

DACHY ZIELONE

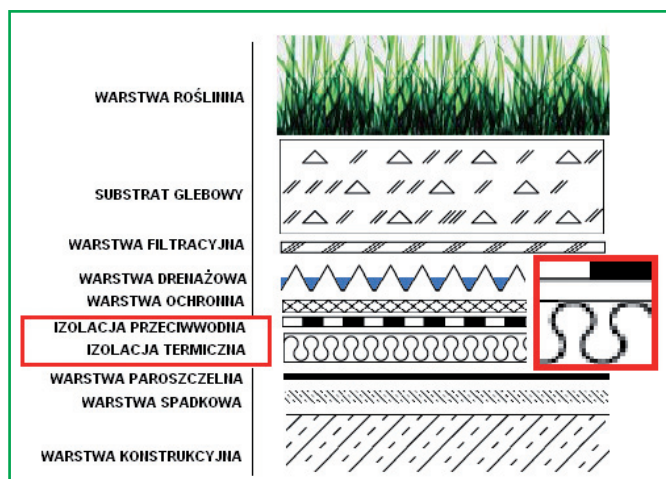
Cz. 2. Rodzaje dachów i technologia ich wykonania

Aby spełnić wymagania obowiązujących norm dotyczące izolacyjności termicznej dachów budowanych nad pomieszczeniami użytkowymi, zgodnie z którymi współczynnik przenikania ciepła U nie powinien przekraczać wartości $0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (PN-EN ISO 6946:1998), należy stosować materiały izolacyjne o wysokich parametrach termicznych i przeciwpożarowych, odporne ponadto na obciążenia warstwami użytkowymi.

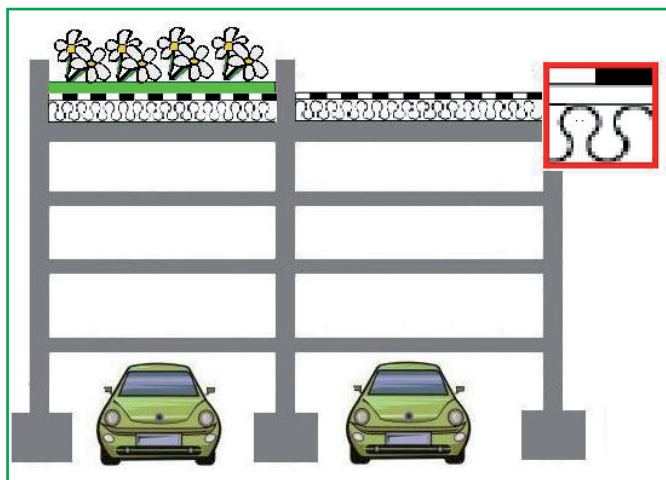
Z punktu widzenia własności termicznych dachy można podzielić na dwa rodzaje: dachy ocieplone i dachy odwrócone.

Dach ocieplony

Ten typ dachu budowany jest w układzie warstw termoizolacja – hydroizolacja, co sprawia, że zastosowana przegroda termiczna pracuje w warunkach stale suchych i jej parametry są niezależne od opadów atmosferycznych. Niemniej w takim układzie należy szczególnie pamiętać o parze wodnej z pomieszczeń użytkowych, nad którymi zbudowany jest



Przekrój dachu zielonego w systemie ocieplonym



Prawidłowe umiejscowienie dachu zielonego w systemie ocieplonym



dach. Para wodna, przedostając się do termoizolacji, powoduje zmianę współczynnika izolacyjności cieplnej warstwy ocieplenia (λ). Ponadto ulegając skropleniu, gromadzi się i przesiąka do pomieszczeń poniżej dachu. Dach ocieplony wymaga zatem wykonania starannej paroizolacji z materiałów o dużym oporze dyfuzyjnym i szczelnych połączeniach.

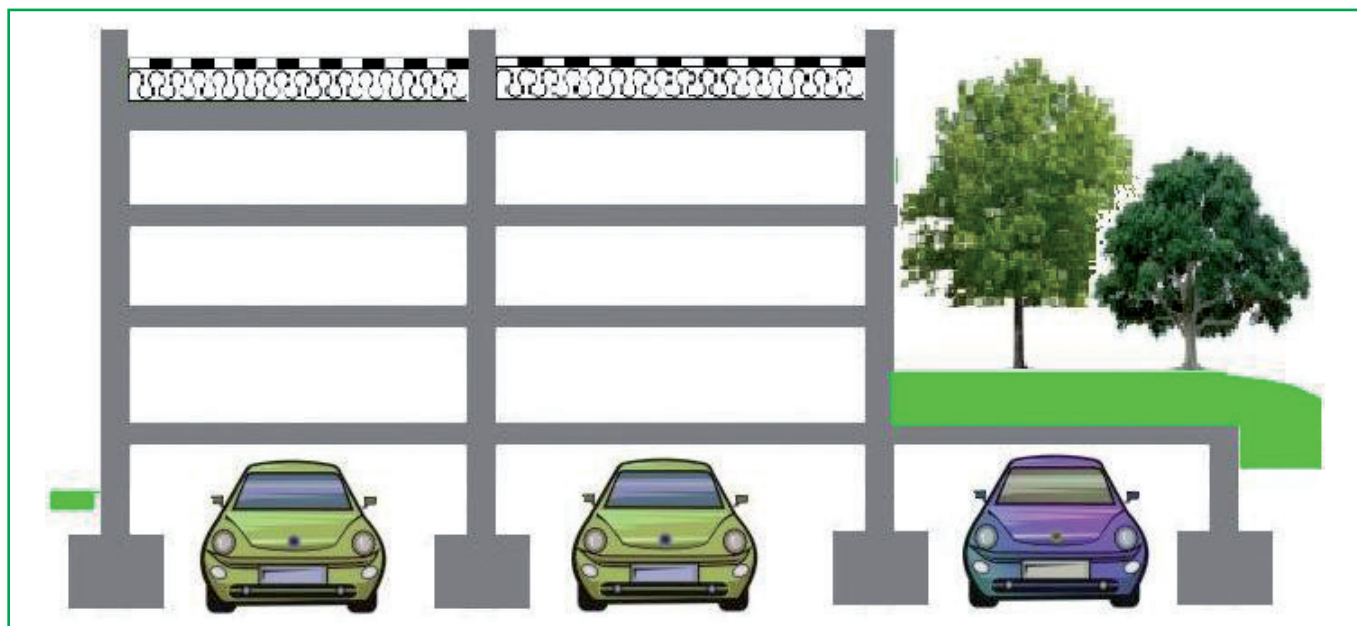
Prawidłowo wykonany układ dachu ocieplonego ma wiele zalet. Jest ekonomiczny, stabilny termicznie, może sprostać wymaganiom przegrody ogniowej oraz, co ważne, łatwo go wykonać na istniejącym dachu, który wymaga poprawy właściwości termicznych. Oczywiście rozwiązanie to nie jest pozbawione wad – dach ocieplony jest szczególnie narażony na uszkodzenia, których skutki są trudne do wyeliminowania. Jeśli woda przedostanie się do warstwy termoizolacji, migruje tam swobodnie i trudno zlokalizować miejsce jej wnikania metodami konwencjonalnymi, a wysuszenie termoizolacji jest procesem długotrwałym, szczególnie w warunkach polskiego klimatu.

W przypadku dachów płaskich ocieplonych należy również pamiętać o ograniczeniach w ich użytkowaniu. Dachy te generalnie nie są dachami użytkowymi, stąd należy przewidzieć ciągi piesze umożliwiające ich konserwację, co oznacza konieczność odpowiedniego wzmocnienia konstrukcji. Dach ocieplony wymaga wreszcie elastycznej warstwy hydroizolacji, która musi współpracować z miękką zwykle izolacją termiczną.

Czy na dachu ocieplonym jest zatem miejsce na dach zielony? Choć nie jest to oczywiste, jednak dach zielony wspomaga dach ocieplony, zabezpieczając go przed czynnikami atmosferycznymi, o których szczegółowo piszę w dalszej części artykułu. Na dachu ocieplonym nie zasadzimy drzewa ani nie założymy pięknego ogrodu. Najczęściej stosuje się na takim dachu nasadzenia ekstensywne, czyli lekkie i niewymagające pielęgnacji.

Dach odwrócony

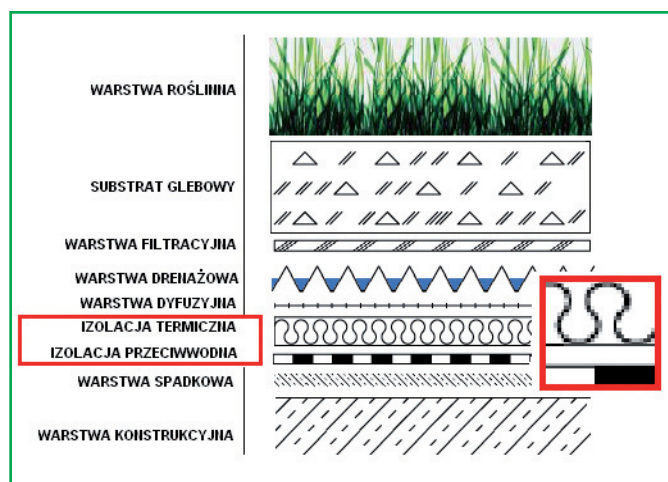
Rozwój ludzkości spowodował nie tylko zmiany w budownictwie czy zmiany w całych układach miast, ale przede wszystkim zmienił ludzi. Dziś większość z nas ma lub chce mieć samochód, a jednocześnie ładne, zadbane, zielone i żywe otoczenie. Taki paradoks zaczęto rozwiązywać poprzez budowanie podziemnych garaży i wykorzystanie ich stropów między innymi w celach użytkowych. Przełom dokonał się w latach 40. ubiegłego wieku za sprawą izolacji termicznych nienasiąkliwych, jednak dopiero wynalezienie metody spieniania



Schemat przekroju budynku z dachem zielonym (intensywnym) nad garażem podziemnym w systemie dachu odwróconego

(ekstruzji) polistyrenu pozwoliło otrzymać całkiem nowy produkt, znany dziś pod nazwą XPS, który zachowuje walory termiczne przy wysokiej odporności na ściskanie.

Schowana pod ziemię konstrukcja, na której chcemy utworzyć wszystkie urządzenia terenowe, musi spełniać wa-



Przekrój dachu zielonego w systemie odwróconym

runki bezpieczeństwa eksploatacji. Umożliwia to metoda wykonywania dachów w tzw. systemie odwróconym, czyli w układzie hydroizolacja + termoizolacja, który zabezpiecza warstwę przeciwwodną przed naciskiem warstw „terenu” wykonywanego na stropie. Taki układ wydaje się ze wszech miar korzystny, niemniej, jak każdy, posiada też swoje wady. Pomimo znikomej nasiąkliwości XPS-u pomiędzy układanymi płytami gromadzi się woda, której obecność obniża parametry izolacyjności termicznej całego układu. Drugą wadą jest niestety cena, obecnie około dwukrotnie wyższa od ceny tradycyjnego styropianu.

Z uwagi na niższe wymagania termiczne dla pomieszczeń nieogrzewanych wady te nie są jednak istotne w przypadku pokrycia płyt garażowych dachem zielonym. Cała konstrukcja budynku jest narażona na różnice temperatur, ulegając na przemian rozszerzaniu się lub kurczeniu. Zastosowanie

już 5-centymetrowej warstwy izolacji termicznej z XPS-u skutecznie eliminuje takie zjawisko i umożliwia wykonywanie dachów zielonych w pełni odtwarzających warunki gruntowe na garażach. Możemy na takim dachu sadzić drzewa i krzewy wśród alejek prowadzących do placów zabaw lub romantycznych fontann. Granica pomiędzy gruntem rodzimym praktycznie zanika i po kilku latach użytkowania trudno dostrzec, gdzie zaczyna się i kończy garaż. Oczywiście poza możliwościami użytkowymi dach zielony na garażu chroni również budynek przed wpływem czynników atmosferycznych, a hałas zastępuje śpiewem ptaków.

Kiedy ogród, a kiedy tylko łąka, czyli dachy intensywne i ekstensywne

Decydując się na dach zielony, musimy zastanowić się nad jego przeznaczeniem i typem nasadzeń, czyli w języku branżowym zdecydować się na dach ekstensywny bądź intensywny. Te obco brzmiące nazwy odnoszą się do podstawowego podziału dachów zielonych ze względu na ich użytkowanie. Oba typy dachów można pod pewnymi warunkami stosować zarówno na dachu ocieplonym i odwróconym, niemniej praktyka dowodzi, że najbardziej racjonalne jest łączenie dachów ekstensywnych z ocieplonymi oraz intensywnych z odwróconymi.

Dach ekstensywny

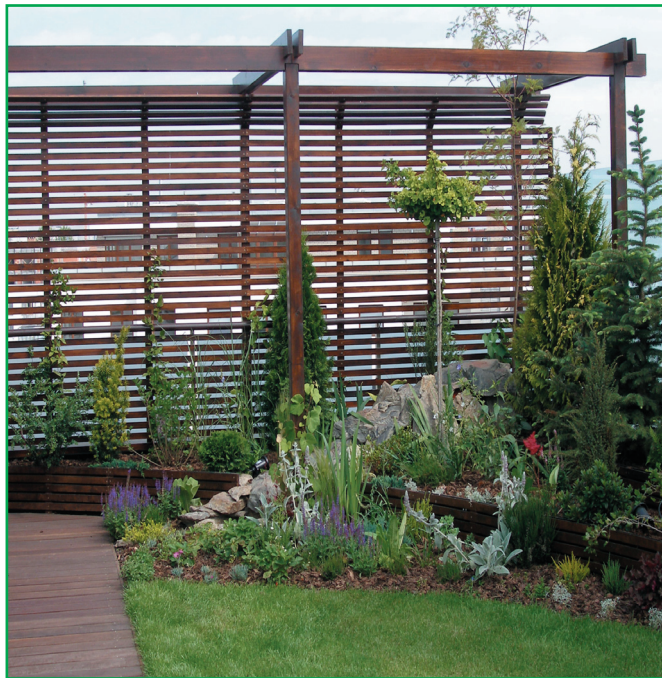
„Ekstensywny” to inaczej „rozległy, obszerny”, co odnosząc do dachu, oznacza zazielenienia na dużych powierzchniach. Ekstensywność to również racjonalizacja kosztów wykonania i pielęgnacji, najprościej rzecz ujmując – tani, łatwy w utrzymaniu, lekki, choć nie zawsze rozległy dach.

Zakładaniu dachów ekstensywnych przyświeca najczęściej jeden cel. Może to być konieczność odtworzenia powierzchni biologicznie czynnej przy niskich nakładach, poprawy termicznej lub odporności ogniowej budynku, gromadzenia wo-

dy opadowej, czy wreszcie stworzenia warunków dla zachowania różnorodności gatunków fauny i flory. Na dachu ekstensywnym sadi się rośliny sucholubne – rozchodniki, zioła, mchy i niektóre trawy. Rozwiązanie to nie wymaga pielęgnacji i stałej obsługi – wystarczy, że raz – dwa razy do roku sprawdzimy, jak się sprawuje. Tego rodzaju nasadzenia można wykonywać na konstrukcjach, które pozwalają jedynie na niewielkie obciążenia, jak np. wieżby drewniane bądź hale stalowe. Można je także stosować wszędzie tam, gdzie walory estetyczne mają drugorzędne znaczenie. Ogólnie rzecz ujmując – różne rodzaje dachów ekstensywnych łączy jedno: nikt ich nie wykorzystuje w celach użytkowych.

Łączenie dachu ekstensywnego z dachem ocieplonym związane jest z racjonalizacją kosztów i dopuszczalnymi ob-

przedsięwzięcia architektonicznego i nie wszystko na dachu zielonym jest trawą lub drzewem. Łatwo pomylić dach intensywny z tarasem upiękaszonym donicami. Tymczasem odróżnia je fakt, że na dachu zielonym rośliny są na trwałe wbudowane w konstrukcję budynku i z nią współżyją.



Ogród intensywny.
Proj. i fot. In Green



Dach ekstensywny na budynku Złote Tarasy w Warszawie.
Fot. Paweł Kożuchowski

ciążeniami konstrukcji budynku. Obydwa rozwiązania są stosunkowo tanie – dach ocieplony nie wymaga stosowania drogich XPS-ów, a dach ekstensywny – kosztownych warstw technicznych i bogatych nasadzeń. Obydwa też najlepiej sprawdzają się nad pomieszczeniami użytkowymi na dachach, po których rzadko się chodzi.

Dach intensywny

Jak sugeruje już sama nazwa, dach intensywny jest przeciwieństwem dachu ekstensywnego. Wielość warstw technicznych, wymagania konstrukcyjne, intensywne nasadzenia i konieczność ich stałej pielęgnacji, a zatem dużo większe koszty, sprawiają, że taki dach jest wykorzystywany głównie do celów użytkowych. Użytkowanie z kolei związane jest z obciążeniem, którym może sprostać dach zbudowany w układzie odwróconym. Możliwości, jakie stwarza dach intensywny, są praktycznie nieograniczone. Wśród bujnej roślinności jesteśmy w stanie na nim wykonać drogi dojazdowe, ciągi piesze, place zabaw, fontanny itp. W tym miejscu należy przypomnieć, że dach zielony to tylko nazwa pewnego

Podział na dachy ekstensywne i intensywne jest dużym uproszczeniem. Na świecie używa się pojęcia dachów semi-ekstensywnych i semi-intensywnych, które wskazuje na nadawanie dachom ekstensywnym niewielkich funkcji użytkowych, a intensywnym – tańszych, stosowanych lokalnie nasadzeń. Jest także wiele przykładów rozwiązań z zastosowaniem technologii dachu zielonego wymykających się regułą tej prostej klasyfikacji. Przykładem są donice wykonywane w konstrukcji budynku czy zielone torowiska w miastach. Również wbudowanie budynku w przyległą skarpe i odtworzenie na niej lokalnej roślinności możemy śmiało określić mianem dachu zielonego.

Dach zielony a czynniki atmosferyczne, zdarzenia losowe i hałas

Działanie wiatru

Z uwagi na fakt, że dachy są nieustannie poddawane siłom naporu lub ssania wiatru, muszą wykazywać się dużą przyczepnością do podłoża osiąganą poprzez mocowanie mechaniczne lub balastowanie. Dociążenie dachu ocieplonego może być wykonane przy pomocy żwiru płukanego o frakcji 16-32 mm układanego na geowłókninie bądź poprzez zastosowanie technologii dachu zielonego. Jest to rozwiązanie równie skuteczne, wymagające jednak odpowiednich nasadzeń i włókien antyerozyjnych, które są nieodzowne z uwagi na to, że siły wiatru wzrastają wraz z wysokością i nie są równomiernie rozłożone na połaci dachu.

Przegrzewanie

Dach wystawiony jest również na stałą ekspozycję promieniowania słonecznego, które powoduje nagrzewanie pokryć dachowych do bardzo wysokich temperatur – w przypadku zastosowania czarnej papy osiągając latem nawet do 80°C. Dach zielony chroni przed takim zjawiskiem o wiele skuteczniej niż balast żwirowy. Rozkład temperatur w warstwach dachu zielonego jest uzależniony od jego budowy, ale można przyjąć, że przy warstwie grubości 10 cm różnice temperatur pomiędzy warstwą roślinności a hydroizolacją dochodzą do 30°C.

Przemarzanie

Zimą, gdy dach jest narażony na oddziaływanie temperatur nawet do -30°C, drastycznie spada elastyczność materiałów użytych do budowy pokrycia, co sprawia, że są one bardziej narażone na uszkodzenia. Szczególnie dotyczy to izolacji przeciwwodnej. Dzięki pokryciu dachu zielenią, to ona jako pierwsza „przejmuje” niskie temperatury, hydroizolacja jest chroniona. Potwierdzają to m.in. wyniki badań przeprowadzonych przez British Columbia Institute of Technology w Kanadzie, które wskazują, że przy temperaturze otoczenia -15°C temperatura na warstwie hydroizolacji pod dachem zielonym waha się w okolicy 0°C. Dach zielony tworzy zatem bardzo skuteczną ochronę przed przemarzaniem, w istotny sposób wpływając także na zmniejszenie kosztów ogrzewania budynków. Z takich dachów ciepło po prostu nie ucieka.

Szok termiczny

Zimą, gdy temperatura otoczenia w ciągu dnia wynosi około 0°C, a dach wystawiony jest na działanie promieni słonecznych, warstwa hydroizolacji osiąga temperaturę 8-10°C, w nocy schładzając się nawet do -15 stopni. Takie skoki temperatur to szok termiczny dla izolacji. Podobnie latem, gdy na rozgrzany słońcem do 80°C dach spadnie ulewny deszcz, schładzając go nagle do temperatury czterokrotnie niższej. Szoki termiczne, jakich doznaje pokrycie dachowe, są jedną z głównych przyczyn jego przyspieszonego starzenia. Choć efekty szoku termicznego nie są tak łatwo dostrzegalne latem, po zimie, gdy elastyczność pokryć dachowych gwałtownie spada, często pojawiają się widoczne pęknięcia bądź rozwarstwienia. Dach zielony jest rozwiązaniem szczególnie skutecznym, ponieważ kumulując w swojej masie ciepło, zmniejsza odczuwalne przez pokrycie dachowe zmiany temperatur.

Gradobicie

Jednym z najgroźniejszych czynników atmosferycznych dla pokryć dachowych jest gradobicie. Spadające z impetem bryły lodu, uderzając w często zmarzniętą izolację, powodują jej poważne uszkodzenia. Bryłki gradu spadają z prędkością co najmniej 17 m/s i „ostrzał” o takiej sile musi wytrzymać folia hydroizolacyjna (według normy DIN 18531-2). Pamiętać

jednak należy, że testy przeprowadza się zawsze na nowym materiale, nie uwzględniając one zatem zmian spowodowanych procesami starzenia. Najbardziej narażone na skutki gradobicia są dachy ocieplone, stąd też naturalna osłona w postaci dachu zielonego jest skuteczną ochroną konstrukcji dachowych, amortyzując siłę uderzeń gradu.

Opady

Wszystkie pokrycia dachowe skutecznie sobie radzą w przypadku przeciętnych opadów. Niestety, na skutek zmian klimatu coraz częściej obserwujemy bardziej gwałtowne zjawiska atmosferyczne, do których należą opady krytyczne. Dachy zielone, działając jak gąbka, zdecydowanie opóźniają falę opadową i regulują odbiór wody deszczowej. Woda ta jest przesączała przez kolejne warstwy i czasowo magazynowana w warstwach technicznych i substracie. Skuteczność absorpcyjna jest oczywiście zależna od układu i grubości warstw dachu zielonego. Podczas gdy współczynnik spływu wody [Ψ] z powierzchni dachu konwencjonalnego równa się 1, jego wartość dla dachu zielonego jest trzykrotnie niższa i wynosi 0,3.

Promieniowanie ultrafioletowe

Promieniowanie UV jest kolejną przyczyną przyspieszonego procesu starzenia się pokryć dachowych. Chronieni przez cały system kremów i maseczek do opalania zapominamy, że najbardziej wyeksponowana część naszego domu jest niezabezpieczona przed słońcem. Dach zielony także w tym przypadku ujawnia swoje zalety, pochłaniając promienie UV i skutecznie przedłużając żywotność warstw izolacji.

Pożar

Obok czynników atmosferycznych budynek narażony jest również na zdarzenia losowe, spośród których do najgroźniejszych należą pożary. Chociaż przepisy przeciwpożarowe w Polsce nie uwzględniają dzisiaj dachów zielonych jako skutecznej bariery ogniowej, ich rola w tym względzie została dostrzeżona już setki lat temu, wystarczy wspomnieć budowniczych twierdzących o fortyfikacji. Na świecie przeciwpożarowe funkcje dachów zielonych wróciły do łask i są coraz częściej uznawane, zalecane i wykorzystywane w praktyce architektonicznej.

Hałas

Dachy zielone skutecznie tłumią także wielkomiejski hałas. Tam, gdzie dawniej szumiały wyłącznie drzewa, dziś często znajduje się lotnisko, trasa szybkiego ruchu czy fabryka. Budynki, które zostały wybudowane w cichym, sennym otoczeniu, atakowane są dziś masą decybeli oddziałujących nie tylko na komfort mieszkańców, ale także na stan techniczny budowli. Także i tu z pomocą może przyjść technologia dachu zielonego, który rozprasza i pochłania fale dźwiękowe, obniżając poziom hałasu nawet o 20–30 decybeli.

