

Extensieve groendaken





Deze brochure is een uitgave van

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Afdeling Bos & Groen
Koning Albert II-laan 20 bus 8
1000 Brussel

Redactie

J. Mentens, M. Hermy & D. Raes, Dept. Landbeheer, K.U.Leuven
Afdeling Bos & Groen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

Foto's en illustraties

Afdeling Bos & Groen, EGD - Floradak, J. Mentens, Optima BV (NL) Tecmat NV

Lay-out

Patrick Van den Berghe, afdeling Bos & Groen

Druk

Geers Offset

Depotnummer

D/2002/3241/086

Extensieve groendaken

Inhoud

Inleiding

Wat zijn groendaken?

Een groendak is dus een tuindak of een daktuin?

Hoe ziet de opbouw van zo'n groendak er uit?

Is er een verschil in opbouw tussen extensieve en intensieve groendaken?

Kan dit enkel op vlakke daken?

Wordt de begroeiing geplant of gezaaid?

In welke maand wordt de begroeiing best aangebracht?

Heeft een groendak onderhoud nodig?

Waarom zou ik een groendak aanleggen?

- waterbeheersing

- langere levensduur van de dakbedekking

- thermische isolatie van het dak

- geluidsisolatie

- brandveiligheid

- klimaatsverbetering

- lucht- en waterzuivering

- habitatontwikkeling

- visuele voordelen

- nieuwe gebruiksruijnte

- milieuvriendelijk imago

- financieel voordeel

Zijn er dan enkel voordelen aan?

Hoe wordt een doordachte plantenkeuze gemaakt?

Welke planten zijn geschikt voor een groendak?

Waar kan ik enkele voorbeelden bekijken?

Waar kan ik meer informatie vinden?

Inleiding

Ondanks het feit dat vegetaties op daken in bepaalde landen (b.v. Scandinavië) reeds eeuwenlang gebruikt worden als dakbedekking en in de laatste decennia de moderne vormen ervan, de zogenaamde groendaken, veelvuldig toegepast worden in Midden-Europa is het bestaan ervan voor de meeste mensen in Vlaanderen onbekend. Groendaken zijn vooral in Duitsland en Zwitserland populair en dit omwille van een aantal uitgesproken voordelen. Eén van deze voordelen, de beperking van de neerslagafvloeï en aldus de mogelijkheid om overstromingen te voorkomen, is de voornaamste reden waarom ze de laatste jaren ook in Vlaanderen meer in de belangstelling komen. In o.a. Duitsland is deze hernieuwde belangstelling reeds begonnen in de jaren '60 waar ondertussen door uitgebreid wetenschappelijk onderzoek al veel kennis over groendaken opgedaan is.

De bedoeling van deze brochure is een inleiding te geven over het fenomeen "groendak", toelichting te geven bij de verschillende definities die in omloop zijn en antwoorden te bieden op een aantal vragen over deze moderne vorm van groenvoorziening. Inhoudelijk zal de nadruk liggen op extensieve groendaken, waarnaast de overige groendaktypen beperkter behandeld worden om een volledig beeld te kunnen geven van de mogelijkheden. Deze brochure is beperkt van omvang en zal bijgevolg niet alles in detail kunnen behandelen. Indien je nog ergens aan twijfelt, raadpleeg je best een groendeskundige of een architect.

Wat zijn groendaken?

Een goede definitie voor de term groendaken is: daken waarvan de dakbedekking hoofdzakelijk bestaat uit levende planten. Het “groen” in het woord groendak slaat dus niet rechtstreeks op de kleur van het dak maar op de aanwezigheid van een begroeiing. Deze definitie maakt ook geen onderscheid tussen door de mens aangelegde groendaken en spontaan ontstane groendaken. De spontane ontwikkeling van een groendak is een volledig natuurlijke ontwikkeling, maar vergt echter al gauw tien à twintig jaar¹. Gewoonlijk begint de ontwikkeling met de vestiging van korstmossen, gevolgd door mossen waarna Muurpeper zich geleidelijk aan vestigt. Voorbeelden ervan zijn her en der in het Vlaamse land op oude daken (b.v. op golfplaten) met zwakke helling te zien. Omwille van die trage ontwikkeling is deze vorm van groendaken niet belangrijk voor de toepassing. Daarom beperken we ons hier tot vegetatietechnische groendaken, groenvoorzieningen die door de mens bewust aangelegd worden en op korte tijd tot een mooi resultaat leiden.

Een groendak is dus een tuindak of een daktuin?

Neen. Een tuindak is weliswaar een groendak, omdat de dakbedekking gedeeltelijk uit planten bestaat, maar andersom is dit niet geldig. Een tuindak is namelijk een dak dat de kenmerken heeft van een tuin. Het is dus een dak waarop bijvoorbeeld gewandeld kan worden of waarop vijvertjes en struiken te vinden zijn. Om die reden wordt het geheel ook wel als daktuin aangeduid. Het kan een volwaardige vervanging van een tuin op de begane grond zijn. Door het grote gewicht is dit niet op alle daken mogelijk.

Omwille van de grote variatie in groendaken kan een indeling op allerlei manieren gebeuren. De meest gebruikte en handigste indeling is een onderscheid te maken op basis van het onderhoud dat dit groen vereist.

Dit maakt een indeling in intensieve, eenvoudige intensieve en extensieve groendaken²:

- Intensieve groendaken zijn het equivalent op daken van wat tuinen op de grond zijn. De begroeiing bestaat meestal voor een groot deel uit grassen met daarnaast ook kruiden, struiken en zelfs volwassen bomen. Naast een begroeiing zijn hier ook dikwijls paden, terrassen en eventueel zelfs een vijver aanwezig. Zowel van uitzicht, gebruik als onderhoud zijn ze dus vergelijkbaar met gewone tuinen. Een dergelijk dak weegt al gauw 300 tot zelfs meer dan 1500 kg/m² en vergt uiteraard een aangepaste, dure, dragende constructie. De term tuindak is als synoniem te beschouwen voor intensieve groendaken.





- Eenvoudige intensieve groendaken zijn te vergelijken met kruidenrijke graslanden. Dit type wordt dikwijls niet als een apart groendaktype beschouwd maar als een overgang tussen intensieve en extensieve groendaken. Dit weerspiegelt zich onder andere in het gewicht, ongeveer tussen 200 en 300 kg/m², en het onderhoud. De term grasdak is als synoniem te beschouwen voor een eenvoudig intensief groendak.

- Extensieve groendaken zijn meer te vergelijken met begroeiingen van rotsen. Ze vergen geen of weinig onderhoud omdat de begroeiing die er op groeit beperkt is tot mossen, vetplanten en kruiden. Ook het gewicht van deze daken is veel geringer, 20 tot 200 kg/m², waardoor ze vaak geen aangepaste dakconstructie vergen en ook op reeds bestaande gebouwen aangebracht kunnen worden. In dit geval zijn ze echter niet begaanbaar (tenzij voor eventueel nazicht). Naar gelang het aandeel van de verschillende plantensoorten worden sedum, mos- en kruidendaken onderscheiden als verdere onderverdeling van deze extensieve groendaken.



Extensieve groendaken hebben dus een aantal duidelijke voordelen ten opzichte van intensieve groendaken:

- vanwege hun laag gewicht vergen ze geen bijzondere constructie en zijn ze ook veelal toepasbaar op bestaande daken
- vanwege de specifieke begroeiing vereisen ze (bijna) geen onderhoud

Het zijn deze voordelen die zorgen dat de meerderheid van de nieuwe groendaken extensief is. Volgens een schatting van Krupka³ bedroeg dit aandeel, voor de 5 miljoen m² groendak die in 1994 in Duitsland aangelegd werd, zelfs 90 tot 95 %.

Hoe ziet de opbouw van zo'n groendak er uit?

Op een gewoon dak is het in de zomer heet en droog terwijl het er in de winter stevig vriest. Typisch voor daken zijn dus de extremen in temperatuur; de verschillen tussen de eventuele hitte van de zomer en de diepvries van de winter zijn het meest uitgesproken, maar temperatuurverschillen tussen dag en nacht zijn er ook gewoonlijk groter dan op het grondniveau. De neerslag die op een dak valt, vloeit grotendeels af zodat het, tenzij water blijft staan op een plat dak, meestal een extreem droog milieu is. Bovendien zijn er bijna geen voedingsstoffen aanwezig. Vanwege deze extreme omstandigheden hebben planten dan ook weinig kansen om zich te vestigen en te overleven op een gewoon dak. Een groendak is dus meer dan een gewoon dak waar wat planten op geplaatst worden. Het is veeleer een staaltje van moderne (vegetatie)techniek. Op spontaan ontstane groendaken merken we dat de vestiging van bloemplanten pas optreedt nadat zich eerst korstmossen en mossen geïnstalleerd hebben en aldus een beetje begroeiingssubstraat geleverd hebben voor de vetplantjes.



In een typisch groendak kunnen de volgende lagen teruggevonden worden:

- vegetatielaag: deze kan zowel uit sedums (vetkruid/vetplant), mossen, kruiden (b.v. look), grassen, struiken, bomen als uit een combinatie van voorgaande bestaan.
Bij een volledig ontwikkeld groendak is dit de enige zichtbare laag.
- erosiebescherming: deze laag, die b.v. een fijnmazige mat kan zijn, beschermt de substraatlaag tegen erosie op momenten dat de vegetatielaag nog niet volledig ontwikkeld is. De noodzaak van deze laag hangt af van de wijze waarop de vegetatielaag aangebracht wordt en van de hellingsgraad van het dak. Indien de begroeiing onder de vorm van een volgroeide vegetatiemat aangebracht wordt, is de substraatlaag reeds beschermd tegen erosie. Andere methoden om de begroeiing aan te brengen vereisen erosiebescherming bij hellende situaties en worden in de praktijk weinig gebruikt in een dergelijk geval.
- substraatlaag: deze laag heeft een meervoudige functie. Ze zorgt zowel voor de voedingsstoffen en watervoorziening van de vegetatie als voor de zuurstof en verankering van de wortels. Vanuit de begroeiing bekeken kan deze laag dan ook de belangrijkste laag beschouwd worden.

Haar dikte varieert naargelang het groendaktype en neemt toe van extensief naar intensief groendak.

- filterdoek: deze laag vermijdt dat partikels van de substraatlaag afgevoerd worden, in de drainagelaag terechtkomen en deze eventueel verstoppen.
- drainagelaag: deze zorgt voor de afvoer van overtollig water en is alleen nodig op platte daken.
- bescherm laag: deze beschermt de dieper gelegen lagen tegen beschadigingen door bijvoorbeeld scherpe delen van de bovenliggende lagen.
- wortelkerende laag (wortelvast vlies): deze zorgt ervoor dat de plantenwortels de dieper gelegen lagen niet kunnen beschadigen.
- waterkerende laag (dakdichting): deze zorgt ervoor dat het dak waterdicht is. De waterkerende en wortelkerende laag kunnen ook uitgevoerd worden in één laag, wat tegenwoordig eerder regel dan uitzondering is.
- dragende constructie: zoals bij elk dak is uiteraard ook hier een dragende constructie nodig.

De gebruikte materialen mogen bovendien geen toxische stoffen afgeven en mogen niet chemisch reageren met de begroeiing tenzij ze er fysisch van gescheiden kunnen worden, zoals wanneer bitumen gebruikt wordt als waterkerende laag.

Een groendak is dus al bij al een ingewikkelde constructie. Maar niet elk groendak bestaat uit zoveel lagen. Zo is bijvoorbeeld op hellende daken meestal geen nood aan een drainagelaag omdat, indien een kwaliteitssubstraat gebruikt wordt, het overtollige water door de substraatlaag via de helling vlot afgevoerd kan worden.

De absoluut minimale opbouw bestaat uit:

- een gecombineerde vegetatie- en substraatlaag
- een gecombineerde bescherm-, wortelkerende en waterkerende laag
- de dragende constructie; die bij de eigenlijke dakconstructie hoort

Aan de dakranden, lichtkoepels, ventilatoren en aansluitingen op andere gebouwen is een bijzondere opbouw aangewezen.

Hier wordt geen vegetatielaag aangelegd maar wordt deze vervangen door een grindlaag of tegels. Dikwijls wordt hier ook geen substraatlaag aangelegd. Deze begroeiingsvrije zone heeft meerdere functies:

- verhinderen dat opspattende neerslag de muur het aanliggende gebouw vuil maakt
- een pad aanbieden om het dakonderhoud te kunnen doen en als vluchtweg
- beschermen van de waterafloop tegen verstopping door ingroeïende vegetatie
- verhinderen dat vegetatie over de dakrand naar beneden hangt
- verhinderen dat eventuele brand overslaat van/naar de vegetatie

Is er een verschil in opbouw tussen extensieve en intensieve groendaken?

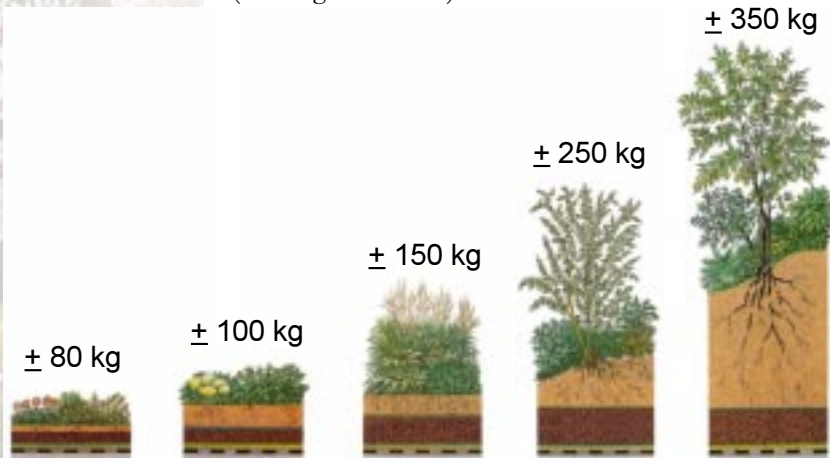
Indien we enkel naar de aanwezigheid van de lagen kijken blijkt dat de eerder beschreven opbouw zowel voor extensieve als voor intensieve groendaken geldt. Maar indien we dezelfde lagen bij de verschillende groendaktypen vergelijken is er een duidelijk verschil merkbaar in de laagdiktes. Grotere planten hebben immers meer substraat voor verankering, water en voedingsstoffen nodig. Dus heeft een begroëing bestaande uit bomen en struiken (intensief groendak) meer water, substraat en de bijhorende drainage nodig heeft dan een vegetatielaag die enkel bestaat uit sedums (extensief groendak). De verschillende groendakleveranciers bieden dan ook een heel gamma van combinaties in laagdiktes aan.

Bovendien bestaan er verschillende substraattypen, meestal gerelateerd aan een groendakleverancier, dewelke licht verschillende fysische eigenschappen hebben. Hierdoor is het mogelijk dat bijvoorbeeld voor een sedumvegetatie door bedrijf A een substraattedikte van 7 cm aanbevolen wordt, terwijl bedrijf B een substraattedikte van 6 cm en een drainagelaag van 2 cm aanbeveelt. Elk overzicht dat gegeven zou worden met de benodigde laagdikte en het bijhorende gewicht van een bepaald vegetatietype zou dus voor elke groendakleverancier verschillend zijn. Tabel 1 geeft een overzicht van de gewichten en totale dikte van groendaken met verschillende begroëingstypes.

Deze tabel is gebaseerd op gegevens van verschillende groendak-leveranciers⁴ waardoor de grenzen van de verschillende klassen, en dan vooral bij de intensieve groendaken, kunnen overlappen.

Vegetatietype	Intensief of extensief	Verzadigd gewicht (in kg/m ²)	Totale dikte (in cm)
Sedums en mossen	extensief	50 à 80	5 à 8
Sedums en kruiden	extensief	80	8
Sedums, kruiden en grassen	extensief	100	7 à 10
Sedums, kruiden en grassen	eenvoudig intensief	150	9 à 14
Grassen en heesters	intensief	260 à 600	23 à 50
Grassen, heesters en kleine bomen	intensief	350 à 750	30 à 70
Grassen, heesters en grote bomen	intensief	> 750	> 70

Tabel 1 - Verschillende groendaktypes met hun gewicht (verzadigd met water) en totale dikte.



Hieruit blijkt dus nogmaals dat renovatie van daken in principe zonder problemen kan gebeuren met een extensief groendak en dat intensieve groendaken een verstevigde constructie nodig hebben. Bij twijfel moet een architect om advies gevraagd worden.

Kan dit enkel op vlakke daken?



Ja en nee. Hier is het weer belangrijk om aan het onderscheid tussen intensieve en extensieve groendaken te denken:

- Intensieve groendaken worden normaal enkel aangelegd indien de dakhelling $< 10\%$ (ongeveer 6°) is. Op sterkere hellingen bestaat een te groot gevaar voor erosie van de substraatlaag. Met speciale constructies kan meer helling overwonnen worden.
- Tegenwoordig kunnen ook hellingen tot ongeveer 45° zonder veel problemen met een extensief groendak begroend worden. Dit vergt echter wel een aangepaste groendakstructuur. Zelfs nog steilere hellingen kunnen met de huidige technieken begroend worden.

Deze zeer steile hellingen vergen echter wel bijzondere, en daardoor ook dure technieken en zijn dus eerder uitzondering dan regel.

Zoals reeds eerder gezegd is de overgrote meerderheid van de nieuwe groendaken extensief. Bovendien hebben de meeste huizen een hellend dak (zadeldak). Een voor de hand liggende conclusie zou bijgevolg zijn dat een groot deel van de nieuwe groendaken op hellende daken aangelegd wordt. Uit navraag bij enkele groendakleveranciers in België blijkt echter dat de overgrote meerderheid van de nieuwe groendaken niet op hellende maar op vlakke daken aangelegd wordt. Dit aandeel zou zelfs 90 %⁵ bedragen en valt te verklaren doordat:

- De huidige belangstelling voor groendaken is ontstaan uit de spontane begroeiing van vlakke, met grind bedekte daken in Duitsland. Het is op deze vlakke daken dat oorspronkelijk het onderzoek gebeurd is, terwijl groendaken op hellingen pas door relatief recente technologische ontwikkelingen zonder problemen aangelegd kunnen worden. Over groendaken op vlakke daken bestaat bijgevolg meer wetenschappelijke kennis.
- Vanwege de "hogere" kostprijs (dit wordt bij de voor- en nadelen nog uitvoerig besproken) werden groendaken tot op heden vooral op industriële en kantoorgebouwen aangelegd omdat hier de hogere aanlegkost minder van belang was. En deze gebouwen hebben nu eenmaal vaak een grote en vlakke dakoppervlakte.

Op basis van de hellingsgraad, en de bijbehorende aangepaste dakstructuur, kan een indeling gemaakt worden⁶:

- hellingsgraad van 0 tot 1° (0 tot 1 %): een dak met een dergelijke hellingsgraad wordt ook wel aangeduid als een "0-dak". Bij dergelijke daken kan men eventueel kiezen voor de ontwikkeling van een begroeiing met moerasplanten; hiervoor moet de afvoer sterk beperkt worden en wellicht zal in droge en warme perioden ook irrigatie nodig zijn. Daar dit type een speciale dakconstructie vereist, bij gevolg ook zeer kostelijk is, wordt het zelden aangelegd.
- hellingsgraad van 1 tot 3° (1 tot 5%): dit type wordt, ondanks de kleine helling, algemeen aangeduid als "vlak dak". De opbouw van dit type wijkt niet af van de opbouw van een typisch groendak omdat het nu eenmaal het typische groendak is.

De enige afwijking die voor kan komen is de afwezigheid van een erosiebescherming.

- hellingsgraad van meer dan 3° (meer dan 5 %): dit type wordt aangeduid als “hellend dak”. Bij dergelijke daken kan de afstromende neerslag tot oppervlakkige erosie leiden. Vanaf deze hellingsgraad is het dus, afhankelijk van de precieze hellingsgraad, aangeraden tot noodzakelijk dat een erosiebescherming aangebracht wordt. Bij hellingsgraden vanaf zo’n 15 à 20° (27 à 36 %) wordt nog een bijkomend systeem aangebracht dat het afschuiven van de substraatlaag voorkomt. Dergelijke systemen zijn in twee groepen onder te verdelen:
 1. systemen die de hellingsgraad verlagen door een trapsysteem (vergelijkbaar met een terrasopbouw)
 2. systemen die de substraatlaag in compartimenten onderverdelen via een lattensysteem. De afstanden tussen opeenvolgende latten worden bepaald door de hellingsgraad. De lattensystemen zijn nogmaals onder te verdelen in:
 - lattensystemen die onder de dakdichting aangebracht worden: deze kunnen in hout uitgevoerd worden en hebben een lange levensduur maar vereisen, indien de latten geen afgeronde randen hebben, een bijkomende beschermingslaag om te verhinderen dat de waterkerende laag beschadigd wordt. De extra waterretentie die zich achter de latten kan ophopen heeft bovendien een negatief effect op het afschuiven van de substraatlaag.
 - lattensystemen die boven de dakdichting aangebracht worden: de latten worden over het algemeen in kunststof uitgevoerd. Voor hellingen tot ongeveer 11° (20 %) kan dit eventueel in hout gebeuren. Het hout zal in de loop van de jaren vergaan maar doordat het substraat volledig doorworteld geraakt wordt de substraatlaag stevig verankerd. Een lattensysteem dat boven de dakdichting geplaatst wordt heeft de voordelen dat de dakdichting niet beïnvloed wordt en dat er geen waterstagnatie optreedt.
- hellingsgraad van meer dan 45° (meer dan 100 %): over het algemeen wordt een hellingsgraad van 45° als de grenswaarde beschouwd van begroenbaarheid. Door nieuwe technieken is het echter ook mogelijk om nog steilere hellingen te begroenen.

Hiermee gaat wel een steeds hogere kostprijs en risico gepaard.

Een dergelijke indeling op basis van de hellingsgraad is gebonden aan de technologische mogelijkheden. Voor vlakke daken zijn deze langer in ontwikkeling geweest waardoor geen belangrijke wijzigingen meer voorkomen in de gebruikte technieken. Het onderzoek op hellende en 0-daken is, zoals reeds eerder vermeld werd, van recentere oorsprong. De principes die voor vlakke daken gelden gaan ook op voor de andere twee types waardoor de technieken grotendeels overgenomen werden. Enkel specifieke elementen, zoals de erosiebescherming, zijn relatief recent ontwikkeld. Nieuwe technieken zorgen dus voor wijzigingen in een indeling die gerelateerd is aan de bestaande technologie en kunnen er misschien voor zorgen dat deze indeling in de toekomst nog wijzigt.

Wordt de begroeiing geplant of gezaaid?

Zoals voor tuinen en parken worden er ook voor groendaken een aantal methoden gebruikt om vegetatie aan te brengen:

- spontaan: een spontane begroeiing laten gebeuren is uiteraard de meest natuurlijke en goedkoopste manier om een vegetatielaag aan te brengen. Deze methode wordt echter zelden gebruikt vanwege de nadelen die er aan verbonden zijn: de lange ontwikkelingstijd en de onvoorspelbaarheid van het resultaat. Indien een substraatlaag aangebracht werd en men deze spontaan wil laten begroeien is er bovendien een groot erosiegevaar (afhankelijk van de hellingsgraad).
- planten: dit wordt voornamelijk gebruikt voor intensieve groendaken. Het planten heeft het voordeel dat er sneller een "volwassen" begroeiing bekomen wordt. Dit is, om evidente redenen, vooral bij houtige gewassen aangewezen. Voor extensieve groendaken wordt deze methode weinig toegepast vanwege de hogere kostprijs en het kleinere tijdsvoordeel (1 à 2 jaar, afhankelijk van het aantal planten) dat voor een sedum- en kruidenvegetatie bekomen kan worden.
- zaaien van zaden/vruchten: bij het zaaien duurt het ten opzichte van planting een jaar langer voor de vegetatie het dak volledig bedekt. Daarom wordt het zelden gebruikt voor intensieve groendaken. Op eenvoudige intensieve en extensieve groendaken daarentegen is het

een veelgebruikte methode. Voor de begroening van groendaken kunnen twee vormen van zaaiing onderscheiden worden:

- droog zaaien: hierbij kunnen de zaden gewoon manueel of machinaal verspreid worden. Dit is een goede methode bij zwaardere, snel kiemende zaden maar is te vermijden bij lichte zaden vanwege het mogelijke afspoelen of afwaaien van deze zaden. Deze methode is, uitgezonderd een spontane begroeiing, de goedkoopste manier om vegetatie aan te brengen.
- nat zaaien: hierbij worden de zaden gemengd met water en een kleefmiddel (cellulose, alginaat of kunststoffen). Dit mengsel wordt doormiddel van een sproeipistool en een compressor uitgespreid. Natzaaien heeft enkele voordelen ten opzichte van droog zaaien: vanwege de kleefstoffen is er een kleiner erosiegevaar, het is eenvoudiger om de zaden gelijkmatig over een oppervlak te verspreiden en grote oppervlakten kunnen sneller ingezaaid worden.
- Plantendelen: verschillende soorten planten kunnen zich vermeerderen of vermeerderd worden door de verspreiding van levende plantendelen. Deze plantendelen kunnen op natuurlijke wijze ontstaan als knollen of knoppen of op kunstmatige wijze door scheuten of wortelstukken af te snijden. In de groendakaanleg wordt dit voor namelijk toegepast om sedumsoorten aan te brengen op extensieve groendaken. Dit kan voor de meeste sedumsoorten toegepast worden en gebeurt via afgesneden scheuten (zogenaamde spruiten). Hierbij moet er op gelet worden dat de scheuten niet te vroeg geoogst worden en dus reeds voldoende volgroeid worden terwijl ze ook niet te laat geoogst mogen worden om te vermijden dat de scheuten reeds bloemknoppen gevormd hebben. Qua benodigde ontwikkelingstijd is het aanbrengen van plantendelen te vergelijken met zaaien en wordt een bedekkinggraad van 95 % dus na twee jaar bereikt.
- Vegetatiematten: indien onmiddellijk een dichtgegroeide vegetatie gewenst is, kunnen voorgekweekte vegetatiematten gebruikt worden. Een dergelijke mat bestaat uit drie componenten: planten, substraat en een netwerk van kunststof- of kokosdraden. Dit kan zowel toegepast worden voor extensieve groendaken met mos-sedum-matten, als voor eenvoudige intensieve groendaken met sedum-kruidentmatten, als voor intensieve groendaken met kruiden-grasmatten.

Een snel resultaat alleen is dikwijls niet de belangrijkste reden om deze methode toe te passen. Op extensieve groendaken worden vegetatiematten vaak gebruikt op hellingen omdat ze als een volledige erosiebescherming fungeren. Op hellende daken moet de opbouw van de vegetatiematten aangepast zijn aan de trekkrachten die erop uitgeoefend worden. Hier zal een driedimensionale structuur van een niet/traag-afbreekbaar materiaal gebruikt worden in de plaats van een eenvoudig doek of een laag van (afbreekbare) kokosvezels.



Uiteraard kunnen de verschillende methoden om vegetatie aan te brengen gelijktijdig aangewend worden. Wat bijvoorbeeld gedaan kan worden is sedumscheuten combineren met een zaadmengsel van kruiden.

In welke maand wordt de begroeiing best aangebracht?

Ook in dit opzicht zijn groendaken vergelijkbaar met tuinen en parken. Zo is de aangewezen periode om de begroeiing aan te brengen door zaaïen gelegen tussen eind april en eind september. De periode om te planten is iets langer: tussen maart en oktober indien planten met een blote wortel gebruikt worden. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat

de klimatologische omstandigheden in juli en augustus dusdanig kunnen zijn dat de kans op een geslaagde begroening sterk afneemt indien geen bijkomende maatregelen genomen worden (zie verder). De begroeningsmethoden die eventueel gedurende het gehele jaar toe te passen zou zijn is de plaatsing van vegetatiematten en planten met containerplanten. Bij twijfel raadpleegt u best een groendeskundige.

Heeft een groendak onderhoud nodig?

Uiteraard. Net zoals elke tuin, bloempot of constructie (b.v. een gewoon dak) onderhoud nodig heeft. Hoeveel onderhoud een groendak nodig heeft hangt echter sterk af van het type groendak, de methode waarop de vegetatielaag aangebracht werd en het gewenste eindresultaat.

Na de aanleg van het groendak moet gedurende een periode een startonderhoud uitgevoerd worden. Deze periode hangt af van de methode en het tijdstip waarop de vegetatie aangebracht werd en het type van groendak. Het startonderhoud bestaat uit:

- regelmatig water geven tot de planten het substraat voldoende doorworteld hebben en bestand zijn tegen perioden van droogte. Dit geldt niet alleen voor intensieve begroeiingen maar ook voor droogte resistente sedumsoorten aangezien de kiemplanten van deze soorten niet droogteresistent zijn. Het water geven kan manueel gebeuren maar kan ook gebeuren door een eenvoudige tijdelijke beregningsinstallatie te plaatsen.
- verwijderen van ongewenste vegetatie. Intensieve groendaken hebben aanvankelijk, zoals gewone tuinen, te maken met ongewenste kruidachtigen en zaailingen van bomen. Dit probleem kan ten dele voorkomen worden door een mulchlaag (b.v. bestaande uit houtsnippers) aan te brengen en zal verdwijnen wanneer de vegetatielaag de bodem volledig bedekt. Extensieve groendaken hebben vanwege hun voedselarme substraat weinig last van ongewenste kruidachtigen, alhoewel ook hier in de beginfase onkruid (inclusief kiemplanten van bomen en struiken, zoals van berk of grove den) kan opduiken. Door de geringe substraatdikte sterven ongewenste soorten hier al na enkele maanden volledig af.

Indien de kieming massaal zou gebeuren, wat door de omgeving kan beïnvloed worden, is manuele verwijdering gewenst aangezien ze de ontwikkeling van de groendakbegroeiing kunnen remmen.

Na het startonderhoud kan overgeschakeld worden naar een minder intensief gewoon onderhoud:

- het onderhoud van intensieve groendaken is vergelijkbaar met dat van gewone tuinen waarbij bomen gesnoeid en graslanden gemaaid moeten worden. Vanwege de specifieke dakomstandigheden is hier irrigatie en bemesting noodzakelijk.
- bij het onderhoud van extensieve groendaken daarentegen is frequent water en bemesting geven nefast voor de samenstelling van de vegetatielaag. De sedums etc. zijn immers aangepast aan voedselarme en uitdrogende omstandigheden. Indien deze omstandigheden wijzigen zal de verhouding tussen de samenstellende soorten van het groendak ook verschuiven, zodat de verhouding tussen kruidachtigen (inclusief grassen) en mossen streeft naar een evenwicht met de omstandigheden. Dit betekent niet dat een extensief groendak nooit bemest of bewaterd moet worden maar dit mag enkel gebeuren indien duidelijk aan de vegetatie te zien is dat het nodig is. Advies van een groendeskundige kan bij twijfelgevallen gewenst zijn.

Waarom zou ik een groendak aanleggen?

Groendaken hebben tal van voordelen. Een groot deel hiervan geeft een rechtstreeks voordeel voor de dakeigenaar, andere geven voordelen voor de gemeenschap (onder andere op ecologisch, sociaal en gezondheidsvlak).

Wat zijn nu de voordelen:

- waterbeheersing: een belangrijk kenmerk van stedelijke en verstedelijkte gebieden is het grote aandeel van verhardingen in de totale oppervlakte; men spreekt van een hoge verzegelingsgraad. Dit heeft als gevolg dat neerslag niet of nauwelijks in de bodem kan dringen en quasi onmiddellijk via ondoordringbare oppervlakten naar rioleringen afvloeit. Dit heeft onder andere tot gevolg dat zelfs rela-

tief kleine buien voor een tijdelijke overbelasting van het rioleringsstelsel kunnen zorgen met lokale wateroverlast als gevolg. Dit kan verholpen worden door de aanleg van nog grotere rioleringen zodat het water nog sneller en in grotere hoeveelheden afgevoerd kan worden. Dit is echter duur en verplaatst de problemen naar een ander gebied. Een meer verantwoorde oplossing is te vermijden dat alle neerslag onmiddellijk afgevoerd wordt. Men probeert de retentie van neerslagwater te verhogen. Dit kan op vele manieren, o.m. via de aanleg van regenwaterputten of de aanleg van groendaken. Groendaken verminderen namelijk de afvoer van de neerslag zodat de piekafvoeren lager zijn, de rioleringen minder of niet overbelast worden en er zich geen of minder ernstige wateroverlast voordoet. De mate waarin dit gebeurt zal van het groendaktype afhangen. Tabel 2 geeft een overzicht van het verschil in jaarlijkse neerslagafvoer zo als dat uit onderzoek⁷ naar voren gekomen is:

Daktype	Totale laagdikte	% afgevoerd van de totale neerslag
Vlak groendak	> 50 cm	10 %
Vlak groendak	25 à 50 cm	20 %
Vlak groendak	15 à 25 cm	30 %
Vlak groendak	10 à 15 cm	40 %
Vlak groendak	6 à 10 cm	50 %
Vlak groendak	4 à 6 cm	60 %
Vlak groendak	2 à 4 cm	70 %
Vlak dak met grindlaag	7 cm	80 %
Hellend traditioneel dak	/	100 %
Hellend groendak met een hellingsgraad tot 15°	alle laagdikten	dezelfde waarde als bij een gelijkaardige laagdikte voor een vlak groendak ⁸

Tabel 2 - Procentuele neerslagafvoer voor verschillende dakbedekkingen.

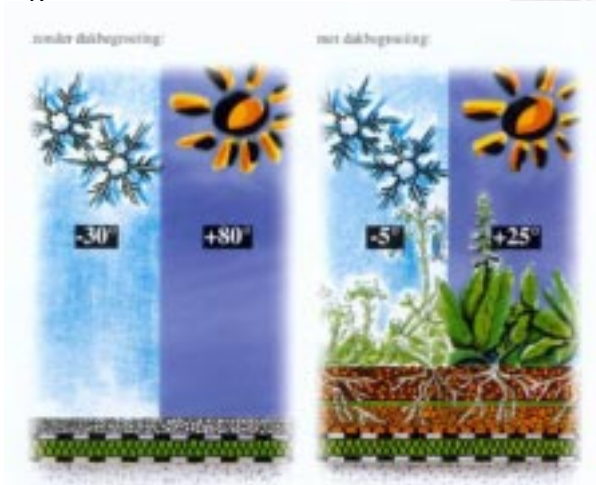
Uit tabel 2 blijkt duidelijk dat groendaken veel meer water vasthouden dan traditionele daken en bovendien dat intensievere groendaken meer water vasthouden dan extensieve.

Bij dit laatste moet toegevoegd worden dat de zomerse waterbehoefte van intensieve groendaken groot is. Door het gebruik van regenwaterputten kan dit echter (grotendeels) verholpen worden. Ook blijkt er geen verschil in waterafvoer te bestaan tussen vlakke en hellende groendaken met een hellingsgraad tot 15°. In hoeverre dit geldt voor sterker hellende groendaken wordt momenteel onderzocht.



- langere levensduur van de dakbedekking: een groendak gaat langer mee dan een gewone dakbedekking. Dit heeft een aantal redenen die in het bijzonder de levensduur van vlakke daken verlengen. Ten opzichte van een vlak dak met bitumen is dit zelfs dubbel zo lang. De aanwezigheid van de laagopbouw beschermt de dakbedekking tegen:
 - UV-straling: deze breken materialen af door fotochemische reacties maar worden bij een groendak geabsorbeerd door de vegetatie.
 - verhitting, bevriezing en temperatuurschommelingen van het dakoppervlak: door de extremen en de afwisseling ertussen ontstaan spanningen in de dakbedekking en treden finaal scheuren op of breken naden. Dit is vooral het geval bij een dakbedekking uit bitumen. Bij een groendak worden de temperaturen getemperd door de aanwezigheid van de begroeiing en het substraat.

Dit veroorzaakt niet alleen lagere maximum- en hogere minimumtemperaturen, maar ook veel kleinere temperatuurschommelingen. De mate waarin de temperaturen gedempt worden hangt bovendien af van de dikte van het groendak.



- ongelijke opwarming van de verschillende daklagen: dit resulteert in blaasvorming en vervormingen van de dichtingen. Bij groendaken stelt zich dit probleem niet wegens het ontbreken van snelle en grote temperatuurschommelingen.
- mechanische beschadiging: daken kunnen soms beschadigd worden door hagel. Bij groendaken wordt dit opgevangen door de verschillende lagen.
- wegwaaien van dakbedekking: indien de dakbedekking niet goed bevestigd is of bij hevige wind kan deze wegwaaien. De vegetatielaag vormt een geheel met de substraatlaag en vormt zo een zwaarder vlak. Indien bomen en struiken op het groendak aanwezig zijn kunnen deze echter voor een extra windbelasting zorgen.
- thermische isolatie van het dak: de eerder vermelde lagere maximum- en hogere minimumtemperaturen worden veroorzaakt door het isolerend effect van het groendak.

Dit zorgt er niet alleen voor dat de dakdichting een gematigder temperatuursregime kent maar ook dat er 's winters minder verwarmingskosten zijn en dat er 's zomers minder koeling nodig is.

- geluidsisolatie: het groendak heeft een geluidsdempende werking. De precieze grootte hiervan is echter moeilijk te meten.
- brandveiligheid: ondanks dat een groendak op het eerste zicht brandonveilig lijkt is dit niet het geval. De brandonveiligheid zou dan vooral veroorzaakt worden doordat de vegetatie in hete zomers kan uitdrogen, verdorren en vuur kan vatten. Dit is inderdaad een mogelijkheid maar dit komt enkel voor indien het groendak niet naar behoren onderhouden wordt omdat hierbij vermeden wordt dat de vegetatie volledig afsterft. In het geval dat de vegetatie vuur vat zal dit slechts een kort en oppervlakkig vuur geven vanwege de kleine hoeveelheid brandbaar materiaal, de grind/tegellaag aan dakranden en de scheiding tussen het vuur en de dragende constructie door de substraatlaag.
- klimaatsverbetering: een stedelijke omgeving heeft een afwijkend klimaat ten opzichte van zijn omgeving. Dit wordt veroorzaakt door de grote warmteabsorptie van de stenige oppervlakten, verwarming van gebouwen, verkeer en de onmiddellijke afvoer van neerslag. Dit uit zich onder andere in een hogere temperatuur en een lagere luchtvochtigheid⁹. Groenvoorzieningen kunnen door gewasverdamping de luchttemperatuur verlagen en de vochtigheid verhogen wat resulteert in een betere leefomgeving. Het totale effect ervan zal echter ook samenhangen met de oppervlakte en structuur van groenvoorzieningen. Bossen zullen in die optiek meer effect hebben dan extensieve groendaken.
- lucht- en waterzuivering: het stedelijke milieu wijkt niet alleen op klimatologisch vlak af van zijn omgeving maar ook op vlak van luchtvervuiling. Een groendak kan hier een zeer grote invloed op uitoefenen doordat het complex van vegetatie, substraat en micro-organismen schadelijke stoffen zoals CO, benzol en stoffeeltjes niet alleen opneemt maar ook afbreekt¹⁰. Groendaken dragen dus ook via luchtzuivering bij tot een beter leefmilieu. Bovendien brengt neerslag in stedelijke gebieden veel schadelijke stoffen met zich naar beneden.

- Indien deze vervuilde neerslag eerst door een groendak stroomt wordt een deel van de vervuiling uitgefilterd alvorens het water in de waterlopen terecht komt. Groendaken, en andere groenvoorzieningen, hebben dus ook een belangrijke schermfunctie.
- habitatontwikkeling: gebouwen en infrastructuur nemen onvermijdelijk ruimte in en betekenen dus altijd habitatverlies. Ondanks dat groendaken geen volwaardige vervanging zijn van de verdwenen meer natuurlijke habitat kunnen ze zowel voor fauna als flora een belangrijk landschapselement zijn. Groendaken kunnen fungeren als een tijdelijke habitat (als stapsteen en als tijdelijke vluchtplaats) maar ook als vervangingshabitat en als basishabitat¹¹. In welke mate bepaalde planten- en diersoorten aanwezig zullen zijn hangt af van zeer veel factoren zoals het groendaktype, de wijze waarop de vegetatie aangebracht werd en de aanwezigheid van fauna en flora in de omgeving. In ieder geval zal de bloei van sedums een sterke aantrekkingskracht uitoefenen op vlinders en andere nectarzuigende insecten. Aldus kunnen groendaken ook bijdragen tot de verhoging van de verscheidenheid aan plant- en diersoorten (de zgn. biodiversiteit¹²).



- visuele voordelen: naast minder extreme temperaturen, een hogere luchtvochtigheidsgraad en een zuiverdere lucht zorgen groendaken ook door hun visuele uitwerking voor een betere leefomgeving en gezondheid. Het is duidelijk dat ook andere vormen van gebouwbegroening, met name gevelbegrøening, hierin ook een belangrijke rol kunnen spelen. Een uitzicht op een groene omgeving heeft een positief effect op de gemoedstoestand en aldus ook op de lichamelijke gezondheid van mensen. Bovendien is het uitzicht van een groendak seizoensgebonden wat een aangename variatie in het uitzicht brengt.



- nieuwe gebruikruimte: ondanks hun belang zijn in een stedelijke omgeving meestal weinig, zowel openbare als private, groene ruimten aanwezig. Bovendien zijn gronden duur waardoor het behoud en de aanleg van groengebieden en tuinen dikwijls als “te duur” wordt bestempeld. De omvorming van vlakke daken naar groene gebruikruimten is daarentegen relatief goedkoop en een herwaardering van ongebruikte oppervlakte. De mogelijkheden zijn quasi onbeperkt: van moestuinen en groene terrassen tot volledige wandelparken. De enige beperkende factor is de draagkracht van de constructie.

- Bij een nieuwbouw kan hier echter eenvoudig rekening mee gehouden worden omdat de extra kost voor de constructie lager ligt dan de aankoopprijs van een vergelijkbare grondoppervlakte.
- milieuvriendelijk imago: een aantal van de voorgenoemde voordelen zijn milieugebonden. Bedrijven kunnen dus door een groendak aan te leggen goedkoop een milieuvriendelijker imago krijgen. Werken in een groene omgeving heeft, zoals reeds eerder aangehaald, ook een psychologisch effect en kan bijdragen tot grotere arbeidsvreugde en aldus ook een hogere productiviteit.
 - financieel voordeel: de meeste mensen gaan ervan uit dat een groendak veel meer kost dan een traditioneel dak. Indien enkel de aankoopkosten van groendaken vergeleken worden met deze van traditionele daken is dat inderdaad zo. De langere levensduur van groendaken zorgt er op termijn echter voor dat het prijsverschil zeer klein of onbestaande is.

Indien nu de overige voordelen meegerekend zouden worden zouden groendaken zeker voordeliger blijken te zijn. Een probleem is wel dat een deel van de baten niet direct uitdrukbaar zijn in monetaire eenheden. Met aangepaste economische technieken¹³ is dit nochtans wel te berekenen. Alleen is dergelijk onderzoek nog niet uitgevoerd voor groendaken. Het staat echter vast dat de waarde van deze voordelen zeer groot is; o.a. door hun invloed op het gezondheidswaarde.

Om de hogere aankoopkosten van groendaken te verlagen biedt het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap een financiële ondersteuning aan voor de aanleg van extensieve groendaken. Deze subsidiëring gebeurt via de steden/gemeenten die het Samenwerkingsakkoord (de vroegere Milieuconvenant) ondertekenen en bedraagt 25 euro /m². (Ter informatie: de aankoop kost van een extensief groendak met vegetatiematten bedraagt tussen de 20 en 65 euro/m², afhankelijk van de substraatdikte, hellinggraad en oppervlakte.) Voor meer informatie i.v.m. subsidieregeling kan u best contact opnemen met uw stad/gemeente.

Zijn er dan enkel voordelen aan?

Nee, iets zonder nadelen bestaat immers niet. Maar de nadelen zijn in dit geval wel beperkt omdat er goede maatregelen tegen genomen kunnen worden:

- de aankoopkosten van een groendak liggen hoger dan voor een traditioneel dak. Door de subsidiëring door het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap is dit bezwaar, afhankelijk van het groendaktype, niet meer geldig of sterk afgezwakt.
- bij een lek in de waterkerende laag is het moeilijk en duur om het lek te vinden en herstellen. Dit klopt en was vroeger het grootste bezwaar tegen groendaken. Vanwege dit probleem is er zeer veel onderzoek uitgevoerd op waterkerende lagen waardoor lekken eigenlijk niet meer voorkomen, op voorwaarde dat de plaatsing correct uitgevoerd wordt. Een deel van de problemen wordt veroorzaakt door werken, die achteraf aan het gebouw gebeuren, waarbij de dakdichting beschadigd wordt.

Hoe wordt een doordachte plantenkeuze gemaakt?

Bij de keuze van de plantensoorten moet rekening gehouden worden met een aantal aspecten:

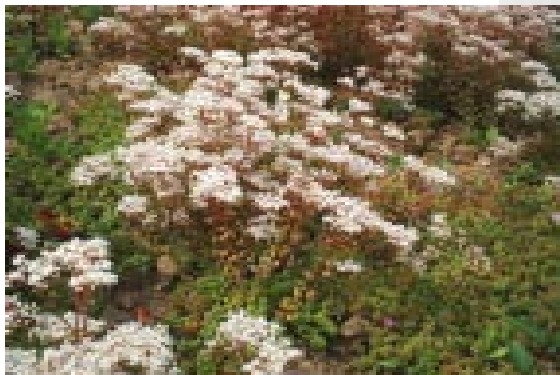
- variatie: algemeen kan gesteld worden dat een vegetatie met een grotere variatie in soortensamenstelling een hogere belevings- en ecologische waarde heeft en een betere weerstand heeft tegen over klimatologische omstandigheden. Dit geldt ook voor de vegetatie op groendaken.
- standplaatskarakteristieken: de aanwezige planten moeten uiteraard aangepast zijn aan de extreme klimatologische omstandigheden die zich op groendaken voor doen. De standplaats “groendak” is bovendien nog zeer verscheiden door verschillen in onder andere substraatdikten, hellingsgraden, oriëntatie en het lokale klimaat. Dit leidt er toe dat het moeilijk te bepalen is welke planten optimaal zullen gedijen op een bepaald groendak, wat nogmaals een reden is om een grote variatie aan plantensoorten aan te brengen.

- onderhoud: naargelang de hoeveelheid onderhoud die men bereid is te spenderen kunnen bepaalde groendaktypen al dan niet toegepast worden.
- functie: afhankelijk van de beoogde effecten zal de vegetatiesamenstelling wijzigingen ondergaan. Dit wordt veroorzaakt doordat de vier aspecten met elkaar gerelateerd zijn via de structuur van het groendak. Zo vergt bijvoorbeeld een zo groot mogelijke waterretentie een dikke substraatlaag, wat gepaard gaat met een hoge mogelijkheid om variatie te brengen in de soortensamenstelling, met meer gematigde standplaatskarakteristieken en met meer onderhoud.

Welke planten zijn geschikt voor een groendak?

De lijst van plantensoorten die bruikbaar zijn op groendaken is zeer lang en groeit voortdurend. Er zal dan ook niet geprobeerd worden om hier een volledige opsomming te maken.

De in tabel 3 vermelde soorten zijn een kleine selectie om een indruk van de mogelijkheden te geven. Hierbij moet opgemerkt worden dat slechts een klein deel van deze soorten, vnl. sedums, beschikbaar is onder de vorm van voorgekweekte vegetatiematten en dat het merendeel van de soorten dus enkel door planting of zaaiing aangebracht kan worden. Daarenboven heeft elke soort andere vereisten naar substraatdikte, etc. en verschillen deze vereisten afhankelijk van de hellingsgraad, oriëntatie en substraatsamenstelling, waardoor de keuze van de plantensoorten goed overwogen moet worden.



De hierbij vermelde minimale substraatdikte moet dus niet als exacte waarde maar eerder als richtinggevend beschouwd worden. De eenvoudigste manier om een goede plantenkeuze te maken is een groendeskundige te raadplegen.

Soorten voor extensieve tot eenvoudige intensieve groendaken

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Substraatdikte (cm) ¹⁴
Akkerhoornbloem	<i>Cerastium tomentosum</i>	10-60
Bevertjes(gras)	<i>Briza media</i>	10-60
Bieslook	<i>Allium schoenoprasum</i>	2-60
Breed fakkelgras	<i>Koeleria pyramidata</i>	15-60
Donderblad	<i>Sempervivum tectorum</i>	2-10
Driekleurig viooltje	<i>Viola tricolor</i>	10-25
Dwerglis	<i>Iris pumila</i>	6-60
Echte marjolein	<i>Origanum vulgare</i>	10-60
Gele kamille	<i>Anthemis tinctora</i>	10-60
Gele look	<i>Allium flavum</i>	2-25
Gewone brunel	<i>Prunella vulgaris</i>	6-60
Gewoon reukgras	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	10-60
Gewoon grasklokje	<i>Campanula rotundifolia</i>	6-25
Kartuizeranjer	<i>Dianthus carthusianorum</i>	10-60
Kleine pimpernel	<i>Sanguisorba minor</i>	10-60
Margriet	<i>Leucanthemum vulgare</i>	15-60
Muurpeper	<i>Sedum acre</i>	2-15
Nachtsilene	<i>Silene nutans</i>	10-60
Oranje havikskruid	<i>Hieracium aurantiacum</i>	10-60
Plat beemdgras	<i>Poa compressa</i>	6-25
Roze vetkruid (+ variëteiten)	<i>Sedum spurium</i>	2-15
Schapegras	<i>Festuca ovina</i>	6-60
Smalle weegbree	<i>Plantago lanceolata</i>	10-60
Tripmadam	<i>Sedum rupestre</i>	2-15
Veldsalie	<i>Salvia pratensis</i>	15-60
Sedum van Nice	<i>Sedum sediforme</i>	2-15
Viltganzerik	<i>Potentilla argentea</i>	6-60
Wilde tijm	<i>Thymus serpyllum</i>	6-60
Wimperparelgras	<i>Melica ciliata</i>	10-60
Wit vetkruid (+ variëteiten)	<i>Sedum album</i>	2-10
Zacht vetkruid	<i>Sedum sexangulare</i>	2-15
Zeepkruid	<i>Saponaria officinalis</i>	6-60

Tabel 3 - Beperkte soortenlijst voor extensieve tot eenvoudige intensieve groendaken.

Soorten voor intensieve groendaken

Alle voorgaande soorten en de gewone tuinsoorten zijn toepasbaar.

Waar kan ik enkele voorbeelden van extensieve groendaken bekijken?

Park 't Paelsteenveld, Kapellestraat, Bredene
(contactpersoon: ir. J. Billiau, tel. 050- 45 41 56)

Domein Vordenstein (omgeving Orangerie), Horsebaan 4, Schoten
(contactpersoon: Ludo De Bosscher, tel. 03- 224 62 57)

Waar kan ik meer informatie vinden?

Zoals reeds eerder gezegd is er vooral in Midden-Europa een traditie van groendaken. In deze landen zijn er dan ook goede praktische en wetenschappelijke boeken over groendaken.

Een uitstekend, praktisch, rijkelijk geïllustreerd boek met veel informatie over toepasbare planten en dat alle typen van groendaken behandelt is "Dachbegrünung: intensiv und extensiv", W. Kolb en T. Schwarz, Stuttgart, Ulmer, 1999, ISBN 3-8001-5075-1.

Een veel soberder, nog uitgebreider en wetenschappelijker boek is "Dachbegrünung: Pflanzen- und Vegetationsanwendung an Bauwerken", B. Krupka, Stuttgart, Ulmer, 1992, ISBN 3-8001-50514.

Een boek dat voornamelijk gevelbegroening behandelt maar daarnaast ook aandacht besteedt aan extensieve groendaken is "Fassaden- und Dachbegrünung", M. Köhler, Stuttgart, Ulmer, 1993, ISBN 3-8001-5064-6.

Naast het raadplegen van boeken kan u ook de afdeling Bos & Groen contacteren:

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

Afdeling Bos & Groen

Contactpersoon: Demeyere Dirk

tel. 02- 553 81 13

e-mail: dirk.demeyere@lin.vlaanderen.be

Koning Albert II-laan 20 bus 8

1000 Brussel

Voetnoten

- ¹ Köhler, M. et al. (1993). Fassaden- und Dachbegrünung. Stuttgart, Ulmer.
- ² Kolb, W. en Schwarz, T. (1999). Dachbegrünung: intensiv und extensiv. Stuttgart, Ulmer.
- ³ Krupka, B. (1995). Schäden vermeiden. Garten + Landschaft (4) p. 34-35
- ⁴ Gegevens van ZinCo en Optima BV (NI) werden gebruikt.
- ⁵ mond. med. Marc Lievens
- ⁶ FLL. (1995). Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. FLL, Bonn.
- ⁷ Liesecke, H-J. (1998). Das Retentionsvermögen von Dachbegrünungen. Stadt und Grün (1) p. 46-53.
- ⁸ Mann, G., Uhl, M. en Schiedt, L. (2000). Wasserhaushalt auf begrünten Dächern. Stadt und Grün (4) p. 246-254.
- ⁹ Krupka, B. (1992). Dachbegrünung: Pflanzen- und Vegetationsanwendung an Bauwerken. Stuttgart, Ulmer.
- ¹⁰ Liesecke, H-J en Borgwardt, H. (1997). Abbau von Luftschadstoffen durch extensive Dachbegrünungen. Stadt und Grün (4) p 245-251.
- ¹¹ Mann, G. (1996). Die Rolle begrünter Dächer aus zoologischer Sicht. Stadt und Grün (2) p97-101.
- ¹² biodiversiteit: “de verscheidenheid onder levende organismen van allerlei afkomst, met inbegrip van o.a. terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan ze deel uitmaken; dit omvat de diversiteit van soorten, de diversiteit tussen soorten en de diversiteit van ecosystemen”. UNEP (1992). Convention on biological diversity, June 1992. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- ¹³ zie o.m. Moons et al. (2000). Economische waardering van bossen. Een case study van Heverleebos-Meerdaalwoud. Garant, Leuven-Apeldoorn.
- ¹⁴ De vereisten variëren naargelang de standplaatscondities. B.v. een zuid- vs. een noordoriëntatie.