

Natuur.focus

bpost
PB-PP
BELGIE(N) - BELGIQUE

Retouradres: Natuurpunt,
Coxiestraat 11, 2800 Mechelen

VLAAMS DRIEMAANDELIJKS TIJDSCHRIFT OVER NATUURSTUDIE & -BEHEER - SEPTEMBER 2015 - JAARGANG 14 - NUMMER 3
VERSCHIJNT IN MAART, JUNI, SEPTEMBER EN DECEMBER



**Netelvlinders en
waardplantkwaliteit**

**Plantendiversiteit op
extensieve groendaken**

**Inventariseren met dialecten:
het 'vuurvliegje'**



Plantendiversiteit op extensieve groendaken

Beïnvloedende factoren en overwegingen voor een optimale plantenkeuze

Carmen Van Mechelen & Martin Hermy

Groendaken vervullen een veelheid aan functies, waaronder habitat voor fauna en flora. We kunnen ons echter ook afvragen of de biodiversiteit op groendaken belangrijk is voor het functioneren van een groendak. In dit artikel bespreken we enkele studies die hierop een antwoord proberen te geven. Daarnaast vragen we ons af welke overwegingen moeten gemaakt worden voor een optimale soortenkeuze. Ten slotte gaan we in op wat de mogelijke problemen zijn wanneer nieuwe plantensoorten in kleine gemeenschappen in stedelijke gebieden worden geïntroduceerd.

Inleiding

De overgang van het plattelandleven naar een stedelijke levensstijl wordt gekenmerkt door opvallende veranderingen in landgebruik (bv. toename van verzegelde oppervlakte), verlies aan habitats en versnippering (Lundholm 2006). De waterbalans van een stad kenmerkt zich door een hoge neerslagafvoer, beperkte infiltratie en verminderde evapotranspiratie, en deze kenmerken leiden enerzijds tot een verhoogd risico op overstromingen en anderzijds tot droogte (IPCC 2013). Verder krijgt ook het stedelijk hitte-eiland effect, het fenomeen waarbij de temperatuur in de stadskern 1 tot 3 °C hoger is dan de omgevende gebieden, steeds meer aandacht omdat het de levenskwaliteit in steden duidelijk vermindert (Saadatian et al. 2013).

Wetenschappelijk onderzoek heeft al meermaals aangetoond dat veel stedelijke milieuproblemen beperkt kunnen worden door meer groene ruimte te creëren. Groen is in vele opzichten belangrijk voor het menselijk welzijn, bijvoorbeeld door het verbeteren van luchtkwaliteit, vermindering van hittestress door evapotranspiratie en toename van neerslaginfiltratie en dus ook een afname van het overstromingsrisico. Ten slotte biedt groen ook mogelijkheden tot recreatie en ontspanning. Een mogelijkheid is om nieuwe groene ruimte te ontwerpen in de vorm van groene infrastructuurelementen (Gill et al. 2007). Groendaken, die momenteel wereldwijd sterk aan populariteit winnen, zijn hier een mooi voorbeeld van. In principe zijn het daken waarop een vegetatielaag aanwezig is bovenop een aantal technisch aangepaste materiaallagen (water- en wortelwerende laag, drainage- en filterlaag, substraat). Er worden drie types groendaken onderscheiden op basis van de substraatdiepte. Intensieve groendaken (substraatdiepte > 20 cm) kunnen beschouwd worden als daktuinen. Ze kunnen veel functies efficiënt vervullen maar zijn heel zwaar en vergen meestal veel onderhoud. Extensieve groendaken daarentegen (substraatdiepte 2-12 cm) zijn veel minder zwaar, makkelijker om aan te leggen, goedkoper en grotendeels zelfonderhoudend. Het derde type, semi-extensieve groendaken, bevindt zich tussen de twee andere types (substraatdiepte 12-20 cm; FLL 2008).

Groendaken bieden veel ecologische en economische voordelen zowel voor het gebouw zelf als voor de omgeving (Tabel 1). De mate waarin groendaken de verschillende functies kunnen vervullen is afhankelijk van veel factoren, waaronder substraatdiepte, leeftijd, hellingsgraad en de aanwezige plantensoorten (Oberndorfer et al. 2007). Planten op een groendak moeten strengere omgevingscondities trotseren dan planten op grondniveau (o.a. gelimiteerde substraatdiepte en dus waterbeschikbaarheid, hitte, vorst, wind) wat de plantenkeuze voor groendaken enigszins beperkt.



Figuur 1. Een extensief groendak op een carport. Microvariatie in omgevingscondities (zon-schaduw, droog-vochtig) beïnvloeden duidelijk de vegetatiesamenstelling. (foto: Frederik Lerouge)

Tabel 1. Overzicht van enkele belangrijke groendakfuncties (Oberndorfer et al. 2007).

Groendakfunctie	Omschrijving
Thermische performantie	Vegetatie en substraat hebben een belangrijk effect op de thermische performantie en dragen hierdoor bij aan klimaatregulatie. Gebouwen met een groendak zijn algemeen frisser in de zomer in vergelijking met gewone daken, hoofdzakelijk door effectieve isolatie, evapotranspiratie en verhoogd weerkaatsingsvermogen. Om dezelfde redenen zijn groendaken ook effectief in het temperen van het stedelijk hitte-eiland effect.
Regenwaterbeheer	Door vermindering van de totale neerslagafvloeit en de piekafvloeit en door het verspreiden van de neerslagafvloeit over een langere periode.
Luchtkwaliteit	Hoofdzakelijk door de vegetatie.
Habitat	Groendaken bieden geschikte habitats voor lokale flora en fauna en hebben daardoor potentieel voor behoud van biodiversiteit. Behoud van specifieke soorten (bv. bedreigde soorten) kan bereikt worden met groendaken op voorwaarde dat het groendak correct ontworpen en beheerd wordt. Het staat wel nog ter discussie of groendaken een volwaardig alternatief vormen voor habitats op grondniveau.
Cultureel	Esthetische en gebruikswaarde
Dakbescherming	Doordat minder dagelijkse temperatuurfluctuaties voorkomen op een groendak en schadelijke UV straling de dakbedekking niet bereikt, worden de onderliggende dakstructuren beschermd en kan een dak met groendak minstens dubbel zo lang meegaan.

De mogelijke plantengemeenschappen voor een extensief groendak zijn weergegeven in Tabel 2. Figuur 1 toont de mogelijke variatie in plantengemeenschappen op een klassiek extensief groendak naargelang het microklimaat. Voor semi-extensieve groendaken is de vegetatiekeuze ruimer, met plantengemeenschappen bestaande uit grassen en kruiden, vaste planten en kleine struiken. Op intensieve groendaken zijn ook begroeiingen met bomen mogelijk (FLL 2008). Door het ondiepe substraat en de strenge omgevingscondities wordt droogtetolerantie beschouwd als een van de meest essentiële kenmerken voor de selectie van groendakplanten en tot op heden worden *Sedum* soorten als meest geschikt

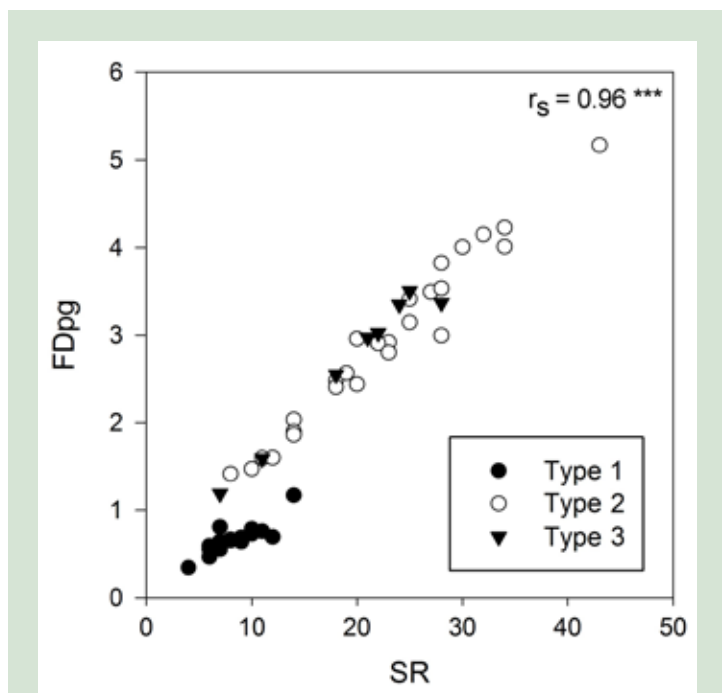
beschouwd (Oberndorfer et al. 2007). Deze succulenten doen aan CAM-fotosynthese (huidmondjes gesloten overdag en transpiratie 's nachts om water te besparen), slaan water op in hun bladeren, hebben een zeer ondiep wortelstelsel, compacte groeivorm, snelle bodembedekking en de mogelijkheid om zich voort te planten door fragmentatie (Durhman et al. 2007).

Enkele biodiversiteitsaspecten van groendaken

Functionele diversiteit en ecosystemendiensten van groendaken

Ecosystemen met hoge soortenrijkdom en functionele diversiteit zijn over het algemeen veerkrachtiger, resistent en productiever dan homogene soortenarme habitats, omwille van ecologische processen zoals niche-complementariteit en facilitatie (Lundholm 2006). Niche-complementariteit houdt in dat veel verschillende soorten de beschikbare bronnen beter kunnen benutten (de soorten zijn complementair) dan monoculturen. Momenteel is er een groeiende consensus dat de functionele diversiteit daarvoor belangrijker is dan gewoonweg het aantal soorten (Lavorel et al. 2011). Die functionele diversiteit wijst naar het geheel van functies die planten kunnen hebben in een ecosysteem (bijvoorbeeld stikstof fixeren en water opnemen en verdampen). Of deze relaties ook opgaan voor nieuwe ecosystemen zoals groendaken is nog niet zeker, hoewel Lundholm (2015) recent heeft aangetoond dat extensieve groendaken met een soortenmix beter presteren dan monoculturen voor diverse ecosystemendiensten zoals koeling en regenwaterbeheer.

In de studie van Van Mechelen et al. (2015a) werd de functionele diversiteit van commerciële extensieve groendaksystemen geanalyseerd. Daarbij werd rekening gehouden met plantenkenmerken zoals droogtetolerantie, bladoppervlakte, hoogte en levensvorm. De gebruikte kenmerken (29 in totaal) konden allen gerelateerd worden aan ecosystemendiensten geleverd door groendaken, zoals klimaatregulatie, regenwaterbeheer, habitat- en esthetische waarde. Er werden aanzienlijke verschillen in functionele diversiteit en soortenrijkdom gevonden tussen de groendaksystemen. Ook bleek de correlatie tussen functionele diversiteit en soortenrijkdom



Figuur 2. De relatie tussen soortenrijkdom (SR) en functionele diversiteit (FDpg) van verschillende groendaksystemen. De groendaksystemen werden gegroepeerd in drie types: type 1: hoofdzakelijk succulenten, op meest ondiep substraat; type 2 en 3: meer diverse en soortenrijke vegetatie op dieper substraat. (rs: Spearman Rank Correlatie Coëfficiënt; ***: $p \leq 0,001$).

Tabel 2. Mogelijke plantengemeenschappen op extensieve groendaken, in relatie tot de substraatdiepte.

Substraatdiepte	Plantengemeenschap
2-5 cm	Mos – <i>Sedum</i>
5-10 cm	<i>Sedum</i> – mos – kruiden
10-12 cm	<i>Sedum</i> – gras – kruiden
> 12 cm	Gras – kruiden

sterk positief te zijn (Figuur 2). Groendaken die enkel succulente soorten bevatten, hebben een significant lagere functionele diversiteit in vergelijking met systemen met een meer diverse vegetatie. In deze studie werd enkel de globale functionele diversiteit berekend, waardoor geen relatie kon worden aangetoond tussen soortenrijkdom en de ecosystemendiensten afzonderlijk. Hierdoor kan enkel verondersteld worden dat soortenrijke systemen betere ecosystemendiensten kunnen bieden.

Habitat-sjabloon-theorie

Naast de veronderstelling dat een verhoogde functionele diversiteit belangrijk is voor het optimaal functioneren van groendaken, is ook verder onderzoek naar geschikte plantensoorten van belang. In 2011 werd aan de Afdeling Bos, Natuur en Landschap aan de KU Leuven een project opgestart waarbij dieper ingegaan werd op de ecologie van groendakplanten, uitgaande van de habitat-sjabloon-theorie (Lundholm 2006). Deze theorie stelt dat men voor het vinden van geschikte groendakplanten moet kijken naar natuurlijke habitats met gelijkaardige kenmerken als op extensieve groendaken. Soorten die aangepast zijn aan hoge temperaturen, oppervlakkige en sterk drainerende bodems,

frequente droogte en hoge windsnelheden, worden verondersteld ook te kunnen overleven op groendaken. Mediterraan gebieden herbergen een hoge biodiversiteit en bevatten veel van deze natuurlijke habitats (zoals kalksteenrotsen, droge graslanden en puinhellingen). Wellicht zullen soorten uit mediterrane gebieden ook beter kunnen omgaan met klimaatverandering. In de periode van april tot juli 2011 bezochten we 20 locaties in Zuid-Frankrijk, wat een plantenlijst van 372 soorten opleverde (Van Mechelen et al. 2014). Samen met soorten gevonden in literatuurbronnen kon de plantenlijst aangevuld worden tot 633 soorten. 79% van deze soorten bleek momenteel nog niet gebruikt te worden op groendaken, wat erop wijst dat er een sterk potentieel voorhanden is. De resultaten toonden eveneens aan dat eenjarige plantensoorten een belangrijk deel van de mediterrane vegetatie vormen, hoewel soorten met deze levensvorm momenteel zelden wordt gebruikt op groendaken. Aangezien eenjarigen veel interessante eigenschappen bezitten (zie verder), in het bijzonder in gebieden met lange droge perioden, lijkt het opportuun om ze beter te integreren in de groendakvegetatie.

De praktijk

De geschiktheid van de eerder geïdentificeerde mediterrane soorten moet ook in praktijk aangetoond worden, aangezien de soorten specifieke vereisten hebben (bv. inzake nood aan organisch materiaal, voedingsstoffen en nodige substraatdiepte), wat hun potentieel voor gebruik op groendaken mee zal bepalen. In een experiment werden 18 soorten uit mediterrane habitats (Tabel 3, Van Mechelen et al. 2015b) getest op niet-geïrrigeerde extensieve groendaken. Verschillende levensvormen werden getest, evenals soorten die reeds op groendaken gebruikt worden, en nieuwe

Tabel 3. Aanbevolen en niet aanbevolen soorten voor gebruik op groendaken in Avignon (mediterraan klimaat) en Heverlee (gematigd maritiem klimaat).

	Avignon	Heverlee
Aangeraden	Reeds gebruikt op groendaken	
	Wit vetkruid <i>Sedum album</i> / succulent	Wit vetkruid <i>Sedum album</i> / succulent
	Muurpeper <i>Sedum acre</i> / succulent	Muurpeper <i>Sedum acre</i> / succulent
	Hazenstaart <i>Lagurus ovatus</i> / eenjarig gras	Kogellook <i>Allium sphaerocephalon</i> / geofyt
	Kogellook <i>Allium sphaerocephalon</i> / geofyt	Cipreswolfsmelk <i>Euphorbia cyparissias</i> / meerjarig
	Nog niet gebruikt op groendaken	
	Bleek schildzaad <i>Alyssum alyssoides</i> / eenjarig	Bleek schildzaad <i>Alyssum alyssoides</i> / eenjarig
	Lobularia sp. <i>Lobularia maritima</i> / meerjarig	Lobularia sp. <i>Lobularia maritima</i> / meerjarig
	Kegelsilene <i>Silene conica</i> / eenjarig	Kegelsilene <i>Silene conica</i> / eenjarig
	Iris sp. <i>Iris lutescens</i> / geofyt	Iris sp. <i>Iris lutescens</i> / geofyt
	Linum sp. <i>Linum bienne</i> / eenjarig	Prachtanjer <i>Dianthus superbus</i> / meerjarig
		Sideritis sp. <i>Sideritis hyssopifolia</i> / meerjarig
		Linum sp. <i>Linum bienne</i> / eenjarig
		Vroegeling <i>Erophila verna</i> / eenjarig
	Slanke mantelanjer <i>Petrorhagia prolifera</i> / eenjarig	
Niet aangeraden	Kleine steentijm <i>Clinopodium acinos</i> / eenjarig	
	Weegbree sp. <i>Plantago afra</i> / eenjarig	
	Carthamus sp. <i>Carthamus carduncellus</i> / meerjarig	
	Geel zonneroosje <i>Helianthemum nummularium</i> / meerjarig	



Figuur 3. Foto's van het experiment in Avignon (april 2013, links) en Heverlee (april 2015, rechts). (foto's: Carmen Van Mechelen)

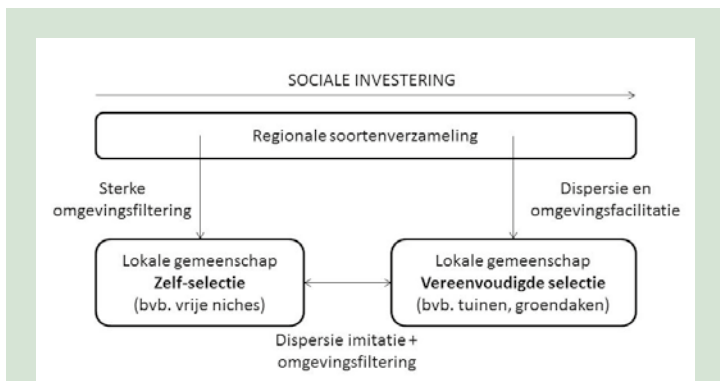
mediterrane soorten. Het experiment duurde twee jaar en werd uitgevoerd in Avignon, Frankrijk (mediterraan klimaat) en Heverlee, België (gematigd zeeklimaat, **Figuur 3**). De proefopstelling omvatte verschillende substraatcomposities (substraattedepte van 5 of 10 cm en aan- of afwezigheid van een waterretentielaag) en exposities (volle zon of schaduw). De grootste verschillen tussen beide studielocaties werden gevonden voor zowel het percentage bedekking als de abundantie van de soorten, wat verklaard kan worden door het verschil in klimaat. De lagere bedekkingswaarden in Avignon reflecteren de zomerdroogte en de hieropvolgende regenachtige herfstperiode. De expositie bleek een minder belangrijke factor te zijn, aangezien de groendakperformantie slechts voor een aantal variabelen en periodes significant beter was in de beschaduwde proefvlakken. Het substraattype was echter wel van belang. Over het algemeen resulteerde

het diepste substraat (10 cm met waterretentielaag) in de hoogste bedekking, soortenabundantie en -rijkdom doorheen het experiment. We besluiten dat zowel een dieper substraat als toevoeging van een waterretentielaag te verkiezen zijn voor extensieve groendaken in klimaten waar regelmatig droge periodes voorkomen. Voor beide studielocaties konden verschillende soorten aangeraden worden, waaronder Wit vetkruid *Sedum album*, Muurpeper *Sedum acre*, Kogellook *Allium sphaerocephalon*, *Iris lutescens* en Hazenstaart *Lagurus ovatus* (**Tabel 3**).

Overwegingen voor juiste plantenkeuze

Op basis van de bevindingen uit bovenstaande studies kunnen we een aantal aanbevelingen doen wat betreft plantenkeuze voor extensieve groendaken. *Sedum*-soorten zijn en blijven een goede optie voor extensieve groendaken en dit zowel in ons klimaat als in een mediterraan klimaat. Succulenten zijn niet alleen interessant omwille van hun intrinsieke kwaliteiten (bv. droogtetolerantie) maar ook omdat ze de groei en overleving van kruidachtige soorten tijdens abiotische stresscondities kunnen vergemakkelijken (zg. facilitatie) (Butler & Orians 2011). Het verdient aanbeveling om naast succulenten ook andere levensvormen te integreren in het ontwerp omdat hierdoor een beter functionerend groendakecosysteem ontstaat (in termen van regenwaterbeheer, thermische koeling en betere weerstand tegen extreme omgevingscondities; cf. Lundholm 2015) (**Tabel 4**). Eenjarige worden momenteel zelden beschouwd voor gebruik op groendaken en dat is jammer. Deze kortlevende soorten hebben immers kenmerken die het functioneren van het groendak kunnen garanderen in regio's waar droogte is of belangrijker wordt. Er is bovendien een grote variatie in bloemkleur, ze trekken allerlei pollinatoren aan en zorgen voor een verrijking van de zaadbank waardoor een buffer gevormd wordt voor eventuele gaten die kunnen ontstaan wanneer andere kruidachtigen afsterven.

Een aantal ongewenste soorten (in de volksmond bestempeld als onkruid) recruteerden spontaan op het experimentele groendak. Deze soorten worden vaak beschouwd als onaantrekkelijk en sommigen kunnen wel degelijk een probleem vormen voor de aanwezige groendakvegetatie en onderliggende structuren (Nagase et al. 2013). De meeste onkruiden die geobserveerd werden, zoals Canadese fijnstraal *Erigeron canadensis*, Liggende klaver *Trifolium campestre* en



Figuur 4. Conceptueel kader met verschillende selectiedrukken in een stedelijk landschap. (Gebaseerd op Götzenberger et al. 2012 en Swan et al. 2012). In een stad is er een gradatie in sociale investering (menselijke tussenkomst) die, samen met biotische en abiotische selectiedrukken, de uiteindelijke plantengemeenschap zal bepalen. Wanneer sociale investering hoog is, zal de soortensamenstelling hoofdzakelijk het resultaat zijn van 'vereenvoudigde selectie', waarbij mensen intentioneel plantensoorten aanplanten of hun overleving op lange termijn in de hand werken door onder andere beheer. Dispersielimitatie vormt in dit geval niet meteen een probleem. Wanneer sociale investering laag is, zal de soortensamenstelling het resultaat zijn van 'zelf-selectie'. Enkel de soorten die sterke selectiedrukken kunnen overbruggen en die kunnen omgaan met omgevingsfactoren uniek in steden, zullen kans maken om deel uit te maken van de plantengemeenschap. De meeste van deze soorten worden gekenmerkt door hoge dispersiecapaciteit. Transitie van soorten tussen deze twee plantengemeenschapstypes is het gevolg van zowel dispersielimitatie als omgevingsfiltering.

Tabel 4. Mogelijke soortencombinatie voor een extensief groendak (10 cm substraatdiepte) met een twintigtal soorten, waarbij functionele diversiteit geoptimaliseerd wordt. Voor meer soortencombinaties, zie Van Mechelen et al. (2015a).

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Levensvorm	Familie
<i>Achillea millefolium</i>	Duizendblad	Meerjarig	Asteraceae/Composietenfamilie
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Gewone agrimonie	Meerjarig	Rosaceae/Rozenfamilie
<i>Anthemis tinctoria</i>	Gele kamille	Meerjarig	Asteraceae/Composietenfamilie
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Wondklaver	Meerjarig	Fabaceae/Vlinderbloemenfamilie
<i>Carex flacca</i>	Zeegroene zegge	Meerjarig	Cyperaceae/Cypergrassenfamilie
<i>Dianthus arenarius</i>	Anjer spp.	Meerjarig	Caryophyllaceae/Anjerfamilie
<i>Festuca ovina</i>	Ruig schapengras	Meerjarig	Poaceae/Grassenfamilie
<i>Filipendula vulgaris</i>	Knolspirea	Meerjarig	Rosaceae/Rozenfamilie
<i>Geum rivale</i>	Knikkend nagelkruid	Meerjarig	Rosaceae/Rozenfamilie
<i>Knautia arvensis</i>	Beemdkroon	Meerjarig	Caprifoliaceae/Kamperfoeliefamilie
<i>Papaver rhoeas</i>	Grote klaproos	Eenjarig	Papaveraceae/Papaverfamilie
<i>Plantago coronopus</i>	Hertshoornweegbree	Meerjarig	Plantaginaceae/Weegbreefamilie
<i>Ranunculus bulbosus</i>	Knolboterbloem	Geofyt	Ranunculaceae/Ranonkelfamilie
<i>Rhinanthus minor</i>	Kleine ratelaar	Meerjarig	Orobanchaceae/Bremraapfamilie
<i>Sanguisorba minor</i>	Kleine pimpernel	Meerjarig	Rosaceae/Rozenfamilie
<i>Saxifraga granulata</i>	Knolsteenbreek	Meerjarig	Saxifragaceae/Steenbreekfamilie
<i>Sedum acre</i>	Muurpeper	Meerjarig	Crassulaceae/Vetplantenfamilie
<i>Sedum album</i>	Wit vetkruid	Meerjarig	Crassulaceae/Vetplantenfamilie
<i>Thymus serpyllum</i>	Kleine tijm	Meerjarig	Lamiaceae/Lipbloemenfamilie
<i>Veronica spicata</i>	Ereprijs spp.	Meerjarig	Plantaginaceae/Weegbreefamilie
<i>Viola tricolor</i>	Driekleurig viooltje	Eénjarig	Violaceae/Viooltjesfamilie

Veldereprijs *Veronica arvensis*, waren ruderaal soorten die eveneens aanwezig waren in de omgeving. Net zoals de eenjarige soorten volgt de ontwikkeling van deze onkruiden de weerspatronen van zomerdroogte en neerslagperiodes. De onkruiden vertegenwoordigen daardoor een natuurlijk deel van de vegetatiedynamiek op een groendak. Veel onkruiden bezitten eveneens interessante kenmerken die de functionele diversiteit en dus de groendakperformantie kunnen verhogen. We raden daarom aan om de definitie van onkruiden op groendaken te herzien en hen enkel als onkruid te bestemmen indien ze echt schadelijk zijn voor de groendakvegetatie en onderliggende structuur, bv. Vlinderstruik *Buddleia davidii* en andere houtige soorten.

Effecten van introductie op de lokale flora?

Wanneer uitheemse, niet-ingeburgerde soorten gebruikt worden op groendaken in een versnipperd stedelijk landschap, kan men zich afvragen of de geïntroduceerde soorten in staat zijn om zelfonderhoudende populaties te vormen op lange termijn en wat het effect zal zijn op de inheemse lokale flora. We kunnen dit conceptueel weergeven op basis van de metagemeenschapsecologie (Figuur 4). Williams et al. (2009) beschouwen vier filters die plantengemeenschappen in steden mee bepalen. Habitattransformatie en versnippering zijn twee antropogene filters die ook aanwezig zijn buiten een stedelijke context. Versnippering zal soorten elimineren met beperkte verspreidingscapaciteit, geringe zaadproductie of zaden die geen persistente zaadbank vormen. Om populaties en genetische diversiteit in een versnipperd landschap te behouden, is connectiviteit met natuurlijke habitats zeer

belangrijk (Swan et al. 2012). De twee andere filters, namelijk 'menselijke voorkeur' (bv. kleurrijke bloemen, aanplanting, beheer) en 'omgevingscondities in steden' (bv. pollutie, stedelijk hitte-eiland effect), zijn uniek voor steden. De filter 'menselijke voorkeur' valt onder vereenvoudigde selectie (Figuur 4).

Momenteel is de kennis over effecten van versnippering op soortniveau in een stedelijke context beperkt (Williams et al. 2009). Kleine geïsoleerde plantengemeenschappen kunnen beïnvloed worden door een afname van pollinatorbezoeken of een verandering in pollinatorgedrag, wat kan resulteren in een verlaagd reproductievermogen en gereduceerde genetische variatie en fitness van de planten (Roberts et al. 2007). Of kleine plantengemeenschappen op groendaken in staat zullen zijn om zelfonderhoudende populaties te vormen is dus nog onduidelijk. We kunnen wel aannemen dat een hoge connectiviteit tussen verschillende habitats (groendaken en andere stedelijke infrastructuurelementen) hiervoor essentieel is. Zorgen dat de plantengemeenschap bestaat uit soorten die zelfonderhoudend en droogtetolerant zijn is eveneens een belangrijke overweging. Ten slotte is het belangrijk te beseffen dat groendaken een voorbeeld zijn van een ontworpen ecosysteem waarbij menselijke tussenkomst voor een groot deel de overleving van de plantengemeenschap in dit ecosysteem kunnen garanderen (Figuur 4).

Op de tweede vraag, namelijk wat het effect kan zijn van geïntroduceerde mediterrane soorten op de lokale vegetatie, kan eveneens geen eenduidig antwoord geformuleerd worden. Algemeen wordt aangenomen dat de graduele vervanging van lokale plantengemeenschappen door uitheemse soorten zal resulteren in biotische homogenisatie op

zowel genetisch, taxonomisch als functioneel niveau (Olden et al. 2004). Planten in steden kunnen de omringende plantengemeenschappen bedreigen door hun lokaal aangepast genenreservoir te beïnvloeden. Dit zou bijvoorbeeld kunnen gebeuren wanneer stadsplanten afkomstig zijn uit plantenkwekerijen, wat vaak het geval is voor groendakplanten. Een groendak is echter een zeer specifiek habitat, en de planten die hierop worden aangebracht (cf. vereenvoudigde selectie) werden gekozen omwille van hun potentieel om in dit habitat te overleven. Om een gemeenschap te vormen buiten de groendakomgeving (zelf-selectie, dus zonder menselijke hulp), zal de soort verschillende ecologische filters moeten overbruggen, waaronder verbrediging, biotische en abiotische filters (Fig. 4). De kans is dus gering dat uitheemse groendaksoorten in staat zullen zijn om te concurreren met lokale plantensoorten van habitats op grondniveau die aangepast zijn aan de stads- of natuurlijke omgeving.

Conclusie

De vegetatie van specifieke mediterrane habitats kan dienen als een bron van inspiratie voor de ontwikkeling en verbetering van de plantengemeenschappen op extensieve groendaken, en dit zowel in het mediterrane klimaat zelf als in ons

maritiem gematigd klimaat. Dit kan des te belangrijker zijn in een tijdperk waarin klimaatverandering volop aan de orde is. We raden aan om natuurlijke habitats met gelijkaardige omgevingskenmerken als op extensieve groendaken te selecteren en te analyseren, en op basis hiervan een potentiële soortenlijst op te stellen. Experimenteel kon worden aangetoond dat succulente *Sedum* soorten steeds deel moeten uitmaken van de extensieve groendakvegetatie. Tot op heden werden vooral meerjarige kruidachtigen gebruikt op groendaken en was er maar weinig oog voor interessante eenjarige soorten. Naast deze eenjarigen komen ook geofyten zoals *Alilium* en *Iris* in aanmerking voor gebruik op groendaken. Wat de groendakopbouw betreft, toonde ons experiment aan dat diepere substraten (≥ 10 cm) samen met een waterretentie-laag te verkiezen zijn voor extensieve groendaken. Een substraatdiepte van 5 cm of minder zonder waterretentie-laag is niet aan te raden, toch niet voor de 18 soorten die in dit experiment getest werden, als goede performantie en biodiversiteitswaarde van het extensief groendak verzekerd moet worden. Ten slotte moet ook nagegaan worden in welke mate de potentiële groendaksoorten in staat zijn om zelfonderhoudende populaties te vormen op lange termijn en of ze een reële bedreiging vormen voor de lokale flora.

AUTEURS:

Carmen Van Mechelen studeerde biologie aan de KU Leuven en behaalde in 2015 haar doctoraat in de bio-ingenieurswetenschappen. Momenteel is ze kwaliteitsmedewerker bij Fost Plus, de organisatie die zich inzet voor de inzameling, sortering en recyclage van huishoudelijk verpakkingsafval in België.

Martin Hermy is gewoon hoogleraar aan de faculteit Bio-ingenieurswetenschappen van de KU Leuven en afdelingshoofd van de afdeling Bos, Natuur en Landschap binnen het departement Aarden Omgevingswetenschappen. Zijn onderzoekstopics omvatten onder meer plantencologie, natuurontwikkeling en groenbeheer. In die hoedanigheid was hij promotor van dit doctoraatsproject.

CONTACT:

Carmen Van Mechelen, Thonetlaan 110, 2050 Antwerpen
E-mail: vanmechelencarmen@gmail.com

Martin Hermy, Afdeling Bos, Natuur en Landschap, KU Leuven, Celestijnenlaan 200E, 3001 Heverlee
E-mail: martin.hermy@ees.kuleuven.be

Dank

De studies besproken in dit artikel maken deel uit van het doctoraatsonderzoek van Carmen Van Mechelen 'Nature as a template for a new concept of extensive green roofs' aan de Afdeling Bos, Natuur en Landschap onder supervisie van Professor Martin Hermy en werden mogelijk gemaakt door financiële steun van de KU Leuven. Het doctoraatsonderzoek was ook een samenwerking met de Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, onder toezicht van Professor Thierry Dutoit. Verder wensen we iedereen te bedanken die hielp tijdens het veldwerk, de functionale analyse en het experiment. We danken eveneens de sponsors die het experiment mee mogelijk maakten: SOPREMA nv., IBIC bvba., Recticel bv., Peltracom nv., Département de Vaucluse.

Summary:

VAN MECHELEN C. & HERMY M. 2015. PLANT DIVERSITY ON EXTENSIVE GREEN ROOFS. INFLUENCING FACTORS AND CONSIDERATIONS FOR AN OPTIMAL PLANT COMPOSITION. NATUUR.FOCUS 14(3): 93-99 [IN DUTCH]

In an era of urbanization, biodiversity is under pressure more than ever. Green roofs offer many ecosystem services, such as habitat provisioning, thermal regulation, stormwater management and aesthetic value. There is a growing consensus that ecosystem services can be predicted through functional diversity of plant communities. In a first study the plant composition of commercial extensive green roof systems was analyzed in terms of their functional diversity. Correlation between functional diversity and species richness was strongly positive, suggesting that species-rich systems might offer more ecosystem services. As the Mediterranean region is a hotspot of biodiversity and contains many habitats that match to some extent the conditions on extensive green roofs, we hypothesized that it would be possible to find potential plant species for use on extensive green roofs. The results of a fieldwork study in southern France during the spring of 2011 showed that Mediterranean habitats indeed harbor many potential species, of which many annuals. An experimental study indicated some species and life form recommendations for extensive green roofs in both the Mediterranean and temperate maritime climate. We conclude that high biodiversity and appropriate vegetation choice are essential to guarantee extensive green roof performance in the long term.

Referenties

Butler C. & Orians C.M. 2011. *Sedum* cools soil and can improve neighboring plant performance during water deficit on a green roof. *Ecological Engineering* 37: 1796-1803.

Durhman A.K., Rowe D.B. & Rugh C.L. 2007. Effect of substrate depth on initial growth, coverage, and survival of 25 succulent green roof plant taxa. *HortScience* 42: 588-595.

FLL 2008. Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing. Green roofing guideline. The Landscape Development and Landscaping Research Society e.V. (FLL), Germany.

Gill S.E., Handley J.F., Ennos A.R. & Pauleit S. 2007. Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment* 33: 115-133.

Götzenberger L., de Bello F., Brathen K.A., Davison J., Dubuis A., Guisan A. et al. 2012. Ecological assembly rules in plant communities. Approaches, patterns and prospects. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 87: 111-127.

IPCC 2013. Climate Change 2013: The physical science basis. Working Group 1 contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Kowarik I. 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution* 159: 1974-1983.

Lavorel S., Grigulis K., Lamarque P., Colace M.-P., Garden D., Girel J. et al. 2011. Using plant functional traits to understand the landscape distribution of multiple ecosystem services. *Journal of Ecology* 99: 135-147.

Lundholm J.T. 2006. Green roofs and facades : A habitat template approach. *Urban Habitats* 4: 87-101.

Lundholm J.T. 2015. Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality. *Journal of Applied Ecology* 52: 726-734.

Nagase A., Dunnett N. & Choi M.-S. 2013. Investigation of weed phenology in an establishing semi-extensive green roof. *Ecological Engineering* 58: 156-164.

Oberndorfer E., Lundholm J.T., Bass B., Coffman R.R., Doshi H., Dunnett N. et al. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience* 57: 823-833.

Olden J.D., Poff N.L., Douglas M.R., Douglas M.E. & Fausch K.D. 2004. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 18-24.

Roberts D.G., Ayre D.J. & Whelan R.J. 2007. Urban plants as genetic reservoirs or threats to the integrity of bushland plant populations. *Conservation Biology* 21: 842-852.

Saadatian O., Sopian K., Salleh E., Lim C.H., Riffat S., Saadatian E. et al. 2013. A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 23: 155-168.

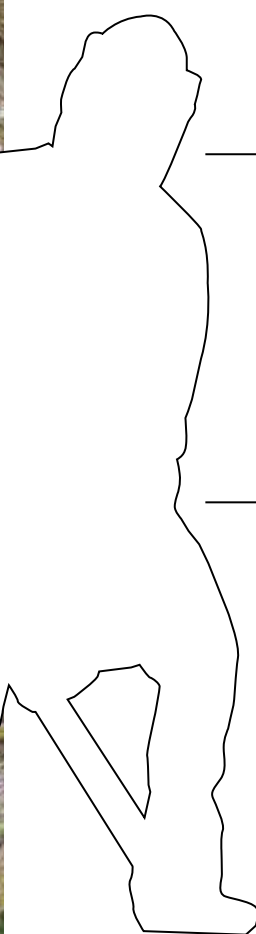
Swan C.M., Pickett S.T.A., Szlavecz K., Warren P. & Willey K.T. 2012. Biodiversity and community composition in urban ecosystems: Coupled human, spatial, and metacommunity processes. In: Niemelä J., Breuste J.H., Elmquist T., Gunthespergen G., James P. & McIntyre N.E. (red.). *Urban ecosystems*. Oxford University Press, Oxford.

Van Mechelen C., Dutoit T. & Hermy M. 2014. Mediterranean open habitat vegetation offers great potential for extensive green roof design. *Landscape and Urban Planning* 121: 81-91.

Van Mechelen C., Van Meerbeek K., Dutoit T. & Hermy M. 2015a. Functional diversity as a framework for novel ecosystem design: The example of extensive green roofs. *Landscape and Urban Planning* 136: 165-173.

Van Mechelen C., Dutoit T. & Hermy M. 2015b. Vegetation development on different extensive green roof types in a Mediterranean and temperate maritime climate. *Ecological Engineering* 82: 571-582.

Williams N.S.G., Schwartz M.W., Vesik P.A., McCarthy M.A., Hahs A.K., Clemants S.E. et al. 2009. A conceptual framework for predicting the effects of urban environments on floras. *Journal of Ecology* 97: 4-9.



3M PELTOR CBP2

COMPLETE BOSBOUWHELM MET GEHOORBESCHERMING EN GEZICHTSVIZIER, VOORZIEN VAN UV-INDICATOR DIE AANGEEFT WANNEER DE HELM DIENT VERVANGEN TE WORDEN, HOOFDOMTREK INSTELBAAR MET 1 CENTRALE REGELKNOP ACHTERAAN.

SIP PROTECTION INNOVATION II

VEST EN BROEK MET KETTINGZAAGBESCHERMING, ZEER LICHT GEWICHT EN UITERST COMFORTABEL OM DRAGEN IN WINTER ÉN ZOMER.

WWW.CONDORSAFETY.BE