

Plan rozwoju: Dobór systemu zewnętrznego przekrycia dachowego dla budynków jednokondygnacyjnych (hal)

Opisano podstawowe zagadnienia dotyczące projektowania i doboru możliwych do zastosowania systemów pokryć dachowych na budynki jednokondygnacyjne.

Spis treści

1. Zagadnienia projektowe	2
2. Pokrycia dachowe z blach profilowanych	3
3. Membranowe systemy dachów	15
4. Literatura	20

1. Zagadnienia projektowe

Przy wyborze produktu lub systemu pokrycia dachowego powinny być uwzględnione pewne istotne zagadnienia. By spełnić kryteria projektowe w odniesieniu do dachu, decydujące jest oszacowanie czy materiały i układ konstrukcyjny mogą przez długi okres czasu spełniać warunki założone przy projektowaniu i czy są dostosowane do warunków klimatycznych. Koszt to kluczowy czynnik ale powinien być rozważony w całym okresie użytkowania materiałów. Powinny być też uwzględnione inne problemy, takie jak uszczegółowienie rozwiązań, utrzymanie (konserwacja) i demontaż.

Główne czynniki przy wyborze produktów i systemów do pokryć dachowych mogą być przedstawione następująco:

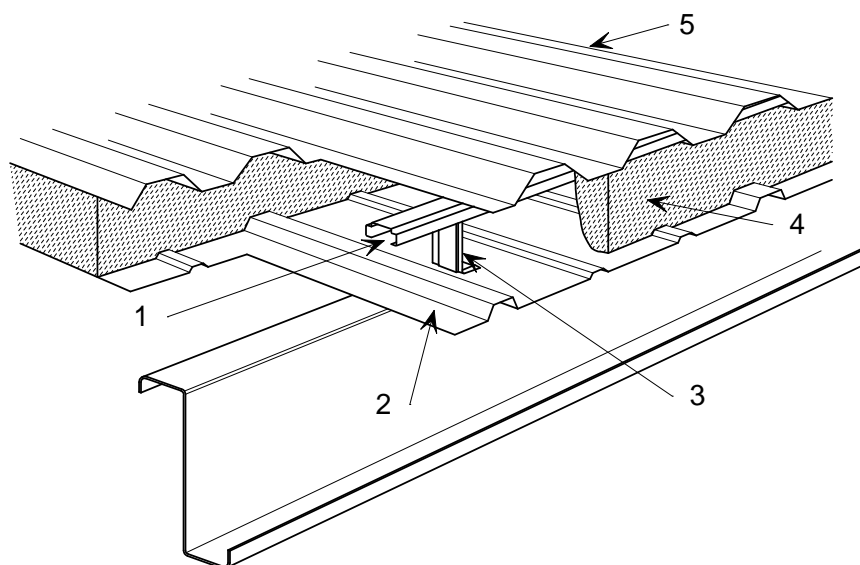
- spełnienie podstawowej funkcji jaką jest ochrona przed warunkami atmosferycznymi
- estetyczny wygląd
- dostępność w szerokim zakresie kolorów i typów wykończenia
- zapewnienie odpowiedniej izolacyjności termicznej, zgodnie z Dyrektywą o charakterystyce energetycznej budynków i krajowymi przepisami budowlanymi
- spełnienie przepisów przeciwpożarowych, które mogą być inne w różnych krajach
- dostosowanie się do krajowych wymagań dotyczących obciążenia śniegiem, wiatrem i innych obciążeń użytkowych
- umożliwienie bezpiecznego dostępu podczas fazy budowy i przyszłego utrzymania konstrukcji dachu, a w niektórych przypadkach umożliwienie przeniesienia większego obciążenia przekazywanego przez robotników dokonujących konserwacji instalacji
- opcjonalnie przeniesienie obciążeń od jakichkolwiek dodatkowych instalacji i wyposażenia, które mogą działać bezpośrednio na systemie dachu i które powinny być raczej podparte poza główną albo drugorzędną konstrukcją dachu
- zapewnienie naturalnego oświetlenia dziennego powierzchni wewnętrznej
- spełnienie stawianych wymagań akustycznych, przez redukcję hałasu przez konstrukcję dachu albo kontrolę hałasu odbitego (pogłosu) w granicach przestrzeni wewnętrznej
- dopracowanie systemu związane z wietrzeniem i dodatkami wentylacji, podanie szczegółów przebicia dachu (odpowietrzników, kominów, świetlików dachowych itd.), by zapewnić kompletną integralność systemu
- spełnienie przez produkt kryteriów zrównoważonego rozwoju: produkcja w sposób minimalizujący wpływ na środowisko naturalne przez zmniejszanie emisji CO₂, ochrona zasobów naturalnych, zwiększenie zużycia materiałów odnawialnych, poprawienie efektywności produkcji, powiększenie możliwości recyklingu, oraz zmniejszenie ingerencji w środowisko w czasie budowy przez skrócenie czasu budowy, redukcję hałasu, ilości odpadów i zmniejszenie zużycia wody.

Dostępne jest kilka systemów metalowych pokryć dachowych, które mogą spełnić niektóre albo wszystkie z tych funkcji. W następnych punktach rozważanych jest kilka typów dachów o małym spadku lub płaskich, które są często stosowane w Europie.

2. Pokrycia dachowe z blach profilowanych

2.1 Złożone systemy obudowy dachów

Złożone systemy pokryć dachowych albo systemy z powłoką składają się ze stalowej blachy profilowanej dolnej, która jest przymocowana do płatwi, izolacji i blachy profilowanej górnej oraz konstrukcji dystansowej składającej się z podpórki i beleczki (patrz Rys. 2.1). Te systemy pokryć dachowych są wszechstronne, oferując projektowi pewną liczbę kombinacji koloru, profilu i sposobu wykończenia razem z ekonomicznymi rozwiązaniami: szybki montaż, dobre właściwości termiczne, akustyczne i przeciwpożarowe.



Oznaczenia:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Belecza | 4 Izolacja |
| 2 Profilowana blacha dolna | 5 Profilowana blacha górna |
| 3 Podpórka | |

Rys. 2.1 Konstrukcja złożona z zastosowaniem konstrukcji dystansowej złożonej z podpórki i beleczki

Nowoczesny system pokrycia dachowego może być projektowany jako bardzo widoczny, z zastosowaniem kontynuacji, albo kontrastu w stosunku do systemu ścian. Ukryte rynny mogą być tworzone za niską ścianką wieńczącą, lub w celu osiągnięcia mocnego skutku wizualnego może być zastosowany zakrzywiony okap, co pozwala na wypuszczenie dachu poza ściany.

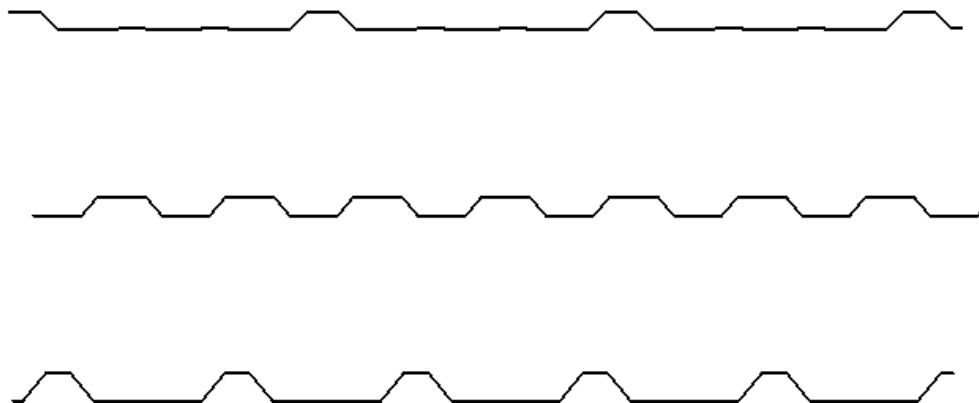
2.1.1 Poszycie wewnętrzne

Poszycie wewnętrzne (blacha dolna) to niskie arkusze profilowane, które wymagają dodatkowego poparcia w postaci belek drugorzędnych. Arkusze blachy dolnej to pierwszy element dachu złożonego (wielowarstwowego), które po zamontowaniu służą kilku celom, mianowicie podparcie izolacji, uzyskanie przeciwwilgociowej i powietrznej szczelności oraz mogą być też być używane jako tymczasowa platforma i tymczasowe (przed montażem poszycia zewnętrznego) zabezpieczenie przed opadami atmosferycznymi. Widoczna od wewnątrz budynku powierzchnia arkusza ma przeważnie jasne kolory, z wykończeniem przeznaczonym do użytku wewnętrznego (patrz Rys. 2.2). Inne kolory mogą być dostarczane na specjalne zamówienie u producentów.



Rys. 2.2 *Profilowane arkusze o jasnym kolorze powierzchni wewnętrznej, imitujące deski drewniane, zastosowane przy renowacji dachu Stacji Newcastle
(Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Corus Profiles & Panels)*

Arkusze są zwykle profilowane na zimno z blachy płaskiej z wcześniej nałożonymi powłokami ochronnymi otrzymując w ten sposób niskie trapezowe profile pokazane na Rys. 2.3. Typowe arkusze mają wysokość profilu między 18 a 35 mm z grubością ścianek zwykle od 0,4 mm do 0,7 mm. Pod warunkiem że będą zastosowane deski rozkładające obciążenie, większość arkuszy normalnie będzie mieć wystarczającą nośność i sztywność by przenieść obciążenia (robotnicy, sprzęt, materiały) występujące podczas montażu arkuszy. Bezpieczne obciążenie montażowe dla arkuszy nie powinno być przekraczane i powinny być przestrzegane zalecenia producenta dotyczące montażu i szczegółów mocowania arkuszy.

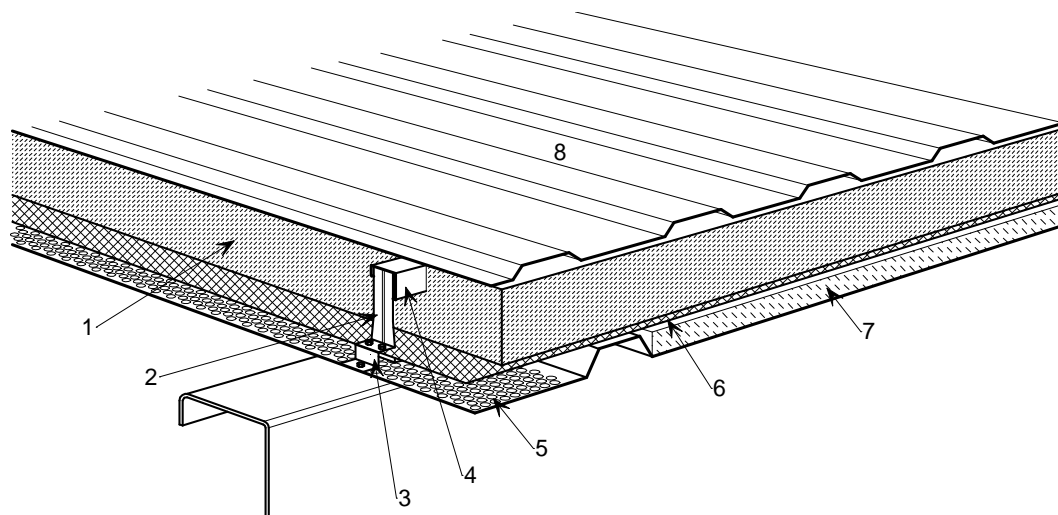


Rys. 2.3 Przykłady profili blach trapezowych

Arkusze muszą być uszczelniane na całym swoim obwodzie by otrzymać powłokę paroszczelną i aby zmniejszyć stratę energii przez dach. Alternatywnie można zastosować polietylenową folię paroszczelną umieszczaną pomiędzy blachą dolną a izolacją.

Profile blach trapezowych pokazane na Rys. 2.3 są przeznaczone do układania na płatwiach, a rozpiętość tych blach wynosi w przybliżeniu od 1,5 do 2,0 m (typowy rozstaw płatwi wynosi 1,8 m). Wyższe profile stalowe o grubszych ściankach są stosowane w projektach wymagających większych rozpiętości.

Arkusze poszycia dolnego mogą też być dostarczone jako częściowo albo w pełni perforowane, jako część specjalistycznego systemu dachów akustycznych, które są projektowane by zapewnić pochłanianie dźwięku i aby zmniejszyć odbijanie dźwięku (hałasu) w granicach wewnętrznej przestrzeni budynku. Typowy przekrój przez dach akustyczny jest pokazany szczegółowo na Rys. 2.4.



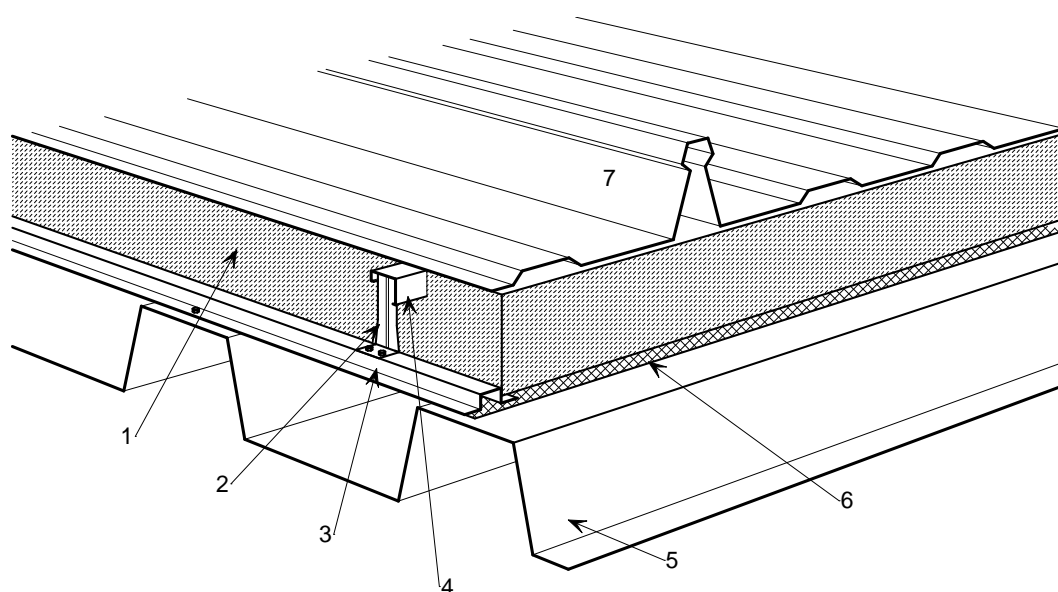
Oznaczenia:

- | | | |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Wełna mineralna | 4. Belecza | 7. Izolacja akustyczna |
| 2. Podpórka | 5. Blacha perforowana | 8. Profilowana blacha górna |
| 3. Belecza kapeluszowa | 6. Izolacja paroszczelna | |

Rys. 2.4 System dachu izolowanego akustycznie z izolacją akustyczną ułożoną na poszyciu perforowanym

2.1.2 Konstrukcyjne blachy fałdowe nośne

Konstrukcyjne blachy fałdowe nośne to głęboko profilowane arkusze (o dużej wysokości profilu), które wymagają minimalnego podparcia belkami drugorzędnymi. Stosowane szeroko w Europie, blachy fałdowe o dużej wysokości profilu dostarczają czyste, z minimalną liczbą elementów konstrukcyjnych, dolne powierzchnie dachu. To może przynieść oszczędności czasu ponieważ konieczność stosowania stalowych, drugorzędnych elementów podpierających zmniejsza się do elementów wymaganych przy otworach (przebiciach) w dachu, takich świetliki dachowe i wentylatory dymowe. Wysokość konstrukcyjna blach fałdowych o dużych wysokościach profilu wynosi od 150 mm do ponad 200 mm a grubość ich ścianek wynosi od 0,75 mm do 1,5 mm, umożliwiając rozwiązania o rozpiętości do około dziewięciu metrów (patrz Rys. 2.5). Przyjmując wyższe profile i większe grubości ścianek blachy te mają odpowiednią nośność i sztywność by przenieść obciążenia od warstw dachu, obciążeń zewnętrznych i instalacji podwieszonych, pod warunkiem, że wystarczające wzmocnienie będzie zastosowane przy brzegach, przenikaniach i świetlikach dachowych.



Oznaczenia

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| 1. Wełna mineralna | 4. Beleczka | 6. Izolacja paroszczelna |
| 2. Podpórka | 5. Konstrukcyjna blacha trapezowa o dużej rozpiętości | 7. Połączenie (stożące) zewnętrznych arkuszy blach fałdowych |
| 3. Beleczka kapeluszowa | | |

Rys. 2.5 System dachu z wysoką blachą fałdową opartą na ramach głównych budynku (bez płatwi), co redukuje liczbę potrzebnych stalowych elementów drugorzędnych

Konstrukcyjne blachy o dużej wysokości profilu mogą też być dostarczone jako częściowo lub w pełni perforowane i są stosowane jako część specjalistycznego systemu dachu akustycznego (patrz Rys. 2.6). Blachy fałdowe wysokie szczególnie nadają się do perforacji ze względu na ich dużą nośność. Perforacja zmniejsza nośność profilu, a zatem i maksymalne rozpiętości, co powinno być uwzględnione w projektowaniu, najlepiej poprzez odniesienie się do informacji podawanych przez producenta.

Producenci w standardzie wykończenia oferują białą powłokę poliestrową nakładaną na blachę ocynkowaną, inne kolory są dostępne na specjalne zamówienie.



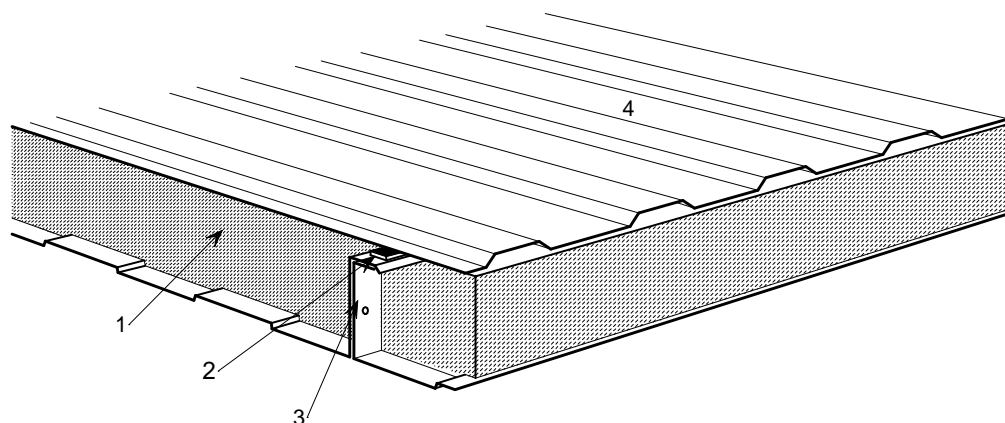
Rys. 2.6 *Dach ze stojącym szwem blachy górnej i belkami ażurowymi podpierającymi dolną nośną blachę fałdową, razem z wełną mineralną dostarcza pochłanianie dźwięku w bibliotece (Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Corus Profiles & Panels)*

2.1.3 Kasety konstrukcyjne

Na poszycie dachu można stosować kasety konstrukcyjne, poprzez połączenie których można uzyskać faktycznie płaską spodnią powierzchnię dachu. Kasety są produkowane o długości do 6 metrów i nie wymagają gęstego podparcia belkami drugorzędnymi. Kasety, zwykle o jednakowej długości, są układane swą szerokością od kalenicy do okapu i są podpierane przez płatwie albo podobną konstrukcję drugorzędną w rozstawach 1,8 m do 4 m. Wełnę mineralną umieszcza się zwykle w korycie pomiędzy żebrami kaset. W celu zmniejszenia mostka termicznego pomiędzy półką żebra i arkuszem blachy zewnętrznej, na żebrach kaset umieszcza się cienką warstwę izolacji albo deski drewniane (patrz Rys. 2.7). Zewnętrzne arkusze blachy profilowanej (o tworzących zgodnych ze spadkiem dachu) są ustawione prostopadle do żeber kaset i są do nich łączone poprzez cienką warstwę izolacji albo przez deski drewniane.

Kasety konstrukcyjne mogą być zaprojektowane by stanowiły podparcie dla tradycyjnego, pokrytego dachówkami dachu. Kasety mogą zastąpić potrzebne krokwie drewniane i są idealnie dopasowane do konstrukcji ram stalowych. Kasety też dostarczają natychmiastową ochronę przed warunkami atmosferycznymi i pozwalają na znaczące oszczędności kosztów umożliwiając szybki postęp robót montażowych. W efekcie uzyskuje się tradycyjny wygląd

zewnątrzny, pokrytego dachówkami dachu i czystej powierzchni wewnętrznej w której występują tylko główne ramy stalowe. Kasety konstrukcyjne mogą też być dostarczane jako częściowo lub w pełni perforowane i są stosowane jako część specjalistycznego systemu dachu akustycznego.



Oznaczenia:

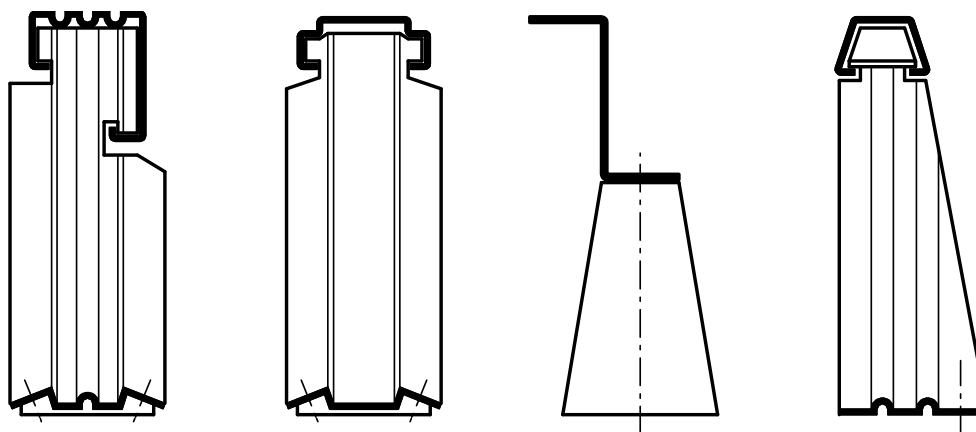
- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Izolacja - wełna mineralna z rolek | 3. Połączenie kaset |
| 2. Pasek izolacji | 4. Profilowana blacha górna |

Rys. 2.7 System dachu z zastosowaniem kaset konstrukcyjnych, otrzymano praktycznie płaską powierzchnię wewnętrznej powierzchni dachu

2.1.4 Izolacja i konstrukcja systemu utrzymującego odległość

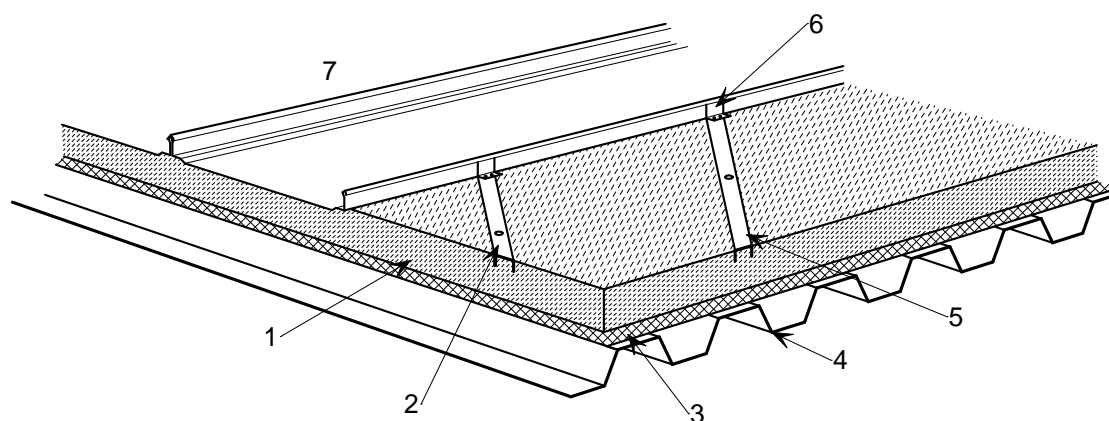
Złożone systemy obudowy jako izolację stosują w większości wełnę mineralną albo szklaną, które są dostarczane w rolkach. Wełna mineralna ma mały ciężar, ma niską przewodność (dużą izolacyjność) cieplną, łatwo się ją układa i ma stosunkowo niski koszt. System konstrukcyjny utrzymujący odległość pomiędzy dolną a górną warstwą dachu składa się z podpórki i beleczki, która jest podporą dla górnego arkusza blachy fałdowej. W przestrzeni pomiędzy dolnym a górnym arkuszem blachy układana jest izolacja. Podpórka i system beleczek są zawsze ustawiane nad płatwią i mocowane do niej albo do innych elementów konstrukcyjnych.

By zaspokoić potrzeby zwiększenia grubości izolacji wymaganej w nowoczesnych systemach, opracowano nowe rozwiązania podpórek i beleczek – konstrukcji utrzymującej odległość pomiędzy dolną i górną warstwą dachu. Te systemy składają się z walcowanych na zimno kształtowników stalowych, które są podparciem ciągłym dla górnego arkusza. Kształtowniki te opierają się na podpórkach, solidnie połączonych z płatwiami. W wielu systemach podpórkowo – beleczkowych stosuje się plastyczne podkładki, które jednocześnie są izolacją termiczną, zmniejszając efekt mostka cieplnego. Typowe systemy są pokazane na Rys. 2.8.



Rys. 2.8 Typowe systemy utrzymujące odległość pomiędzy dolną i górną warstwą dachu

Są również systemy, w których stosuje się sztywnego płyty z włókna mineralnego albo z pianki izolacyjnej. Beleczki do mocowania górnego arkusza są osadzone w szczelinach wykonanych wcześniej na górnej powierzchni izolacji. Stosowane długie łączniki przechodzą przez beleczkę i izolację łącząc je do wysokiej blachy dolnej stanowiącej pełne podparcie warstw dachu. Górny arkusz jest wtedy przymocowany do beleczek. Typowe szczegóły są pokazane na Rys. 2.9. Zaletą tych systemów jest to, że prawie całkowicie wyeliminowane są mostki termiczne, ponieważ izolacja jest tylko przebita przez minimalną liczbę śrub mocujących izolację termiczną. Grubość warstwy izolacji będzie mniejsza niż równoważna grubość izolacji z wełny mineralnej. Płyta wełny mineralnej dostarcza wysoki poziom redukcji dźwięku i zmniejsza wibracje przez konstrukcję spowodowaną przez odgłos deszczu. Sztywna izolacja dostarcza dobre podparcie górnego arkusza, pozwalając na dużą dostępność podczas montażu i utrzymania.



Oznaczenia:

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 1. Twarda, sztywna izolacja | 4. Konstrukcyjna blacha fałdowa | 7. Połączenie (stożące) zewnętrznych arkuszy blach fałdowych |
| 2. Łącznik ze stali nierdzewnej | 5. Beleczka mocująca | |
| 3. Folia paroszczelna | 6. Ukryty łącznik zatrzaskowy | |

Rys. 2.9 System dachu ze sztywną izolacją, w którym zaprojektowano podpory arkusza górnego, co pozwala na dużą dostępność podczas montażu i utrzymania

2.1.5 Pokrycie zewnętrzne zabezpieczające przed wpływami atmosferycznymi

Postanowienia ogólne

Podstawową funkcją wierzchniego, zewnętrznego arkusza jest ochrona budynku przed zewnętrznymi warunkami atmosferycznymi, poprzez utworzenie odpornej na te warunki powłoki. Jednak arkusz górny powinien też być uważany za element konstrukcyjny, który odgrywa istotną rolę w przenoszeniu obciążeń zewnętrznych (to jest wiatru i śniegu) na inne elementy obudowy, stalowe elementy drugorzędne i główne ramy nośne.

Stosowane na wierzchnie poszycie dachu arkusze blach fałdowych są zwykle produkowane z powleczonych taśm stalowych w kręgach. Powłoki ochronne rdzenia stalowego blachy składają się z kilku warstw zawierających warstwę metaliczną (najczęściej cynkową), nakładane po zabiegach wstępnych warstwy podkładowe i nawierzchniowe nakładane na spodnią i wierzchnią powierzchnię. Wybór powłoki wierzchniej będzie zależał od wymagań estetycznych i charakteru środowiska naturalnego. Na powłoki ochronne stosuje się następujące materiały:

Plastizol to gruba warstwa typowo między 100 i 200 μm . Jest to termoplastyczna warstwa co oznacza, że może być wytłaczana z mającym teksturę wzorem by polepszyć wygląd, a duża względna grubość zmniejsza ich podatność na ścieranie i uszkodzenia.

Poliestry i poliuretany mają podobne właściwości i są oparte o mało kosztowne cienkie warstwy powłoki. Powłoki te oferują ograniczoną elastyczność i umiarkowaną trwałość i mogą być stosowane na zewnętrzne ścianki w środowiskach suchszych takich jak w Południowej Europie. Poliestry świetnie nadają się na wewnętrzne warstwy i odwrotną (wewnętrzną) stronę arkusza, gdzie wymagania są ogólnie nie tak surowe jak dla strony zewnętrznej.

PVDF (często określane również jako PVF₂) jest wysokiej jakości polimerem okrywającym z właściwą odpornością na promieniowanie ultrafioletowe, oferującym dobrą trwałość powłok i odporność na utratę koloru. Warstwa ma dobrą odporność na zarysowanie i utratę połysku. Mała grubość tych powłok ogranicza elastyczność i jest mniej krzepka niż inne powłoki zewnętrzne.

Odwrotna strona z nałożonymi wcześniej innymi powłokami jest powleczona warstwą organiczną o grubością 5 μm i jest zgodna z większością spoiw i farb.

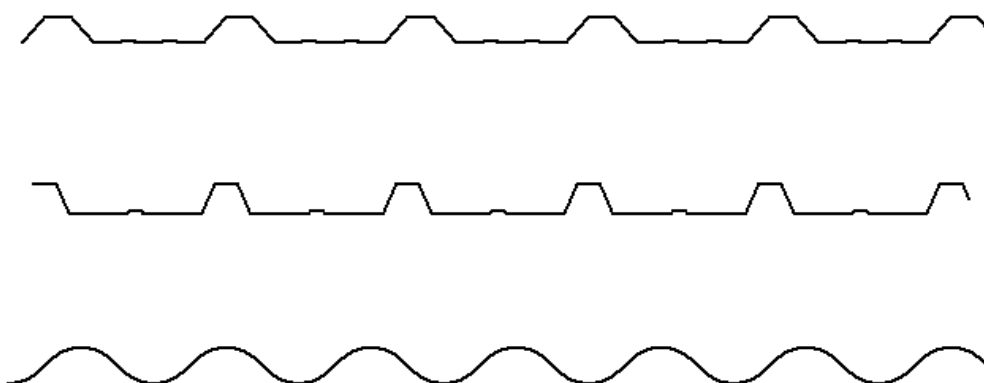
Zakres kolorów oferowanych w stalowych blachach powlekanych jest bardzo szeroki, od neutralnych szarości przez atrakcyjne pastelowe kolory i dalej do silnych barw podstawowych. Metaliczne albo perłowe aspekty są możliwe dla kilku kolorów i warstw. Wybór koloru może zdecydować czy budynek kolorystycznie będzie zgodny z otoczeniem lub czy będzie się wyróżniał, jak to pokazano na Rys. 2.10.



Rys. 2.10 Dach pograżony z wewnętrznym korytem rynnowym ukrytym za ścianką wieńczącą
(Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Corus Colors)

Profil

Ogólny efekt wizualny jest rezultatem projektu technicznego, doboru kolorów i kształtu profilu. Cień może mieć widoczny wpływ na ogólną kolorystykę. Efekt zacienienia różni się w zależności od rodzaju profilu. Profile sinusoidalne dają miękki efekt z powodu stopniowego przejścia od cienia do podświetlenia. Przekroje trapezowe dają ostre linie cieni wpływając na charakter obudowy.



Rys. 2.11 Przykłady arkuszy blach profilowanych stosowanych na zewnętrzne poszycie

Arkusze zewnętrzne w dachach muszą mieć odpowiednią sztywność przy zginaniu aby bezpiecznie i bez nadmiernych ugięć przenieść stosowne obciążenia od wiatru lub śniegu. To jest osiągnięte przez stosowanie arkuszy profilowanych, trapezowych albo sinusoidalnych, jak pokazano na Rys. 2.11. Wysokość i pochylenie fałd profilu zmienia się zależnie od produktu, ale 32 mm jest typową wysokością dla arkuszy zewnętrznych. Profil musi na tyle wytrzymały być przenieść obciążenia i mieć wystarczającą wysokość by zapewnić odpowiedni spadek przy odprowadzeniu wody deszczowej.

Ogólnie, dachy są bardziej narażone na ryzyko przeciekania niż ściany i ryzyko to rośnie wraz ze zmniejszaniem spadku dachu. To jest ważny czynnik w projekcie nowoczesnych przemysłowych i handlowych budynków, ponieważ wiele z nich ma małe pochylenie dachu lub dachy płaskie aby ze względu na koszty ogrzewania, zmniejszyć objętość niewykorzystanej przestrzeni poddachowej. Nie wszystkie typy obudowy nadają się do zastosowania przy małych pochyleniach dachu na niskiego. Trapezowe arkusze mocowane łącznikami są ogólnie odpowiednie dla pochylenia dachu 5° albo bardziej stromeego.

2.1.6 Szwy stojące lub ukryte mocowanie arkuszy

Dla mniejszych spadków dachu niż 1°, powinien być zastosowany ukryty system mocowania arkusza bez żadnego wystawionego łącznika. Powinny być stosowane specjalne boczne nakładki i raczej nie powinno się stosować żadnych nakładek końcowych.

Stojący szew albo ukryte wzajemne mocowanie arkuszy posiada ukryte łączniki i może być stosowane aż do 30 m długości. Korzyścią jest szybki montaż, i że nie ma żadnych przenikań bezpośrednio przez arkusze przekrycia, które mogłoby prowadzić do przeciekania. W konsekwencji, stojące systemy szwu (łączenia arkuszy między sobą) mogą być stosowane przy bardzo małych spadkach dachu. Specjalnie uformowane klamry przytrzymują arkusze przekrycia ale pozwalają na wzdłużne przemieszczenia. Wadą jest znacząco słabsze połączenie arkuszy do płatwi niż w standardowym systemie mocowania i systemy te są często stosowane w połączeniu ze dolną, nośną blachą fałdową. Typowy stojący szew łączący arkusze jest pokazany na Rys. 2.12.



Rys. 2.12 *Stojące szwy lub ukryte mocowanie arkuszy*

(Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Wilkinson Eyre Architects. Fotografia: Morley von Sternberg)

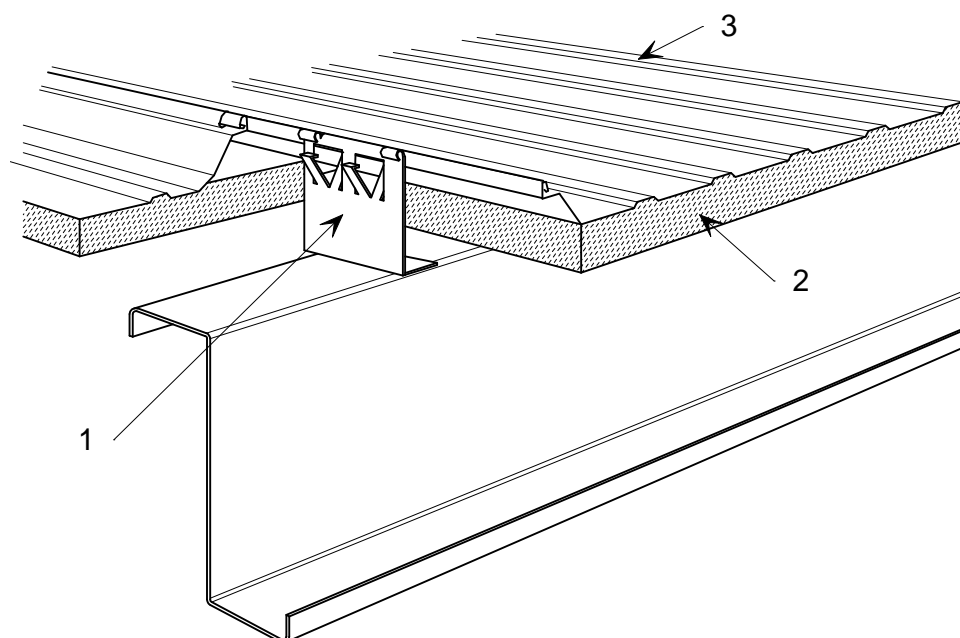
Systemy stojącego szwu mogą być też stosowane na bardziej stromych dachach, gdzie pożądana jest zwiększona niezawodność. Profil ma też estetyczny wygląd, i systemy te są powszechnie stosowane na dachach szpitali, szkół i budynków dostarczając mocnej ekspozycji w całości projektu. Stojące szwy mogą też być układane na małych krzywiznach formując dach zakrzywiony (patrz Rys. 2.13).



Rys. 2.13 Dach zakrzywiony z zastosowaniem systemu stojącego szwu
(Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Wilkinson Eyre Architects)

2.2 Płyty warstwowe

Płyty warstwowe składają się z zewnętrznych cienkich arkuszy blach stalowych pomiędzy którymi jest w zautomatyzowanym procesie umieszczana warstwa sztywnej pianki poliuretanowej (PUR) albo poliizocyjanurowej (PIR) (patrz Rys. 2.14). Pianka w płytach warstwowych o typowej gęstości 45 kg/m^3 jest lekka i jednocześnie bardzo sztywna, co pozwala na większe odległości między podporami.



Oznaczenia:

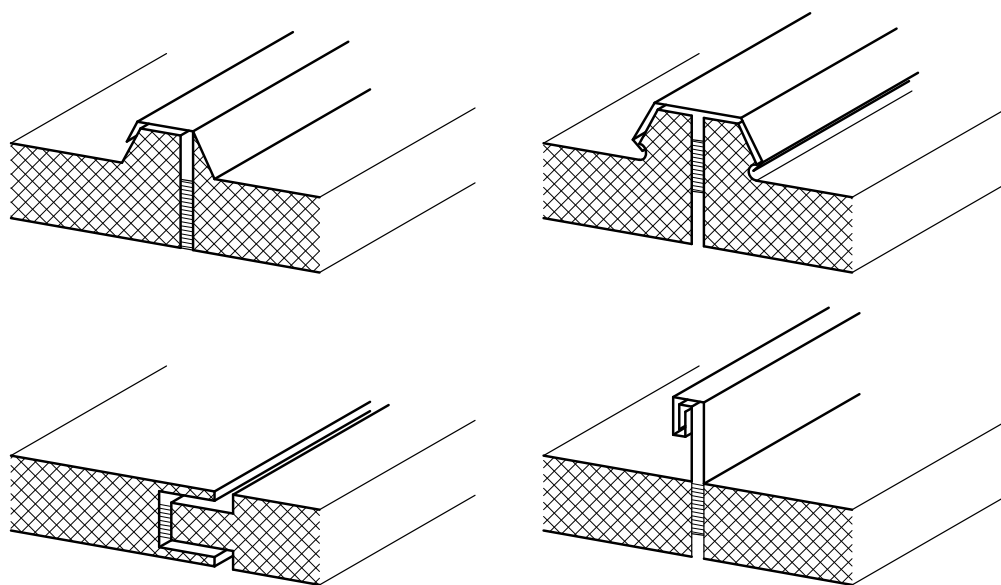
- | | |
|----------------------------|------------------|
| 1. Stojąca klamra mocująca | 3. Wierzch płyty |
| 2. Izolacja | |

Rys. 2.14 Płyta warstwowa dachowa zatrzaskowym (klamrowym) systemem mocowania

Dachowe płyty warstwowe składają się z blach profilowanych o kształcie trapezowym albo fałdowym, z podobnym estetycznym wyglądem, łączone ze sobą zakładkowo lub za pomocą stojącego szwu. Płyty warstwowe mogą też być zaprojektowane by dostarczyć konstrukcyjnego podparcia dachu tradycyjnemu, pokrytego dachówkami. Na zewnętrzną stronę płyt warstwowych stosuje się takie same wykończenie (powłoki ochronne) jakie są stosowane w systemach złożonych.

Dachowe płyty warstwowe są produkowane w standardowych szerokościach, i długością dostosowaną do potrzeb, co pozwala na szybki montaż. Połączenie między blachami zewnętrznymi i rdzeniem płyty warstwowej posiada dużą odporność na ścinanie, co zmniejsza potrzebę stosowania płatwi. Nośność i sztywność płyty może być zwiększona przez odpowiedni profilowanie zewnętrznych blach płyty warstwowej.

Producenci dachowych płyt warstwowych szeroki zakres systemów połączeń płyt zależnie od zastosowania i wymagań wykończenia. Oprócz zapewnienia wodoszczelności, połączenia płyt muszą być tak zaprojektowane by zmniejszyć mostki termiczne i zmaksymalizować szczelność na przenikanie powietrza. Większość szczegółów połączeń płyt jest wykonywana fabrycznie, dlatego szwy wykonuje się łatwo z gwarancją dobrego połączenia wzdłuż płyt. Typowe szczegóły połączeń płyt między sobą pokazano na Rys. 2.15.



Rys. 2.15 Typowe szczegóły połączeń montażowych płyt warstwowych

Jednak większość systemów jest tak zaprojektowanych, aby połączenia końców płyt (połączenia płyt na długości) były wykonywane na montażu. Na końcach płyty łączy się przez zakładkę. Zakładka, która zależnie od systemu ma szerokość od 100 do 300 mm zachodzi na górną blachę płyty położonej niżej. Ważne jest to, żeby powierzchnie izolacji łączonych płyt przylegały do siebie i stosuje się dodatkowe pasy uszczelniające do uciągnięcia warstwy izolacji w celu zabezpieczenia przed przeciekaniem wody i infiltracją powietrza.

Przy wyborze systemu płyt warstwowych powinno się uwzględniać tolerancje szkieletu nośnego określone przez jego wykonawcę, co będzie mieć wyraźny wpływ na wykończenie i wykonawstwo szczegółów połączeń.

3. Membranowe systemy dachów

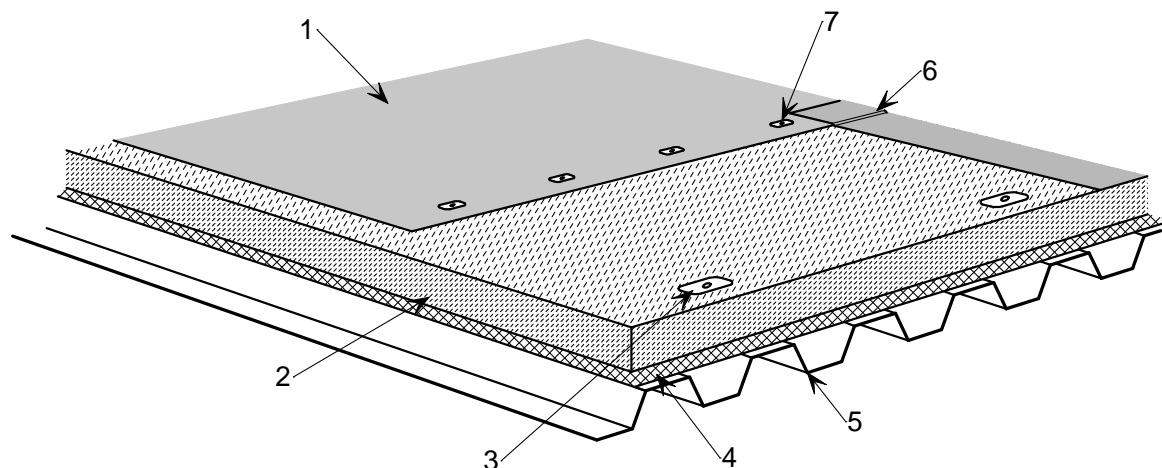
3.1 Zasady projektowe

W membranowych systemach dachów w celu zapewnienia wodoszczelności stosuje się oddzielną ciągłą membranę. Membrana może być umieszczana na zewnątrz (jako górna warstwa dachu) np. w dachu ciepłym, albo poniżej warstwy izolacji np. w dachu odwróconym. Membranowy system dachu zawiera konstrukcyjny podkład dachowy (np. z blach fałdowych), zapewniający powierzchniowe podparcie, warstwę paroszczelną albo wkładki uszczelniające, następnie izolacja i wodoszczelna membrana pokrywająca. Oprócz wodoszczelności, system pokrycia dachu musi spełniać funkcję estetyczną, przenosić ruch pieszy utrzymania i na żądanie, przenosić obciążenia użytkowe dachu. Tymi obciążeniami mogą być instalacje i inne wyposażenie, które powinny być podparte poza główną albo drugorzędną konstrukcją dachu.

Membranowe systemy dachu są ogólnie podzielone na podstawowe rodzaje, które zawierają ciepły dach, odwrócony dach, zimny dach, ogród na dachu i systemy dachu, które łączą cechy dwóch albo więcej wymienionych rodzajów. Najpopularniejszy jest ciepły dach, który jest często stosowany wraz z podkładowymi blachami fałdowymi w budynkach jednokondygnacyjnych (halach). Ogrody na dachu są też stosowane, ale przeważnie na mniejszych dachach, gdzie wymagany jest estetyczny wygląd.

3.1.1 Dach ciepły

Izolacja jest umieszczana pomiędzy konstrukcyjnym podkładem (blachą fałdową) a membraną (patrz Rys. 3.1). Prętowa konstrukcja podpierająca i blachę fałdową ma temperaturę zbliżoną do temperatury wnętrza budynku. W ciepłym dachu warstwa kontroli pary (izolacja paroszczelna) jest umieszczana na spodzie izolacji by zmniejszyć ryzyko kondensacji pary wodnej w warstwach dachu a szczególnie na spodzie membrany.



Oznaczenia:

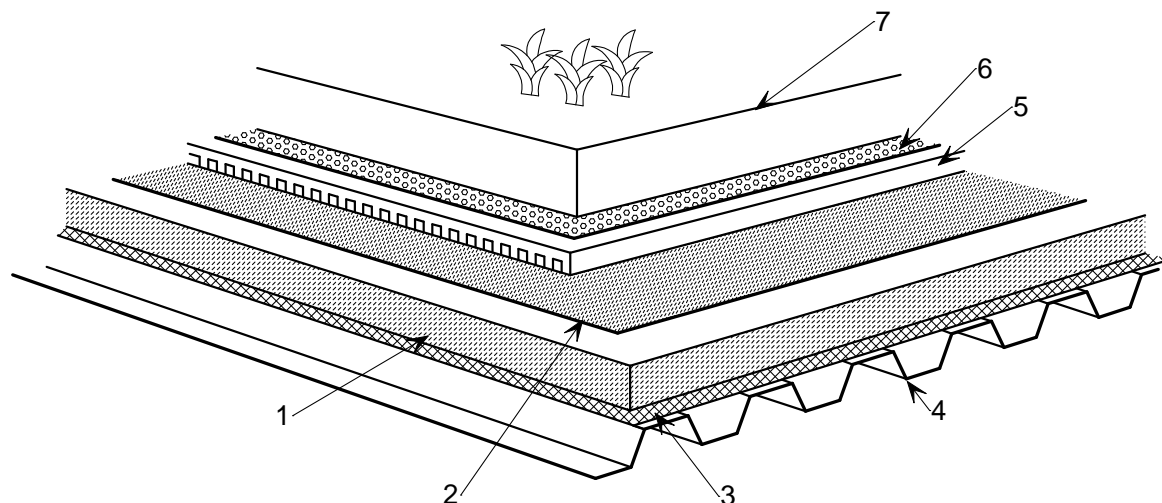
- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1. Pojedyncza warstwa membrany | 3. Połączenie mechaniczne | 6. Zakład |
| 2. Izolacja przenosząca obciążenia | 4. Folia paroszczelna | 7. Połączenie mechaniczne |
| | 5. Konstrukcyjna blacha fałdowa | |

Rys. 3.1 Dach ciepły z zastosowaniem mechanicznego łączenia pojedynczej warstwy membrany

3.1.2 Ogrody na dachu

Ogrody na dachu albo zielone dachy typowo zawierają albo ciepły podkład albo odwróconą konstrukcję dachu, ze zbiornikiem osuszania, sączkiem i warstwami wegetacyjnymi umieszczonymi powyżej, jak to pokazano na Rys. 3.2 poniżej.

12817a



Oznaczenia:

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1. Izolacja przenosząca obciążenia | 4. Konstrukcyjna blacha fałdowa | 7. Warstwy wegetacyjne |
| 2. Złożona membrana filcowa | 5. Drenaż (sączek) | |
| 3. Folia paroszczelna | 6. Warstwa filtrująca | |

Rys. 3.2 Dach ciepły połączony z ogrodem na dachu

3.2 Dach z konstrukcyjnej blachy profilowanej

Dach z konstrukcyjnej blachy profilowanej wspólny termin zwykle opisujący konstrukcyjne arkusze blach fałdowych stosowanych z uszczelnieniem. Taki dach składa się z profilowanych na zimno arkuszy blachy ze stali ocynkowanej. Obecnie dostępny jest szeroki zakres profili blach stalowych i grubości dla różnych stosunków obciążenia do rozpiętości. Arkusze mają wysokość profilu między 30 i 100 mm z minimalną grubością ścianek arkusza 0,7 mm. Często stosuje się usztywnienia (przetłoczenia) półek i śródników w celu zwiększenia efektywności profilu. Przeznaczone są do stosowania wraz z konstrukcją drugorzędną (płatwiami) i nadają się do rozpiętości w przybliżeniu od 1,5 do 4,0 m.

Produkuje się również profile o większych wysokościach i grubszych ściankach do stosowania przy większych rozpiętościach. Duże rozpiętości przęseł blach fałdowych umożliwiają uzyskanie czystego wyglądu dolnej powierzchni dachu i mogą przynieść oszczędności czasu ponieważ jest zmniejszona konieczność stosowania stalowej konstrukcji drugorzędnej do podparcia elementów powierzchniowych dachu (patrz Rys. 3.3). Wysokość konstrukcyjna blach fałdowych o dużych wysokościach profilu wynosi od 150 mm do ponad 200 mm a grubość ich ścianek wynosi od 0,75 mm do 1,5 mm, umożliwiając rozwiązania o rozpiętości do około dziewięciu metrów. Powinno się stosować informacje producenta dotyczące relacji obciążenia w stosunku do rozpiętości profilu.

Przekrycie z wysokich blach fałdowych będzie mieć wystarczającą nośność i sztywność by przenieść ciężar robotników, materiałów i wyposażenia podczas montażu dachu. Blachy fałdowe mogą ulegać lokalnym wgnieceniom jeśli są poddane obciążeniu skupionemu. Gdy arkusz ma eksponowaną dolną powierzchnię i wgniecenia są nie do przyjęcia, to powinno się stosować arkusze o większych grubościach ścianek.



Rys. 3.3 Dach z blachy fałdowej o wysokim profilu, mocowanej do głównej konstrukcji nośnej z minimalną ilością prętowych elementów konstrukcji.

(Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Wilkinson Eyre Architects. Fotografia: Paul Rapson)

Normalnym wykończeniem powierzchni arkuszy jest cynkowanie na gorąco ale dostępne są również arkusze z powierzchnią kolorową. Cynkowanie arkuszy zapewnia dobrą odporność na korozję, na zadrapania albo przy otworach i cięciu końców arkusza z powodu pozytywnego działania cynku. Powłoki o różnych kolorach mogą być nakładane fabrycznie.

Konstrukcyjne arkusze blachy fałdowej mogą też być dostarczone jako częściowo albo w pełni perforowane, jako część specjalistycznego systemu dachu akustycznego, zawierającego kilka warstw wełny mineralnej, lub kombinację wełny mineralnej i pianki izolacyjnej. Izolacja może być tak przycięta by można było ją wstawić w profile albo położona na górnych półkach arkuszy jako ciągła warstwa.

3.3 Izolacja

Podstawową funkcją izolacji termicznej jest dostarczenie oporu na przepływ ciepła albo zamknięcie powietrza lub gazu. Płyta izolacyjna powinna być dobrana nie tylko ze względu na sprawność cieplną ale też ze względu na zdolność dostarczenia mocnego podparcia dla warstwy nieprzemakalnej, stosowania i mocowania bez szkody i ma mocne, twarde powierzchnie robocze, ale łatwe do cięcia bez szkody do produktu. Typ, właściwości i grubość izolacji też będzie zależeć od szerokość koryt profili. Produkty izolacyjne ze względu na swoje zachowanie mogą być ogólnie podzielone na dwie grupy.

- ❑ **Materiały porowate**, które uzyskują właściwości termoizolacyjne dzięki oporności termicznej powietrza albo gazu uwięzionego w porach oporności termicznej ścianek porów. Materiały izolacyjne obejmują: sztywną uretanową piankę, poliuretan (PUR) i poliizocyjanurat (PIR), pianka fenolowa (PF), polistyren (styropian) – rozszerzający się (EPS), polistyren - wyciskany (XP) i szkło piankowe (CG).
- ❑ **Materiały włókniste**, które uzyskują właściwości termoizolacyjne dzięki powietrzu uwięzionemu między włóknami ułożonymi prostopadle do kierunku przepływu ciepła. Materiały izolacyjne obejmują: wełnę mineralną (MW), perlit i korek granulowany.

Dostępne są szerokie zakresy płyt izolacyjnych, które zawierają udoskonalenia w stosunku do materiału wyjściowego. Niektóre z nich są wyprodukowane z okładzinami z papieru, metalowej folii, tkanina z włókna szklanego albo z podkładem bitumicznym. Izolacyjne płyty złożone mogą być wyprodukowane z okładziną połączoną fabrycznie. Pyty złożone łączą sprawność termiczną i izolacji z materiału komórkowego albo włóknistego z odpornością na obciążenia i/lub właściwościami przeciwpożarowymi szczelnej (gęstej) okładziny.

Dach płaski złożony z paneli PIR są też stosowane jako poparcie wodoszczelnej membrany. Te panele są układane na wysokich blachach profilowanych z nieprzetłoczoną półką górną. Pojedyncza warstwa bitumiczna, membrana PVC lub EPDM jest w pełni połączona (przyklejona) albo mechanicznie przytwierdzona do górnego arkusza.

3.4 Membrany

Jest kilka sposobów kształtowania membran dachowych będących jednocześnie warstwą wodoszczelną i paroszczelną.

3.4.1 Złożone systemy membranowe o wysokich właściwościach użytkowych

Złożone membrany są wykonywane na miejscu budowy z dwóch albo więcej warstw bitumicznego filcu. Membrany o wysokich właściwościach użytkowych mają bazę z włókna poliestrowego oblepionego utlenionym albo zmodyfikowanym materiałem bitumicznym. Na filce może być nałożony jakikolwiek 'lany i rozwałcowany' materiał bitumiczny, zastosowany do zlepiania nieprzemakalnej membrany, filcowej warstwy paroszczelnej i warstwy izolacji. Można zastosować palnik lub inne źródło ciepła za pomocą którego membrana jest sklejona (patrz Rys. 3.4 poniżej). Są również samo zlepiające się pokrycia. Izolacja jest albo przyklejana albo mocowana mechanicznie.



*Rys. 3.4 Złożone bitumiczne membrany łączone za pomocą gorącego powietrza
(Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Ruberoid)*

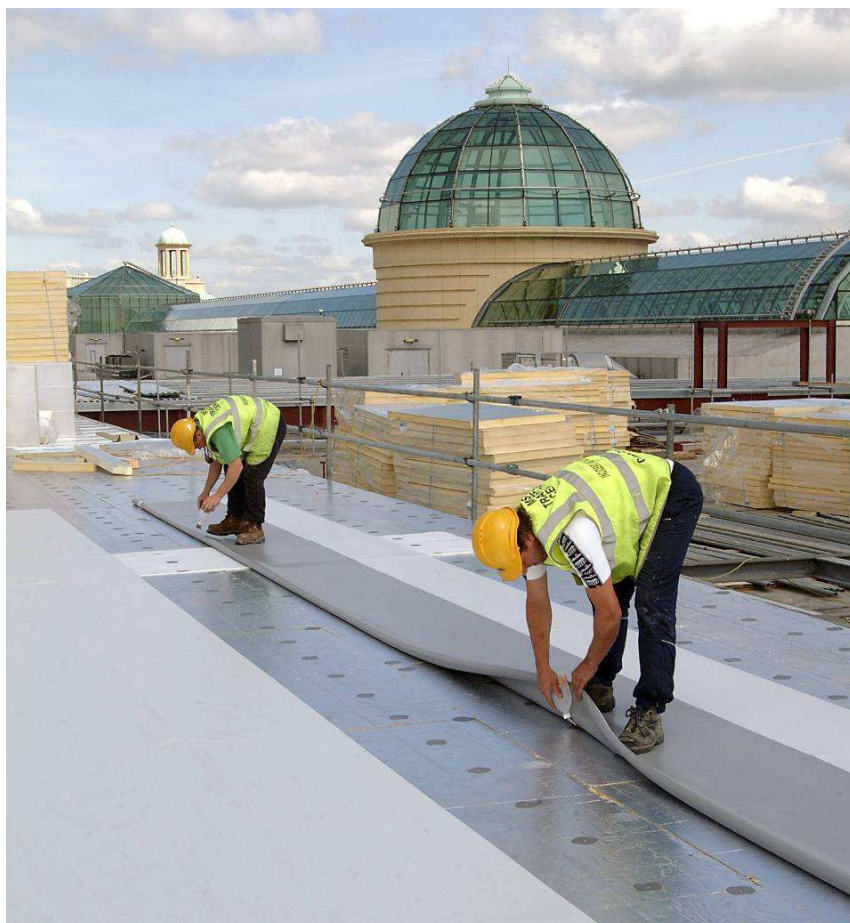
3.4.2 Jednowarstwowe systemy membranowe

Membrany jednowarstwowe są typowe materiałów polimerycznych stosowanych w pojedynczej warstwie. Parametry membrany i metoda układania na dachu mogą być różne zależnie od ukształtowania i rodzaju warstwy nośnej oraz procesu produkcji. Jest kilka zwykle stosowanych metod układania.

W pierwszej metodzie stosuje się mechanicznego mocowanie, w którym stosuje się łączniki śrubowe, podkładki i beleczki do przymocowania zarówno membrany jak i izolacji. Ten system szczególnie się nadaje do stosowania na stalowych blachach profilowanych ponieważ membrana, izolacja i warstwa paroszczelna mogą być szybko układane i można uzyskać dach wodoszczelny przy zastosowaniu pojedynczej warstwy (patrz Rys. 3.5).

W drugiej metodzie stosuje się zlepianie (przyklejenie) z użyciem prawnie zastrzeżonego lepiszcza, które w zależności od producenta może być stosowane do zlepiania pełnego (na całej powierzchni) lub częściowego (na części powierzchni).

W trzeciej metodzie membrana jest luźno położona na podłożu i jest przytrzymywana przez ciężar - balast, kostkę brukową, albo przez ziemię i sadzonki (zwykle znane jako zielony dach).



Rys. 3.5 *Konstrukcja ciepłego dachu z zastosowaniem pojedynczej warstwy membrany, która jest łączona przez stapianie z przymocowanym mechanicznie podłożem*
(Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Sika-Trocal WIELKA BRYTANIA)

3.4.3 Płynne membrany

Historycznie najczęściej występującą formą płynnej (nakładanej w płynie) membrany był mastyks (asfalt mastyksowy). Mastyks składa się z odpowiednio posortowanego kruszywa wapniowego sklejonego zwykłym lub zmodyfikowanym spoiwem bitumicznym w celu uzyskania szczelnej membrany bez żadnych próżni. Mastyks jest stosowany w celu uzyskania wodoodpornej impregnacji dachu, wodoszczelności płyty mostowej i jako drogowa warstwa ścieralna nad warstwą wodoszczelną (patrz Rys. 3.6). Właściwości mastyksu były ulepszone przez dodawanie polimerów, które polepszają elastyczne własności membrany. Mastyks musi zawsze być nakładany ponad podkładem, który pozostaje sztywnym i jest zdolny przejąć rozszerzenie się i kurczenie bez pęknięcia membrany.

Zostało opracowanych kilka płynnie stosowanych membran polimerycznych; są one często używane w projektach odnowienia ponad istniejącym pokryciem dachowym by przedłużyć okres użytkowania dachu.



Rys. 3.6 Mastyks jest układany na powłoce filcowej i tkaninie szklanej okrywających izolację z poliuretanu, która najpierw była łączona (klejona) gorącym bitumem do filcowej warstwy paroszczelnej (*Fotografia udostępniona grzecznościowo przez Permanite Asphalte*)

4. Literatura

- 1 Profiled Metal Roofing Design Guide (MCRMA Technical Paper No.6) Second Edition, The Metal Cladding and Roofing Manufacturers Association, WIELKA BRYTANIA, 2004 (*document may be downloaded from www.mcrma.co. Wielka Brytania*).
- 2 Guide for Single Ply Roofing, Single Ply Roofing Association, London (*document may be downloaded from www.spra.co. Wielka Brytania*).
- 3 Flat Roofing - A guide to Good Practice, Ruberoid Building Products Ltd, WIELKA BRYTANIA, 2002 (*document may be downloaded from www.ruberoid.co. Wielka Brytania*).

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU		Plan rozwoju: Dobór systemu zewnętrznego pokrycia dachowego dla budynków jednokondygnacyjnych (hal)	
Odniesienie			
DOKUMENT ORYGINALNY			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	K Francis	SCI	
Zawartość techniczna sprawdzona przez	G Raven	SCI	
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. WIELKA BRYTANIA	G W Owens	SCI	29/3/06
2. Francja	A Bureau	CTICM	24/3/06
3. Szwecja	B Uppfeldt	SBI	24/3/06
4. Niemcy	C Müller	RWTH	20/3/06
5. Hiszpania	J Chica	Labein	23/3/06
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	13/7/06
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:		Z. Kielbasa, PRZ	
Tłumaczenie zatwierdzone przez:			

Informacje ramowe

Tytuł*	Plan rozwoju: Dobór systemu zewnętrznego pokrycia dachowego dla budynków jednokondygnacyjnych (hal)	
Seria		
Opis*	Opisano podstawowe zagadnienia dotyczące projektowania i doboru możliwych do zastosowania systemów pokryć dachowych na budynki jednokondygnacyjne.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Praktyka
Identyfikator*	Nazwa pliku	D:\ZBIGNIEW KIEŁBASA\TŁUMACZENIE ACCES STEEL\CZĘŚĆ 2\018\SS018a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 23 Pages; 1747kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	Klient, Architekt, Inżynier
Temat*	Obszar stosowania	Budynki jednokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	28/03/2006
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*	Polski	
Kontakt	Autor	K Francis, SCI
	Sprawdził	G Raven, SCI
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	dachy, blachy fałdowe, obudowa, izolacja termiczna, projektowanie koncepcyjne	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	EU
Instrukcje szczególne		