Handleiding daktuinen

Gemeente Amsterdam
Dienst Ruimtelijke Ordening

Voorwoord

Mensen willen groen in hun woonomgeving. Ook in Amsterdam. Dat zie je aan de geveltuintjes die overal in dichtbebouwde stadsdelen opduiken, aan de watertuinen in de Hobbemakade en de Lijnbaansgracht, aan de balkonnetjes die soms uitpuilen van de plantenbakken. In enquêtes over de wensen voor de directe woonomgeving scoort groen altijd hoog, meestal staat het boven aan het verlanglijstje.
In de verdichtende stad komt op de grond minder ruimte voor groen beschikbaar. Dat is duidelijk. Maar dat hoeft geen ramp te zijn. Er is nog een wereld te winnen: de wereld van de daken. In het buitenland zie je al veel voorbeelden van prachtige en toegankelijke daktuinen. In Amsterdam zijn die voorbeelden er nog nauwelijks. Veel dakeigenaren durven niet aan daktuinen te beginnen omdat ze onbekend zijn met bijvoorbeeld de constructieve en juridische aspecten.
Deze handleiding wil die onbekendheid wegnemen. Woningbouwverenigingen, stadsdelen en particulieren kunnen er met deze handleiding voor gaan zorgen dat ook Amsterdam spectaculaire en bruikbare daktuinen krijgt. Het dakenlandschap wacht op ontginning!

Hester Maij, wethouder van Milieu en Openbare Ruimte

Inhoud

Inleiding 3

Amsterdamse daken 5

Daktuintypen 7
Niet-beloopbare daken 7
Beloopbare daken 8

Technische aspecten 11
Constructieve eisen 11
Materiaalgebruik 15
Aanvullende randvoorwaarden 17

Regelgeving 19

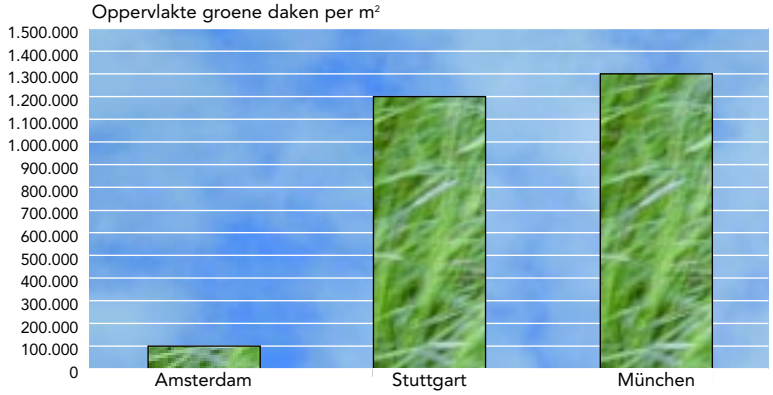
Beheer 21

Voorbeeldontwerp 23

Bijlagen 28
Bijlage 1: Rekenvoorbeelden belastingen per daktype 28
Bijlage 2: Toelichting bij de specifieke materialen 29
Adressen en informatie 31

Inleiding

In het Amsterdamse structuurplan´Kiezen voor stedelijkheid´ is gekozen voor het groen houden van het buitengebied door het bestaande stedelijke gebied te verdichten. Tot 2030 worden 50.000 extra woningen in de stad gebouwd. In stedelijke-vernieuwingsgebieden kan deze verdichting gepaard gaan met 50% verlies aan woonomgevingsgroen. Ook elders in de stad zal verdichtingsbouw ten koste gaan van woonomgevingsgroen.
Tegelijk geven bewoners voortdurend aan dat zij groen in hun directe woonomgeving belangrijk vinden. Vooral gezinnen met kinderen vragen om groene (speel)ruimte dicht bij huis.
Om die groepen aan de stad te binden is extra zorg voor de groene woonomgeving nodig. Op de daken is voor hen – en voor anderen – nog een wereld te winnen.



Amsterdam: opp. 21.907 ha
80.000 tot 100.000 m² groene daken

Stuttgart: opp. 20.756 ha
1.200.000 m² groene daken

München: opp. 31.041 ha
1.300.000 m² groene daken

In Amsterdam worden miljoenen vierkante meters dakoppervlak niet gebruikt. Vergeleken met bijvoorbeeld Duitse steden zijn hier nog bijzonder weinig groene daken gerealiseerd. Stuttgart en München, die een met Amsterdam vergelijkbaar inwonertal en oppervlak hebben, beschikken elk over ruim een miljoen vierkante meter daktuingroen. Amsterdam haalt maar net de honderdduizend vierkante meter.
Het enorme areaal nog ongebruikt dakoppervlak in Amsterdam kan worden benut als compensatie voor het groen op het maaiveld dat in de stad steeds meer onder druk staat.
Hedendaagse daktechnieken bieden de mogelijkheid om uiteenlopende soorten groene daken op nieuwe en bestaande daken te realiseren. Dat betreft niet alleen grasdaken en sedumdaken. Tuinen en parken op daken kunnen collectief of openbaar toegankelijk worden gemaakt en een duidelijke gebruiksfunctie hebben. Ook zijn daktuinen te combineren met horeca of sportvoorzieningen. Een dak kan ook worden gebruikt als sportveld; een goed bruikbaar dak hoeft niet per se groen te zijn.
Bruikbare daken vergroten de belevingswaarde van de directe woonomgeving. Daarnaast bufferen groene daken regenwater, vangen ze afvoerpieken op van hevige buien, zodat het riool niet overbelast raakt en trekken ze flora en fauna aan. Bovendien verhoogt een daktuin en/of het uitzicht op een groen dak de waarde van een huis.
In nieuwbouwprojecten als Zuidas en IJburg worden al regelmatig daktuinen in de ontwerpen opgenomen. De grootste onbenutte dakruimte ligt echter in de bestaande stad. Juist hier staat het groen op maaiveld onder druk en is de behoefte aan groen in de directe woonomgeving het grootst.
In deze handleiding geven wij aan wat de mogelijkheden zijn voor daktuinen op gebouwen in de bestaande stad. Bewoners, verenigingen van eigenaren, medewerkers van woningbouwverenigingen en van de stadsdelen kunnen met dit boekje bepalen of de daken van hun gebouwen ruimte bieden aan daktuinen zonder dat dit consequenties heeft voor de constructie.

U vindt in de handleiding een overzicht van mogelijke typen daktuinen (pagina 7 e.v.), met daarbij technische en financiële aspecten (pagina 11 e.v.). Vanaf pagina 15 kunt u zien welke daktuintypen in principe kunnen worden toegepast in de verschillende stedelijke bouwvormen. Regelgeving en beheer komen respectievelijk vanaf pagina 19 en 21 aan de orde. Wat een creatieve omgang met daktuinen kan opleveren leest u op pagina 23 en volgende, waarin wordt ingegaan op het gebouw van de Letterenfaculteit aan de Singel in Amsterdam.

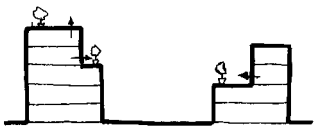
Beloopbaar grasdak in Malmö

Amsterdamse daken

In Amsterdam zijn een aantal veel voorkomende gebouwtypen te onderscheiden die ieder hun eigen mogelijkheden hebben voor het toepassen van daktuinen. Per gebouwtype worden hier kort de (on)mogelijkheden daarvoor geschetst.

Het gesloten bouwblok

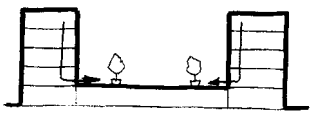
In de Amsterdamse binnenstad met zijn gesloten bouwblokken vallen veel gebouwen onder de beperkingen van een beschermd stadsgezicht. Hierbij geldt onder meer de restrictie dat het daksilhouet niet aangetast mag worden. Daktuinen aan de straatkant zijn dus moeilijk te verwezenlijken, tenzij men de tuin een aantal meters van de rooilijn aanlegt, zodat ze vanaf de openbare weg niet te zien is.



Individuele daktuinen in een gesloten bouwblok

Wel liggen er interessante mogelijkheden op de uitbouwen van de woningen en op de diverse aanbouwen in de binnenterreinen. De belastbaarheid van deze daken is vaak niet hoog. Over het algemeen komen bij dit gebouwentype lichte houten dakconstructies met bitumen daken voor. Deze daken zijn zonder zware constructieve ingrepen alleen geschikt voor lichte dakpakketten zoals vlonders met potplanten en extensieve daken als een sedumdak. Het laten overgroeien van daken met klimplanten vanaf het maaiveld is ook een mogelijkheid bij laaggelegen daken.

Binnen de bouwblokken komen veel gemengde eigendomssituaties voor. De daktuin van de bovenbuurman wordt gebouwd op het dak van de onderbuurman. Duidelijke afspraken over beheer en verantwoordelijkheid zijn dan noodzakelijk.

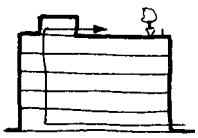


Collectieve daktuin in een gesloten bouwblok

Bij 19de- en 20ste-eeuwse uitbreidingen en bij renovatiebouw zijn de eigendomsstructuren vaak eenvoudiger. Hier liggen, naast het aanleggen van particuliere daktuinen, ook mogelijkheden voor collectieve tuinen of een collectief parkje op bij voorbeeld het dak van de inpandige parkeergarage of op uitbouwen van winkels.

De daken moeten wel onderzocht worden op voldoende draagvermogen. Indien ze niet draagkrachtig genoeg zijn, zijn er altijd wel mogelijkheden voor extra constructieve maatregelen.

In de studie 'Tuinen op niveau' wordt een oplossing uitgewerkt om niet gelijkliggende en weinig draagkrachtige daken door middel van een nieuwe constructie om te vormen tot één geheel dat als daktuin is ingericht (www.binnentuinen-oudwest.nl/ton/ton01.html).



Semi-openbare daktuin op een instituut

Instituten en instellingen

Amsterdam heeft een groot aantal grootschalige instituten, kantoren, winkelcentra, scholen, die met hun ruimere daken en eenvoudige eigendomssituatie (één eigenaar, één beheerder) interessante mogelijkheden hebben om diverse typen daktuinen aan te leggen, waaronder semi-openbare daken met een functie die in het verlengde van hun activiteiten ligt: een speeldak bij een school, een horecaterras op het winkelcentrum, een semi-openbaar park op een ziekenhuis.

Soms overspannen de daken grote ruimten, waardoor het draagvermogen van het dak beperkt wordt. Extensieve daktuinen liggen hier voor de hand, voor intensieve daktuinen zullen extra constructieve maatregelen genomen moeten worden.

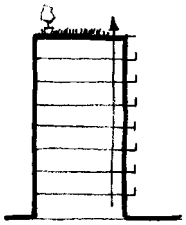
Flatgebouwen

In de naoorlogse stadsuitbreidingen, zoals de Westelijke Tuinsteden en Buitenveldert, zijn er voornamelijk portiekétagewoningen en galerijflats. In deze stadsdelen is veel openbaar groen, maar weinig particulier en semi-openbaar groen. Hier kunnen daktuinen een mogelijkheid bieden. Toepassing van collectieve tuinen op de uitbouw van een portiekétagewoning of op het dak van een galerijflat hoort tot de mogelijkheden. Ook het aanleggen van ecologische daken kan een toevoeging betekenen voor de Amsterdamse flora en fauna.

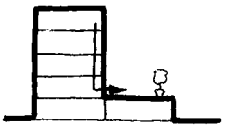
De daken van deze woningen zijn over het algemeen van beton. Voor wat zwaardere dakpakketten zijn waarschijnlijk extra constructieve maatregelen nodig.

Veel van deze woningen worden verhuurd door de woningbouwverenigingen. Deze verhuurders zullen samen met de bewoners het initiatief tot het aanleggen van een daktuin moeten nemen.

Bij de reconstructie van de naoorlogse woonwijken kan aandacht worden besteed aan het toepassen van diverse typen daktuinen, met het doel de diversiteit van het woningaanbod en de woonomgeving te vergroten.



Collectieve daktuin op een flatgebouw



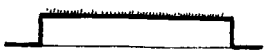
Collectieve daktuin
op de uitbouw van een portiekétagewoning

Bedrijventerreinen en kantoorlocaties

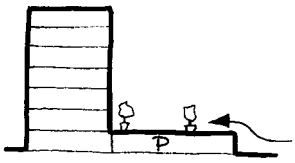
De industriegebieden en gemengde bedrijventerreinen in Amsterdam beslaan grote oppervlakten verhard terrein. Bedrijfshallen en kantoorgebouwen hebben enorme dakvlakken en zijn over het algemeen voorzien van riante parkeerterreinen.

Dit leidt bij hevige regenval tot sterke pieken in de afstroom van regenwater. Met de aanleg van een sedum- of een grasdak wordt het bergend vermogen van deze gebieden vergroot. 80% van het water dat op een sedumdak valt blijkt te verdampen, de rest stroomt vertraagd af.

Kantoren hebben vaak inpandige garages waarvan de daken (meestal op maaiveldniveau of op eenhoog) als tuin kunnen worden ingericht. Het dak ligt vaak ter hoogte van de entree of vormt de vloer van het atrium van het gebouw. Mooie representatieve daktuinen kunnen als het ware een visitekaartje voor het bedrijf zijn.



Particuliere daktuin op een bedrijfshal



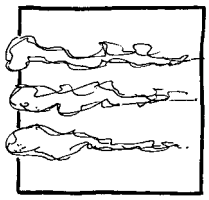
Daktuin bij een kantoorgebouw

Daktuintypen

Met het aanleggen van een daktuin wordt altijd een meerwaarde gecreëerd – of het nu gaat om een collectieve tuin op het dak van een parkeergarage, een lunchplek op een kantoordak of om een 'kijktuin' op een niet-toegankelijk dak waar veel mensen op uitkijken. Zelfs met het ontwikkelen van vegetatiedaken op niet-zichtbare plekken wordt een bijdrage geleverd aan het stedelijk micromilieu en het waterbergend vermogen.
In dit hoofdstuk volgt een scala aan mogelijkheden om een dak te transformeren.

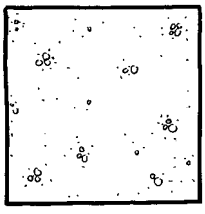
Niet-beloopbare daken

Overgroeid dak



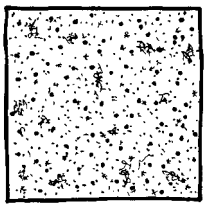
- klimplanten die vanaf het maaiveld tot over de daken groeien;
- voor daken op beperkte hoogte;
- eenvoudige ingreep zonder grote constructieve maatregelen;
- zeer lichte belasting voor daken;
- geleide constructie toepassen om doorgaande groei te stimuleren en ronddraaien in de wind te voorkomen.

Ecologisch dak



- daken met substraat voor spontane ontwikkeling;
- vegetatie ontwikkelt zich het best op luwe en schaduwrijke plekken;
- genereert ecologisch waardevolle flora bij een arm substraat;
- toe te passen als kijktuin voor niet-toegankelijke daken;
- lichte belasting en goedkoop;
- vrij van onderhoud.

Sedumdak

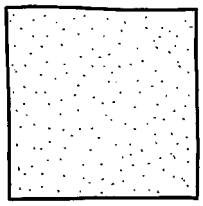


- dun substraatpakket met sedumvegetatie;
- voor niet-beloopbare daken in de zon;
- lichte belasting;
- ook op hellende daken, maximaal 15 à 20% helling;
- weinig onderhoud, bewatering, bemesting;
- waterbergend vermogen;
- werkt isolerend in de zomer.

Beloopbare daken

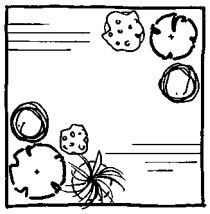
Grasdak

- van niet-beloopbare gras- of kruidenvegetatie tot intensief beloopbaar gazon;
- werkt isolerend in de zomer (isolerende bijdrage in de winter is beperkt);
- ook op hellende daken mogelijk, liefst beperken tot 15 à 20%;
- waterbergend vermogen.



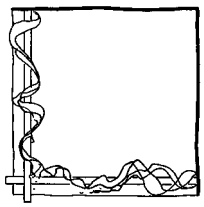
Potplanten

- flexibele indeling van de ruimte; zwaardere volumes kunnen het best langs de dakranden geplaatst worden;
- ook heel kleine dakoppervlakten kunnen met potplanten getransformeerd worden in gevarieerde, rijkbloeiende tuinen;
- grote variatie van beplanting mogelijk: eenjarigen, vaste planten, kruiden, klimplanten, struiken, kleine bomen, orangerieplanten;
- plantkeuze afstemmen op potgrootte en grondsubstraat.



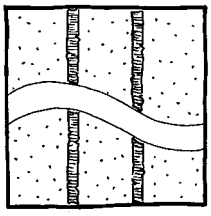
Klimmers

- groene afbakening van ruimten op het dak met pergola-constructie of klimroosters;
- begroeiing van gevels met klimroosters of latwerk;
- bescherming tegen inkijk, wind en zon;
- ruime plantbakken voorzien.

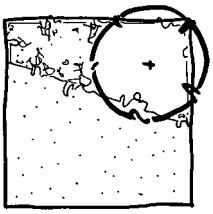


Tuinen

- particuliere tuinen op collectief dak;
- erfafscheiding door bijvoorbeeld hagen (eenheid in erfafscheiding om samenhang te krijgen);
- dikker grondsubstraat voor gevarieerd gebruik van de tuin;
- volwaardige daktuinen hebben een eigen ecosysteem (fauna en flora).

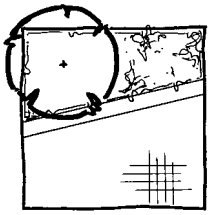


Parkje



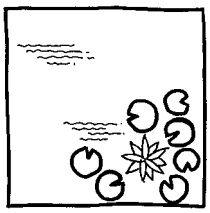
- op openbare of collectieve daken, voor gezamenlijk gebruik, bijvoorbeeld op complexen van woningbouwverenigingen en op openbare gebouwen;
- vooral hoger gelegen daken kunnen getransformeerd worden tot exclusief uitkijkpunt;
- grondsubstraat in verschillende dikten, afhankelijk van de beplantingskeuze;
- zwaardere belasting.

Kantoordaktuin



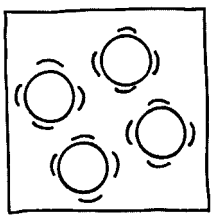
- visitekaartje voor het bedrijf;
- werkplek in de open lucht;
- lunchplek;
- parkachtige aanleg met hoogwaardig materiaalgebruik.

Vijver



- aansprekend ruimtelijk element;
- bij kantoordaktuin, instellingen, particuliere tuin;
- liefst in de schaduw om opwarming te voorkomen, anders waterplanten en andere maatregelen toepassen;
- zware belasting.

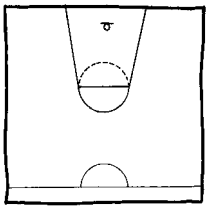
Horeca



- als extra attractie bij instellingen, sportverenigingen;
- voor ruime daken, zware belasting;
- locatie beschutten tegen wind, zeker bij hoger gelegen daken.

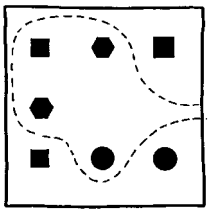
Speelveld

- het dak als oefenveld of kinderspeelplaats, bij sportinstellingen en scholen;
- uitvoering in gras, halfverharding of kunststofvloer, afhankelijk van gebruiksintensiteit en type sport.



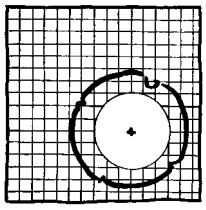
Expositie

- exclusieve locatie voor tentoonstelling;
- op daken van musea en andere instellingen.



Rooster

- uitbouw van bestaande daken of een verbinding tussen meerdere daken;
- onderliggende beplanting wordt intact gehouden bij voldoende aandacht voor behoud van licht en neerslag.



Grafiek

- patronen, kunstwerken van bijvoorbeeld grind, gras, kruiden, gekleurde tegels;
- transformatie van grauwe daken, met name die waarop veel uitgekeken wordt;
- dun pakket, lichte belasting;
- toe te passen op toegankelijke en niet-toegankelijke daken.

Technische aspecten

Constructieve aspecten

Het aanleggen van daktuinen op bestaande daken vergt bijzondere aandacht. Platte en schuine daken zijn over het algemeen niet ontworpen op de extra belasting die een daktuin met zich mee brengt. Bij nieuwbouw zal dit minder een probleem zijn omdat in de ontwerpfase de extra belasting opgenomen kan worden.
Om enig inzicht te geven in de (on)mogelijkheden bij het aanleggen van een daktuin op bestaande daken is hier een aantal veel voorkomende dakconstructies op een rij gezet. Per type dak staat aangegeven wat in het algemeen de te verwachten extra belasting kan zijn.
Een aantal algemene constructieve principes worden voorafgaand beschreven.

Belasting van daken

De belastingen op een plat dak worden opgedeeld in grofweg vijf belastingsgevallen. Per belastingsgeval wordt kort ingegaan op wat dit voor het aanleggen van een daktuin betekent.

Eigen gewicht (permanent)

Het aanbrengen van een daktuin zal in zijn algemeenheid het eigen gewicht nadelig beïnvloeden. Het aanvullend gewicht door het aanbrengen van een daktuin varieert van 30 kg/m^2 tot 900 kg/m^2, en soms meer (zie paragraaf ‘Materiaalgebruik’ op pagina 15).
Indien er al grind op het dak ligt, mag het gewicht daarvan verminderd worden met het gewicht van de daktuin. Het gewicht van een grindlaag op een plat dak bedraagt circa 60 kg/m^2.

Windbelasting (veranderlijk)

Het aanbrengen van een daktuin zal de windbelasting over het algemeen niet nadelig beïnvloeden, tenzij er hoge bomen en struiken worden toegepast (hogere bomen kunnen eventueel geschoord worden om ze te beschermen tegen wind). Bij toepassing van lichte materialen moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat deze kunnen opwaaien.

Sneeuwbelasting (veranderlijk)

Het aanbrengen van een daktuin zal de sneeuwbelasting niet of nauwelijks beïnvloeden. De belasting ten gevolge van sneeuw blijft gelijk.

Regenwaterbelasting (veranderlijk)

Bij de belasting door regenwater moet rekening gehouden worden met wateraccumulatie (opeenhoping). De belasting door regenwater op een bestaand dak is afhankelijk van de dakopstand, de locatie van noodafvoeren, de breedte van deze overlaten, het dakafschot en de stijfheid van het dak.
Het aanbrengen van een daktuin kan invloed hebben op de belasting door regenwater. De belastingen van het eigen gewicht van een daktuin, zoals genoemd in paragraaf ‘Materiaalgebruik’, zijn de belastingen indien ze volledig verzadigd zijn met water. Van belang is dat de overlaten in de dakrand niet te hoog aangebracht worden, zodat er zich niet te veel water verzamelt op het dak. Per situatie zal de opeenhoping van de maximale hoeveelheid water bepaald moeten worden.

Belasting door personen (veranderlijk)

Voor daken zonder gebruiksfunctie wordt gerekend met een beperkte belasting door personen (circa 100 kg/m^2 over 10 m^2). Bij bestaande daken die al ontworpen zijn als beloopbaar dak (dus als dakterras) wordt gerekend met een veel grotere belasting door personen (circa 250 kg/m^2).
Bij het aanleggen van een daktuin is het noodzakelijk om na te gaan of het dak ontworpen is als toegankelijk en beloopbaar dak. Indien dit niet het geval is, dan zijn de mogelijkheden om een beloopbare daktuin aan te leggen uiteraard beperkt zonder verzwarende constructieve ingrepen in de dakconstructie.

Samenvattend

Bovengenoemde belastingen zullen niet gelijktijdig optreden. Er is bijvoorbeeld geen extreme belasting door personen bij windbelasting (storm). De veranderlijke belastingen zullen dus elk afzonderlijk moeten worden berekend samen met de, altijd aanwezige, permanente belasting.
Globaal gezien is de invloed van het aanbrengen van een daktuin op de diverse belastingen als volgt:

belastinggeval	invloed [1]
eigen gewicht	+/++
windbelasting	o/+ [2]
sneeuwbelasting	o
regenwaterbelasting	o/+ [3]
belasting door personen	- [4] /o/+ [5]

1) -- ruime afname van de belasting
- afname van de belasting
o geen invloed
+ toename van de belasting
++ ruime toename van de belasting

2) Bij toepassing van hoge bomen en struiken

3) Bij onjuiste detaillering van overlaten

4) Bij toepassing van potten en bakken

5) Bij aanbrengen van een terras

Het aanbrengen van een daktuin leidt meestal tot een toename van de belastingen. Bij plannen voor het aanleggen van een daktuin moet in alle gevallen een constructeur geraadpleegd worden om een en ander rekenkundig te onderzoeken.
Ecologische daken en extensieve vegetatiedaken met een dunne opbouw, en ook daken met een lichte halfverharding, tegelverharding of vlonderconstructie kunnen relatief makkelijk worden toegepast. Wel moet voorkomen worden dat er een te grote belasting met regenwater ontstaat.

Veel voorkomende dakconstructies

Hier komen diverse dakconstructies én de mogelijkheden voor het aanbrengen van een daktuin aan de orde. In bijlage 1, 'Rekenvoorbeelden belastingen per daktype', zijn diverse tabellen opgenomen per type dakconstructie die indicaties geven over de mogelijke belastingen op dakconstructies.

Houten balken met beschot

Opbouw
De opbouw van het dak bestaat uit houten balken met hierop een houten beschot. Het beschot is waterdicht afgewerkt met bitumineuze dakbedekking. Tevens is isolatie aangebracht. Deze kan aanwezig zijn tussen de balken, tussen het dakbeschot en dakbedekking of op de dakbedekking.

Draagconstructie van het dak
Over het algemeen is deze opbouw aanwezig bij woningbouw, vaak voorkomend bij aanbouwen aan oudere panden. De draagconstructie van het dak bestaat uit metselwerkgevels. Aangezien de dakconstructie maar weinig kan overspannen, maximaal circa 6 m, is het mogelijk dat stalen draagbalken toegepast zijn.
Gezien de zeer geringe invloed van het gewicht van de dakconstructie op het totale gewicht op de fundering zijn in eerste instantie geen funderingsproblemen te verwachten.

Mogelijke verzwaringen
De balken kunnen verzwaard worden door extra balken tussen de bestaande balken in, of door een balk of stalen plaat tégen de bestaande balken (vast zetten met houtdraad bouten). Er kan ook voor gekozen worden om een onafhankelijke draagconstructie, in hout of staal, op het dak aan te brengen.

Daktuintoepassing
Afhankelijk van de overspanning, de afmetingen van de balken en de afstand tussen de balken kunnen (de reserves in) de belastingen van de balken worden

berekend. Lichte daktuinen, denk aan een ecologisch of sedumdak, zijn over het algemeen toepasbaar op dit daktype zonder extra constructieve maatregelen.

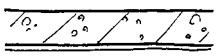
Staalskelet met stalen dakplaten

Opbouw
De opbouw van het dak bestaat uit stalen dakplaten, die opgelegd zijn op een staalskelet (spanten). De dakplaten kunnen voorzien zijn van isolatie met hierop bitumineuze dakbedekking. Er zijn ook andere opbouwen mogelijk, zoals isolatie onder de dakplaten en geen bitumineuze dakbedekking, of wel bitumineuze dakbedekking en isolatie hierbovenop.

Draagconstructie van het dak
De draagconstructie van het dak is vaak een staalskelet en is vaak ontworpen op de situatie ter plaatse. Gezien de grote invloed van het gewicht van de dakconstructie op het totale gewicht op de fundering lijkt een zware daktuintoepassing zonder fundering- en constructieaanpassing niet haalbaar.

Mogelijke verzwaringen
Verzwaren van het dak is zeer ingrijpend. Het toepassen van lichte daktuinen behoort tot de mogelijkheden, zonder ernstige constructieve aanpassingen aan te brengen.

Daktuintoepassing
Alleen lichte daktuinen, denk aan een ecologisch of sedumdak, zijn toepasbaar op dit daktype. Een alternatief is om het dak, indien niet te hoog gelegen, te laten overgroeien met klimplanten vanaf het maaiveld.



Beton ter plaatse gestort

Opbouw
De opbouw van het dak bestaat uit ter plaatse gestort beton met hierop isolatie en bitumineuze dakbedekking. Er zijn ook toepassingen denkbaar met isolatie onder het dak of boven de dakbedekking.

Draagconstructie van het dak
Over het algemeen is deze opbouw aanwezig bij gestapelde bouw en bestaat de draagconstructie van het dak uit betonnen gevels. Gezien de zeer geringe invloed van het gewicht van de dakconstructie op het totale gewicht op de fundering zijn in eerste instantie geen funderingsproblemen te verwachten.

Mogelijke verzwaringen
Over het algemeen is de wapening in de vloer ontworpen op de situatie zodat er normaliter niet veel reserve in de vloer aanwezig is. Verzwaringen kunnen bestaan uit het aanbrengen van een additionele gewapende druklaag. Om een goede hechting tussen de druklaag en de bestaande vloer te krijgen dient deze opgeruwd te worden en voorzien te worden van een hechtlaag.

Daktuintoepassing
Alleen lichte daktuinen, denk aan een ecologisch of sedumdak, zijn toepasbaar op dit daktype zonder extra verzwaringen. Na versteviging van de constructie zijn andere typen daktuinen mogelijk.

Beton, prefab

Opbouw
De opbouw van het dak bestaat uit prefab betonplaten met hierop isolatie en bitumineuze dakbedekking. Er zijn ook toepassingen denkbaar met isolatie onder het dak of boven de dakbedekking. Er is een veelvoud van toepassingen in de markt beschikbaar.

Draagconstructie van het dak
Over het algemeen is deze opbouw aanwezig bij gestapelde bouw en bestaat de draagconstructie van het dak uit betonnen gevels. Gezien de zeer geringe invloed van het gewicht van de dakconstructie op het totale gewicht op de fundering zijn in eerste instantie geen funderingsproblemen te verwachten.

Mogelijke verzwaringen
Over het algemeen hebben deze daken nog enige extra draagkracht. Verzwaringen kunnen bestaan uit

het aanbrengen van een additionele gewapende druklaag. Om een goede hechting tussen de druklaag en de bestaande vloer te krijgen dient deze opgeruwd te worden en voorzien te worden van een hechtlaag.

Daktuintoepassing
Alleen lichte daktuinen, denk aan een ecologisch of sedumdak, zijn toepasbaar op dit daktype zonder extra verzwaringen. Na versteviging van de constructie zijn ook andere typen daktuinen mogelijk.

Conclusies

Over het algemeen is het mogelijk om een plat dak om te vormen tot een daktuin. Op daken die niet ontworpen zijn als toegankelijk dak is meestal een verzwaring van de bestaande dakconstructie noodzakelijk of moet het type daktuin gekozen worden op de nog aanwezige reserve in de bestaande dakconstructie.
Toepassing van een daktuin zonder verzwaring van de bestaande dakconstructie zal over het algemeen mogelijk zijn bij prefab betonvloeren en bij daken met grindballast dat vervangen wordt door een lichte daktuin. Bij daken met weinig draagkracht kan ook gekozen worden om de zwaardere elementen (potten, bakken) ter plaatse van de opleggingen van de daken aan te brengen.
Het is altijd van belang om bij plannen voor het aanleggen van een daktuin een constructeur te raadplegen om de invloed en de mogelijke verzwaring van de bestaande dakconstructie vast te stellen.

Borrelen op het dak met uitzicht op de Stopera

Technische aspecten

Materiaalgebruik

NB De **gewichtsbepaling** is gebaseerd op volverzadigde gewichtsbelasting van de daktuin zelf, dus zonder veranderlijke belasting van en door betreding, sneeuw, wind. Bij de 'harde' daktuinen is gerekend met een extra belasting van 10 mm water, zijnde 10 kg/m^2. Deze belasting kan in bepaalde situaties een veelvoud zijn. De **kosten** zijn inclusief leverantie en aanleg en exclusief BTW.

niet beloopbare daken

ecologisch dak

substraat afgedekt met laag grind

70 – 80 kg per m^2

€ 17,50

- schraal substraat, vegetatie komt vanzelf;
- afdekking met grind voorkomt wegwaaien van substraat;
- geen drainlaag.

gras/kruidendak

vegetatiemat met grassen en kruiden

130 – 220 kg per m^2

€ 40,- / € 50,- per m^2

- substraatpakket 10 tot 15 cm dik;
- dit type vegetatie verdort snel bij droogte en wordt hiermee makkelijk brandbaar.

sedumdak

vegetatiemat met sedumvariëteiten

30 – 90 kg per m^2

€ 32,50 / € 37,50 per m^2

- kalkminnende vegetatie;
- substraat 3 tot 8 cm dik;
- liefst op bezonde daken;
- op schaduwrijke daken ontstaat mosvorming.

beloopbare daken

grasdak

intensief beloopbare grasmat

250 – 300 kg kg per m^2

€ 32,50 / € 40,- per m^2

- substraatpakket van 20 cm dikte is een absoluut minimum;
- keuze van dikte substraatpakket mede afhankelijk van helling en draagkracht;
- zowel principe met waterreservoir als drainage.

bodembedekkers

kruiden en lage beplanting tot 60 cm

260 – 375 kg per m^2

€ 50,- / € 60,- per m^2

- minstens 20 tot 30 cm substraat is vereist;
- voor alle daktuinbeplanting geldt: zorgvuldige sortiments-keuze.

lage struiken

struiken van 60 cm tot 2m hoogte

375 - 550 kg per m^2

€ 60,- / € 65,- per m^2
of meer, excl. waterdicht vlies

- substraatpakket van 30 tot 45 cm vereist;
- planten die geschikt zijn voor bakken zijn vaak ook geschikt voor een daktuin;
- vanaf deze beplantingshoogte verankeringsmatten toepassen.

hoge struiken

struiken van 2 tot 5 m hoogte

600 - 900 kg per m^2

€ 90,- / € 100,- per m^2

- substraatpakket van 50 tot 70 cm vereist.

boom

solitaire boom

geen indicatie te geven van gewicht en/of kostprijs

- substraatpakket van 10 tot 200 m^3, afhankelijk van soort en gewenste kroonmaat;
- keuze boom afhankelijk van volume substraat.

verhardingen

tegels

beton 30 x 30 x 5 cm

60 - 120 kg per m²

€ 15,- / € 20,- per m²

- de tegels worden geplaatst op rubber afstandhouders of rechtstreeks op drainmat of gestraat in split;
- eventueel draintegel;
- tegelverharding goed opsluiten.

halfverharding

beloopbaar grind / gebroken natuursteen

85 - 100 kg per m²

€ 12,50 / € 25,- per m²

- materiaal mag geen hydraulische of kalkhoudende eigenschappen bezitten;
- laagdikte is afhankelijk van gradering;
- halfverharding wordt op drainlaag gelegd.

vlonder

hardhouten vlonders van 28 mm dikte

50 - 65 kg per m²

€ 65,- / € 90,- per m²

- op onderconstructie op dragers van rubbergranulaat.

constructies

bloembak

betonnen bak
100 x 100 x 50 cm

750 - 800 kg per m²

€ 1.200,- per m²

- onder in de bak een drainagelaag van bijvoorbeeld kleikorrels aanleggen;
- variëren in substraten mogelijk bij verschillende plantensoorten.

keermuur

betonnen U–vormig element, zithoogte 50 cm

1.700 kg per m²

€ 100,- per m²

vijver

vijver, min. 40 cm diep, met waterplanten

425 - 525 kg per m²

€ 75,- / € 250,- per m²
of meer, excl. waterdicht vlies

- beplanting is noodzakelijk voor zuurstoftoevoer en bescherming tegen opwarming;
- vijvers in de volle zon worden snel te warm; een koelsysteem ter voorkoming van algengroei verdient de voorkeur;
- liever geen vissen i.v.m. verrijking van het water;
- dunne waterpakketten vragen aanvullende reinigende maatregelen als waterpompen en helofytenfilters;
- aanleg in de schaduw is aan te bevelen.

schaduwvijver

vijver
20 tot 30 cm diep

225 - 325 kg per m²

€ 75,- / € 250,- per m²
of meer, excl. waterdicht vlies

waterspiegel

waterlaag, 5 tot 20 cm

50 - 225 kg per m²

€ 75,- / € 250,- per m²
of meer, excl. waterdicht vlies

- waterspiegels altijd chloreren.

Aanvullende randvoorwaarden

Wortelwerende dakbedekking

Iedere dakbedekking is in principe waterdicht. Bestaande bitumineuze dakbedekkingen zijn meestal niet wortelvast, maar kunnen dat worden gemaakt door het aanbrengen van een wortelvaste folie, aangebracht met overlap en losverlegd.
Bij vernieuwing van daken wordt een wortelvaste dakbedekking als een EPDM-membraam, een kunststof dakbedekking of een wortelvaste bitumineuze dakbedekking aangelegd.
De nieuwe generatie bitumineuze dakbedekkingen zijn veelal ontwikkeld met een wortelvaste variant.
Bij daken met beplanting van gras en alle hogere beplanting, moet er extra aandacht zijn voor wortelwerendheid.

Afwatering van substraatpakketten

Op een wortelvaste dakbedekking komt de drainlaag. Er zijn twee typen constructies:

drainage

Het dak ligt hierbij onder licht afschot (minimaal 2%), het water wordt via het drainagepakket afgevoerd naar het riool. De beplanting krijgt water door regen of sproeien.

bakprincipe met overloop

Dit principe kan worden toegepast bij horizontale daken. In het pakket is een drain/waterreservoirlaag opgenomen van lava, geëxpandeerde kleikorrels, grind. De laag is door een filtervlies gescheiden van het grondpakket. Het water wordt gebufferd in de reservoirlaag. Bewateren gebeurt via het ondergrondse buffersysteem, de waterafvoer loopt via een overstort.

Micromilieu

Wind kan een droog milieu geven. Sterke wind veroorzaakt verdroging door extra verdamping via blad en substraat. Bij hoge gebouwen is het raadzaam om beschermende maatregelen te treffen, zoals pergola's, boombeplanting, afsluitingen.
Reflecterend gevelmateriaal (zoals glas, staal en aluminium) en ook reflecterende vloeroppervlakken kunnen het klimaat van de daktuin sterk beïnvloeden. Verbranding en uitdroging van de beplanting kan hiervan het gevolg zijn.
Bij hellende daken boven de 30 graden is afschuiving van het totale pakket moeilijk te voorkomen. Extra bewapeningsmatten ten behoeve van grond en gewassen zijn dan noodzakelijk.
Zie voor een toelichting bij de specifieke materialen bijlage 2.

Trump Tower, New York

Regelgeving

Bij het aanleggen van een daktuin in een bestaande situatie zijn er een aantal zaken op het gebied van de regelgeving van belang. Zeker in een stedelijke woonomgeving spelen zaken als privacy en bijvoorbeeld het gebruik van het dak van je buurman een rol. De regelgeving in de stad kan in die zin een behoorlijke beperking zijn bij het realiseren van een daktuin. Om enig inzicht te geven in wat er aan regels is te verwachten en wat hierbinnen de mogelijkheden zijn, volgt hier een korte samenvatting.
In een vroeg stadium overleg voeren met buren en gemeente over de aanleg van een daktuin is altijd aan te raden.

Welke daktuin kan zonder vergunning worden aangelegd?

In principe zijn extensieve daktuinen (niet toegankelijke daktuinen) vergunningsvrij. Een ecologische daktuin, een sedum- of een grasdak kan zonder vergunningen worden aangelegd. Ten aanzien van de veiligheid zijn wel twee zaken van belang. Met name grasdaken kunnen in de zomer brandgevaarlijk zijn. Bij de aanleg van een grasdak moet dus goed gekeken worden naar mogelijke brandgevaarlijke situaties (bijvoorbeeld ramen en deuren die grenzen aan de daktuin). Een tweede punt is of het bestaande dak het extra gewicht van een daktuin aankan. Hierover staat in het hoofdstuk ‘Technische aspecten’ meer beschreven. Indien een kijkdaktuin is aangelegd die op een van deze punten onveilig is, kan de gemeente alsnog achteraf ingrijpen om deze onveilige situatie te beëindigen.
Ook bij extensieve daktuinen is het dus wenselijk om met de gemeente te overleggen over de veiligheid.

Welke regels kom je tegen bij het aanleggen van een daktuin?

Toegankelijke daktuinen zijn, afhankelijk van de situatie, bouwvergunningplichtig. Wanneer het gebruik van het dak wijzigt van een niet voor mensen toegankelijk dak naar een toegankelijke daktuin, worden er andere eisen gesteld aan het dak. Een aantal zaken moeten geregeld worden voordat je de daktuin kan aanleggen. Je moet in elk geval rekening houden met:

- het bestemmingsplan;
- een bouwvergunning;
- en het Burgerlijk Wetboek.

Bestemmingsplan

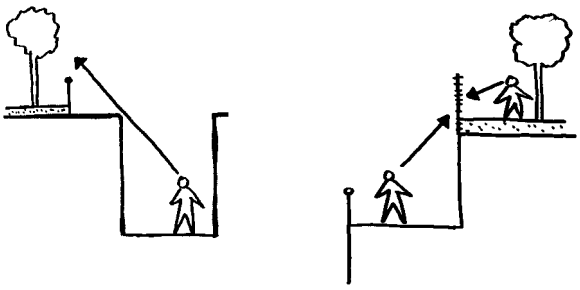
Dakgebruik is vaak niet apart bestemd. Het dak is onderdeel van het gebouw en een gebouw moet je gebruiken conform de bestemming en de daarbij horende voorschriften. Het gebruik van het dak ten behoeve van een daktuin is op zichzelf niet strijdig met de bestemming ‘Woning’, ‘Woongebouw’ of ‘Kantoor’, noch met planvoorschriften voor het gebruik van gebouwen.
Indien iemand zijn dak wil gaan gebruiken als daktuin, heeft hij een toegang tot het dak nodig, hekwerken en vaak ook privacyschermen. Deze bebouwing is óf rechtstreeks toegelaten in de voorschriften in het bestemmingsplan óf pas mogelijk na vrijstelling. Dit laatste komt veruit het meeste voor. Dit houdt een vrijstelling in van de in het plan gegeven maximum bouwhoogte. Als een dakopbouw en het hekwerk en schermen de maximale bouwhoogte niet overschrijden, is deze bebouwing zonder meer toegelaten.
Tijdens deze vrijstellingsprocedure van de bouwhoogte in het bestemmingsplan kunnen derden bezwaren indienen, die door de overheid worden beoordeeld.
In bestemmingsplannen of in beleidsnota’s van de gemeente is nog geen beleid opgenomen over het verlenen van vrijstellingen voor daktuinen. Om toepassing van daktuinen in de toekomst te bevorderen, zou de gemeente hiervoor beleid kunnen ontwikkelen.

Bouwvergunning

Het maken van een toegankelijke daktuin (dat wil zeggen een dakterras: een voor mensen toegankelijk deel dat als woonfunctie wordt gebruikt) is – afhankelijk van de situatie – bouwvergunningplichtig.

Het maken van een toegang tot het dak door een gevelwijziging of het plaatsen van een dakopbouw en het aanbrengen van hekwerken zijn bouwvergunningplichting. Bouwvergunningplichtige bouwwerken worden getoetst aan het Bouwbesluit, Bouwverordening Amsterdam, bestemmingsplan en redelijke eisen van welstand.
Voor een bouwvergunning moet een plan worden ingediend bij de gemeente. Een normale bouwvergunningsprocedure duurt ongeveer drie maanden.
Wanneer ook een vrijstellingsprocedure van het bestemmingsplan moet worden doorlopen, kan dit langer zijn.
In gebieden die beschermd stadsgezicht zijn, zoals de binnenstad van Amsterdam, en voor monumentale gebouwen zal het toepassen van een daktuin gevoeliger liggen.

De daktuin ligt terug ten opzichte van de voorgevel.



Voorkom privacyproblemen door schermen.

Burgerlijk Wetboek

In het Burgerlijk Wetboek worden algemene zaken geregeld over het Burenrecht. Deze regels gaan onder meer over erven en tuinen, maar gelden ook voor daktuinen en geven duidelijkheid aan buren over wat onderling de rechten en plichten zijn.
Een aantal zaken zijn voor daktuinen van belang. Hoe voorkom je aantasting van de privacy? Hoe hoog en op welke afstand kun je bijvoorbeeld erfafscheidingen en daktuinen bouwen? En: hoe regel je eigendomsverhoudingen tussen buren?
Bij het bouwen van een daktuin kun je aantasting van de privacy van je buren voorkomen door op voldoende afstand de daktuin aan te leggen en inkijk in de (dak)tuinen van de buren te voorkomen door bijvoorbeeld dichte tuinschermen.
Over het algemeen geldt dat erfafscheidingen niet hoger mogen zijn dan 2 meter. Als je dichter dan 2 meter van een erfgrens bouwt, dan moet een scherm niet doorzichtig zijn in verband met de privacy.
Als de daktuin op het dak van de buren wordt aangelegd, moeten er afspraken schriftelijk worden vastgelegd, bij voorkeur notarieel. In het Burgerlijk Wetboek wordt gesproken over erfdienstbaarheid, waarbij de eigenaar van het dak toestemming geeft aan de buren om het dak te gebruiken. In een overeenkomst kunnen zaken geregeld worden over een vergoeding voor het gebruik van het dak en onderhoudsverplichtingen.

Aanbevelingen

- overleg direct met buren over de daktuin om bezwaren later te voorkomen;
- vraag bij de gemeente na hoe zij omgaat met vrijstellingen voor daktuinen in het bestemmingsplan;
- bouw een dakterras altijd terugliggend ten opzichte van de straat in verband met welstandseisen;
- houd voldoende rekening met privacy van buren: let op inkijk en afstand tot de erfgrens en daglichttoetreding;
- maak goede afspraken over het gebruik van het dak van buren en leg deze afspraak schriftelijk vast bij bijvoorbeeld een notaris.

Beheer

Onderstaande praktijkvoorbeelden geven enig inzicht in het beheer van een daktuin. Daartoe zijn vijf eigenaren en gebruikers van daktuinen geïnterviewd. Type en grootte van de daktuin, eigendomssituatie, wijze van onderhoud en de kosten van beheer worden behandeld.

(kijk)daktuin

Complex Hudsonhof

Ligging	Complex Hudsonhof, Hudsonhof 7, stadsdeel de Baarsjes.
Bouwjaar: 1999	Ouderenwooncomplex. De tuin is een kijktuin voor iedereen en ligt besloten tussen de woningen van het Mercatorplein en het Hudsonhof.
Type daktuin	10 x 30 meter met prefab betonnen vloer, verhoogde plantvakken met bodembedekkers, vaste planten en heesters.
Eigendom en beheer	Woningbouwvereniging Het Oosten is eigenaar van de daktuin en heeft het onderhoud in handen gegeven van hoveniersbedrijf Van der Tol.
Onderhoudskosten	€ 1.695,- per jaar.
Wijze van onderhoud	Het hoveniersbedrijf komt 9 keer per jaar in actie: voor het onkruidvrij houden, knippen van de klimop, snoeien van de heesters en het afsnijden van de vaste planten. Er is geen sprake van zelfwerkzaamheid van de bewoners.
Knelpunten	Er zijn hoge kosten bij aanpassingen van de tuin in verband met de ligging. Grotere werkzaamheden moeten met een kraan gebeuren.

collectieve daktuin

De Melkfabriek

Ligging	De Melkfabriek, Eerste Jan Steenstraat 14-36, de Pijp. Ligt aan het Hercules Seghersplein.
Bouwjaar: 1982	De bewoners kunnen via een portiek de binnentuin betreden. De bewoners op de begane grond hebben privé-tuintjes die aan de gemeenschappelijke tuin grenzen.
Type daktuin	De tuin is ongeveer 300 vierkante meter groot, inclusief bestrating. Hij is gebouwd boven op een parkeergarage. Technische feiten over dakbedekking zijn op dit moment niet voorhanden. De tuin heeft verhoogde plantvakken met struiken.
Eigendom en beheer	De daktuin is eigendom van Woningbedrijf Amsterdam. De bewoners betalen via servicekosten voor het onderhoud dat in opdracht van het woningbedrijf door een hoveniersbedrijf wordt uitgevoerd. De huurders houden de tuin goed in de gaten. In de zomer van 2003 werd onder het motto 'Leer je buren kennen' een tuinfeest georganiseerd.
Onderhoudskosten	€ 1670,33 per jaar. De huurders betalen € 2,01 per maand.
Wijze van onderhoud	Het hoveniersbedrijf komt ongeveer 12 keer per jaar in actie voor het het onderhoud volgens het tuinbestek.
Knelpunten	Volgens het hoveniersbedrijf werd er wel eens groenafval in de tuin gestort. Dat gaat nu beter, nadat er een grote composthoop uit de tuin is verwijderd op verzoek van de huurders. Verder zijn er nooit grote 'tuinproblemen'.

Wittenburg

collectieve particuliere daktuin

Ligging	Wittenburg, Hoogte Kadijk, stadsdeel Centrum.
Bouwjaar: 1991, daktuin: 1993	Een collectieve daktuin in een woonblok met particuliere eigenaren.
Type daktuin	De tuin is ongeveer 1.600 m^2 groot, inclusief bestrating. Hij is gebouwd boven op een parkeergarage. Het daktuinpakket is gemiddeld 40 cm dik, waarvan 25 cm aarde. De tuin bestaat uit gras; plantvakken met vaste planten, kruiden en heesters; paden en een betegeld terras.
Eigendom en beheer	De daktuin is eigendom van de bewoners via een Vereniging van Eigenaren. Bewoners betalen via servicekosten voor het onderhoud dat in opdracht van de VVE wordt uitgevoerd. Deels worden werkzaamheden uitgevoerd door de bewoners zelf, deels door een hoveniersbedrijf.
Onderhoudskosten	€ 2.250,- per jaar.
Wijze van onderhoud	Het basisonderhoud wordt door het hoveniersbedrijf uitgevoerd voor 40 uren per jaar, het overig onderhoud wordt door bewoners zelf gedaan.
Knelpunten	De daktuin functioneert goed, er zijn geen knelpunten te noemen.

Tweede Boerhaavestraat

particuliere daktuin

Ligging	Tweede Boerhaavestraat, stadsdeel Oost/Watergraafsmeer
Bouwjaar: 1900, aanbouw dakterras: 1990	Het dakterras was er oorspronkelijk niet, is later ontworpen door Meier en Van Schoten. De bewoners hebben zelf vlonders en beplanting aangelegd.
Type daktuin	De tuin is ongeveer 80 m^2 groot, met een verzonken gedeelte van 40 m^2. Het verzonken deel heeft een onderconstructie van stalen balken en kan een groot gewicht dragen. Op de daktuin zijn vlonders aangelegd met daarop potplanten.
Eigendom en beheer	Woning en bijbehorende daktuin zijn particulier bezit. Het onderhoud wordt zelf uitgevoerd.
Onderhoudskosten	Moeilijk te schatten.
Wijze van onderhoud	Er is een computergestuurde beregening voor de planten. Verder wordt de tuin eigenhandig verzorgd. Dit is een intensieve bezigheid.
Knelpunten	Geen. Met een stevige onderconstructie en een goede afwatering ligt er al een goede basis voor een daktuin. Sommige planten doen het beter dan andere, het is onder meer de wind die hier een invloed op heeft.

Cisco Systems

kantoordaktuin

Ligging	Haarlerbergerweg, stadsdeel Amsterdam-Zuidoost.
Bouwjaar: 2002	
Type daktuin	Representatieve daktuin met looproutes naar de gebouwentrees. Aangelegd op de parkeergarage, met verharding, grasvlakken, vaste plantenborders en een waterspiegel.
Eigendom en beheer	Het gebouw is eigendom van Cisco Systems. Er komt een hoveniersbedrijf voor het onderhoud.
Onderhoudskosten	€ 15.000,- per jaar.
Wijze van onderhoud	Het hoveniersbedrijf komt in de zomer wekelijks, onder meer voor het maaien van de grasbakken. De daktuin heeft een automatische sprinklerinstallatie.
Knelpunten	Er zijn geen knelpunten.

Voorbeeldontwerp

Als voorbeeld voor het toepassen van daktuinen is gekozen voor het P.C. Hoofthuis, de Letterenfaculteit van de Universiteit van Amsterdam aan de Singel. Het gebouw werd ontworpen door Aldo van Eyck (die zich later uit het ontwerp terugtrok) en Theo Bosch. Het werd officieel geopend in 1984.

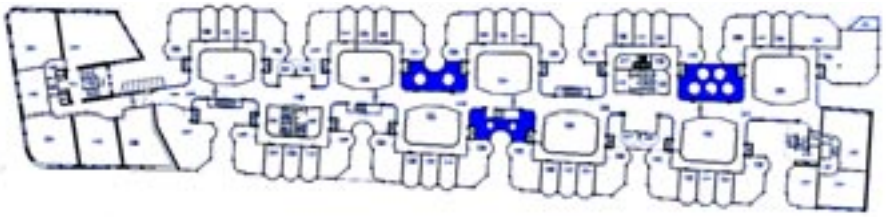
Het gebouw

De faculteit heeft typische kenmerken van het structuralisme. De bouwmassa is opgedeeld in steeds herhalende eenheden. De eenheden zijn in dit gebouw ingegeven door een programmatische indeling: hier bij de faculteit is de werkgroep van studenten het uitgangspunt geweest. Een eenheid bestaat uit een werkgroepkamer met daar omheen een krans van kamertjes voor staf en personeel. Een centrale gang verbindt de werkgroepkamers.

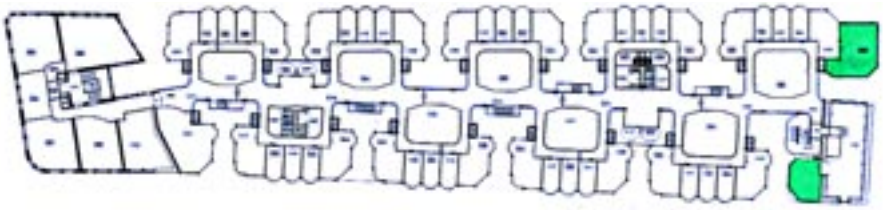
Door insnoeringen van de gevels en ruim gebruik van glas treedt licht tot diep het gebouw binnen. Men heeft een oriëntatie vanaf de middengang op de gracht, op de straat en op de onderliggende daken van de faculteit.
Er is een ruime toepassing van erkers en dakterrassen. Het gebouw telt in totaal 39 daken, waarvan 14 niet toegankelijke daken met lichtkoepels, 13 dakterrassen bij de werkgroepruimten en 12 daken boven de erkers en middengang.

lichtkoepels
dakterras
verblijfsplek
extensief dak

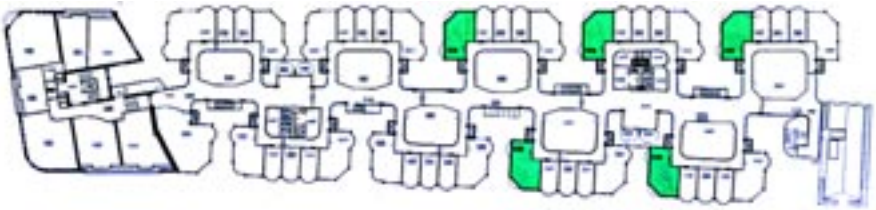
P.C. Hoofthuis: 3de verdieping



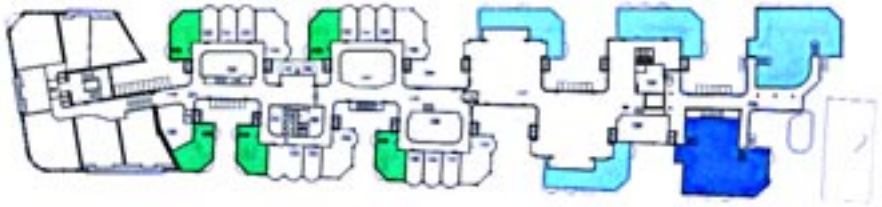
4de verdieping



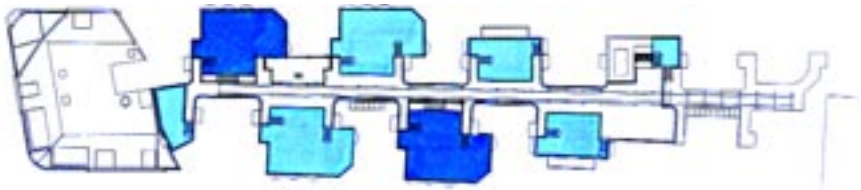
5de verdieping



6de verdieping



7de verdieping

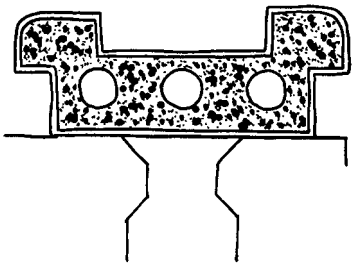


8ste verdieping

De daken

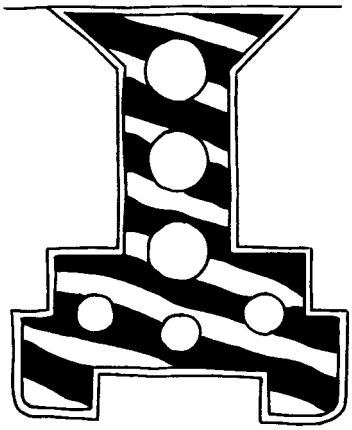
Daken met lichtkoepels

Deze daken bevinden zich op de 1ste tot en met de 4de verdieping. Ze hebben allemaal ronde lichtkoepels en zijn verder bedekt met grind. De daken zijn veelal goed zichtbaar vanuit meerdere plekken in het gebouw.



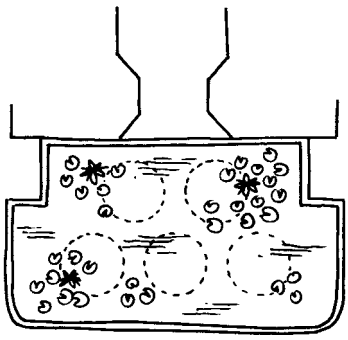
ECOLOGISCH DAK

- schraal substraat stimuleert spontane ontwikkeling van plantengroei;
- geschikt voor de schaduwrijke daken aan de oostkant van het gebouw;
- de daken moeten uit de wind liggen; zo niet, dan een kunststof netvlies aanbrengen om wegwaaien van het substraat te vermijden;
- op zonnige plekken liever een sedumdak toepassen.



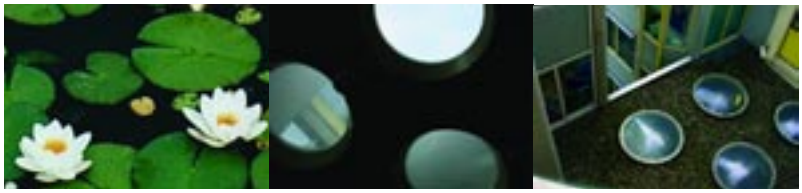
GRAFIEK

- het bestaande grind is vrij eenvoudig te vervangen door gekleurd materiaal, zoals leisteenschilfers, brokken graniet en stukken wit marmer;
- hiermee kunnen grafische patronen gevormd worden, eventueel in combinatie met levend materiaal;
- de verschillende materialen scheiden met profielen.



VIJVER

- vijver met waterlelies over de lichtkoepels heen;
- geeft een bijzonder beeld, ook in de ruimten onder de lichtkoepels;
- vijverdiepte minimaal 30 cm diep, waterkerende wand aanbrengen is noodzakelijk.

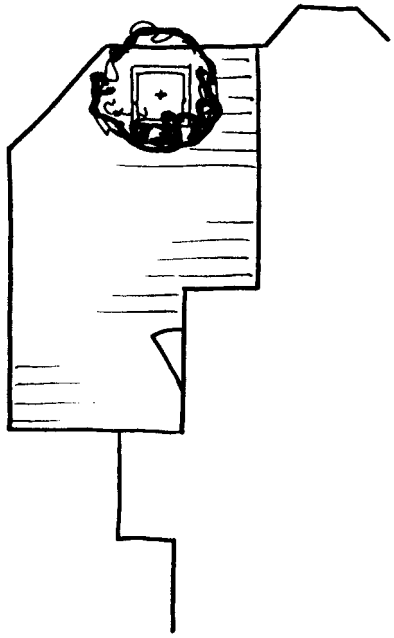


Dakterrassen

Een aantal werkgroepen in het gebouw hebben een klein dakterras. Deze terrassen zijn ontworpen als verblijfsplek. In de huidige situatie echter zijn de deuren die toegang verschaffen op de terrassen op slot, en de inrichting bestaat alleen uit een bitumen laag, afgezoomd met een rij tegels.

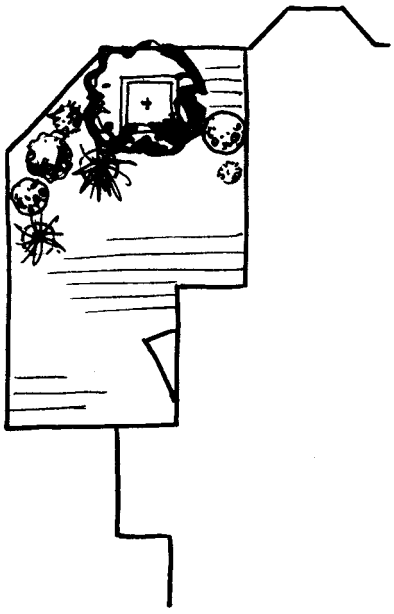
Het ligt voor de hand deze daken in te richten als verblijfsplekken. Omdat zo'n dakterras bij een specifieke werkgroep hoort, kan het gebruik (en het onderhoud) eventueel worden toegewezen aan zo'n werkgroep.

Een wat terughoudender inrichting is hier aangewezen: een gebruiksvriendelijk materiaal als vlonders, en een pot met kleine boom als basisinrichting voor ieder dakterras. De gebruikers zijn verder vrij 'hun' terras naar believen in te vullen.



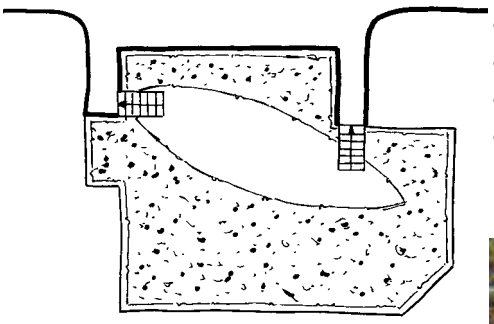
basisinrichting van een dakterras

aanvulling met potplanten



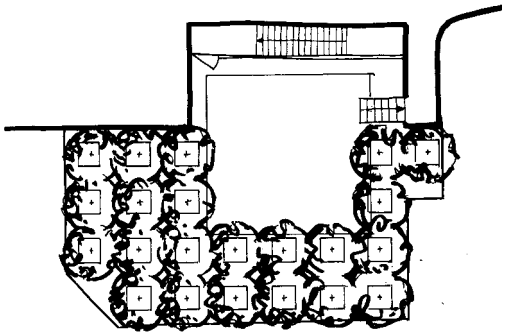
Hoogste daken

Dit zijn de ruimste daken. Geen van deze daken grenst aan een werkruimte. Sommige zijn vrij gemakkelijk toegankelijk via een trap vanaf de middengang, andere kan men alleen maar bereiken via de eerstgenoemde daken. Men moet dan over het middendak, over de schoonmaakinstallatie heen. Op sommige van deze daken staan technische installaties, ze zijn duidelijk niet als verblijfsplek bestemd. De rechtstreeks toegankelijke daken komen in aanmerking als verblijfsplek, de andere kunnen een extensieve inrichting krijgen.



EXTENSIEVE DAKEN

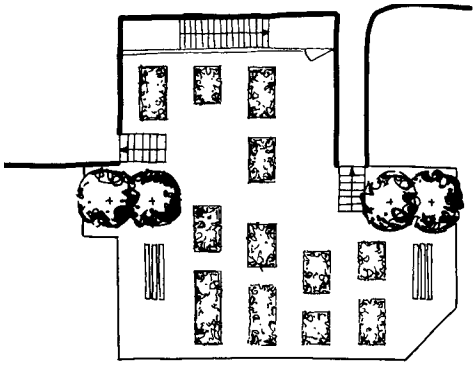
- moeilijk toegankelijke daken, niet ingericht als verblijfsplek;
- sedum als vegetatie, doorloop in tegelverharding;
- positieve invloed op de waterretentie, onderhoudsarm;
- alternatief mogelijk met gras- of kruidenvegetatie: hogere waterretentie, maar arbeidsintensiever onderhoud.

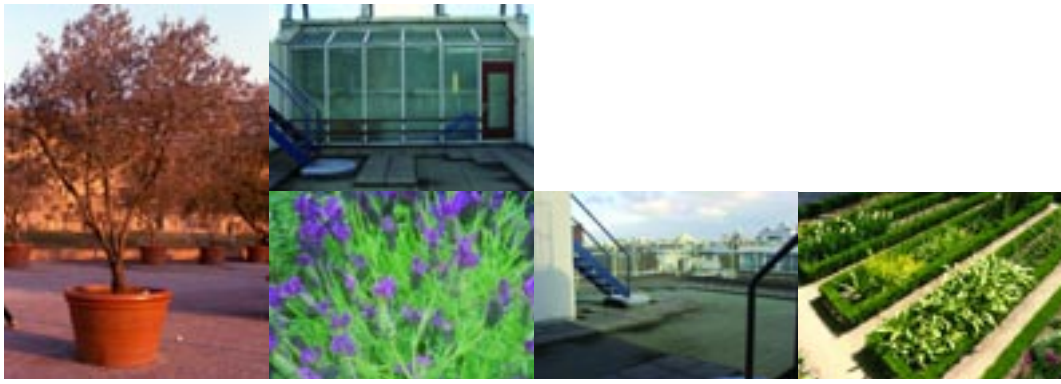


INTENSIEVE DAKEN

- daken aan de westzijde liggen in de wind. De wind is op grotere hoogte vrij sterk;
- boompjes in pot, opgesteld in een dubbele rij, breken de wind;
- beschutte zitplek in het midden van het terras;
- daken aan de oostzijde van het gebouw liggen meer uit de wind;
- open ontwerp met plantvakken voor middelhoge vaste planten en struiken;
- zitbanken aan de randen van het terras, met uitzicht over de stad en de Spuistraat.

beschutte en open verblijfsplek





Bijlagen

Bijlage 1: Rekenvoorbeelden belastingen per daktype

Voor twee van de vier typen dakconstructies zijn hier rekenvoorbeelden opgenomen om een indicatie te geven van de mogelijkheden om het dak extra te belasten met een daktuin.

Houten balken met beschot

Om een indicatie te krijgen van de mogelijkheden is hieronder voor diverse balklagen de maximale permanente belasting bepaald, welke additioneel toegevoegd kan worden (extra ten opzichte van het eigen gewicht van het platte dak):

balkafmeting	h.o.h.	overspanning	belasting [1]
mmxmm	m	m	kN/m^2 (kg/m^2)
71x246	0.6	5.0	1.0 (100)
71x246	0.6	4.0	2.9 (290)
59x156	0.5	4.0	0.0 (0)2)
59x156	0.5	3.0	1.3 (130)

1) Uitgangspunten berekening:
Sterkteklasse K17
Permanente belasting 0.5 kN/m^2 (zonder grind)
Veranderlijke belasting 1.0 kN/m^2): met deze configuratie is een grindlaag (ballast) niet mogelijk

NB: in alle gevallen is de controle van de doorbuiging maatgevend.

Beton, prefab

Om een indicatie te krijgen van de mogelijkheden is hieronder voor een type prefab betonvloer de maximale permanente belasting bepaald, die additioneel toegevoegd kan worden (extra ten opzichte van het eigen gewicht van het platte dak):

Type prefab betonvloer[1]	overspanning	belasting [2]
	m	kN/m^2 (kg/m^2)
kanaalplaatvloer	9.0	0.6 (60)
kanaalplaatvloer	8.0	3.0 (300)
kanaalplaatvloer	7.0	6.4 (640)

1) Kanaalplaatvloer van het type N200 van Dycore Verwo Systems is aangehouden

2) Uitgangspunten berekening:
Permanente belasting 4.0 kN/m^2 (zonder grind)
Veranderlijke belasting 1.0 kN/m^2

NB: bij volledig voorgespannen vloeren heeft deze verzwaring minder invloed.

Bijlage 2: Toelichting bij de specifieke materialen

Tegels en andere verhardingsmaterialen

Bij de toepassing van tegels rechtstreeks op de dakbedekking (met behulp van tegeldragers) is het aan te raden om een beschermingsvlies toe te passen om beschadiging van het dak te voorkomen.
Verhardingsmaterialen kunnen, ook onder voorwaarden, worden gestraat in grof zand of gebroken split. Op deze wijze is ook de toepassing van klinkers en keitjes goed mogelijk.
Het is van belang de tegelverharding goed op te sluiten en de opsluiting te stellen op rubbergranulaat om beschadiging van de dakbedekking te voorkomen.

Halfverharding

Halfverharding mag geen hydraulische of kalkhoudende eigenschappen bezitten (hydraulische eigenschappen: materialen die samen met water een verbinding aangaan, zoals magnesium). Bij vrije kalk bestaat de kans op vorming van calciumcarbonaat (ketelsteen), waardoor de drainage verstopt. Dolomiet en schelpenverharding bijvoorbeeld zijn kalkhoudend. Grind en gebroken natuursteen behoren wel tot toepasbare materialen.
De laagdikte van de halfverharding is afhankelijk van de gradering. De gradering is afhankelijk van de gewicht- en windbelasting. Om afwaaien te voorkomen geldt voor grind normaliter een gradatie van minimaal 16/32 mm, en dichter aan de kust of bij hoge gebouwen een gradatie van 30/60 mm. Bij een gewenste fijne gradering kan windinvloed worden uitgeschakeld door het fijne grind in te bedden in honingraatplaten. Deze platen zijn vanaf 40 mm dikte te verkrijgen.
Halfverharding wordt op een drainlaag gelegd.

Ecologisch dak

Dit type daken heeft een geringe gewichtsbelasting. Een substraat, meestal schraal, wordt afgedekt met een laagje grind, de vegetatie komt vanzelf. Om wegwaaien te voorkomen moet het balastbed een voldoende grote gradering en haakweerstand hebben, zoals lavakorrels.
Door de toepassing van een zuur substraat kan de ontwikkeling van een mostapijt worden gestimuleerd.

Sedumdak

Ook dit type dak heeft een geringe gewichtsbelasting. Laagdikte van het substraat is onder meer afhankelijk van de dakhelling, bezonning en gewenste duurzaamheid onder slechte omstandigheden (zoals extreme droogte). Langs dakranden, opgaande gevels en dakdoorvoeren altijd stroken grind of tegels aanleggen met een minimale breedte van 30 cm. Zo kan onder meer overgroeiing van beplanting worden tegengegaan.
Sedummatten kunnen kant en klaar worden aangeleverd of het plantmateriaal kan ingeplant worden met speciaal voorgekweekte plantjes (pluggen).
De sedummatten worden aangeleverd met verschillende variëteiten; afhankelijk van de standplaats ontwikkelen bepaalde soorten zich sneller dan andere. Als soorten komen pionierssoorten van Sedum in aanmerking, zoals Sedum album ‘Murale’, Sedum album ‘Coral Carpet’, Sedum spurium, Sedum lydium, Sedum reflexum, Sedum sexangulare, Sedum hybr. ‘Immergrünchen’, Sedum hispanicum. In dit sortiment passen ook Sempervivum soorten, Iris en Allium.

Gras/kruidendak

Een gras/kruidendak wordt door het droge, hooiachtige gewas in de zomer beschouwd als een brandbaar, niet hard dak. De toevoeging van kruiden brengt hierin enige verbetering.
Als soorten komen in aanmerking: Carex, Festuca, Sesleria, Petrorhagia, Hieracium, Prunella, Pulsatilla, Dianthus, Campanula, Thymus, Origanum, Potentilla: droogteminnende grassen en kruiden.
Als deze planten worden ingeplant, dient gebruik gemaakt te worden van speciaal voor extensieve vegetatiedaken in kwarts- of zilverzand gekweekte plugplanten.

Grasdak

Voor een intensief beloopbare grasmat is een substraatdikte van 20 cm een absoluut minimum. Als grassoorten komen in aanmerking: Festuca rubra rubra, F. duriuscula, F.tenuifolia, eventueel aangevuld met Poa pratensis.

Bodembedekkende beplanting

Stem de soortenkeuze van de bodembedekkende beplanting, alsook van lage en hoge heesters, af op droogteresistentie, windbestendigheid en meestal ook zonbestendigheid. De planten mogen niet vorstgevoelig zijn en moeten een goed regeneratievermogen hebben. Veel planten hebben dit bereikt door de ontwikkeling van een smal blad, al dan niet met een waslaag (gras, bieslook, iris, anjer), of een behaard blad (Pulsatilla), of wateropslag in het blad (succulenten).
De toe te passen planten moeten gekweekt zijn in een arm substraat om problemen met aanslaan te voorkomen.

Lage struiken

Te denken valt aan een sortiment van onder andere Genista, Hypericum, Caryopteris, Cytisus, Ilex crenata, Lonicera, Lavendula, Potentilla, Juniperus, Pinus, Chamaecyparis.
Vanaf deze hoogte worden verankeringsmatten toegepast.

Hoge struiken

Te denken valt aan een sortiment van onder andere: Elaeagnus, Prunus laurocerasus, Pyracantha, Hippophae, Amelanchier, Caragana, Ligustrum, Pinus, Juniperus, Chamaecyparis.Verankeringsmatten toepassen. Verankeren kan door middel van kunststof matten, tijdelijk door middel van houten roosters/bouwstaalmatten of met behulp van bijvoorbeeld jutte banden aan hijsogen bevestigd aan betonplaten.

Bomen

Een solitaire boom is in diverse hoogten mogelijk – afhankelijk van de hoeveelheid doorwortelbaar substraatvolume, verankeringsmogelijkheden, soortkeuze en de mate waarin reflectie kan worden voorkomen. In aanmerking komen met name mediterrane boomsoorten.
Voor de berekening van het doorwortelbaar volume dat benodigd is voor een goede ontwikkeling van een boom, kan de volgende formule worden toegepast: afhankelijk van de gewenste boomsoorten en de hiermee samenhangende boomgrootte, bepalen we de uiteindelijk te bereiken kroondoorsnede op bijvoorbeeld 12.00 m, waardoor de kroonprojectie van de boom $\pi R^2 = 113\ m^2$ bedraagt. De behoefte aan doorwortelbaar substraat wordt gesteld op 0,50 m^3/m^2 kroonprojectie, ofwel de benodigde hoeveelheid substraat bedraagt 57 m^3. Als dergelijke hoeveelheid substraat niet gerealiseerd kan worden, dient een (op termijn) wat kleiner kroonformaat geaccepteerd te worden, of men kiest een boom van een wat kleinere orde. Verankeringsmatten toepassen.

Bamboe

Heeft zeer agressieve wortels. Deze zijn zeer moeilijk in de hand te houden. Op vakkundige wijze rhizoombegrenzers toepassen.

Vijver

Vijvers worden snel oververhit als ze in de zon liggen, wat onder meer algengroei veroorzaakt. Om zonder aanvullende maatregelen in de volle zon te functioneren is een minimale vijverdiepte van 50 cm vereist. Koelen door middel van rondpompen is ook een mogelijkheid.
Een vijver in de schaduw is ook een mogelijkheid om het water koel te houden. Aanvullende reinigende maatregelen als zuurstofplanten of bedekking van het watervlak met waterlelies worden toegepast, evenals een fontein en een helofietenfilter. Liever geen vissen in de vijver omdat ze het water verrijken.
In verband met lekkage, en daarmee het gevaar voor verspreiding van water onder de dakbedekking, wordt aangeraden vijvers aan te leggen op een volgebrande bitumeuze dakbedekking, dit in overleg met een dakdekker. Bij losverlegde dakdekking kan het lekwater zich over het hele dakvlak verspreiden. Eventueel kunnen ook water- en dampdichte isolatieplaten worden toegepast.

Bemesting

Met bemesting dient, zeker op vegetatiedaken, maar ook op andere typen daktuinen, zeer voorzichtig te worden omgegaan. Beplantingen dienen tijdig voor de winter te kunnen afharden. Dit lukt niet bij meststoffen met een hoog stikstofaandeel, bij langwerkende meststoffen en late toedieningen. Vegetatiedaken behoeven sowieso geen, of slechts zeer geringe, bemesting met speciale meststoffen.

Adressen en informatie

Stadsdelen Amsterdam

Voor het aanleggen van een daktuin is het aan te bevelen om vooraf contact op te nemen met het stadsdeel. Daar is meer informatie te krijgen over de bestemmingsplannen en bouwvergunningen.

Ministerie van VROM

Of een bouwvergunning vereist is kan men ook nagaan op de website van het ministerie van VROM: www.vrom.nl, doorklikken naar 'Bouwen en verbouwen', dan naar 'Bouwvergunning en Woningwet 2003'.

Dienst Ruimtelijke Ordening

Team Openbare ruimte, Groen en Stadsecologie
Remco Daalder, tel: 020-5527927
ddr@dro.amsterdam.nl
Jodenbreestraat 25
1011NH Amsterdam

Initiatief Groene Daken in Amsterdam

Initiatiefgroep die bestaat uit een aantal bedrijven en instanties die van mening zijn dat er te weinig aandacht is voor de ontwikkeling van begroende daken in Amsterdam. Het initiatief wordt genomen door IVAM en de KennisKring Amsterdam.
Het hoofddoel van het initiatief Groene Daken is het combineren van initiatieven en kennis, met als resultaat het versnellen van de aanleg van begroende daken in Amsterdam.
Voor meer informatie:

IVAM research and consultancy on sustainability

Roetersstraat 33
Postbus 18180
1001 ZB Amsterdam
Jaap Kortman 020-5255918
jkortman@ivam.uva.nl
Joost Gijswijt 020-5255290
jgijswijt@ivam.uva.nl
Michiel van Yperen 020-5255812
mvyperen@ivam.uva.nl

Colofon

Dit is een uitgave van de Dienst Ruimtelijke Ordening Amsterdam;
Remco Daalder, Team Openbare ruimte, Groen en Stadsecologie,
Leon de Laat, Team Wonen, Voorzieningen, Stedelijke recreatie.
Deze uitgave is opgesteld in opdracht van de wethouder van Milieu en Openbare Ruimte.

Tekst en samenstelling:
Maartje Pittery
Joost Vorstenbosch

Met bijdragen van:
Wim B. Beining, Arend de Winter Groenprojecten

Eindredactie en productie:
Bob Polak, afd. Communicatie
Harry van Veenendaal, afd. Communicatie

Vormgeving:
An van Elst, RoVorm bv

Druk:
Spinhex & Industrie

Amsterdam, mei 2004

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten van de foto's in deze publicatie te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.