Zielone dachy

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 Sródziemnego 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 termo-izolacyjnych. Ze względów przeciwpożarowych w XIX wieku w Berlinie i czy niektórych miastach Sląska 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, rozwinięto cały szereg wyrafinowanych systemów zazieleniania, dotuje się, (np. w Niemczech), inwestycje w tej dziedzinie. Istnieje tam szacunkowo ok.28 milionów m^2 zielonych dachow

Zazielenić mozna 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 oraz dachy bagienne

Dachy zazielenione ekstensywnie - o cienkiej warstwie substratu glebowego (ok.5-15 cm grubości), o ciężarach 50 - 250 kg/m^2. porośniętych roślinnością posiadającą duże zdolności regeneracyjne dopasowaną do ekstremalnych warunków siedliskowych.
Powinny być to rośliny naturalnych środkowoeutopejskich 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).
pecjalnie dobranych mieszanek nasion (skład mieszanek okresla norma RSM 6.1).
Na dachach spadzistch stosuje się zwykle darń, istnieją też tzw. metody mieszane.

Można je zakładać na budynkach mieszkalnych i przemysłowych, letniskowych lub garażach.
Najłatwiej zakłada się zieleń na dachach o nachyleniu połaci do 30 ^{0} .
Dachy strome wymagają dodatkowego stosowania siatek, listew lub porowatych tworzyw zapobiegających osuwaniu się substratu glebowego i roślin.
Dachy plaskie wzmagaja stosowania warstwy drenujacej.

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 brzozowej), z czego pierwsza warstwa kładziona była korzeniami do góry i pokrywana normalnie ułożoną następną warstwą.
Substraty stosowane w zazielenieniach jednowarstwowych 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 przesycenia wodą musi zawierać powietrze. Te warunki spełniac 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 zazieleń dachowych. Ich stosowanie- (dość powszechny błąd) powoduje ze 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 lawa 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.

Warstwy wegetacyjne muszą pozatym odpowiadać normom FLL w zakresie 19 właściwości takich jak miądzy 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/m2 o wielkośći porów< 02mm. Normy definiują właśćiwości 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 waściwości 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.

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 przeciwkorzenna
Warstwa przeciwkorzenna przeciwdziała wnikaniu korzeni do niżej leżących warstw. Jeśli izolacja przeciwwodna jest jednocześnie odporna na przerost korzeni, nie ma potrzeby stosowania osobnej warstwy przeciwkorzennej. Zwykle stosowane są tu folie hydroizolacyjne PCW PE lub EPDM. Izolacje bitumiczne muszą posiada specjalne dodatki lub wkładki z foli miedzianej. Porównaj normy DIN 4062, DIN4038 DIN18195

- Warstwa odzielająca
Warstwa odzielająca jest niezbędna gdy międza 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 pływakiem. Jeden wentyl przewidzany jest na ok 400 m^2

Zazielenienia intensywne można podzielić na proste (coś pomiędzy ekstensywnymi i intensywnymi,) o ciężarwch 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.
Istnieją wyczerpujące tabele z wykazami gatunków które mogą być stosowane na dachy zależnie od grubośći warstw i ekspozycji, lecz ze względu na różnice klimatyczne między Polską a Zachodem ich zastosowanie w kraju jest ograniczone.
Należy unikać sadzenia na dachach gatunków wybitnie ekspansywnych o agresywnym systemie korzeniowym - jak brzozy, wierzby czy sumaki

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 ^{2}. 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^2	(0,05 kN/m^2)
byliny i niskie krzewy	ok. 10 kG/m^2	(0,1 kN/m^2)
krzewy do 1,5 m	ok. 20 kG/m^2	(0,2 kN/m^2)
krzewy do 3m	ok. 30 kG/m^2	(0,3 kN/m^2)

Ciężar warstwy wilgotnego substratu glebowego o grubości 1 cm:

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

Zalety konwencjonalnych zazieleń dachowych

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 ^{0} C, a na dachach konwencjonalnych ok.100 ^{0} C (dach pokryty papą nagrzewa się latem do ponad 80 ^{0} C).
Te własciwości 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° temperatura na poziomie uszczelnienia wyniosła 0.

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

- pochłaniają dwutlenek węgla i wydzielają tlen,

- zatrzymują kurz i inne zanieczyszczenia powietrza - ok. 200g kurzu/m^2
- nawilżają i jonizują ujemnie powietrze, w upalny dzień wyparowują ok 0.5 l wody/m^2
- tłumią hałas-zależnie od grubości warstw mierzono zmniejszenie hałasu do 46dB
- magazynują przejściowo i czyszczą wodę opadową, (potrafią przechwytywać ołów i kadm w ok.90%),
- odciążając sieć kanalizacyjną, gdyz powoli oddają zmagazynowaną wodę lub ją wyparowują poprawiając klimat. Współczynnik spływu dla dachów ekstensywnych waha się φ = 03 - 05 , dla intensywnych jest jeszcze wyższy. Z tego powodu (odciążanie sieci kanalizacyjnych oraz działanie antypowodziowe) w miastach Nadrenii - Westfalii doplacane jest 15^0 do 1 m2 zazieleń dachowych
- stanowią cenne siedlisko dla flory i fauny,
- odpowiednio ukształtowane mogą pełnić funkcje rekreacyjne dla ludzi jako ogrody na dachach.

Multifunkcjonalny dach bagienn

Zazielenienia multifunkcjonalne – dachy bagienne

Pod pojęciem zazieleń multifunkcjonalnych rozumie się rodzaj zielonych dachów, powstałych przy zastosowaniu roślin bagiennych, gdzie aspekty wykorzystania i retencji wód opadowych, oczyszczania, oszczędnośći energii oraz kosztów inwestycyjnych zostały zoptymalizowane.

Zazielenienia multifunkcjonalne posiadaja, poza ogólnie opisanymi wlasciwościami dla zielonych dachów konwencjonlanych, szereg dodatkowych interesujących cech

- Wysoka zdolność do transpiracji zbiorowisk bagiennych (800- 1600 mm/m^2 /rok) Powoduje wyższą efektywność wpływu na mikroklimat oraz regulacje temperatury wewnątrz budynku zdolność do ochładzania mikroklimatu jest szczególnie cenna w intensywnej zabudowie miejskiej.odbieranie ciepła w procesie parowania wpływa pozytywnie na regulację tempeatury wewnatrz budynków. (Efekt ten został wykorzystany w produkującej napoje firmie Possmann we Frankfurcie do chłodzenia wód technologicznych).

- Dachy bagienne oddając znaczną ilość wody do atmosfery -odciążaja w znacznym stopniu sieci kanalizacyjne,- (intensywniej niz zielone dachy konwencjonalne), dlatego też stanowią element działań przeciwpowodziowych

- Zbiorowiska szuwarowe cechuje wysoka efektywność oczyszczenia wód mogą być zatem wykorzystane do oczyszczania zbiorników wodnych jak stawy ozdobne czy kąpielowe.

- Czyszczane mogą być również wody technologiczne bądz scieki- w szczególności tzw. ścieki szare

Przykładowo w fabryce maszyn rolniczych w John Deere w Mannheim czyszczone są ścieki z lakierni,
Firma Emschermann wykorzystuje dach bagienny jako oczyszczalnie ścieków bytowych. Szczególnie interesujące może być wykorzystanie dachów bagiennych do oczyszczania tzw. scieków szarych przed ich ponownym wykorzystaniem do np. spłuczek toaletowych, pralki czy podlewania ogrodu

- Zborowiska szuwarowe należą do przyrodniczo szczególnie cennych i rzadkich w zurbanizowanym środowisku biotopów

- Jako powierchnia biologicznie czynna jest uwzględniana w bilansie zabudowy i bilansie ingerencji- kompensacji, co przekłada się na aspekt finansowy.

- Dachy bagienne bezsubstratowe projektowane na niewielką retencje są lekkie, tak Ze mogą być realizowane na prawie każdym dachu

Roślina hod.bezsubstratowo Pływająca mata Repotex

Technika wykonywania dachów bagiennych

Uszczelnienie oraz warstwy ochronne jak i wszelkie detale powinny być wykonywane zgodnie z obowiązującymi normami FLL dotyczącymi realizacji zielonych dachów, natomiast warstwy leżące ponad uszczelnieniem różnią się znacznie od zielonych dachów konwencjonalnych Cieżar dachów bagiennych wynosi średnio między 50- 200 kg., co jest zależne głównie od projektowanej retencji. Nakłady pielęgnacyjne zbliżone są do kosztów pielęgnacyjnych dachów ekstensywnych lub prostych dachów intensywnych. .Dachy bagienne muszą mieć zagwarantowane wystarczające zaopatrzenie w wodę w długotrwałych suchych okresach. O ile dach nie został zaprojektowany do czyszczenia wody, pompowana jest zbierana w cysternach woda opadowa.

Generalnie dachy bagienne można podzielić na dachy płaskie i spadziste

Dachy płaskie

Dachy bezsubstratowe

Na uszczelnionym dachu płaskim zostają rozłożone bezsubstratowe płaty wegetacyjne, (na całości dachu lub w postaci wysp) uprzednio do tego celu przygotowane.
są to maty wykonane metodą “fytolizy” (Phytolyse®) , gdzie splecione korzenie helofytów tworzą zwartą można by rzec „tkaninę“, Tak przygotowany mateiał dzielony jest mniejsze fragmenty i podobnie jak trawa z rolki rozkładany na dachu
Zaletą jest prostota wykonania, oszczędność materiału oraz zredukowany ciężar.
Wadą- niższa zdolność filtracji i akumulacji w porównaniu z dachami na substracie oraz przejściowo ograniczona stabilność w okresie bezpośrednio po wykonaniu

Dachy wykonane na substracie

Uszczelniony dach pokryty zostaje warstwą substratu w którym rozmieszcza się Rośliny bagienne produkowane np metodą Logotainer®. Stosując tą metodę można odpowiednio dobrać substrat by uzyskć dodatkową eliminację zanieczyszczeń lub substancji biogennych z przypływającej wody .
Substraty o dużej powierzchni czynnej jak lawa, perlit, kruszona cegła, keramzyt, bims czy torf .Gwarantują one powstanie rozległej bakteryjnej tzw „błony biogicznej“ mającej podstawowe znaczenie w eliminacji zanieczyszczeń organicznych.
Dodatek substratów takich jak wapienie, zamonit, dolomity, hematyt itp. pozwala wiązać chemicznie zanieczyszczenia i niektóre związki biogenne jak np. fosforany
Stosując adsorbery jonowe (zeolity, minerały ilaste) wiązać można substancje biogenne czy inne substancje które chycemy wyeliminować (np. Laponit do eliminacji cynku). W praktyce dobierane są zwykle mieszanki dostosowane do chemizmu oczyszczanej wody, warunków hydraulicznych, gwarantujące optymalny efekt zarówno pod względem chemicznym, biologicznym z uwzględnieniem czynników ekonomicznych

Dachy płaskie z zastosowaniem mat typu Repotex

Stosując maty pływające, wyposażone w struktury pozwalające na unoszenie się tkaniny na powierzchni wody (Repotex S), uzyskać można zazielenienia dachowe o dużej zdolności retencyjnej, dobrze znoszące wahania poziomu wody,

Stosowane mogą być również maty zakotwiczone, (Repotex U) na stałe wyposażone w struktury magazynujące wodę. Retencja wód odbywa sie wtedy nad powierzchnią roślin.
Zależnie od funkcji dachu mata posiadać może warstwę ograniczającą transpirację

Rośliny repozycyjne są po prostu rozkładane na macie w ilości 5- 8 sztuk (Logotainer) lub 2- 3 szt. (Phytolyse). Korzenie szybko przerastają maty i stabilizują się w ten sposób mechanicznie.
Na dachach spadzistych rośliny wtykane są bezpośrednio w matę.

Dachy płaskie zasilane moga być w sposób ciągły szczególnie wtedy gdy ich funkcją jest oczyszczanie wód lub braki wody mogą być uzupełniane w okresach suszy (dachy retencyjne) co zwykle regulowane jest przy pomocy czujnika sterującego pompą .

Dachy spadziste

Dachy tego typu posiadają ograniczoną zdolność renencji wody, muszą być w nią stale zaopatrywane. Zasilanie może odbywać sie w sposób ciągły jak i pulsacyjny. .Ze względu na potrzebe ciągłej dostawy wody ich budowa jest głównie realizowana w powiązaniu z funkcją czyszczenia wody lub regulacji mikroklimatu Istotnym elementem dachu jest system równomiernego rozprowadzania wody na całej powierzchni.
Dachy o niewielkim spadku wykonać można na substratach jak dachy płaskie .
Gdy spadki uniemożliwiają stworzenie stabilnego podloża dla roślin stosuje sie maty typu repotex wyposażone w struktury zatrzymujące wilgoć

Takanina Repotex to mata z materialu z materiałów nierozkładnych posiadaj na wierzchu warstwę przeciwdzialajacą transpiracji, na spodzie znajduje sie warstwa chłonacą wodę (Repotex U) lub struktury wypornościowe ich cieżar zależnie o typu wynosi od 500 do 2000 tys g/m^2 przy grubści do 2,5 cm najgrubsze z mat są w stanie zatrzymać ok. 8 litów na /m^2 wody . Testy prowadzone na dachach spadzistych wykazaly, że waga 1 metra kwadratowego plus biomasa wynosi ok 15 kg /m^2
Aby zapopatrzyc w wode 1 metr maty wegetacyjnej potrzebne jest 2 m^2 dachu
Matę Repotex mozna rownież obsadzać roslinami repozycyjnymi zanim zostanie umieszczona na powierzchni dachu

Rosliny repozycyjne typu Logotainer hodowane sa na specjalnych paletach z tworzywa , które posiadaja wgłebienia w kształcie klinu. W zagłębieniach tych sie korzenie tworząc zwartą klinowata formę. Rośliny te łatwe są w transporcie gdyz pozbawione części nadziemnej niewiele ważą i mogą byc transportowane w stanie suchym w przeciągu do 3 dni.
Dzięki zwartej bryle korzeniowej bardzo łatwo jest je sadzic, czas produkcji wynosi do 2 lat rośliny te szybko sie aklimatyzują i dają duże przyrosty