

T&L thema

14 februari 2002 4a



Daktuinen



Ed Asscheman
Hoofdredacteur
(071) 565 96 53



Wendy Bakker
Redacteur
(071) 565 96 55



Angelique Bosman
Bureauredacteur
(071) 565 96 51



Bert Hassing
Vormgever
(071) 565 96 44



Roos Arends
Vormgever
(071) 565 96 75



Ferry Noordam
Fotograaf
(071) 565 96 74



Rens Kromhout
Fotograaf
(071) 565 96 74



Dennis Boogerd
Scanoperator
(071) 565 96 50

Aan dit nummer werkten mee:
Michel Robles, Lillian Verhaak en Henk Jan van der Veen.

Schipholweg 1, Postbus 9324, 2300 PH Leiden
Secretariaat: Linda Laman en Alice Hoogenboom
T (071) 565 96 78, F (071) 565 96 66,
E tuinenlandschap@hortipoint.nl.

Exploitatie
Elsevier bedrijfsinformatie BV, Postbus 16502,
2500 BM Den Haag, T (070) 441 56 90,
F (070) 441 56 91.
Uitgever: Geert van Oosterhout.

Advertenties
Marlène van Kester (070) 441 56 81, Michael Streef
(070) 441 56 86, Bert Bakker (account manager),
Corrie Somers (commercieel manager).
F (070) 441 56 91.

Druk: Senefelder Misset Doetinchem.

© 2002, Elsevier bedrijfsinformatie BV.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden ver-
veelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of
openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch,
mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier,
zonder voorafgaande toestemming van de uitgever. Algemene voor-
waarden: op alle aanbiedingen, offertes en overeenkomsten van Els-
evier bedrijfsinformatie bv zijn van toepassing de voorwaarden, welke
zijn gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Amsterdam.
Uitgever en auteurs verklaren dat dit blad op zorgvuldige wijze en naar
beste weten is samengesteld, evenwel kunnen uitgever en auteurs op
geen enkele wijze instaan voor de juistheid of volledigheid van de in-
formatie. Uitgever en auteurs aanvaarden dan ook geen enkele aan-
sprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die het gevolg is van
handelingen en/of beslissingen die gebaseerd zijn op bedoelde infor-
matie. Lezers wordt met nadruk aangeraden deze informatie niet ge-
soleerd te gebruiken, maar af te gaan op hun professionele kennis en
ervaring en de te gebruiken informatie te controleren.



Inhoud



Wat is een daktuin?

Vegetatiedaken, kruidendaken, grasdaken en tuin-
daken. De ene daktuin is de andere niet. De ver-
schillen zijn groot en ieder type tuin vraagt om een
andere aanpak. De keuze voor een type daktuin
hangt sterk af van de draaglast van het dak. Maar
ook welk onderhoud de eigenaar wil (laten) uitvoe-
ren en het gebruik. Een tuin om alleen naar te kij-
ken of ook om erin te verblijven.



Argumenten voor groen op het dak

Waarom zou je als consument kiezen voor een
groendak? Het is duurder en je weet maar nooit of
het dak gaat lekken. Tegenover eventuele nadelen
staat een groot aantal voordelen zoals betere isola-
tie, prettiger aanblik, langere levensduur van het
dak en een verminderde afvoer van regenwater
naar het riool. Ook draagt een groendak bij aan een
beter klimaat in de stedelijke omgeving.



Daktuin van meer dan 25 jaar oud

Boven op de parkeergarage onder het Amsterdams
wooncomplex Kattenburg ligt een van Neder-
lands oudste daktuinen. Woningbouwcorporatie
De Key wilde in 1975 de buurt fors opknappen en
koos voor blik en tuinen boven elkaar. Opvallend in
de aanpak was ook de keuze voor de combinatie
van openbaar groen en particuliere tuinen. Zeker in
de stad een gedurfde keuze.



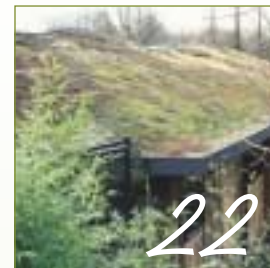
De techniek van de daktuin

De aanleg van een daktuin is geen sinecure. Dat is
ook de reden dat vooral gespecialiseerde bedrijven
de aanleg van een daktuin als dienst aanbieden.
Deze bedrijven werken voor de aanleg veelal met
Duitse normen of de richtlijnen van de FLL. Duits-
land is sowieso gidsland voor de aanleg van daktui-
nen. Ook voor de Nederlandse daktuinbedrijven
moeten normen komen. Daaraan wordt gewerkt.



Sedumdak op reuzecarport

Bij het automatiseringsbedrijf CMG in Arnhem heeft
groenvoorzieningsbedrijf Donker in Sneek een
sedumdak aangelegd. De bouwer eiste naast het
'rood' ook 'groen'. Het werd een sedumdak op de
parkeergarage, of beter gezegd op een reuzecarport.
De keuze voor een daktuin werd mede ingegeven
omdat de opdrachtgever niet al die auto's voor de
deur wilde.



De opbouw van een daktuin

Een daktuin is uit lagen opgebouwd. Afhankelijk
van de keuze voor een in- of extensieve begroei-
ing wordt de tuin aangelegd. Dat begint met een
wortelkerende laag op de dakconstructie, gevolgd
door een beschermelaag, drainagelaag, filtervlies en
het substraat. Daarop komt de vegetatie en die
kan variëren van een eenvoudige sedummat tot
zelfs kleine bomen.



Daktuin in stenen omgeving

Een parklandschap voor de 2.500 medewerkers
van het European Patent Office (EPO) verrijst in
Rijswijk. Copijn Utrecht kreeg de opdracht voor de
daktuin met een oppervlakte van 2,5 ha. Geen ge-
ringe klus. Het bedrijf startte in 1997 met het ont-
werp en pas onlangs is de tuin opgeleverd. Voor
de werknemers van het EPO moet het park een
ontmoetingsplek worden in hun middagpauze.



Systemen voor daktuinen

Elf systemen van daktuinen worden beschreven in
dit deel van het themanummer. Veel systemen zijn
afkomstig uit Duitsland of Zwitserland en worden
door Nederlandse groenvoorzieningsbedrijven in
de markt gezet. De bedrijven verzorgen de aanleg
en het onderhoud. Opvallend is verder dat weinig
systemen echt uniek zijn. Men speelt leentjebuur
van elkaar met de materialen.



Groen op bolvormige daken

Twintig nieuw opgeleverde bungalows in het Drent-
se Ruinen worden door Mostert De Winter voorzien
van een sedumdak. Een opdracht die anders is dan
anders. De daken zijn namelijk bolvormig en dat
betekende de noodzaak voor een speciale con-
structie. Bij de aanleg werd een metalen veranker-
ingssysteem geplaatst waar het dak aan werd op-
gehangen. Vier daken hebben nu een mos-sedum-
dak, de andere zestien volgen dit jaar.

45

Informatie

Een overzicht van adressen van leveranciers,
met hun websites, overige nuttige adressen,
naslagwerken en internetsites om nog eens
van alles over daktuinen te lezen.

Daktuinen is het eerste themanummer dat dit jaar
bij Tuin&Landschap verschijnt. Op de planning dit
jaar staan verder de thema-uitgaven Floriade, Ont-
werpwedstrijd, Beheersystemen en Tuin van het
jaar 2002.

Daktuinen is een onderwerp waar de laatste jaren
veel aandacht voor lijkt te zijn. Geluiden zijn te
horen over meervoudig, intensief ruimtegebruik
en het combineren van functies in de openbare
ruimte, bijvoorbeeld een tuin op een parkeerga-
ge, of een daktuin als groen element in een ver-
stedelijkte omgeving.

Of die extra aandacht zich nu vertaalt in veel op-
drachten voor daktuinen, is onduidelijk. Het ont-
breekt aan een registratie van het aantal vierkante
meters daktuin. In Duitsland is dat anders, daar is
vrij nauwkeurig bekend wat de aangelegde opper-
vlakte daktuin is.

Ook ontbreekt het in ons land aan echt stimule-
rende maatregelen voor daktuinen. Het is echter
wel een aardige mogelijkheid om rood en groen
in balans te laten zijn.

Duitsland is sowieso het lichtend voorbeeld voor
de ontwikkeling van daktuinen. Nagenoeg alle in
ons land toegepaste daktuinsystemen zijn afkom-
stig van Duitse bedrijven. Dat betekent dat veel
systemen voldoen aan de Duitse DIN-normen en
aan de richtlijnen van de Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL).
Normering voor daktuinen ontbreekt in ons land.
Ook zijn er geen bedrijven die zich presenteren
als het 'erkende' daktuinaanlegbedrijf. Daaraan
wordt wel gewerkt. Een groepje bedrijven wil een
kwaliteitskeurmerk in de markt zetten en daar
moet de komende maanden duidelijkheid over
komen.

In dit themanummer is uitgebreid aandacht voor
de techniek van de daktuinen. Dat begint eigenlijk
al met wat onder een daktuin moet worden ver-
staan. Vervolgens komen de voor- en nadelen aan
bod, en de techniek van de aanleg en opbouw.
Deze artikelen worden afgewisseld met diverse
voorbeelden in de praktijk. Daarbij is gekozen
voor daktuinen die al wat langer geleden zijn aan-
gelegd en daktuinen die van recentere datum zijn.
Ook komen verschillende systemen aan bod voor
in- en extensieve dakbegroeiingssystemen.
Dit themanummer wordt afgesloten met een
overzicht van leveranciers van daktuinsystemen
en andere nuttige adressen en naslagwerken.
De redactie hoopt dat u deze thema-uitgave
waardeert. De redactie staat open voor suggesties
of andere opmerkingen over deze uitgave.

Wat is een daktuin?

Vegetatiedaken, grasdaken, kruidendaken, en tuindaken. Het zijn allemaal namen voor de toepassing van levend groen op het dak. Een begroeid dak, de verzamelnaam voor groene daken, is altijd minimaal voorzien van een substraatlaag waarin planten groeien. Maar wat zijn de verschillen tussen de soorten begroeide daken?



Begroeide daken zijn onder te verdelen in vegetatiedaken en tuindaken. Vegetatiedaken zijn verder te onderscheiden in sedumdaken, sedum-mosdaken, kruidendaken en grasdaken. Ze worden ook wel extensieve begroeide daken genoemd. Extensief omdat de plantensoorten zich met beperkte bemesting en weinig onderhoud goed ontwikkelen. Het onderhoud behoeft slechts een keer per jaar of halfjaarlijks te gebeuren, zoals het weghalen van onkruiden uit grindzones of het verwijderen van gevallen blad op het dak.

De vegetatielaag op kruidendaken bestaat uit kruiden, een combinatie van kruiden en sedum, of kruiden en gras. Op grasdaken kunnen ook kruiden groeien, maar het gras heeft de overhand. Overigens behoren niet alle grasdaken tot de extensieve daken. Dat is afhankelijk van het eindbeeld wat moet worden bereikt. Een strak grasvlak vraagt immers meer

onderhoud (maaïen) dan een ruig grasdak. Een grasdak is zwaarder dan een kruidendak. Dit heeft te maken met de hoeveelheid vocht en voedingsstoffen die de grasplant nodig heeft. Hoe geringer de dikte van de substraatlaag, hoe groter de kans op uitdroging, en hoe groter de kans op uitspoeling van mineralen bij heftige regenval. Sedum daarentegen is droogteresistent en heeft een voedselarme grond nodig. Een sedumdak met een te rijke en te hoge substraatlaag zal zich uiteindelijk omvormen naar een kruidendak of een graskruidendak.

Een tuindak behoort tot de intensieve daktuinen. Tuindaken zijn zwaarder begroeide daken met vaste planten, heesters en bomen. Complexe tuinen, parken met grote vijvers of zelfs golfbanen worden op daken aangelegd. Bij de huidige tuindaken wordt gebruik gemaakt van

systemen met lichte substraattmengsels en kunststof drainagelagen. De opbouw van een tuindak komt overeen met die van vegetatiedaken. De verschillende lagen zijn alleen dikker uitgevoerd, waardoor het gewicht hoger is. Het onderhoud van een tuin op een dak is vergelijkbaar met dat van een tuin op het maaiveld: beregenen, bemesten, snoeien en maaïen.

In tegenstelling tot vegetatiedaken worden tuindaken gebruikt om in te verblijven.

De zwaardere intensieve begroeiing komt in het algemeen alleen voor op platte daken of flauw hellende daken. Vegetatiedaken zijn meestal bedoeld als kijkgroen, zowel op hellende als op platte daken. Een groen vlak is altijd aangener om naar te kijken dan de anders zo saaie daken.

Voor Hundertwasser, architect en kunstenaar uit Oostenrijk en creatieve geest achter het gebouw Waldspirale in Darmstadt, was het duidelijk. Alle daken in een stad moeten begroeid zijn. Want „het welbevinden van de stadsbewoners is groter als zij in, om en op het huis dicht bij de natuur zijn“. Hiermee verwoordde hij een van de grote voordelen van dakbegroeiing in stedelijk gebied.



Foto: Ferry Noordam

Werkelijkheid of een kunstuiting? 'Koeien' grazen op het grasdak van winkelcentrum In de Bogaard in Rijswijk (Z-H), een oerhollands tafereel in de bebouwde omgeving.

Argumenten voor groen op het dak

Daktuinen zijn de laatste jaren in Nederland in opmars, ook al lopen we nog wel uit de pas met de ontwikkelingen in ons buurland Duitsland. Daar voert een aantal stadsbesturen van grote steden een actief beleid om de aanleg van begroeide daken te stimuleren. Deze steden gaan daarbij zover, dat zij bij het aanbrengen of vervangen van een plat dak in stedelijk gebied een vegetatiedak voorschrijven.

In Nederland is het groen in en om de steden een schaars goed. Grond is kostbaar, en in de strijd om de openbare ruimte moet het groen vaak wijken voor bebouwing. Door daken om te toveren tot kleine, groene privétuinen of openbare ruimtes ontstaat nieuwe natuur in de stad waarin stadsbewoners kunnen recreëren. Het stadsbeeld wordt verfraaid, de kostbare grond intensief gebruikt, en de stedeling heeft het groen dicht bij huis.

Het zijn niet alleen de gebruiks- en belevingswaarde van de begroeide daken die de ontwikkeling van daktuinen de laatste jaren heeft doen toenemen. Uit onderzoek en praktijkervaringen is gebleken dat dakbegroeiing een positieve invloed heeft op het microklimaat in de stad, op het binnenklimaat in de woningen, op de afvoer van het hemelwater, op geluidsoverlast en op de levensduur van de dakbedekking. Ook wordt de biodiversiteit in de stad vergroot. Uit de stad verdrongen plant- en diersoorten kunnen daar op daken weer terugkomen.

Vanwege deze positieve resultaten voor het milieu worden vegetatiedaken toegepast bij bouwprojecten die vallen onder het Duurzaam Bouwen-beleid van de Nederlandse overheid. Met dit beleid, vastgelegd in het rapport Duurzaam Bouwen, stimuleert het rijk de bouwsector milieubewust te bouwen. Het gaat daarbij ook om het besparen van energie en het hergebruik van grondstoffen en bouwmaterialen, waarmee de negatieve invloed van de bouw op het milieu afneemt. Er kleven echter ook nadelen aan het begroenen van daken.

Natuur terugbrengen in de stad, betekent niet automatisch dat dat ook altijd op een milieubewuste en verantwoorde manier gebeurt. En de aanlegkosten voor een daktuin liggen hoger dan bij een gewone dakbedekking.

Microklimaat

Een begroeid dak zorgt voor een natuurlijke klimaatregeling in de stad. De schommelingen in de luchttemperatuur en luchtvochtigheid worden door grote oppervlakten met vegetatie gestabiliseerd. Bij opwarming van zwarte daken in zomerse perioden ontstaat thermiek van warme lucht. Deze convectiestroom verplaatst zich door de stad en veroorzaakt elders temperatuurverhogingen. Een begroeid dak warmt 's zomers minder snel op en koelt in de winter minder snel af. Ook gedurende het etmaal worden de temperatuurverschillen afgevlakt. Bij een traditionele dakbedekking varieert de temperatuur gedurende een seizoen van -20° tot +70°C, terwijl bij dakbegroeiing de temperatuur schommelt tussen de -5° en +25°C.

Opstijgende warme lucht heeft eveneens als nadeel dat ze stofdeeltjes doet opwerpen. Mensen ervaren de aanwezigheid van veel stof in combinatie met een lage luchtvochtigheid, de bekende smogvorming, als onaangenaam. Omdat in de zomer de daktuin niet zo sterk opwarmt, wervelt het stof dat bij de nachtelijke afkoeling op het dak neerslaat, de volgende dag minder op. Daarnaast blijven de stofdeeltjes voor een deel achter in de vegetatielaag en spoelt het bij de eerste regenbui in het substraat in.

Isolatie

De drainagelaag en de substraatlaag kunnen door de warmte-isolerende werking als extra isolatielaag gezien worden. De

warmtegeleiding vanuit de binnenruimtes naar buiten neemt af, zo stellen fabrikanten van daktuinsystemen. Deze opvatting dient, volgens andere specialisten, te worden gerelativeerd. In de winter, wanneer het beperken van warmteverlies het meest noodzakelijk is, valt meestal meer neerslag dan dat er verdampt. Alle materialen boven de waterdichte laag van de dakhuid blijven permanent nat. De isolerende werking neemt af want water isoleert minder dan droge lucht.

Hoewel twijfels bestaan over de warmte-isolerende werking van daktuinen in de winter, is iedereen het er over eens dat dakbegroeiing een gunstige invloed heeft op de koeling van gebouwen in de zomer. Airconditioning vraagt soms meer energie dan de centrale verwarming in het gebouw. De temperatuur van conventionele daken kan in de zomer oplopen tot 70°C, wat de binnentemperatuur behoorlijk opschroeft. Doordat begroeide daken minder opwarmen en de temperatuurschommelingen dempen, wordt energie bespaard.

Afhankelijk van gewicht en samenstelling van het substraat dempt een daktuin het geluid dat van buiten naar binnen komt en vice versa. Bij een daktuinopbouw van 120 mm schijnt het geluidsniveau binnen een woning met 40 dB teruggebracht te worden ten opzichte van het geluidsniveau buiten de woning. Het geluidsniveau op het dak wordt met 2 tot 3 dB, soms meer, verlaagd. Een vermindering van 3 dB betekent een halvering van het geluidsniveau. Overigens is het uiteindelijke effect afhankelijk van aanwezige 'lichtlekken' zoals lichtkoepels en afvoerpijpen.

Regenwater bufferen

Regenwater dat op traditionele daken valt, wordt zo snel mogelijk afgevoerd naar het riool. De hemelwaterafvoeren op het dak en de omvang van het rioleringsstelsel zijn ingesteld op afvoer-

pieken bij hevige regenbuien. Een goed doorwortelde substraatlaag houdt het hemelwater deels vast. Door verdamping komt het water weer in de natuurlijke kringloop terecht. De piekbelasting op het rioolstelsel neemt af. De hoeveelheid water die wordt vastgehouden hangt af van de laagdikte en het toegepaste materiaal. In de literatuur variëren de percentages tussen de 15% en 65%.

Levensduur begroeid dak

Dakbegroeiing verhoogt de levensduur van de dakbedekking, vooral op platte daken. De substraatlaag en de vegetatielaag beschermen de dakhuid tegen schadelijke UV-straling en tegen sterke temperatuurverschillen gedurende het etmaal. Ook voorkomt de dakbegroeiing dat de dakhuid uitdroogt en krimpscheuren vertoont. Onderstaand kader geeft de levensduur van de verschillende dakbedekkingen met of zonder dakbegroeiing aan:

	Levensduur daken in aantal jaren	
	traditioneel dak	vegetatiedak
Bitumen	15	20
PVC-folie	20-25	40
EPDM-rubberfolie	40	70

Bron: Begroeide daken, SEV

Kosten

Een begroeid dak gaat langer mee dan een gewoon dak, maar de aanlegkosten zijn hoog. In hoeverre de baten van een langere levensduur van de dakbedekking de kosten overstijgen, is nog niet onderzocht.

De investeringskosten van een daktuin worden bepaald door de prijs van het materiaal en door de aanleg- en logistieke kosten. Deze lopen zeer uiteen. Grofweg kunnen de kosten van een begroeid dak met isolatielagen variëren tussen de €40 (het meest eenvoudige vegetatiedak), en €150 (complete parkdaken) per m². Veel is afhankelijk van het aantal lagen en de kosten van de afzonderlijke lagen, maar ook van de grootte van de dakvlakken, het aantal randvlakken en de dakdoorvoeren. Prefabriceren van de materialen kan de aanlegkosten drukken.

Milieu

De bodem- en klimatologische omstandigheden op een daktuin zijn anders dan de omstandigheden op de grond. Begroeide daken vergroten dan ook de variatie in leefomstandigheden van planten- en diersoorten. Toch betekent het creëren van nieuwe natuur in de stedelijk omgeving niet automatisch dat de manier waarop het gebeurt ook een natuurvriendelijke is.

Een daktuin is een kunstmatige groeiplaats voor verschillende plantensoorten. Hiervoor wordt veel gebruik gemaakt van kunststof materialen zoals in de schuif- en beschermingslaag, in de drainagelagen en in het filtervlies. Uit het oogpunt van duurzaam bouwen is het beter jute voor het windvlies, natuurlijke gesteentes voor de drainage, of hergebruikte plastics en kunstschuimen voor de drainagematten te gebruiken. Ook verdient het de voorkeur om EPDM-folie als water- en wortelkerende laag toe te passen. EPDM gaat langer mee dan bitumendakbedekking, het is een relatief schoon product en het kan als losliggende dakbedekking bij renovatie altijd weggehaald worden.

Het gewicht van een daktuin heeft als nadeel dat een dakconstructie meer wordt belast. Veelal moet de constructie bij renovatie van daken zwaarder worden uitgevoerd. Dit vraagt een groter volume aan bouwmaterialen dan bij de traditionele daken. ■

Wendy Bakker

Intieme wandelweelde in daktuin Kattenburg

Boven de parkeergarage onder het Amsterdamse maisonnette- en appartementencomplex Kattenburg van woningcorporatie De Key bevindt zich een van 's lands oudste daktuinen. Kijken, wandelen, spelen - voor de bewoners van het complex vormen de tuinen een besloten rust- en luthof in het drukke stadsbestaan. Ook de stadsfauna weet de weg erheen te vinden.



Rondingen en gebogen lijnen: de daktuinen van Kattenburg zijn typerend voor de vormgevingsfilosofie van eind jaren tachtig. Niet alleen moesten ze van bovenaf harmonisch ogen, ze dienden ook een afwisselende speel- en wandelervaring te verschaffen.

„Ideaal, je kunt 's avonds even rondkuieren, mensen groeten elkaar. Net als in het dorp waar ik vandaan kom.” Vrouw, man, poes - samen zitten ze in hun tuintje in de zon. De bewoners van woningcomplex Kattenburg genieten van de plantenweelde bij hun achterdeur. Wie zou vermoeden dat daaronder auto's starten en parkeren?

De daktuinen van Kattenburg behoren tot de trots van Woonstichting De Key. „Amsterdam heeft zoveel stapelwoningen. Hier kan een heel complex toch genieten van het groen”, zo verwoordt een medewerkster hun bijzondere waarde.

Het langgerekte complex ligt als twee hoefijzers aan weerszijden van de Kattenburgerkruisstraat. De tuinen op het parkeerdak worden driehoog door de woningen omsloten en zijn aangelegd in 1975, direct bij de bouw. Kattenburg was in die dagen een verpauperde wijk. Om dat proces te keren, wilde de toenmalige woningbouwvereniging Onze Woning een koopkrachtiger bewonersbestand aantrekken. In die periode van groene nieuwbouwwijken betekende dat behalve ruime parkeergelegenheid ook rijkelijk groen. Onze Woning koos de logische oplossing: blik en tuinen boven elkaar. Multifunctioneel ruimtegebruik is heus niets nieuws onder de zon...

Van meet af aan mikte Onze Woning op een, ook nu nog zeldzame combinatie van openbaar groen en particuliere tuinen. Oorspronkelijk was het gemeenschappelijke dakpark daarom vrij toegankelijk vanaf de straat.

Vandalisme

Eind jaren tachtig maakten vernielingen, toenemende onveiligheid (junks, vandalisme) en lekkages echter een grondige renovatie nodig. Het garagedak werd gerepareerd en hoveniersbedrijf Van der Tol, dat de openbare tuinen al in onderhoud had, kreeg opdracht tot een nieuw ontwerp.

„De opzet moest voldoen aan dezelfde voorwaarden als het oude tuincomplex”, vertelt Aart Veerman, die voor Van der Tol de renovatie leidde. Hoofddoel was een groene stadsoase aanleggen, die direct vanuit de woningen zichtbaar en bruikbaar was. De particuliere tuintjes moesten terugkomen en er moest voldoende speelgelegenheid zijn.

„De vormgeving is karakteristiek voor die periode en kwam voort uit onze ervaring dat bewoners gebogen lijnen meestal mooier vinden dan een strak geometrisch geheel. Mensen moesten er tenslotte van bovenaf met plezier naar kunnen kijken.”

Ook de Kattenburg-bewonerscommissie koos in het vooroverleg een ontwerp met een vloeiend lijnenspel. Er is een afwisseling van bochtige schelpenpaden, gazonnetjes, betegelde niervormige zitjes met speeltoestellen en Erlau-zitbanken en vlonderpaden, „iets waar indertijd zelden budget voor was”, aldus Veerman.

Jaarronde kleurigheid en 'hufferbestendigheid' waren centrale thema's bij de plantenkeuze. Veerman: „We wilden er minder dan voorheen kijkgroen en meer een wandel- en doetin van maken.” Plantvakken zijn omringd met groenblijvende hagen als laurier, lavendel en liguster. Daarbinnen prijken heesters met uiteenlopende bloeitijden. Spirea's, heesterrozen, diverse typen buddleja's, weigelia's et cetera.



Vanwege de sociale veiligheid worden hagen en heesters relatief laag (circa 1 m) gesnoeid. Het centrale gat met uitzicht naar de parkeergarage verhoogt de daktingewaarwording. Een verlicht vlonderpad (tropisch hardhout, FSC-hout bestond indertijd niet) scheidt de privétuintjes van het parkdeel. Als grondkering dient een gemetseld MBI-stenen muurtje naast de vlonder.

Een paar kleine esdoorns en vroegbloeiende acers doen het verrassend goed, ondanks het bescheiden grondpakket en klimmende kinderschoentjes. Bewoners vinden het over het algemeen een voorrecht dat ze deze tuinen hebben, zegt huismeester René van der Veen, en ze voelen zich betrokken bij het onderhoud. Minstens eens per jaar nemen ze deel aan beheeroverleg. Veiligheid en vandalisme zijn terugkerende thema's. Voor buitenstaanders zijn de tuinen inmiddels afgesloten. Om voldoende overzicht te houden en inbraakgevaar te verkleinen, worden hagen tamelijk laag gesnoeid, vooral nabij de eigen tuintjes. Omdat toch nog het nodige vernield raakt, worden op verzoek van de bewoners sommige rozenperken binnenkort vervangen door weerbaarder stekelige pyracantha's (vuurdoorns). Stadsdieren zijn frequente bezoekers, blijkt bijvoorbeeld een fors aantal vlindersoorten. Toch wil Aart Veerman de ecologische 'vluchtheuvelfunctie' van dit soort tuinen niet te veel benadrukken. „Insecten en zo zijn niet bij iedereen populair. Ik heb eens meegemaakt dat een grasdak niet doorging, omdat één mevrouw in de zaal vroeg: krijg je dan ook katte? Ik mot geen katte op me dak!”

Michel Robles



De daktuin als ontmoetingsplaats. Robuuste speeltoestellen en weerbare beplanting voorkomen dat spelende kinderen al te veel onheil aanrichten. Hekjes neerzetten rond perken is in het ondiepe grondpakket onmogelijk. Merendeels kloek opgaande beplanting gaat schade door vertrappen tegen. Klinkers zijn vastgemetseld in cement.



Op het grensvlak van gemeenschappelijk en particulier is de nodige tuinierscreativiteit te zien. Vooral de ronde beluchtingsroosters van de onderliggende parkeergarage blijken intrigerende vondsten uit te lokken.

Het systeem

- Ontwerp en onderhoud: Van der Tol BV, Amsterdam Osdorp
- Oppervlak: 7.156 m², waaronder veertig particuliere tuintjes in afzonderlijke 'bakken'.

Voor de fundering werd het uit Duitsland afkomstige Fränkische systeem toegepast. Onderop ligt een wortelwerend PE-folie, daar overheen een polystyreen drainagelaag. Overtollig hemelwater loopt via de centrale afvoerleidingen van het wooncomplex naar het riool. Kunstmatige beregening is niet nodig. Bovenop de drainageplaat ligt een filtervlies, gevolgd door een waterbergende UF-schuimlaag, die destijds ter plaatse is gebrouwen en opgespoten. Op de waterberging rust een wortelverankerend kunststof weefsel. Ten slotte volgt als substraat een 30 cm dik grondpakket. De totale dikte is 45 cm. Beoogde duurzaamheid is 25 jaar. Speeltoestellen zijn verankerd op een metalen plaat, die weer rust



Aart Veerman

op een rubberen mat om beschadiging van de garagedakconstructie te voorkomen. Aart Veerman spreekt van een tamelijk luxe systeem. „Wel zouden wij tegenwoordig milieuvriendelijker materialen kiezen, zoals een vormvast systeem van gerecyclede PE-platen met ingebouwde waterbuffering en drainagebuisjes.” Het technische beheer geeft weinig problemen, aldus De Key. Maar in het algemeen bepleit opzichter Bob Herrebrugh voor tuintaken compartimentering. „Als er dan lekkages zijn, weet je tenminste dat de bron in de buurt zit. Zoals het nu is, kan het water ver oij geperst worden, voordat het naar buiten komt.”



Tegenwoordig zijn de tuinen voor buitenstaanders afgesloten. Via klapdeurtjes in het hekwerk langs de Kattenburgerkruisstraat kan tuinafval bij het onderhoud direct in een onder de tegelmuur geparkeerde wagen worden gestort. De maaimachine moet via de bewonerslift de tuin in en uit worden getild.



Bloeitijdspreiding zorgt jaarrond voor een fleurige aanblik, waarin een gemengde bewonersgroep zich thuisvoelt.



Iedere privé-tuin heeft een eigen karakter, sommige bloemrijk, andere zijn tot zonneterras, speelhoek of gazon omgevormd. Een enkele bewoner heeft munt en andere keukenkruiden ingezaaid.

De aanleg van een begroeid dak is beslist geen sinecure. De risico's van een tuin op het dak zijn vele malen groter dan bij een vollegrondstuin. Denk alleen maar aan lekkage, losliggende onderdelen die bij sterke wind een gevaar zijn voor voorbijgangers, maar ook aan de veiligheid van de vakmensen die de tuin aanleggen.



Foto's Ferry Noordam

Hellend dak met perenbomen in de patio van de Kunsthal Rotterdam.

Duitsland koploper in daktuinnormen

De ontwikkeling van de begroeide daken in Nederland staat in vergelijking met die van onze Oosterburen nog in de kinderschoenen. Duitsland is wat technische kennis en kunde betreft koploper op het gebied van dakbegroeiing. Het was het eerste land ter wereld dat een richtlijn voor begroeide daken opstelde dat in 1990 zijn uiteindelijke vorm kreeg in de 'Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen' van de Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL). In 1995 volgde een herdruk met de laatste nieuwe technieken en inzichten. De uitvoerige en nauwkeurige richtlijnen met de DIN-normen zijn het resultaat van jaren laboratorium- en praktijkonderzoek. In Nederland ontbreekt een dergelijke richtlijn. En dat is eigenlijk niet zo goed te verklaren. Wel groeit de behoefte aan een beoordelingsrichtlijn of een kwaliteitsverklaring nu de daktuin meer in opmars is. Een eerste stap is gemaakt door de Stichting Bouwresearch in Rotterdam en BDA Dakadvies in Gorinchem die een handleiding hebben gemaakt voor het ontwerpen van gras-, kruiden- en tuindaken (1992). Het gaat hier echter om adviezen en niet om vastgestelde normen. Verder zijn voor de toepassing van begroeide daken een aantal NEN-normen van belang die in het bouwbesluit, waaraan ieder te bouwen object moet voldoen, zijn opgenomen. Deze normen hebben betrekking op de bouwkundige en bouwtechnische aspecten van een gebouw.

Aan te raden is om de leverancier van de daksystemen te vragen of deze getest zijn volgens die Nederlandse NEN-normen of de Duitse DIN-normen. Deze DIN-normen zijn volledig en tot nu toe voor de daktuinspecialisten de enige houvast voor het ontwerp en de aanleg van daktuinen in Nederland. In Nederland bestaan plannen om ook te komen tot normen voor vegetatiedaken/daktuinen.

pels of verankeringsmatten. Dremfels mogen de afvoer van water niet verstoren en daarom zijn ze voorzien van kleine openingen. Voordeel van de verankeringsmatten is dat deze sowieso geen verstoring van de waterhuishouding geven.

Draagvermogen

Een begroeid dak heeft een hoger eigen gewicht dan een dak zonder groen. De onderconstructie moet dit gewicht kunnen dragen. Bij de berekening van de maximale dakbelasting moet niet alleen rekening gehouden worden met de laagdiktes van de daktuinop- ➤

Geen dak te dol voor begroeiing

„Geen dak is te dol”, zei een daktuinspecialist eens tijdens een lezing over daktuinsystemen. Of het nu gaat om een plat, rond, zadel- of lessenaarsdak, in principe is een daktuin altijd mogelijk. Maar voordat plaats wordt genomen achter de ontwerpafel, moet een aantal essentiële zaken op een rijtje staan. De daktuin kan immers niet los worden gezien van de functie die deze heeft en van de onderliggende dakconstructie. Deze bepalen in hoge mate op welke manier de toegepaste materialen in het daktuinsysteem op elkaar worden afgestemd.

Uitgangspunt is de functie die de daktuin heeft voor de bewoner of gebruiker. Wat wil de opdrachtgever met de begroeiing op het dak? Is het bedoeld als zichtgroen, zodat de bewoner of gebruiker niet op een saai grijs vlak hoeft te kijken? Of moet het een tuin worden om in te kunnen rondlopen, zitten en tuinieren? Wat technisch mogelijk is, hangt af van de constructie van het dak zoals de hellingshoek, de maximale dakbelasting, de dakopstanden, de dakopbouw en de maximale windbelasting. Het maken van een daktuin vraagt dan ook om constructief ontwerpen. Samengevat: de constructie van het dak, de creatieve manier waarop de ontwerper hiermee omgaat (de vormgeving), en de wensen van de opdrachtgever bepalen het eindbeeld van de tuin. Belangrijk zijn ook de logistiek van het aanbrengen en de

(brand)veiligheid. Is het dak goed bereikbaar? Op welke manier kunnen de materialen op het dak gebracht worden? Hoe zijn de machines zo efficiënt mogelijk in te zetten? Kunnen de dakdekker en de hovenier zich zekeren als zij op het dak werken en is er bij brand een vluchtweg?

Hellingshoek

Platte daken bieden de meeste mogelijkheden voor begroeiing. Ze zijn geschikt voor een daktuin waarin geleefd en gewerkt wordt, maar ook voor kijkgroen. Welke functie het dak krijgt, is afhankelijk van de hellingshoek. Hoe steiler het dak, hoe meer kunst en vliegwerk nodig is om de begroeiing op zijn plaats te houden en deze te onderhouden. En tevens hoe beperkter de beplantingskeuze is. Het hellende dak is daarom meestal bedoeld als kijkgroen, hoewel er daktuinen zijn die hierop een uitzondering vormen. Zo groeien op het hellende dak in de patio van de Kunsthal Rotterdam zes perenbomen, de 'Gieser Wildeman'.

Tot een hellingshoek van 3° (stijging tot 5%) is alle beplanting toe te passen. De aanplant van kleine heesters en vaste planten is, afhankelijk van het gebruikte substraat en de substraatverankering, bij een dakhelling van 15° nog mogelijk. Is de helling steiler dan

zijn alleen sedum, grassen en kruiden geschikt voor begroeiing. Een strak grasvlak op een helling van >30° is technisch mogelijk, maar zeer kostbaar. De hellingshoek veroorzaakt een te sterke opwarming door de zon, het water wordt nauwelijks vastgehouden, de grasmatten moeten stevig vastgezet worden en het onderhoud is tijdrovend. Bovendien vraagt het creativiteit want de helling is te steil om het evenwicht te bewaren. Beter is het dak te verfraaien met sedummatten, die met minder vocht toe kunnen en nauwelijks onderhoud vragen. De gewenste vegetatie en het gebruikte vegetatiesysteem bepaalt in combinatie met de hellingshoek of er drainage, een waterbuffer of verankering noodzakelijk is. Een plat vegetatiedak met een zwaardere begroeiing heeft een ander type drainage-laag nodig dan een hellend vegetatiedak met sedumbeplanting. Bij platte vegetatiedaken mag het afschot niet ontbreken. Want als het water zich ophoopt, kan het dak in het uiterste geval onder het gewicht bezwijken. Daar komt bij dat stilstaand water verzuurt waardoor mossen de overhand krijgen in de vegetatie. Op sterk hellende daken wordt een verankeringsysteem op het dak aangebracht voor het op zijn plaats houden van de substraatlaag en vegetatielaag. Deze bestaat bijvoorbeeld uit drem-

bouw maar ook met het gewicht van materialen als drainagematten, substraat en begroeiing. Tabel 1 toont waarden die bij globale berekeningen kunnen worden aangehouden.

Tabel 1

Type	Drainage	Begroeiing	Gewicht (kg/m ²)
sedum-mosdak	kunststof	sedum, mos	30 - 70
sedum-kruidendak	kunststof	mos, sedum, kruiden	70 - 100
gras-kruidendak	kunststof	gras, kruiden	150
tuindak, matig intensief	kunststof, kleikorrels	gras, vaste planten	200 - 300
tuindak, zeer intensief	kunststof, kleikorrels	heesters, bomen	> 300

Randopstanden

Opgaande delen op het dak, zoals de randopstanden en opgaand werk onder lood, zijn risicoplekken voor lekkages. Een loodslab, een afdekkap of een knelprofiel sluit de randstrook aan de bovenkant van de opstand af en zorgt ervoor dat het water niet tussen de randstrook en de muur naar beneden sijpelt.

De norm is dat de bovenste afwerklaag van de dak(tuin)opbouw altijd minimaal 12 cm onder de bovenkant van de randopstand moet blijven. Dit is nodig om vochtinslag en lekkages te voorkomen, maar is ook van belang bij de windbelasting. Deze stelregel geldt tevens voor de daktuinopbouw.

Is het niet mogelijk de opbouw te verlagen, zodat aan de norm wordt voldaan, dan is het advies een keerwandje in de vorm van een L-element te plaatsen tussen de brandvertragende ballastlaag van grind en de substraat- en vegetatielaag. Overigens schijnt in

de praktijk bij mos-sedumdaken het water niet te verwaaien. Daarom worden dit soort daktuinen ook wel aangelegd als er sprake is van een lagere (<12 cm) randopstand.

Koud, warm en omgekeerd dak

Er zijn verschillende soorten daken die elk hun eigen bouw fysieke en bouwtechnische eigenschappen hebben. De dakopbouw (dakhuid en isolatielaag) is te onderscheiden in een koud dak, een warm dak en een omgekeerd dak. Het soort dak is van invloed op de laagopbouw van het daktuinsysteem.

Bij een koud dak bevindt de isolatielaag zich aan de binnenzijde van de dakconstructie. Het dak grenst dus aan de koude buitenlucht, vandaar de naam koud dak. In Nederland wordt het koude dak alleen nog toegepast als de ruimtes onder het dak niet geïsoleerd zijn, zoals bij een parkeergarage. De dakdekker brengt op het dak een tweelaagse, waterkerende dakbedekking aan, waarop de daktuinhovenier het daktuinsysteem aanlegt. Een koud dak is gevoelig voor schade bij betreding.

Een warm dak heeft een isolerende laag boven op een dampremmende laag die op de onderconstructie is aangebracht. Een waterkerende laag dekt de isolatielaag af. De isolatiedikte heeft direct invloed op de hoogte van het daktuinsysteem. Denk hierbij aan de randopstanden. De opbouw van een warm dak wordt het meeste toegepast, maar is duurder dan een koud dak en eveneens gevoelig voor schade bij het aanbrengen van de daktuin.

Een omgekeerd dak heeft dezelfde functie als een warm dak, maar de isolatielaag ligt op de waterkerende laag. Bij een omgekeerd dak wordt veelal XPS-schuim (geëxtrudeerd polystyreen-schuim) als isolatielaag gebruikt. Dit schuim kan goed tegen vocht. Bij een omgekeerd dak moet de ontwerper rekening houden met een hogere dakopbouw en een afschot van 15 mm/m. De XPS zal door vochtige omstandigheden onder de daktuin in de loop der jaren een gedeelte van de isolatiewaarde verliezen.

Om dit te ondervangen wordt 50% extra isolatiemateriaal aangebracht. De drainagelaag van het daktuinsysteem kan zonder bescherming op de XPS worden gelegd. De massa van de drainagelaag en de substraatlaag voorkomt dat de isolatielaag opdrijft. Positief aan het omgekeerde dak is dat XPS-schuim de dakhuid optimaal beschermt.

Windbelasting

Wind oefent grote krachten uit op het begroeide dak. Zeker moet zijn dat bij zware storm de tuin op zijn plaats blijft liggen. De krachten die de wind uitoefent, ontstaan door de vorm van het gebouw, de vorm van het begroeide dak en de hoogte en vorm van de omringende gebouwen. Windbelasting op elk bouwdeel, of dat nu gaat om een gevelplaat, dakpan, een dakconstructie als geheel of een kruidendak, is het gevolg van luchtdrukverschil tussen, onder en boven de desbetreffende laag. De daktuinhovenier doet er verstandig aan om de dakdekker te vragen naar de windbelasting. De dakdekker kan aangeven hoe zwaar het gewicht van het daksysteem moet zijn om te voorkomen dat de wind de tuin van zijn plaats trekt (zie kader Orkaankracht resistent).

Veiligheid

Volgens het bouwprocesbesluit is de opdrachtgever verantwoordelijk voor de veiligheidsvoorzieningen zoals die in de Arbo-wet zijn opgenomen. Dit ontslaat de daktuinhovenier er echter niet van de veiligheids- en gezondheidsrisico tijdens het werk te verkleinen en het liefst tot nul terug te brengen. Als er geen voldoende hoog hek langs de dakrand staat, moet de daktuinhovenier zich met veiligheidstouwen kunnen zekeren aan bevestigingspunten. De architect neemt deze ankerpunten in het ontwerp op. ■

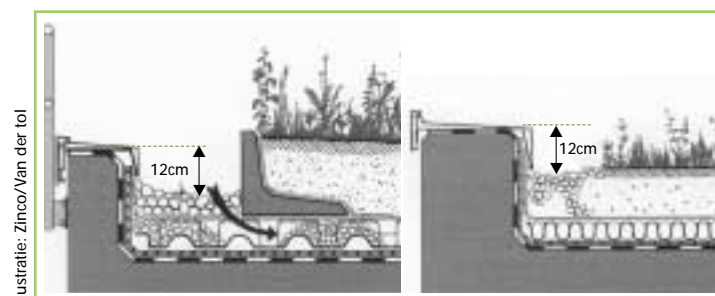
Orkaankracht resistent

De in de bouw wereld gehanteerde normen voor de windbelasting zijn NEN 6702 voor rand- en hoekzones en de NPR 6708 voor de ballastgewichten. Voor de windweerstand van een vegetatiesysteem geldt de Duitse norm DIN 1055.

Windbelasting wordt veroorzaakt doordat de lucht boven het dak snel stroomt (het waait) en onder het dak stilstaat. Dat leidt tot een drukverschil. Zo ontstaat een kracht op de dakdelen die naar buiten gericht is. Het dak wordt omhoog getrokken.

De belasting ligt in de orde van 4,5 kN/m² (450 kg/m²) en dat is voldoende massa om de wind geen grip te laten krijgen op het vastliggende dak. Maar een daktuin ligt los en weegt veel minder, ongeveer 150 kg/m². De conclusie die je hieruit zou kunnen trekken, is dat vegetatiedaken makkelijk zouden wegwaaien. Toch blijkt in de praktijk dat dit niet het geval is. Dit komt doordat er een 'drukvereffeningseffect' optreedt. De vegetatieve laag is gedeeltelijk luchtdoorlatend, waardoor het drukverschil tussen de onder- en de bovenkant van deze laag minder is. De kracht die op de vegetatieve laag werkt, is dan ook kleiner. Kennelijk is een massa van 150 kg/m² voldoende om de begroeiing op zijn plaats te houden.

Om extreme windbelasting op te vangen, wordt in de vegetatievrije zones, de zone langs de dakrand, een ballastlaag van grind of tegels aangebracht. Bij lichte systemen is sprake van wortelverankeringsmatten die doorlopen tot onder de vegetatievrije zone. Ook kunnen deze systemen mechanisch, of volledig verkleefd op de dakconstructie bevestigd worden.



Illustratie: Zinco/Van der Tol

De afwerklaag moet minimaal 12 cm onder de afdekkap blijven.



Grasdakhelling van 48° aan de buitenzijde van Madurodam in Den Haag.

Samenspraak

Informatie over de constructie van het dak en de bouw fysieke kenmerken zoals windbelasting en warmtegeleiding is bij de architect en de dakdekker in te winnen. De meest ideale situatie is als het begroeide dak in samenspraak met beiden kan worden gemaakt. Dan wordt elkaars kennis en kunde gebruikt om een zo betrouwbaar mogelijk eindproduct te leveren. Het neemt ook wantrouwen weg bij dakdekkers die vaak nog de angst hebben dat de hovenier bij het aanbrengen van het daktuinsysteem de dakhuid beschadigt. En er kunnen duidelijke afspraken gemaakt worden over wie er aansprakelijk is bij eventuele schade.

Bij renovatie van een daktuin is de informatie over de dakconstructie niet altijd te achterhalen. Schakel dan een onafhankelijk dakadviseur of constructeur in.

Brandveiligheid

Er zijn geen specifiek Nederlandse voorschriften of normen die gaan over de brandveiligheid van begroeide daken. Het FLL in Duitsland heeft wel richtlijnen (DIN 4102) uitgegeven, waaruit blijkt dat een tuindak beschouwd kan worden als een 'harde bedekking'. Dat betekent dat begroeide daken een even goede bescherming bieden tegen brand als een met grind geballaste losse bedekking.

Voor lichte vegetatiedaken gelden volgens de FLL enige beperkingen om ze als 'toereikend brandwerend' te mogen aanmerken:

1. De substraatlaag moet hoofdzakelijk uit minerale materialen bestaan en minimaal 30 mm dik zijn.
2. De vegetatielaag mag niet brandgevaarlijk zijn en geen grote vuurlast vormen. Een kruidendak voldoet altijd hieraan, grasdaken zijn na een droogteperiode niet alleen brandgevaarlijk maar vormen ook een grote vuurlast.
3. Langs randen en opstanden moet een vegetatievrije zone zijn van minimaal 0,5 m breed.

Hoewel vegetatievrijezones voor daktuinen volgens de FLL niet verplicht zijn, is het beter ze wel toe te passen. Ook bij daktuinen verbeteren deze de brandveiligheid omdat de strook grind langs de dakrand voorkomt dat het vuur over de dakrand en opgaand werk slaat.

Wendy Bakker

Met dank aan Hans van Cooten van Mostert De Winter, Marc Evers van Mastum Daksystemen BV en Aart Veerman van Van der Tol BV.

De bouwer eiste dat naast 'rood' ook 'groen' een plek zou krijgen. Het werd een sedumdak op een parkeergarage, of beter gezegd op een reuzecarport. Donker BV legde het dak aan.

Het nieuwe gebouw van CMG staat nog eenzaam op het bedrijventerrein. Het groendak is duidelijk te zien.



Het dak is er gekomen omdat de bouwer naast 'rood' ook groen eiste. Het door Donker aangelegde sedumdak ligt er enkele maanden.

Sedumdak op reuzecarport

Als je op verkeersknooppunt Westervoort in Arnhem rijdt, zou je niet denken dat het weelderig groen dat je passeert een camouflage is voor geparkeerde auto's. Toch is dat zo. Donker Cultuurtechniek BV realiseerde voor het IT-bedrijf CMG een groen dak op een reusachtige carport van 2000 m². Voor deze onorthodoxe oplossing werd in eerste instantie gekozen om op die manier geparkeerde auto's vanaf de snelweg aan het oog te onttrekken. Maar er speelden natuurlijk ook andere argumenten mee. Niet alleen weggebruikers kijken tegen het groen aan, ook bezoekers en medewerkers van CMG genieten van een jaarrond groen uitzicht.

Gezien de ligging van het bedrijf was het vanaf het begin duidelijk dat veel gebruikers van het CMG-gebouw de auto vaak als vervoermiddel zouden gebruiken. De opdrachtgever wilde echter niet zichtbaar al die auto's voor de deur. De betrokken bouwcombinatie eiste bovendien dat bij een dergelijke bouw ook een bepaalde hoeveelheid m² groen zou worden. Onttrek daarom de parkeerplaats aan het oog. Dat was de opdracht die architect Weigerinck uiteindelijk kreeg. Door een carport met een groen dak te ontwerpen, werd in een klap aan

ieders wens voldaan. „Dit soort eisen en wensen zie je steeds vaker”, zo vertelt Henk Vlijm, projectleider daktuinen bij Donker. „Zo hoorde ik van een collega uit Stuttgart, dat het daar verplicht is voor elke m² bebouwing (vergrijsing) ook een vastgesteld aantal m² groen te realiseren.” Omdat bouwruimte schaars en dus kostbaar is, is het dak steeds vaker de locatie van dit groen. In dit geval speelde niet alleen bovenstaande groen-voor-grijs argumenten: ook het riool krijgt door de versteende bodem steeds meer te verwerken. Doordat de beplanting het hemelwater verbruikt, ontlast een groen dak het riool met maar liefst 55%.

Sedum relatief goedkoop

Donker was al in een vroeg stadium bij de plannen betrokken. Zo kon hun deskundigheid en die van de dakbedekkers optimaal en in een tijdig stadium gebruikt worden. Elk type dakbegroeiing vergt immers een passende dakbelasting. In Arnhem is uiteindelijk gekozen voor een dakbegroeiing van verschillende soorten sedums. „De kosten hebben bij deze keuze

zeker een rol gespeeld”, aldus Vlijm. Sedum is een extensieve begroeiing. Het vergt weinig onderhoud en is relatief goedkoop. Bovendien heeft sedum geen zware dakconstructie nodig; het is al mogelijk om een groendak aan te leggen op een dak dat maximaal 40 kg/m² daklast kan verdragen. Bij een daklast lager dan 40 kg/m² is het niet verantwoord meer om een begroeiing aan te brengen; de opbouw is dan te laag om de planten een goede overlevingskans te bieden.

Het onderhoud van een sedumdak bestaat uit het verwijderen van onkruiden en grassen, die tussen de sedums opkomen. Dat gebeurt het eerste jaar viermaal, vervolgens driemaal en uiteindelijk nog tweemaal per jaar. Dat laatste is wel afhankelijk van omgevingsfactoren zoals bloemenweiden en bermten waar veel onkruidzaden uit waaien.

Gras was hier ook een mogelijkheid geweest. De kosten van aanleg zijn vergelijkbaar met die van sedum, maar het onderhoud is veel intensiever, omdat er regelmatig gemaaid moet worden. Bovendien verdort het vaak in de zomer.

Jaarrond groen

Doordat er met verschillende sedumsoorten is gewerkt, is de attractiewaarde gedurende het hele jaar groot; er bloeit altijd wel een deel van het dak.

De sedums in Arnhem zijn gekweekt op matten. Er bestaat ook de mogelijkheid om met spruiten te werken. Spruiten worden van de oorspronkelijke sedumvelden afgemaaid en gestrooid over het dak. Nadelen hiervan spreken voor zich: de mat zal minder snel dichtgroeien, wat tot meer onkruid en dientengevolge een intensiever onderhoud leidt. Bovendien is er nogal wat uitval door losse spruiten die van het dak kunnen waaien, voordat ze hebben kunnen wortelen. Vogels willen ook nog wel eens wat van die losse spruitjes meenemen.

Een derde, nog goedkopere manier in aanleg, is het inzaaien van sedums, een oplossing die Henk Vlijm liever niet kiest: „Het duurt nog langer voordat een mat dichtgegroeid is, met alle gevolgen van dien. Eigenlijk kun je met zaaïen nooit een goed resultaat bereiken, tenzij je er heel intensief onderhoud op pleegt. Dan is goedkoop uiteindelijk duurkoop, want wat je bespaart



Parkeergarage is een te groot woord voor de overdekte parkeerplaats. Het is eigenlijk een supercarport.

aan beplantingskosten, verlies je uiteindelijk in onderhoud." Donker kan zijn opdrachtgever uiteindelijk ook nog de verzekering geven dat dit dak door de sedumlaag extra beschermd is en dus minder snel aan onderhoud toe is. De levensduur wordt met minimaal tien jaar verlengd.

Natuurlijke materialen

In de onderlagen tussen de dakbedekking en de beplanting werd zo veel mogelijk gebruik gemaakt van natuurlijke materialen. Op de dakbedekking kwam een drainagelaag van lava. Deze laag zorgt voor een snelle afvoer van overtollig regenwater. Hieroverheen werd een filtervliesdoek geplaatst. Dat filterdoek voorkomt dat de drainagelaag vervuild wordt met organisch materiaal en daardoor vermindert in werking. Op het filterdoek werd een substraatlaag aangebracht, een aangepast mengsel van onder andere kleiturf, Baltische zeeklei, turfstrooisel en kleikorrels. Dit mengsel bevat voldoende voedingsbestanddelen en waterregulerende grondstoffen. Standaard wordt er minimaal 5 cm substraat gebruikt om zoveel mogelijk een natuurlijke situatie na te bootsen. Op deze onderlaag werden ten slotte de sedummatten uitgerold. In de hoeken van het dak en langs de wanden van het pand is een grindrand gestrooid. Dit is een brandveiligheidsvoorschrift. Tegelijkertijd zorgt het voor meer ballast bij harde wind. Zowel de lavadrainagelaag als de substraatlaag zijn met de zogenaamde blaasmethode aangebracht. Een silovrachtwagen met een blaasinstallatie blies via een slangensysteem de materialen op het dak. Sedum en filterdoeken werden met een hijskraan op het dak gehesen. Hierdoor kon het materiaal gelijk goed verdeeld worden over het hele dak. Vrachtwagen en hijskraan versnelden bovendien het werk, zodat in vijf dagen het hele karwei geklaard was. ■

Lilian Verhaak

In het dak zijn grote lichtgaten gemaakt.

Wie op het Arnhemse verkeersknooppunt Westervoort rijdt, ziet het CMG-gebouw en vegetatiedak liggen.



Een beeld van de waterafvoer van het parkeerdak.



Foto's: Rens Kromhout

Systeem in Arnhem

Achtereenvolgens wordt er op het dak geplaatst:

- een wortelwerende folie (DIN 4062) bij bitumen dakbedekking ter bescherming van het dak*);
- een drainagelaag van lava (lavadrain volgens ral - 62 253/4 dikte >2 cm, afhankelijk van type begroeiing), geeft snelle afvoer van overtollig regenwater;
- een filtervliesdoek (Non-woven volgens DIN ISO 9001 T.U.V. gecertificeerd), scheiding tussen drainage en substraat;
- extensief substraat (volgens ral- 62 253/1 dikte >3 cm afhankelijk van type begroeiing), waarin alle voedingsbestanddelen voor de beplanting zitten;
- extensieve vegetatie, voorgekweekte sedum op kokosmat, oppervlakkig wortelend. De soorten die gebruikt worden zijn onder andere: *Sedum alba*, *S. reflexum*, *S. spurium*, *S. sexangulare*, *S. floriferum*, *S. album 'Coral Carpet'* en *S. hybridum*.
- Onderhoud: viermaal per jaar onkruid wieden, aflopend naar tweemaal per jaar.

*) Omdat de dakbedekking in Arnhem al wortelwerend was, hoefde daar geen wortelwerende folie onder de drainagelaag geplaatst te worden.



Kunstmatige bodem voor optimale groei van dakgroen

Planten groeien van nature niet op een dak maar staan liever met hun wortels in de vollegrond. Toch kunnen zij op eenzame hoogte een optimale groei bereiken. Dat stelt echter hoge eisen aan het daktuinsysteem.



Foto's: Ferry Noordam

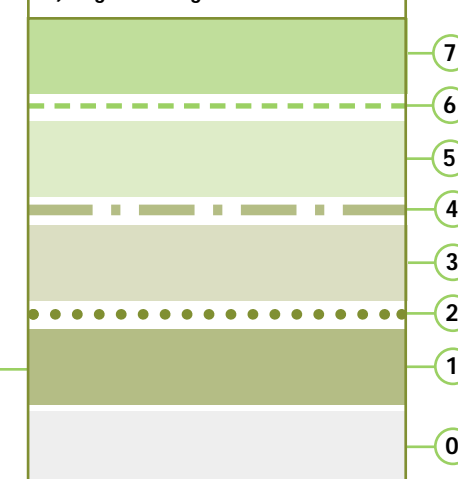
Sedumdak in Diergaarde Blijdorp in Rotterdam.

Bij toepassing van een begroeiing op een dak worden zoveel mogelijk de groeicondities van de plant in de vollegrond nagebootst. De bodem moet vocht kunnen vasthouden maar niet verzadigd raken, in de grond moeten voldoende lucht en voedingsstoffen aanwezig zijn, de bodem mag niet verzuren, en de wortels van planten moeten zich kunnen hechten. De lagen in een groendaksysteem bezitten daarom dezelfde eigenschappen als een complete bodem. Soms worden meerdere eigenschappen in één laag gecombineerd, zoals de waterafvoer en de waterbuffering in de drainagelaag. Soms blijven bepaalde lagen achterwege.

Hoe de daktuinopbouw is samengesteld, hangt af van de soort begroeiing en de maximale dakbelasting. Hieronder volgen de functies van de verschillende lagen vanaf de dakhuid tot de vegetatielaag. In het artikel over de diverse daktuinsystemen wordt dieper ingegaan op het materiaalgebruik.

Laagopbouw

- 0) Dakconstructie
- 1) Water- en wortelkerende laag
- 2) Schuif- en beschermlaag
- 3) Drainagelaag
- 4) Filtervlies
- 5) Substraatlaag
- 6) Windvlies
- 7) Vegetatielaag



1) Water- en wortelkerende laag

De water- en wortelkerende laag is de dakhuid die direct op de dakconstructie (beton, staal of hout) is bevestigd. De laag moet het gebouw beschermen tegen hemelwater en bestand zijn tegen de wortels van de vegetatie.

Niet elke waterdichte laag is ook wortelwerend. Vooral bij een dakhuid die is opgebouwd uit banen is dit het geval. Naden tussen de banen hebben een capillaire werking waardoor het vocht zich daarin ophoopt. Wortels zoeken in droge tijden vocht en groeien op den duur door de naden in de dakhuid heen en veroorzaken lekkage.

Op de onderconstructie van het dak wordt een dampremmende laag of noodlaag aangebracht. De dampremmende laag voorkomt dat condens uit de onderliggende verwarmde ruimtes door de constructie heen in het isolatiemateriaal trekt.

Het verdient de voorkeur om eerst alle bouwkundige elementen zoals randopstanden en schoorstenen, maar ook inspectieputten en dakdoorvoeren aan te leggen en vervolgens de waterkerende dakbedekkingslaag aan te brengen. De bouwkundige elementen zijn dan goed waterdicht te maken maar het voorkomt ook schade aan de dakbedekking.

Bij platte en licht hellende daken bestaat de waterkerende laag vaak uit meerlaagse bitumen, of één laag PVC-folie of EPDM-rubberfolie. De waterkerende laag kan volledig gekleefd aan de ondergrond bevestigd worden of losliggen. Bij sterk hellende daken moet

de waterkerende laag mechanisch vastgemaakt worden.

Bij een volledig gekleefd systeem brengt de dakdekker een tweelaagse bitumen baan aan, bij voorkeur met een polyesterinlage. De tweelaagse bitumen wordt volledig gekleefd op de ondergrond zodat een homogene verbinding ontstaat. Deze homogene laag heeft het voordeel dat een lek meteen te lokaliseren is. Omdat de laag volledig gekleefd is, kan de waterdruppel geen andere kant op dan naar beneden. De volledig gekleefde laag is echter milieubelastend omdat het niet gemakkelijk te verwijderen is.

Bij een losliggend daksysteem wordt meestal een éénlaagse folie op de onderconstructie gelegd. Het advies is om hiervoor EPDM-rubberfolie te gebruiken. Alle naden worden in de fabriek geïmprimeerd zodat het als een membraan het totale dakvlak afdicht.

Bij schade aan de losliggende folie komt lekwater onder de waterdichte laag om zich vervolgens naar alle kanten verplaatsen. Meestal wordt de lekkage pas na geruime tijd opgemerkt, bijvoorbeeld wanneer het water de onderliggende ruimte binnendringt via stortnaden of dilatatievoegen. Het is dan vaak vrijwel onmogelijk het eigenlijke lekkagepunt op te sporen zonder aanzienlijke graafwerkzaamheden. Door de EPDM-folie in compartimenten aan te brengen, is het minder zoeken.

EPDM-folie is tussen de 1 en 2 mm dik en daarom kwetsbaar voor mechanische beschadiging. Voordelen van EPDM-membra-

nen zijn dat deze weer verwijderd kunnen worden, veel langer meegaan dan bitumen en tevens wortelwerend zijn.

De meeste bitumen materialen zijn niet resistent tegen wortels van planten. Door bitumen producten met een speciale toevoeging te gebruiken kunnen wortels het minder makkelijk beschadigen.

Een andere methode die vaak wordt toegepast, is het aanbrengen van een extra laag kunststof, wortelwerende folie zoals PVC-folie of PE-folie (Polyethyleen). PVC-folie mag geen contact maken met de bitumenlaag omdat weekmakers in de PVC het bitumineuze materiaal oplossen. Dit probleem is op te lossen door een scheidingsvlies tussen de PVC-folie en de bitumineuze dakbedekking te leggen. PE-folie, de zogenaamde landbouwfolie, is wel direct op de bitumenlaag te gebruiken. De wortelwerende laag wordt kruislings op de dakbedekking gelegd.

Ook is het mogelijk de EPDM-laag te combineren met minimaal een laag gebitumineerde polyestermat, volledig op de ondergrond gekleefd. Dan combineer je de goede eigenschappen van beide producten: volledig gekleefd, volledig water- en wortelwerend en minder kwetsbaar voor beschadigingen. Wanneer bij de renovatie van een dak de oude bitumineuze dakbedekking nog waterdicht is, kan deze in principe onder de nieuwe wortelkerende laag gehandhaafd worden.

2) Schuif- en beschermlaag

De schuif- en beschermlaag beschermt de onderliggende water- en wortelkerende laag tegen mechanische beschadiging van bovenaf en tegen opvriezen. Mechanische beschadiging treedt veelal op door het betreden van het dak en door het schuiven van de drainagelaag. Scherpe deeltjes uit de drainagelaag kunnen gaatjes maken in de dakbedekking. Ook komt het voor dat de schuif- en beschermlaag tussen de dakconstructie en de wortel- en waterkerende laag wordt aangelegd om deze laag tegen ruw beton of spijkerkoppen te beschermen.

3) Drainagelaag

De drainagelaag voert overtollig hemelwater af naar de hemelwaterafvoeren in de dakconstructie. Sommige drainagesystemen beschermen eveneens de onderlaag en bufferen water en voedingsstoffen.

Het regenwater, dat in Nederland met bakken uit de hemel kan vallen, moet altijd voldoende afgevoerd kunnen worden. Voor de afvoercapaciteit geldt de DIN 4095. Deze norm geeft aan dat de drainagelaag 3 l water per m² per seconde moet afvoeren. De ondergrond van een dak dient minimaal een blijvend afschot van 1,5% (15 mm/m) te hebben. De drainagecapaciteit van diverse drainagesystemen is altijd ruim bemeten zodat er geen waterstuwning kan ontstaan bij de hemelwaterafvoeren. De hemelwaterafvoeren moeten herkenbaar en bovendien goed bereikbaar zijn. Ook moeten de afvoeren zijn afgedekt met een korfconstructie om te voorkomen dat vuil de afvoer verstopt.

Naast de drainerende capaciteit worden nog anderen eisen aan het materiaal gesteld: het moet vorstbestendig zijn, ook op lange termijn een drainerende werking hebben, drukvast en chemisch neutraal zijn. Ook mag het materiaal geen stoffen afgeven, die schade berokkenen aan de planten. En vice versa: het materiaal moet bestand zijn tegen zuren die de wortels afgeven.

Er is veel materiaal op de markt dat geschikt is voor de drainagelaag, te onderscheiden in natuurlijke materialen en kunststof materialen. De laatste hebben soms tegelijk de functie van drainage-, filter-, schuif- of beschermingslaag.

Een natuurlijke drainagelaag bestaat uit minerale materialen als grind, lavasteen of vulkanisch gesteente. Lichte minerale materialen zijn bijvoorbeeld geëxpandeerde kleikorrels. Er zijn geluiden dat deze kleikorrels op langere termijn vergruizen, waardoor ze minder geschikt zijn dan de andere materialen. De minerale materialen worden voornamelijk gebruikt bij tuindaken.

Kunststofschuim, meestal polystyreenschuim en in plaatvorm, past men ook toe bij tuindaken. Voorgevormde kunststofschuimelementen die tevens water kunnen opslaan, drainagebanen van kunststofschuim afgedekt met een polyester mat en grofgevlachten drainagematten van polyamide met een polyestermat zijn geschikt voor vegetatiedaken.

4) Filtervlies

Het filtervlies dat op de drainagelaag ligt, voorkomt verstopping van de drainagelaag door deeltjes uit de substraatlaag. Dat is allereerst nodig omdat de filterlaag zowel het doorsijpelen van water als het opstijgen via capillaire werking mogelijk moet maken en dat wordt verstoord door deze stofdeeltjes.

Een andere belangrijke reden is dat de drainagelaag meestal zo is opgebouwd dat de ruimte in het materiaal voor een deel uit vastgehouden water bestaat en voor een deel uit lucht. Deze luchtlaag zorgt ervoor dat de wortels niet door het drainagemateriaal dringen. Raakt deze luchtlaag vol met deeltjes uit het substraat dan verdwijnt de wortelwerende werking. De filterlaag kan onder meer bestaan uit een vlies van glasvezel, polyester, nylon of polyethyleen. Hoe grover de ondergrond is, hoe dikker en sterker deze filterlaag moet zijn.

In de FLL-richtlijnen staan de uitvoerige eisen waaraan de filterlaag moet voldoen.

5) Substraatlaag

De substraatlaag is de voedingsbodem voor de beplanting. Op een dunne laag substraat probeer je de planten de meest optimale groeiomstandigheden te bieden. Het spreekt dan ook voor zich dat hier veel aandacht aan besteed wordt. De dikte van de substraatlaag, de lucht-vochtverhouding, de zuurtegraad en de hiermee samenhangende hoeveelheid voedingsstoffen zijn van invloed op het aanslaan en de groei van de planten.

Een substraatlaag bestaat uit organisch materiaal, al dan niet aangevuld met anorganische of zelfs kunststof materialen. Organische bestanddelen zijn onder andere humus, turf en houtsnippers. Deze worden gemengd met anorganische bestanddelen als grind, zand, lava, bmskorrels, geëxpandeerde kleikorrels of vulkaniet.

Welk grondmengsel te gebruiken is en in welke laagdikte hangt af van de maximale daklast en de beplantingskeuze.

Sedumplanten hebben een laagdikte van 2 tot 6 cm nodig en groeien het beste op minerale grond. Een heester heeft een minimale substraatlengte van 35 cm nodig om tot volle wasdom te komen. Het soort mengsel en de laagdikte bepalen eveneens het waterbergend vermogen van de substraatlengte.

Het substraat kan los opgebracht worden of in de vorm van voorgekweekte matten, waarin de beplanting of de zaden zijn verwerkt. Het grondmengsel moet vrij van onkruiden zijn en het advies is om substraten te gebruiken die zijn goedgekeurd door het bouwstoffenbesluit. In de FLL-richtlijnen is nauwkeurig uiteengezet waaraan substraat (korrelgrootte-verdeling, poriëvolume, doorlatendheid en voedingsstoffengehalte) moet voldoen. Houd er overigens rekening mee bij het berekenen van de benodigde laagdikte dat het substraat nog 10 tot 15% inklinkt.

6) Windvlies

Het windvlies, ook wel erosievlies genoemd, zorgt ervoor dat de wortels zich goed kunnen hechten en dat zaden niet wegwaaien. Het vlies is gemaakt van netten die zo fijnmazig zijn dat wortels zich erin kunnen verankeren. In het algemeen zijn het doorzichtig kunststof netten maar een jute inleg kan ook voldoen, ook al rot die op den duur weg. Dat is verder geen probleem want dan hebben de planten al diep genoeg geworteld.

Als het vlies van doorzichtig kunststof is gemaakt werkt het tevens als miniaturbroeikas. Hierdoor groeit het zaad sneller uit. Een windvlies wordt voornamelijk bij schuine daken gebruikt.

Wendy Bakker

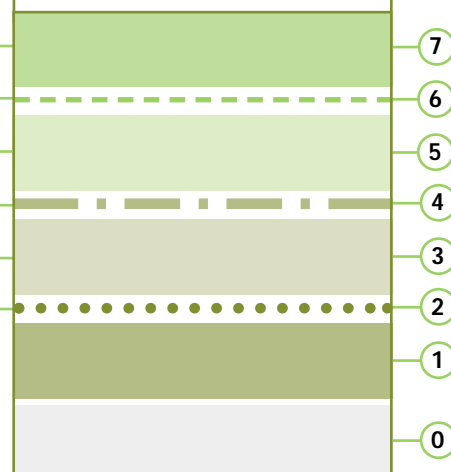
Met dank aan Hans van Cooten van Mostert De Winter, Marc Evers van Mastum Daksystemen BV en Aart Veerman van Van der tol BV.



Winterbeeld van een mos-sedumbegroeiing.

Laagopbouw

- 0) Dakconstructie
- 1) Water- en wortelkerende laag
- 2) Schuif- en beschermlaag
- 3) Drainagelaag
- 4) Filtervlies
- 5) Substraatlengte
- 6) Windvlies
- 7) Vegetatielaag



7) Vegetatielaag

Op de meeste daken is het klimaat te vergelijken met de omstandigheden in berggebied: voedselarme bodem en extreme weersomstandigheden. Zo waait de wind op het dak harder dan op het maaiveld. Daar komt bij dat door de gebouwen in de omgeving valwinden ontstaan. Door drukverschillen in de verschillende luchtlagen op en boven het dak, heeft de wind een zuigende werking.

Hoge struiken en bomen zijn windgevoelig. Krijgen deze een plek op het dak dan is in principe een 1 m dikke laag sub-

straat nodig voor een 10 m hoge boom. Dit leidt tot zeer hoge belastingen en daar moet het dak op gebouwd zijn. Door het aanbrengen van verankering is het mogelijk hoge struiken en bomen te laten groeien op een relatief dunne substraatlengte.

De meest gebruikte plantensoorten zijn kruiden, mossen, sedums en grassen. Er zijn verschillende methodes van beplanten: in voorgekweekte matten, zaaien, hydroseeding, sprossen en planten. Vegetatiematten hebben als voordeel

dat ze direct een groen beeld geven en snel hechten, wind- en watererosiebestendig zijn, en een zeer laag gewicht hebben.

Bij planten en bij het zaaien van kruiden-grasmengsels kan je de beplanting zelf samenstellen maar je hebt minder snel een groen eindbeeld. Zaaien is bij een helling boven de 15°C niet aan te bevelen want door de erosie van wind en water spoelen de zaden uit of waaien ze weg. Dit wordt bij hydroseeding door de kleeflaag beperkt.

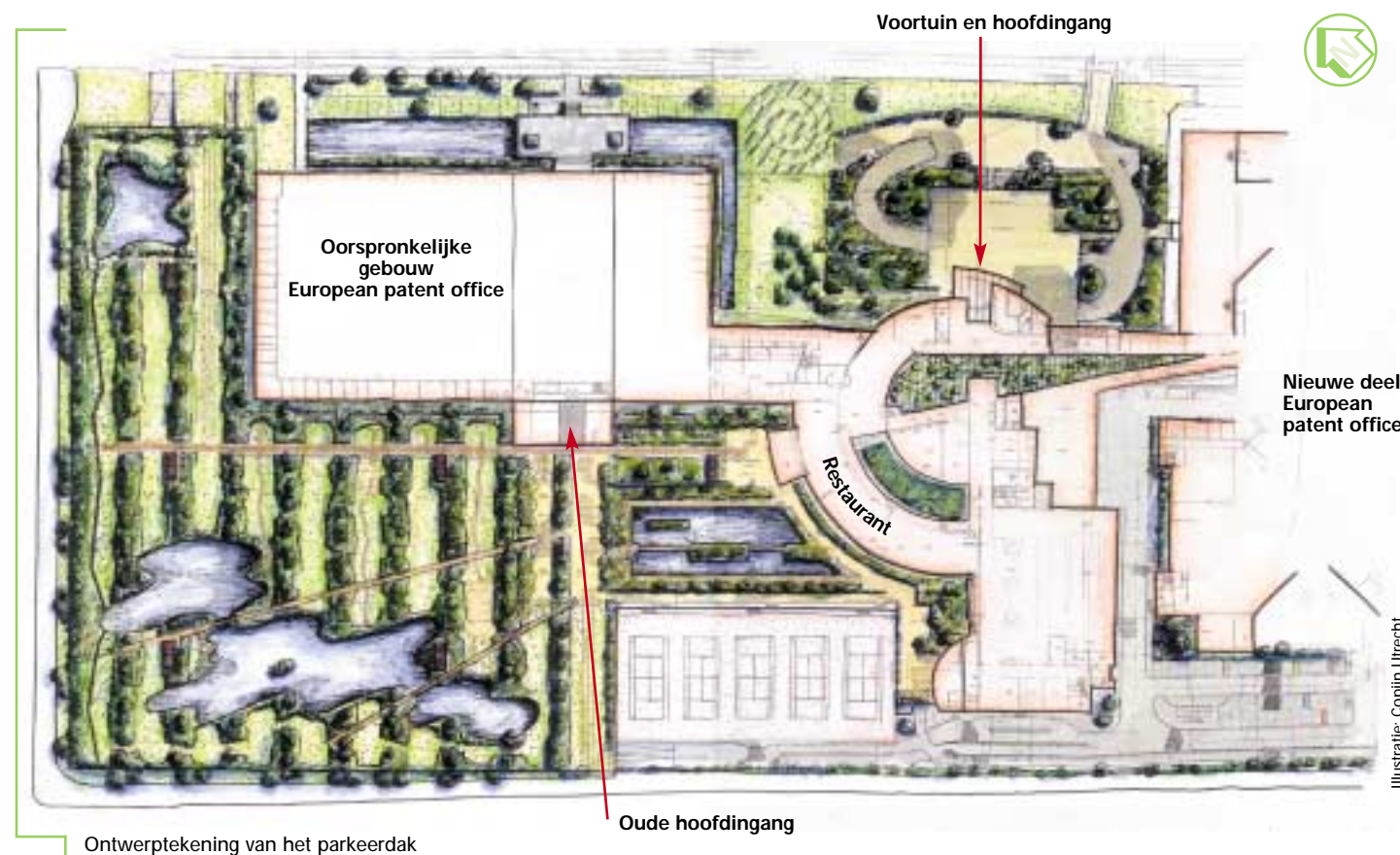
Parkdak oase in versteende omgeving

Maak een parklandschap waarin de 2.500 medewerkers van het European Patent Office (EPO) in Rijswijk (ZH) kunnen recreëren. Zo luidde de opdracht aan Copijn Utrecht voor de aanleg van een daktuin van 2,5 ha op de parkeergarage van het patentbureau. Het resultaat is een oase in een werklandschap waar het groen meer uitzondering dan regel is.



Foto's: Marten Meyling/Copijn Utrecht

De formele daktuin bij het restaurant. De strakke waterpartij dient als zichtas naar het achterliggende landschappelijke deel.



Ontwerptekening van het parkeerdak

Illustratie: Copijn Utrecht

Het European Patent Office ligt in de Plaspoelpolder, een bedrijventerrein in het Zuid-Hollandse Rijswijk, waar het groen zich beperkt tot bomen langs de straten en wat heesters in de openbare groenstroken. Het nabijgelegen Elsenburgerbos, een aantrekkelijk begroeide, oude vuilstort is alleen te bereiken via een doorgang onder de A4. Net te ver voor de medewerkers van het EPO om daar in de pauze te gaan wandelen.

De medewerkers van het patentbureau zijn uit verschillende Europese landen afkomstig. De werkgever wil hun verblijf in Nederland zo aangenaam mogelijk laten verlopen. Het bedrijf biedt het personeel dan ook verschillende vormen van vrijetijdsbesteding waarbij zij sociale contacten kunnen opdoen, zoals allerlei sportfaciliteiten. Ook het park moest een plek worden waar de werknemers elkaar op informele wijze kunnen ontmoeten, jeu de boules kunnen spelen of gewoon kunnen rondwandelen en genieten van het verstrijken van de seizoenen.

Nieuwe natuur

Het EPO is de laatste jaren fors uitgebreid. De naastgelegen patentweg en het daaraan grenzende stervormige KLM-gebouw zijn aangekocht door het bedrijf. Een nieuw verbindingsgedeelte tussen het oorspronkelijke gebouw en het oude KLM-gebouw vormt nu het centrum van het gebouwencomplex, waarin onder meer het personeelsrestaurant en een binnentuin met palmen is gesitueerd. De oude parkeerplaats kreeg een dak. Hiermee werd de parkeerruimte behouden en ontstond extra ruimte voor groen.

In 1997 is Marc van der Zwet, ontwerper bij Copijn Utrecht, begonnen met het ontwerpen van het groen in en rondom het EPO. „Voor mij was het meteen duidelijk, ik wilde nieuwe natuur creëren in die betonnen omgeving”, legt Van der Zwet uit. „En het mooie is dat je nu al ecologische variatie ziet ontstaan: scholeksters zitten op het dak, meeuwen in de vijver en hopelijk komen dit voorjaar de eerste broedende eenden.”

De daktuin bestaat uit twee delen: een natuurlijk parklandschap en een formele strakke tuin bij het restaurant. Van der Zwet nam bij het ontwerpen van het parklandschap de constructie van de parkeergarage als uitgangspunt. De maximale dakbelasting bedraagt 800 kg/m² wat een daktuinopbouw van 40 cm mogelijk

maakt. Hierop groeien gras en lage bodembedekkers. De dakbelasting op de dragende kolommen is 1800 kg/m² waardoor de grond opgehoogd kon worden tot 90 cm en voldoende groeimogelijkheden geeft voor bomen en heesters. Zo ontstond parallel aan het palen- en balkenstramien een lineaire structuur van 'dijkjes en valleien'.

Een hoofd- en twee subassen doorsnijden deze dijkstructuur en zijn gericht op het centrum van het gebouwencomplex. Deze paden verbinden de trappen vanuit de parkeergarage met het centrale plein voor de oude hoofdingang. Informele wandelpaden lopen van as tot as. Een grote, slingerende vijver met oeverbeplanting, en een kleinere vijver aan de zijkant van het gebouw versterken het natuurlijke karakter in het parklandschap. Voor het restaurant bepaalt een strakke vijver, omgeven door brede borders met vaste planten, het beeld. Een pad over de waterpartij leidt naar het centrale plein voor de oude hoofd- ➤



De structuur van dijkjes en valleien is duidelijk zichtbaar. De parkeergarage is rondom voorzien van een roestvrijstalen hekwerk waartegen *Hedera* en *Lonicera* is geplant.

gang. Op dit plein markeert een brede strook met grassen de overgang tussen de formele tuin en het parklandschap. Vanaf dit grassenplein wordt de beplanting steeds natuurlijker. De laatste vallei is een moerasgebied, waar Copijn met een kunstmatige beek een natte zone voor de moerasvegetatie realiseerde.

Thema

Ieder dijkje heeft een thema dat in de keuze voor de beplanting terugkomt. Zo is er een vlinderdijk met onder meer *Alchemilla*, *Echinacea*, *Buddleja* en *Tilia*. Op de prairiedijk groeien *Molinia*, *Eupatorium*, *Amelanchier* en *Prunus*. Ook is er een dijk met het accent op ouderwetse planten als *Syringa* en *Hydrangea*. Om de tuin het hele jaar rond boeiend te maken, is het beplantingsplan ingedeeld naar seizoenen. „Elk jaargetijde is er iets te zien in de tuin”, zegt Ronald Verheul, technisch projectleider bij Copijn en als coördinator betrokken bij het ontwerpproces van de daktuin. „We hebben de zomerbloeiers vooral toegepast in het centrale gedeelte van de tuin. Wat meer op afstand van de gebouwen staan de planten die in de herfst nog bloeien, bes geven, of een mooi wintersilhouet hebben.” Toch is de indeling van de planten niet zo gesegmenteerd als het lijkt. Door plantensoorten regelmatig op verschillende plekken terug te laten komen, ontstaat eenheid in de tuin.

„Eigenlijk is alles mogelijk qua beplanting”, legt Verheul uit, „als je maar rekening houdt met de maximale dakbelasting, met de wind die op een hoog dak harder waait dan op het maaiveld, met de valwinden die door omringende gebouwen ontstaan, en met de temperatuur. Ook is het belangrijk geen agressief wortelende bomen te plaatsen die de dakbedekking kunnen beschadigen.”

De grond die is aangebracht, is een hergebruikte, lichte kleigrond. Deze grond kwam vrij bij afgravingen tijdens de bouw van de parkeergarage. Door de grond te hergebruiken bespaarde Copijn kosten voor de af- en aanvoer en voor de aankoop. Platanen die op de oude parkeerplaats stonden, kregen een nieuwe plek op het dak. In het plantgat van alle bomen is extra bomengrond toegevoegd. De bomen zijn met een driepuntsverankerings vastgezet. Een ondergronds waterreservoir van 9m² zorgt ervoor dat relatief diep wortelende bomen altijd genoeg vocht tot hun beschikking hebben. Dit voorkomt dat de wortels in hun zoektocht naar vocht de dakbedekking aantasten.



Het plantvak wordt gefreesd en geëgaliseerd. De bestrating en de vakken zijn opgesloten met kantplanken van beton. Op de achtergrond de opgangen vanuit de garage die verbonden zijn met de hoofdpaden.



Het bovenaanzicht laat de contouren van het parklandschap zien: de dijkstructuur, de slingerende vijver, en de drie hoofdpaden waarvan de rechter is gemaakt van grote betonplaten, de middelste van grind en de linker van stalen roosters.

Foto's: Rens Kromhout

Logistiek

„De aanleg van de daktuin en vooral de logistiek vroeg nogal wat denkwerk vooraf. Om zo min mogelijk het dak te belasten, moesten we onnodig veel heen en weer rijden beperken en efficiënt te werk gaan. Dat betekent dat iedere handeling nauwkeurig gepland werd”, licht Marten Meyling, projectleider realisatie, toe. „Nadat het filtervlies was aangebracht hebben we banen van lava uitgezet. Door de drukspreiding konden de machines daaroverheen rijden.” Dat dit geen overbodige luxe was, blijkt wel uit het aantal keren dat de grondverzetmachines de grond uit het depot naar de daktuin moesten vervoeren. In totaal is 12.000 m³ grond verzet en is 8.000 maal heen en weer gereden. Ook het aanleveren en planten van het plantmateriaal vroeg een behoorlijke inspanning, niet alleen van de twintig hoveniers die het materiaal aanplantten, maar ook van de beplantingsdeskundige en de leverancier. „De planten werden per themadijk in de vrachtwagen aangeleverd. De kweker bracht bijvoorbeeld een lading met vijftig *Heuchera* en andere planten die op de themadijk ingepland waren. De volgende lading bevatte dertig *Heuchera*. Dat was dus een uitzoekwerk en we moesten een kweker vinden die daartoe bereid was”, legt Verheul uit. „Onze beplantingsdeskundige heeft de planten en het aantal per vak genummerd en dat is een grote puzzel geworden.” Het ontwerp en de aanleg van dit grote project is niet over een nacht ijs gegaan. Tussen de eerste gesprekken met de opdrachtgever en de uiteindelijke oplevering is vijf jaar verstreken. Nu rest nog het aanbrengen van het meubilair als banken, prullenbakken en speeltoestellen. Bij de eerste zonnestralen in het voorjaar kunnen de medewerkers volop gebruikmaken van hun groene park, en daar zal menig Rijswijker jaloers op zijn. ■

Wendy Bakker



Het grassenplein met *Miscanthus*, *Molinia* en *Stipa* voor de oude hoofdingang van het EPO.



Onder het zwevende pad van stalen roosters groeien bodembedekkers. Op de achtergrond is de A4 te zien waarlangs het EPO-terrein ligt. Eenmaal op het parkeerdak verdwijnt het gevoel dat je op één hoog bevindt.



In de grote vijver is een eilandje met papierberk aangelegd. „Hier kan de natuur in alle rust haar gang gaan”, aldus Verheul.

De aanleg van de vijver (30 cm diep) is uitbesteed. Om zomers opwarming en algenvorming te voorkomen is een watercirculatiesysteem tussen de verschillende vijvers bedacht dat voor continue doorstroming van het water zorgt.

Geen standaard

Copijn Utrecht werkt niet met een vast daktuinsysteem. „Wij kijken naar wat technisch mogelijk is en wat de wensen zijn van de opdrachtgever. Daar passen we het te gebruiken materiaal op aan. Dat kan de ene keer folie of drainagemateriaal van de ene producent zijn en de volgende keer van de andere”, zegt Marten Meyling.

Het dak van het parkeergebouw bestaat uit betonnen kanaalplaten en is zonder afschot gemaakt. Op het beton is een primerlaag aangebracht en daar bovenop een dubbel-laags, volledig verkleefde bitumen dakdekking. Direct op het bitumen is een naadloos gelaste LDPE-folie gelegd dat wortelwerend is. Een laag lava van 10 cm zorgt met een stelsel van drainagebuizen voor de afvoer van water. Tussen de lavalag en de LDPE-folie is een wit beschermvlies aangebracht om te voorkomen dat de scherpe lavasteentjes het folie beschadigen. Ditzelfde vlies dekt de lavalag af. Hierop zijn leidingen en kabels met een tey-rip vastgezet en vervolgens is de

grond gestort. De bestrating ligt op een zandbed. Een beregeningssysteem met 150 sproeikoppen houdt de grond vochtig ten tijde van droogte. Twee grote watertanken onder de trap naar de tennisbanen, die naast de daktuin liggen, leveren overdag water om de banen te besproeien en 's nachts de tuin.



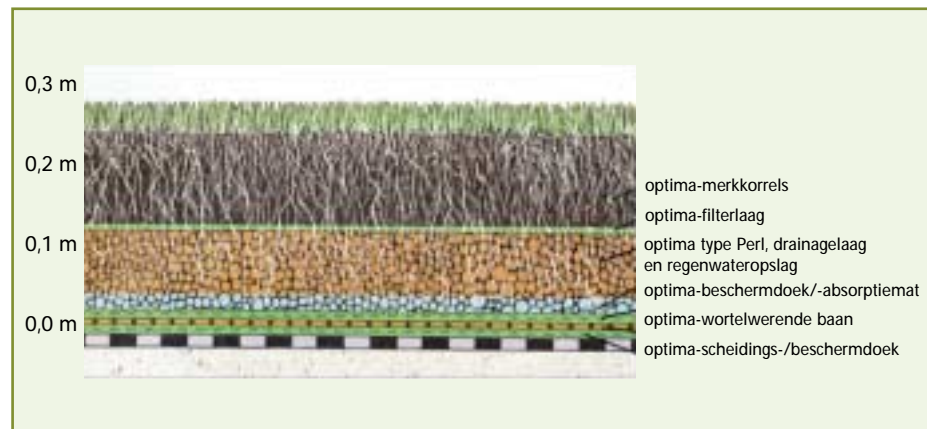
Foto: Gerdien de Nooy



Van links naar rechts: Marten Meyling, projectleider uitvoering van de afdeling Realisatie van Copijn Utrecht BV, Marc van der Zwet, ontwerper bij Copijn Utrecht Tuin- en landschapsarchitecten en Ronald Verheul, technisch projectleider bij dezelfde afdeling van het bedrijf.

Optima dakbedekking

Bij weinig leveranciers is de geboden informatie zo uitgebreid als bij het Duitse Optima. De organisatie levert via het net van Nederlandse groenverzorgers een uitgebreide technische handleiding waarin alle dakbegroeiingssystemen zijn beschreven.



Een voorbeeld van de opbouw van een Optima-daktuinsysteem.

De in Duitsland ontwikkelde Optima-dakbegroeiingssystemen zijn zowel bruikbaar voor intensieve als voor extensieve dakbegroeiing. De systemen worden in Nederland aangelegd door vijf franchisebedrijven. Dat zijn Van Ginkel in Veenendaal (meerdere vestigingen), Binder Groenprojecten in Poortugaal, Drielanden Groenverzekering in Harderwijk en Almere, Jonkers Hoveniers in Venlo en De Punt in Eelde (meerdere vestigingen). Optima dakbegroeiing BV is gevestigd in Amersfoort. Optima biedt de volgende systemen:

- extensieve begroeiing die kan bestaan uit sedum, mos, gras en kruiden, toe te passen vanaf een draaglast van 50 tot 250 kg/m². Regenwater is voldoende voor een goede groei en de systemen vragen nauwelijks onderhoud;
- intensieve begroeiing, bijvoorbeeld met vaste planten. Deze wordt aangelegd op daken met een draaglast vanaf 250 kg/m². Hierbij is kunstmatige watertoevoer noodzakelijk. Bovendien vragen deze systemen om intensief onderhoud.

Opbouw

De opbouw van de extensief begroeide daken is redelijk eenvoudig. Op de dakconstructie ligt de dakafdichting, daarop komt een beschermlaag, de drainagelaag/substraatlaag (afhankelijk van de hellingshoek) en uiteindelijk de beplanting. De beschermlaag bestaat uit een scheidingsdoek, een wortelwerende baan en opnieuw een scheidingsdoek. Naarmate de hellingshoek groter wordt, kan de drainagelaag worden aangepast. Voor de intensief begroeide daken wordt het systeem uitgebreid met een drainagelaag, eventueel met waterstuwing. De drainagelaag is voorzien van een filtervlies.

Substraat

Uitgebreid aandacht besteedt Optima aan het substraat waarin de planten groeien. Deze zijn ontwikkeld voor de groei van de vegetatie, voldoen aan de FFL-richtlijnen en zijn aangepast aan de specifieke omstandigheden, bijvoorbeeld een substraat voor parkeergarages. Ook zijn substraten beschikbaar voor bomen die groeien op niet-natuurlijke standplaatsen zoals die er zijn in daktuinen. Optima presenteert daktuinen als vormen van intensief, meervoudig ruimtegebruik. Een aardig voorbeeld hiervan is de aanleg van een daktuin in een Utrechts kantoorgebouw. Mecanoo Architecten tekende het ontwerp. Het gaat hier om een ondergrondse kantoorruimte die op het dak is voorzien van een gazon. In het kantoorgebouw zijn wel ramen gemaakt zodat het daglicht kan toetreden. Dat is ge-

daan door het maaiveld iets op te lichten. Het Utrechtse dak is voorzien van een watergeefstelsel dat lijkt op de irrigatie in rijstvelden. Het water loopt telkens over opgeworpen dammetjes (in dit geval stuwdrempels) zodat overal op het dak water blijft staan. Op deze manier wordt een kunstmatige grondwaterpiegel gecreëerd. Onderaan de helling zorgen draingoten voor de afvoer van overtollig water. Als scheiding tussen de draingoot en het substraat is geperforeerd RVS-scheidingsprofiel aangebracht. Het volgende begroeiingssysteem is op de dakconstructie toegepast:

- optima beschermdoek 500 gr/m²;
- 12 cm Optima drainagelaag perl 8-16 mm;
- Optima filterdoek 200 gr/m²;
- 9 cm Optima gazonsubstraat;
- graszoden.

Speciale dagen

Het optima Inforum is een mini-symposium waarop informatie wordt gegeven over begroeide daken. Op deze informele bijeenkomst worden verschillende aspecten van begroeide daken toegelicht en besproken. Afhankelijk van de locatie vindt er ook een projectbezoeking plaats.

Datum	Locatie	Organisatie
21 Maart	Almere	Drielanden Groenverzekeringen
04 April	Kerkrade	Jonkers Hoveniers
24 April	Rotterdam	Binder Groenprojecten
30 Mei	Floriade	Van Ginkel Veenendaal
12 Juni	Alphen	De Punt BV
13 Juni	Floriade	Van Ginkel Veenendaal
19 September	Harderwijk	Drielanden Groenverzekeringen
10 Oktober	Eindhoven	Jonkers Hoveniers
30 Oktober	Rotterdam	Binder Groenprojecten
14 November	Diepenveen	De Punt BV

Voor informatie of aanmelding: zie adres Optima dakbegroeiing op pagina 45.

Ook het Dakusysteem is van oorsprong Duits. Het hoofdkantoor is gevestigd in Mainz. Daku brengt drie typen systemen op de markt, gebaseerd op de drainage-elementen FSD 20, FSD 30 en FSD 50.

Het Floradak-Dakusysteem wordt in Nederland geïmporteerd door Handels- en adviesbureau Bert de Rooij in Berlicum. Het is te omschrijven als een drielaags dakbegroeiingssysteem dat bestaat uit de volgende elementen:

- Floradak-Daku FSD drainage-elementen;
- hemelwaterreservoir in de drainage-elementen dat los is van de dakbedekking;
- volcapillair filterdoek met daarop het mineralensubstraat en de vegetatie.

Als vegetatie worden verschillende mogelijkheden genoemd zoals droog inzaaien, hydroseeding, vaste planten gekweekt in substraat, vegetatiematten en sedumvegetatiematten met kunststofinlage. Het Dakusysteem is geschikt voor zowel in- als extensieve begroeiingen, en voor platte en hellende daken. Verder voldoen de verschillende onderdelen van het systeem aan de geldende Duitse DIN-normen en aan de FLL-richtlijnen.

Nadruk

Waar importeur De Rooij de nadruk op legt, is het waterbergende vermogen van zijn drielaagsysteem door het hemelwaterreservoir. Veel extensieve dakbegroeiingssystemen hebben een laag waterbergend vermogen. Dit komt door de dunne drainagelaag. Gevolg kan zijn dat in droge zomers kunstmatige beregning noodzakelijk is. Sommige systemen hebben een waterbergend vermogen van zo'n 10 l/m². Dat betekent in de praktijk dat het systeem verzadigd is na een regenbui van 9 mm. Als het vervolgens geruime tijd droog is, kan de vegetatie daaronder lijden. Dat is zeker het geval op hellende daken of daken met een goed afschot. Om dat te ondervangen, biedt het drielaagse Dakusysteem een oplossing. De hemelwaterreservoir bedraagt zo'n 40 l/m², waarmee een vegetatie enige tijd vooruit moet kunnen. Het reservoir zorgt voor nalevering van water aan de planten op het dak. Het water wordt opgevangen in een polystyreenreliëf dat veel weg heeft van bakjes.

Floradak-Dakusysteem



Foto: Ferry Noordam

De begroeiing op de steile helling in Madurodam in Den Haag is aangelegd met een Dakusysteem.

Typen	Daku FSD 20	Daku FSD 30	Daku FSD 50
Wateropname	16 l/m ²	24 l/m ²	40 l/m ²
Matdikte	62 mm	80 mm	120 mm
Afmetingen	125 x 100 cm	125 x 100 cm	125 x 100 cm
Draaglast (met water gevuld zonder substraat/vegetatie)	0,71 kN/m ²	0,254 kN/m ²	0,420 kN/m ²

Daku heeft de FSD-elementen FSD 20 (opnamecapaciteit van 16 l/m²) FSD 30 (opnamecapaciteit van 24 l/m²) en FSD 50 (opnamecapaciteit van 40 l/m²) in de aanbieding. Deze elementen verschillen in isolerende waarde en dikte: FSD 20 is 62 mm, FSD 30 is 82 mm en FSD 50 is 122 mm dik. Wat het substraat betreft, past Daku verschillende producten toe, afhankelijk van de aard van de dakbegroeiing. Dat kan voor een intensief of extensief dak zijn. Te noemen zijn lava, bims en organische stoffen als bouwstenen voor de plantengroei. Het materiaal kan op het dak worden aangebracht door blazen.

Hellende daken

Zoals in Madurodam in Den Haag is te zien, is het Dakusysteem ook bruikbaar op hellende daken. Een systeem opgebouwd als grasgazondakbegroeiing ziet er als volgt uit:

- drainage;
- filter;
- anti-afschuifstelsel. Dat is een gepatenteerd systeem van kunststof met verticale (onderlinge afstand 100 cm) en horizontale dragers (onderlinge afstand 12,5 cm);
- mineraalsubstraat, deels lavakorrels;
- gras-gazondakvegetatie.

Daarbij is beregning wel noodzakelijk.

Sarnavert dakbegroeiing

Dakbegroeiingssystemen onder de naam Sarnavert worden in Nederland door groenbedrijf Dolmans BV in Bunde aangelegd. Moederbedrijf Sarnafil is een Zwitserse onderneming die kunststof produceert maar ook in de daktuinen is gestapt.

Kultuurtechniek Dolmans BV in het Limburgse Bunde is sinds 1978 franchise-partner van Sarnafil-Benelux, een dochteronderneming van het Zwitserse Sarna, een fabrikant van kunststof. Sarnafil is wereldwijd één van de grootste producenten van afdichtingssystemen voor daken en vijvers. Dolmans heeft zich op de aanleg van vijvers en daken toegelegd.

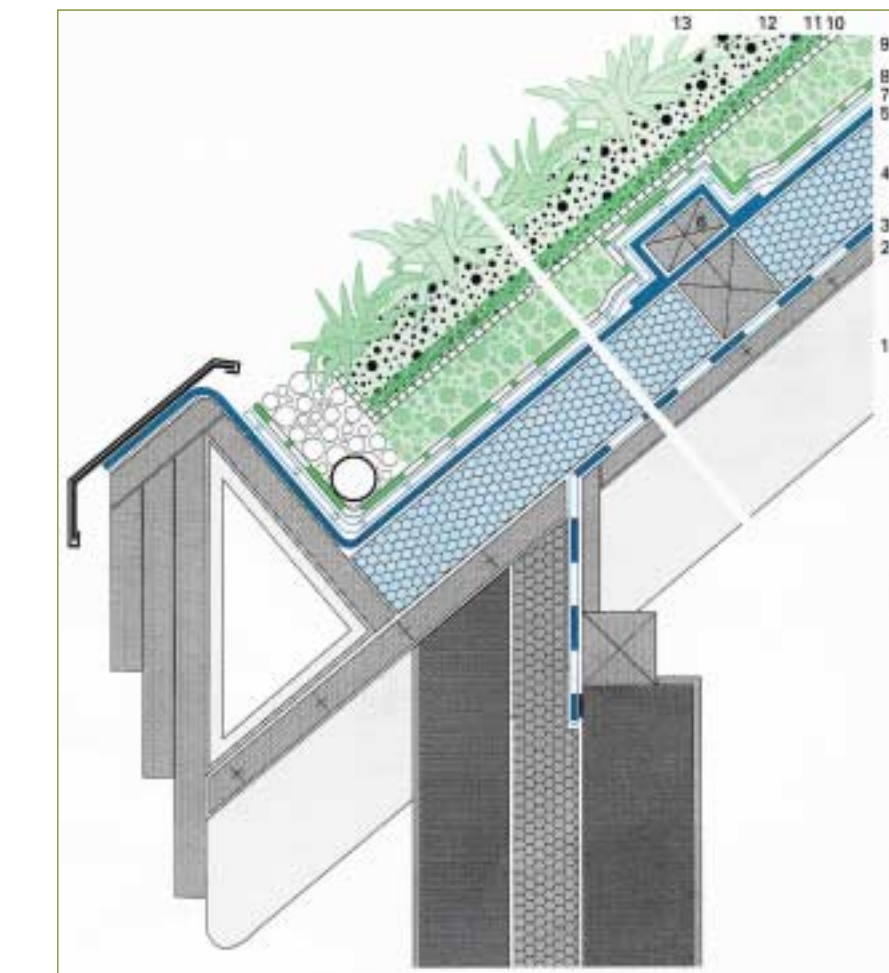
De aangeboden daktuinssystemen van Sarna, en dus van Dolmans BV, onder de naam Sarnavert zijn divers en behoorlijk uitgebreid. De volgende systemen worden onderscheiden:

- extensieve begroeiing als kijkgroen voor platte en hellende daken;
- intensieve begroeiing als gebruiksgroen voor platte daken;
- mengvormen met verschillende plantensoorten.

Natuurlijke begroeiing

Met als titel 'Spontanbegrünung' presenteert Sarna een opmerkelijk project in Basel. Daar is een daktuin geconstrueerd waarin planten zijn gezet die spontaan zijn opgekomen op daktuinen in de omgeving en daar zijn weggehaald. Het plantmateriaal staat in een voedingsarm substraat bestaande uit kiezelstenen, zand, mergel en een geringe hoeveelheid humus. Daarbij is in het substraat ook een hoogteverschil gemaakt dat varieert tussen de 15 en 70 cm. Daarvoor zijn polystyrol hardschuimblokken toegepast. Als vegetatie is onder meer te noemen *Prunus spinosa*, *Crataegus* en *Cornus mas*.

Zo'n dakstelsel is uitzonderlijk te noemen, ook al door de dakopbouw. Onder het sub-



Een doorsnede van een systeem op een hellend dak. 1 = dakconstructie; 2 = beschermlaag; 3 = wortelwerende baan; 4 = drainagelaag; 5, 7 en 8 = diverse beschermlagen; 9-13 = opbouw substraat + vegetatie.

straat liggen achtereenvolgens een filtervlies, een drainagelaag van 8 cm dik, doek tegen doorwortelen, folie, bitumineuze afdichting, foamglas als isolatiemateriaal en de dakconstructie. Over de precieze dakbelasting wordt geen informatie geboden, maar duidelijk is dat deze niet gering is.

Andere systemen

De andere systemen van Sarna zijn minder 'bewerkelijk'. Dolmans biedt extensieve groendaken aan met primair de volgende onderdelen:

- substraat met vegetatie zoals mossen, sedums en kruiden. De dikte van de laag kan variëren tussen 5 en 12 cm, eventueel met verhogingen als eiland;
- filterdoek op de drainagelaag om verontreiniging van de drainagelaag tegen te gaan;

- drainagelaag van 4 tot 6 cm type Hydroperl;
 - eventueel een wortelwerende baan wanneer geen gebruik is gemaakt van een wortelwerende dakbedekking;
 - beschermdoek.
- Intensieve begroeiing is eveneens mogelijk met het systeem van Sarna/Dolmans. Ook daarbij is de opbouw vergelijkbaar met het extensieve systeem. Afhankelijk van de beplantingswensen wordt een substraatlaag aangelegd van zo'n 20 cm, daaronder ligt een filterdoek op de drainagelaag met een dikte van zo'n 15 cm. Verder afdalend wordt gebruik gemaakt van wortelwerend materiaal en een beschermdoek.
- Als andere mogelijkheden zijn te noemen de aanleg van een dakbegroeiingssysteem na dakrenovatie, en de 'begroeiing' van hellende daken (zie tekening).

Echt nieuw is het Kalzip Natuurdak. Vorig jaar werd dit vegetatiedak voor het eerst toegepast op de BouwExpo in Almere. Leverancier is Hafkon BV in Maassluis.

Kalzip Natuurdak

Het Kalzip Natuurdak is, vergeleken met andere daktuinssystemen, een wat vreemde eend in de bijt. Allereerst komt het systeem uit de koker van Corus, de vroegere Hoogovens in IJmuiden. Verder is het een vegetatiedak waarvoor gebruik wordt gemaakt van aluminiumbanen waarin de drainagematten worden gelegd. Die banen komen vervolgens op een dakplaat. Op de BouwExpo Almere werd vorig jaar het eerste Kalzip Natuurdak aangelegd. Op het dak van de overdekte parkeergarage bij appartementencomplex Panamorique is door dakspecialist Hafkon BV in Maassluis en groenvoorzitter Van der Tol in Amsterdam het Kalzip Natuurdak aangebracht.

Dit dak bestaat uit sedum-kruidenbeplanting met minimaal acht verschillende soorten sedums en 4 verschillende soorten kruiden. Circa 1.800 m² dakvlak is afgewerkt met het Kalzip Natuurdak, welke is gemonteerd op een stalen onderdakplaat, geleverd door de firma VDB-Profiel BV in Klundert.

Meerlaagse opbouw

Wat voor alle systemen geldt, is ook van toepassing op het Kalzip Natuurdak; het vegetatiedak kent een meerlaagse opbouw:

- drainagelaag;
- filtervlies;
- substraatlaag;
- sedumbepanting.

Het vegetatiesysteem heeft een draaglast van circa 90 kg/m². Dat is dus een relatief laag gewicht. Volgens leverancier Hafkon betekent dit dat het systeem een plek kan krijgen op dakconstructies met grote overspanningen en kolomvrije binnenruimtes. Te denken valt aan fabrieks- en sporthallen.

Het opvallende aan dit systeem is de toepassing van aluminium banen met een dikte van 1 mm en een breedte van 33,3 cm. Deze banen bieden bescherming tegen worteldoorgroei en zijn bestand tegen mechanische belasting. Daar liggen de drainagematten omhuld met filtervlies in. Op deze matten ligt het substraat met daarin de planten (zie foto). Het systeem met de aluminium banen wordt vervolgens vastgezet met een zogenaamde Kalzip aluminium clip met metalen voet. Volgens Hafkon wordt met deze clips niet de dakhuid doorboord zodat de bedekking blijvend waterdicht is. Ook bewegingen als gevolg van warmte en koude zijn mogelijk.

Het natuurdak kan worden aangelegd op daken met een maximale helling van 5°. Met

speciale aanpassingen is dit mogelijk tot maximaal 15°.

De drainagemat wordt ook gebracht onder de naam Kalzip. Het gaat hier om matten in een breedte van 30 cm en een dikte van circa 2,5 mm. De mat is gemaakt van polystyrol. De afvoercapaciteit is 4 l/sec per m² en de maximale wateropslag bedraagt 3,2 l/m². Op de drainagemat wordt een polypropyleen filtervlies aangebracht met een poriëngrootte van 0,14 mm, bedoeld om verontreinigingen van de drainagelaag tegen te gaan. Ook deze lagen voldoen de Duitse DIN-norm 4095.

Onderhoud

Het onderhoud van het vegetatiedak bestaat uit enkele controles per jaar. Dan wordt gekeken naar het open zijn van de afwatering en kan onkruid worden gewied. Overigens wordt bij de sedumbepanting in een substraatlaag van 7 cm niet met matten gewerkt. Het substraat wordt aangevoerd met een silowagen en op het dak 'gespoten'. Vervolgens wordt de sedum ingeplant. Bij zaaien wordt een humusbeschermlaag gebruikt.



Opvallend aan het Kalzip Natuurdak is de aluminium onderlaag waar de matten en de vegetatie in liggen.

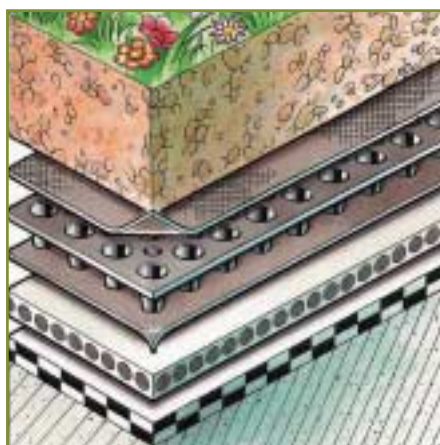


Voor het Kalzip Natuurdak-systeem kunnen opsluitranden worden toegepast.

Nophadrain in Kerkrade is producent van drainagesystemen. Het bedrijf levert weer aan andere bedrijven zoals Aliso in Breda. Het productenpakket van Aliso komt dan ook volledig overeen met dat van Nophadrain.

Nophadrain Groensysteem

Nophadrain hanteert de term 'Nophadrain Groensysteem'. Dit systeem is ontwikkeld om platte en hellende daken op een eenvoudige en vakbekwame wijze te voorzien van een extensieve of intensieve begroeiing. Het moet hiermee mogelijk zijn om natuurlijke woon- en werkomgevingen te maken. Verder houdt het systeem water vast en kan worden voldaan aan eisen met betrekking tot het tegengaan van te grote afvoer van hemelwater. Een overzicht van de systemen van Nophadrain.



Nophadrain Extensief Groensysteem

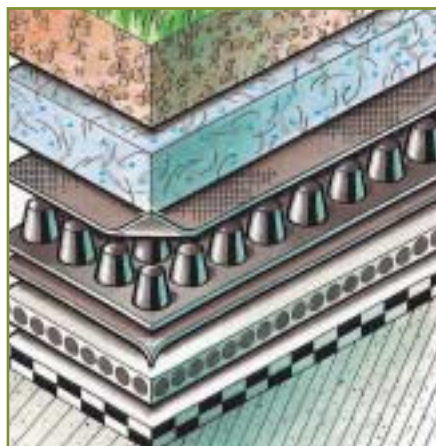
Deze extensieve dakbegroeiing wordt omschreven als een natuurlijke vegetatievorm die door de keuze van de beplanting (sedum, kruiden, grassen) gering onderhoud behoeft. Dit systeem heeft een geringe bouwhoogte (van 7 tot 11 cm), zorgt voor een extra waterreservoir en is door het kunststof drainagesysteem licht in gewicht (15 kg/m² per cm bouwhoogte).

Opbouw

- Extensieve begroeiing
- DGS-E substraat
- Nophadrain 4 + 1/5 + 1
- WSB 50 wortelwerende folie
- Dakbedekking
- Dakconstructie

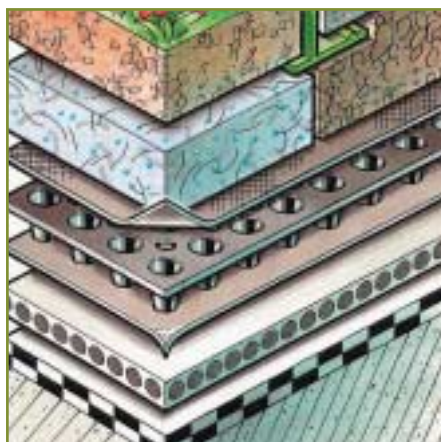
Nophadrain Extensief Licht Gewicht Groensysteem

Dit type Groensysteem is speciaal ontwikkeld voor daken die slechts een beperkte last kunnen dragen (bijvoorbeeld daken van opslag- en producthallen) en voor hellende daken. Het gewicht van dit systeem bedraagt circa 55 kg/m². De gewichtsreductie komt door het gebruik van Nophadrain SM 50 waterabsorberende steenwolplaten. Het watervasthoudend vermogen van deze steenwolplaten bedraagt circa 30 l/m².



Opbouw

- Extensieve begroeiing
- DGS-M substraat
- WSM 50 steenwol
- Nophadrain 200/220
- WSB 50 wortelwerende folie
- Dakbedekking
- Dakconstructie



Nophadrain Intensief Groensysteem

Dit systeem omvat een intensieve dakbegroeiing, dus als een gewone tuin met heesters, vaste planten en zelfs bomen. Dit stelt specifieke eisen aan de opbouw van de dakbegroeiing en de drainagelaag. Door het gewicht, vanaf zo'n 300 kg/m², en een bouwhoogte van minstens 20 cm, zijn speciale kunststof drainagesystemen ontwikkeld die deze extreme lasten kunnen weerstaan.

Opbouw

- Intensieve begroeiing/bestrating
- DGS-I substraat/fundering
- WSM 50 steenwol
- Nophadrain 4 + 1/5 + 1
- WSB 80 wortelwerende folie
- Dakbedekking
- Dakconstructie

Verder levert het bedrijf systemen voor balkon en terrassen, en voor parkeerdaken. Bij die laatste gaat het vooral om gebruik van drainagematerialen en minder om groen. Wel zijn de berijdbare daken te combineren met intensieve begroeiing om daarmee een natuurlijk woon- en werkomgeving te maken.

Mowi-Xeroflor

Mostert De Winter BV in Hardinxveld-Giessendam brengt de dakbegroeiingsystemen Xeroflor en Mowie-Xeroflor op de markt. Het gaat hier om vegetatiedaken die worden aangepast aan de specifieke omstandigheden. De systemen zijn bruikbaar voor intensieve en extensieve daktuinen.



Foto: Henk Jan van der Veen

Zoals de meeste dakbegroeiingssystemen, zijn ook de Xeroflorproducten uit Duitsland afkomstig. Groenvoorziener Mostert De Winter BV in Hardinxveld-Giessendam is licentiehouder voor Nederland. De systemen zijn gepatenteerd. De nadruk van dit dakbegroeiingssysteem ligt sterk op de verschillende vegetatiematten bestaande uit diverse combinaties van mos, sedum, grassen en kruiden. De keuze voor een vegetatiemat hangt af van de toepassing. Om een voorbeeld te noemen: voor lichtgewicht daken tot 30° is de vegetatiemat XF300C toepasbaar. Deze mat is voorzien van een vegetatie van sedums en mossen. Voor de groei is geen aanvullend substraat nodig. Het gewicht van deze matten varieert van 20 tot 30 kg/m². De vegetatiematten kunnen gekoppeld worden aan de diverse beschikbare substraten, de tweede laag in het dakbegroeiingssysteem. Ook daarvoor heeft Xeroflor onder de naam Xero Terr een aantal substraten ontwikkeld. Deze bestaan onder andere uit lava, bims, leisteen, dolomiet en gehumificeerde boomschors. Behalve deze substraten biedt Mostert De Winter ook de Bio-Stucco substraten aan. Deze mengsels zijn gemengd met plantendelen en zaden om te komen tot een mos-sedumvegetatie. Verder bevatten de producten een mortel die na inwateren actief wordt waardoor er geen wind- of watererosie kan optreden. Na aanleg is eenmaal inwateren voldoende.

Drainagematten

De volgende laag in het dakbegroeiingssysteem is de drainage. Ook daarvoor zijn specifieke producten ontwikkeld binnen het Xero-

Een voorbeeld van het Xeroflorsysteem, waarbij de nadruk ligt op de vegetatiemat.

florpakket. Zo zijn er vijf typen drainagematten met verschillende eigenschappen en gemaakt van diverse materialen. De Xerodrainmatten variëren onder meer in dikte (van 7 tot 50 mm, afhankelijk van het gekozen systeem). Xeroflor biedt verder andere elementen voor drainage en waterbuffering. Deze zijn op de markt onder de naam XFDE-25, XFDE-40 en XFDE-60. De verschillen tussen de elementen hebben betrekking op het gewicht en de dikte en daarmee ook op het waterbufferend vermogen. Dat varieert van 10 tot 28 l/m². Voor welk drainage-element wordt gekozen, hangt af van het dakbegroeiingssysteem, en dus de specifieke omstandigheden zoals draaglast van het dak.

Wat de verdere opbouw van het systeem

betreft wijkt deze niet bijzonder veel af van andere systemen. Ook tussen het substraat en de drainage, en vervolgens de drainage en het dak, worden beschermvliesen aangebracht. Ook dit valt onder het Xeroflorpakket.

Ten aanzien van de intensieve daktuinen heeft Mostert De Winter BV een scala aan waterbufferende drainagematten, substraten, controleputten, opsluitprofielen, (computergestuurde) watergeefsystemen, parkeersystemen en verankeringsystemen voor volwassen bomen in het sortiment.

Het Verdosysteem wordt op de markt gebracht in samenwerking met Eternit en wordt gevormd door een aangepaste vezelcement golfplaat met daarop een begroeiing van mossen en sedums.

Duits-Zwitsers daktuinsysteem

Tuinarchitect Harry Buurman van Biljoen-Groen in Velp maakte in Zwitserland kennis met dit dakbegroeiingssysteem. Dat was vele jaren geleden en nog altijd biedt Biljoen-Groen het systeem aan.

De opbouw van het Biljoen-Groensysteem.

De opbouw van het systeem



De basis van het Biljoensysteem zijn platen van polystyreen. Daarop komt antiworteldoek.

Biljoen-Groen in Velp presenteert zich onder het kopje 'Tuin doen, bel Biljoen-Groen'. Het bedrijf heeft een kwekerij en legt tuinen aan waaronder daktuinen. Daarvoor werkt Biljoen met een Duits-Zwitsers systeem dat tuinarchitect Harry Buurman in Zwitserland zag en naar Nederland haalde.

- Het systeem bestaat uit de volgende elementen:
- dragende dakconstructie als basis waarop het systeem wordt aangelegd;
 - drainageplaten van gebonden polystyreen-schuimbolletjes;
 - antiworteldoek om verstopping en doorgroei van drainageplaten te voorkomen;
 - opgespoten filterlaag van Gardenfoam waarin het benodigde water voor de planten wordt vastgehouden;

- grondbegroeiing van teelaarde, gemengd met kunstvlokken.
- Bij deze opbouw is de zwaardere, gebakken kleikorrelaag vervangen door gebonden polystyreen platen. Deze aanpak kent enige na- en voordelen.
- Als nadelen zijn te noemen:
- het gebruik van kunststof maakt het systeem duurder dan de aanpak met kleikorrels;
 - het is opletten bij de aanwezigheid van weekmakers in de bitumenlaag. Deze weekmakers kunnen de polystyreenplaten aantasten. Dit probleem is te verhelpen door gebruik te maken van extra doek;
 - polystyreenplaten zijn erg licht van gewicht. Dat betekent dat bij de daktuinaanleg rekening moet worden gehouden met de windgevoeligheid.

- Als voordelen zijn te noemen:
- het is een methode met een relatief lichte opbouw;
 - door de aanwezigheid van de Gardenfoamlaag zijn hoogteverschillen gemakkelijk te profileren;
 - polystyreen neemt geen water op.

Draaglast

Het systeem van Biljoen is, ondanks het gebruik van polystyreen, niet echt een licht systeem. Het gewicht zonder water bedraagt 460 kg/m², verzadigd met water is het gewicht 620 kg/m². Het lijkt erop dat het vooral toepasbaar is in intensieve dakbegroeiing. Dat blijkt ook uit de teellaag van zo'n 30 cm die in het systeem wordt toegepast.

Floradrain Groendaksysteem

Onder de noemer 'Floradrain Groendaksystemen' biedt het Duitse bedrijf ZinCo drie verschillende typen vegetatiedaken/daktuinen. De systemen verschillen in opbouwhoogte en daarmee ook in gewicht.

De opbouw van de daksystemen van ZinCo is altijd gelijk, maar afhankelijk van het type zijn andere materialen gebruikt. De opbouw is als volgt:

1. beplanting (variërend van sedumlaag tot kleinblijvende bomen);
2. groeisubstraat, het medium waarop de planten groeien;
3. filter/watersparing/drainagelaag;
4. beschermlaag;
5. wortelvaste dakbedekking, isolatie en dakconstructie.

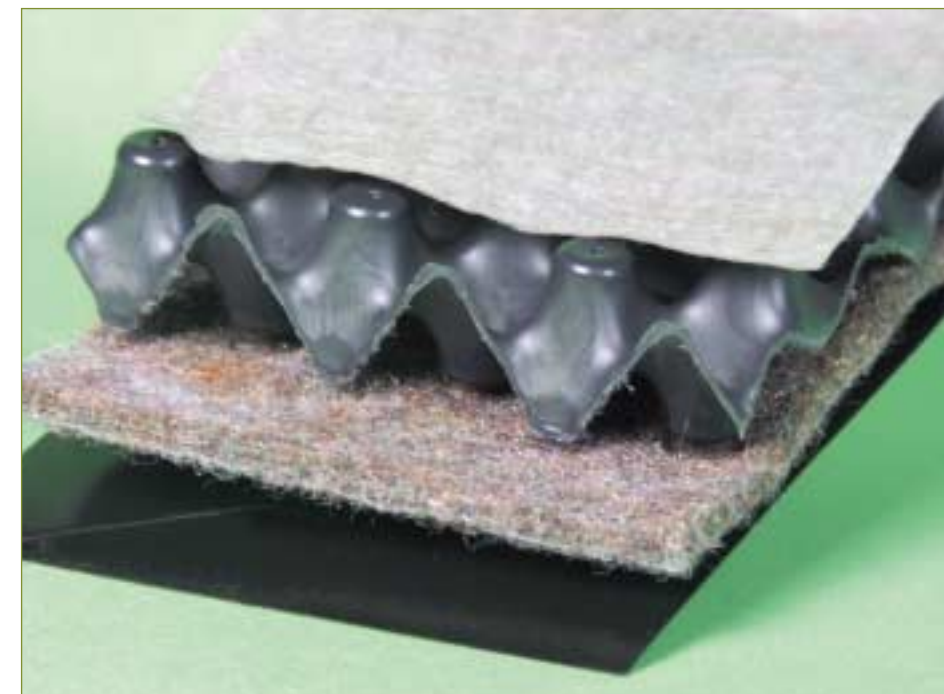
ZinCo biedt de systemen Floradrain FD 25, Floradrain FD 40 en Floradrain FD 60. Daarbij worden zogenaamde Floradrain drainagesystemen toegepast die zorgen voor de afvoer van overtollig water. Deze voldoen aan de Duitse norm DIN 4095. Behalve voor waterafvoer vormt het systeem ook een waterbuffer in droge perioden.

Het grootste verschil in de toegepaste systemen is dus het gepatenteerde drainagesysteem. Bij de systemen FD 25 en FD 40 wordt gewerkt met platen van 1 x 2 m. In deze platen zijn speciaal gevormde reservoirs gemaakt waarin het water wordt opgeslagen. Verder zijn deze platen voorzien van speciale openingen voor wortelbeluchting en vochtdiffusie. Daarmee moet de vochtvoorziening worden gereguleerd. Voor het FD 60 systeem is een vergelijkbaar systeem voorhanden.

ZinCo is een Duits bedrijf met een Nederlandse vestiging in Amsterdam. Het bedrijf heeft al meer dan 35 jaar ervaring in de aanleg van vegetatiedaken, tuindaken en parkeerdaken. Als aangelegde projecten zijn te noemen het Paleis van Justitie in Den Haag, het Radboudziekenhuis in Nijmegen en het hoofdkantoor van de ABN-Amrobank in Amsterdam. Van der tol in Amsterdam is de partner van ZinCo.

Bijzonder

De Duitse brochure van ZinCo toont een groot aantal projecten. Een van de meest opvallende projecten is de aanleg van een golfcourse op het dak van een kantoorgebouw in het Duitse Birkenweder. Dit project met een grootte van



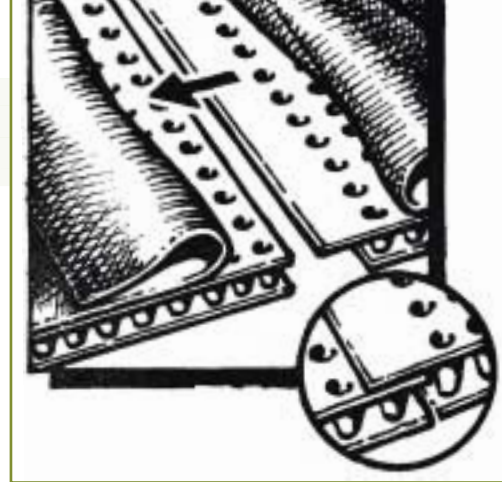
De opbouw van het ZinCo Floradrain systeem. Duidelijk te zien is de drainagelaag voor waterbergend vermogen.

Overzicht van de Floradrain Groendaksystemen

		Opbouwhoogte	Gewicht	Waterberging
Floradrain FD 25	Sedumtapijt	8 cm	75 kg/m ²	18 l/m ²
	8 soorten sedum			
	4 soorten kruiden			
Floradrain FD 40	Sedumtapijt plus	10 cm	95 kg/m ²	23 l/m ²
	+ siergrassen			
	Lavendelweide	14 cm	150 kg/m ²	44 l/m ²
Floradrain FD 60	sedum + kruiden			
	tijm + prunella			
	Vasteplantentuin	25 cm	300 kg/m ²	75 l/m ²
Floradrain FD 60	Lavendelweide + struiken			
	Heestertuin	40 cm	450 kg/m ²	115 l/m ²
	vaste planten			
Floradrain FD 60	struiken, heesterrozen			
	Parktuin	50 cm	600 kg/m ²	140 l/m ²
Floradrain FD 60	vaste planten			
	heesterrozen, bomen			

1.400 m² is aangelegd in 1996. De eigenaar van de firma die huist in het gebouw is een enthousiast golfer en koos voor deze aanpak. Een golfcourse betekent dus wel dat het gras zeer regelmatig moet worden gemaaid. Het gebruikte systeem is Floradrain FD 60 in combinatie met Floradrain FD 25. Het FD 60 systeem is sterk genoeg voor grasmaaimachines. ZinCo heeft verder aandacht voor hergebruik

van materialen. Voor de samenstelling van de groendaksystemen wordt onder meer gebruik gemaakt van afvalmateriaal uit de bouw, zoals dakpannen en bims. Verder wordt groenafval en stalmest vermalen en uiteindelijk na compostering vermengd met minerale bestanddelen, naar gelang de eisen van de plantengemeenschap. Het uiteindelijke product voldoet aan de richtlijnen van de FLL.



Alisol in Breda is leverancier van dakbegroeiingsystemen. Hierbij gaat het om een compleet systeem dat kan worden toegepast voor extensieve dakbegroeiing maar ook voor volwaardige daktuinen met bomen, struiken en wandelpaden.

Alisol WD Dakbegroeiings systemen

Schema 1		Extensieve dakbegroeiing							
dakhelling/afschot		<1,6%			1,6% - 2,0%			1,6 - 4,5%	
Alisol dakbegroeiingsystemen extensief		a	b	c	d	e	f	g	h
beplanting	sedumscheuten of sedumplanten	●	●	●	●	●	●	●	●
	Alisol vegetatiematten: sedum-gras-kruiden			●		●		●	●
substraat	Alisol DBS-M substraat (extensief), dikte circa 10 mm	●					●		
	Alisol DBS-E substraat (extensief), dikte circa 10 mm		●	●	●	●			
	Alisol MSP mineraal substraatplaten dik 50 mm	●					●	●	
	Alisol MSP substraatplaten dik 50 mm met folie-strepen								●
waterregulerende drainagemat	Alisol DM 200						●	●	●
	Alisol DM 4 + 1				●	●			
	Alisol DM 5 + 1	●	●	●					
	Alisol WF 50, wortelwerende folie (alleen op bitumineuze ondergronden)	●	●	●	●	●	●	●	●
Gewicht in natte toestand in kg/m ²		70	85	115	80	110	65	85	85

Schema 2		Intensieve dakbegroeiing en dakbestrating							
dakhelling/afschot		begaanbaar				berijdbaar			
maximaal toelaatbare belasting (kN/m ²)		<1,6%		1,6% - 2,0%		1,6 - 4,5%			
Alisol dakbegroeiingsystemen intensief		i	j	k	l	m	n	o	p
projectgebonden beplanting op bestrating	beplanting	●		●		●		●	
	bestrating		●		●		●		●
substraat	Alisol DBS-I substraat (intensief)	●		●		●		●	
	Alisol MSP substraatplaten dik 75 mm	●		●		●		●	
waterregulerende drainagemat	Alisol DM 620 met drukverdelende folie					●	●		
	Alisol DM 650							●	●
	Alisol DM 4 + 1			●	●				
	Alisol DM 5 + 1	●	●						
	Alisol WF 50, wortelwerende folie (alleen op bitumineuze ondergronden)	●		●		●		●	

Waterregulerende drainagematten van Aliso

Alisol DM 200/220

- 12 mm hoge noppen
- niet-geweven filtervlies
- drukverdelende folie
- drainage conform DIN 4095
- beschermingslaag conform DIN 18195

Toepassing: horizontaal
 ■ normaal begaanbare daken
 ■ extensieve dakbegroeiing

Alisol DM 650/620

- 12 mm hoge noppen
- niet-geweven filtervlies
- zeer hoge druksterkte
- drainage conform DIN 4095
- beschermingslaag conform DIN 18195

Toepassing: horizontaal
 ■ intensief begaanbare daken
 ■ intensieve dakbegroeiing

Alisol DM 4 + 1

- 12 mm hoge noppen
- niet-geweven filtervlies
- kern geperforeerd
- met waterreservoir
- drainage conform DIN 4095
- beschermingslaag conform DIN 18195

Toepassing: horizontaal
 ■ intensief begaanbare daken
 ■ intensieve dakbegroeiing
 ■ extensieve dakbegroeiing

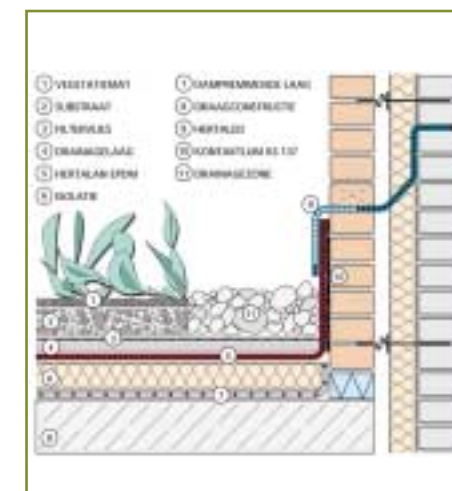
Alisol DM 5 + 1

- 25 mm hoge noppen
- niet-geweven filtervlies
- kern geperforeerd
- met waterreservoir
- drainage conform DIN 4095
- beschermingslaag conform DIN 18195

Toepassing: horizontaal
 ■ intensief begaanbare daken
 ■ intensieve dakbegroeiing
 ■ extensieve dakbegroeiing
 ■ speciaal voor daken zonder afschot (0°)

Ekogras Dakbegroeiing is een bedrijf dat zich toelegt op de teelt en levering van vegetatiematten en het aanbrengen van dakbegroeiingsystemen voor zowel intensieve als extensieve daktuinen.

Ekogras dakbegroeiingsystemen



Dit systeem heeft een dakbelasting van 60 kg/m². De systemen die vallen onder Technogroen hebben een maximale dakbelasting van 130 kg/m².

Ekogroen

Het Ekogras ekogroensysteem verschilt van het voorgaande systeem in de begroeiing. Behalve vetplanten kunnen ook kruiden en siergrassen een plek krijgen. De begroeiing is gekweekt als losse beplanting met wortelkluit. Het sortiment omvat circa vijftien soorten, na één groeiseizoen is de minimale dakbedektingsgraad zo'n 75%.

Ekogroen is geschikt voor platte daken, met en zonder afschot, en voor hellende daken tot een hellingshoek van 25°. Daarbij is de dakbelasting 80 kg/m², bij toepassing van siergrassen of kruidachtige begroeiing neemt de dakbelasting met 20 kg/m² toe. Ekogras past ook hier een eigen kleigranulaat als substraat met een dikte van 8 cm toe.

Andere systemen

De overige systemen van Ekogras, Pavagroen, Isogroen en Fixogroen verschillen in vegetatie en dikte van het substraat, en daarmee dus ook de dakbelasting. De genoemde systemen zijn bruikbaar vanaf een dakbelasting van 120 kg/m². Isogroen en Fixogroen hebben een dakbelasting van 220 kg/m². Verder wordt bij het Fixogroensysteem een drainagelaag van 5 cm toegepast die bestaat uit geëxpandeerde kleikorrels. Op dat systeem is ook een houtachtige vegetatie mogelijk.

Hobbygroen

Ekogras biedt ook een vegetatiedak voor de particulier. Onder de kop 'Hobbygroen' kunnen particulieren bij het bedrijf een pakket bestellen. Door de maten van het dak op te geven in combinatie met de hoogte van de dakrand, krijgt de particulier dakgroen op maat. Dat pakket bestaat uit een beschermvlies tussen de bestaande dakbedekking en het prefab rubbermembraan, het membraan zelf, hoekprofielen voor het vastzetten van de folie aan de dakranden, hemelwaterafvoeren, hobbygroen groeisubstraat en vegetatiematten als rollen.

Karakteristiek voor de Alisol WD (afkorting staat voor waterregulerende dakbegroeiingsystemen) zijn de drainagematten. Daarmee moet het mogelijk zijn om de dakbegroeiing eenvoudig, snel en met weinig uitvoerings- en onderhoudseisen aan te leggen.

De maten zijn in verschillende typen verkrijgbaar, afhankelijk van de dakbegroeiingsconstructie. Ze zijn gemaakt van drukvast, gerecycled polystyreen. Verder zijn de maten voorzien van een filtervlies aan de bovenzijde en een drukverdelend folie aan de onderzijde. De maten voldoen aan de Duitse DIN-normen 4095 en 18195. (zie kader voor het overzicht.)

De drainagematten worden op een rol (circa 40 m²) aangeleverd en kunnen daardoor eenvoudig worden verwerkt. De maten worden aan elkaar geklikt en vormen een gesloten vorm. Voor de randafwerking, afvoerkanaal en dakdoorvoeren zijn hulpstukken beschikbaar.

Duitse richtlijnen

Omdat dakbegroeiing in ons land betrekkelijk weinig voorkomt, zijn er nog geen kwaliteitsrichtlijnen ontwikkeld. Aliso verwijst naar de Duitse normen, de zogenaamde FLL-richtlijnen. De Alisol-systemen voldoen aan deze normen. Deze hebben betrekking op het waterbergend en afvoerend vermogen van de drainage- en substraatlaag. Ook de wortelbestendigheid van de onderliggende dakbedekking valt onder de FLL-richtlijnen. (De afkorting FLL staat voor Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.) In de schema's is opgenomen in welke omstandigheden welk systeem kan worden toegepast. Bepalend hiervoor zijn het draagvermogen van het onderliggende dak (draaglast), het afschotpercentage van het dak, de gewenste soort begroeiing en het toekomstige gebruik, de belastingsgraad.

Ekogras dakbegroeiingsystemen in Zaltbommel biedt een heel scala aan vegetatiedaken. De daken variëren in dakbelasting, in vegetatie en in de mogelijkheden voor diverse typen daken. Te noemen zijn de systemen Technogroen, Ekogroen, Pavagroen, Isogroen en Fixogroen. In het vervolg worden deze uitgewerkt.

Basis van de systemen vormen drie componenten:

- draagconstructie: de wijze waarop het dak is geconstrueerd, bijvoorbeeld met hout, beton of metaal;
- isolatie van het dak in combinatie met een dampremmende laag;
- dakbedekking. Daarvoor wordt door Ekogras prefab EPDM toegepast dat toepasbaar is tot zeer grote afmetingen. Verder is de folie rot- en wortelgoedbestendig en goed bestand tegen zonlicht.

Vervolgens worden de verschillende dakbegroeiingsystemen toegepast.

Technogroen

- Langs dakranden, gevels en rondom eventueel aanwezige dakdoorbrekingen wordt een strook gelegd van minimaal 30 cm, of een betegeling. De laagdikte van het grind is 5 cm;
- drainagemat in een dikte van 1 cm;
- kleigranulaat met een dikte van 4 cm. Het gaat hier om een substraat op basis van lavakorrels;
- vegetatiemat. Ekogras presenteert deze onder de naam Sedumroll.

Groenvoorziener Donker BV met de hoofdvestiging in Sneek biedt daktuinen aan, zowel intensief als extensief. De systemen voldoen aan de geldende FLL-richtlijnen.

In- en extensieve daktuinen van Donker

Donker BV levert met negen vestigingen in het land daktuinen op maat. Het bedrijf onderscheidt daarbij intensieve en extensieve daktuinen.

Een intensieve daktuin biedt dezelfde inrichtingsmogelijkheden als een normale tuin, dus met gazon, heesters en vaste planten. Eventueel is er ook ruimte voor bomen. Verder zijn dode materialen als bestrating of pergola's mogelijk.

Bij een extensieve daktuin worden voorgekweekte matten met sedums toegepast, eventueel aan te vullen met kruiden en siergrassen. Met de matten is het mogelijk om een daktuin te maken op een dak dat maximaal 40 kg/m² last kan verdragen. Is het maximale gewicht lager, dan is het niet verantwoord begroeiing aan te brengen, zo luidt de visie van Donker. De opbouw is dan te laag om de beplanting een overlevingskans te bieden.

Donker gaat ervan uit dat in principe op ieder dak hun systeem kan worden toegepast. Te noemen zijn betondaken, standaard dakelementen, stalen daken, hellende daken, omgekeerde daken en warme daken. Het bedrijf werkt daarvoor samen met Troelstra en De Vries Dakproductenindustrie BV in IJlst. De door Donker toegepaste materialen voldoen aan richtlijnen zoals die in Duitsland gelden, onder meer de DIN-normen. Voor Nederland zijn nog geen normen van kracht.



Een voorbeeld van een daktuinproject van Donker in Lelystad. Toegepast is sedum.

Systemen

De opbouw van de daktuin hangt af van de omstandigheden. Daarmee wordt onder meer bedoeld het type dak (warm of koud dak, omgekeerd dak en hellend dak) en de daklast (zie voor verdere toelichting pagina 14 e.v.). Voor alle daken geldt een drainagelaag als uitgangspunt. Drainage wordt toegepast om het overvloedige regenwater snel af te voeren. Daardoor blijft de extensieve begroeiing droog en kan bij intensieve begroeiing een bufferende werking ontstaan.

De dakopbouw bestaat uit de volgende elementen:

- Een filtervliesdoek wordt aangebracht als bescherming voor de dakbedekking (non-woven volgens DIN ISO 0991 T.U.V. gecertificeerd).

- Een drainagelaag voor de snelle afvoer van overtollig regenwater en smeltwater (drainage lavadrain volgens ral-62 253/4 dikte vanaf 2 cm, afhankelijk van het type begroeiing).
- Een filtervliesdoek tussen drainage en substraatlaag zorgt ervoor dat de drainagelaag niet vervuild raakt met organisch materiaal waardoor de waterafvoer minder werkt (non-woven volgens DIN ISO 0991 T.U.V. gecertificeerd).
- Intensief of extensief substraat. Intensief substraat bevat voldoende voeding voor toepassing met graszoden. Jaarlijks een anorganische bemesting is wel noodzakelijk. Een extensief substraat bevat voldoende voeding en waterregulerende groeistoffen om de extensieve begroeiing van sedum in goede conditie te houden. Mest geven is noodzakelijk na circa vijf groeiseizoenen. (Extensief substraat volgens ral- 62 253/1 dikte vanaf 3 cm afhankelijk van begroeiing.)

De keuze kan worden gemaakt tussen gras(zoden) en sedum(matten). Gras moet berekend worden, zeker in droge perioden. Bovendien vereist dat een beregeningsinstallatie. Verder is regelmatig (wekelijks) maaien van de grasmat noodzakelijk. Sedum is verkrijgbaar in sedummixmatten die zeven soorten bevatten. Onderhoud is niet nodig en met vier keer onkruid wieden in het eerste groeiseizoen kan de mat in conditie worden gehouden. Een sedummat is goedkoper dan gras omdat de onderhoudsfrequentie terugloopt in de loop van de jaren. Verder is het onderhoud van gras sowieso een kostbare zaak. Bij niet genoeg onderhoud blijft de mat niet langer dan vijf jaar in conditie. ■

Uitgangspunten

Bij de aanleg van een daktuin hanteert Donker de volgende uitgangspunten:

- de dakbedekking is wortelwerend en waterdicht;
 - per 100 m² minimaal 1 waterafvoer;
 - dakconstructie is vlak en onder afschot aangebracht;
 - dakconstructie kan een last van minimaal 100 kg per m² dragen;
 - dakopstanden zijn minimaal 15 cm hoog;
 - loodranden zijn minimaal 15 cm vanaf de dakbedekking aangebracht;
 - windbelasting ter plaatse is maximaal 2,0 kN/m²;
 - bebouwing is direct bereikbaar met bouwkraan, maximale afstand 25 m;
 - bebouwing is direct bereikbaar met vrachtwagen, maximale afstand 50 m.
- Donker rekent voor dat een daktuin met een oppervlakte van circa 250 m², uitgaande van een extensieve begroeiing, circa €30 per m² kost, inclusief drainage en sedumbepanting. Dit is een richtprijs en afhankelijk van de situatie.

Ed Asscheman

Daktuinen

Door de ronde helling in het dak en de lichte onderconstructie was een mos-sedumvegetatie het meest geschikt. De mat bevat mossen die voorkomen op de Drentse zandgronden.



Foto's: Henk Jan van der Veen



In de zomer van 2001 werden de vegetatiematten op de daken gelegd. Een metalen verankeringsconstructie zorgt ervoor dat de matten stevig bevestigd zijn.



Mossen en sedums bepalen het beeld van de vegetatie. *Sedum album* is prominent aanwezig en is goed in staat om ook langs de warme en droge dakrand te groeien.

Groen op bolvormige daken

Rust, ruimte en natuur is het bedrijfsmotto van bungalowpark Lanka in het Drentse Ruinen. Om de natuur een extra impuls te geven, liet directeur/eigenaar Eduard Lehmann twintig bungalows bouwen met een Mowie-Xeroflor vegetatiedak. Het groenvoorzieningsbedrijf Mostert De Winter BV uit Hardinxveld-Giessendam verzorgde de complete uitvoering en realisatie van de daken, waarvan er nu vier gereed zijn. Dit jaar krijgen nog eens zestien daken een natuurvriendelijke dakbedekking.



Overzichtsfoto van de vegetatiedaken in bungalowpark Lanka in Ruinen. De bolle vorm van de daken is hier goed te zien. De dikte van de mat bedraagt 3,5 cm.

Eigen systeem

Voor het vervaardigen van de Mowie-Xeroflormatten gebruikt Mostert De Winter een eigen methode. De basis van het systeem bestaat uit een voorgekweekte vegetatiemat met een groeisubstraat. Dit substraat bestaat, afhankelijk van het type mat, uit verschillende lagen. Deze worden aan elkaar genaaid, zodat een compacte en stevige constructie ontstaat. Op het kale substraat zaait men vervolgens de sedums en de mossen uit. Alle bewerkingen vinden plaats op de eigen kwekerijen. De mat heeft een breedte van 1 m en is tot 30 m lang. De ontwikkeling van kale mat naar doorwortelde en leverbare mat bedraagt een jaar. Het grote voordeel van dit systeem volgens Van Cooten is dat het een kant-en-klaar product is. Door de geringe dikte is de mat op rolbaar en daardoor snel en simpel te leggen en te vervoeren. Ook jaren na aanleg kunnen de matten gemakkelijk worden opgerold. Bij eventuele renovaties of uitbouw van een dak kunnen de matten weer opnieuw gebruikt worden.



Hans van Cooten

Voor Hans van Cooten, bedrijfsleider van Mostert De Winter BV en verantwoordelijk voor de advisering, ontwerp en realisatie van vegetatiedaken en daktuinen, was de aanleg van vegetatiedaken op bungalows een nieuwe uitdaging. „Meestal werken we op licht hellende of vlakke daken. Het bijzondere van deze opdracht was dat het dak niet schuin of plat was maar bol, gecombineerd met een zeer lichte dakconstructie.” Het bungalowpark ligt in een landschappelijk waardevol gebied, vlak bij het nationaal park Dwingelerveld. De woningen staan op schrale zandgrond en midden in een voormalige heideontginning, die halverwege de twintigste eeuw werd beplant met grove den en eik. Het groenvoorzieningsbedrijf kreeg dan ook de opdracht om deze daken te voorzien van een natuurlijke vegetatiemat, waarbij de vakantiehuizen een eenheid moesten vormen met de omgeving. Een mos-sedumvegetatiedak bleek hiervoor het meest geschikt. Bij het bepalen van het juiste type vegetatiesysteem is gekeken

naar drie aspecten: bouwkundig, technisch en landschappelijk. Van Cooten: „We hebben allereerst gekeken of de bouwkundige constructie van het dak stevig genoeg was voor een vegetatiemat. Een mos-sedummat betekent al gauw een extra belasting van 35 kg/m². Dit bleek geen problemen op te leveren. Vervolgens zijn we gaan kijken naar de hellingshoek van het dak. Het bolle dak leek in eerste instantie een technisch probleem op te leveren, vooral de bevestiging van de mat.” Uiteindelijk ontwierp het groenvoorzieningsbedrijf een variant met een speciale constructie. Men plaatste een metalen verankeringsysteem boven op het dak, waar de mat als het ware aan opgehangen werd. Het landschappelijke aspect speelde ook een belangrijke rol bij de keuze van de vegetatiemat. Het landschap rondom Ruinen bestaat vooral uit houtwallen, heidevelden en bosgebieden. Volgens Van Cooten sluit een mos-sedumvegetatie goed aan bij de

plaatselijke plantengroei. De mat bevat een groot aantal mossen die ook voorkomen op de Drentse zandgronden. Uiteindelijk moet dit ertoe leiden dat de mossen uit de directe omgeving zich op de daken gaan vestigen. Het open karakter van de mat kan er tevens voor zorgen dat pionierplanten, zoals grassen en eenjarige kruiden een plek kunnen vinden. Het mos-sedumdak van Mostert De Winter is een van de drie typen vegetatiedaken die men op gebouwen toepast. Het mos-sedumdak is vooral geschikt voor daken met een geringe draagkracht of waar een 'nette' vlakke vegetatie is gewenst. De dakmosses en sedums stellen weinig eisen aan hun milieu en zijn goed droogte- en hittebestendig. Hierdoor heeft de mat een relatief dunne substraatlaag. In het bungalowpark in Ruinen werkte Van Cooten met een substraatmat van 3,5 cm dikte. De bovenlaag waarin de planten wortelen, bestaat uit een mengsel van gesteenten en mineralen, zoals lava, leisteen, klei, dolomiet en

boomschors. Daaronder ligt een nylondraadwapening en een verankeringsmat. Een xerodrain die zorgt voor ontwatering in natte perioden, bleef vanwege de speciale hellingshoek van de woningen achterwege.

Droogte

In het voorjaar van 2001 werden de eerste vier woningen door de aannemer opgeleverd. Vervolgens ging Mostert De Winter aan de slag met het realiseren van het vegetatiesysteem. De weersomstandigheden werkten echter niet in het voordeel. De langdurige hitte en droogte zorgden voor een sterke uitdroging van de mat. Van Cooten: „Normaal leveren deze weersomstandigheden geen enkel probleem op. Bij de aanleg is het echter van belang dat de mat even goed is ingewaterd. Dat bevordert de doorworteling van de matten onderling.” Het euvel werd onder- ➤

Deze foto toont geen vegetatiedak van Mostert De Winter maar laat zien hoe in Scandinavische landen met dergelijke daken wordt omgegaan.



Foto: Margré Romeijn

vangen door een extra watergift in de zomer. Ruim een half jaar na aanleg constateert Van Cooten dat de vegetatiematten goed zijn aangeslagen, ondanks de speciale constructie en de uitzonderlijke dakhelling. Op de daken zijn de banen van de verschillende matten nog te zien. Volgens de bedrijfsleider duurt het twee tot drie jaar voordat de vegetatie zich volledig heeft aangepast aan de heersende milieu-omstandigheden. De sedums zijn dan zodanig met elkaar vervlochten dat de scherpe grenzen van de matten verdwenen zijn. Na aanleg kent de mat nagenoeg geen onderhoud. De geringe dikte van het substraat en de droge omstandigheden in de zomer zorgen er tevens voor dat opslag van bomen geen kans krijgt. Behalve een halfjaarlijkse controle en een keer bemesten is nazorg dan meestal niet nodig. Directeur Lehman is erg tevreden met het speciale dak op zijn vakantiewoningen. Veel recreanten reageren verrast en positief bij het zien van de begroeiing op hun woning. Een vegetatiedak heeft naast de natuurlijke uitstraling ook een geluidsdempende en de verkoelende werking. De maximumtemperatuur op een

zomerdag kan op een kaal dak oplopen tot 70 à 80°C. Bij een vegetatiedak blijft de temperatuur veelal onder de 30°C. In de woningen is het daardoor in de zomer een stuk koeler. Van Cooten voegt daaraan toe dat de vegetatie ook een gunstig effect heeft op de fauna. Bloeiende sedums trekken veel vlinders, hommels en bijen aan. Verder heeft de vegetatie ook een belangrijke visuele waarde. Dit komt door de verschillende vorm- en kleuraspecten in de verschillende seizoenen. In het voor- en najaar domineren de rode en groene bladkleuren van de vetplanten. In de zomer vallen vooral de wit- en geelbloeiende bloestengels op. Deze seizoenseffecten geven de woningen extra visuele waarde, aldus Lehmann. Ondanks dat veel woningen omringd worden door hoge dennenbomen en eiken verwacht Van Cooten dat de mos-sedumvegetatie zich goed zal aanpassen aan de eventuele schaduwwerking.

Henk Jan van der Veen

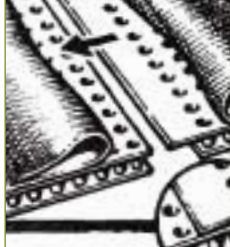
Vegetatiedaken

Vegetatiedaken werden van oudsher veel toegepast in de Scandinavische landen. Mos-, gras- en kruidendaken bieden een uitstekende beschutting tegen warmte en koude. Mostert De Winter BV ontwikkelde in de afgelopen jaren een eigen systeem: Mowie-Xeroflor. In Ruinen gebruikte men het mos-sedumdak. De vegetatie bestaat uit circa zeven mossoorten zoals *Sedum album*, *Sedum sexangulare* en *Sedum acre*. Naast het mos-sedumdak is ook een mos-kruidendak en een gras-kruidendak leverbaar. Kenmerkende plantensoorten zijn onder meer: Grasklokje (*Campanula rotundifolia*), muizenoor (*Hieracium pilosella*) en schapengras (*Festuca ovina*). De vegetatie bestaat naast sedums en mossen nog uit grassen en kruiden.

De diverse systemen werden de afgelopen jaren toegepast door Mostert De Winter in diverse grootschalige situaties, zoals daken van kantoorcomplexen, parkeergarages, verzorgingshuizen, winkelcentra en woningbouwprojecten. Voorbeelden zijn onder meer het VPRO-gebouw in Hilversum, een nieuwbouwproject in de wijk Nieuw Monnikenhuizen in Arnhem, het dak van Woonwinkelcentrum Villa Arena, Schiphol Plaza en het dak van Waterleidingbedrijf PWN bij de Floriade in Hoofddorp.

De mat heeft een open structuur met een pionierachtige vegetatie. Naast sedums komen er veel verschillende soorten mossen in de vegetatie voor.





Informatie

Adressen leveranciers systemen

■ Alisol WD Daktuinen (pagina 38)
Aliso, Regenbeemd 14-16, Postbus 1166, 4801 BD Breda,
T (076) 571 57 16, F (076) 587 22 99, E info@aliso.nl, I www.aliso.nl.

■ Copijn (pagina 26 e.v.)
Copijn Utrecht BV, Gageldijk 4f, Postbus 9177, 3506 GD Utrecht,
T (030) 261 09 08, F (030) 261 21 40.

■ Donker (pagina 18 en 40 e.v.)
Donker cultuurtechniek, Lutterveldweg 16, Postbus 6209,
4000 HE Tiel, T (0344) 62 02 80, F (0344) 63 02 63,
E info@donkergroen.nl, I www.donkergroen.nl.

■ Ekogras (pagina 39)
Ekogras Dakbegroeiing, Rozenbogerd 2, 5301 KD Zaltbommel,
T (0418) 51 29 27, F (0418) 51 52 77, I www.hertalan.nl.

■ Floradak-Daku (pagina 31)
Importeur Bureau De Rooij, Beekveld 51, 5258 SH Berlicum,
T (073) 503 26 99, F (073) 503 48 37, I www.daku.de.

■ Floradrain/ZinCo (pagina 37)
ZinCo Nederland BV, Postbus 9092, 1006 AB Amsterdam,
T (020) 667 48 52, F (020) 667 38 47, E daktuin@zinco.nl,
I www.zinco.nl. Van der tol, Postbus 9349, 1006 AH Amsterdam,
T (020) 610 46 05, F (020) 619 45 15.

■ Kalzip Natuurdaken (pagina 33)
Hafkon BV, Hellingkade 7, Postbus 46, 3140 AA Maassluis,
T (010) 591 33 00, F (010) 591 51 25, E info@hafkon.nl,
I www.hafkon.nl

■ Nophadrain (pagina 34)
Nophadrain BV, Mercuriusstraat 10, Postbus 3016, 6460 HA Kerkrade,
T (045) 535 50 30, F (045) 535 39 30, E info@nophadrain.nl,
I www.nophadrain.nl.

■ Optima (pagina 30)
Optima Dakbegroeiing BV, Nijverheidsweg-Noord 60, 3812 PM
Amersfoort, T (033) 469 99 09, F (033) 469 98 56,
E optimainfo@cs.com, I www.optima-greenroof.nl. Aanleg daktuinen
Van Ginkel, De Punt, Jonkers Hoveniers, Drielanden Groenvoorziening
en Binder.

■ Sarnavert (pagina 32)
Kultuurtechniek Dolmans BV, Pasweg 25, Postbus 24, 6240 AA
Bunde, T (043) 364 60 60, F (043) 364 82 00, I www.dolmans-bv.nl.

■ Systeem Biljoen-Groen (pagina 36)
Biljoen-Groen, Gasthuislaan 4, 6883 JC Velp, T (026) 363 56 83,
F (026) 363 45 48, I www.biljoenbv.nl.

■ Xeroflor (pagina 35)
Mostert De Winter BV, Hakgriend 6, Postbus 292, 3370 AG
Hardinxveld-Giessendam, T (0184) 67 68 40, F (0184) 67 68 50,
I www.xeroflor.nl.

Overige adressen

■ BDA Dakadvies BV, Avelingen West 33, Postbus 389, 4200 AJ
Gorinchem, T (0183) 66 96 90, F (0183) 63 06 30, E info@bda.nl,
I www.bda.nl.

■ Mastum daksystemen, St. Laurensdreef 21, Postbus 9780,
3506 GT Utrecht, E info@mastum.nl, I www.mastum.nl.

■ Stichting Bouwresearch (SBR), Postbus 1819, 3000 BV Rotterdam,
T (010) 206 59 59, F (010) 413 01 75, E sbr@sbr.nl, I www.sbr.nl.

Naslagwerken

■ Begroeide daken, Ervaringen en aanbevelingen, maart 1994,
ISBN 90-5239-097-5. Inlichtingen en bestellingen: Stuurgroep Experi-
menten Volkshuisvesting (SEV), Postbus 1878, 3000 BW Rotterdam,
T (010) 413 09 35.

■ Daken in 't Groen, handleiding voor het ontwerpen van gras-,
kruiden- en tuindaken, ISBN 90-5367-200-1. Stichting Bouwresearch,
Postbus 1819, 3000 BV Rotterdam, (010) 206 59 59,
F (010) 413 01 75, E sbr@sbr.nl, I www.sbr.nl.

■ Begroeide daken in Nederland ontwerp uitvoering beheer, Teeuw,
P.G. e.a., ISBN 90-407-1770-2. Publicatiebureau Bouwkunde, Post-
bus 5043, 2600 GA Delft, T (015) 278 47 37, F (015) 278 30 30.

■ De Dakdekker, uitgave van het Dak/Informatie- en Adviescentrum
in Almere, T (036) 530 49 50, F (036) 530 42 72,
E dakinfo@dakinfo.nl, I www.dakinfo.nl.

Overige internetadressen

www.groenophetdak.nl
www.dakadviseur.nl
www.dakweb.nl

