

## Zielone dachy

Zielone czyli porośnięte roślinnością dachy uważa się u nas często za rzecz nie tylko dziwną, ale przede wszystkim całkiem zbyteczną. Kojarzą się one z wilgocią, gnijącym stropem, pleśnią; osoba patrząca na taki dach wróży mu szybkie zawalenie. Prawda jest zupełnie inna - prawidłowo założony zielony dach ma wiele zalet. Nie tylko zdobi budynek, ale także przynosi praktyczne korzyści. Najważniejsze z nich to:

- ochrona dachu przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni ultrafioletowych, oraz zmniejszenie nagrzewania się dachu w czasie upałów; dzięki temu dach narażony jest on na znacznie mniejsze różnice temperatury. Różnice te w skali rocznej wynoszą na dachach krytych zielenią ok.  $30^{\circ}\text{C}$ , a na dachach konwencjonalnych ok.  $100^{\circ}\text{C}$  (dach pokryty papą nagrzewa się latem do ponad  $80^{\circ}\text{C}$ ). Te właściwości powodują że zielone dachy są długowieczniejsze, przynajmniej dwukrotnie.
- właściwości izolacyjne, które poprawiają klimat wewnątrz budynku, tj. przeciwdziałają przegrzaniu latem i chronią przed utratą ciepła zimą. Warstwa roślin i gleby spełnia rolę izolacji, a zachodzące w niej procesy biochemiczne dostarczają dodatkową niewielką ilość ciepła. Oszczędność energii wynosi od 10% do 30% w porównaniu z dachami konwencjonalnymi. Jak wykazały badania przy zewnętrznej temp -  $15^{\circ}$  temperatura na poziomie uszczelnienia wyniosła 0

W miastach zielone dachy pozwalają odzyskać dla zieleni zabudowaną powierzchnię parceli i przejmują część funkcji terenów zieleni:

- pochłaniają dwutlenek węgla i wydzielają tlen,
- zatrzymują kurz i inne zanieczyszczenia powietrza - ok. 200g kurzu/m<sup>2</sup>
- nawilżają i jonizują ujemnie powietrze, w upalny dzień wyparowują ok 0.5 l wody/m<sup>2</sup>
- tłumią hałas-zależnie od grubości warstw mierzone zmniejszenie hałasu do 46dB
- magazynują przejściowo i czyszczą wodę opadową, (potrafią przechwytywać ołów i kadm w ok.90%),
- odciążając sieć kanalizacyjną, gdyż powoli oddają zmagazynowaną wodę lub ją wyparowują poprawiając klimat. Współczynnik spływu dla dachów ekstensywnych waha się  $\phi = 03 - 05$ , dla intensywnych jest jeszcze wyższy. Z tego powodu (odciążanie sieci kanalizacyjnych oraz działanie antypowodziowe) w miastach Nadrenii - Westfalii dopłacane jest 30 DM do 1 m<sup>2</sup> zazieleni dachowych
- stanowią cenne siedlisko dla flory i fauny,
- odpowiednio ukształtowane mogą pełnić funkcje rekreacyjne dla ludzi jako ogrody na dachach.

Zielone dachy czy ogrody na dachach nie są bynajmniej pomysłem współczesnym. Znano je już w VI w. pne w Babilonii. Były to słynne wiszące ogrody Semiramidy. W basenie Morza Śródziemnego do powstawania ogrodów na dachach przyczynił się kult Adonisa. Ku jego czci dekorowano doniczkami i misami pełnymi kwiatów ściany i płaskie dachy domostw. Podobnie ozdabiano domy rzymskich patrycjuszy.

Z zielonymi dachami o bardziej utylitarnym przeznaczeniu spotykamy w Europie Północnej. Skandynawowie stosowali je od wieków jako ochronę przed surowym klimatem i do tej pory są one charakterystycznym elementem północnego krajobrazu, a w szczególności Norwegii i Islandii.

Zielone dachy zakładano nie tylko dla ich właściwości estetycznych czy termoizolacyjnych. Ze względów przeciwpożarowych w XIX wieku w Berlinie i w niektórych miastach Śląska powstały setki dachów trawiastych. Zielone dachy stosowano od wieków w fortyfikacjach i obiektach militarnych.

W latach dwudziestych XX w. Le Corbusier uczynił ogród na dachu punktem programowym nowej architektury. Twierdził, że ogród na dachu będzie ulubionym miejscem przebywania mieszkańców budynku.

Obecny rozwój zielonych dachów na zachodzie Europy podyktowany jest głównie względami ekonomicznymi oraz ekologicznymi. Powstało wiele wyspecjalizowanych firm wykonawczych, rozwinęto cały szereg wyrafinowanych systemów zazieleniania, dotuje się, (np. w Niemczech), inwestycje w tej dziedzinie. Istnieje tam szacunkowo ok.20 milionów m<sup>2</sup> zielonych dachów

Zazielenić można nie tylko dachy płaskie, ale i spadziste do ok. 45°

Ze względu na obciążenia i rodzaj szaty roślinnej zielone dachy dzielimy na intensywne i ekstensywne.

**dachy zazielenione ekstensywnie** - o cienkiej warstwie substratu glebowego (ok.5-15 cm grubości), o ciężarach 50 - 250 kg/m<sup>2</sup>. porośniętych roślinnością posiadającą duże zdolności regeneracyjne dopasowaną do ekstremalnych warunków siedliskowych. Powinny być to rośliny naturalnych środkowoeuropejskich zbiorowisk sucholubnych, głównie mchy, sukulenty (np rozchodniki) trawy i zioła .

Stosuje się zwykle specjalnie chodowaną darń z rozchodników i traw czy sadzonki, można również stosować zmielone rozchodniki czy wysiew (suchy lub mokry). specjalnie dobranych mieszanek nasion (skład mieszanek określa norma RSM 6.1). Na dachach spadzistych stosuje się zwykle darń, istnieją też metody mieszane.

Można je zakładać na budynkach mieszkalnych i przemysłowych, domkach letniskowych lub garażach.

Najłatwiej zakłada się zieleni na dachach o nachyleniu połaci do 20°.

Dachy strome wymagają dodatkowego stosowania siatek, listew lub porowatych tworzyw zapobiegających osuwaniu się substratu glebowego i roślin.

Dachy płaskie wymagają stosowania warstwy drenażowej.

Zazielenienia **jednowarstwowe** wykonywać można na dachach o spadkach większych od 3%. Najstarszym (jednowarstwowym) sposobem zazieleniania dachów, stosowanym jeszcze przez wikingów było układanie pobranej z suchych siedlisk darni bezpośrednio na uszczelnieniu (wtedy. z kory brzozonej), z czego pierwsza warstwa kładziona była korzeniami do góry i pokrywana normalnie ułożoną następną warstwą.

Substraty stosowane w zazielenieniach jednowarstwowym nie powinny zawierać tzw. cząstek spławialnych.

### Zazielenienia **wielowarstwowe**

Układ warstw dotyczy zarówno form ekstensywnych jak i intensywnych zieleni. Ich skład wchodzi wg norm FLL 6.1. kilka warstw funkcyjnych: izolacja dachu, oddzielająca, przeciwkorzenna, ochronna, drenująca, filtrująca, wegetacyjna

#### - *Warstwa wegetacyjna*

Warstwa wegetacyjna to warstwa intensywnie przerośnięta korzeniami stanowiąca podłoże rozwoju roślin. Musi ona posiadać stabilną strukturę, gromadzić wodę jednocześnie oddawać jej nadmiar do warstwy drenującej. Nawet w stanie przesylenia wodą musi zawierać powietrze. Te warunki spełnić mogą tylko substraty tzw. szkieletowe, pozbawione cząstek spławialnych, które wymywane do warstwy filtrującej uniemożliwiają długofalowo prawidłowe funkcjonowanie zazielenienia. Gleby naturalne, szczególnie drobnocząstkowe są zatem praktycznie nieprzydatne (jedynie jako ewentualna domieszka) do zazieleni dachowych. Ich stosowanie- (dość powszechny błąd) powoduje że w ekstremalnych sytuacjach (np. długotrwałe opady) warstwa wegetacyjna zamienia się w błotnistą mazię mogącą wręcz spływać z dachu, lub w wypadku długotrwałej suszy - spękaną skorupę. W tych warunkach uzyskanie stabilnej szaty roślinnej jest niemożliwe a dach porastają głównie zbiorowiska ekspansywnych i praktycznie nie stabilizujących gleby jednorocznych (terofyty) tzw. roślin ruderalnych.

Warstwy wegetacyjne wykonuje się zwykle z substancji porowatych (dobra akumulacja wody i niski ciężar) jak lava wulkaniczna, kruszone keramzyty czy coraz częściej uzyskiwana w wyniku recyklingu materiałów budowlanych - mielona cegła.

Substraty zbyt lekkie mogą być z kolei również niekorzystne ze względu na możliwość erozji wietrznej.

Skład mechaniczny substratów do zazieleni ekstensywnych wielowarstwowym określają normy FLL

Warstwy wegetacyjne muszą poza tym odpowiadać normom FLL w zakresie 19 właściwości takich jak między innymi:

- Zawartość objętościowa substancji mineralnych
- Skład mechaniczny
- Zawartość substancji organicznej
- Mrozoodporność
- Stabilność strukturalna
- Współczynnik filtracji
- Pojemność wodna
- Zawartość powietrza

- pH
- zasolenie
- zawartość wapnia
- stosunek C/N
- łatwopalność

#### - *Warstwa filtrująca*

Warstwa filtrująca przeciwdziała przedostawaniu się drobnych cząstek z substratu do warstwy drenującej. Zwykle stosowane są tu geowłókniny o ciężarze 100 - 200g/m<sup>2</sup> o wielkości porów < 0,2mm. Normy definiują właściwości jak: odporność mechaniczna, właściwości filtracyjne, przepuszczalność. itp

#### - *Warstwa drenująca*

Warstwa drenująca służy nie tylko odprowadzaniu nadmiaru wody z warstwy wegetacyjnej, ale i powinna posiadać pewne właściwości retencyjne. Dodatkowo chroni niżej znajdujące się warstwy. Może być wykonana z żwiru (niekorzystne zdolności zatrzymywania wilgoci oraz wysoki ciężar), lawy, bimsu, keramzytów, żuzli (o ile nie zawierają soli czy metali ciężkich) czy gruzu ceglanego.

Produkowane są również specjalne płyty czy maty drenujące z tworzyw sztucznych. Normy definiują takie właściwości jak:

- Skład mechaniczny (różny w zależności od typu zazielenienia)
- Mrozoodporność
- Stabilność strukturalna
- Współczynnik filtracji
- Pojemność wodna
- pH
- zasolenie
- zawartość wapnia

#### *Warstwa ochronna -*

Warstwa ochronna przeciwdziała uszkodzeniom uszczelnienia mogącym wystąpić w trakcie realizacji założenia. Jeśli obaw takich nie ma, można z warstwy tej zrezygnować. Dokładniej definiuje ten problem norma DIN18195 .

#### - *Warstwa przeciwwodna*

Warstwa przeciwwodna przeciwdziała wnikaniu korzeni do niżej leżących warstw. Jeśli izolacja przeciwwodna jest jednocześnie odporna na przerost korzeni, nie ma potrzeby stosowania osobnej warstwy przeciwwodnej. Zwykle stosowane są tu folie

hydroizolacyjne PCW PE lub EPDM. Izolacje bitumiczne muszą posiadać specjalne dodatki lub wkładki z folii miedzianej. Porównaj normy DIN 4062, DIN4038 DIN18195

#### - Warstwa odzielająca

Warstwa odzielająca jest niezbędna gdy między warstwami izolacji może dochodzić do nieporządanych reakcji chemicznych, np. pomiędzy izolacją bitumiczną a foliami PCV.

### **Zazielenienia intensywne**

Zazielenienia intensywne - które można też nazwać ogrodami na dachach- obejmują nasadzenia z bylin, krzewów drzew jak i również trawniki. Wymagają one regularnej pielęgnacji oraz nawadniania,

Mogą one pokrywać całe powierzchnie dachu lub być zrealizowane punktowo.

Ich użytkowanie jak i możliwość aranżacji jest porównywalna z założeniami zieleni realizowanymi na normalnym gruncie. Są one realizowane na dachach płaskich lub o niewielkim spadku (do 5%). Warstwa drenażowa służy zwykle również retencji wody. Poziom wody regulowany jest poprzez odpływy dachowe i musi zachować odpowiednią odległość - zależną od rodzaju filtra - od warstwy wegetacyjnej. W przypadku spadków dachu stosuje się system progów zatrzymujących wodę

Nawadnianie odbywa się zwykle poprzez system automatycznych wentyli z pływakami. Jeden wentyl przewidziany jest na ok 400 m<sup>2</sup>

Zazielenienia intensywne można podzielić na proste (coś pomiędzy ekstensywnymi i intensywnymi,) o ciężarach 250 - 350 kg i porośnięte bylinami krzewami odpornymi na przejściowe suche okresy,

oraz Intensywnymi >350 kg. (do zwykle ok 600 kg). Mogą rosnąć w nich nie tylko krzewy ale i drzewa.

Krzewy a w szczególności drzewa stosowane do zazieleniania dachów są zwykle odpowiednio szkółkowane tak by wakształcały płaski system korzeniowy.

Często stosowane są specjalne siatki czy maty ukorzeniające co pozwala na lepsze związanie drzew czy krzewów do podłoża i stabilizuje rośliny przed naporem wiatru.

Należy unikać sadzenia na dachach gatunków wybitnie ekspansywnych o agresywnym systemie korzeniowym - jak brzozy, wierzby czy sumaki

Specjalną formę stanowią dachy bagienne , porośnięte szuwarem oraz zbiorniki wodne, często zakładane bezsubstratowo czy na specjalnych samonośnych tkaninach (np.Repotex). Stosowane są tu rośliny repozycyjne hodowane bezsubstratowo systemem florekult czy tzw.fytolizy. Dachy takie mogą spełniać dodatkowo funkcje czyszczenia i retencji wód opadowych czy ścieków.

Przed rozpoczęciem budowy musimy sprawdzić wytrzymałość konstrukcji dachu. W zależności od rodzaju pokrycia roślinnego i substratu glebowego trzeba się liczyć z ciężarem pokrycia dachowego od 30 do 300 kG/m<sup>2</sup>. Obciążenie zależy od rodzaju posadzonych roślin i typu substratu glebowego (i oczywiście jego grubości). Należy także uwzględnić ciężar pokrywy śnieżnej.

Ciężar samej roślinności (bez substratu glebowego) w stanie wilgotnym:

darn	ok. 5 kG/m <sup>2</sup>	(0,05 kN/m <sup>2</sup> )
byliny i niskie krzewy	ok. 10 kG/m <sup>2</sup>	(0,1 kN/m <sup>2</sup> )
krzewy do 1,5 m	ok. 20 kG/m <sup>2</sup>	(0,2 kN/m <sup>2</sup> )
krzewy do 3m	ok. 30 kG/m <sup>2</sup>	(0,3 kN/m <sup>2</sup> )

Ciężar warstwy wilgotnego substratu glebowego o grubości 1 cm:

torf	ok. 7 kG/m <sup>2</sup>	(0,07 kN/m <sup>2</sup> )
torf z ziemią (3:7)	ok. 15 kG/m <sup>2</sup>	(0,15 kN/m <sup>2</sup> )
keramzyt	ok. 4 kG/m <sup>2</sup>	(0,04 kN/m <sup>2</sup> )
piasek	ok. 20 kG/m <sup>2</sup>	(0,20 kN/m <sup>2</sup> )

## **ROSLINY NA ZIELONE DACHY - (ZALOZENIA EKSTENSYWNE)**

1. Substrat glebowy o grubości do 2,5 cm:

- mchy, rozchodniki (*Sedum*), szczypiorek (*Alium schoenoprasum*), wiechlina spłaszczona (*Poa compressa*).

2. Substrat glebowy o grubości do 3.5 cm grubości:

- gatunki wymienione w pkt 1 oraz rojniki (*Sempervivum*), skalnica gronkowa (*Saxifraga aizoon*), kostrzewa sina (*Festuca glauca*), sesleria skalna (*Sesleria varia*), ostnica włosowata (*Stipa capillata*), perlówka orzęsiona (*Melica ciliata*), drzączka średnia (*Briza media*), smagliczka górską (*Alyssum montanum*), kosaciec niski (*Iris pumila*), goździk kartuzek (*Dianthus carthusianum*), jastrzębiec kosmaczek (*Hieracium pilosella*), lawenda (*Lavandula vulgaris*), szalwia łąkowa (*Salvia pratensis*), złocień właściwy (*Chrysanthemum leucanthemum*), macierzanka piaskowa (*Thymus serpyllum*)

3. Substrat glebowy o grubości do 8 cm:

- gatunki wymienione w pkt 1 i 2 oraz stokłosa prosta (*Bromus erectus*), stokłosa dachowa (*B.tectorum*), kostrzewa owcza (*Festuca ovina*), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*), rumian żółty (*Anthemis tinctoria*), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale*), dzwonek okrągłolistny (*Campanula rotundifolia*)