

The Green Building Envelope

Gevels en planten, de synergie tussen natuur en stedelijke omgeving

Groene wand van Sportplaza Mercator in Amsterdam.

Groen in de stedelijke omgeving, zoals bomen en struiken, hebben een positieve werking op het welzijn van de mens. Zo blijken mensen door groen te herstellen van stress en vermoeidheid en leidt groen tot minder gezondheidsklachten. Andere economische en sociale voordelen van groen zijn voornamelijk toe te schrijven aan minder zwerfvuil, minder kleine criminaliteit en een waardestijging van het onroerend goed. Maar er is meer. Zo zuivert groen de lucht, zorgt het voor stedelijke verkoeling en levert het een positieve bijdrage aan de thermische eigenschap van gebouwen.

Auteur: Marc Ottelé

Stedelijk groen gaat tegenwoordig veel verder dan groensingels, parken en bomen. Een mooi voorbeeld vindt men in de vorm van vergaande groene technologische ontwikkelingen op constructie- en gebouwniveau; we spreken dan bijvoorbeeld over dak- en gevelgroen. In dit artikel richten we ons verder op gevelgroen, want dat is op dit moment een van de gebieden waarop de snelste ontwikkelingen plaatsvinden op het niveau van stedelijk groen.

Wanneer spreken we van groene gevels en wanneer van verticaal groen?

De essentiële elementen waaruit groene gevels en verticaal groen bestaan, zijn gelijk: gebouwen en planten.

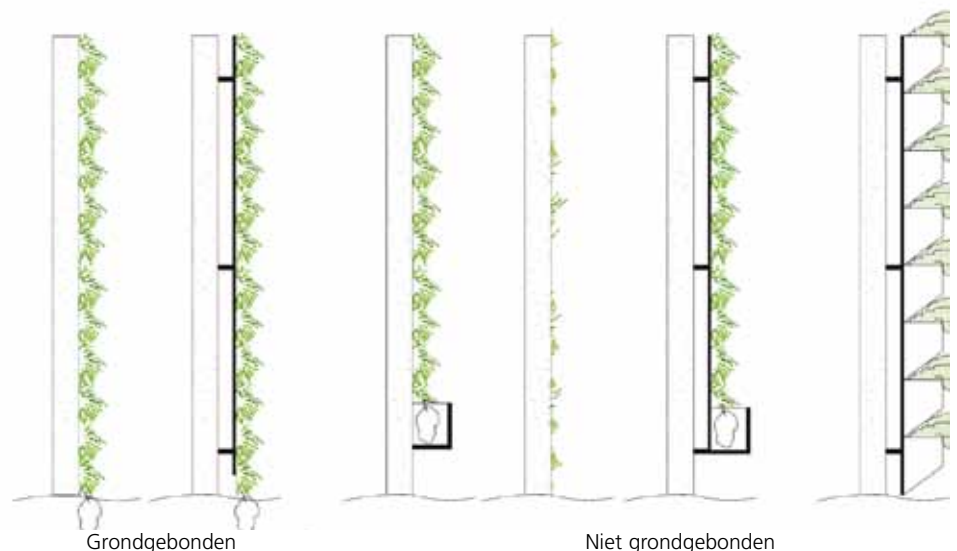
Van groene gevels spreken we wanneer gevels worden bedekt met klimplanten, wortelend vanuit de ondergrond (grondgebonden).

Van verticaal groen spreken we wanneer verticale vlakken worden bedekt met planten die wortelen in bakken gevuld met grond of substraat: minerale wol, schuim, vilt, etc. (niet grondgebonden). Kenmerkend voor deze laatste groep zijn de prefab panelen en/of modules die ook wel worden aangeduid met de naam living-wallsystemen (LWS). Een watergeefstelsysteem

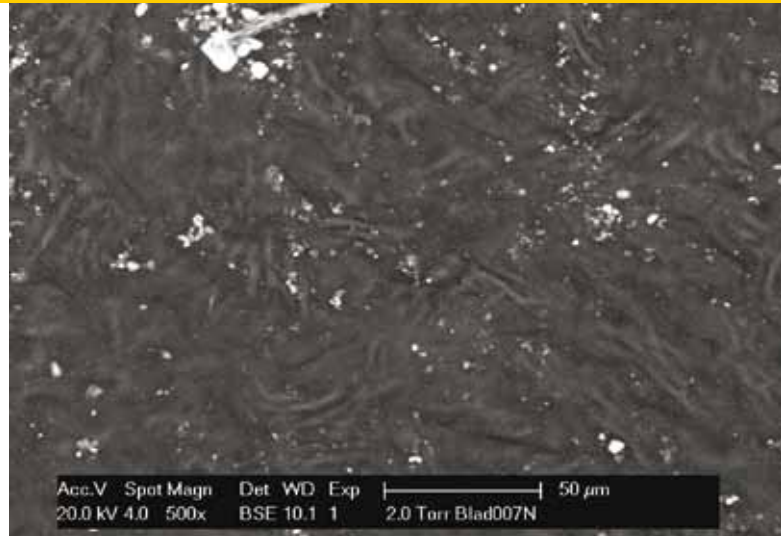
aangevuld met voedingsstoffen is in dit laatste geval onontbeerlijk. Daarnaast wordt er een onderscheid gemaakt tussen enerzijds 'directe' en anderzijds 'indirecte' gevelbegroeiing. Bij directe begroeiing wordt de gevel zelf als klimhulp gebruikt, bij indirecte begroeiing maakt men gebruik van afstandhouders en klimhulpen. Afbeelding 1 geeft een schematisch overzicht van

veel voorkomende vormen van gevelgroen.

1. Grondgebonden groensysteem; gebeurt voornamelijk met zelfhechtende klimplanten (hechtschijfjes of hechtwortels).
2. Niet grondgebonden groensysteem; kenmerkend voor dit systeem zijn het gebruik van groeisubstraten en een watergeefstelsysteem annex voedingsstelsysteem.



Afbeelding 1: Grondgebonden en niet grondgebonden systemen (zogenoemde living-wallsystemen).



Afbeelding 2: Zichtbaar stof op bladoppervlak (links) en fijn stof zichtbaar onder de elektronenmicroscop (rechts).

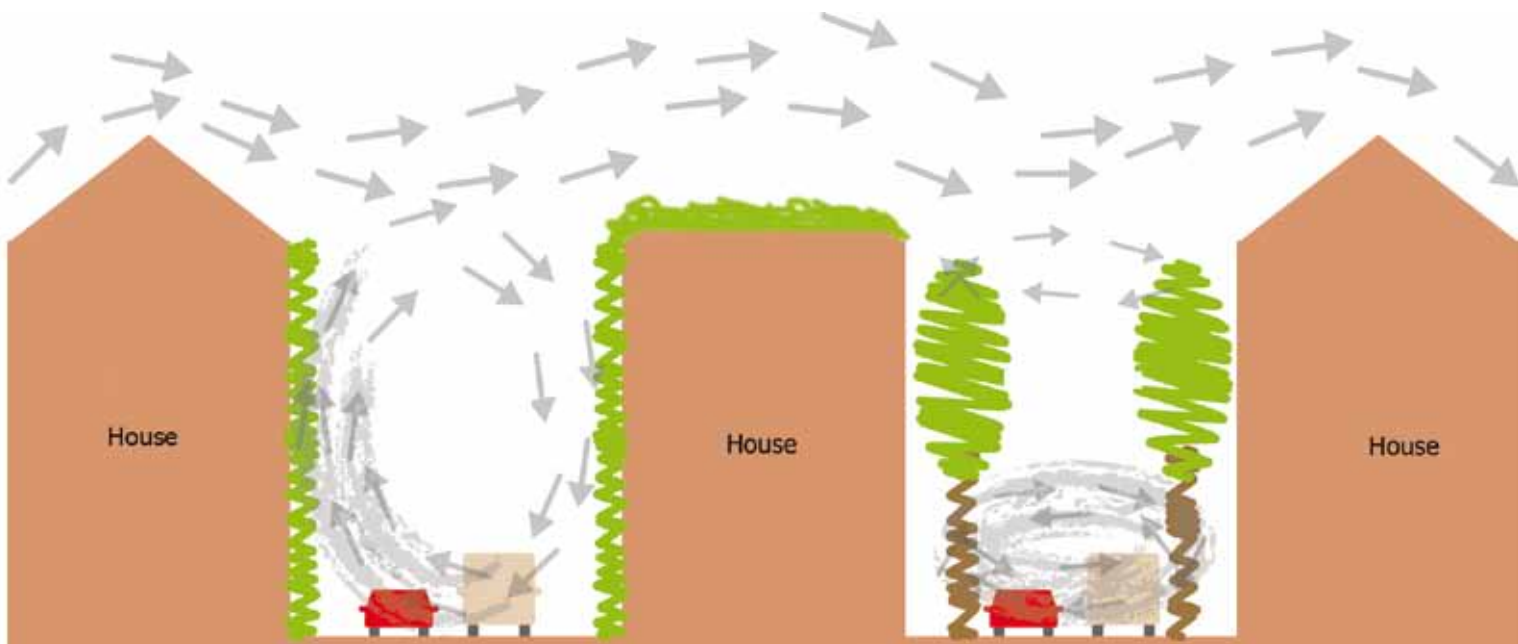
Er zijn vele voordelen toe te schrijven aan verticaal groen, en de meeste daarvan zijn ook van toepassing op groene daken. Zo kan men denken aan het verbeteren van de ecologische structuur in steden, want planten zijn niet alleen goed voor de mens, maar ook voor dieren. Groen zorgt bijvoorbeeld voor het aantrekken van vlinders en andere kleine insecten, maar ook van vogels en soms zelfs vleermuizen. Daarnaast biedt verticaal groen een ideale mogelijkheid om nestkasten te integreren in het ontwerp.

Er zijn meer voordelen toe te schrijven aan het toepassen van verticaal groen. Men kan bijvoorbeeld denken aan verbetering van de

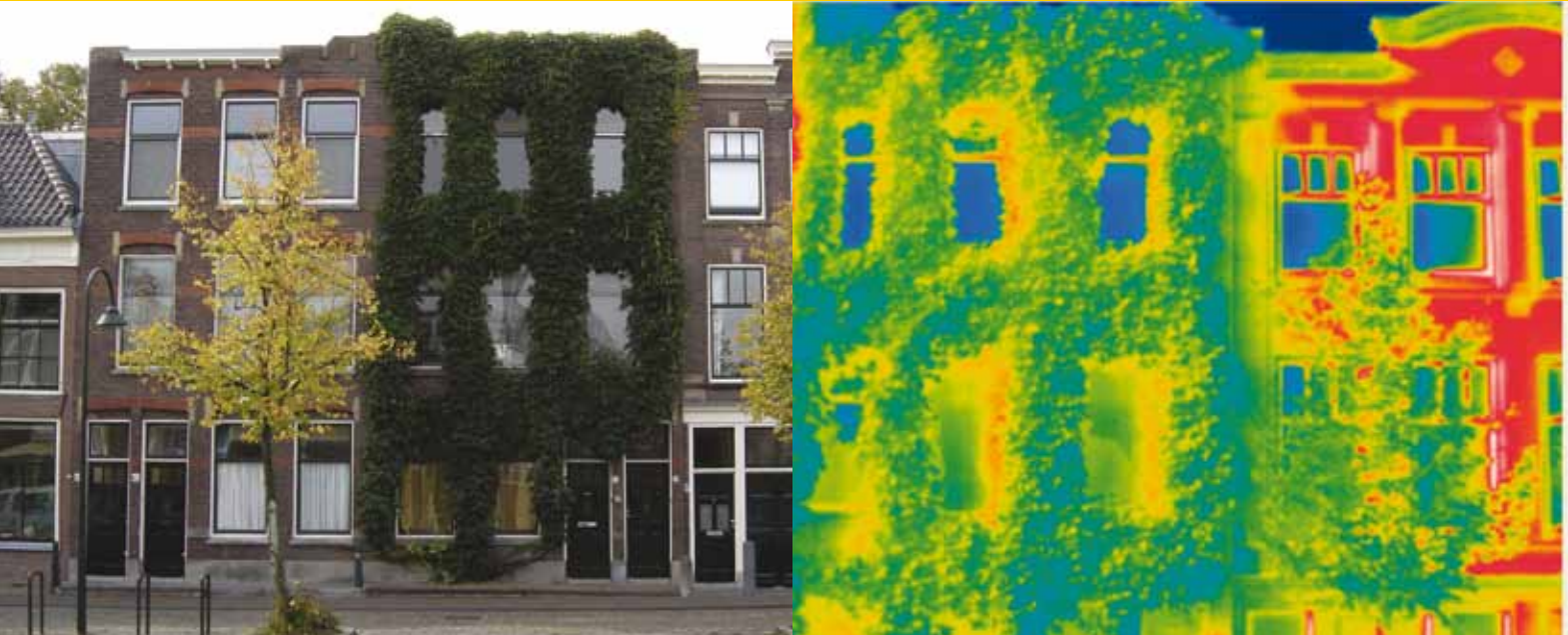
luchtkwaliteit, want biologisch gezien zijn planten in staat om een grote diversiteit aan luchtvervuilende stoffen op te nemen. Zo worden o.a. gasvormige verontreinigingen (CO₂, NO_x, etc.) omgezet in voedingsstoffen voor de plant en in zuurstof voor mens en dier. Daarnaast leidt adsorptie van fijnstof (afbeelding 2) door het oppervlaktevergroterend vermogen van bladeren tot een verbetering van de luchtkwaliteit. De fijnstofdeeltjes worden hierbij op het blad en/of op alle andere bovengrondse plantendelen afgezet. Voorts zorgen groene gevels met name in drukke nauwe straten (canyon effect) tot een betere doorstroming van (vervuilde) lucht. Dit is schematisch weergegeven in afbeelding

Er zijn vele voordelen toe te schrijven aan verticaal groen en de meeste daarvan zijn ook van toepassing voor groene daken

3. Groene gevels en groene daken laten lokale temperaturen dalen op twee verschillende manieren. Ten eerste absorberen de vergroende oppervlakten minder warmte van de zon (verwarmde gevel- en dakoppervlakken warmen de omringende lucht op; deze warmte wordt



Afbeelding 3: verticaal groen zorgt voor een betere doorstroming van vervuilde lucht op straatniveau, vergeleken met een door boomkruinen afgesloten nauwe straat.



Afbeelding 4: Een traditionele groene gevel (links) en met een infraroodcamera bekeken (rechts). Hierbij valt duidelijk op dat een onbegroeide gevel meer stralingswarmte accumuleert (rode kleur) dan een begroeide gevel.

voornamelijk 's nachts afgeven en zorgt voor stedelijke opwarming, afbeelding 4). Ten tweede koelen groene gevels en daken de verwarmde lucht door water te verdampen; dit proces staat bekend als evapotranspiratie.

Bij het gebruik van living wall systemen, de moderne begroeide (prefab) panelen, is er een groter thermisch voordeel te bereiken

Tussen de gevel en het aangebrachte groen bevindt zich stilstaande lucht. Stilstaande lucht heeft een isolerende werking, waardoor gevelbegroeiing kan dienen als 'extra isolatie' van de gevel. Windmetingen verricht in het bladerdek

van een met klimop begroeide gevel lieten een duidelijke afname zien van de windsnelheid rondom deze gevel. Doordat de windsnelheid verlaagd wordt tussen het bladerdek, zal het gebouw minder energie verliezen aan de omgeving. Voorts zorgt deze gereduceerde windzone ervoor dat bouwfysisch gezien de overgangsweerstand aan de buitenzijde gelijk kan worden gesteld aan de overgangsweerstand aan de binnenzijde, waardoor de totale R-waarde van de constructie enigszins kan worden verhoogd (3%, gebaseerd op een spouwmuur toegepast met en zonder klimop).

Bij het gebruik van living-wallsystemen, de moderne begroeide (prefab) panelen, is er een groter thermisch voordeel te bereiken. Dit voordeel komt met name voort uit de extra gecreëerde luchtspouw tussen gevel en groeimodules. De luchtspouw kan, mits

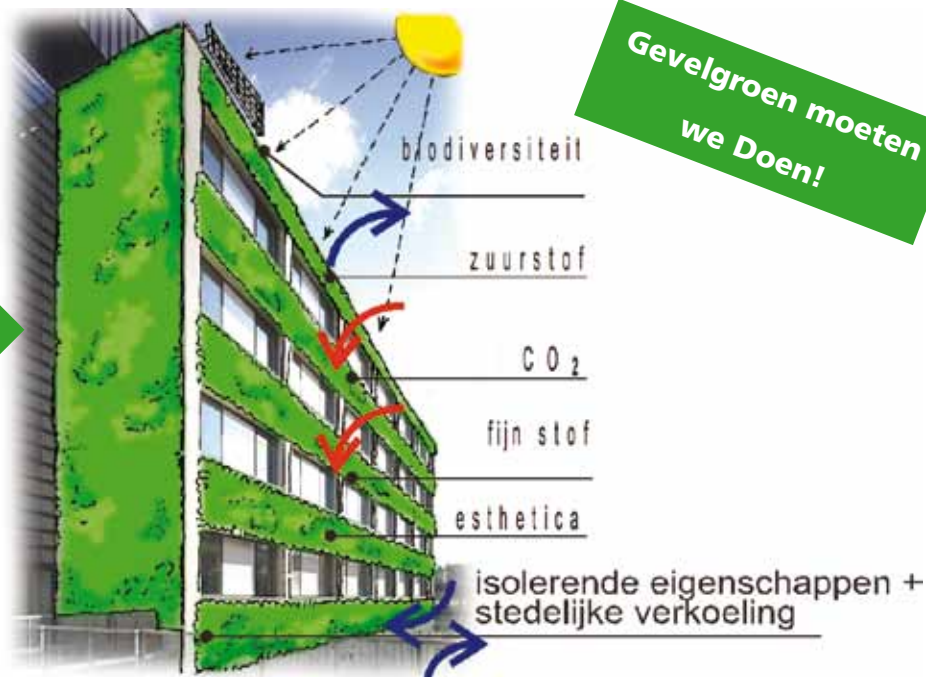
correct afgewerkt, worden opgevat als een 'zwak' geventileerde spouw. Daarnaast zorgt een gesloten bladerdek wederom voor een verminderde windsnelheid langs de gevel. Dit zal uiteindelijk resulteren in een verbetering van de totale R-waarde met 14%, gebaseerd op een spouwmuur toegepast met en zonder living-wallsysteem.

In geval van een steensmuur kan de extra bijdrage aan de totale R-waarde oplopen tot wel 24% voor een klimopgevel en tot wel 123% voor een gevel ingepakt met een living-wallsysteem (op basis van plantenbakken).

Verticaal groen kan zowel voor nieuwbouw als voor bestaande bouw toegepast worden. Het gebruik van living-wallsystemen is een uitermate geschikte techniek voor het renoveren en opknappen van bestaande gebouwen.



Afbeelding 5 Praktijkvoorbeeld van bovengenoemde living-wallsystemen (a) op basis van plantenbakken (Greenwave systems), (b) LWS op basis van schuimsubstraat (Fytowall), (c) LWS op basis van vitlagen (Copijn landschaparchitecten).

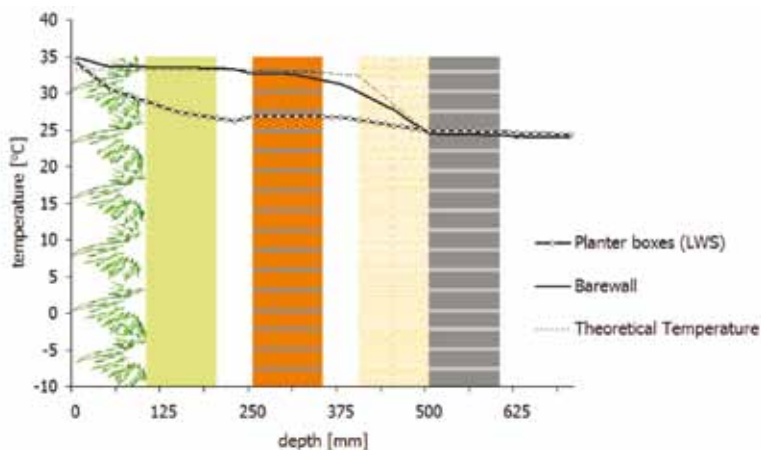


Gevelgroen moeten we Doen!

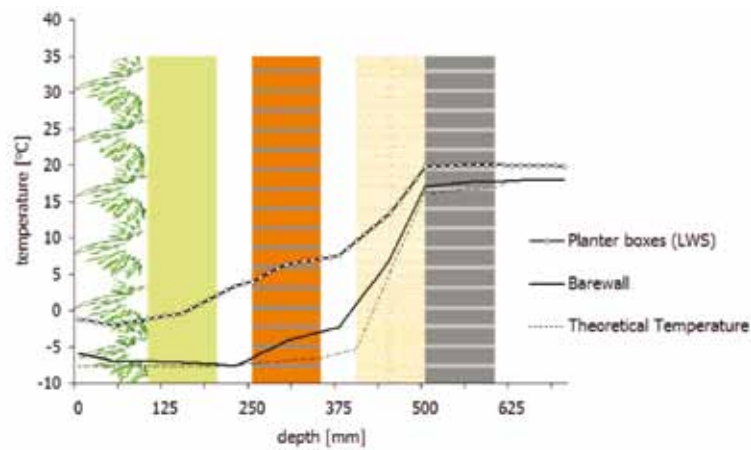
Zo kan snel en eenvoudig aan de buitenzijde aangebracht isolatiemateriaal (na-isoleren) afgewerkt worden met LWS-panelen (zie afbeelding 7). Voor nieuwbouwconstructies kan men echter nog verder gaan door een verdere integratie van groensysteem en constructie door het weglaten van het buitenspouwblad (afbeelding 8). Op deze manier maakt men gebruik van een doordacht ontwerp, waarbij men de totale constructiedikte aanzienlijk kan reduceren (denk aan het voordeel bij raam- en deuropeningen), men op bouwtijd en kosten kan besparen (materiaalgebruik) en de milieubelasting van het gebouw kan

verlagen (minder sloopafval einde levensduur), zonder dat men op bouwfysisch gebied moet inboeten. Uit onderzoek aan de Technische Universiteit Delft, faculteit Civiele techniek en geowetenschappen, is onder meer gebleken dat een groene buitenhuid de warmteaccumulatie drastisch vermindert ten op zichten van een onbegroeid gebouw (afbeelding 9). Deze warmteaccumulatie zorgt ervoor dat gebouwen in de zomer opwarmen (binnencomfort), maar voornamelijk dat deze opgeslagen warmte in het buitenspouwblad in de avond weer wordt afgegeven aan de (koudere) buitenlucht. Het vergroenen van harde oppervlakken (dak- en

gevelgroen) zal ertoe bijdragen dat de stedelijke opwarming verminderd wordt. Het blijkt ook andersom te werken: door het aanbrengen van een living-wallsysteem zal het gebouw in de winter minder energie verliezen aan de buitenlucht. Dit is duidelijk te zien in afbeelding 10.



Afbeelding 6 Gemeten temperaturen van een "normale spouwmuur" en een spouwmuur bedekt met een living-wallsysteem (plantenbakken) in een klimaatkamer op een zomers gesimuleerde dag (35°C). Het temperatuursverschil in het buitenspouwblad (rode laag in de figuur) bedraagt ongeveer 10°C.



Afbeelding 7 Gemeten temperaturen van een "normale spouwmuur" en een spouwmuur bedekt met een living-wallsysteem (plantenbakken) in een klimaatkamer op een winters gesimuleerde dag (-5°C). Het temperatuursverschil in het buitenspouwblad (rode laag in de figuur) bedraagt ongeveer 9°C.

Het vergroenen van daken en gevels is een van de meest innovatieve en snelst ontwikkelende gebieden van duurzame technologieën met betrekking tot de bebouwde omgeving en tuinbouw. Onderzoek aan de TU Delft, faculteit Civiele techniek en geowetenschappen, sectie Materials & environment, richt zich voornamelijk op verticale vergroening van gebouwen en de bijbehorende multifunctionele voordelen van vegetatie.

Verticaal groen draagt bij aan verbetering van het milieu in stedelijke gebieden en is steeds meer een belangrijke overweging bij het ontwerp en ontwikkelen van moderne gebouwen. Verticale vergroening van gebouwen biedt grote oppervlakken met vegetatie en daarnaast draagt het bij aan de verbetering van het thermische gedrag van gebouwen, toenemende biodiversiteit, esthetische en sociale aspecten, maar ook tot vermindering van luchtverontreinigende stoffen zoals fijnstofdeeltjes, koolstofdioxide, etc.

Er zijn verschillende verticaal-groenconcepten te onderscheiden als buitentoepassing voor de gebouwschil. Er kunnen echter twee hoofdcategorieën worden onderscheiden: groene gevels en living-wallsystemen. Groene gevels zijn begroeid door klimplanten, hetzij rechtstreeks groeiend tegen een muur, of indirect groeiend met daarvoor speciaal ontworpen hulpconstructies, zoals spandraden, tralie of gaas. De living-wallsystemen (LWS) bestaan uit geïntegreerde of prefab systemen die zijn aangebracht op een constructie of hulpframe waarin de planten wortelen. Daarnaast is een watergeefstelsel met voedingsstoffen noodzakelijk, om ervoor te zorgen dat de groene gevel blijft bestaan. De living-wallsystemen zijn een vrij nieuwe technologie die nog steeds in ontwikkeling is en waaraan nog

zelden onderzoek is verricht.

Een van de multifunctionele eigenschappen van de vegetatie is de accumulatie van fijnstofdeeltjes op bladoppervlakken. Stofdeeltjes kleiner dan 10 µm zijn voornamelijk relevant in dichtbevolkte stedelijke gebieden, omdat ze diep in de luchtweegen ingeademd worden en zo schade veroorzaken aan de gezondheid van de mens. Resultaten gevonden tijdens het promotieonderzoek dat is uitgevoerd aan de TU Delft, bevestigen de relatie tussen herkomst, hoeveelheid en samenstelling van de deeltjes in verschillende milieus, bijvoorbeeld bladeren uit een bosrijke omgeving en bladeren naast een verkeersweg. Met behulp van de

Vergroening van de gebouwenhuid met living wall systemen heeft een sterke invloed op de milieubelasting

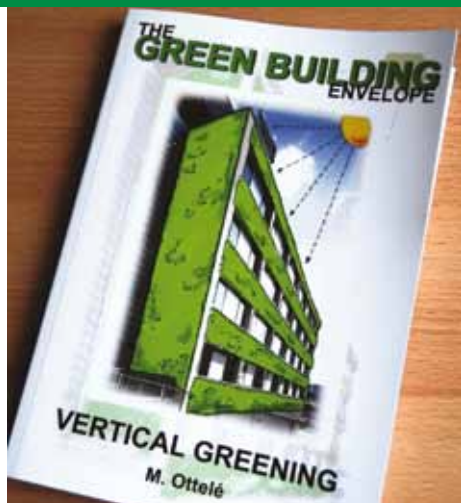
ontwikkelde methode op basis van beeldbewerkingsoftware en elektronenmicroscopie-opnamen, is het mogelijk om rechtstreeks fijnstofdeeltjes op de bladeren te onderzoeken. Het is tevens een methode waarmee men de deeltjesgrootte en het aantal deeltjes kan identificeren. De productieve benadering staat in contrast met onderzoeksmethoden uit het verleden, die erop gericht waren om de massaconcentratie van fijnstof op bladeren van bomen door middel van wassen of uitspoeling te bepalen.

Een ander belangrijk aspect van verticaal groen is gerelateerd aan het thermisch comfort en het gedrag van gebouwen. De warmtedoorgangscoefficiënt (en dus de bijbehorende isolatie-eigenschappen) van een gebouw is onder andere

afhankelijk van de snelheid van de erlangs strijkende wind. Metingen uitgevoerd aan verschillende verticaal-groensystemen tonen de potentiële invloed van de verticale groene lagen op het verminderen van de windsnelheid langs gevels. In het geval van living-wallsystemen (LWS) mogen de isolerende eigenschappen van de gebruikte materialen in aanmerking worden genomen, evenals de gecreëerde luchtsponw tussen het living-wallsysteem en de gevel.

Om het effect van verticaal-groensystemen op het verloop van de temperatuurgradiënt door een gevel beter inzichtelijk te maken, is er een proefopstelling opgebouwd (klimaatkamers). De gebruikte experimentele opzet maakt gecontroleerde metingen met verschillende randvoorwaarden (temperaturen) mogelijk. Daarnaast zijn de metingen herhaalbaar en reproduceerbaar. De verkregen resultaten tonen aan dat vooral de living-wallsystemen een positief effect op het thermisch gedrag van gebouwen hebben, maar ook dat de totale thermische massa van een gevel hierin betrokken dient te worden.

Vergroening van de gebouwenhuid met living-wallsystemen heeft – de betrokken materialen daarbij in aanmerking genomen – een sterke invloed op de milieubelasting (levenscyclus-analyse), zoals is onderzocht bij de toepassing van verschillende groensystemen. Hoewel de toepassing van verticaal groen geen nieuw concept is, kan het meerdere voordelen bieden en functioneren als een onderdeel van huidig stedenbouwkundig ontwerp. Gelet op de verhouding tussen de voordelen en nadelen voor het milieu, energiebesparing voor het gebouw en het gekozen verticaal-groensysteem (gebruikte materialen, onderhoud, voedingsstoffen, water etc.) kan de integratie van vegetatie op bestaande en nieuwe gebouwen leiden tot een duurzame ontwikkeling.



Via onderstaande link is de digitale versie van het proefschrift van Marc Ottelé bij de bibliotheek van de TU Delft te downloaden:

<http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid:1e38e393-ca5c-45af-a4fe-31496195b88d/>

Auteur dr. ir. Marc Ottelé heeft 28 juni op de TU Delft (Faculteit Civiele techniek en geowetenschappen, sectie Materials & environment) met succes zijn proefschrift *The Green Building Envelope - Vertical Greening* verdedigd.
M.Ottele@tudelft.nl

