

Dachy strome

Funkcja i sposób konstrukcji stromych dachów	4.1
Poddasze nieużytkowe	4.2
Poddasze użytkowe	4.3
Styropianowa izolacja termiczna pomiędzy krokiewiami	4.3.1
Styropianowa izolacja termiczna pomiędzy i pod krokiewiami	4.3.2
Styropianowa izolacja termiczna pod krokiewiami	4.3.3
Styropianowa izolacja termiczna pomiędzy i na krokwiach	4.3.4
Styropianowa izolacja termiczna na krokwiach	4.3.5
Płyty styropianowe na deskowaniu	4.4.1
Płyty styropianowe z dodatkową warstwą izolacji między krokiewiami	4.4.2

4.1

Funkcja i sposób konstrukcji stromych dachów

Dach był pierwszą budowlą wzniesioną przez człowieka, praformą wszystkich budynków. Przy jego pomocy człowiek zapewniał ochronę przed przeciwnościami aury sobie i swojej gromadzie.

Początkowo dach miał najprostszą płaską formę, następnie kształtem przypominał namiot → □ 4.1/1, pokryty gałęziami lub skórami zwierząt. Później przybrał formę silnie wydłużoną, konstruowany był z drewna → □ 4.1/2, uszczelniony przy użyciu sitowia, liści lub trawy, a następnie także przy użyciu twardych materiałów pokryciowych. System budowania był

otwarty, tzn. oparty zwykle na materiałach, które były dostępne bezpośrednio na placu budowy.

Z czasem powstawały coraz większe dachy, zwykle przykrywające budynki o drewnianej konstrukcji. Rozmiar dachu był ograniczony możliwościami drewna, jako głównego materiału konstrukcyjnego i ówczesnej sztuki budowlanej.

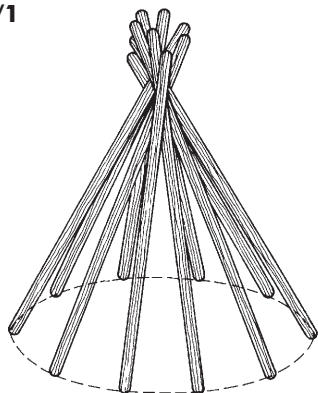
Domy były zwykle wolnostojące, o prostokątnym rzucie i najczęściej bardzo stromym dachu, który jak najszybciej odprowadzał wodę opadową. Dym z paleniska

odprowadzany był na zewnątrz przez otwór w szczycie dachu, w ten sam sposób wymieniano powietrze w mieszczącej się pod tym samym dachem stajni, oborze itp.

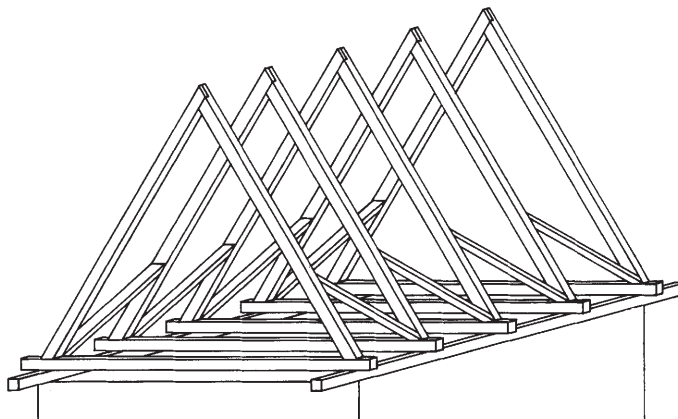
Z prostych początkowych form składano coraz bardziej skomplikowane kształty, w tym dachy wielopłaszczyznowe o różnych nachyleniach połaci → □ 4.1/3.

Gęsto ułożone pokrycie ze słomy lub trzciny miało znakomite właściwości termoizolacyjne.

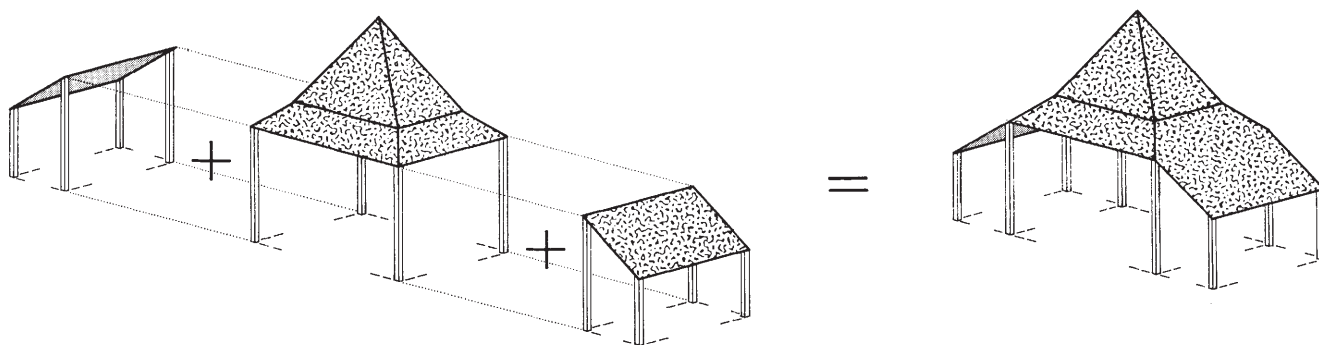
4.1/1



4.1/2

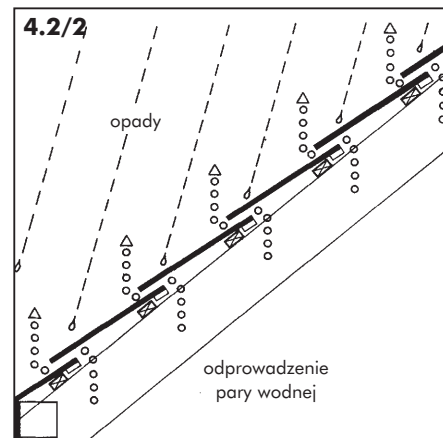
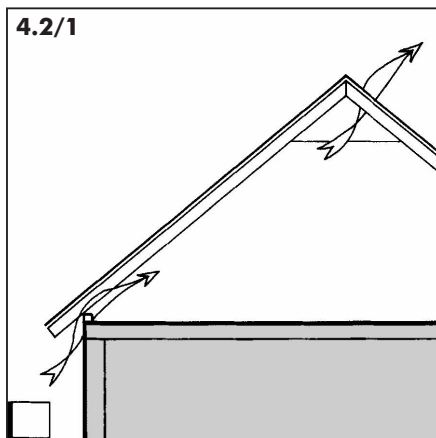


4.1/3



Dach, którego jedyną funkcją była ochrona przed opadami, był zwykle przewiewny, z otworami przy okapie i w szczycie → **4.2/1**. Znajdujący się pod dachem najwyższy strop był izolowany cieplnie przy użyciu warstwy słomy lub siana. Taka izolacja stanowiła dobrą ochronę wnętrza przed stratami ciepła.

Również sama warstwa pokrycia przeciwwodnego dachu pozwalała, ze względu na prostą formę dachówek i niedokładności ręcznego wykonania, na swobodny przepływ powietrza → **4.2/2**.



Wszystkie rodzaje pokryć dachówkowych, które układane są na sucho, bez żadnych dodatkowych uszczelnień, powinny być traktowane jako otwarte. Należą do nich m.in.:

4.2/3 karpiówka podwójna

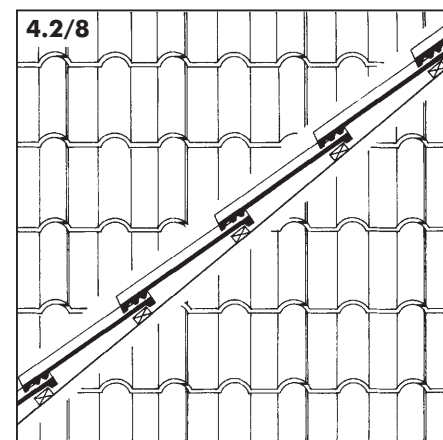
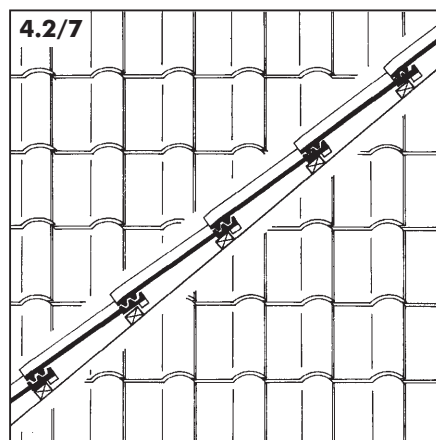
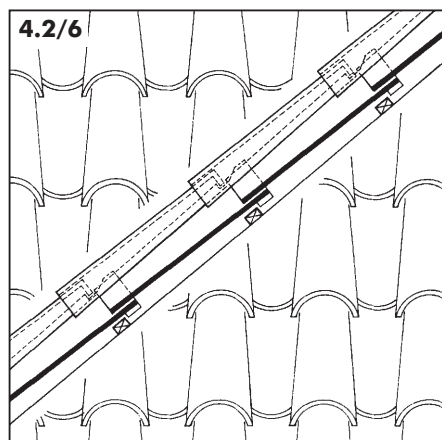
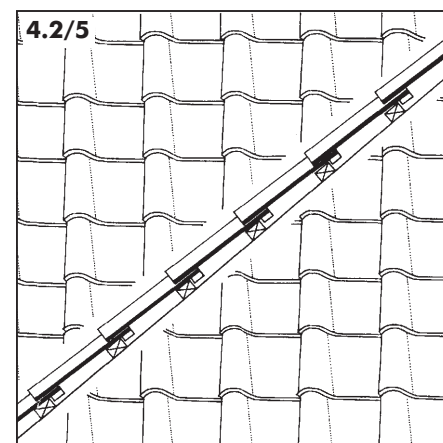
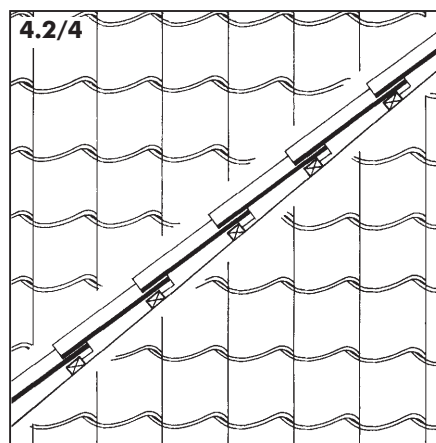
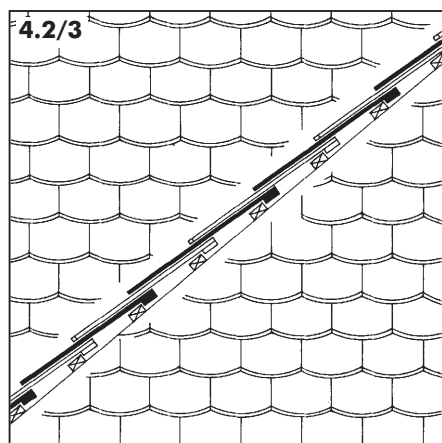
4.2/4 holenderka (esówka)

4.2/5 rzymska

4.2/6 mnich i mniszka

4.2/7 płaska

4.2/8 betonowa



Dachy pokryte dachówkami różnego rodzaju są szczelne dla opadów atmosferycznych jeśli zastosowano odpowiednie nachylenie połaci, a dachówki zostały ułożone zgodnie z wymogami sztuki budowlanej.

Dodatkowe zabiegi uszczelniające są konieczne ze względu na:

- wiatr
- zadymkę śnieżną
- inne warunki klimatyczne
- ew. zbyt małe nachylenie połaci dachu

Zależnie od rodzaju materiału pokryciowego i sposobu jego ułożenia na dachu możliwe są następujące zabiegi dodatkowe:

- klamrowanie → □ 4.2/9
- łączenie zapraw → □ 4.2/10
- podkładki bitumiczne pod dachówkę → □ 4.2/11
- dodatkowe pokrycie rozpięte na krokwiach → □ 4.2/12
- pokrycie dodatkowe na deskowaniu → □ 4.2/13
- pełne krycie pod dachówką → □ 4.2/14
- systemy izolacji termicznej, które spełniają funkcję dodatkowego pokrycia lub pełnego krycia dachu.

Ich stosowanie wymaga ścisłego przestrzegania zaleceń producentów. Są one łączone odpowiednio z okapami, oknami dachowymi, kominami i innymi elementami dachu.

□ 4.2/9 Klamrowanie dachówek pozwala dodatkowo zabezpieczyć je przed podrywaniem przez wiatr i ześlizgiwaniem się z połaci dachu. Rodzaj klamer i ich liczba zależy od lokalnych warunków klimatycznych i przepisów budowlanych.

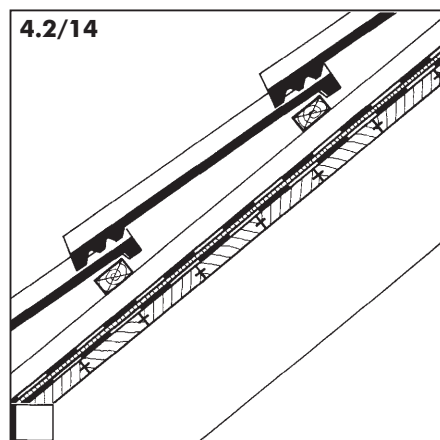
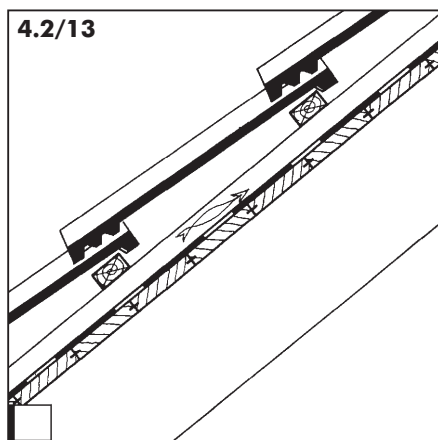
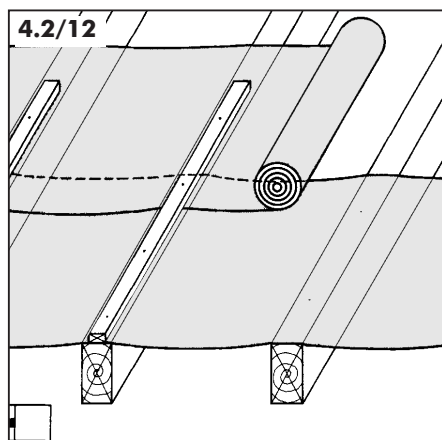
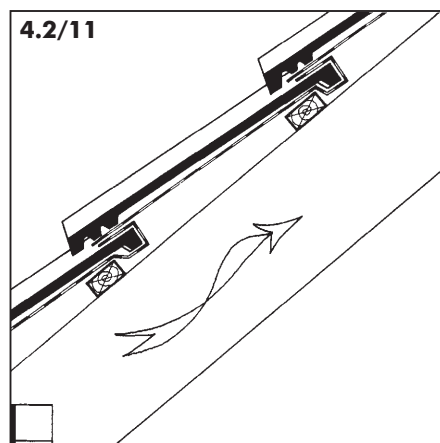
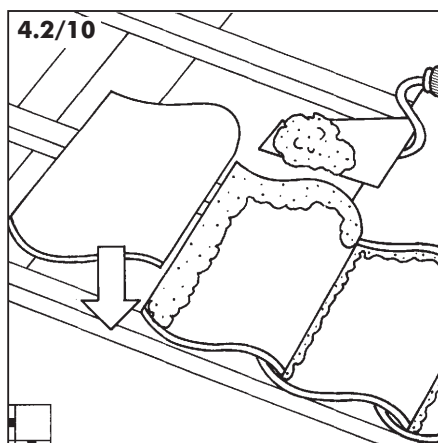
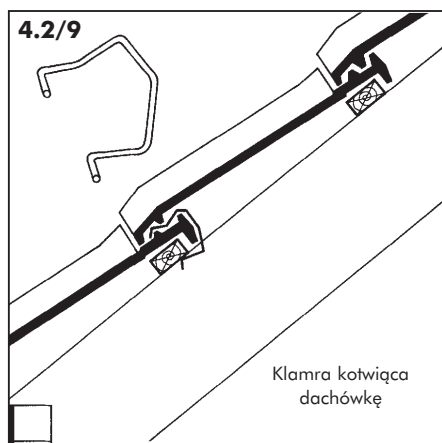
□ 4.2/10 Głównie przy esówce stosuje się dla uszczelnienia połączeń pomiędzy poszczególnymi dachówkami wypełnienie zaprawą fug poprzecznych i podłużnych. Ostatnio stosuje się również uszczelnienie fug poprzez wypełnianie pianką od środka dachu.

□ 4.2/11 Bitumiczne podkładki uszczelniające pod dachówkę są stosowane szczególnie w okolicach górskich. Poprzez wywiniecie dobrze uszczelniają poprzeczne połączenia kolejnych warstw dachówek. W lecie podkładki pod wpływem słońca sklejają się między sobą oraz kleją się do dachówek, zwiększając odporność dachu na podrywanie dachówek.

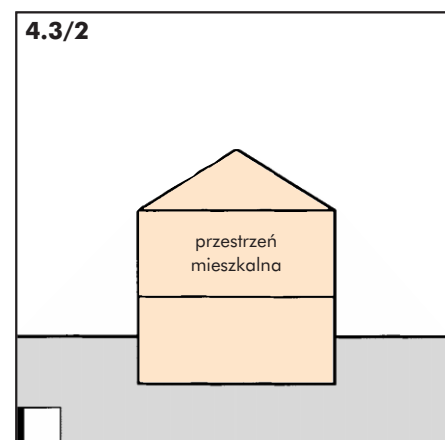
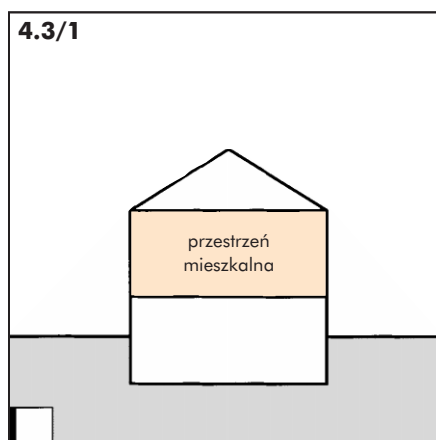
□ 4.2/12 Warstwa dodatkowego pokrycia rozpinana na krokwiach jest układana równoległe do krawędzi okapu, z zakładem przynajmniej 10 cm. Zwykle stosuje się w tym przypadku kontrłatę, aby umożliwić ruch powietrza pod spodem dachówek.

□ 4.2/13 Dodatkowe pokrycie na deskowaniu to pojedyncza warstwa podkładowej papy bitumicznej z minimum 80mm zakładem. Papa jest przybijana do deskowania.

□ 4.2/14 Pełne krycie pod dachówką składa się z dwóch warstw papy bitumicznej: pierwsza warstwa przybijana gwoździami do sztywnego podłoża, druga w całości klejona do podkładu.



W naszej szerokości geograficznej mieszkania były zazwyczaj lokowane w nadziemnej części budynku → □ 4.3/1. Piwnica była dla budynku swego rodzaju strefą buforową, oddzielającą go od wilgoci gruntowej, a otwarty do otoczenia strych chronił od góry wnętrze przed wpływami środowiska. Obecnie dąży się jednak do pełnego wykorzystania wnętrza budynku na cele mieszkalne → □ 4.3/2. To zaś wymaga zastosowania specjalnych rozwiązań budowlanych. Dla dachów przedstawiono je poniżej, natomiast zabiegi umożliwiające wykorzystanie piwnic do celów mieszkaniowych przedstawione będą w rozdziale nr 8.



Możliwość wykorzystania przestrzeni dachowej zależy od geometrii połaci, a szczególnie od nachylenia krokwi dachowych. Sposób ułożenia izolacji termicznej dachu, w ciągły sposób powiązanej z izolacją budynku, pokazano pogrubioną linią na rysunkach → □ 4.3/3 do → □ 4.3/8.

□ 4.3/3 Najprostsze rozwiązanie konstrukcyjne. Przestrzeń w pobliżu okapu jest trudna do wykorzystania.

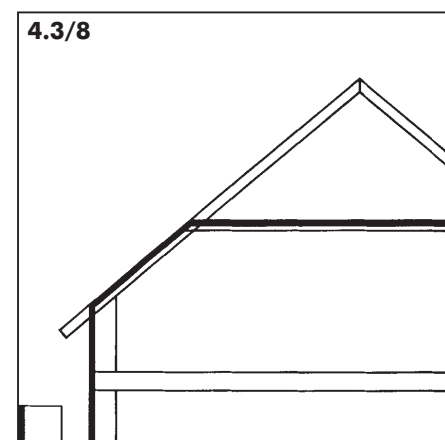
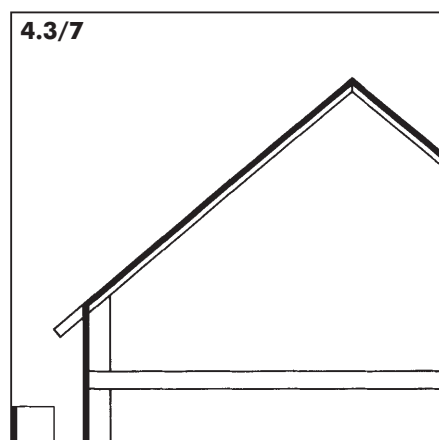
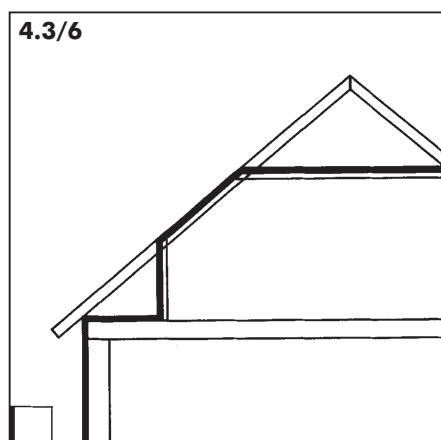
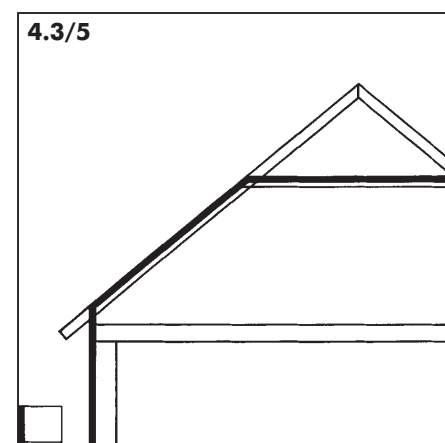
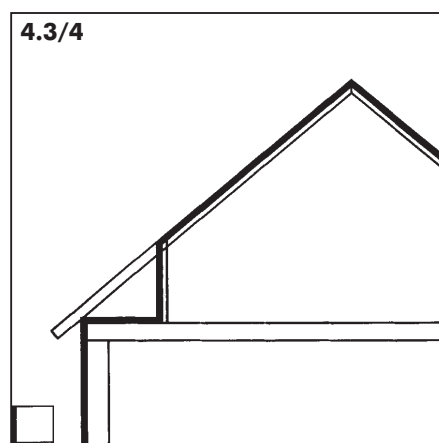
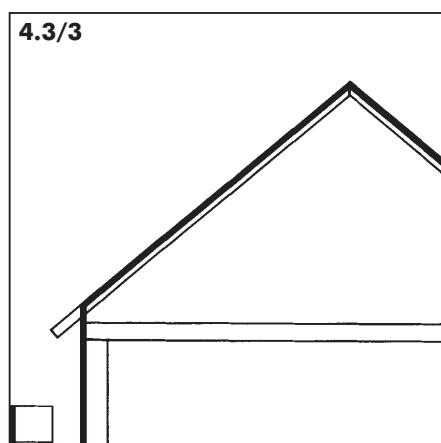
□ 4.3/4 Dostawiona na stropie ścianka kolankowa. Izolacja termiczna ułożona schodkowo.

□ 4.3/5 Dodatkowy strop w płaszczyźnie jętek. W ten sposób przestrzeń ogrzewana została zmniejszona do racjonalnej wysokości.

□ 4.3/6 Dostawiona ścianka kolankowa wycina fragment nieużytecznej kubatury wzdłuż okapu.

□ 4.3/7 Przedłużenie ściany zewnętrznej budynku (ścianka kolankowa) pozwala lepiej wykorzystać powierzchnię mieszkalną.

□ 4.3/8 Zmniejszenie ogrzewanej kubatury mieszkania poprzez dodatkowy strop w płaszczyźnie jętek.



Zróznicowane temperatury i ciśnienia pary wodnej, po obydwu stronach dachu, mogą prowadzić do wykraplania wilgoci w jego wnętrzu. Para wodna dyfundująca poprzez warstwy dachu musi zostać usunięta na zewnątrz, zanim napotka na swej drodze warunki powodujące jej wykroplenie. Efekt taki uzyskuje się poprzez odpowiednie wentylowanie szczelin pod pokryciem dachu. Para wodna może być usuwana ze szczeliny pomiędzy:

- warstwę izolacji termicznej i pokryciem
- warstwę izolacji termicznej i dodatkową warstwę pokrycia
- dodatkową warstwę pokrycia i pokryciem zewnętrznym.

Zastosowanie warstw dachu o odpowiednio wysokim oporze dyfuzyjnym pozwala ograniczyć intensywność strumienia wilgoci wnikającego w głąb dachu, a wentylowanie usuwa dyfundującą parę wodną na zewnątrz.

Decydujące znaczenie dla przebiegu i intensywności wentylacji dachu ma długość krokwi „a”, →□ 4.3/9 i układ warstw, a także opór dyfuzyjny warstw izolacyjnych.

Na rysunku →□ 4.3/9 przedstawiono sposób wentylowania dachu (płaszczyzna 01), w którym izolacja termiczna pełni dodatkowo funkcję wtórnego lub wstępnego pokrycia.

Natomiast na rysunku →□ 4.3/10 przedstawiono schematycznie konstrukcję dachu z dwiema szczelinami wentylowanymi 01, rozdzielonymi warstwą dodatkowego pokrycia 02.

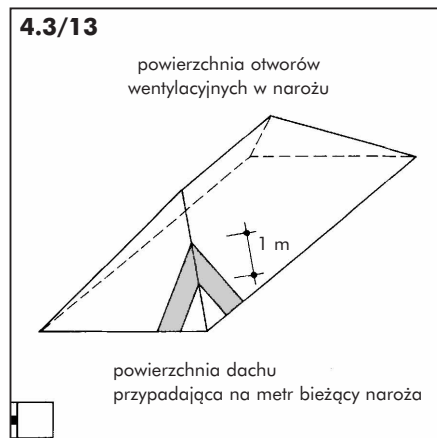
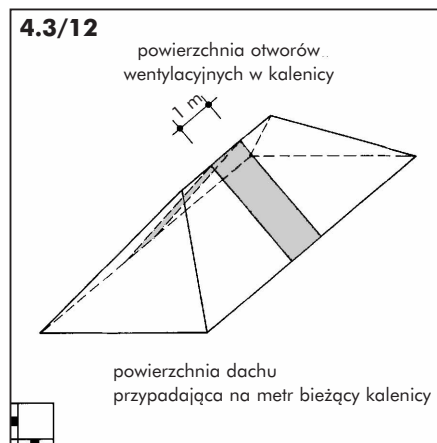
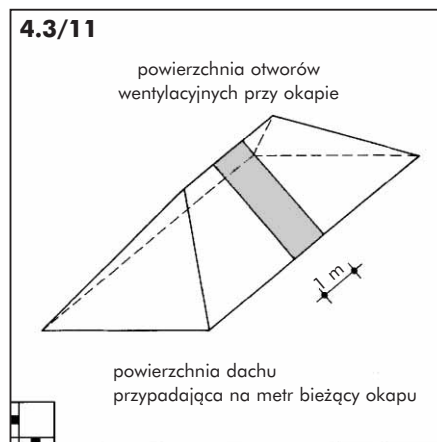
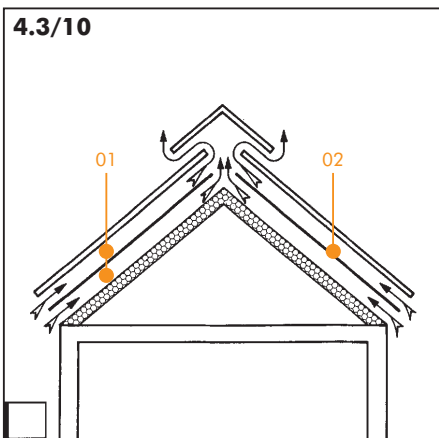
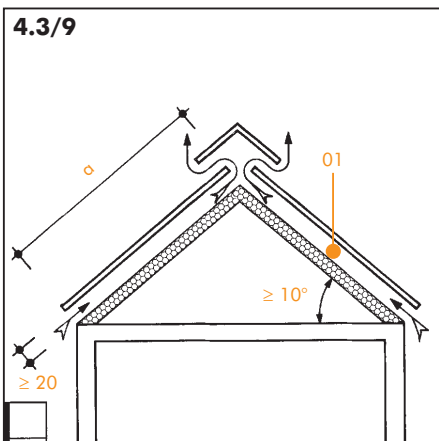
Przekrój otworów wentylacyjnych przy okapie dachu musi wynosić przynajmniej 2‰ powierzchni dachu przypadającej na metr bieżący długości okapu →□ 4.3/11 i jednocześnie nie mniej niż 200 cm² otwartej powierzchni otworów. Otwory o tej wielkości są wystarczające dla dachów o długości połaci do 10 m, przy długościach większych powierzchnia otworów nie może być mniejsza od 2‰.

Powierzchnie łat i krokwi, które wchodzi w światło otworów wentylacyjnych należy uwzględnić przy ich wymiarowaniu.

Przekrój otworów wentylacyjnych w kalenicy, →□ 4.3/12, musi wynosić przynajmniej 0.5 ‰ przypadającej na nią powierzchni dachu.

Także w narożach dachu, →□ 4.3/13, konieczne jest utrzymanie powierzchni otworów wentylacyjnych na poziomie 0.5 ‰ przypadających na nie połaci dachu. Jeśli nie jest możliwe otwarcie szczeliny poprzez gąsiory wentylacyjne, to w każdym polu między krokwiami należy zastosować odpowiednią ilość dachówek wentylacyjnych. Minimalna powierzchnia otworów wentylacyjnych nie może być mniejsza od 200 cm²/m, a wysokość szczeliny nie może być mniejsza od 20 mm. Należy uwzględnić tutaj także zakładki oraz zwis izolacji wodoszczelnej rozpiętej na krokwiach, a także ewentualny wzrost grubości materiału izolacji termicznej.

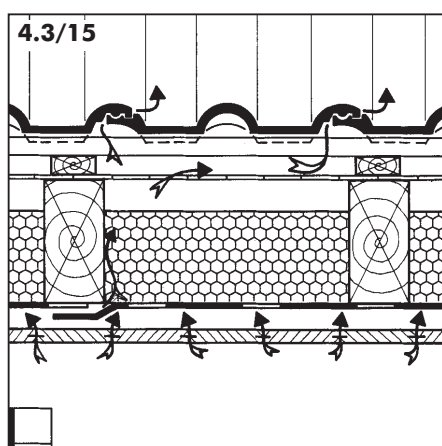
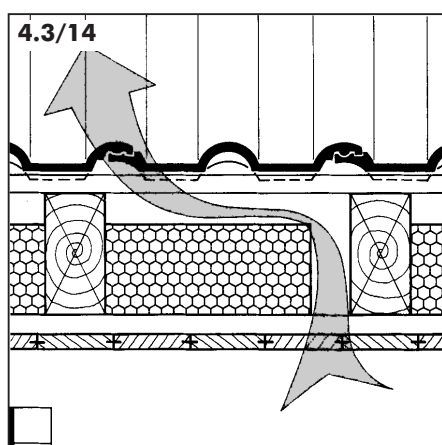
- 01 płaszczyzna wentylacji
02 izolacja rozpięta na krokwiach, krycie wstępne lub druga połać dachu



Problem wiatroszczelności dachów nad poddaszem użytkowym nie został, jak dotąd, ujęty w żadne zasady projektowe ani przepisy, chociaż wymaga tego praktyka wykonawcza. Dotąd troszczono się jedynie o odpowiednią izolacyjność termiczną, umieszczenie paroizolacji lub wentylowanie przestrzeni pod pokryciem.

Przepływ powietrza w dachach jest związany z wartością ciśnienia atmosferycznego oraz parciem i ssaniem wiatru. W praktyce obserwuje się, trudne do wytłumaczenia inaczej, zawilgocenia wynikające właśnie z wymuszanego w ten sposób przepływu powietrza, →□ 4.3/14.

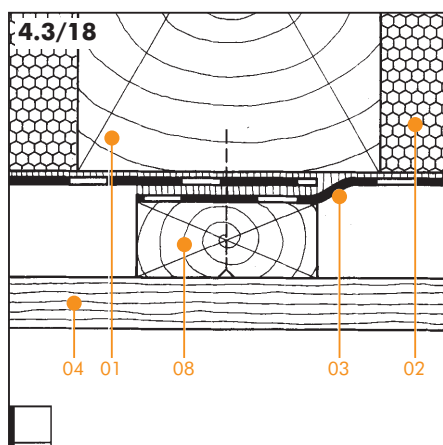
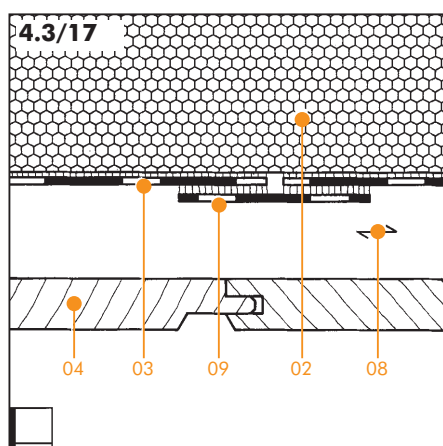
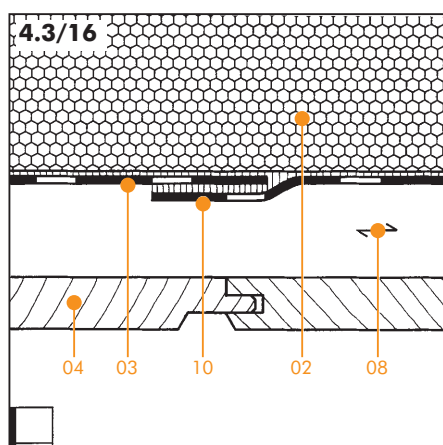
Deskowanie łączone na pióro i wpust



→□ 4.3/15, niedokładnie sklezione warstwy folii nie stanowią skutecznej bariery dla parcia wiatru. Natomiast taką barierą jest ciągła warstwa płyt gipsowo-kartonowych, ułożonych od strony wnętrza.

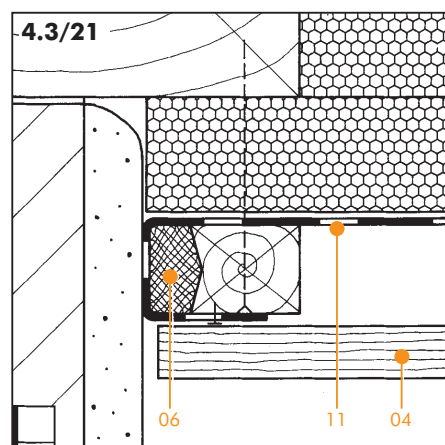
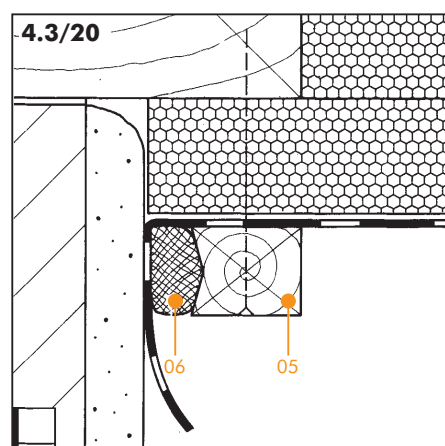
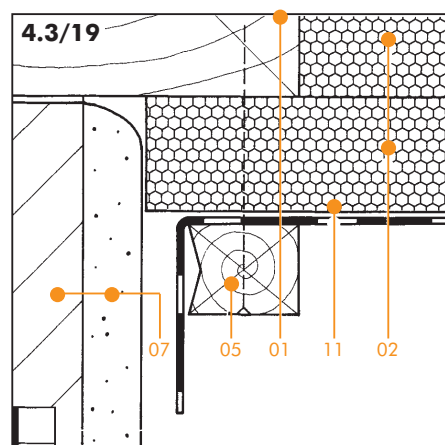
- 01 krokiew (ew. wymian)
- 02 stropian kategorii „SUPER PODDASZE”
- 03 paroizolacja pełniąca tu jednocześnie rolę wiatroizolacji
- 04 deski łączone na pióro i wpust
- 05 listwa dociskowa
- 06 taśma uszczelniająca
- 07 ściana z tynkiem
- 08 łąta
- 09 taśma klejąca
- 10 styk na zakład, klejony
- 11 izolacja przeciwwiatrowa, naprężona

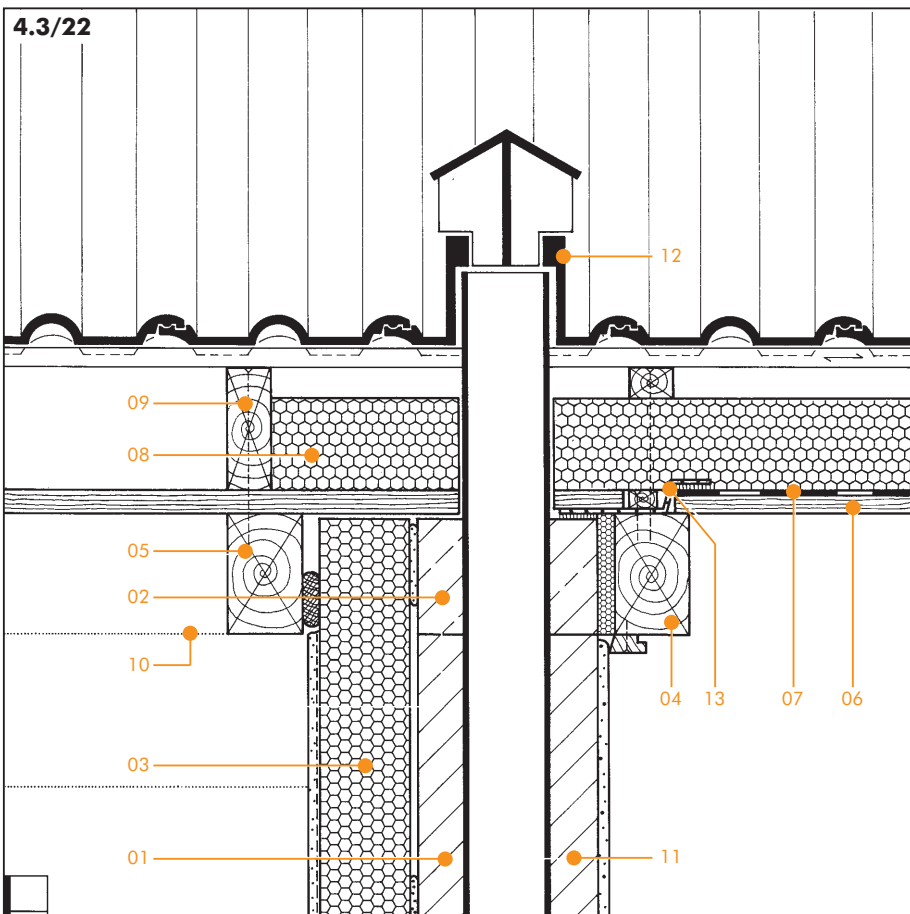
Niedbale ułożona warstwa paroizolacji, w której styki nie są szczelnie ze sobą połączone, również nie jest właściwą przeszkodą dla działania wiatru (szczelna paroizolacja spełnia bowiem w tym układzie funkcję wiatroizolacji) →□ 4.3/16 do →□ 4.3/18. Na twardej powierzchni stropianowych płyt izolacji termicznej (02) łatwo można szczelnie łączyć ze sobą wstęgi paroizolacji (03). Na rysunku →□ 4.3/16 pokazano połączenie klejone na zakład. Na rysunku →□ 4.3/17 rozwiązanie alternatywne. Poszczególne odcinki izolacji stykają się ze sobą, szczelność połączenia zapewnia przyklejony dodatkowy pas izolacji. Szczególnie godne polecenia jest połącze-



nie wykonane pod spodem krokwi (01), przciśnięte łątą (08), tak jak to pokazano na rysunku →□ 4.3/18.

Połączenie stropu ze ścianą →□ 4.3/19, wymaga szczególnej uwagi, ponieważ w tym miejscu zawsze występują pewne ruchy konstrukcji dachu. Na rysunkach od →□ 4.3/19 do →□ 4.3/21 pokazano kolejne kroki związane z wykonaniem szczelnego połączenia w tym obszarze. Uzyskanie pełnej szczelności jest tu możliwe jedynie wtedy, gdy powierzchnia ściany jest zupełnie gładka. Taśma uszczelniająca powinna być po utracie elastyczności wymieniona na nową.



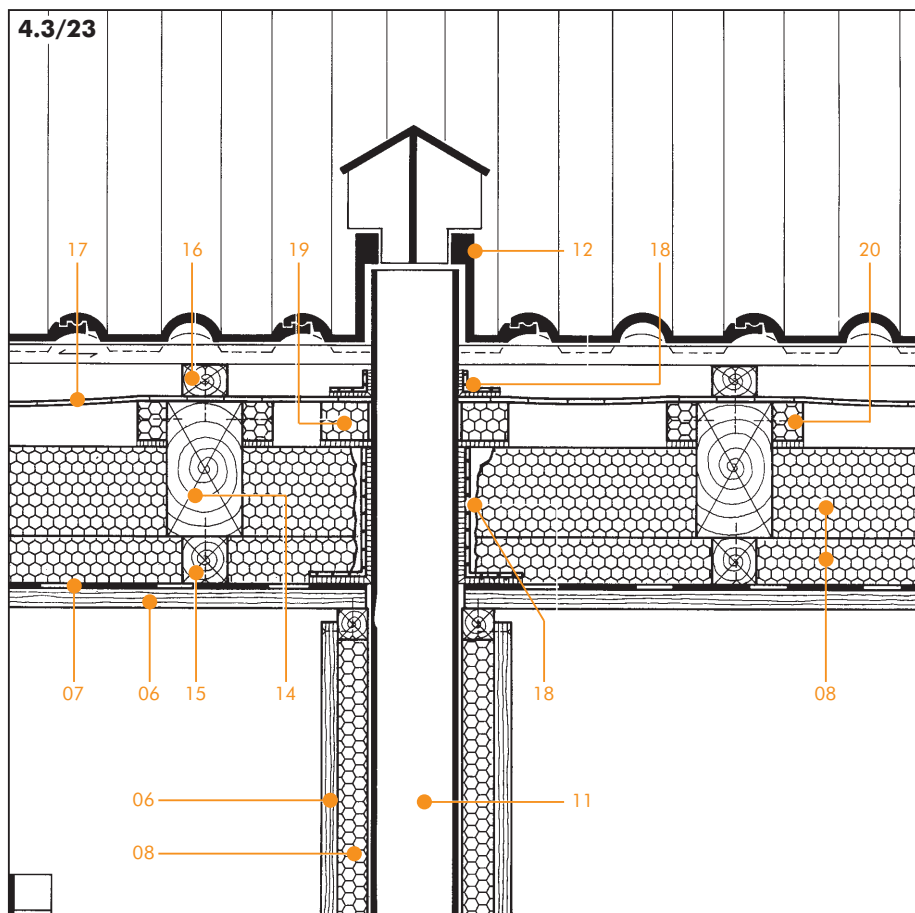


Wszystkie miejsca, gdzie występuje brak ciągłości izolacji przeciwwiatrowej, stanowią słabe punkty i wymagają bardzo starannego uszczelnienia. W miarę możliwości należy takich sytuacji w ogóle unikać. Rysunek →□ 4.3/22 jest przykładem jak można to w praktyce zrealizować. Jako rysunek wyjściowy do tego rozwiązania posłużył szczegół ściany szczytowej →□ 4.4.1/13.

Rura wentylacyjna (11) wypuszczona ponad dach i przebijająca wieniec (02), została tu umieszczona poza obrębem wiatroizolacji (07), w ścianie izolowanej termicznie od zewnątrz (01).

Na rysunku →□ 4.3/23 podobny szczegół jest rozwiązany już w zupełnie inny sposób. Dla przepuszczenia rury (11) w wiatroizolacji (07) wycięto otwór. Szczelność połączenia ma zapewnić specjalny kołnierz samoprzylepny (18). Dodatkowym uszczelnieniem jest opaska zaciskowa na górnej krawędzi kołnierza. Układ warstw w dachu taki sam jak na rysunku →□ 4.3.2/2.

Dalsze przykłady wiatroszczelnych połączeń w obszarze okapu, ściany szczytowej, okien połaciowych i kominów będą omówione w rozdziale 4.4.1.



- 01 ściana szczytowa
- 02 wieniec
- 03 styropian kategorii „ŚCIANA”
- 04 krokiew wewnętrzna przyścienna
- 05 krokiew zewnętrzna przyścienna
- 06 deskowanie
- 07 wiatroizolacja
- 08 styropian kategorii „SUPER PODDASZE”
- 09 deska osłaniająca
- 10 płytew
- 11 rura wentylacyjna
- 12 kształtka wentylacyjna z kapturem
- 13 elastyczna folia uszczelniająca
- 14 krokwie
- 15 łąta wyrównująca
- 16 łąta
- 17 pokrycie rozpięte na krokwiach
- 18 kołnierz uszczelniający
- 19 podkładka zapobiegająca obwisaniu izolacji
- 20 paski styropianu

Izolacja termiczna może być w stromym dachu poddasza użytkowego umieszczona:

- pomiędzy krokwiami →□ 4.3.1/2;
- pomiędzy i pod krokwiami →□ 4.3.2/2;
- pomiędzy i na krokwiach →□ 4.3.4/1;
- ponad krokwiami →□ 4.3.5/1.

W dalszej części tekstu zwrócona będzie uwaga na potrzebę stosowania dodatkowych warstw wtórnego pokrycia, wiatroizolacji a także paroizolacji.

Niezbędne przekroje otworów wentylujących stromy dach podano w rozdziale 4.3 str. 2.

Zastosowanie w dachu warstwy paroizolacyjnej pozwala ograniczyć strumień pary dyfundującej i tym samym zmniejszyć ryzyko wykroplenia pary wodnej w warstwie materiału termoizolacyjnego.

Wymagany opór dyfuzyjny dolnych warstw dachu lub ułożonej poniżej izolacji termicznej warstwy paroszczelnej zależy od długości wentylowanej połaci dachu „a” →□ 4.3./9. Poniżej podano orientacyjne wartości wymaganego oporu dyfuzyjnego na dwa sposoby: jako grubość równoważnej warstwy powietrza oraz w postaci oporu Z_p :

długość połaci:

$$„a” \leq 10 \text{ m: } s_d \geq 2 \text{ m, } Z_p \geq 2985$$

$$„a” \leq 15 \text{ m: } s_d \geq 5 \text{ m, } Z_p \geq 7462$$

$$„a” > 15 \text{ m: } s_d \geq 10 \text{ m, } Z_p \geq 14925$$

$$Z_p, \frac{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}}{\text{g}}$$

Wartość s_d można wyliczyć z następującej zależności:

$$s_d = d \cdot \mu$$

gdzie:

d - jest grubością termoizolacji, m
 μ - bezwymiarowym współczynnikiem oporu dyfuzyjnego,

a wartość Z_p ze wzoru:

$$Z_p = d / \delta$$

gdzie δ - jest współczynnikiem przepuszczania pary wodnej.

Informacje dotyczące właściwości dyfuzyjnych materiałów budowlanych można uzyskać u producenta lub autoryzowanego dystrybutora materiałów, a także w literaturze z zakresu fizyki budowli.

Jeśli powyższe zalecenia, dotyczące oporu dyfuzyjnego warstw dachu zostaną faktycznie zrealizowane, to przy normalnych warunkach cieplno-wilgotnościowych we wnętrzu budynku (temperatura ok. +20°C i wilgotność powietrza 50%), nie ma potrzeby wykonywać obliczeń wilgotnościowych. Przekroczenie któregokolwiek z warunków, tj. rozmiarów dachu lub warunków we wnętrzu, wymaga przeprowadzenia obliczeń sprawdzających.

Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła dla stropów i dachów nad pomieszczeniem ogrzewanym do temperatury $\geq 16^\circ\text{C}$, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. Dz. Ust. Nr 75 poz. 690, wynosi $0.30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ →□ 4.3./24.

Przy zastosowaniu izolacji cieplnej ze styropianu o obliczeniowej przewodności cieplnej $0.04 \text{ W}/(\text{mK})$ jej grubość, jeśli nie uwzględni się oporów cieplnych pozostałych warstw i mostków cieplnych tworzonych przez krokwie dachowe, powinna wynosić przynajmniej 13 cm, →□ 4.3./25. Zastosowanie materiału o niższej wartości współczynnika przewodzenia ciepła wiąże się, oczywiście ze zmianą tej grubości. Uwzględnienie lepiej przewodzących ciepło przekrojów krokwi wymaga zastosowania warstwy izolacji termicznej o grubości przynajmniej 15 cm. Ekonomicznie uzasadnione grubości warstwy izolacji styropianowej są jednak jeszcze większe i przekraczają obecnie 20 cm.

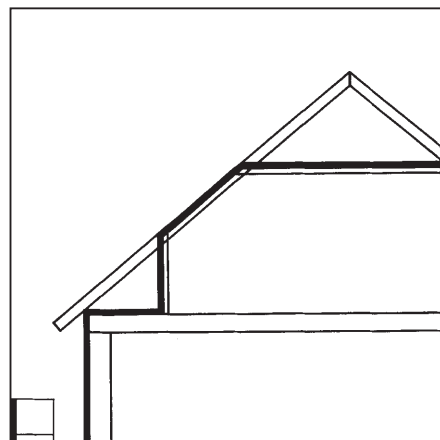
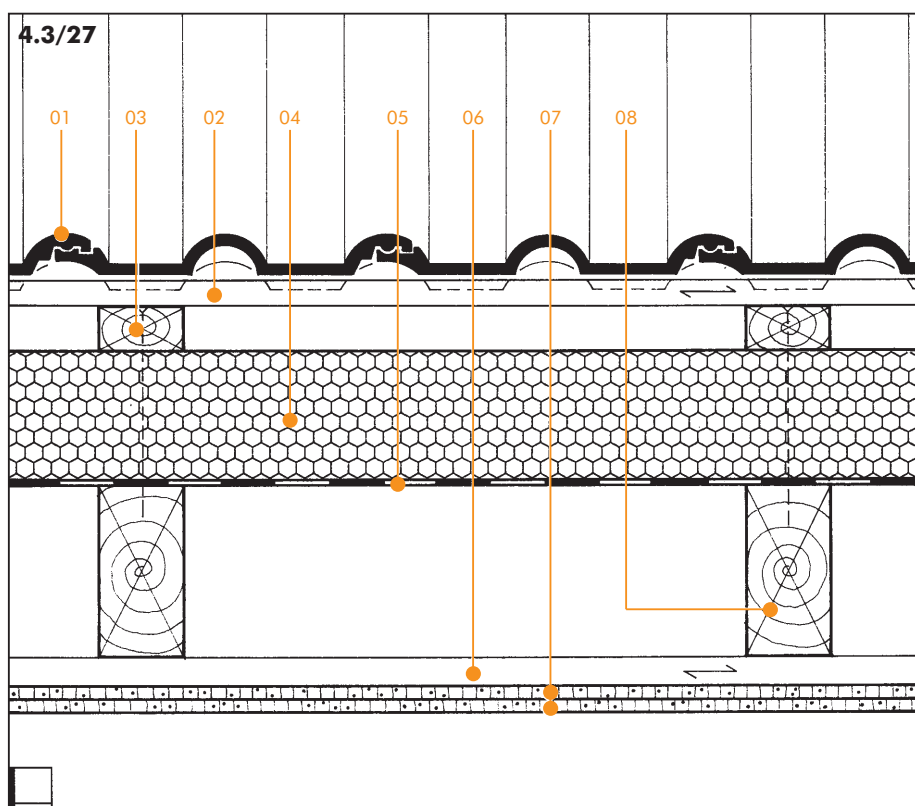
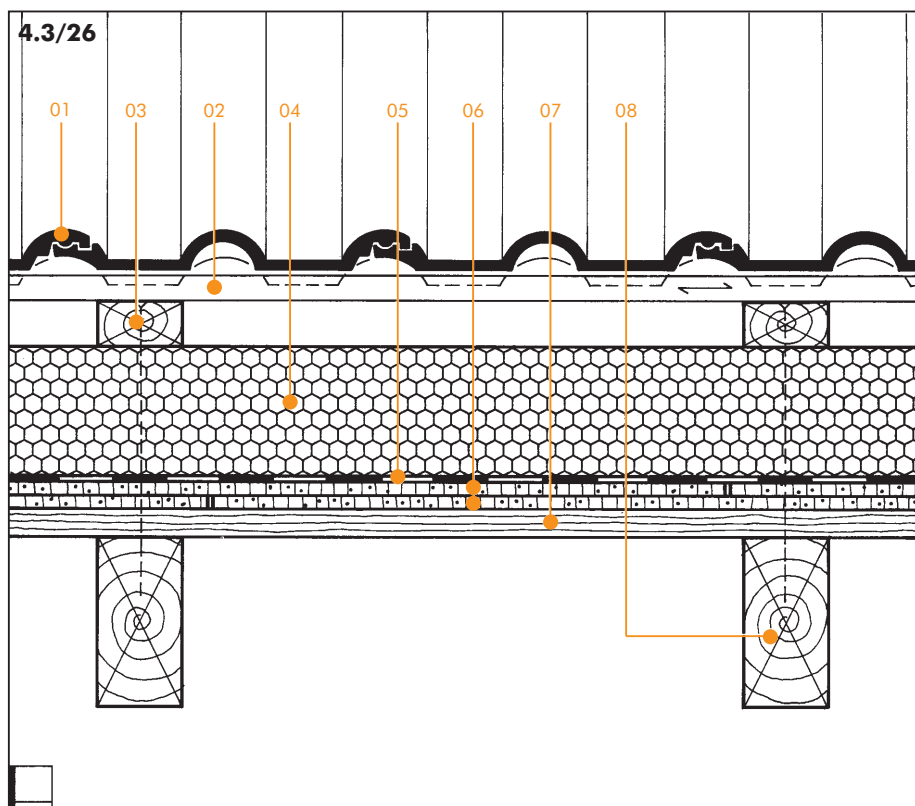
4.3/24	
Warunki w pomieszczeniu (bud. mieszkalne i użyt. publ.)	$U_{\text{max}} \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
$T_i > 16^\circ\text{C}$	0.30
$8^\circ\text{C} < T_i \leq 16^\circ\text{C}$	0.50

4.3./25	
kryterium	grubość izolacji styropianowej, cm
ze względu na U_{max} , bez uwzględnienia mostków termicznych	13
z uwzględnieniem wpływu mostków	15
ekonomicznie uzasadniona	> 20

Wciąż rosnące na zewnątrz budynków natężenie hałasu, pochodzącego od ruchu drogowego, powietrznego i przemysłu stwarza poważne zagrożenie dla zdrowia mieszkańców miast.

Zależnie od występujących obciążeń hałasem występujących w danej okolicy, formu-

łowane są wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród $R'_{A1, \text{wyp.}}$. Indeks „wypadkowy” przy wskaźniku oceny akustycznej oznacza, że przedmiotem wymagań jest cała przegroda, a więc włącznie z otworami okiennymi.



Wg tabeli nr 5 normy PN-B-02151-3, dla właściwego izolowania akustycznego od dźwięku na zewnątrz budynku do poziomu 75 dB, wystarczą przegrody o wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej nie wyższej niż 38 dB. Taki warunek dotyczy pomieszczeń o najwyższych wymaganiach akustycznych.

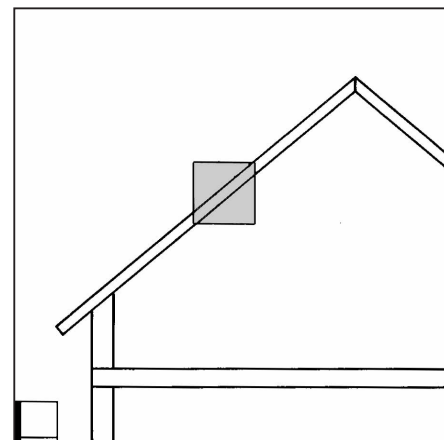
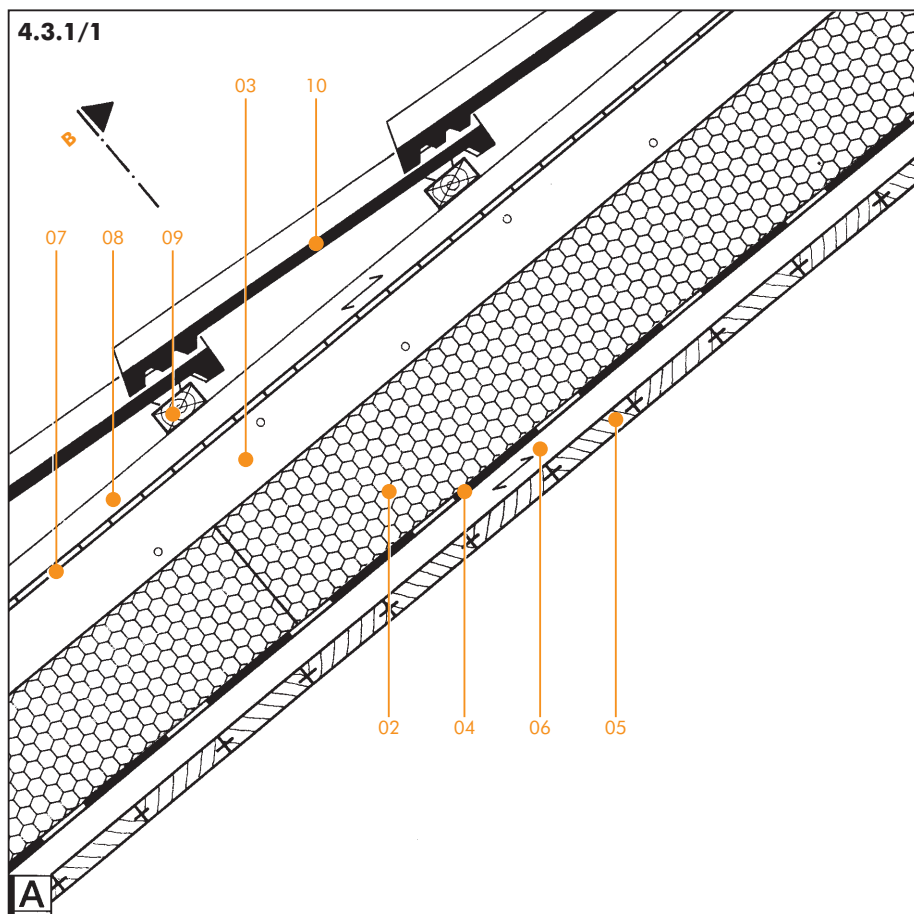
Nie jest możliwe teoretyczne wyliczenie izolacyjności akustycznej dachów nad poddaszami od dźwięków powietrznych. Właściwości akustyczne tych przegród są określane w trakcie badań doświadczalnych, prowadzonych zgodnie z normą PN-B-02154-05:1983 „Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród zewnętrznych i ich elementów” lub w pomiarach laboratoryjnych.

Dla systemów warstwowych z udziałem styropianu uzyskiwane są w badaniach wartości R'_w w zakresie 37...49 dB.

Dla układu przedstawionego na rysunku →□ **4.3./26** wartość R'_w wynosi 49 dB, dla dachu o układzie warstw jak →□ **4.3./27** wartość R'_w równa jest 48 dB.

Aby uzyskać wartość wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A1} należy do ważonego wskaźnika izolacyjności dodać widmowy wskaźnik adaptacyjny C , którego wartość można przyjąć jako równą -2 dB. Dodatkowo zaleca się w normie PN-B-02151-3:1999, aby przy projektowaniu były przyjmowane wartości uzyskane z badań laboratoryjnych zmniejszone o 2 dB. Przedstawione na rysunkach →□ **4.3./26** i →□ **4.3./27** rozwiązania stromych dachów spełniają więc wymagania normowe ochrony akustycznej wnętrza w pełnym zakresie.

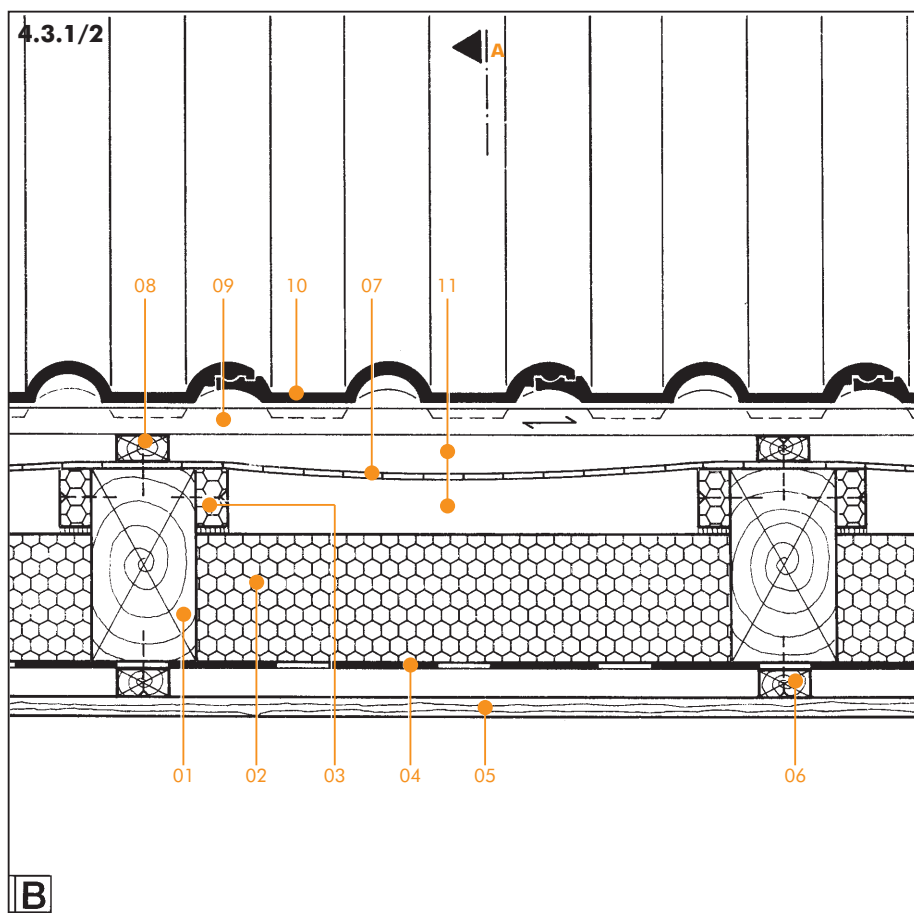
- 01 dachówka betonowa
- 02 łąty dachowe 24/48 mm
- 03 łąta główna 80/40 mm
- 04 styropian kategorii „DACH-PODŁOGA”
- 05 papa bitumiczna
- 06 płyta wiórowo-cementowa 2 x 12 mm
- 07 deskowanie łączone na pióro i wpust, jednostronnie heblowane, 24 mm
- 08 krokwie 80/160 mm
- 09 łąty sufitowe 24/48 mm
- 10 płyta gipsowo-kartonowa 2 x 12,5 mm



Izolacja termiczna pomiędzy krokwiami wykonywana jest zwykle wtedy, gdy pokrycie dachu jest ukończone. Może to mieć miejsce w trakcie budowy całego obiektu, ale często również zdarza się, że adaptacja poddasza i ocieplanie stropu jest realizowane dopiero w trakcie eksploatacji budynku.

Izolacyjne płyty styropianowe „SUPER PODDASZE” (02) mogą być np. klejone do specjalnych dystansowych listew styropianowych (03), przybitych uprzednio do drewnianych krokwi (01). Pod izolacją termiczną rozpięta jest od strony pomieszczenia paroizolacja (04).

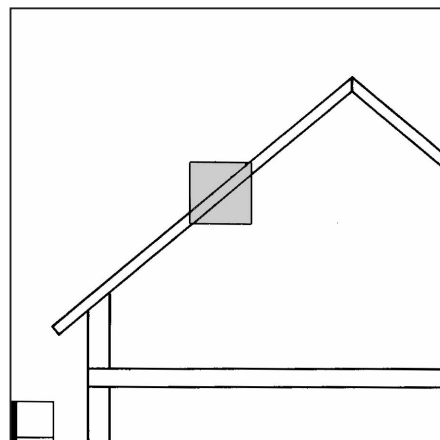
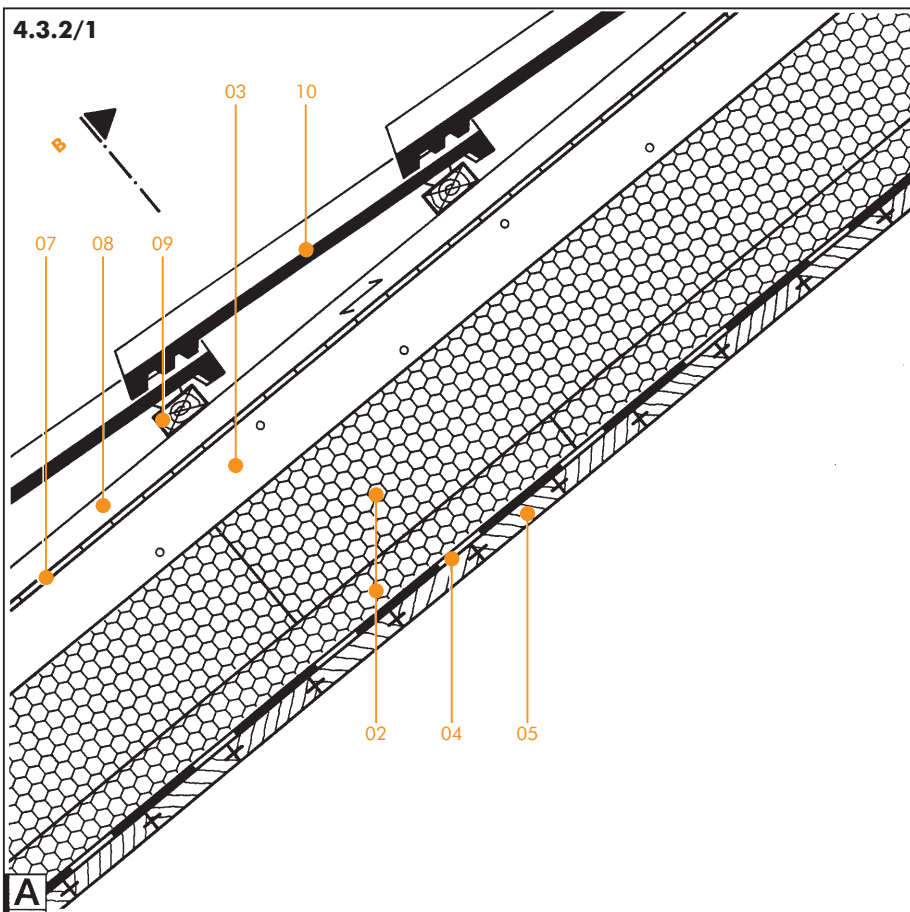
Boazeria sufitowa (05) jest zamocowana do stropu za pośrednictwem łat (06) przybitych wzdłuż do krokwi. Łaty te jednocześnie mocują i zapewniają szczelność połączeń paroizolacji.



- 01 krokwie
- 02 styropianowe płyty izolacji termicznej styropian „SUPER PODDASZE”
- 03 styropianowa listwa dystansowa
- 04 paroizolacja pełniąca tu jednocześnie rolę wiatroizolacji
- 05 boazeria sufitowa, łączona na pióro i wpust
- 06 łata podłużna
- 07 drugie pokrycie
- 08 kontrłata
- 09 łata dachowa
- 10 pokrycie dachu
- 11 przestrzeń wentylowana

4.3.2

Poddasze użytkowe Izolacja termiczna pomiędzy i pod krokiewmi

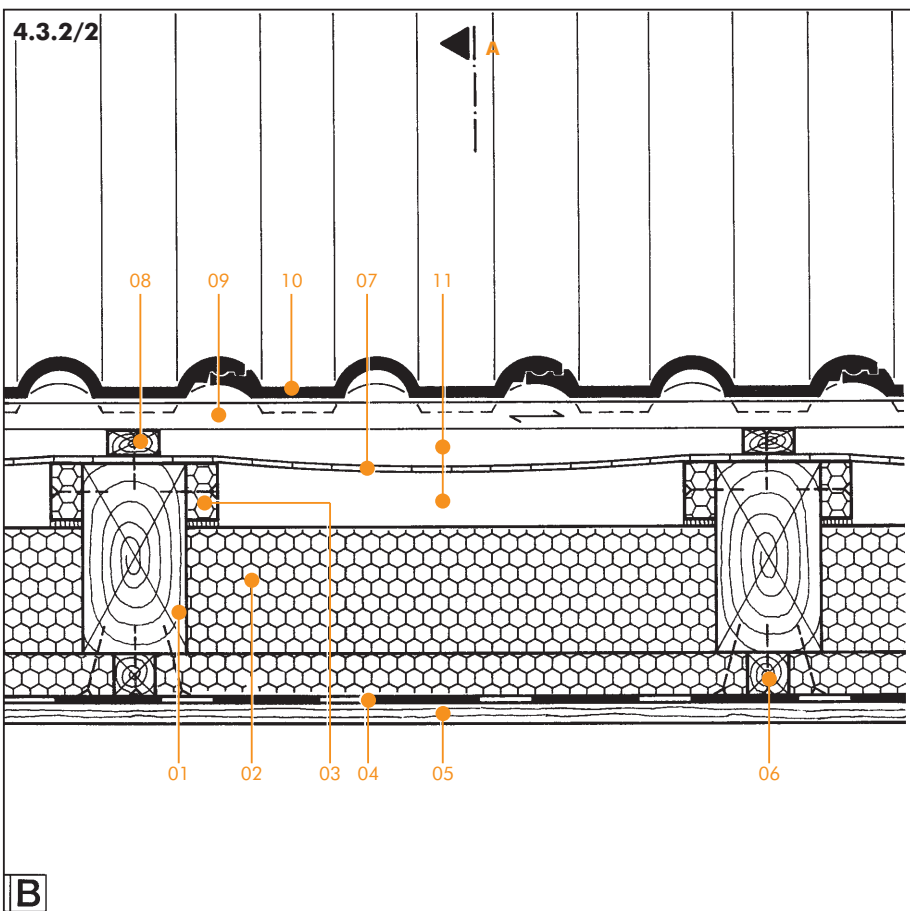


Grubość izolacji termicznej dachu można powiększyć, stosując oprócz izolacji umieszczonej pomiędzy krokiewmi (por. →□ 4.3.1) również izolację pod krokiewmi, tak jak to pokazano na rysunkach →□ 4.3.2/1 i →□ 4.3.2/2.

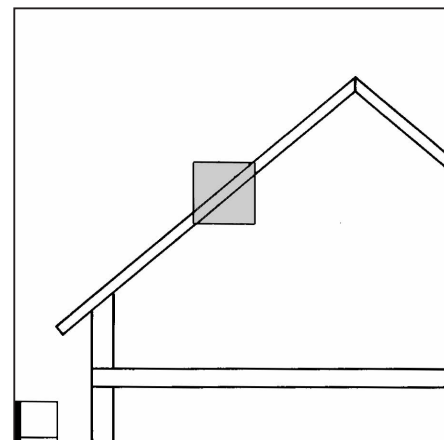
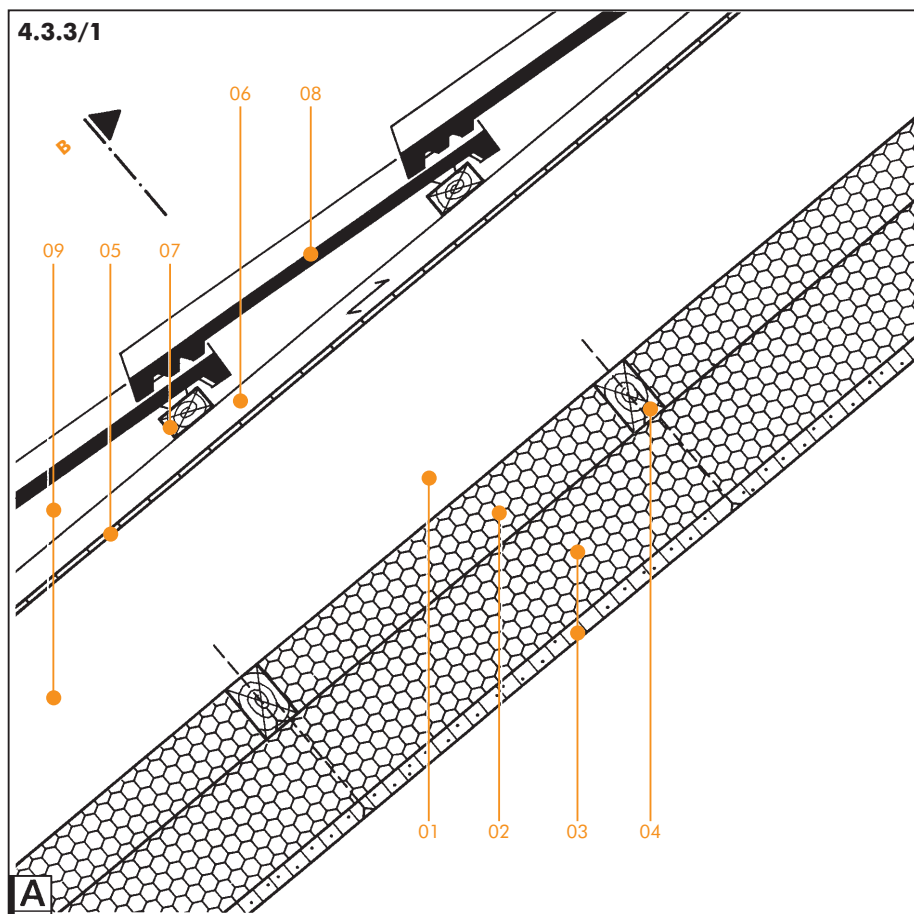
Warstwy izolacyjne tej konstrukcji są opisane symbolami od 07 do 10 na obydwu rysunkach. Styropianowe listwy dystansowe (03) są tu, tak jak i poprzednio, przybite do góry krokwi. Styropianowe płyty izolacji termicznej (02) są bardzo ściśle wpasowane w pola pomiędzy krokiewmi, a dodatkowo jeszcze klejone do listew styropianowych (03).

Grubośćłaty wyrównującej (06) przybitej do spodu krokwi, odpowiada grubości dodatkowej warstwy izolacji termicznej umieszczonej pod krokiewmi. Płyty styropianowe są w tej warstwie mocowane mechanicznie (gwoździe lub klamry) do spodu krokwi.

Zastosowanie izolacji termicznej w dwóch warstwach materiałowych pozwala na uzyskanie lepszej szczelności dzięki wzajemnie przesuniętym łączeniom poszczególnych płyt przy krokiewiach. Samoklejąca wiatroizolacja (04) jest mocowana do spodu płyt styropianowych przed montażem np. boazerii drewnianej. Na przekroju A-A pokazano również zalecane przesunięcie styków płyt pomiędzy warstwami izolacji termicznej.



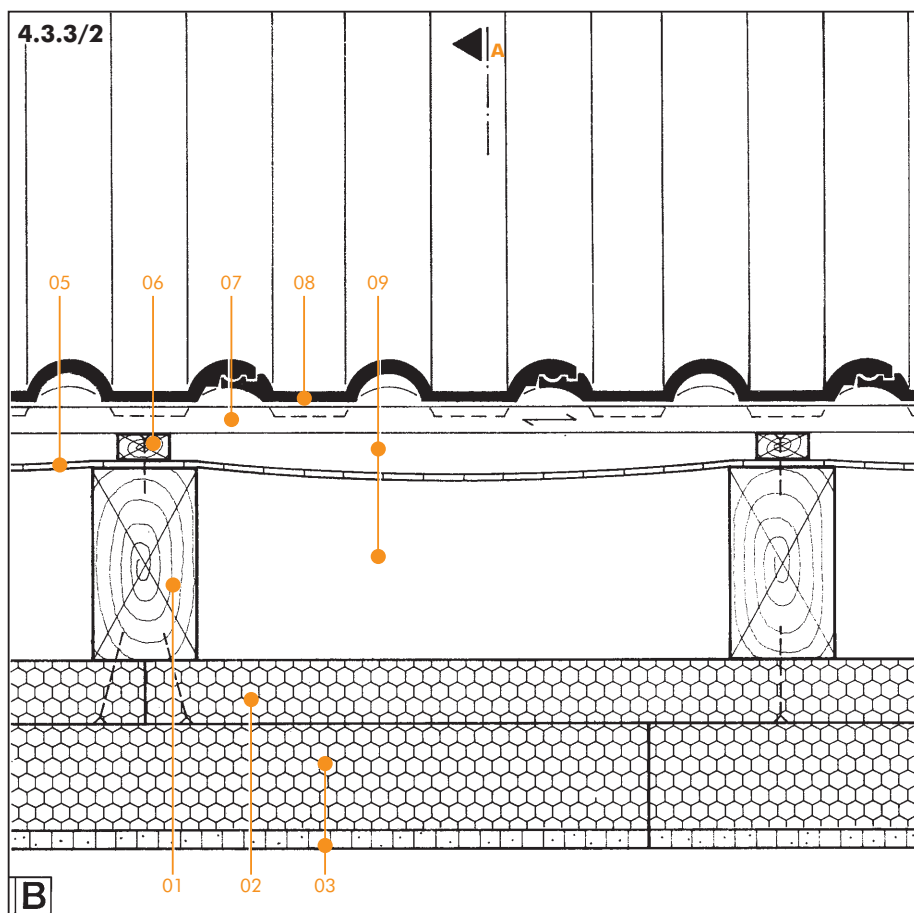
- 01 krokiewie
- 02 styropianowe płyty izolacji termicznej, między krokiewiami - styropian „SUPER PODDASZE”, pod nimi styropian kategorii „DACH-PODŁOGA”
- 03 styropianowa listwa dystansowa
- 04 paroizolacja
- 05 boazeria sufitowa, łączone na pióro i wpust
- 06 łąta podłużna wyrównująca
- 07 drugie pokrycie
- 08 kontrłata
- 09 łąta dachowa
- 10 pokrycie dachu
- 11 przestrzeń wentylowana



Warstwy konstrukcyjne tego dachu są przedstawione na rysunkach → **4.3.3/1** i → **4.3.3/2**. Styropianowe płyty izolacji termicznej (02) są przybite gwoździami do spodu drewnianych krokwi. Pomiędzy płytami, prostopadłe do krokwi rozmieszczony jest ruszt drewniany (04), mocowany śrubami do krokwi. Z kolei do tego rusztu mocuje się śrubami wielkowymiarowe, zespolone płyty styropianowo-gipsowe (03). Stosowanie wiatroizolacji nie jest w tym przypadku konieczne.

Płyta styropianowa „DACH-PODŁOGA” o grubości 60 mm pomiędzy listwami rusztu (04) oraz druga warstwa tego materiału o grubości 80 mm zespolona z płytą gipsową pozwalają uzyskać dobrą izolacyjność termiczną całego dachu, w dodatku niemal całkowicie bez mostków termicznych. Wartość współczynnika przenikania ciepła U dla konstrukcji pokazanej na rysunku → **4.3.3/1** i → **4.3.3/2** wynosi $0.27 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Pod względem ciepno-wilgotnościowym dach tego typu jest bez zarzutu. Dyfuzja pary wodnej odbywa się tu bez zakłóceń, nie dochodzi do wykraplania wilgoci.

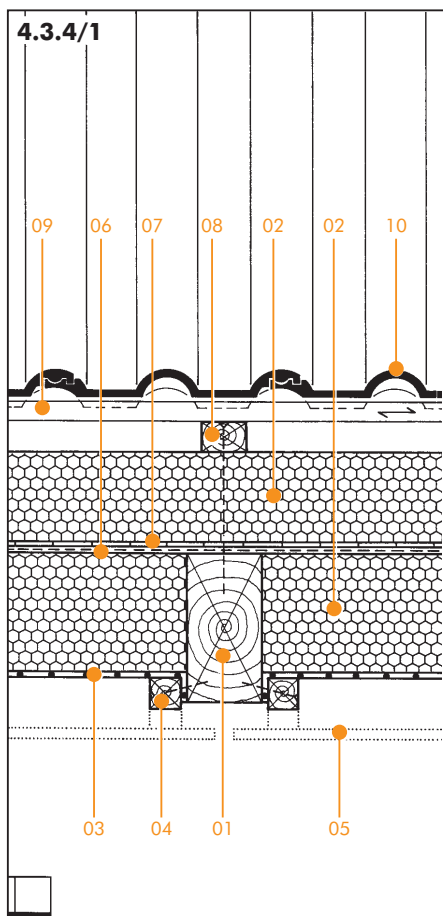


- 01 krokwie
- 02 styropian kategorii „DACH-PODŁOGA”
- 03 zespolona płyta styropianowo-gipsowa
- 04 ruszt drewniany
- 05 drugie pokrycie
- 06 kontrłata
- 07 łąta dachowa
- 08 pokrycie dachu
- 09 przestrzeń wentylowana

4.3.4

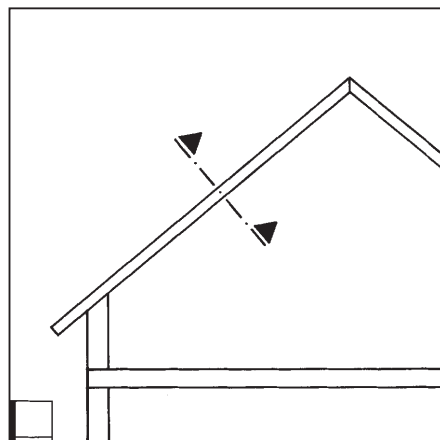
Poddasze użytkowe Izolacja termiczna pomiędzy i na krokwiach

strona 1



Krokwie (01) na rysunku →□ 4.3.4/1 są stężone przeciwwiatrowo przy użyciu przybitych do nich stalowych płaskowników (06) lub cięgien stężających. Płyty styropianowe (02) są bardzo dokładnie dopasowane do pól pomiędzy krokwiemi i wsunięte na wcisk. Specjalne łaty dociskowe (04) służą do zamocowania paroizolacji (wiatroizolacji) (03) i jednocześnie utrzymują między krokwiemi wszystkie warstwy.

Górna płaszczyzna dolnej warstwy izolacji termicznej i krokwi jest pokryta warstwą materiału o wysokiej paroprzepuszczalności ($s_d < 0.3 \text{ m}$). Na niej dopiero ułożona jest druga warstwa izolacji styropianowej, przybita do krokwi (01) poprzez łatę podkładową (08). Od spodu warstwy izolacyjnej mogą być osłonięte dowolnym materiałem wykończeniowym (05).

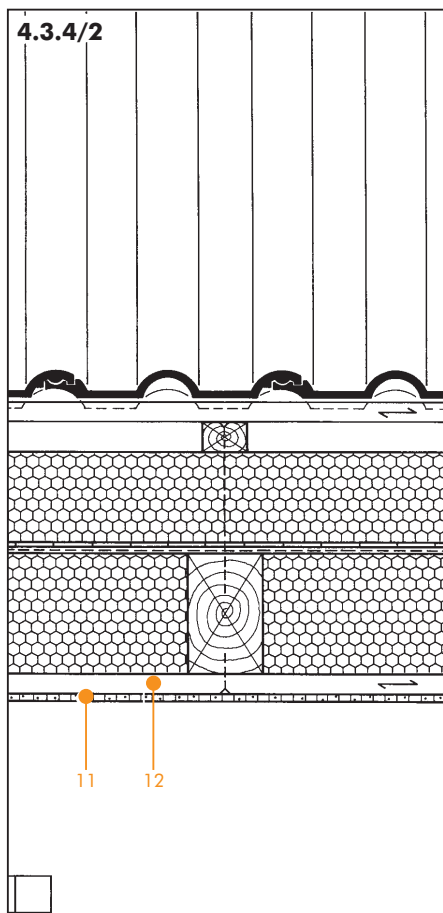


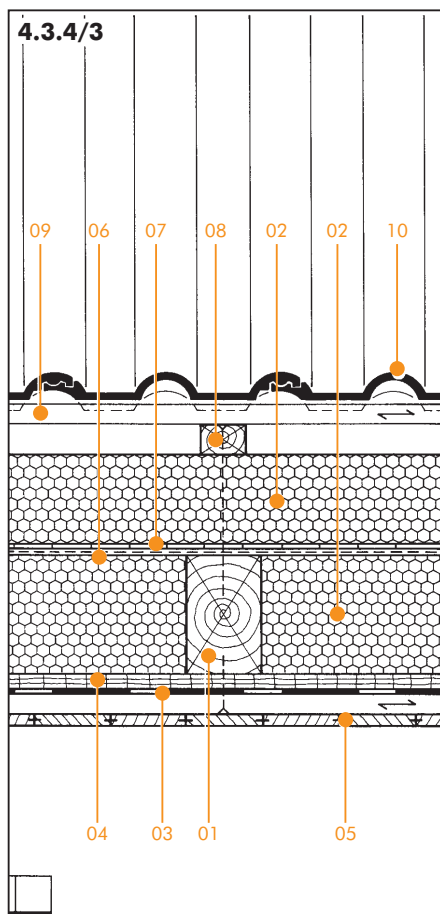
Układ warstw w dachu przedstawionym na rysunku →□ 4.3.4/2 jest w zasadzie zgodny z układem na rysunku →□ 4.3.4/1. Różnica polega jedynie na braku izolacji wiatrowej. Wiatroszczelność uzyskuje się tu poprzez bezстыkowe osłonięcie dachu od dołu płytami gipsowo-kartonowymi (11). Płyty gipsowe są przykręcone do drewnianego rusztu (12), który jednocześnie wspiera od dołu płyty styropianowe. Grubość płyt styropianowych w tej warstwie musi odpowiadać pełnej wysokości krokwi.

Obecne przepisy ochrony cieplnej wymagają współczynnika przenikania ciepła dla dachu nie większego niż $0.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Zastosowanie izolacji styropianowej pozwala na uzyskanie wartości znacznie niższych. W budynkach energooszczędnych realizuje się wartości niższe od $0.2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a w budynkach pasywnych niższe od $0.1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Dach przedstawiony na rysunku →□ 4.3.4/2 pozwala na uzyskanie niskich wartości współczynnika U. Górna warstwa izolacji termicznej to styropian przenoszący duże naprężenia ściskające z kategorii „PARKING” o grubości 120 mm, pomiędzy krokwiemi styropian „SUPER PODDASZE”, styropian „ŚCIANA” o grubości 140 mm. Przy łącznej grubości izolacji równej 260 mm współczynnik przenikania ciepła wynosi ok. $0.16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Kondensacja wilgoci w tej przegrodzie nie występuje.

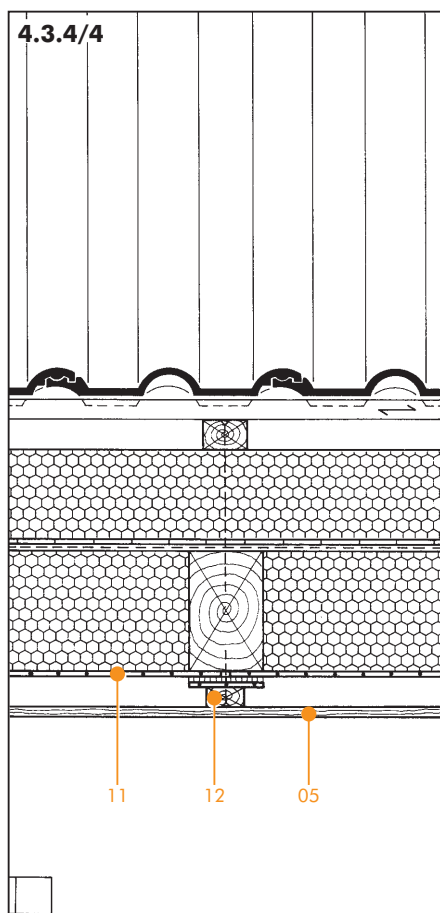
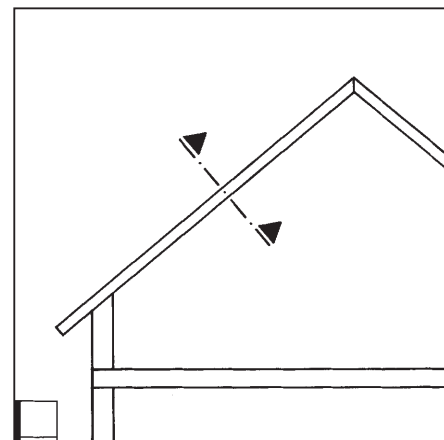
- 01 krokwie
- 02 styropian kategorii „DACH-PODŁOGA”
- 03 paroizolacja pełniąca tu jednocześnie rolę wiatroizolacji
- 04 łata dociskowa
- 05 warstwa wykończeniowa
- 06 płaskownik stężający
- 07 drugie pokrycie
- 08 łata podkładowa
- 09 łata
- 10 pokrycie dachu
- 11 płyta gipsowo-kartonowa
- 12 ruszt drewniany





Układ konstrukcyjny dachu przedstawionego na rysunku →□ **4.3.4/3** jest odmianą dachu omawianego poprzednio i przedstawionego na →□ **4.3.4/2**. Jedy-
na różnica polega tu na warstwie płyty wiórowej (04), mocowanej do spodu krokwii. Do niej właśnie przyklejona jest paroizolacja pełniąca tu jednocześnie rolę wiatroizolacji (03).

Poprzez ułożenie termoizolacji w dwóch warstwach, między i na krokwiach, uzyskuje się skuteczną ochronę cieplną wnętrza użytkowego poddasza. Tego typu przegrody są wykorzystywane przy projektowaniu budynków energooszczędnych. Izolacja termiczna o grubości 120 mm ze styropianu „PARKING” na krokwiach i 140 mm grubości styropian „SUPER PODDASZE”, styropian „ŚCIANA” pomiędzy krokwiami pozwalają uzyskać w efekcie współczynnik przenikania ciepła ok. 0.16 W/(m²K).



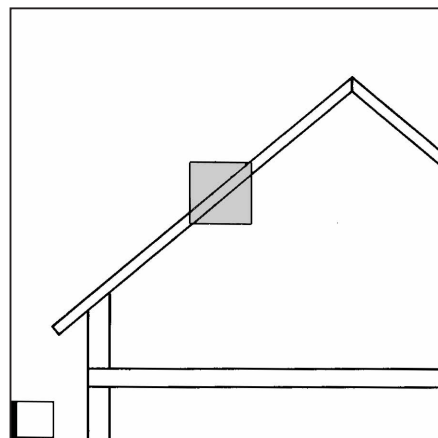
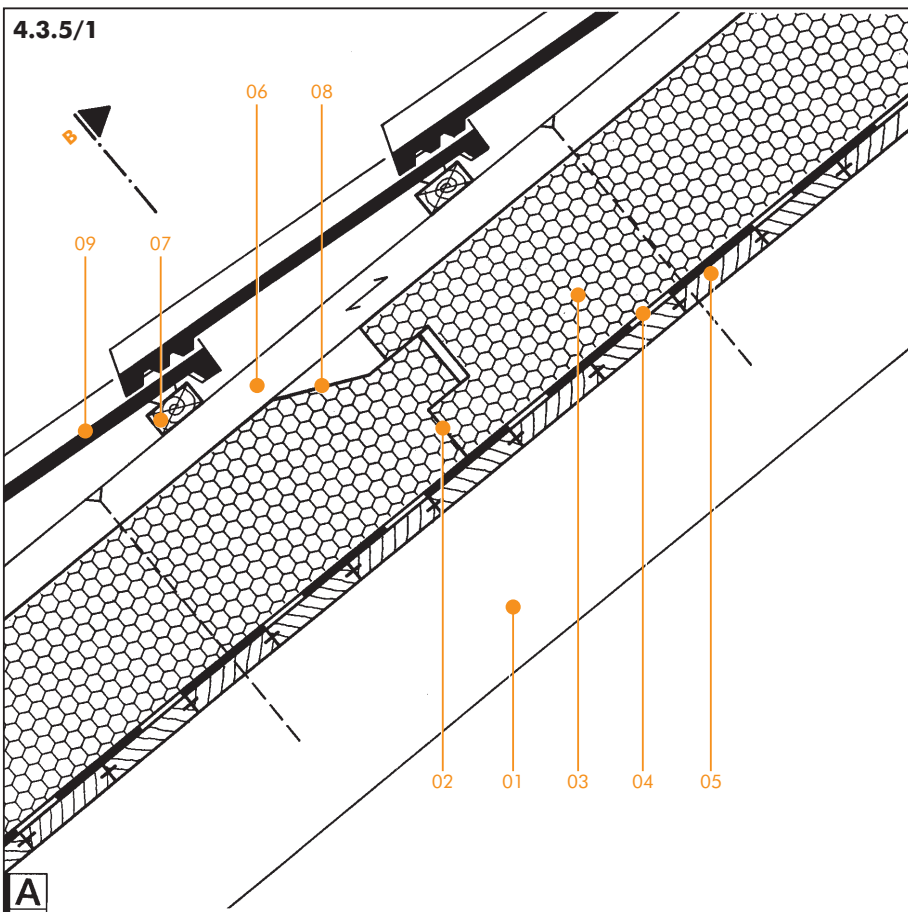
Na rysunku →□ **4.3.4/4** przedstawiono dach o zbliżonym do poprzednich układzie warstw. W tym przypadku zastosowano jako paroizolację warstwę samoprzylepnej folii (11). Połączenia między wstęgami folii przypadają na spody krokwii, gdzie są uszczelnione dodatkowymi paskami i dodatkowo dociskane kontrłatą (12).

- 01 krokwie
- 02 płyty styropianowe
- 03 paroizolacja
- 04 płyta wiórowa lub podobna
- 05 boazeria drewniana
- 06 płaskownik stężający
- 07 drugie pokrycie
- 08 łata podkładowa
- 09 łata
- 10 pokrycie dachu
- 11 folia izolacyjna z PCV (łączona na krokwiach)
- 12 kontrłata

4.3.5

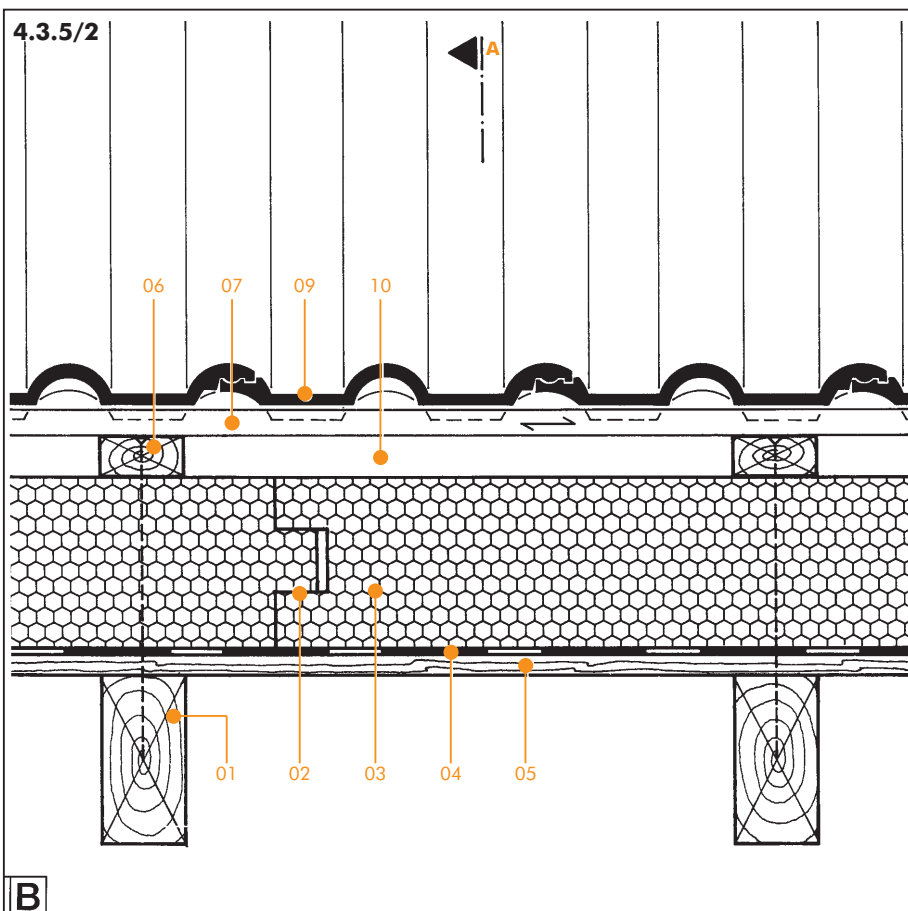
Poddasze użytkowe Izolacja termiczna na krokwiach

strona 1



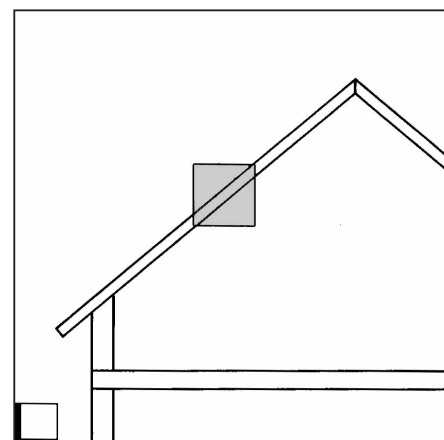
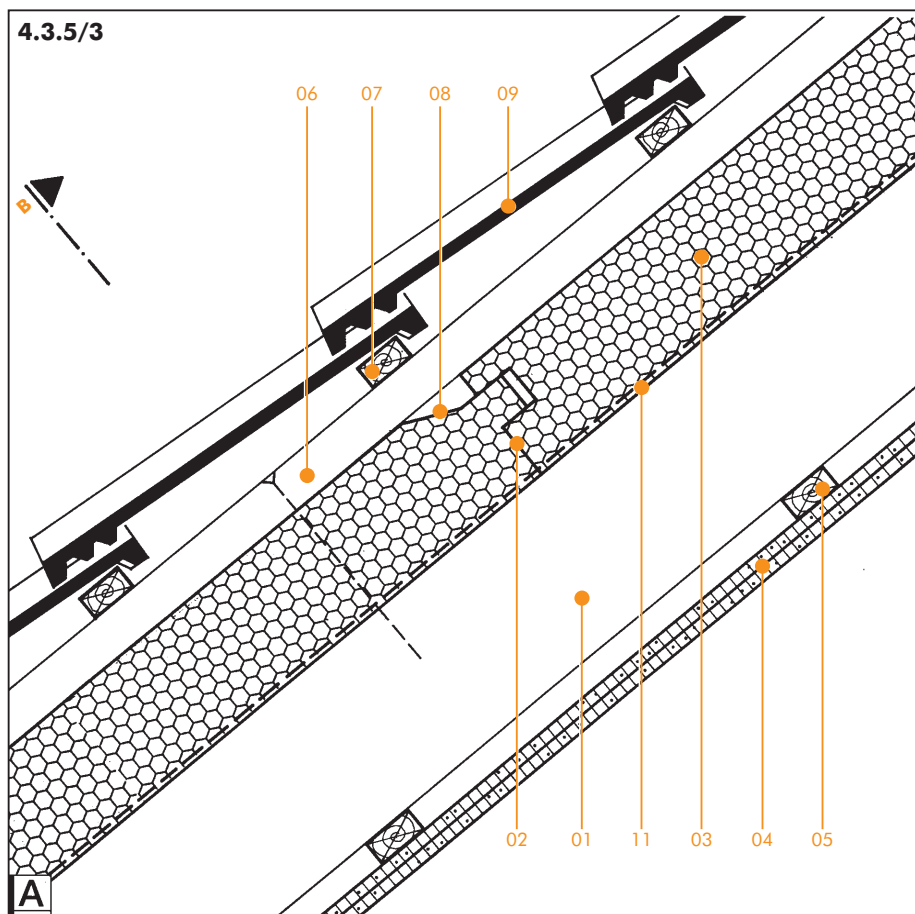
Jedną z bardzo istotnych zasad przy konstruowaniu przegród energooszczędnych jest utrzymanie ciągłości warstwy termooizolacyjnej, a więc w efekcie równomiernej izolacyjności cieplnej. W przypadku stromego dachu taką możliwość daje bez problemów styropianowa izolacja układana na krokwiach.

Na rysunkach → **4.3.5/1** i → **4.3.5/2** przedstawiono układ warstw w dachu tego typu. Na krokwiach (01) przybite jest pełne deskowanie (05), a na nim umocowana warstwa papy bitumicznej (04) lub innego materiału jako wiatroizolacji. Obydwie te warstwy 04 i 05 stanowią wstępne pokrycie dachu, ułatwiające dalsze prace podczas wznoszenia budynku.



Na tak przygotowanej płaszczyźnie dachu, układane są następnie płyty styropianowe (03). Są one mocowane do podłoża za pośrednictwem łat podkładowych (06), przybijanych poprzez styropian do krokwi (01). Łaty podkładowe (06) służą jednocześnie jako kontrłaty dla łat pokrycia dachowego (07). Woda opadowa, która może dostać się do wnętrza dachu poprzez połączenia głównego pokrycia spływa bez przeszkód po wierzchu płyt styropianowych. Szczelne podłużne połączenie na pióro i wpust płyt izolacyjnych (02) oraz odwadniający skos (08) gwarantują pełną szczelność dachu ze względu na wodę i śnieg.

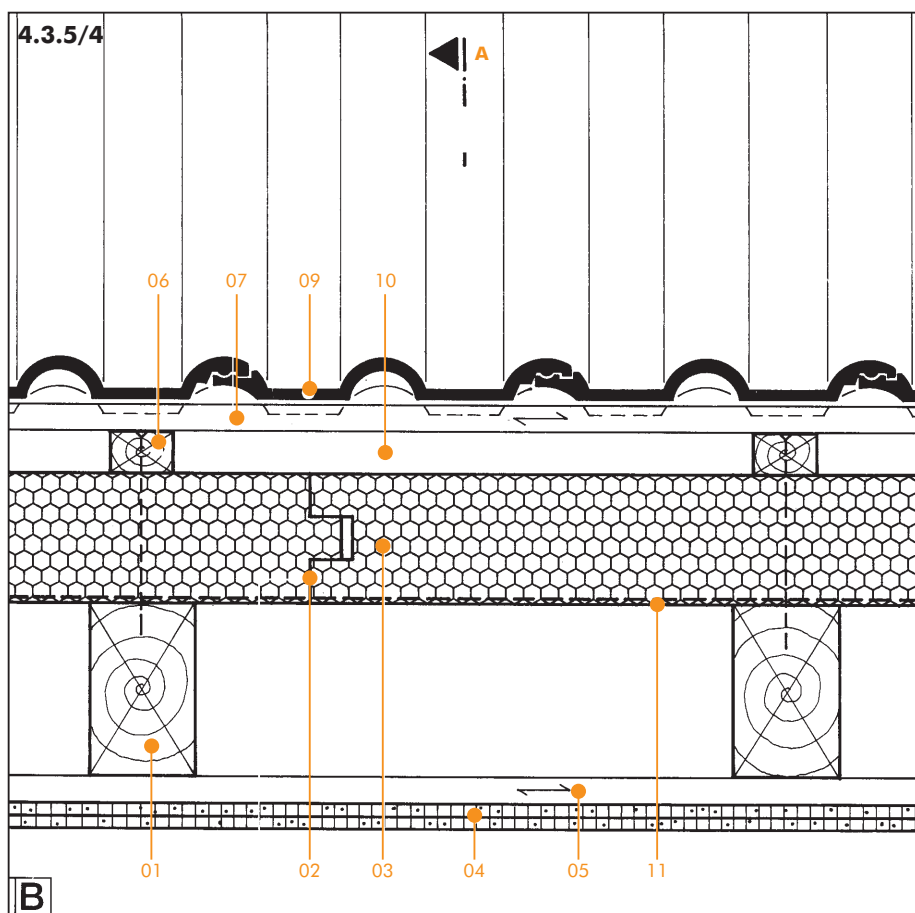
- 01 krokwie
- 02 połączenie na pióro i wpust
- 03 płyty styropianowe
- 04 paroizolacja pełniąca tu jednocześnie rolę wiatroizolacji
- 05 deskowanie
- 06 łata podkładowa
- 07 łata dachowa
- 08 skos odwadniający
- 09 pokrycie dachu
- 10 przestrzeń wentylowana



Płyty izolacyjne na krokwiach bez deskowania

W sytuacji, kiedy dach jest od wewnątrz obudowany wielkowymiarowymi płytami gipsowo-kartonowymi (04), które gwarantują uzyskanie wiatroszczelności całego systemu, płyty styropianowe mogą być układane bezpośrednio na krokwiach. Przedstawiono to na rysunkach → 4.3.5/3 i → 4.3.5/4. Styropianowe elementy układane są na krokwiach (01) z przesunięciem styków, a następnie mocowane do krokwi za pośrednictwem łań podkładowych (06). Dzięki specjalnie ukształtowanym połączeniom płyt (02) i odwadniającemu skosowi (08), woda wciśnięta przez wiatr pod pokrycie jest bez przeszkód odprowadzana po powierzchni styropianu.

Problem przenoszenia obciążeń przez pokrycie dachu i system izolacji termicznej omówiono w rozdziale 4.4.1 str.1 i 2.



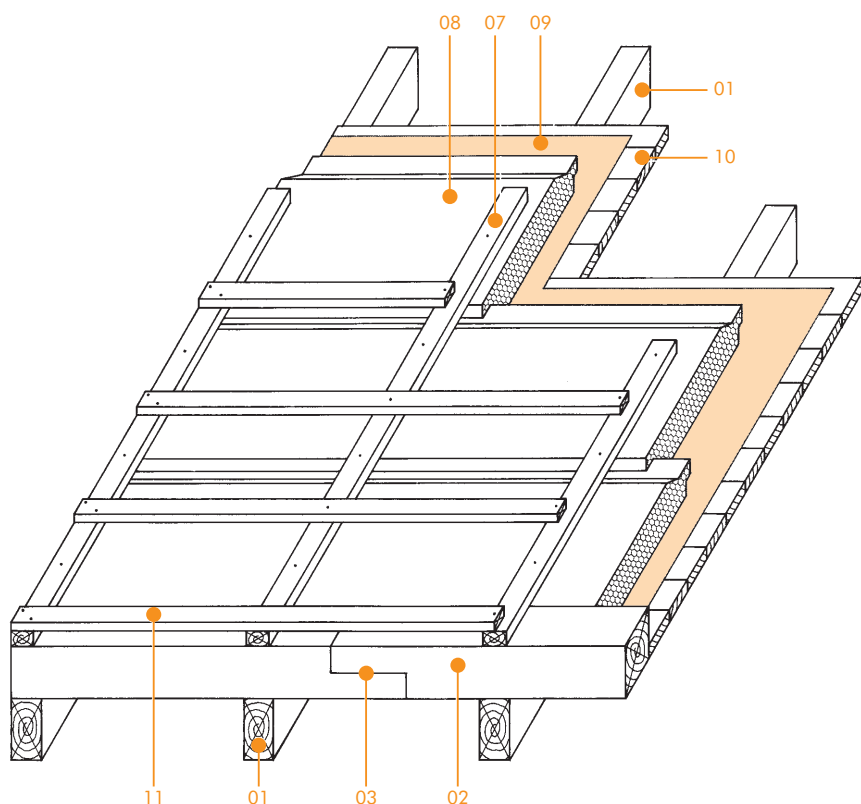
- 01 krokwie
- 02 połączenie na pióro i wpust
- 03 płyty styropianowe
- 04 płyty gipsowo-kartonowe
- 05 łań sufitowa
- 06 łań podkładowa
- 07 łań dachowa
- 08 skos odwadniający
- 09 pokrycie dachu
- 10 przestrzeń wentylowana
- 11 płaskownik stężający

4.4.1

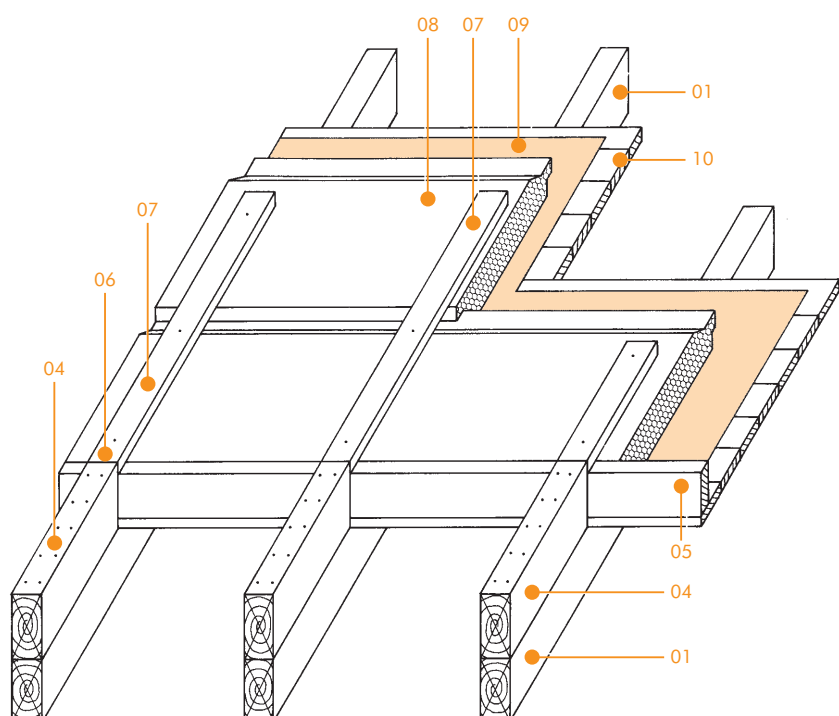
Płyty styropianowe na deskowaniu

strona 1

4.4.1/1



4.4.1/2



Przenoszenie obciążeń

Płyty styropianowe, często określane ze względu na szczelny system połączeń jako „płaszcz dachowy”, muszą przenosić obciążenia pochodzące od ciężaru własnego i od ciężaru pokrycia dachu, a także obciążenia zewnętrzne. Konieczne jest więc wykonanie podstawowych obliczeń statycznych gwarantujących bezpieczną eksploatację dachu.

Na rysunkach →□ 4.4.1/1 i →□ 4.4.1/2 przedstawiono izometryczne widoki układów konstrukcyjnych, które sprawdziły się w praktyce i są godne polecenia.

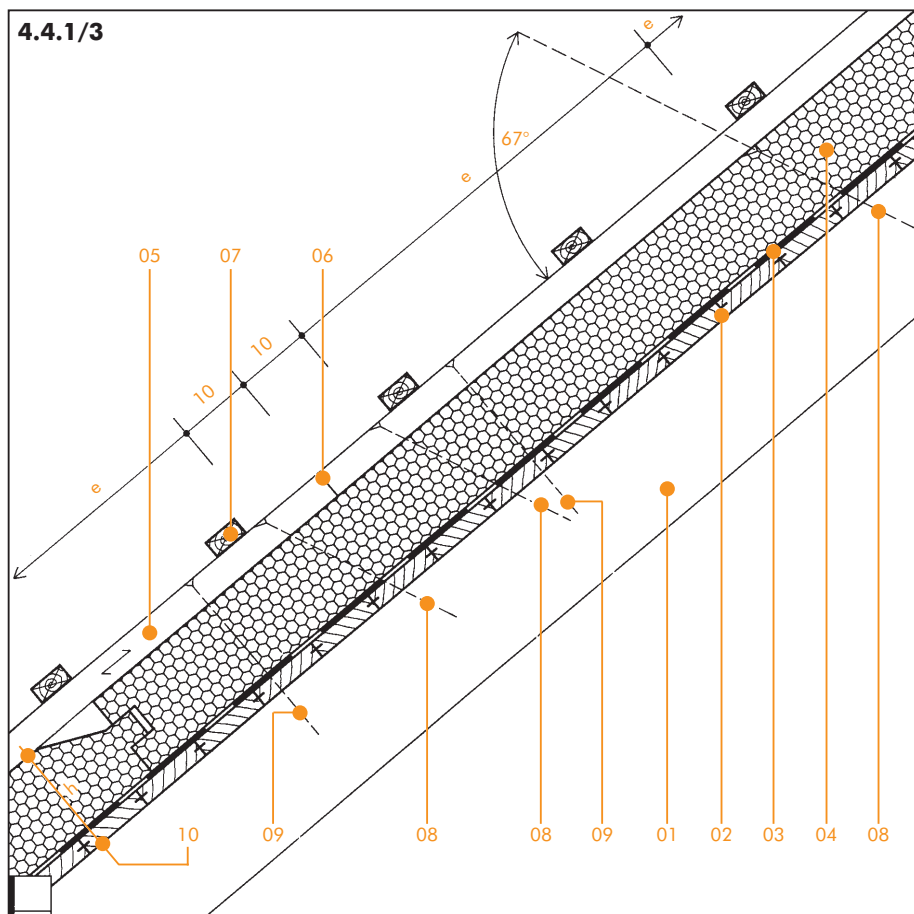
Na rysunku →□ 4.4.1/1 widoczna jest belka okapowa (02) leżąca na krokwiach (01) i przykręcona do nich łącznikami śrubowymi. Deskowanie, do którego przybita jest wiatroizolacja, usztywnia skutecznie całą konstrukcję.

Składową siłę obciążenia od ciężaru własnego płyt, stywną do płaszczyzny dachu, przejmuje belka okapowa, a częściowo także gwoździe mocujące łaty podkładowe (07) do krokwi (01) i belki okapowej (02). Dotyczy to również obciążenia od ciężaru własnego łat (11) i pokrycia dachowego.

W konstrukcji pokazanej na rysunku →□ 4.4.1/2, specjalna belka (04) nadbita na końcówkę krokwi (01) przenosi obciążenia. Obciążenia, takie same jak opisane wyżej, są przekazywane w miejscu styku (06) nadbitej belki (04) z łatami podkładowymi (07).

Jeśli pełne deskowanie nie jest stosowane, to należy rozpiąć na krokwiach płaskowniki stężające konstrukcję dachu (por. 4.3.5 str.2).

- 01 krokwie
- 02 belka okapowa
- 03 połączenie belki okapowej
- 04 belka nadbita
- 05 deska maskująca
- 06 miejsce styku
- 07 łata podkładowa
- 08 płyty styropianowe
- 09 wiatroizolacja
- 10 deskowanie
- 11 łaty dachowe



- 01 krokiew
- 02 deskowanie 19 mm
- 03 wiatroizolacja
- 04 płyty styropianowe $d \leq 160$
- 05 łata podkładowa 40/60 mm
- 06 miejsce styku łat
- 07 łaty dachowe 24/48 mm
- 08 specjalny gwóźdź nachylony pod kątem 67°
- 09 dodatkowe mocowanie, prostopadłe do dachu
- 10 grubość izolacji cieplnej i deskowania „h”

Przenoszenie obciążeń

W przeciwieństwie do rozwiązań pokazanych na rysunkach →□ 4.4.1/1 i →□ 4.4.1/2, w których siły ściągające były przekazywane na belkę okapową lub specjalnie nadbity na krokiew element, w rozwiązaniu przedstawionym na rysunku →□ 4.4.1/3 siły te są przenoszone przez gwoździe. Są to gwoździe o długości dobranej stosownie do grubości termoizolacji.

Gwoździe są wbijane w łaty podkładowe (05), a po przebiciu izolacji w krokiew, pod kątem 67° w stosunku do płaszczyzny dachu. W ten sposób pracują one praktycznie tylko na wyrywanie. Dzięki temu zredukowane zostało też do minimum przemieszczenie łat podkładowych wzdłuż połaci, wywoływane zginaniem gwoździ pod wpływem obciążeń. Przy realizacji dachu należy stworzyć możliwości dokładnego odtworzenia zalecanego kąta 67° przy wbijaniu gwoździ.

Grubość płyt izolacyjnych (10) decyduje o długości stosowanych tu gwoździ. W tabelce →□ 4.4.1/4 podano wymagane długości gwoździ, zależnie od grubości izolacji termicznej na krokwiach.

4.4.1/4		
Mocowanie łat podkładowych		
„h” grubość izolacji i deskowania	średnica gwoździa	długość gwoździa
90	6	230
≤ 125	6	260
≤ 140	6	280
≤ 160	6	300
≤ 180	6	320

W miejscach połączeń łat podkładowych (06), a także w pobliżu naroży i brzegów połaci dachu należy zastosować dodatkowe mocowanie (09) warstwy wierzchniej. Niezbędne w tym miejscu, dodatkowe gwoździe są wbijane już pod kątem prostym do powierzchni dachu.

4.4.1

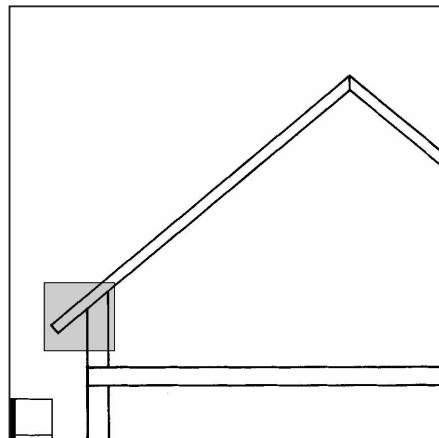
Płyty styropianowe na deskowaniu

strona 3

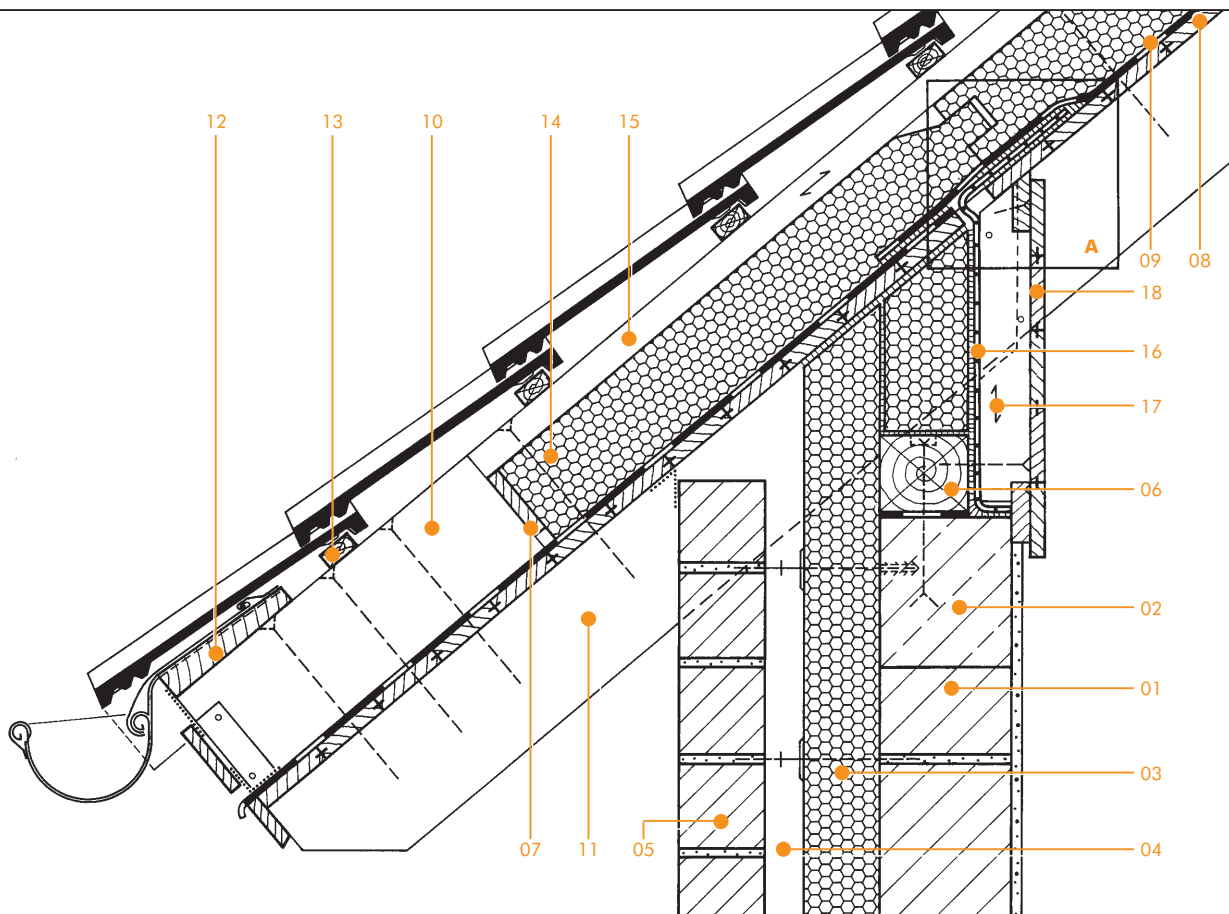
Okap przy ścianie warstwowej

Na rysunku →□ 4.4.1/5 przedstawiony został sposób połączenia zewnętrznej ściany warstwowej budynku z dachem izolowanym przy użyciu płyt styropianowych. Płaszczyznowa wiatroizolacja (09) jest przerwana w miejscu styku dachu i ściany oraz wywinięta na wyprowadzoną

ze ściany warstwowej elastyczną folię uszczelniającą (16). Dzięki temu uzyskuje się szczelne połączenie ściany i dachu w obszarze murłaty. Na rysunku →□ 4.4.1/6 pokazano w powiększeniu szczegół A, tj. miejsce połączenia wiatroizolacji i folii.



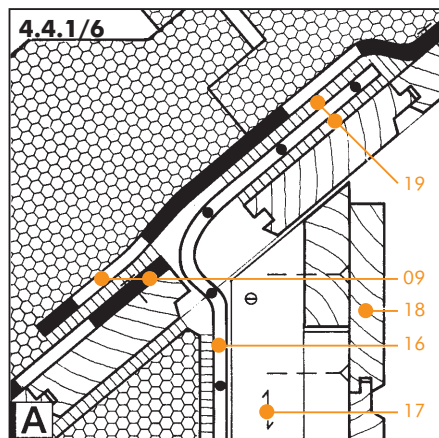
4.4.1/5



- 01 ściana nośna
- 02 wieniec
- 03 styropianowa izolacja ściany warstwowej
- 04 przestrzeń wentylowana
- 05 warstwa elewacyjna
- 06 murłata
- 07 krokwie
- 08 deskowanie
- 09 wiatroizolacja
- 10 belka nadbita

- 11 deska maskująca
- 12 deska okapowa
- 13 łąta dachowa
- 14 płyty styropianowe
- 15 łąta podkładowa
- 16 wiatroizolacja z folii elastycznej
- 17 listwa montażowa pod 18
- 18 boazeria drewniana
- 19 warstwa kleju

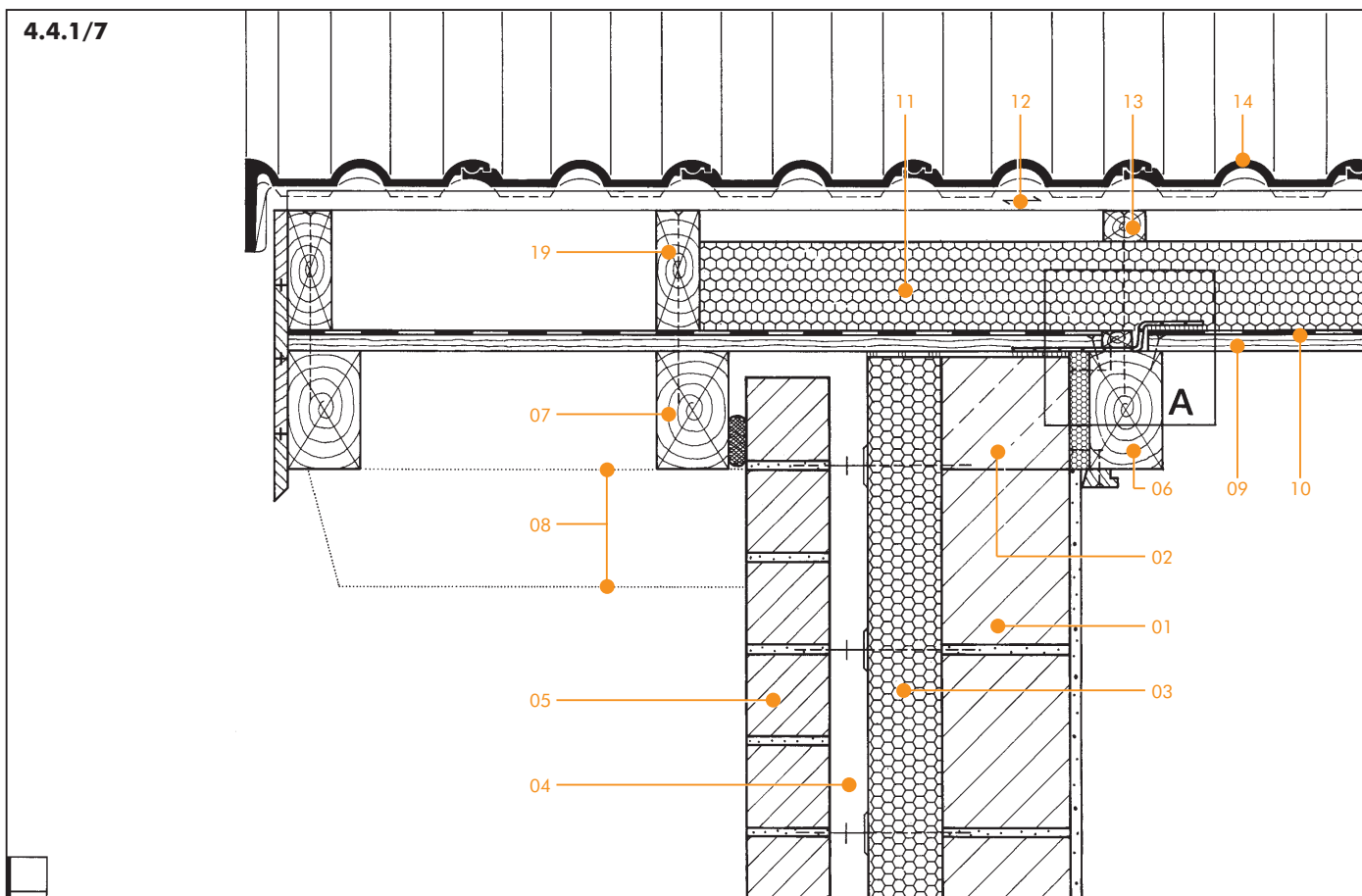
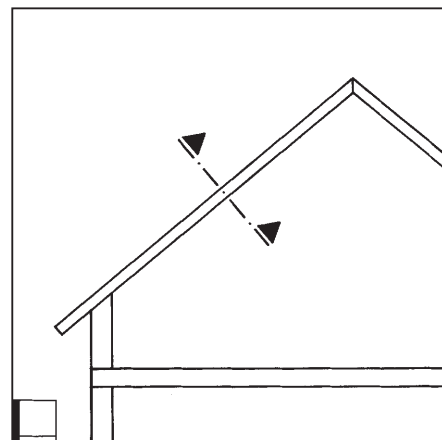
4.4.1/6



Połączenie dachu ze ścianą szczytową

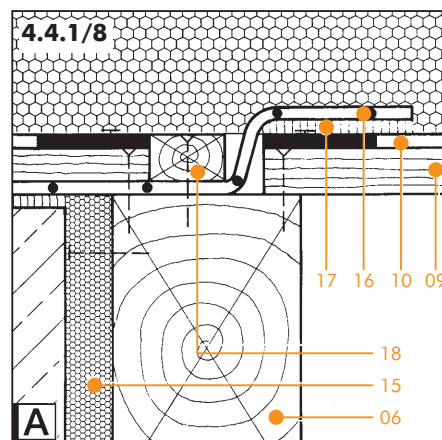
Na rysunku →□ 4.4.1/7 pokazano sposób ukształtowania połączenia ściany szczytowej z przewieszoną połacią dachu. Ponieważ warstwa deskowania (09) nie jest szczelna na parcie wiatru w miejscach połączeń desek, konieczna jest więc ciągła warstwa wiatroizolacji (10) pokrywająca szczelnie całą powierzchnię. Na krokwu szczytowej wewnętrznej (06)

deskowanie i wiatroizolacja są przerwane, aby przepuścić folię elastyczną (16), przyklejoną z jednej strony do wierzchu wieńca (02) i z drugiej strony do wiatroizolacji dachowej (10). W ten sposób nie dochodzi do ssania powietrza do wnętrza poprzez deskowanie. Połączenie jest dodatkowo uszczelnione przy użyciu łąty dociskowej (18) →□ 4.4.1/8.



- 01 ściana nośna
- 02 wieńiec
- 03 styropianowa izolacja ściany warstwowej
- 04 przestrzeń wentylowana
- 05 warstwa elewacyjna
- 06 krokwie szczytowa wewnętrzna
- 07 krokwie szczytowa zewnętrzna
- 08 płatew przewieszona
- 09 deskowanie
- 10 wiatroizolacja

- 11 płyty styropianowe
- 12 łąta dachowa
- 13 łąta podkładowa
- 14 pokrycie dachowe
- 15 styropian jako szalunek dla wieńca
- 16 wiatroizolacja z folii elastycznej
- 17 warstwa kleju
- 18 łąta dociskowa
- 19 deska szczytowa



4.4.1

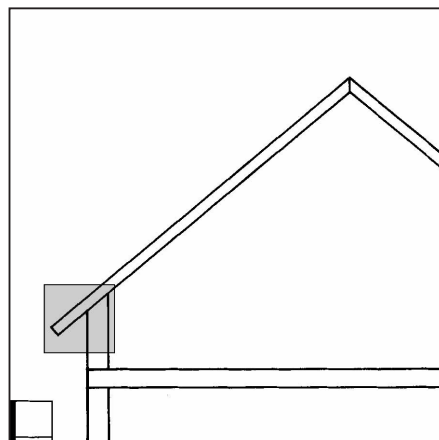
Płyty styropianowe na deskowaniu

strona 5

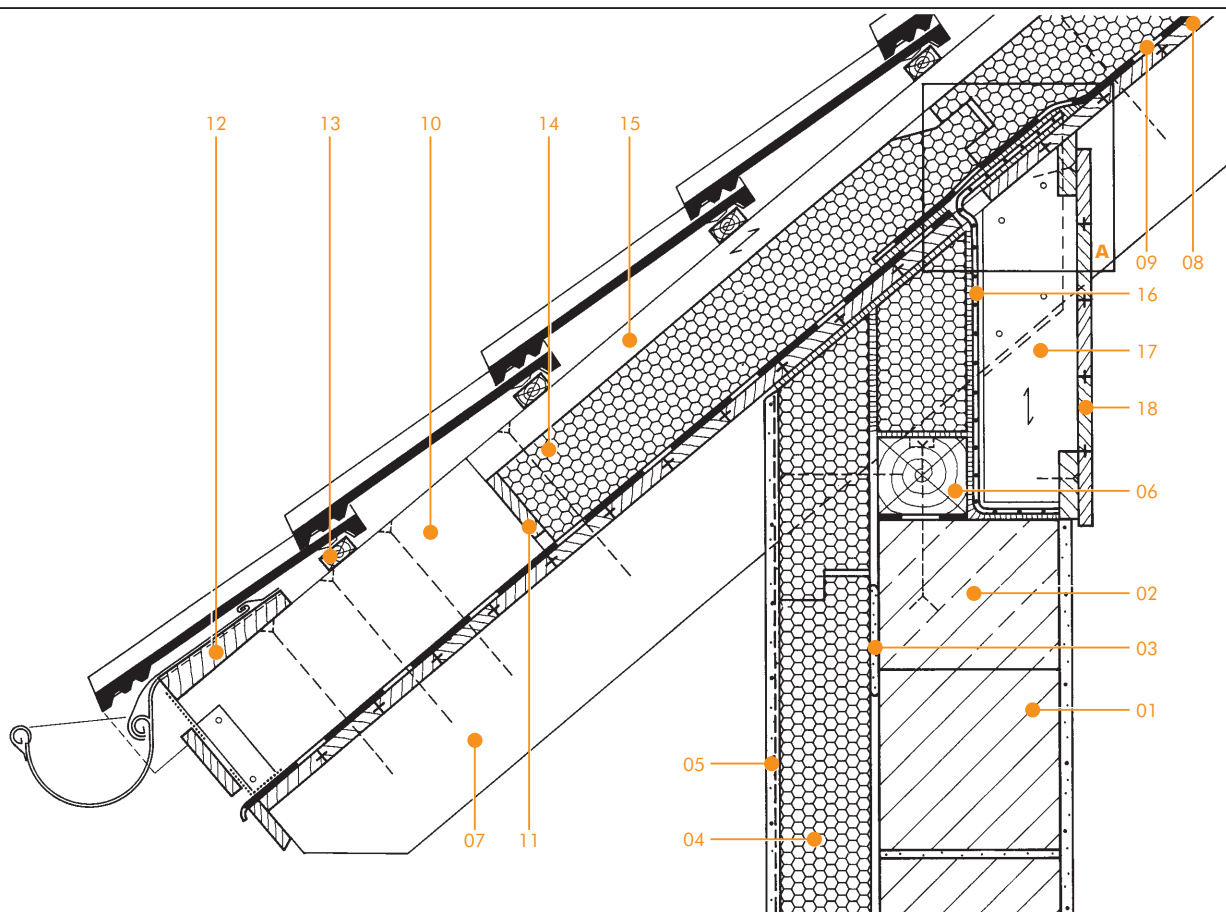
Okap przy ścianie izolowanej od zewnątrz

Na rysunku →□ 4.4.1/9 przedstawiono sposób połączenia ściany dwuwarstwowej (01) izolowanej od zewnątrz (04) ze stromym dachem izolowanym termicznie przy użyciu płyt styropianowych (14). Jak już to poprzednio pokazano na rysunku →□ 4.4.1/5, deskowanie (08) i warstwa wiatroizolacji (09) są w miejscu połącze-

nia przerwane. Uszczelniająca folia elastyczna (16) przyklejona od dołu do wieńca ściany jest wywinęta i przyklejona do deskowania. Wiatroizolacja schodząca ze szczytu dachu (09) jest przyklejona z zakładem w miejscu połączenia →□ 4.4.1/10, co gwarantuje szczelność całego układu.



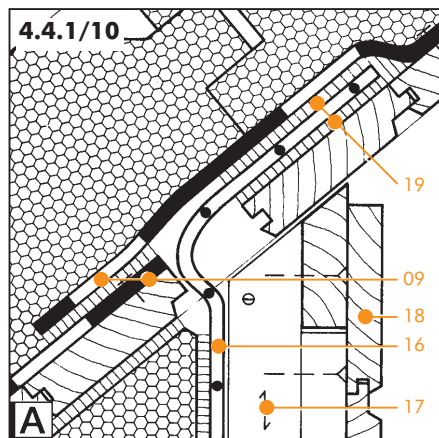
4.4.1/9



- 01 ściana nośna
- 02 wieńiec
- 03 klej
- 04 styropianowa izolacja ściany warstwowej
- 05 tynk zbrojony
- 06 murłata
- 07 krokwie
- 08 deskowanie
- 09 wiatroizolacja
- 10 belka nadbita

- 11 deska osłaniająca izolację
- 12 deska okapowa
- 13 łąta dachowa
- 14 płyty styropianowe
- 15 łąta podkładowa
- 16 wiatroizolacja z folii elastycznej
- 17 deski montażowe po obydwu stronach krokwi pod 18
- 18 boazeria drewniana
- 19 klej

4.4.1/10

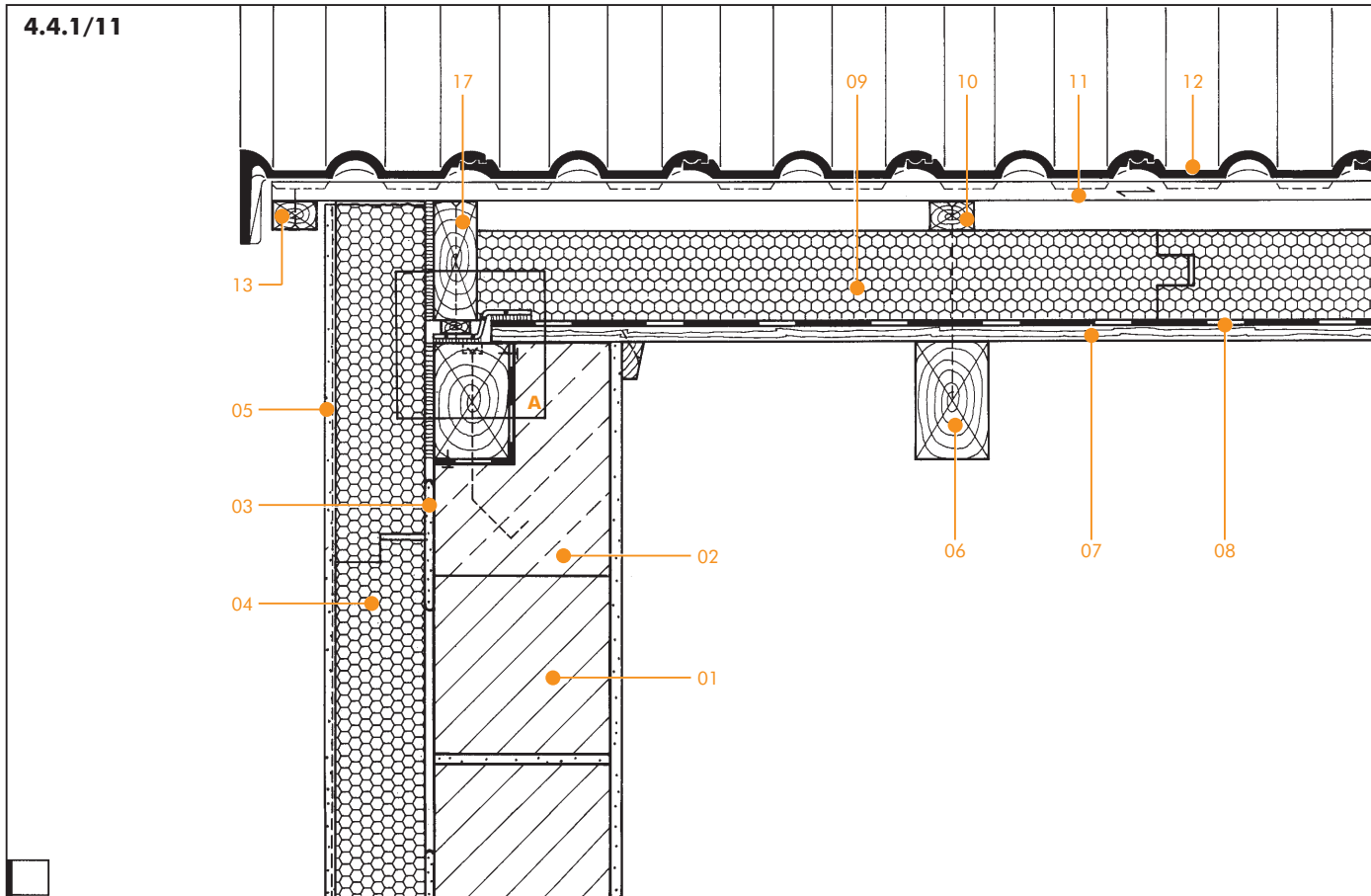
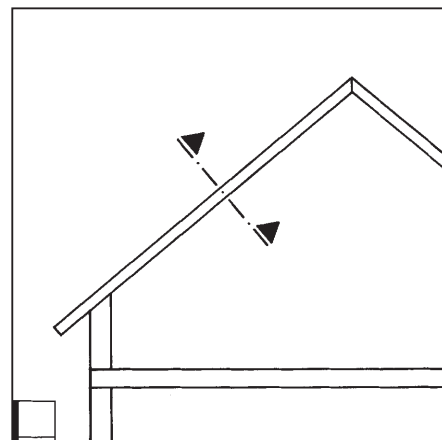


Połączenie dachu ze ścianą szczytową dwuwarstwową

Na rysunku →□ 4.4.1/11 pokazano sposób ukształtowania szczelnego połączenia między stromym dachem a szczytową ścianą dwuwarstwową. Dach jest w tym rozwiązaniu oparty na ścianie bez przewieszenia.

Ciągła izolacja zewnętrznej powłoki budynku, złożona z płyt styropianowych na ścianie (04) i na dachu (09), jest tu przerwana tylko w jednym miejscu przez osłaniającą deskę szczytową (17). Nie wpływa to w zauważalny sposób na izolacyjność przegrody. Inny wariant tego rozwiązania

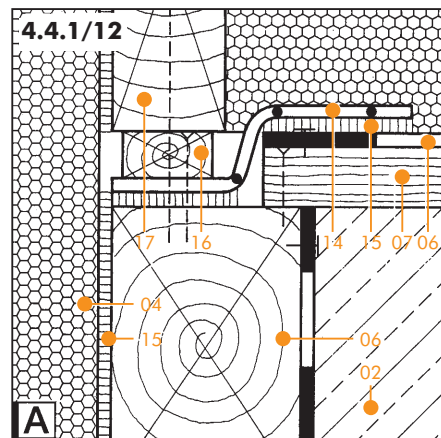
Przy montażu listwy uszczelniającej (13) należy uważać, aby nie dotykała ona do okapnika pokrycia dachowego. W przeciwnym razie woda będzie ściekać po powierzchni ściany.



będzie pokazany na rysunku →□ 4.4.2/3.

Nieszczelny ze względu na przewiewanie, drewniany sufit pomieszczenia (07) jest osłonięty na całej powierzchni wiatroizolacją (08). W miejscu połączenia ze ścianą zastosowano dla uszczelnienia pas folii elastycznej (14) przyklejonej na górze do wiatroizolacji, a dołem przyklejonej i dociśniętej do krokwi szczytowej. Na rysunku →□ 4.4.1/12 pokazano ten szczegół dokładniej.

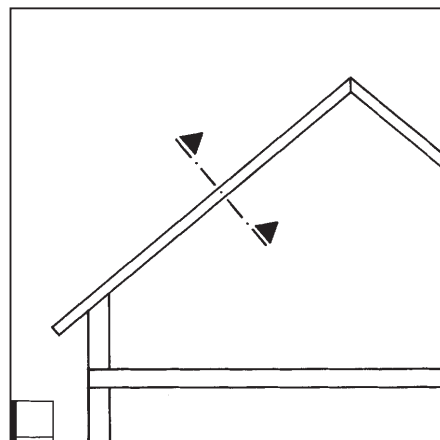
- 01 ściana nośna
- 02 wieniec
- 03 klej
- 04 styropianowa izolacja ściany warstwowej
- 05 tynk zbrojony
- 06 krokiew
- 07 deskowanie
- 08 wiatroizolacja
- 09 płyty styropianowe
- 10 łata podkładowa
- 11 łata dachowa
- 12 pokrycie dachowe
- 13 listwa uszczelniająca
- 14 wiatroizolacja z folii elastycznej
- 15 klej
- 16 listwa dociskowa
- 17 deska szczytowa



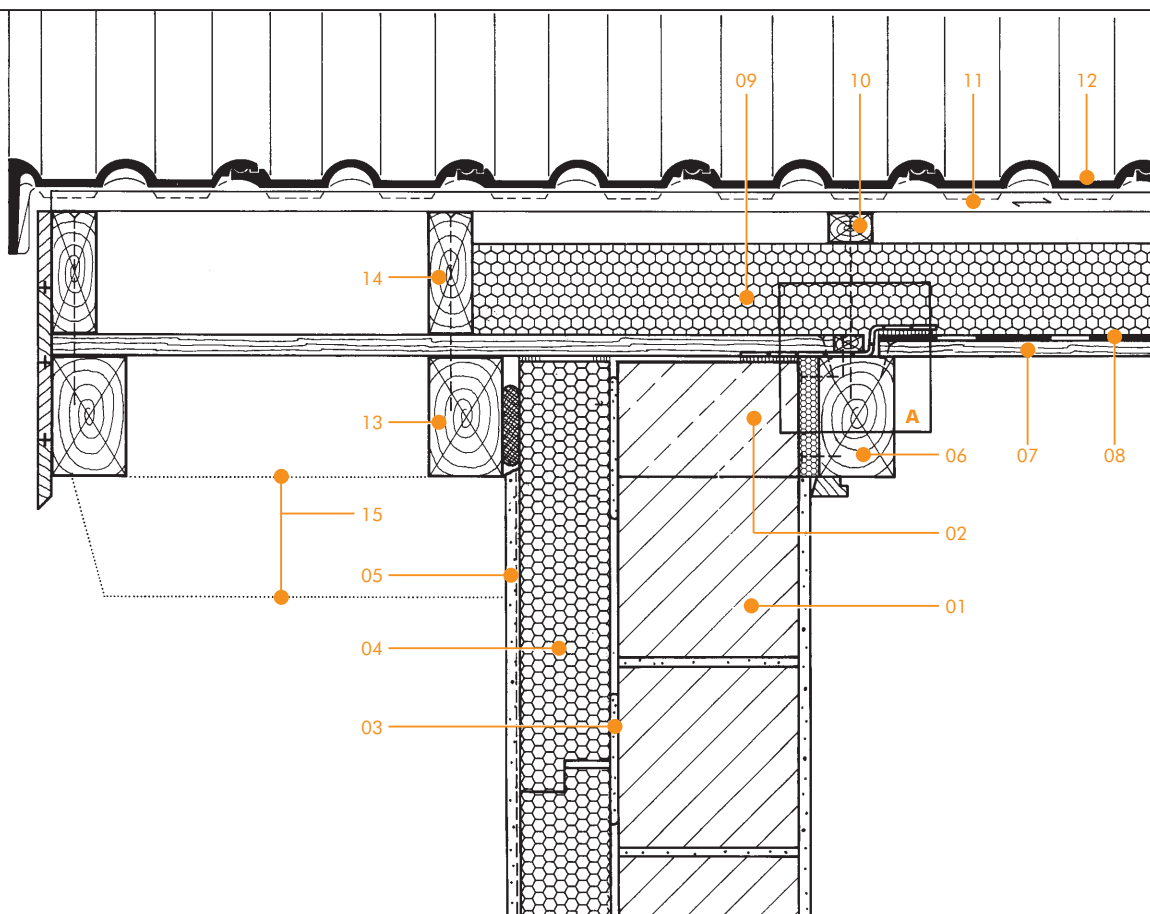
Połączenie przewieszzonego dachu ze ścianą szczytową izolowaną od zewnątrz

Dach wyraźnie wysunięty poza lico ściany zapewnia, jak pokazuje praktyka, dobrą ochronę ściany przed zawilgoceniem. Szczególnie łatwo można to zauważyć w przypadku ścian pokrytych tynkiem. Sposób rozwiązania połączenia ściany z przewieszonym dachem, izolowanym termicznie przy użyciu płyt styropianowych (09) pokazano na rysunku → **4.4.1/13**. Ściana (01) jest izolowana od zewnątrz metodą lekką mokrą (03), (04), (05). Taki sposób izolowania ściany i dachu zapewnia uży-

skanie niemal całkowicie ciągłej powłoki. Izolacja przeciwwiatrowa dachu (08) kończy się na wewnętrznej krokwi szczytowej (06). Wiatroszczelne połączenie ściany i dachu zapewnia elastyczna folia przyklejona do górnej krawędzi wieńca i jednocześnie do wiatroizolacji, jak to pokazano szczegółowo na rysunku → **4.4.1/14**. Dzięki temu, mimo bezustannych wzajemnych przemieszczeń dachu i ściany, uzyskuje się ciągłość, a w efekcie pełną szczelność wiatroizolacji.



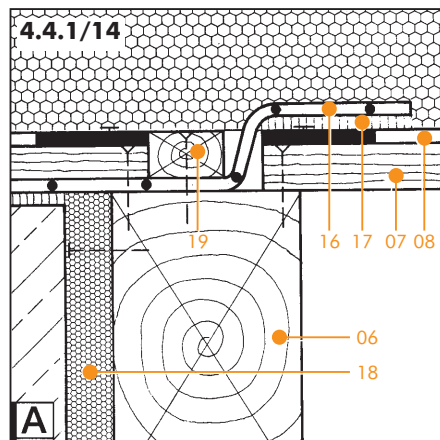
4.4.1/13

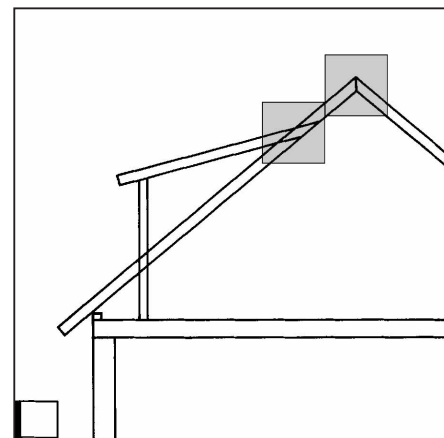
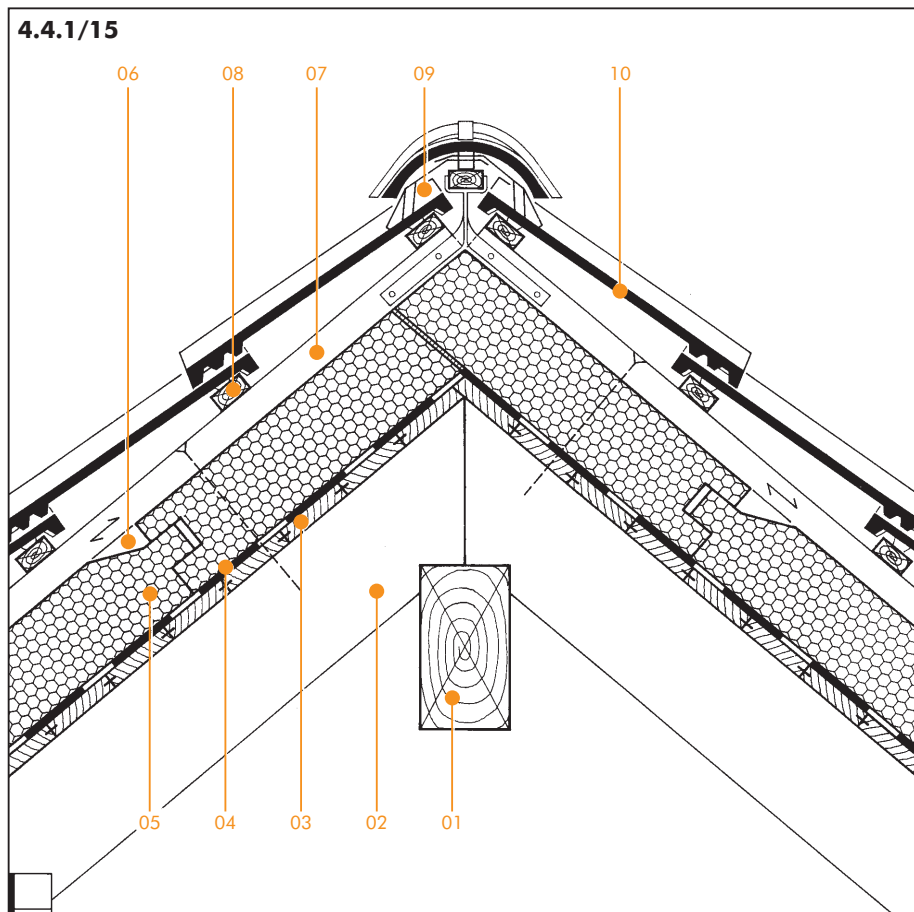


- 01 ściana nośna
- 02 wieńiec
- 03 klej
- 04 styropianowa izolacja ściany warstwowej
- 05 tynk na siatce
- 06 wewnętrzna krokiew szczytowa
- 07 deskowanie
- 08 wiatroizolacja
- 09 płyty styropianowe
- 10 łąta podkładowa

- 11 łąta dachowa
- 12 pokrycie dachowe
- 13 zewnętrzna krokiew szczytowa
- 14 deska szczytowa
- 15 przewieszona płatew
- 16 wiatroizolacja z folii elastycznej
- 17 klej
- 18 płytka styropianowa jako tracony szalunek dla wieńca
- 19 listwa dociskowa

4.4.1/14



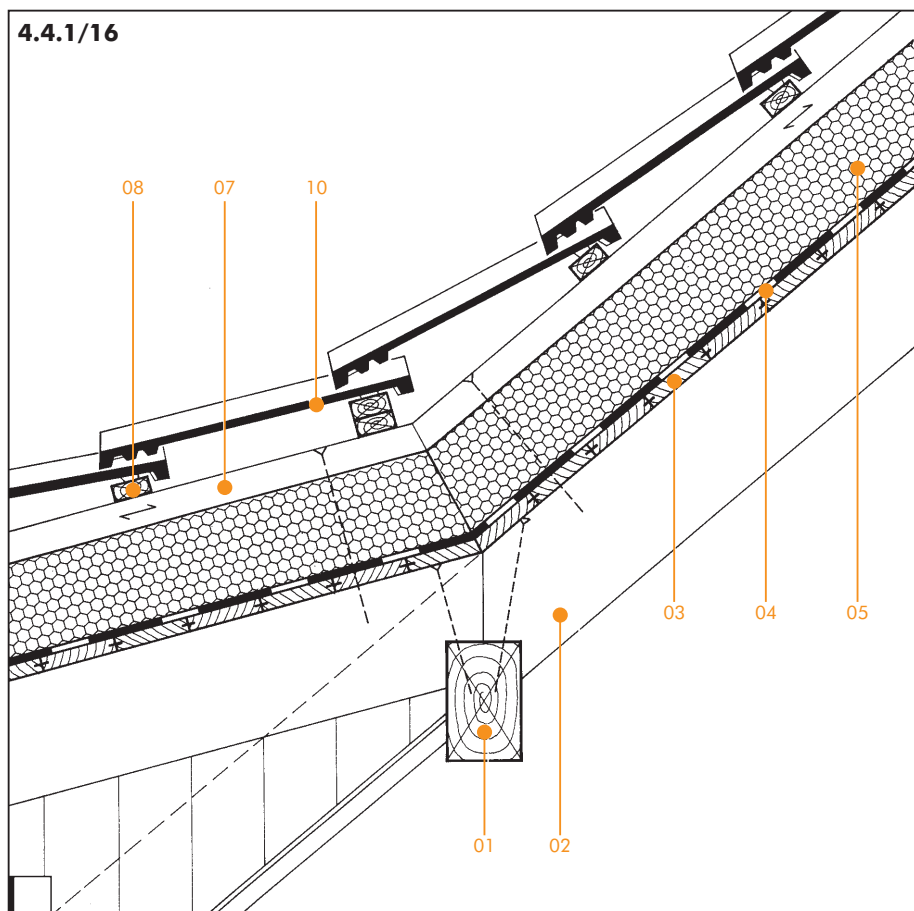


Szczyt i załamanie dachu

Jeśli poddasze jest wykorzystywane aż do samego szczytu dachu (→□ **4.3/7**), to izolacja termiczna musi w ciągły sposób osłaniać wewnątrz także w obszarze samej kalenicy, →□ **4.4.1/15**.

Poprzez odpowiednie ukształtowanie i osadzenie gąsiorów dachowych (09) ponad płaszczyznę dachówek, uzyskuje się wymagany przekrój otworów wentylacyjnych w szczycie dachu (por. rozdz. **4.3** str. 2).

W miejscu załamania połaci, np. nad oknem mansardowym, gdzie zmienia się kąt nachylenia dachu, izolacyjne płyty styropianowe (05), wiatroizolacja (04) i deskowanie (03) muszą być dokładnie wzajemnie dopasowane, →□ **4.4.1/16**. Należy także sprawdzić, czy zastosowany tu rodzaj pokrycia dachowego (10) będzie jeszcze odpowiedni dla mniej nachylonej połaci nad oknem. Jeśli ten warunek nie jest spełniony, to należy dokonać zmiany rodzaju pokrycia dachu na całej powierzchni lub przynajmniej na jego mniej nachylonej części, →□ **4.3/16**.



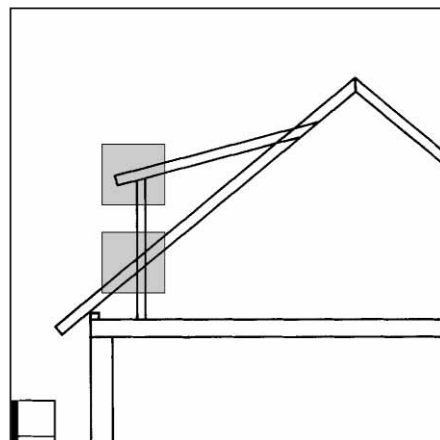
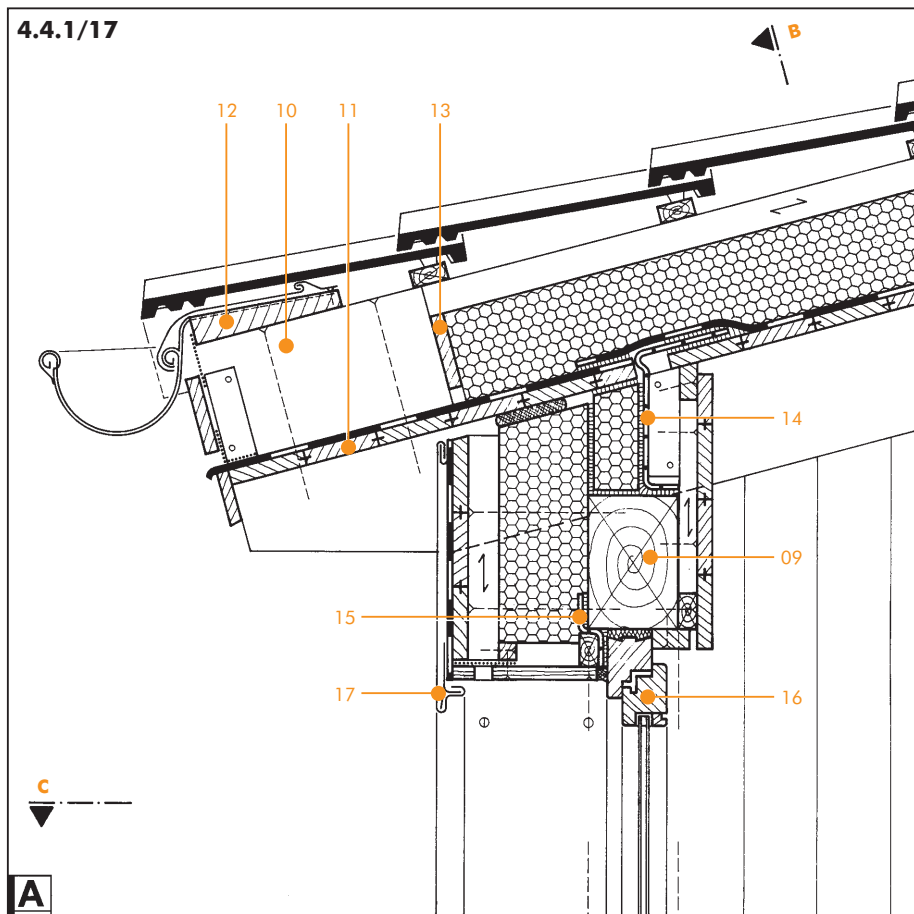
- 01 płatów
- 02 krokwie
- 03 deskowanie sufitu
- 04 wiatroizolacja
- 05 płyty styropianowe
- 06 skos odprowadzający wodę
- 07 łąta podkładowa
- 08 łąta dachowa
- 09 otwory wentylacyjne w kalenicy
- 10 pokrycie dachowe

4.4.1

Płyty styropianowe na deskowaniu

strona 9

4.4.1/17

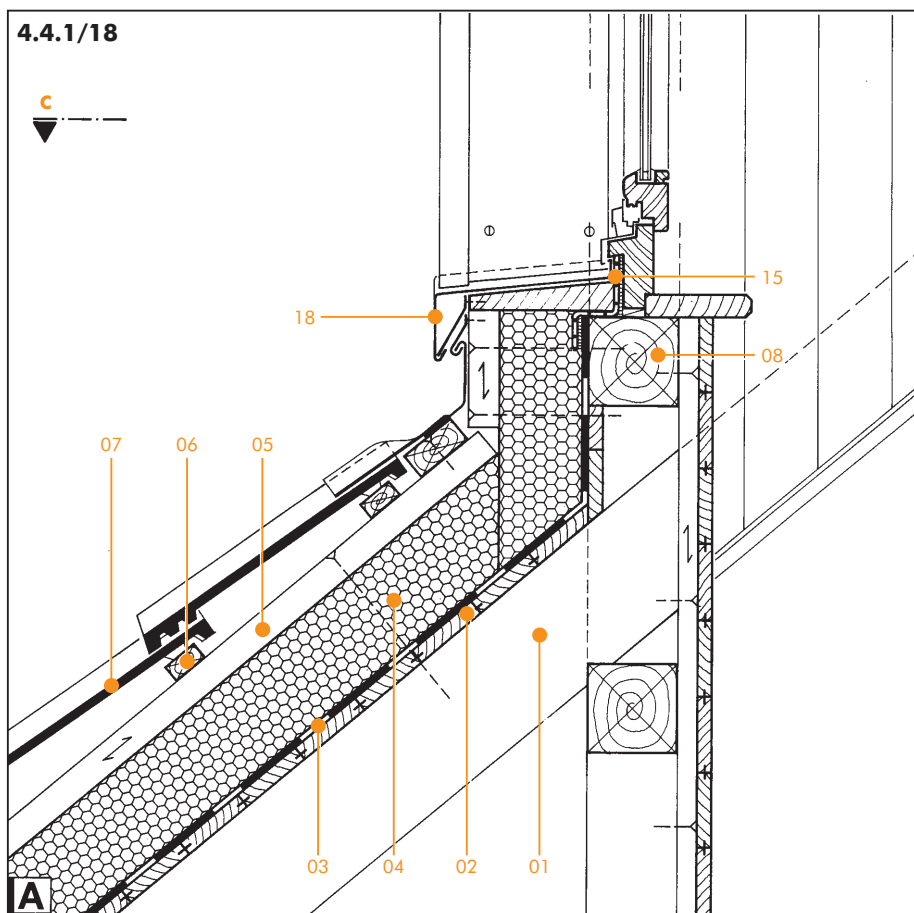


Okno dachowe

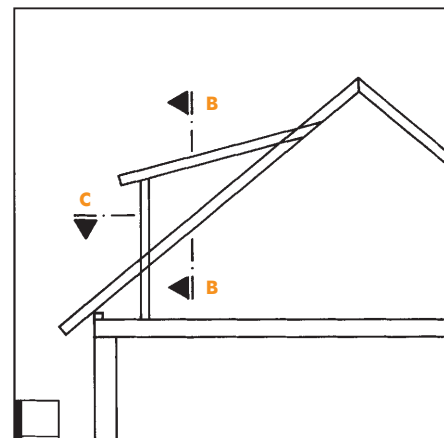
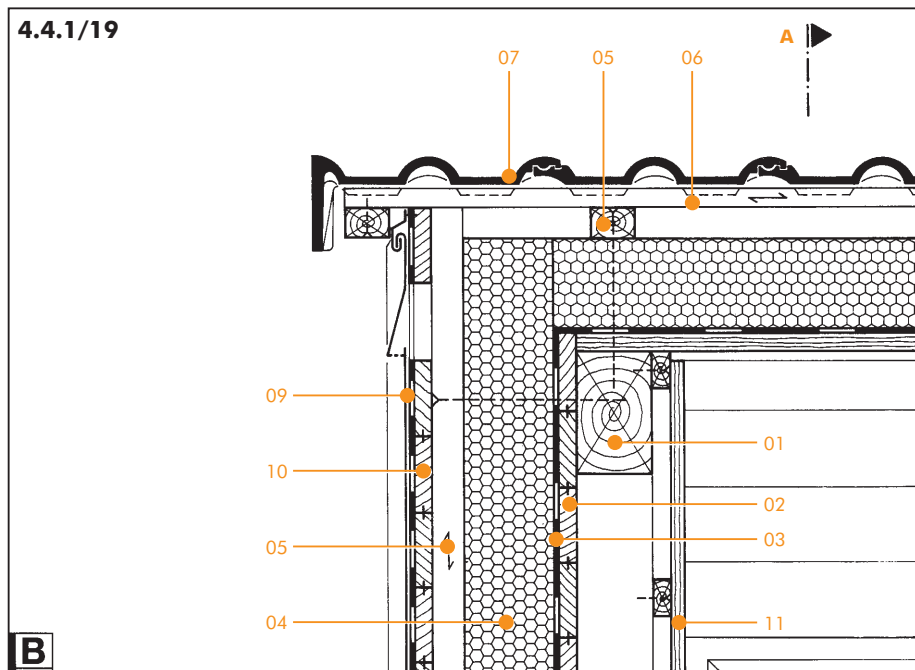
Pionowy przekrój przez mansardowe okno dachowe został pokazany na rysunkach →□ 4.4.1/17 i →□ 4.4.1/18. Tak jak i w każdym innym miejscu budynku, bardzo ważne jest tu utrzymanie ciągłości warstwy termoizolacyjnej (04), a także zastosowanie takich rozwiązań, które pozwolą uzyskać pełną wiatroszczelność w miejscach połączeń (03), (14) i (15).

Szczegóły rozwiązań pokazane obok należy rozpatrywać łącznie z rysunkami na stronie 4.4.1 str. 10.

4.4.1/18

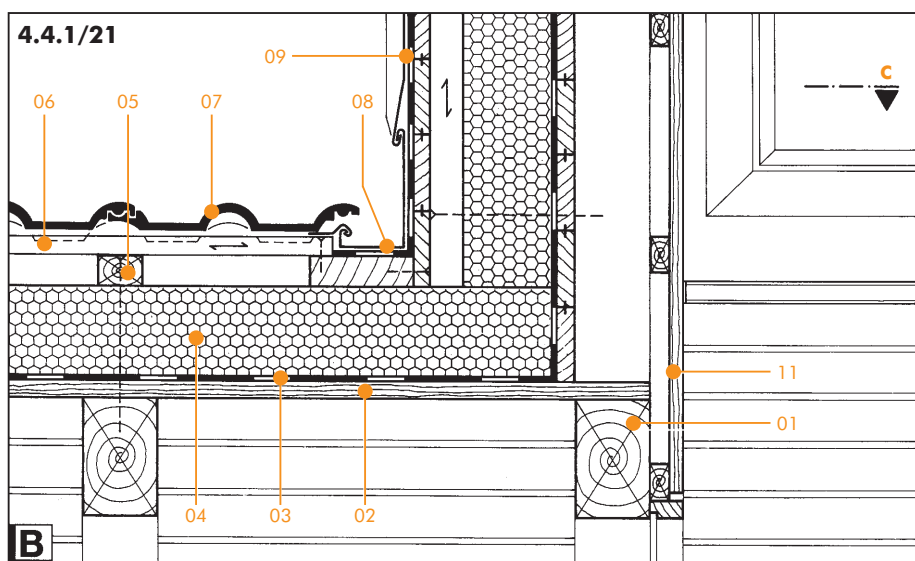
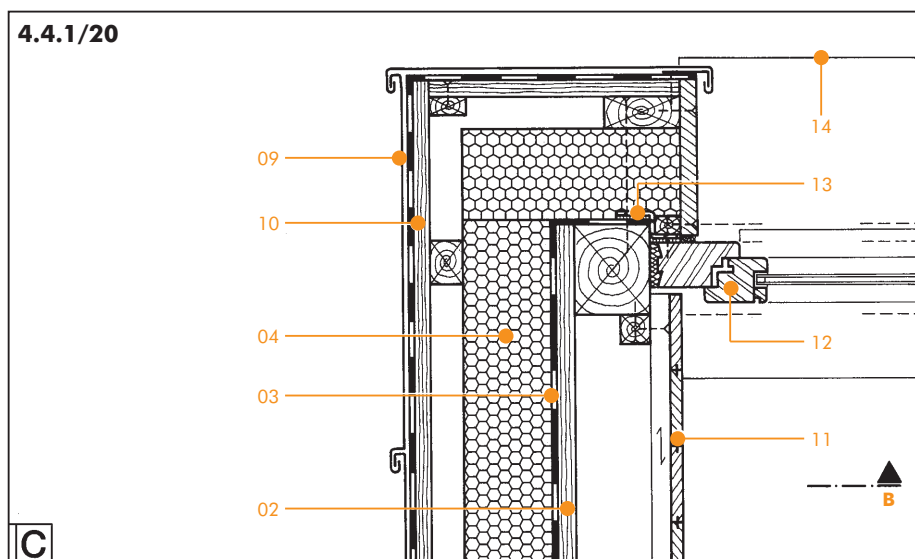


- 01 krokwie
- 02 deski sufitowe
- 03 wiatroizolacja
- 04 płyty styropianowe
- 05 łąta podkładowa
- 06 łąta dachowa
- 07 pokrycie dachu
- 08 belka parapetowa
- 09 belka nadprożowa
- 10 belka nadbita
- 11 druga płaszczyzna krycia
- 12 deska okapowa
- 13 deska maskująca
- 14 elastyczna folia wiatroizolacyjna, klejona, (por. →□ 4.4.1/10)
- 15 folia uszczelniająca dookoła obrzeże okna
- 16 okno
- 17 obróbka blaszana na podkładzie bitumicznym
- 18 parapet



Boczne ścianki mansardy

Na rysunkach → **4.4.1/19**, → **4.4.1/20** i → **4.4.1/21** przedstawiono dodatkowe przekroje ścianek osłaniających okno mansardowe, w uzupełnieniu do rysunków na str. 9 rozdział 4.4.1.

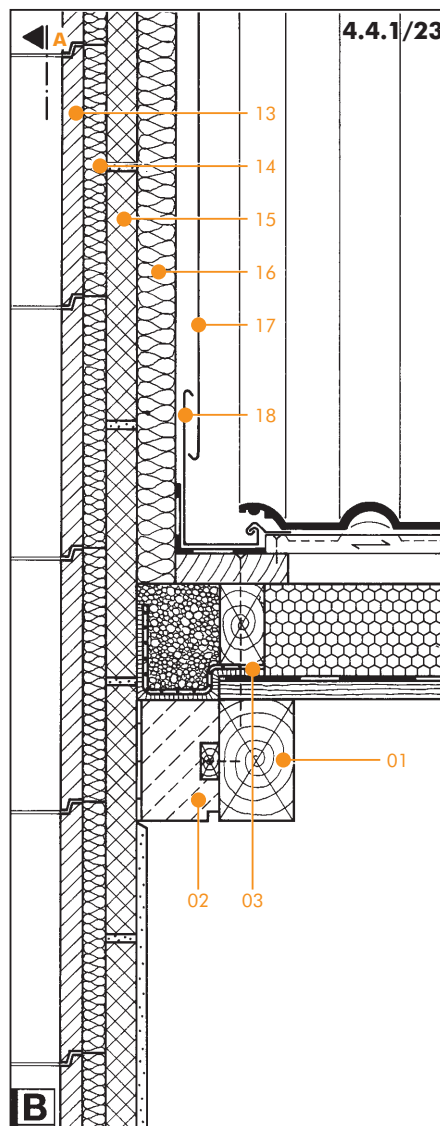
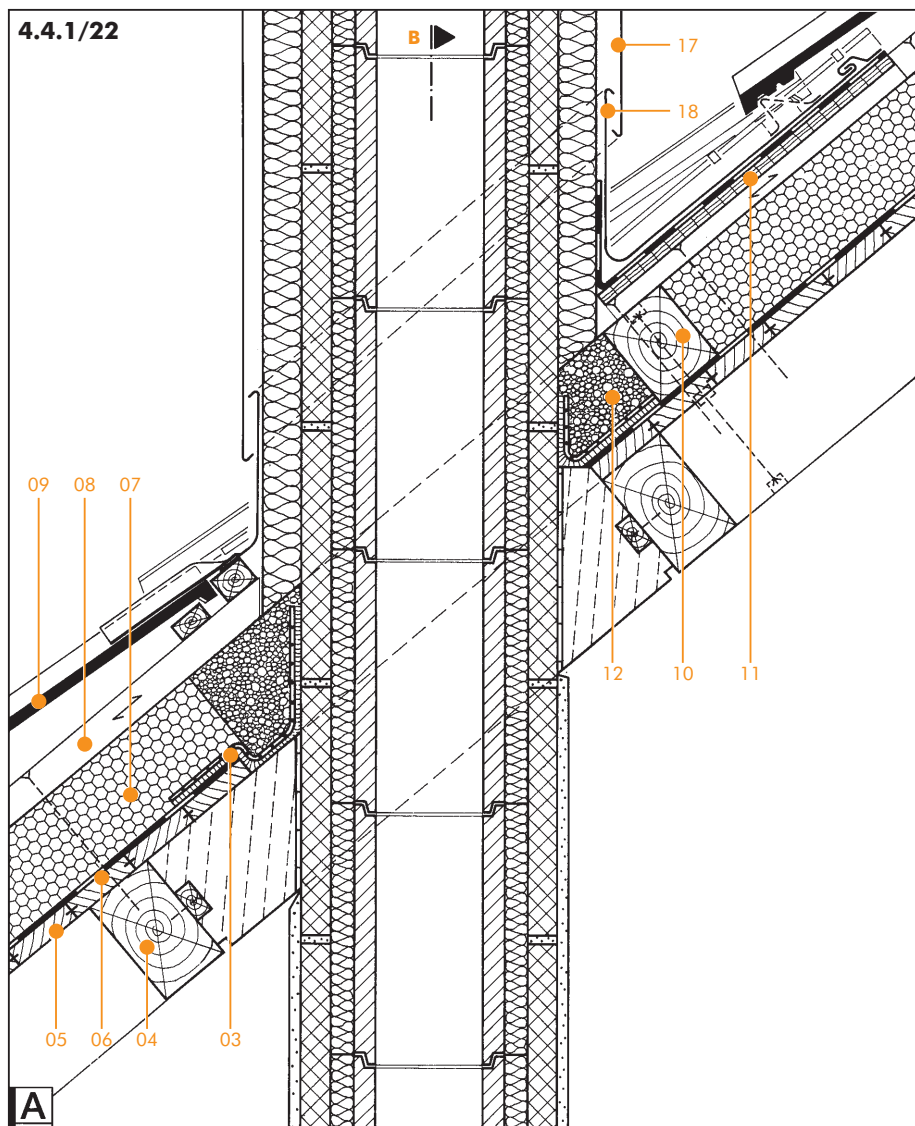
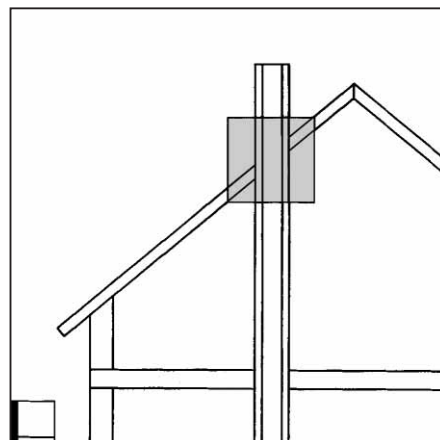


- 01 krokiew
- 02 deski sufitowe
- 03 wiatroizolacja
- 04 płyty styropianowe
- 05 łąta podkładowa
- 06 łąta dachowa
- 07 pokrycie dachu
- 08 obróbka rynnowa
- 09 obróbka blaszana na podkładzie bitumicznym
- 10 deskowanie pod (09)
- 11 okładzina wewnętrzna
- 12 okno
- 13 folia uszczelniająca dookoła obrzeża okna
- 14 parapet okienny, krawędź czołowa

Obróbka połączenia dachu z kominem

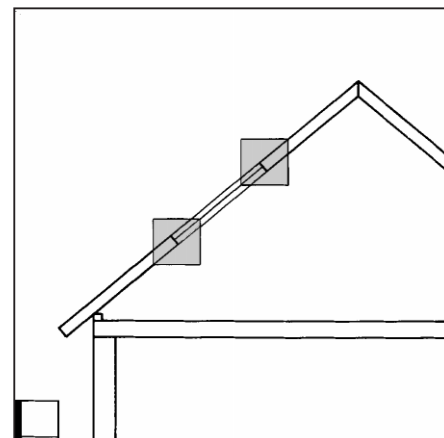
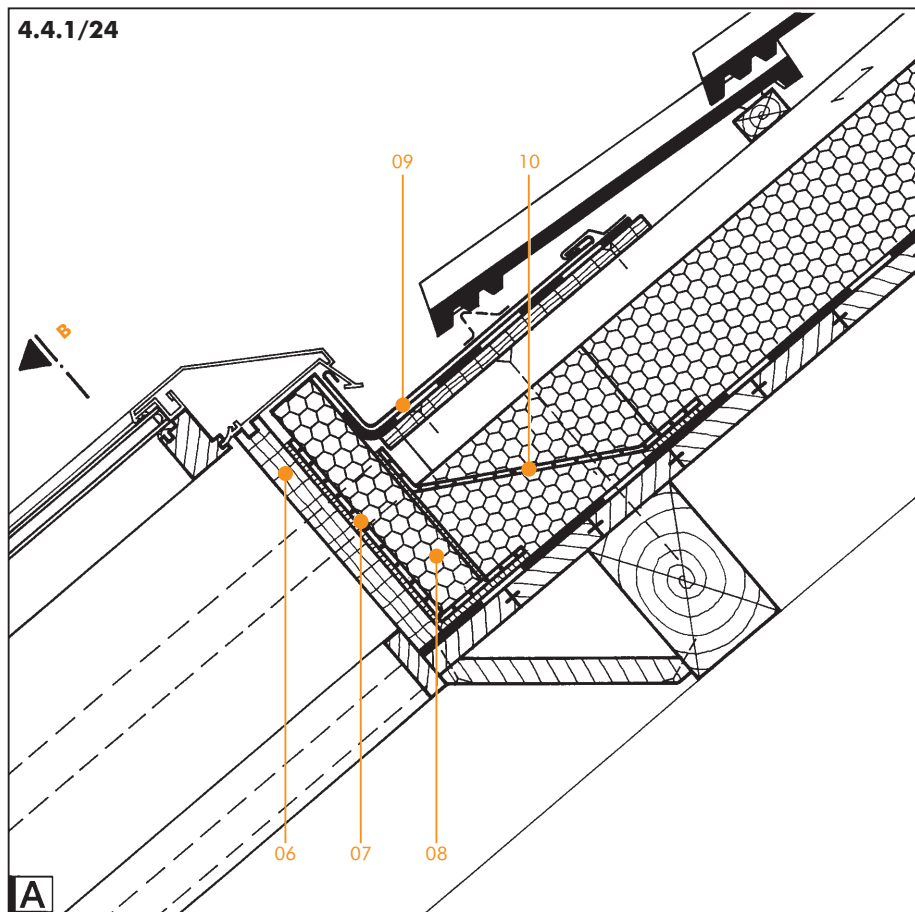
Uzyskanie pełnej szczelności dachu w miejscu, w którym komin przebija połacie dachowe, stwarza zwykle wiele problemów. Tak jest również i w przypadku dachu izolowanego przy użyciu płyt styropianowych.

Na rysunkach → **4.4.1/22** i → **4.4.1/23** pokazano jeden ze sposobów rozwiązania połączeń warstw izolacyjnych w obszarze stromego dachu. Ma on zapewnić jednocześnie właściwą ochronę ogniową, uniknięcie mostków termicznych i wiatroszczelność całej konstrukcji.



- 01 krokwie
- 02 opaska żelbetowa
- 03 elastyczna folia izolacyjna, klejona
- 04 wymian
- 05 deski sufitowe
- 06 wiatroizolacja
- 07 płyty styropianowe
- 08 łąta podkładowa
- 09 pokrycie dachu

- 10 wymian przejmujący obciążenia od (07), (08) i (09)
- 11 płyta montażowa dla (18)
- 12 beton izolacyjny na kruszywie perlitowym
- 13 szamotowy przewód wewnętrzny komina
- 14 wewnętrzna izolacja komina
- 15 zewnętrzny płaszcz komina
- 16 ew. dodatkowa izolacja termiczna komina
- 17 fartuch blaszany
- 18 obróbka blaszana

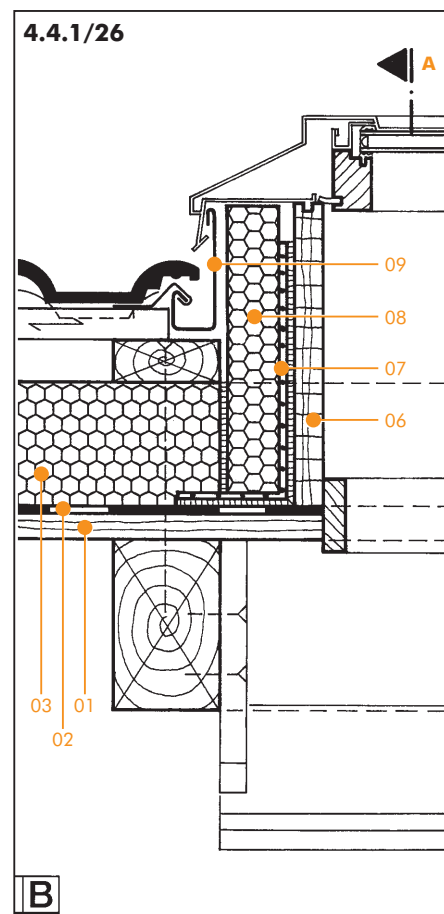
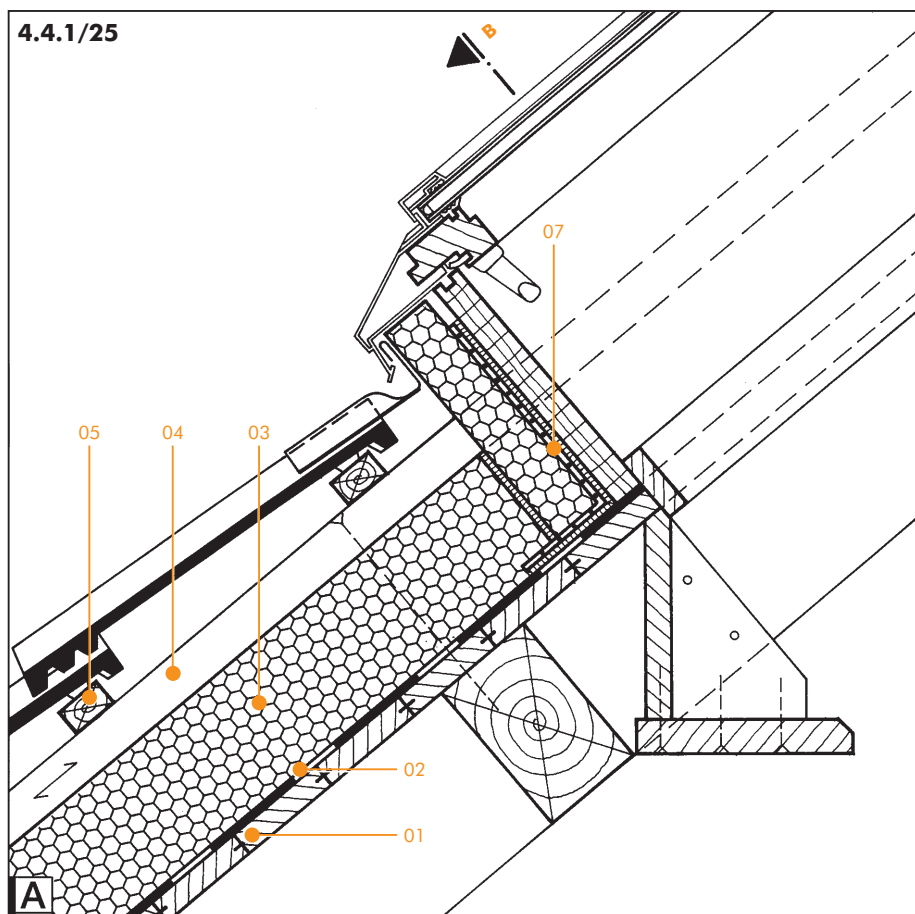


Okno połaciowe

Ze względu na znaczną grubość wszystkich warstw izolacyjnych dachu (03), wbudowanie okna połaciowego wymaga zastosowania specjalnej ramy opasującej otwór (06), → **4.4.1/24** do → **4.4.1/26**.

Niezbędne jest tu także przeciwwiatrowe uszczelnienie otworu okiennego (07) oraz dodatkowa izolacja termiczna (08).

- | | |
|--|---------------------|
| 01 deski sufitowe | 02 wiatroizolacja |
| 03 płyty styropianowe | 04 łąta podkładowa |
| 05 łąta dachowa | |
| 06 rama okna połaciowego | |
| 07 folia elastyczna klejona na całym obrysie | |
| 08 styropian | 09 obróbka blaszana |
| 10 dodatkowa folia uszczelniająca | |



4.4.2

Płyty styropianowe z dodatkową izolacją termiczną między krokiewmi - Wiatroszczelny sufit

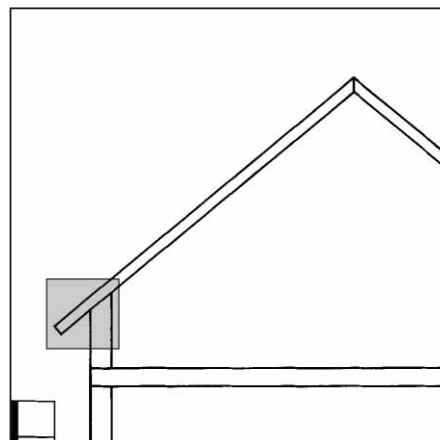
strona 1

Okap dachu przy ścianie izolowanej od zewnątrz

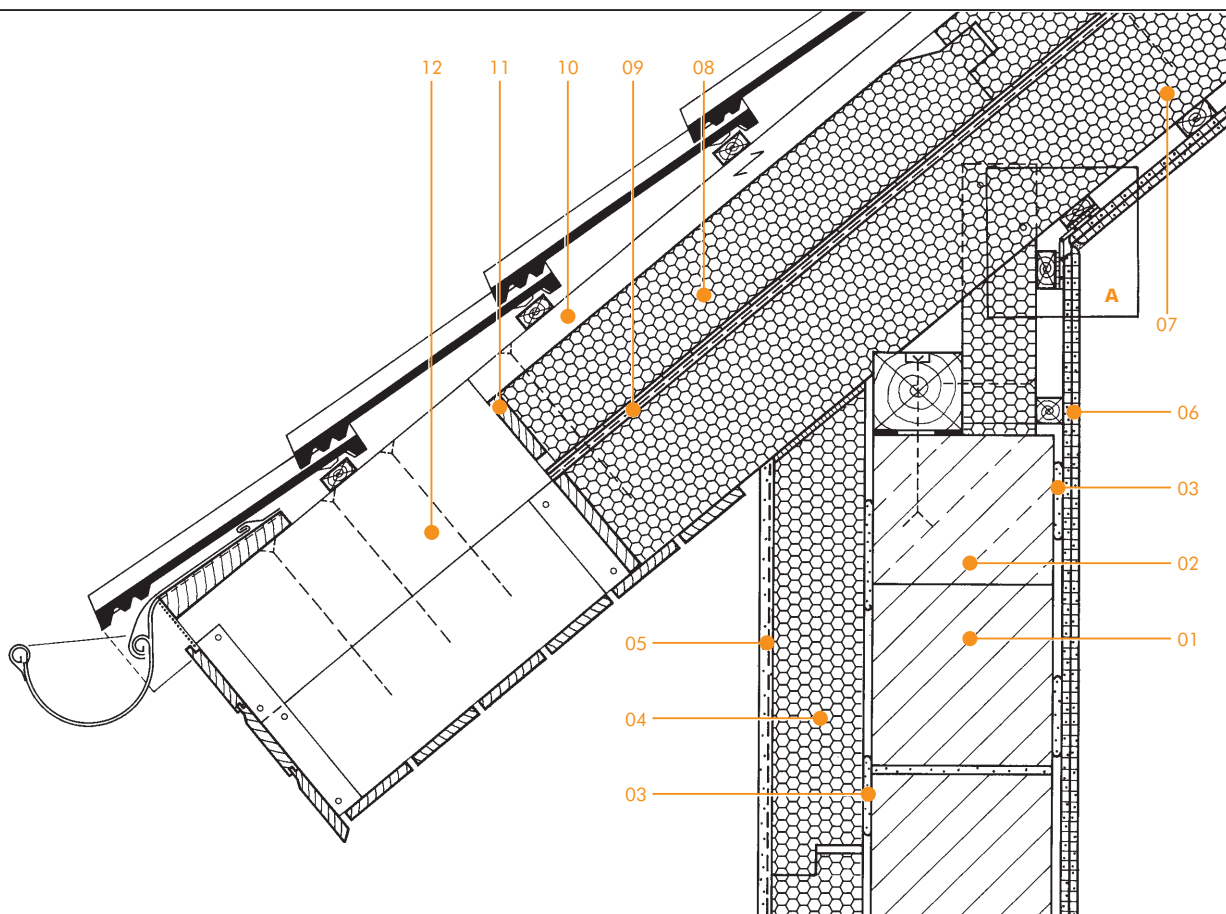
Zasada dwuwarstwowego izolowania stromego dachu została już przedstawiona w rozdziale 4.3.4 str. 1 i 2. Dzięki podwójnej warstwie izolacji cieplnej można uzyskać współczynnik przenikania ciepła na poziomie $0.16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Na rysunku →□ 4.4.2/1 przedstawiono szczegół połączenia dachu i ściany wzdłuż wydłużonego okapu.

Płyty gipsowo-kartonowe (06), z których wykonano sufit pomieszczenia, mogą służyć jako skuteczna wiatroizolacja tylko wtedy, gdy miejsca ich połączeń (14) nie ule-

gną spękaniu. Normalnie w miejscach, które narażone są na wzajemne przemieszczenia materiałów, stosuje się przekładki dylatacyjne, umożliwiające „pracę” tych elementów. W tym rozwiązaniu zastosowano, dla zapewnienia wiatroszczelności połączenia, elastyczną folię (13), przyklejoną do listew podkładowych i przyciśniętą od wierzchu płytami gipsowymi →□ 4.4.2/2.

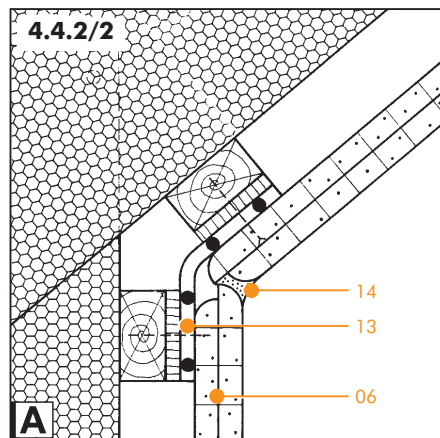


4.4.2/1



- 01 ściana zewnętrzna
- 02 wieniec
- 03 klej
- 04 zewnętrzna izolacja termiczna ściany
- 05 tynk zbrojony siatką
- 06 płyty gipsowo-kartonowe
- 07 izolacja termiczna między krokiewmi
- 08 płyty styropianowe
- 09 płaskownik stężący i warstwa drugiego pokrycia
- 10 łąta podkładowa
- 11 deska maskująca
- 12 belka nadbita
- 13 folia elastyczna, klejona
- 14 szpachlowane połączenie płyt gipsowych

4.4.2/2



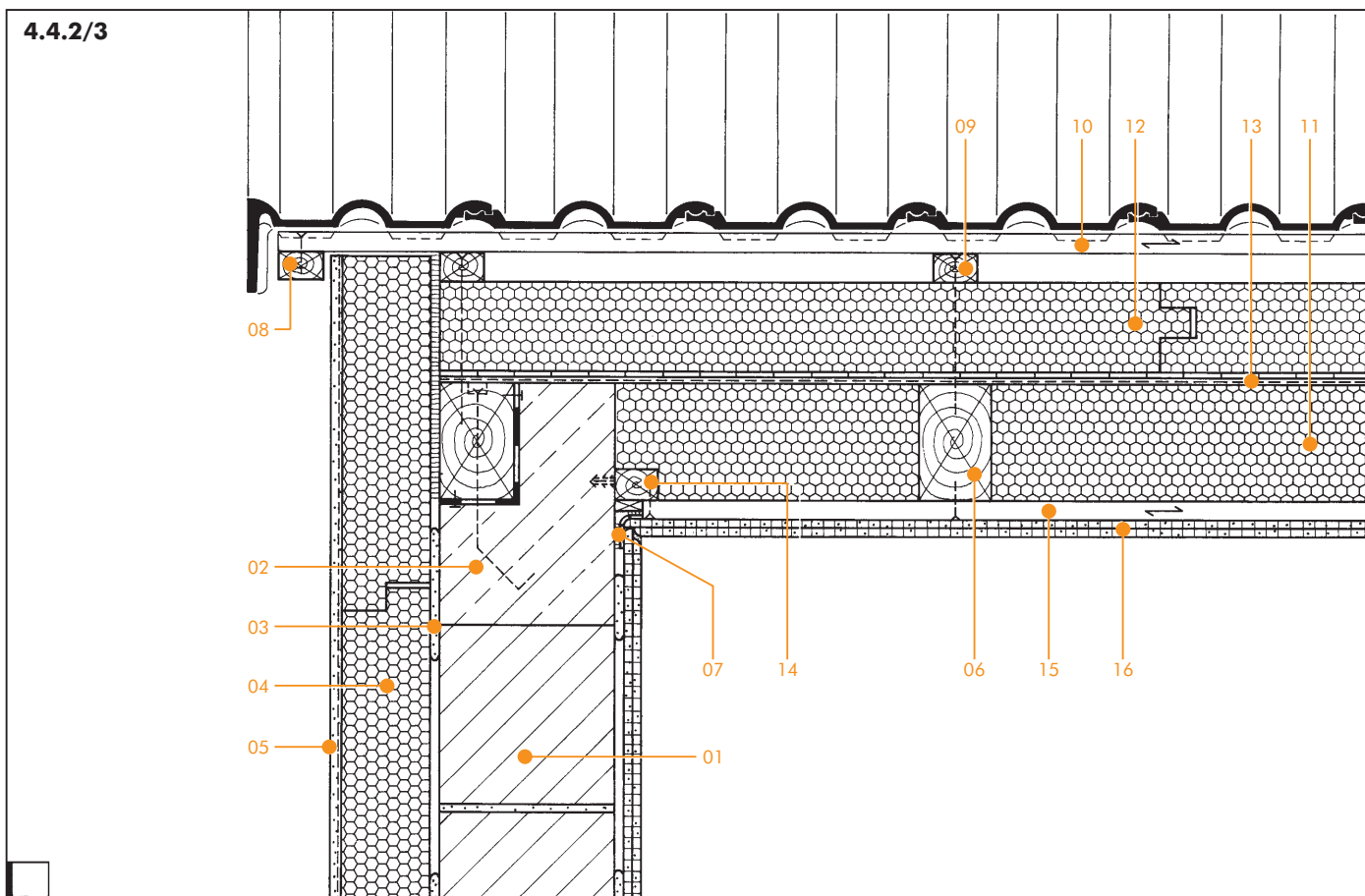
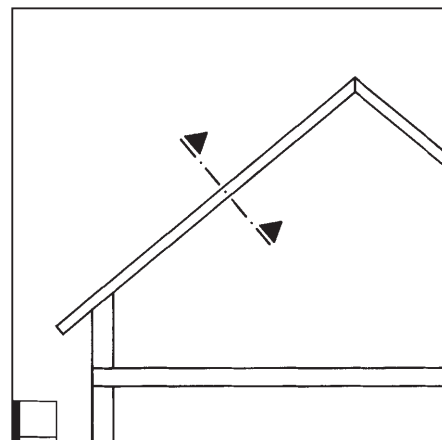
Połączenie dachu ze ścianą szczytową dwuwarstwową

Sposób bezmostkowego połączenia styropianowej izolacji termicznej dachu (12) i warstwowej ściany szczytowej budynku (04) przedstawiono na rysunku →□ 4.4.2/3.

Styropianowe płyty izolacyjne (11) w polach między krokiewiami należy starannie dopasować, aby uzyskać możliwie ciągłą i szczelną warstwę. Ponieważ w pokazanym rozwiązaniu nie zastosowano wewnętrznej krokwi szczytowej, to do wieńca (02) przy-
mocowano kantówkę montażową (14).

Listwa uszczelniająca szczyt dachu jest odsunięta od okapnika, aby umożliwić odrywanie się bez przeszkód wody od krawędzi pokrycia.

Dla uzyskania pełnej wiatroszczelności tego rozwiązania istotne jest dokładne wykonanie połączeń między elastyczną folią uszczelniającą (07) i płytami gipsowo-kartonowymi (16).



- 01 ściana nośna
- 02 wieńiec
- 03 klej
- 04 styropianowa izolacja ściany warstwowej
- 05 tynk zbrojony siatką
- 06 krokiew
- 07 wiatroizolacja z folii elastycznej, klejonej
- 08 listwa szczytowa
- 09 łata podkładowa
- 10 łata dachowa
- 11 Płyty styropianowe między krokiewiami
- 12 płyty styropianowe
- 13 płaskownik stężący i warstwa drugiego pokrycia
- 14 kantówka montażowa
- 15 ruszt z łat dla (16)
- 16 płyty gipsowo-kartonowe

4.4.2

Płyty styropianowe z dodatkową izolacją termiczną między krokiewmi - Wiatroszczelny sufit

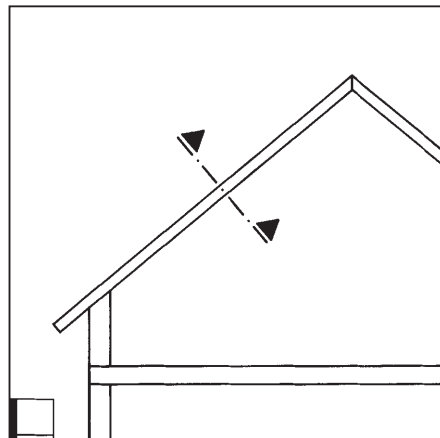
strona 3

Połączenie przewieszzonego dachu ze ścianą szczytową izolowaną od zewnątrz

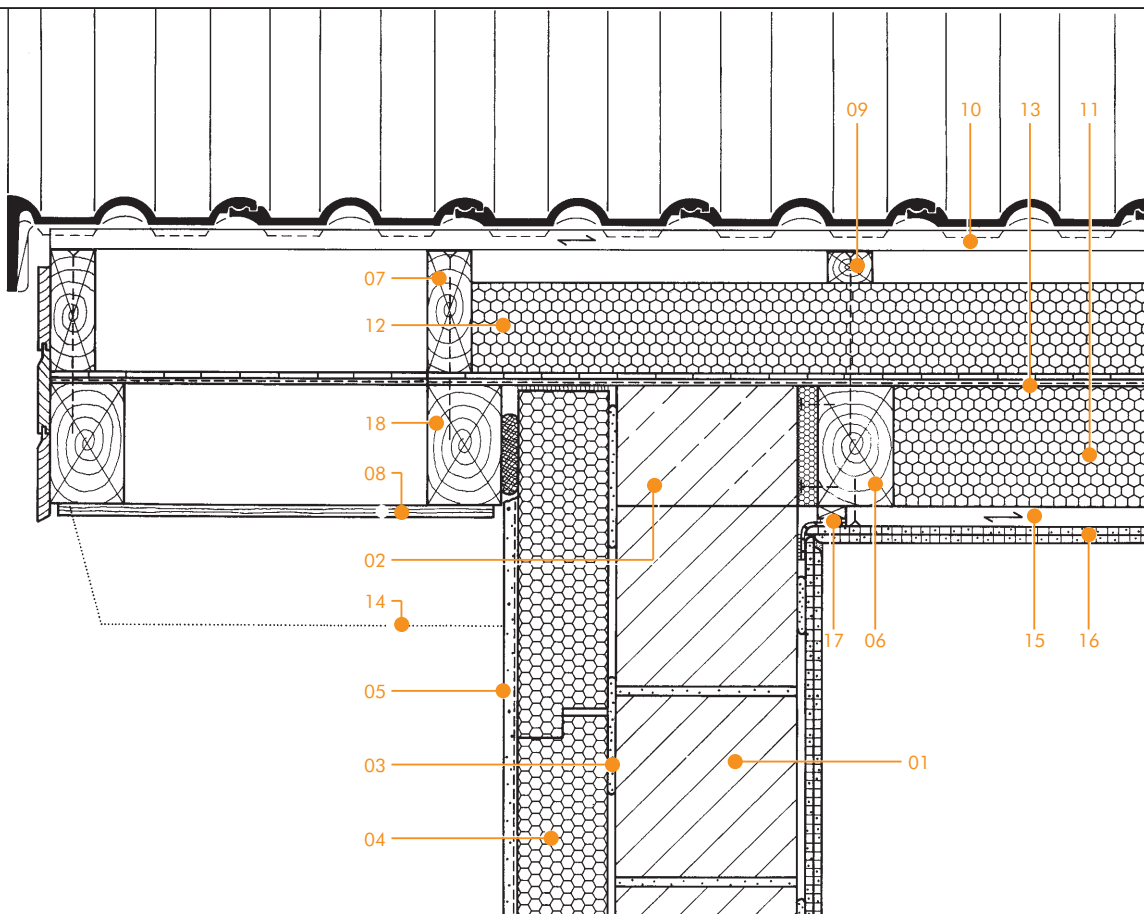
Przewieszona połąć dachowa jest, w rozwiązaniu pokazanym na rysunku →□ 4.4.2/4, oparta konstrukcyjnie na płatwi (14).

Zewnętrzna izolacja termiczna (04) ściany (01) łączy się w ciągły sposób z izolacją termiczną dachu (12), tworząc w ten sposób nieprzerwaną otulinę izolacyjną wewnątrz

trza budynku. Prawdłowo zamocowane i połączone ze sobą płyty gipsowe tworzą wiatroszczelną warstwę izolacyjną. Utrzymanie ciągłości tej warstwy w narożu sufitu i ściany jest możliwe, dzięki dodatkowej folii elastycznej (17), w szczelny sposób wklejonej w miejscu styku obydwu płaszczyzn.



4.4.2/4



01 ściana nośna

02 wieniec

03 klej

04 styropianowa izolacja ściany

05 tynk zbrojony siatką

06 krokiew

07 deska okapująca

08 podbicie okapu

09 łąta podkładowa

10 łąta dachowa

11 płyty styropianowe między krokiewmi

12 płyty styropianowe

13 płaskownik stężający i warstwa drugiego pokrycia

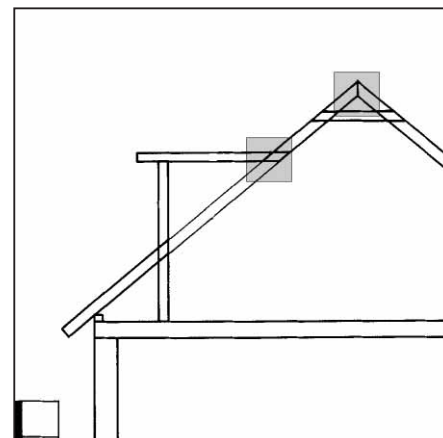
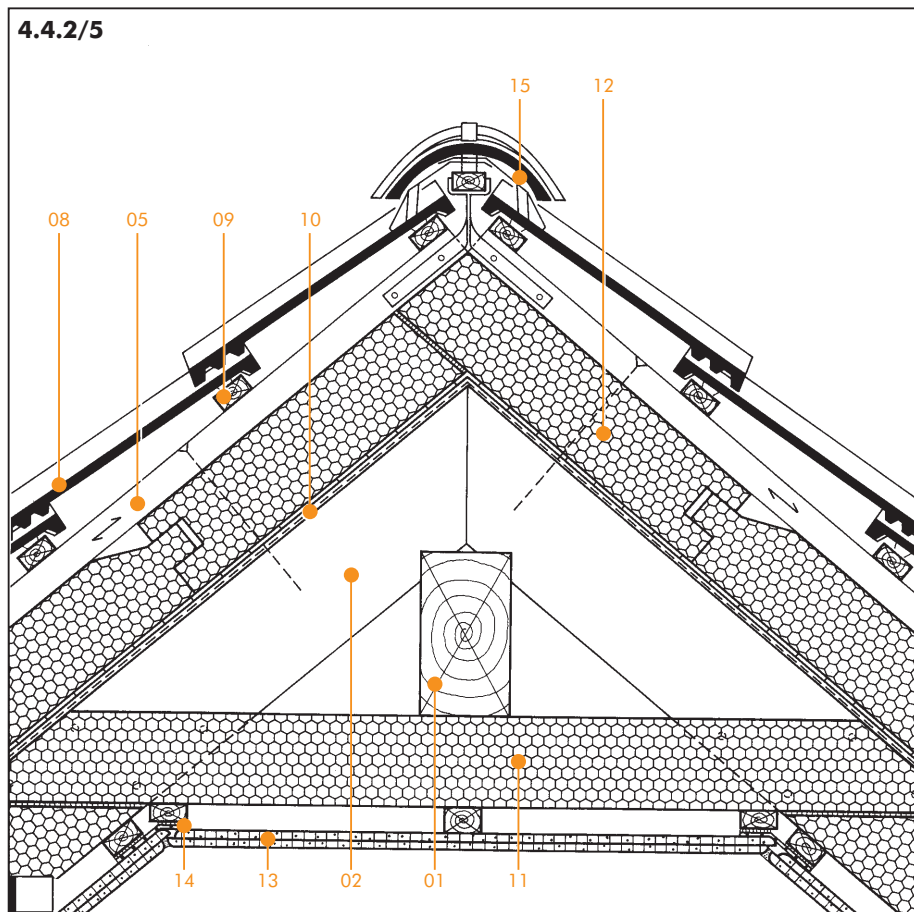
14 płatew przewieszona

15 ruszt z łąt dla (16)

16 płyty gipsowo kartonowe

17 folia elastyczna, klejona

18 krokiew szczytowa zewnętrzna

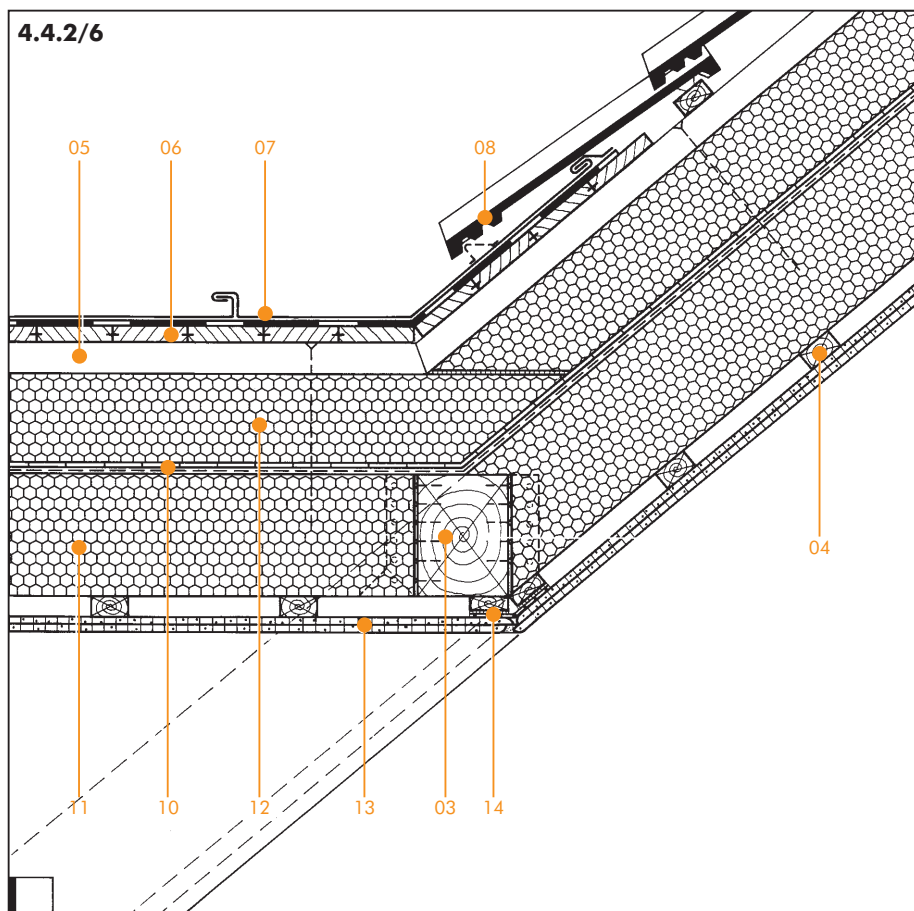


Kalenica i załamanie dachu

W obszarze kalenicy, izolacja termiczna (11) pomiędzy krokwi jest przepuszczona pod płatwią kalenicową (01) (→□ 4.4.2/5). Izolację i sufit podtrzymują w tym miejscu drewniane kleszcze przybite do krokwi.

Na rysunku →□ 4.4.2/6 pokazano sposób połączenia dachu pokrytego dachówką i dachu nadokiennego pokrytego blachą. Blaszany dach osłaniający okno jest podzielony na dwie części, ze spadkami w kierunku bocznych ścianek mansardy (→□ 4.4.2/9).

Szczelne zaizolowanie termiczne miejsca załamania dachu wymaga dużej staranności i uwagi przy docinaniu i dopasowywaniu płyt styropianowych i ich dopasowywaniu.



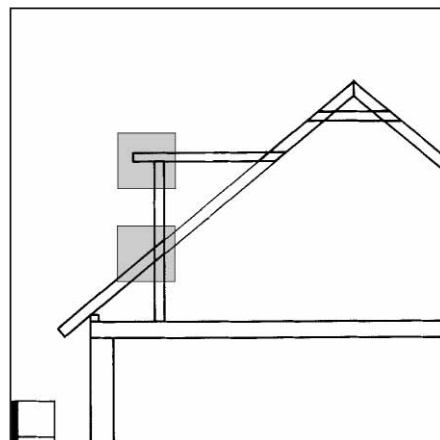
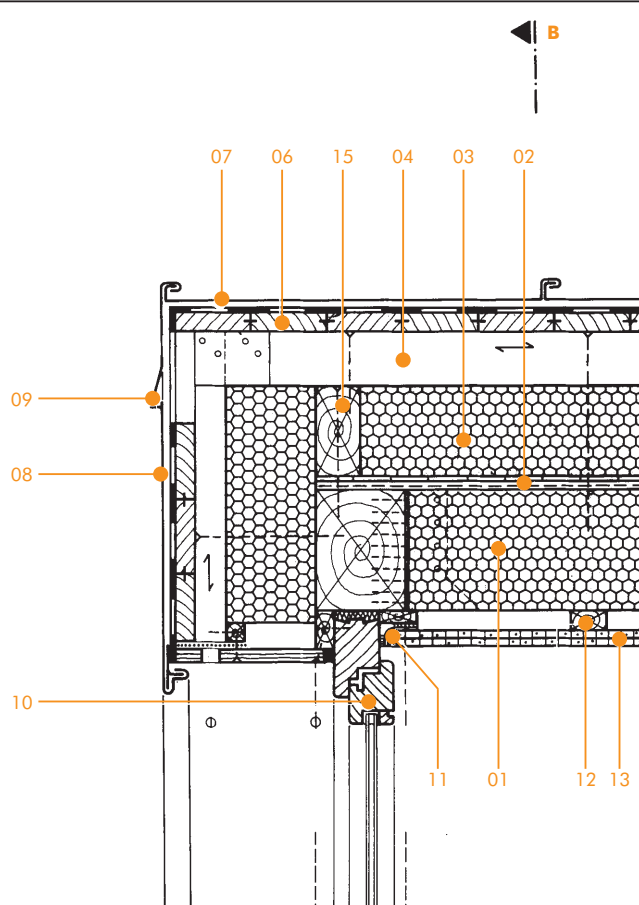
- 01 płatwie
- 02 krokiew
- 03 wymian
- 04 ruszt drewniany dla (13)
- 05 łąta podkładowa
- 06 deskowanie pod (07)
- 07 blacha na papie bitumicznej
- 08 pokrycie dachu
- 09 łąty dachowe
- 10 płaskownik stężający i warstwa drugiego pokrycia
- 11 styropianowa izolacja termiczna między krokwiami
- 12 płyty styropianowe
- 13 płyty gipsowo-kartonowe
- 14 folia elastyczna, klejona
- 15 otwory wentylacyjne w kalenicy

4.4.2

Płyty styropianowe z dodatkową izolacją termiczną między krokwiemi - Wiatroszczelny sufit

strona 5

4.4.2/7

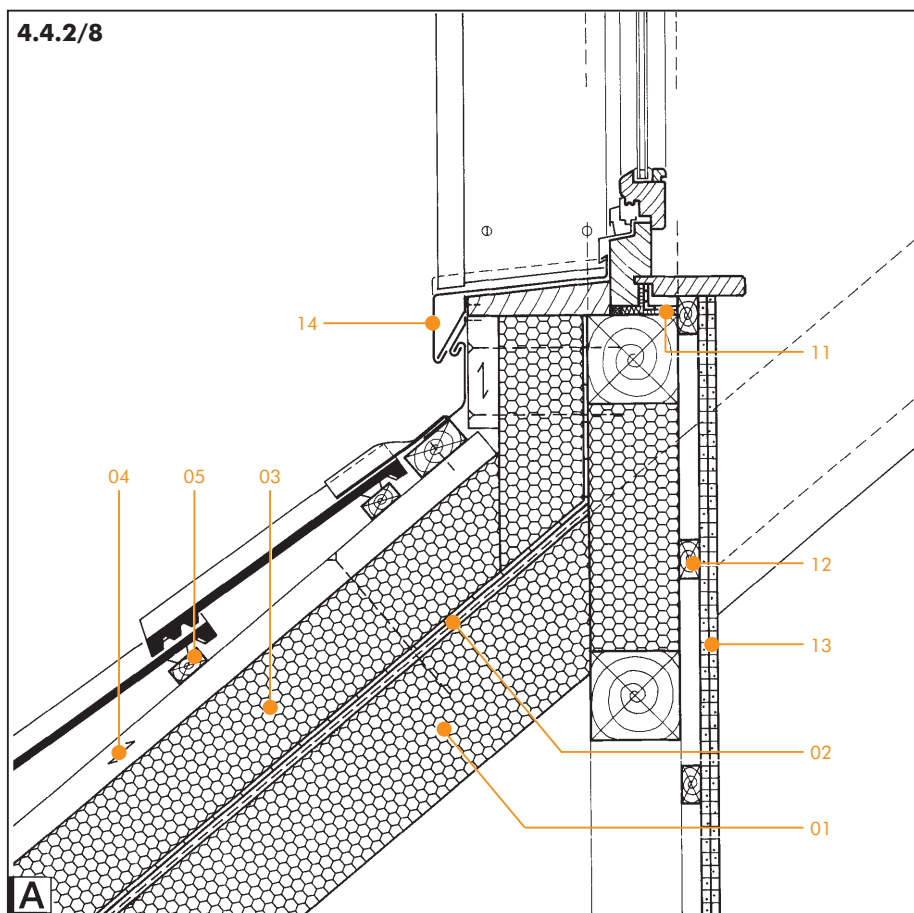


Okno dachowe

Na rysunkach →□ 4.4.2/7 i →□ 4.4.2/8 pokazano przekrój pionowy przez mansardowe okno dachowe. Obydwie warstwy izolacji termicznej tego dachu, tzn. izolacja pomiędzy krokwiemi (01) i płyty styropianowe (03) są przedłużone również na połacie dachu osłaniającego okno.

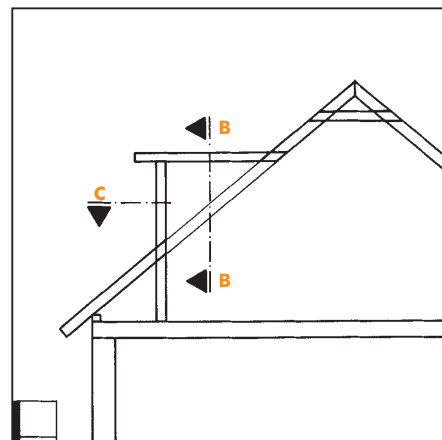
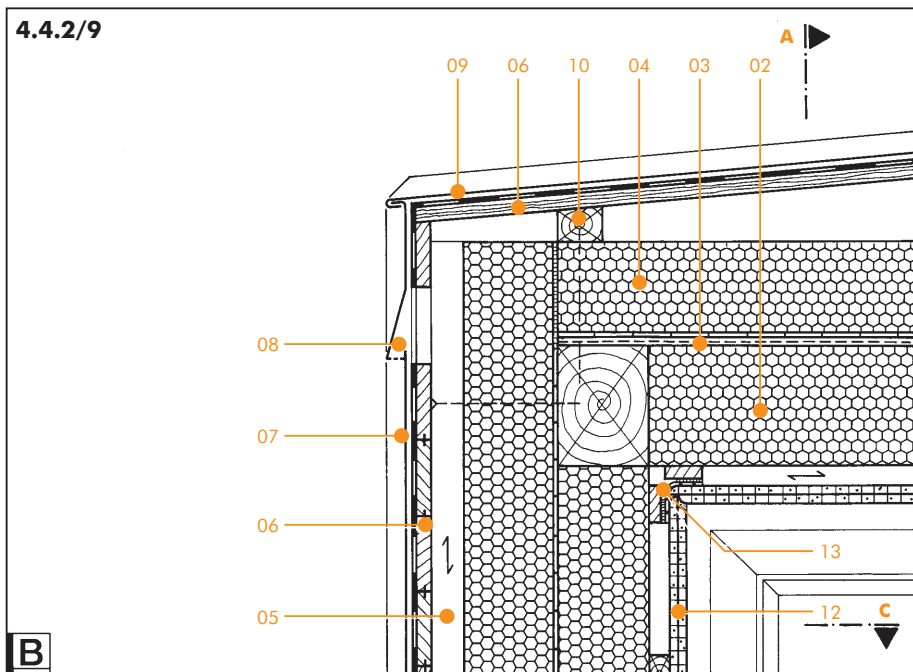
Rysunki należy rozpatrywać łącznie z rysunkami pokazanymi w rozdziale 4.4.2 str.6.

4.4.2/8



- 01 izolacja termiczna między krokwiemi
- 02 płaskownik stężący i warstwa drugiego pokrycia
- 03 płyty styropianowe
- 04 łąta podkładowa
- 05 łąty dachowe
- 06 deskowanie pod (07)
- 07 blacha na papie bitumicznej
- 08 fartuch blaszany na papie bitumicznej
- 09 wylot wentylacyjny
- 10 okno
- 11 folia elastyczna, klejona
- 12 ruszt drewniany pod (13)
- 13 płyty gipsowo-kartonowe
- 14 parapet z okapnikiem
- 15 profil montażowy

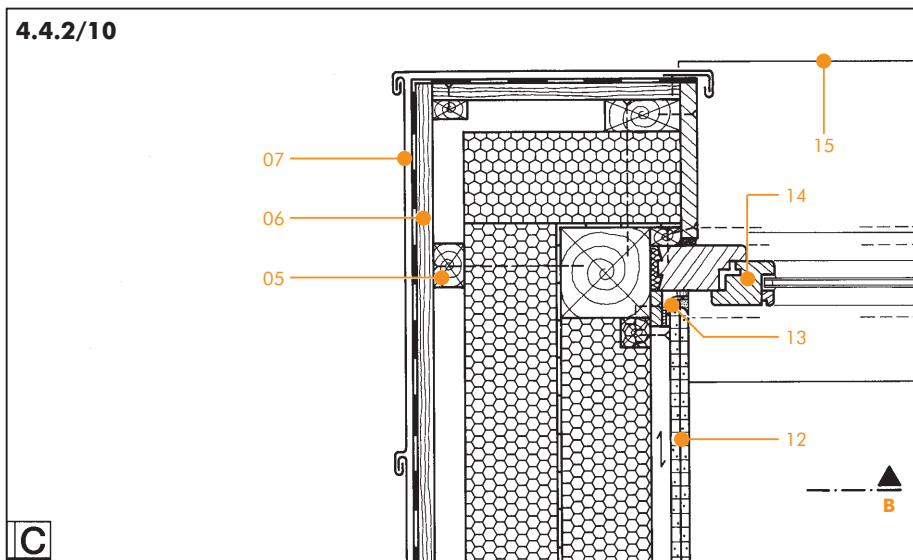
4.4.2/9



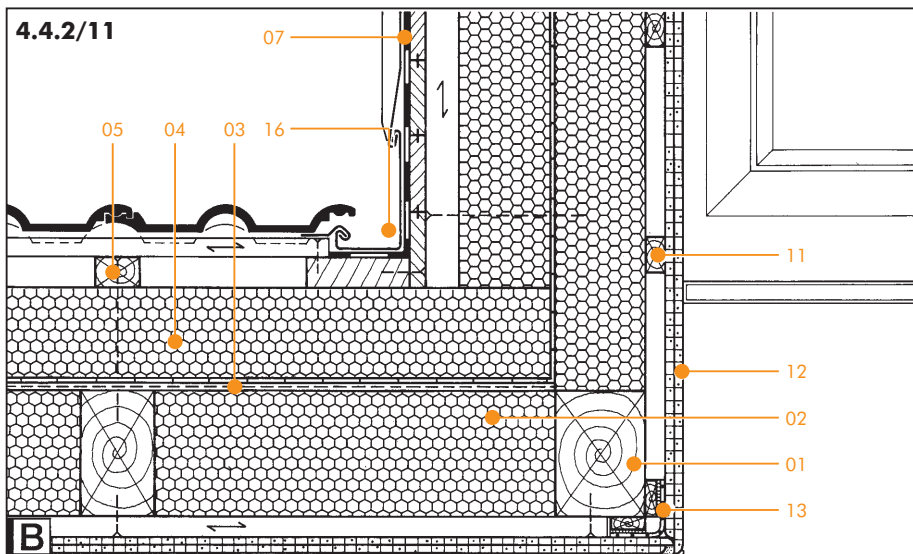
Okno dachowe - ścianki boczne

Pionowe przekroje przez ścianki boczne okna dachowego przedstawiono na rysunkach → 4.4.2/9 i → 4.4.2/11, natomiast na rysunku → 4.4.2/10 przedstawiono przekrój poziomy C.

4.4.2/10



4.4.2/11



- 01 krokiew
- 02 styropianowa izolacja termiczna między krokwiami
- 03 płaskownik stężący i warstwa drugiego pokrycia
- 04 płyty styropianowe
- 05 łata podkładowa
- 06 deskowanie
- 07 fartuch blaszany na papie bitumicznej
- 08 wylot wentylacyjny
- 09 blacha na papie bitumicznej
- 10 łata wsporcza dla (06)
- 11 ruszt drewniany pod (12)
- 12 płyty gipsowo-kartonowe
- 13 folia elastyczna, klejona
- 14 okno
- 15 krawędź przednia parapetu
- 16 obróbka blaszana

4.4.2

Płyty styropianowe z dodatkową izolacją termiczną między krokiewmi - Wiatroszczelny sufit

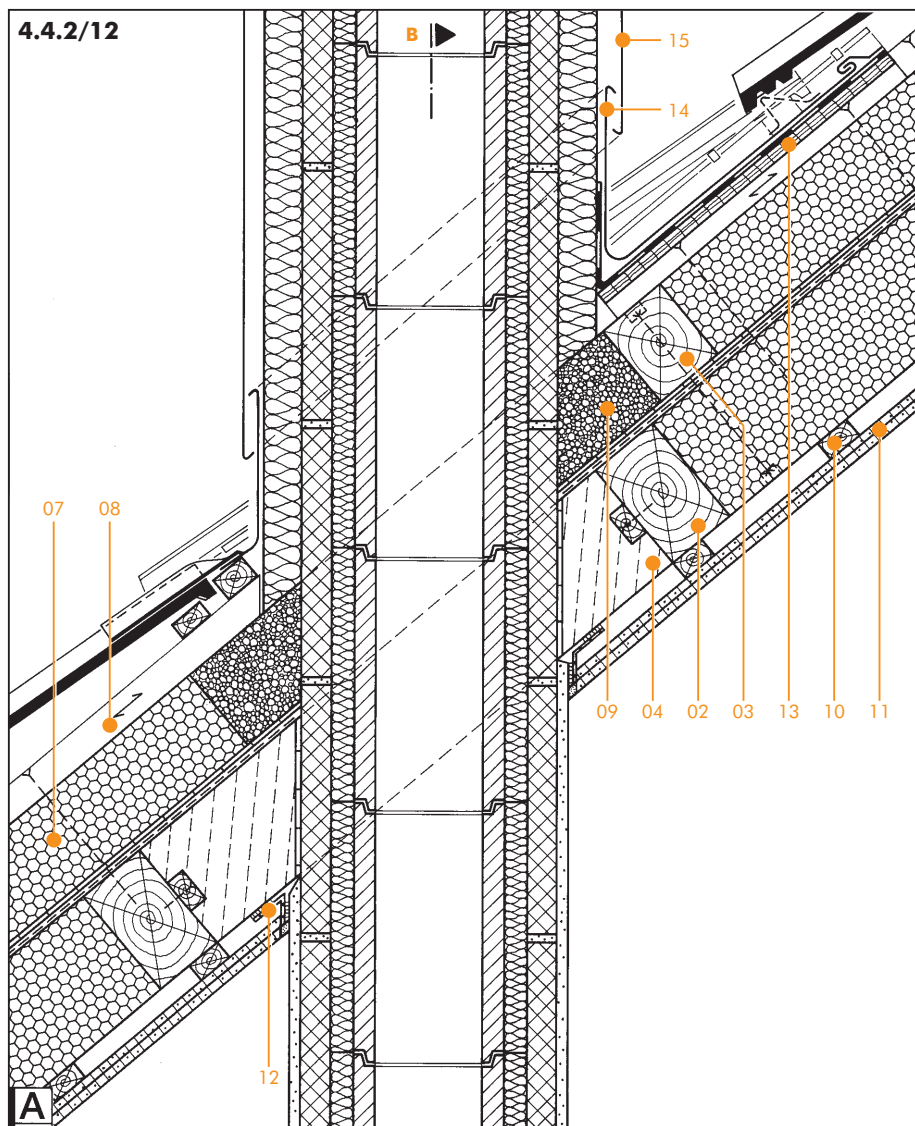
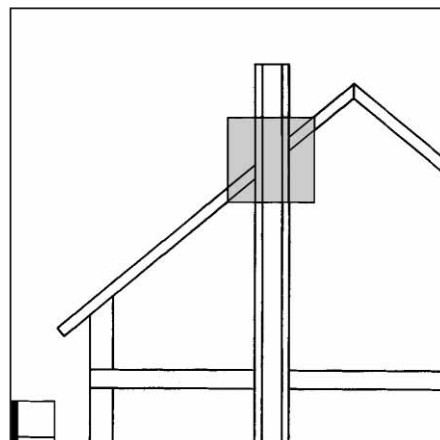
strona 7

Obróbka połączenia dachu z kominem

Na rysunkach →□ 4.4.2/12 i →□ 4.4.2/13 pokazano szczegóły związane z przebiegiem dachowych warstw izolacyjnych przez komin spalinowy.

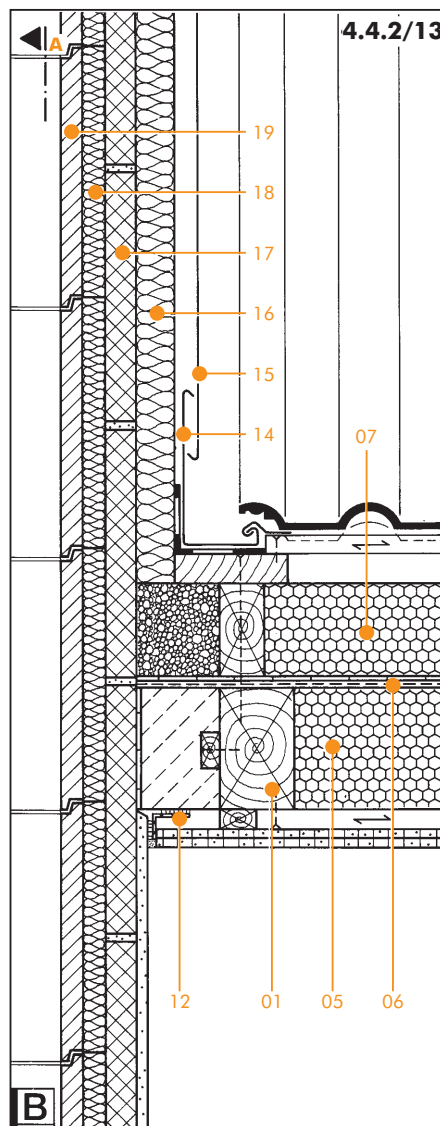
Na opasce żelbetowej komina (04), wylanej pomiędzy wymianami (02) i płaszczem komina (17), zastosowano niepalny materiał (09), który pozwala uzyskać dobrą izolacyjność termiczną tej części dachu.

Szczelność na działanie wiatru uzyskuje się tu m.in. dzięki zastosowaniu elastycznej folii (12), wklejonej pomiędzy sztywny materiał płaszcza komina (17) i płyt sufitowych (11). Folia bez uszkodzeń przenosi wzajemne przemieszczenia obydwu powierzchni.



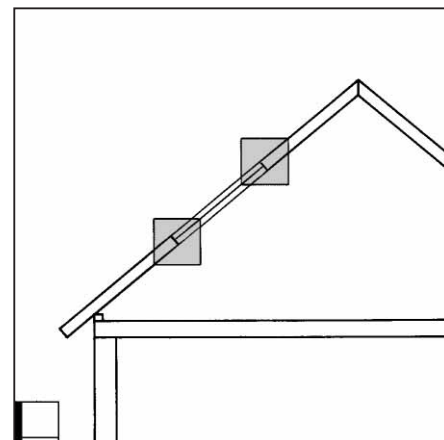
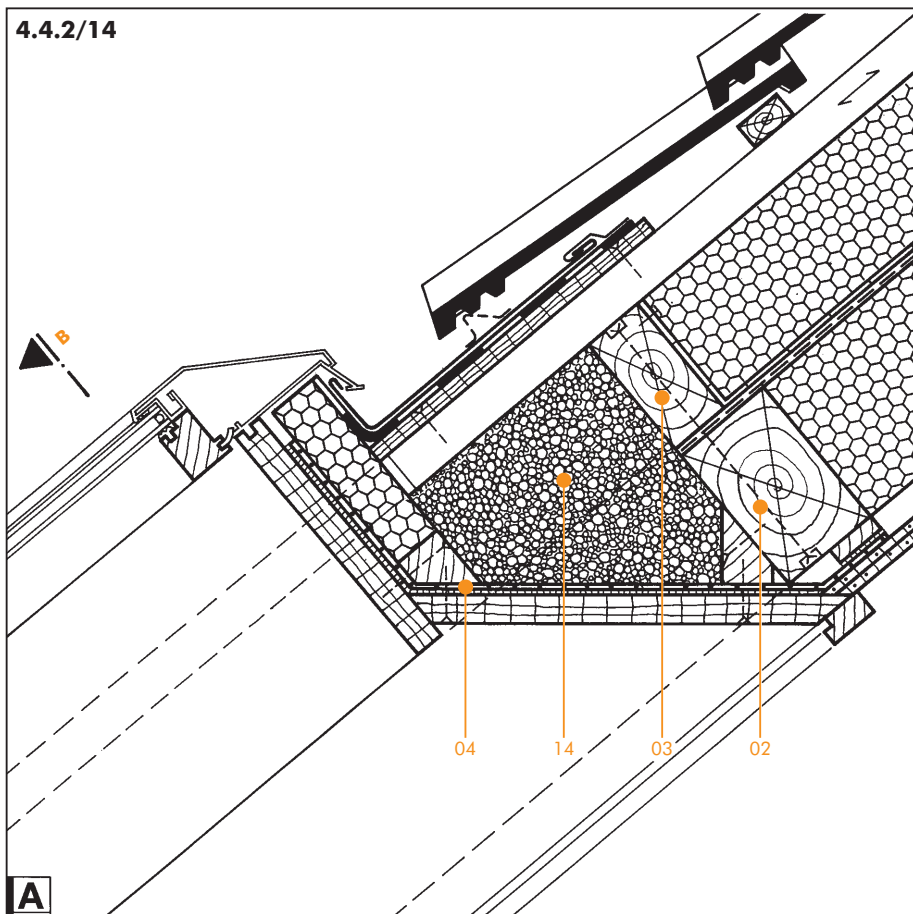
- 01 krokiew
- 02 wymian
- 03 wymian przejmujący obciążenia od (07), (08) i pokrycia dachowego
- 04 opaska żelbetowa
- 05 styropianowa izolacja termiczna między krokiewmi
- 06 płaskownik stężący i warstwa drugiego pokrycia

- 07 płyty styropianowe
- 08 łąta podkładowa
- 09 beton porowaty na kruszywie perlitowym
- 10 ruszt drewniany dla (11)
- 11 płyty gipsowo-kartonowe
- 12 elastyczna folia izolacyjna, klejona
- 13 płyta montażowa dla (14)
- 14 obróbka blaszana
- 15 fartuch blaszany



- 16 ew. dodatkowa izolacja termiczna komina
- 17 zewnętrzny płaszcz komina
- 18 wewnętrzna izolacja komina
- 19 szamotowy przewód wewnętrzny komina

4.4.2/14

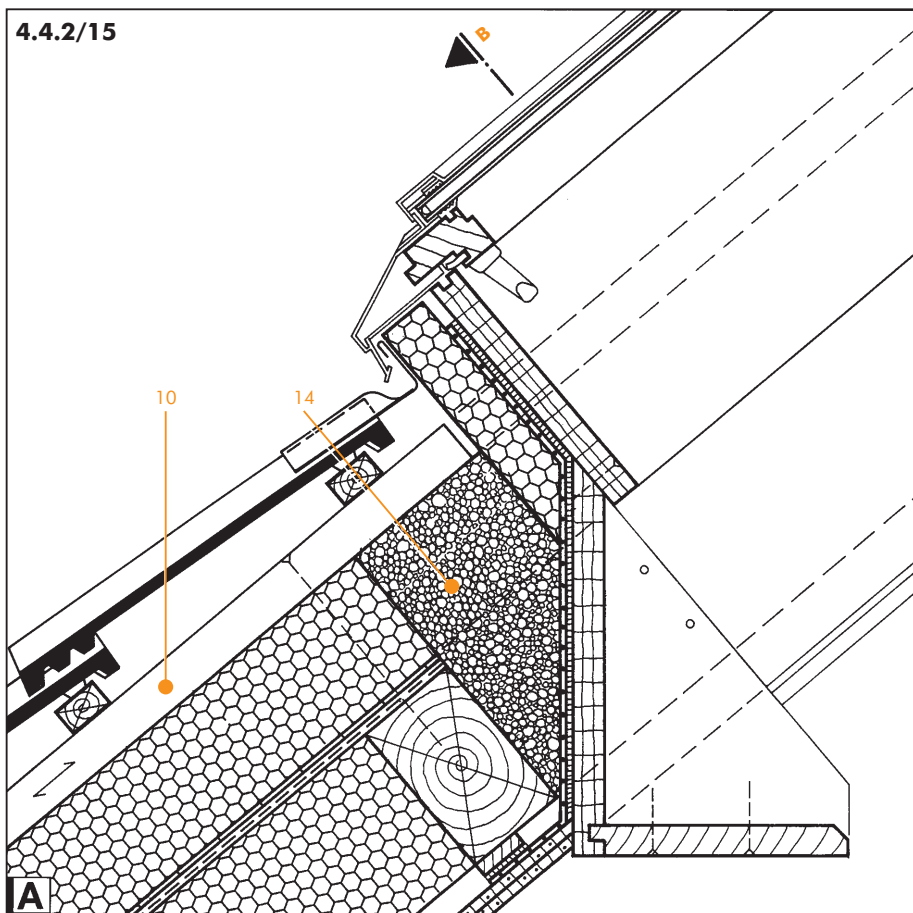


Okno połaciowe

Sposób wbudowania w dach z podwójną warstwą izolacji termicznej okna połaciowego przedstawiono na rysunkach → □ 4.4.2/14 do → □ 4.4.2/16. Elastyczna folia wiatroizolacyjna (04), biegnąca wokół ramy okiennej (11) powinna być w ciągły sposób sklejona z brzegiem sufitowych płyt g-k (09).

- | | |
|---|----------------------|
| 01 krokiew | 02 wymian |
| 03 wymian przejmujący obciążenia od (05), (06) | i pokrycia dachowego |
| 04 elastyczna folia izolacyjna, klejona na obrzeżach | |
| 05 płyty styropianowe | |
| 06 płaskownik sześciany i warstwa drugiego pokrycia | |
| 07 styropianowa izolacja termiczna między krokiewiami | |
| 08 ruszt drewniany dla (09) | |
| 09 płyty gipsowo-kartonowe | 10 łąta podkładowa |
| 11 rama okienna | 12 styropian |
| 13 obróbka blaszana | 14 pianka montażowa |

4.4.2/15



4.4.2/16

