynosi od 0,045 do 0,033 W/(mK). **Ważną cechą wełny jest odporność na**

nie tylko

OCIEPLAJĄ

Jednym z najważniejszych parametrów charakteryzujących materiał termoizolacyjny jest **współczynnik przewodzenia ciepła λ** (im mniejszy tym lepiej).

Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/(mK)] określa, ile ciepła przenika przez dany materiał grubości 1 m przy różnicy temperatury 1 Kelwina.

Oprócz współczynnika przewodzenia ciepła, jest jeszcze **współczynnik przenikania ciepła U** .

Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m²K)] określa, ile ciepła przenika przez 1 metr kwadratowy przegrody (ściany, stropu) przy różnicy temperatury 1 Kelwina.

ogień. Jest ona praktycznie niepalna, może nie tylko ocieplać dom, ale również chronić jego elementy konstrukcyjne przed ogniem. Zaletą wełny jest również jej duża trwałość oraz elastyczność. Tym, co wyróżnia ją spośród wielu innych materiałów termoizolacyjnych, jest **znakomita paroprzepuszczalność**. Wełna nie hamuje przepływu pary wodnej przez ściany domu i dzięki temu, w ocieplonych pomieszczeniach można zapewnić zdrowy i przyjemny mikroklimat. Wełna ma jeszcze jedną ważną cechę – **dobrze tłumi dźwięki**. Dzięki temu może stanowić izolację akustyczną i zapobiegać przenikaniu hałasu między pomieszczeniami i kondygnacjami.



1 Najpopularniejsze są wełniane płyty i maty. Kupić można także strzępki i granulaty wełniany (fot. a, b – Ursa Pfeleiderer, c – Isover Gullfiber)

Wełna jest dosyć nasiąkliwa, a pod wpływem zamoczenia znacznie zmniejsza swoją termoizolacyjność.

W porównaniu ze swoim głównym konkurentem – styropianem, wełna jest stosunkowo droga.

Styropian

Powstaje w wyniku spieniania granulki polistyrenu 2. Uzyskuje się w ten sposób materiał wyjątkowo lekki i bardzo łatwy w obróbce. Śwą izolacyjnością termiczną dorównuje wełnę. Jego współczynnik przewodzenia ciepła λ wynosi od 0,032 do 0,042 W/(mK). Jest też bardziej odporny na zawilgocenie i znacznie tańszy. Firmy oferują płyty styropianowe oraz styropianowy granulaty. Od niedawna są w sprzedaży płyty ze styropianu wzbogaconego dodatkiem grafitu lub aluminium. Ma on lepszą izolacyjność termiczną od pozostałych styropianów (λ dochodzi nawet do 0,032). Styropianowe płyty mogą mieć frezowane krawędzie, tak by dało się je łączyć na pióro i wpust lub na zakład. W sprzedaży jest też styropian wodoodporny (hydrofobizowany) oraz styropian elastyczny – przeznaczony do izolacji akustycznych podłóg. Producenci oferują również płyty oklejane jedno- lub obustronnie papą.

Tym, czego nie da się powiedzieć o styropianie, to jest to, że dobrze sprawdza się



2 Styropian jest jednym z najtańszych materiałów termoizolacyjnych (fot. Styropol)

podczas pożaru. Styropian jest palny, ale jednocześnie samogasnący, a to oznacza, że po wyjęciu z płomieni przestaje płonąć. Jednak w trakcie pożaru wydziela szkodliwe dla zdrowia substancje, a topiąc się tworzy pływające krople, które mogą przyczynić się do rozprzestrzeniania pożarów.

Styropian odznacza się znikomą paroprzepuszczalnością. Jest materiałem sztywnym i łamliwym, podatnym na uszkodzenia. Poza tym topi się w kontakcie z rozpuszczalnikami organicznymi lub ich oparami.

Uwaga! W przeciwieństwie do innych materiałów ociepleniowych, izolacyjność termiczna styropianu wzrasta wraz z jego gęstością.

Ważne oznaczenia

Zgodnie z nową normą PN EN 13162, na opakowaniach produktów z wełny mineralnej powinny być podane wszystkie istotne parametry wyrobu, między innymi: wymiary, klasa odporności ogniowej, współczynnik przewodzenia ciepła λ . Niektóre informacje znajdują się też w kodzie wełny. Zawiera on wiele danych dotyczących danego produktu.

Przykładowy kod znajdujący się na opakowaniu wełny mineralnej

MW-EN 13162-T4-CS(10)40-TR16-WS-MU1

Informacja o tym, że jest to wełna mineralna zgodna z normą EN 13162

Oznaczenie to mówi, jaka jest klasa wełny pod względem dopuszczalnych odchyłek jej grubości. Są trzy klasy: T1, T4 i T5. Wełna o klasie T1 nadaje się do układania między krokiewkami lub legarami, bo odchyłki jej grubości są największe. Wełna klasy T4 i T5 ma najmniejsze odchyłki grubości, jest więc polecana do izolacji podłóg, dachów płaskich i ścian.

Wartość wytrzymałości wełny na ściskanie przy odkształceniu względnym 10% (liczba w nawiasie). W tym przypadku wartość ta wynosi 40 kPa. Im wyższa wytrzymałość na ściskanie, tym płyta jest trwadsza.

Wytrzymałość wełny na rozciąganie; najslabsza pod tym względem wełna może mieć wytrzymałość 8 kPa (T8) a najmocniejsza 100 kPa (T100).

Symbol ten oznacza, że wełna może być narażona na kontakt z wilgotnym powietrzem.

Ten symbol oznacza, że wełna ma wysoką paroprzepuszczalność.

Stare i nowe odmiany

Styropian może mieć różną gęstość. O gęstości informowała do niedawna odmiana styropianu, czyli oznaczenie składające się z liter „FS” i liczby, odpowiadającej jego gęstości na m^3 . Przykładowo – styropian odmiany FS 15 ma gęstość nie mniejszą niż $15 \text{ kg}/m^3$. Zależnie od odmiany, płyty styropianowe mają różne przeznaczenie. Obecnie, zgodnie z nową normą, materiał ten ma inne oznaczenia. Nie jest w nich podana gęstość, a jedynie deklarowane naprężenie ściskające, współczynnik przewodzenia ciepła λ i przeznaczenie.

Poniżej przedstawiamy stare oznaczenia styropianu i ich nowe odpowiedniki:

FS 12 – EPS 50 042

FS 15 – EPS 70 040 Fasada

lub EPS 80 040 Fasada

FS 20 – EPS 100 038 Dach/Podłoga

FS 30 – EPS 200 036 Dach/Podłoga/
Parking

FS 40 – EPS 250 036 Dach/Podłoga/
Parking

Polistyren ekstrudowany

Powstaje ze spienianej masy polistyrenowej **3**. Wytwarza się z niego płyty termoizolacyjne o dużej wytrzymałości na ściskanie. **Polistyren ekstrudowany ma znakomitą izolacyjność termiczną** ($\lambda=0,038-0,027 \text{ W}/(\text{mK})$). Jest też **znacznie twardszy i mniej nasiąkliwy** niż styropian. W przeciwieństwie do styropianu, mającego przeważnie biały kolor, polisty-

3 Polistyren ekstrudowany jest droższy od styropianu, ale jest lepszym izolatorem termicznym i charakteryzuje się mniejszą nasiąkliwością (fot. Austrotherm)



ren ekstrudowany produkowany jest w różnych kolorach. Ze względu na dużą wytrzymałość polecany jest do izolowania miejsc narażonych na silne obciążenia. Tak jak styropian, ma znikomą paroprzepuszczalność, jak również słabą odporność na ogień oraz rozpuszczalniki organiczne. Jego mankamentem jest też wysoka cena.

Płyty pilśniowe

Wytwarza się je ze sprasowanych włókien drzewnych **4**. Do izolacji termicznej i akustycznej wykorzystuje się wyłącznie płyty o strukturze porowatej i małej gęstości (współczynnik przewodzenia ciepła λ dochodzi do $0,045 \text{ W}/(\text{mK})$, dla gęstości $170 \text{ kg}/m^3$). **Płyty pilśniowe są paroprzepuszczalne**, a te o porowatej strukturze są też dobrym izolatorem akustycznym. Jeśli nie są impregnowane odpowiednim środkiem hydrofobizującym lub substancją bitumiczną, źle znoszą kontakt z wodą. Powinny też być impregnowane substancjami grzybo- i pleśniochronnymi. Oprócz płyt sprzedawane są także maty termoizolacyjne z włókien drzewnych. Mają one mniejszą gęstość – $45 \text{ kg}/m^3$ i lepszą izolacyjność cieplną – $\lambda=0,037 \text{ W}/(\text{mK})$.

4 Płyty z włókna drzewnego to produkt w pełni ekologiczny (fot. Ekopłyta Czarnków)



Płyty poliuretanowe

Jest to materiał lekki, sztywny i wytrzymały na ściskanie. Ich współczynnik przewodzenia ciepła λ wynosi nawet $0,035 \text{ W}/(\text{mK})$. Mają więc lepszą izolacyjność niż styropian.

Poliuretan natryskowy

Izolacje z niego mogą wykonywać tylko wykwalifikowane ekipy dysponujące odpowiednim sprzętem. Poliuretan nanosi się bowiem metodą natryskową. Tworzy on wówczas szczelną, bezspoinową powłokę termoizolacyjną. Dobrze wypełnia izolowaną powierzchnię i jednocześnie wyrównuje wszelkie krzywizny lub ubytki w podłożu. Co ważne, jest odporny na rozpuszczalniki zawarte w płynnych materiałach hydroizolacyjnych (np. lepikach bitumiczno-kauuczowych). Można go nanosić na blachę, papę, beton i drewno. Termoizolacja z poliuretanu waży około $20-30 \text{ kg}/m^3$, jest więc dosyć lekka i nie obciąża za bardzo konstrukcji domu. Jest również odporna na wodę. Ma najlepszą izolacyjność termiczną spośród wszystkich innych materiałów. Jej współczynnik przewodzenia ciepła λ wynosi od $0,025$ do $0,019 \text{ W}/(\text{mK})$. Poliuretan nanosi się przeważnie na dachy płaskie.



5 Włókna celulozowe nanosi się metodą nadmuchu (fot. Thermofloc)

Włókna celulozowe

Jest to materiał termoizolacyjny otrzymywany w efekcie przetwarzania makulatury. Impregnowane włókna są dosyć odporne na wilgoć, trudno palne i nie rozprzestrzeniają ognia **5**. Nie płoną tylko się zwęglają, nie wydzielając przy tym toksycznych substancji. Włókna stosuje się głównie do izolowania termicznego przestrzeni trudno dostępnych, w których nie da się poprawnie ułożyć tradycyjnych materiałów ociepleniowych. Nie nadają się jednak do samodzielnego układania. Materiał jest bowiem rozprzeczany metodą nadmuchu, a do tego potrzebni są fachowcy i odpowiednia aparatura.

Szko piankowe

Sprzedawane jest w formie płyt. Produkuje się je ze spienionego szkła. Płyty mają bardzo dużą gęstość i co za tym idzie dobrą wytrzymałość na ściskanie. Ich współczynnik przewodzenia ciepła λ wynosi około 0,038 (W/mxK). Są wodoodporne i niewrażliwe na prawie żadne chemikalia. Nie straszy im również ogień, gdyż są niepalne. Do ich obróbki wystarczą najprostsze narzędzia – piła albo nóż.

Wadą szkła piankowego jest mała paroprzepuszczalność i bardzo wysoka cena.

Perlit ekspandowany

Jest to kruszywo pochodzenia wulkanicznego. Ma postać drobnoziarnistego granulatu. Charakteryzuje się dobrymi właściwościami termoizolacyjnymi (λ około 0,059 W/mxK). Jest też całkiem niezłym izolatorem akustycznym i nie zawiera żadnych chemicznych domieszek. Niegroźny jest mu również ogień i korozja biologiczna. Waży od 50 do 180 g/dm³. Oczywiście, tak jak wszystkie sypkie materiały termoizolacyjne wymaga zatrudnienia ekipy wykonawczej.

Keramzyt

Wytwarzany jest w efekcie opiekania gliny w bardzo wysokiej temperaturze. Do celów izolacyjnych wykorzystuje się granulaty keramzytowe. Jest on lekki (25-80 g/dm³), niepalny i odporny na działanie gryzoni i grzybów domowych oraz pleśniowych. Jego współczynnik przewodzenia ciepła λ wynosi około 0,16 W/m.K. Używa się go do izolowania stropów i podłóg na gruncie.

Czym ocieplić cały dom

Wyroby termoizolacyjne nie są uniwersalne. Każdy z nich jest produkowany z myślą o jakimś konkretnym zastosowaniu. Tak więc produkt, który jest znakomity do ocieplania fundamentów i tarasów, nie będzie się nadawał na przykład do wykonania izolacji termicznej poddasza. Poniżej podpowiadamy, którymi wyrobami najlepiej izolować poszczególne elementy budynku.

Fundamenty

Ze względu na niewielką nasiąkliwość, do izolowania fundamentów najlepiej nadają się płyty poliuretanowe, polistyren ekstrudowany **6** i szkło piankowe



6 Polistyren ekstrudowany jest mało nasiąkliwy, dlatego chętnie wykorzystuje się go do ocieplania ścian fundamentowych (fot. Austrotherm)

W tym zastosowaniu popularny jest również styropian. Do fundamentów i ścian fundamentowych polecany jest **styropian odmiany EPS 100 038 Dach/Podłoga oraz EPS 200 036 Dach/Podłoga/Parking**. Płyty mogą być zwykłe lub ryflowane (żłobkowane) laminowane geowłókniną. Te ostatnie są też hydrofobizowane. Odnznaczają się więc bardzo małą nasiąkliwością, co jest cechą szczególnie ważną w przypadku fundamentów. Polecić można także płyty styropianowe oklejane papą.

Do ocieplania ścian fundamentowych nadaje się tylko najtwardsza, **hydrofobizowana wełna**. Jest ona jednak na tyle droga, że jej użycie jest praktycznie nieuzasadnione ze względów ekonomicznych.

7 Do izolowania ścian w domach o drewnianej konstrukcji szkieletowej najlepsze są materiały niepalne. Wełna jest więc tu jak najbardziej polecana (fot. Isover Gullfiber)



Ściany szkieletowe

W ścianach szkieletowych, zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych, materiał ociepleniowy musi pełnić też funkcję izolacji akustycznej. Do ocieplania ścian zewnętrznych i wewnętrznych polecana jest **wełna mineralna lub szklana w postaci miękkich płyt, mat albo filców 7**.

Przy ocieplaniu ścian szkieletowych znajdują też zastosowanie **płyty pilśniowe**. Między elementy konstrukcji szkieletowej, ze zrobioną okładziną ścienną, można wdmuchać izolację z **włókien celulozowych**.

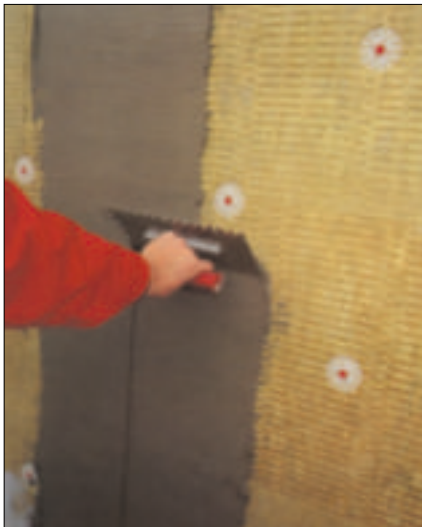
Ścian szkieletowych nie ociepla się styropianem ani polistyrenem ekstrudowanym, ponieważ nie zapewniają odpowiedniej izolacyjności akustycznej.

Do ocieplenia metodą lekką suchą

Metoda lekka sucha polega na obłożeniu murowanych ścian materiałem termoizolacyjnym (umieszczanym przeważnie między listwami drewnianego rusztu, który przykręca się do ściany nośnej) i osłonięciu go elewacją. Elewację tworzą w tym przypadku: siding winylowy, szalówka drewniana lub innego rodzaju gotowe okładziny. Ocieplenie mogą tu stanowić półtwarde, **hydrofobizowane płyty z wełny mineralnej 8, 9**. Najlepsze będą te laminowane welonem szklanym. Będzie on wówczas pełnił funkcję wiatroizolacji zabezpieczającej przed wywiewaniem ciepłego powietrza z wełny.

8 Do ocieplenia ścian zaleca się stosować płyty z wełny mineralnej półtwarde (fot. Isover Gullfiber)





9 **Wełna mineralna, zastosowana w systemach ociepleń metodą lekką suchą i lekką moką, może zapewnić ścianom murowanym dobrą paroprzepuszczalność (fot. Rockwool)**

Do takiej metody ociepleniowej nie polecany jest **styropian**, gdy płyty mają być układane między listwami rusztu drewnianego.

Do ocieplenia metodą lekką moką

W tej metodzie materiał termoizolacyjny mocuje się do ściany specjalnymi zaprawami oraz kołkami. Na nim zaś układa się warstwę tynku podkładowego zbrojonego siatką z tworzywa sztucznego. Na tak przygotowany podkład nanosi się tynk dekoracyjny. Ocieplenie w tej metodzie można zrobić z **twardych lub półtwardych płyt z wełny mineralnej lub szklanej** (λ od 0,042 do 0,039 W/mK). Najmocniejsze, i co za tym idzie najkorzystniejsze, będą tutaj twarde płyty lamelowe, w których włókna przebiegają nie wzdłuż, tylko prostopadle do powierzchni płyty.

Spośród styropianów najlepszy jest **ryflowany styropian odmiany EPS 70 040 Fasada lub EPS 80 040 Fasada**. Dobrze, gdy ma krawędzie tak wyprofilowane, by płyty dało się łączyć na zakład.

Ściany trójwarstwowe

W tego typu murowanych ścianach ocieplenie znajduje się między grubą warstwą nośną i cieńszą warstwą elewacyjną. Stanowi wówczas tę „trzecią warstwę”. Dobrym materiałem do izolacji takich ścian są **półtwarde płyty z wełny mineralnej lub szklanej**, najlepiej hydrofobi-

zowane, o współczynniku λ wynoszącym od 0,038 do 0,036 (W/m.K). Warto zastosować płyty laminowane jednostronnie welonem szklanym. Zastąpi on oddzielną wiatroizolację, którą wykonuje się ze specjalnej folii. Wiatroizolacja zabezpiecza wełnę przed wywiewaniem z niej ciepłego powietrza. Trzeba też wiedzieć, że w ścianach trójwarstwowych, między wełną a warstwą elewacyjną, powinna być zastosowana wentylowana pustka powietrzna. Ma ona zapobiegać skraplaniu się pary wodnej na termoizolacji.

Ściany trójwarstwowe ociepla się też **płytami styropianowymi odmiany EPS 50 042, EPS 70 040 Fasada lub EPS 80 040 Fasada** (wtedy pustka powietrzna nie jest konieczna) 10.

W starych domach, gdzie zamiast materiału termoizolacyjnego, między ścianami nośnymi a elewacyjnymi znajduje się jedynie pusta przestrzeń, można wdmuchiwać sypkie materiały termoizolacyjne. Nadają się do tego **strzępki wełny, granulaty styropianowy, włókna celulozowe lub perlit**.

Uwaga! W sprzedaży są również płyty poliuretanowe lub polistyrenowe połączone jednostronnie z płytą gipsowo-kartonową. Polecane są do docieplania i jed-



10 **Ociepleniem w ścianach trójwarstwowych może być styropian o niezbyt dużej wytrzymałości na ściskanie (fot. Austrotherm)**



11 **Wytrzymały na duże obciążenia polistyren ekstrudowany, dobrze nadaje się do izolowania stropów gęstożebrowych, prefabrykowanych i monolitycznych (fot. DOW)**

nocznego wykańczania domów od wewnątrz.

Stropy i stropodachy

Izolację stropów można wykonać z **płyt poliuretanowych, z polistyrenu ekstrudowanego** 11 lub **szkła piankowego**, które mogą być stosowane także jako podkład pod podłogi ogrzewane.

Stropy betonowe, stropodachy i podłogi na gruncie można ocieplać **hydrofobizowanymi płytami styropianowymi odmiany EPS 100 038 Dach/Podłoga oraz EPS 200 036 Dach/Podłoga/Parking**. Do ocieplania stropów drewnianych może być użyty styropian o mniejszej wytrzymałości na ściskanie, na przykład **odmiany EPS 70 040 Fasada lub EPS 80 040 Fasada**. Zrobione z niego płyty nie muszą mieć frezowanych krawędzi. Znajdzie tu też zastosowanie perlit i keramzyt.

Do izolacji stropów drewnianych można użyć również **miękkich płyt pilśniowych**. Jednak w przypadku izolacji stropów, na których znajdzie się wylewka cementowa, betonowa lub gipsowa, trzeba zastosować pilśniowe płyty bitumizowane, odporne na wilgoć.

Stropy betonowe nad ostanią kondygnacją, stropodachy i podłogi na gruncie można ocieplać twardymi, najlepiej **hydrofobizowanymi płytami z wełny mineralnej i szklanej** 12. Znajdzie się na nich bowiem wylewka podłogowa i posadzka. Poza tym, będą musiały wytrzymać obciążenia użytkowe –



12 Do izolowania stropodachów znakomicie nadają się maty z wełny mineralnej (fot. Isover Gullfiber)

ciężar mebli i domowników. Na stropach drewnianych, wełna nie musi mieć dużej gęstości, bo znajduje się między drewnianymi legarami i to one przenoszą wszelkie obciążenia. Można więc z powodzeniem sięgnąć po **miękkie płyty, maty lub granulat** **13**, tudzież **strzępki wełniane**.

13 Granulat wełniany, użyty do ocieplenia stropu drewnianego, powinien być impregnowany. Dzięki temu ma on większą odporność na zawilgocenie, a podczas układania w powietrzu nie unosi się szkodliwy dla zdrowia pył (fot. Paroc)



14 Stosując na poddaszach wełnę laminowaną folią aluminiową nie trzeba układać folii paroizolacyjnej (fot. Ursa Pflleiderer)

Taras

Bardzo dobrym materiałem do ocieplania tarasów jest **polistyren ekstrudowany, płyty poliuretanowe i szkło piankowe**.

Można także wykorzystać do tego **hydrofobizowane płyty styropianowe odmiany EPS 100 038 Dach/Podłoga oraz EPS 200 036 Dach/Podłoga/Parking**. Najlepsze będą te ryflowane, z krawędziami wyprofilowanymi na pióro i wpust lub na zakład. Można też użyć płyt laminowanych papą. Zabezpieczy ona styki poszczególnych płyt przed zapchaniem zaprawą lub betonem. Do ocieplania tarasów raczej nie stosuje się wełny mineralnej.

Dachy

Najlepsze do ocieplania skośnych połaci poddasza są materiały lekkie, o niskim współczynniku przewodzenia ciepła. Najpopularniejsza jest więc tu **wełna mineralna w postaci płyt lub mat** o gęstości 20-45 kg/m³. Ponieważ jest sprężysta, da się nią szczelnie wypełnić przestrzeń między krokiewmi dachu. Zastosować można też wełnę laminowaną jednostronnie folią aluminiową **14**. Folia, po uszczelnieniu jej połączeń taśmą, będzie pełniła funkcję paroizolacji. Paroizolację wykonuje się na poddaszach ogrzewanych. Ma ona zabezpieczyć wełnę przed wilgocią gromadzącą się w ciepłych pomieszczeniach.

Do ocieplania poddaszy nadają się również **strzępki wełny mineralnej lub szklanej**, bądź też włókna celulozowe. Jednak technologia ich umieszczania między krokiewmi, jest bardzo skomplikowana i kosztowna. Poddasze można również ocieplić **matami z włókien drzewnych lub płyt poliuretanowych**. Ale nie jest to do końca uzasadnione ze względu na bezpieczeństwo przeciwpożarowe.

Z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe i kłopoty wykonawcze (mostki termiczne), poddasza użytkowe rzadko ociepla się styropianem.

Dachy płaskie

Najlepszym **styropianem** do ocieplania takich dachów jest ten o **odmianie EPS 100 038 Dach/Podłoga lub EPS 200 036 Dach/Podłoga/Parking**. Warto zastosować płyty oklejane papą, która w żadnym przypadku nie zastępuje zasadniczej izolacji przeciwwodnej. Chyba najpopularniejszym materiałem do ocieplania dachów płaskich, jest **polistyren ekstrudowany**.

Dachy można izolować również **plytami pilśniowymi, płytami ze szkła piankowego oraz płytami z pianki poliuretanowej**. Można też zamówić pokrycie takiego dachu warstwą pianki poliuretanowej **15**.

Materiał termoizolacyjny układany na takich dachach nie tylko ociepla, ale tworzy również podkład pod pokrycie da-



15 Natryskiwanie pianki poliuretanowej na dachu płaskim to czynność nie zajmująca dużo czasu (fot. Zakłady Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych)

chowe, wykonywane przeważnie z papy. Musi więc mieć świetne właściwości termoizolacyjne i jednocześnie dużą gęstość **16**. Można tu zastosować grube płyty z twardej wełny mineralnej lub szklanej. Producenci oferują też systemy, w skład których wchodzi miękka, dobrze ocieplająca wełna podkładowa i twarda wełna nawierzchniowa, na tyle sztywna, by można było na niej kłaść pokrycie dachowe.

*Dane teledadresowe wiodących producentów oraz orientacyjne ceny wybranych produktów przedstawiamy w rubryce **Info rynek**.*

16 Twarde płyty wełny mineralnej są dobrym podłożem pod pokrycie z papy (fot. Rockwool)



z życia wzięte

1 Ściany w moim domu wykonane są z pustaka siporeks (1 warstwa – 25 cm – jednocześnie to grubość muru). Natomiast fundament jest o 15 cm szerszy. Ścianę chciałbym ocieplić wełną mineralną, a na okładzinę użyć cegły klinkierowej (połówki - 6 cm, wełna mineralna - 10 cm). Czy przyklejoną wełnę trzeba osłonić folią (jeżeli tak, to jaka grubość folii), jaka musi być szerokość pustki powietrznej pomiędzy wełną a cegłą klinkierową? Czy wełnę mineralną trzeba kleić na całej powierzchni, czy wystarczą „placki”? Czy trzeba wykonać i w jakich miejscach otwory wentylacyjne?

Ze względu na konieczność utworzenia przynajmniej 2-cm pustki powietrznej między wełną mineralną a elewacją, niemożliwe będzie zapewnienie należytego oparcia dla ściany z klinkieru; trzeba zmniejszyć grubość ocieplenia do 8 cm lub poszerzyć fundament. Warstwa elewacyjna musi być połączona z murem nośnym kotwami w liczbie 4 szt. na m², które jednocześnie mocują wełnę mineralną. W tej technologii nie stosuje się klejenia wełny do ściany. Otwory wentylacyjne są konieczne na dole i górze elewacji; rozmieszcza się je w odstępach co ok. 1 m montując w spoinach specjalne puszkki wentylacyjne.

2 Docelowy poziom posadzki będzie 27 cm wyżej od obecnego poziomu (wylewka betonowa). Jako ocieplenie dam 10 cm styropianu – zostaje jeszcze 17 cm. Wylanie takiej ilości betonu to duży koszt – cała powierzchnia ma 150 m². Czym można zastąpić beton? Czy, jeżeli dam np. 17 cm styropianu i 10 cm betonu, to będzie prawidłowo?

Poziom podłogi można podnieść przez ułożenie grubszej warstwy styropianu – nawet do 20 cm. Styropian odmiany FS 20 należy ułożyć dwuwarstwowo (np. 10+10 cm) z przesunięciem styków. Wylewkę trzeba odizolować od wszystkich ścian paskami styropianu o grubości 2 cm, tworząc tzw. pływający podkład. W wierzchniej warstwie betonu trzeba zabetonować siatkę przeciwpęprzną zapobiegającą pęknięciom.

3 Czym można ocieplić fundamenty domu wykonanego z kamienia polnego (strona zewnętrzna)?

Do ocieplenia można zastosować taki sam materiał, jak na fundamenty betonowe, czyli styropian lub polistyren ekstrudowany. Jeśli powierzchnia kamiennego fundamentu jest bardzo nierówna, trzeba ją wyrównać zaprawą

cementową, co zapobiegnie odkształcaniu się płyt i pękaniu na większych nierównościach.

4 Czy w ścianie trójwarstwowej (ze styropianem) jest potrzebna szczelina wentylacyjna?

W ścianie trójwarstwowej z ociepleniem styropianem nie ma potrzeby tworzenia pustki wentylacyjnej. Styropian wykazuje stosunkowo duży opór dyfuzyjny dla pary wodnej i nie ma zagrożenia jej kondensacją przy znacznej różnicy temperatur na zewnątrz i wewnątrz. Charakteryzuje się też znikomą nasiąkliwością i w razie zamoczenia szybko wysycha. W przypadku zastosowania wełny mineralnej pustka wentylacyjna jest konieczna, gdyż z jednej strony chroni przed bezpośrednią stycznością z mokrą niekiedy elewacją, a z drugiej strony umożliwia szybkie odprowadzenie pary wodnej przenikającej przez ścianę i izolację.

5 Mam w projekcie ściany trójwarstwowe o łącznej grubości 50 cm. Mają być wykonane w kolejności z: cegły szczelinowej typu Max 28,8 cm, 2 cm pustki powietrznej, 10 cm styropianu FS15 lub wełny mineralnej, pustaka szczelinowego uzupełniającego gr. 8,8 cm.

W projekcie brak informacji na temat kotew i otworów odwadniających, o których dowiedziałam się z Waszych publikacji. Niepokoi mnie umieszczenie pustki powietrznej po stronie ściany nośnej. Wyliczony współczynnik przenikania ciepła ściany wynosi $U=0,26\text{W/m}^2\text{K}$.

Ścianę zaprojektowano w wyjątkowo nieekonomiczny sposób. Nie ma żadnego powodu, aby warstwa nośna miała grubość aż 29 cm – wystarczy ustawienie pustaka o grubości 19 cm. Natomiast zdecydowanie trzeba zwiększyć grubość ocieplenia do 14-16 cm. Całkowita grubość ściany zmniejszy się wtedy do 42-44 cm, a współczynnik przenikania U będzie mniejszy niż $0,25\text{W/m}^2\text{K}$.

W budowie ścian trójwarstwowych zdecydowanie lepszy jest styropian – można użyć tańszej odmiany FS 12, a ocieplenie układać z dwóch warstw z przesunięciem złączy. Przy styropianie nie jest potrzebna pustka wentylacyjna. Natomiast zastosowanie wełny wiąże się przede wszystkim z bardziej kłopotliwym wykonaniem (najczęściej używa się jej przy dwuetażowej budowie ścian – najpierw mur, a później ocieplenie z warstwą elewacyjną) oraz niebezpieczeństwem jej zawilgocenia podczas robót lub w czasie eksploatacji.