



GREEN ROOFS UP!

SAMEN VOOR MEER KWALITATIEVE GROENDAKEN

EINDRAPPORT

DEEL 1. VERNIEUWING RICHTLIJNEN - AANBEVELINGEN

TETRA project met financiële ondersteuning van VLAIO

Een samenwerking tussen Hogeschool PXL, WTCB en UHasselt

2020-2022

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen

Onderzoekspartners

Volgende onderzoekspartners werkten mee aan dit onderzoek:



Van Mechelen Carmen - Projectcoördinator; Onderzoek PXL Bio-Research

De Vocht Alain - Onderzoekshoofd expertisecel PXL Bio-Research

Gyselinck Thomas - Onderzoek PXL Bio-Research

Gilissen Koen - Onderzoek PXL Smart ICT

Martens Ward - Onderzoek PXL Smart ICT

Vreys Frederik – Onderzoekshoofd cluster Elektronische Engineering



Noirfalisse Edwige - Sectorale Coördinator Technische Comités en Hoofdprojectleider Isolatie, dichting en daken

Mahieu Eddy - Afdelingshoofd Technisch Advies

Wastiels Lisa - Labo hoofd Milieuprestatie

Vrijders Jeroen - Labo hoofd en Program Manager Duurzame & Circulaire Oplossingen

de Roissart Eléonore - Onderzoekster Labo Duurzame & Circulaire Oplossingen



Lizin Sébastien - Assistant professor in environmental economics

Moons Toon - Onderzoeksmedewerker en onderwijsassistent Economie en Beleidsmanagement (PEC)

Sallaerts Laura - Onderzoeker Centrum Overheid en Recht (CORE)



Kadering

Groendaken zijn zeer breed toepasbaar en de vraag hiernaar blijft stijgen. Een logisch gevolg hiervan is dat er de laatste decennia verschillende ondernemingen mee op de kar van deze groendak 'revolutie' zijn gesprongen. Terwijl de publieke sector, goed voor 75% van de aanvragen voor een groendak, een belangrijke rol speelt in deze bloeiende economische sector, woedt er een hevige concurrentiestrijd tussen de bedrijven. De keuze van het type groendak en de vegetatie hangt af van de dialoog tussen de opdrachtgever, de (tuin)architect, eventueel de ecooloog en de bedrijven die de werkzaamheden en het onderhoud uitvoeren. De groendaksector kaart aan dat deze groendak 'revolutie' heeft geleid tot een sterke versnippering van de beschikbare kennis. Er is geen uniformiteit meer qua materialen, geen overzicht en te weinig kwaliteitsbewaking van de producten op de markt, de bestaande richtlijnen zijn verouderd en laten te weinig ruimte voor innovatie.

Een tweede probleem is dat veelal geopteerd wordt voor de meest goedkope oplossing, namelijk een extensief groendak met vetplanten op een zo dun mogelijke laag substraat. Dit systeem heeft zeker zijn plaats in het marktaanbod, vooral wanneer de draagkracht van het gebouw beperkt is. In het kader van klimaatrobustheid van steden zijn er alternatieve groendaksystemen (o.a. dikker substraat, meer biodiversiteit) die meer uitgesproken voordelen bieden, zeker wat betreft wateropvang, temperatuurmitigatie en afvang fijn stof!

Last but not least stelt de groendaksector ook de duurzaamheid van zijn eigen materialen in vraag. Zo bestaat het substraat grotendeels uit poreus gesteente (vaak lavagesteente) afkomstig uit Duitsland. Dit is a) niet duurzaam te noemen omdat het materiaal niet lokaal ontgonnen en dus duurder is en b) er dreigt een naderende uitputting van de groeves. Er is dus dringend nood aan alternatieve, lokale materialen voor gebruik in groendaksubstraat, die liefst ook nog eens passen binnen het verhaal van de circulaire economie.

Doelstellingen

Het project GREEN ROOFS UP! heeft als globaal doel om een transitie teweeg te brengen die zal zorgen voor meer kwaliteit, uniformiteit en innovatie in de groendaksector. Zowel de ondernemingen als het stadsklimaat en milieu zullen positief beïnvloed worden door toepassing van goed onderbouwde richtlijnen en kennisverhoging rond alternatieve groendaksystemen en duurzamere substraatmaterialen. Kennisuitwisseling tussen ondernemingen en onderzoekers staat in deze transitie centraal.

Doel 1: Vernieuwing richtlijnen

Formuleren en verspreiden van realistische, onderbouwde richtlijnen die meer uniformiteit in de groendaksector en een verschuiving naar meer functionele groendaksystemen in de hand werken. De rode draad doorheen het project is het updaten van de bestaande richtlijnen uit de Technische Voorlichting (WTCB, 2006). Dit doen we via thematische werkgroepen. Het resultaat is een meteen toepasbaar adviesrapport.

Doel 2: Verduurzamen groendaksubstraat

De groendaksector opties bieden om hun substraten te verduurzamen met lokale materialen. Bouwmaterialen uit de circulaire economie worden geselecteerd en getest voor toepassing in groendaksubstraat. Voor ieder materiaal wordt een milieuprofiel opgesteld en zal een businessplan opgemaakt worden waarmee fabrikanten uit de doelgroep marktgericht kunnen innoveren.

Doel 3: Demonstratie groendaksystemen ikv klimaatrobustheid

Via een kwantitatieve benadering de functionaliteit in termen van klimaatrobustheid van verschillende standaard en alternatieve groendaksystemen achterhalen. Een demodak met verschillende groendaksystemen wordt geïnstalleerd en opgevolgd.

Begeleidingsgroep



Groendakindustrie

Green Building Projects bv
EcoWorks
IBIC bv
Tectum Group
Natuurof bv
Vice Verda bvba
Zolderse Dakprojecten
EMC Green Roofs
Groenpalet bv
Sedum Extra bvba
Canopy

(Groen)aannemers / ontwerpers

Clement Karl bvba
Klinkels nv
Stiersco bvba
Van Vlierden
Zicht op groen
GR&OM

Beleid

Stad Gent; Dienst Milieu en Klimaat
Provincie Limburg; Dienst Milieu en Natuur
OVAM
Departement Omgeving

Federaties/Verenigingen

Belgische Federatie Dak- en Gevelgroen (BFDG)
Confederatie Bouw; Cluster Complementaire Bedrijven (FEDECOM)
Belgische Federatie Groenvoorzieners (BFG-FBEP)
Vlaamse Confederatie Bouw
Groen Groeien

Kennisinstellingen/Innovatie

Proefcentrum Sierteelt (PCS)
COPRO vzw
Consortium TETRA WonderWalls
KU Leuven Afdeling Bos, Natuur en Landschap
Sioen Industries nv
Federal Eco Foam bv

Sector aan het woord

‘Aanleg van kwalitatieve groendaken, biodiversiteit en waterbuffering zijn voor ons speerpunten om naar te werken.’ **Belgische Federatie Gevel- en Dakgroen**

‘Dagelijks komen wij lastenboeken tegen waarbij verschillende opbouwen door elkaar worden voorgesteld. De Belgische markt heeft nood aan bijschaving van de kennis rond extensieve en intensieve groendaken.’ **EMC Green Roofs**

De groendakaanleg moet degelijk gebeuren zodat de werking en de positieve effecten in het kader van de strijd tegen klimaatopwarming en verbeterd wooncomfort optimaal tot uiting komen.’ **Groenpalet**

Termen als duurzaamheid, stormwatermanagement, klimaatverandering en biodiversiteit zijn aan de orde van de dag. We moeten blijven experimenteren en innoveren voor een groenere wereld.’ **SedumExtra**

INHOUD

1.	Voorwaarden voor kwaliteitsvolle groendaken	9
1.1.	Aanpak	9
1.2.	Bibliografie	10
2.	Groendaksystemen	12
2.1.	Typologie	12
2.2.	Voor- en nadelen van groendaken	14
2.3.	Retentiedaken	15
2.4.	Groendaken in combi met zonnepanelen	17
2.5.	Hellende groendaken	18
2.6.	Moestuindaken	18
2.7.	Daken op grondniveau	18
2.8.	Aanbevelingen	19
3.	Vegetatie	21
3.1.	Keuze van beplanting	21
3.2.	Biodiversiteit op groendaken	23
3.3.	Aanplant en inzaaien	24
3.4.	Aanbevelingen	26
4.	Substraat	28
4.1.	Definitie	28
4.2.	Samenstelling en dikte	28
4.3.	Wat met regenwaterrecuperatie?	30
4.4.	Innovatie en ontwikkeling	31
4.5.	Aanbevelingen	32
5.	Onderhoud	34
5.1.	Belang van onderhoud	34
5.2.	Onderhoudsfasen en activiteiten	37
5.3.	Onderhoudsplicht en garantie	40
5.4.	Veiligheid	42
5.5.	Richtlijnen rond irrigatie op groendaken	42
5.5.1.	Irrigatiebehoefte van groendaken	42
5.5.2.	Technische aspecten	44
5.5.3.	Technieken	45
5.6.	Aanbevelingen	45
6.	Opbouw platte daken	47
6.1.	Algemeen	47

6.2.	Mogelijkheden dakopbouw	47
6.3.	Draagstructuur, helling, dampscherm en isolatie	48
6.4.	Dakafdichting en bescherming	49
6.5.	Details en aansluitingen	50
6.6.	Aanbevelingen	51
7.	Dakafwerking	52
7.1.	Windweerstand	52
7.2.	Brandnormering	53
7.3.	Randafwerking - Vegetatievrije strook, afvoerpunten	53
7.4.	Randafwerking - Valbeveiliging – borstwering	53
7.5.	Aanbevelingen	54
8.	Monitoring van water in dakcomplexen - lekpreventie	55
1.	Verdiepende literatuur	59
2.	Bijlagen	61
	Bijlage A. Beslisboom voor verschillende groendaktypes met bijhorende infomatrix (gebaseerd op bachelorproef Busselen Maxime, 2021).	61
	Bijlage B. Lijst met soorten die niet in een groendakzaadmengsel aanwezig mogen zijn, omdat ze exotisch zijn of geen lokale herkomst hebben (Le Service des parcs et domaines de la Ville de Lausanne, 2019).	71
	Bijlage C. Uniforme definitie voor groendaksubstraat	72
	Bijlage D. Definitie voor ‘verduurzaming’ groendaksubstraat	73
	Bijlage E. Infofiche rond belang van groendakonderhoud	74
	Bijlage F. Studie lekdetectie en monitoring van vocht in dakcomplexen	76

Tabellen lijst

Tabel 1 Classificatie van groendaken volgens Pérez & Perini (2018)	13
Tabel 2 Classificatie van groendaken volgens Adivet (2018)	13
Tabel 3 Classificatie van groendaken volgens WTCB (2006).	14
Tabel 4 Geformuleerde voordelen en aandachtspunten door het WTCB, aangevuld met opmerkingen door de sector.	14
Tabel 5 Bedekkingsgraden afhankelijk van de manier van aanleg (Adivet, 2018)	26
Tabel 6 Componenten die onderdeel kunnen uitmaken van groendaksubstraat (FLL, 2018)	29
Tabel 7 Samenvatting van geadviseerde onderhoudsfrequentie per groendaktype volgens verschillende bronnen.	38
Tabel 8 Samenvatting mogelijke onderhoudsactiviteiten met bijhorend advies uit verschillende bronnen.	38
Tabel 9 Verschillende criteria waar men rekening dient mee te houden wanneer beslist moet worden om een groendak van irrigatie te voorzien.	43
Tabel 10 Stroomsnelheid en dynamische druk aanbevolen voor bewatering afhankelijk van de oppervlakte van het groendak	44
Tabel 11 Verschillende types platte daken en hun verenigbaarheid met een bovenliggend groendak.	48
Tabel 12 Samenvatting van principes en hoofdeigenschappen van systemen voor lekpreventie	56
Tabel 13 Samenvatting van principes en hoofdeigenschappen van systemen voor lekpreventie	57

Figurenlijst

Figuur 1 Schematische voorstelling van een groendak met zonnepanelen, waarbij maximaal met de biodiversiteit en energie-efficiëntie wordt rekening gehouden (Le Service des parcs et domaines de la Ville de Lausanne, 2019).	17
Figuur 2 Schema van mogelijke beplanting in functie van substraatdikte (FLL, 2018)	22
Figuur 3 Bij gebrek aan onderhoud krijgen, indien de standplaatsomstandigheden geschikt zijn, houtige plantensoorten de kans zich te vestigen op het groendak, met schade aan de onderconstructie tot gevolg (Bron: Benroos.nl)	35
Figuur 4 Sterk uitgedroogde Sedummatten die loslaten van het substraat en waarbij de naden duidelijk zichtbaar zijn (Bron: Benroos.nl). Een langdurig watertekort in combinatie met te dun of ontbrekend onderliggend substraat is hier wellicht de oorzaak van.	35
Figuur 5 Een combinatie van verkeerde dakopbouw, materiaalkeuze en dunne substraatlaag zorgt voor te hoog vochtgehalte met veel mosvorming en ongewenste beplanting tot gevolg (Bron: Van Heck (2010) Dak&GevelGroen).	36
Figuur 6 Evolutie in beplanting op twee experimentele groendaken na tien jaar tijd. links: 2003; rechts: 2014 (Bron: WTCB).....	36
Figuur 7 Schema van verantwoordelijkheden in relatie tot de onderhoudsfasen van het groendak (Adivet, 2018).	41

1. VOORWAARDEN VOOR KWALITEITSVOLLE GROENDAKEN



1.1. AANPAK

De rode draad doorheen het project is het updaten van de bestaande richtlijnen uit de Technische Voorlichting 229 (WTCB, 2006). Via driemaandelijkse workshops, waar ook de begeleidingsgroep aan deelnam, werd systematisch rond onderstaande thema's gewerkt:

- Typologie van groendaken
- Vegetatie
- Substraat
- Onderhoud
- Opbouw dakconstructie
- Alternatieve groendaksystemen
- Dakafwerking
- Wetgeving en garanties
- Monitoring van water in dakcomplexen

Ter voorbereiding van iedere workshop werd recente informatie over het betreffende thema opgezocht in richtlijnen, websites, wetenschappelijke literatuur,... uit binnen-en buitenland. Het startpunt was dan ook een overzicht van de huidige situatie qua kennis en toepassing. In de workshop kregen de deelnemers dan de mogelijkheid om hierop in te spelen met hun ervaringen, kennis, en hun visie over wat er aan dit thema dient te veranderen om in de toekomst tot meer kwaliteitsvolle groendaken te komen.

De opbouw van dit hoofdstuk volgt het verloop van de workshops. Per thema geven we de huidige stand van zaken, waarbij opmerkingen worden geformuleerd gevolgd door aanbevelingen. We spreken hierbij van de

‘sector’ (groendaksector) om aan te tonen dat de aanbevelingen en opmerkingen tot stand zijn gekomen na bespreking met de sector tijdens de workshops.

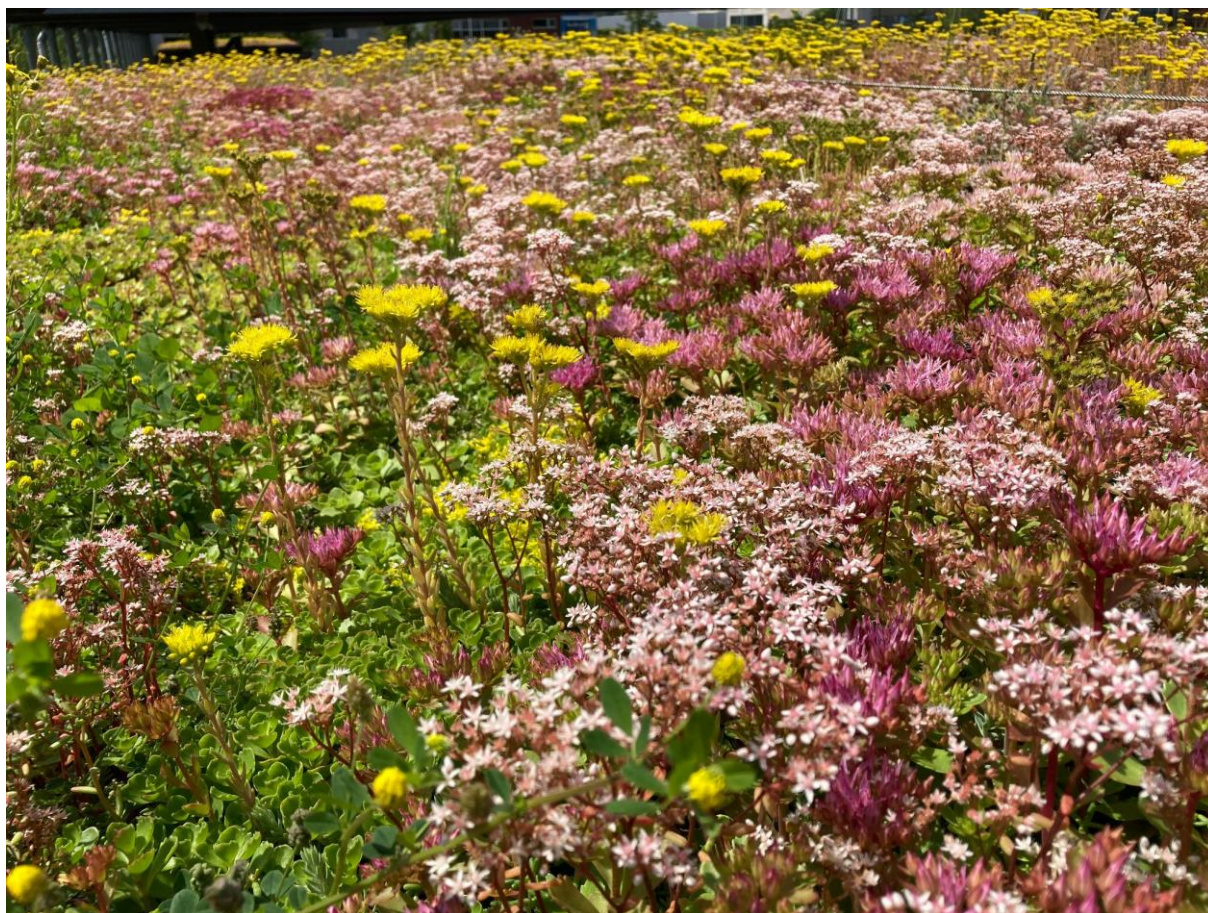
De info en concrete aanbevelingen zijn enerzijds van belang voor iedereen die rechtstreeks of onrechtstreeks met groendaken in de praktijk betrokken is, aangezien de kennis over de huidige groendakpraktijken verbreedt. Anderzijds is het een nuttig document dat door het WTCB verder wordt gebruikt om te komen tot een herziening van de eerste Technische Voorlichting groendaken uit 2006.

1.2. BIBLIOGRAFIE

- WTCB (2006) Technische Voorlichting 229: Groendaken. 78p.
- WTCB (2000) Technische Voorlichting 215: Het platte dak: Opbouw, materialen, uitvoering, onderhoud. 100p.
- WTCB (2022) Technische Voorlichting 280: Het platte dak (vervangt TV 215). 160p.
- FLL (2018) Green Roof Guidelines. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofs. Landscape Development and Landscaping Research Society, 6th edition, Bonn, 158p.
- The Green Roof Organisation (2014) The GRO Green Roof Code. Green Roof Code of Best Practice for the UK 2014, Groundwork Sheffield, 36p.
- Adivet (2018) Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, APME-PROMETHEE-CSFE, 3ième édition, Paris, 84p.
- Pérez, G. & Perini, K. (2018) Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability. Elsevier Inc., UK, 368p.
- Green Deal Groene Daken (2019) Het dak verbindt ambitieuze partners. Ruimte voor water, groen, welzijn en energie. 8p
- Van Heerwaarden & Zeegers, T. (2019) Handreiking natuurdaken. Green Deal Groene Daken, 64p.
- ISSO (2020) Praktijkboek multifunctionele groene daken en gevels. Rotterdam, 194p.
- SIA (2013) SIA312 Végétalisation de toitures. SN 564312, 24p.
- ASTM E2777-20 (2020) Standard Guide for Vegetative (Green) Roof Systems, 14p.
- ASTM E2400/E2400M-19 (2019) Standard Guide for Selection, Installation, and Maintenance of Plants for Vegetative (Green) Roof Systems, 5p.
- Hermy, M., Schauvliege, M., Tijskens, G. (2005) Groenbeheer, een verhaal met toekomst. Velt in samenwerking met afdeling Bos & Groen, Berchem, 576p.
- Kotze, D.J. et al. (2020) A revised terminology for vegetated rooftops based on function and vegetation. Urban Forestry & Urban Greening 49, 126644.
- Koninklijk Nederlands Normalisatie-Instituut (2016) Nederlandse technische afspraak NTA 8292. Begroeide daken - Termen, definities en bepalingsmethoden - Windweerstand, waterretentie en brandgevaarlijkheid. Delft, 62p.
- Gemeente Rotterdam (2021) Projectpagina LIFE@UrbanRoofs (<https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/urban-roofs/>)
- Gemeente Amsterdam (2018) Brochure Natuurinclusief bouwen en ontwerpen in twintig ideeën. 49p.
- Green Deal Groene Daken (2019) Facts and Values Groenblauwe Daken. 1p.
- Le Service des parcs et domaines de la Ville de Lausanne (2019) Toitures végétalisées: Pourquoi et comment accueillir la nature sur son toit? Lausanne, 32p.
- GGS (2022) Quality criteria - Substrates for green roofs. RAL-certified substrates for green roofs. Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V., Hannover (<https://www.substrate-ev.org/infos-zu-kriterien/substrates-for-green-roofs/?lang=en>)
- Wagneur, M. (2011) Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen. WTCB, 68p.
- Besir, A. B.; Cuce, E. (2018) Green Roofs and Facades: A comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 82 (2018) 915–939, 25p.
- Vijayaraghavan, K. (2016) Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. Renewable and Sustainable Energy Reviews 57 (2016) 740–752, 13p.

- Joshi, M. Y.; Teller, J. (2021) Urban Integration of Green Roofs : Current Challenges and Perspectives. Sustainability 2021, 13, 12378 (<https://doi.org/10.3390/su132212378>)
- Aertsens J., De Nocker L., Lauwers H., Norga K., Simoens I., Meiresonne L., Turkelboom F., Broekx S. (2012) "Daarom groen! Waarom u wint bij groen in uw stad of gemeente"; Studie uitgevoerd in opdracht van: ANB – Afdeling Natuur en Bos; 144 p.

2. GROENDAKSYSTEMEN



2.1. TYPOLOGIE

Ter voorbereiding werden verschillende (internationale) bronnen doorgenomen om na te gaan welke termen voor groendaken gehanteerd worden en welke definities eraan gekoppeld zijn.

Doorheen de publicaties komen we verschillende termen tegen: groendak, natuurdak, daktuin,... De hoofdtermen extensief, intensief en semi-intensief komen vaak terug, maar met verschillende begrenzingsen qua substraatdikte. Qua criteria voor afbakening van de verschillende groendaktypes is dus in de verschillende bronnen geen uniformiteit (Tabel 1, 2 en 3). Een extensief groendak heeft afhankelijk van de bron een substraatdikte tussen 4 en 15 cm, weegt maximum 100 kg/m² en bevat Sedumplanten in de vorm van matten, tegels, plugs, stekken of zaad. Men spreekt van een semi-intensief groendak indien het substraat tussen 12 en 30 cm dik is, ofwel tussen 10 en 20 cm, afhankelijk van de bron. Hieronder vallen ook de grasdaken, kruidendaken, blauwgroene daken, (regen)waterdaken, biodiverse daken, bruindaken, natuurdaken en energiedaken. De intensieve groendaken starten afhankelijk van de bron vanaf 15 cm, 20 cm of 30 cm substraatdikte. Andere termen voor intensief groendak die vaak terugkomen zijn daktuinen, lichte daktuinen, stadslandbouw daken, gebruiksdaken en multifunctionele daken. Hiernaast komen nog andere termen courant terug zoals eenlaags (geen drainage), tweelaags (substraat rechtstreeks op drainagelaag), drielaags (substraat op drainage en waterhoudende laag) groendak, warm dak, omkeerdak, ongeïsoleerd dak (deze laatste drie termen verwijzen naar de samenstelling van het platte dak onder het groendak), groen/blauw/geel/rood dak. Er zijn dus duidelijk verschillen binnen de drie grote 'klassen' van groendaken, die allen beter afgebakend en omschreven dienen te worden. Het is dan ook belangrijk om een duidelijk classificatiesysteem te ontwikkelen op Vlaams niveau, afgestemd op de gebruikte classificatie in onze buurlanden. In een wetenschappelijke paper (Kotze et al., 2020) wordt een nieuwe terminologie voorgesteld die zowel rekening houdt met de hoofdfunctie als de

beplanting, bvb. waterretentie grasdak, energie sedum dak, natuurlijk weidedak,... De lijst met mogelijkheden wordt hierdoor zeer lang en het lijkt ons daarom geen goed idee om dit over te nemen.

Info over verschillende alternatieve groendaksystemen zoals de combinatie met zonnepanelen of moestuindaken zijn de huidige richtlijnen voor Vlaanderen en daarbuiten zeer beperkt. Het WTCB heeft wel al verschillende onderzoeken gedaan en deze gepubliceerd in artikels of technische voorlichtingen. De technische info hieruit zou moeten gebundeld worden en deel moeten uitmaken van de vernieuwde technische voorlichting groendaken.

TABEL 1 CLASSIFICATIE VAN GROENDAKEN VOLGENS PÉREZ & PERINI (2018)

	Extensive	Semiintensive	Intensive
Weight at maximum water capacity	50–150 kg m ⁻²	120–350 kg m ⁻²	>350 kg m ⁻²
Substrate layer thickness	6–20 cm	10–25 cm	>25 cm
Plant typologies	Succulent, herbaceous, and grasses	Herbaceous, grasses, and shrubs	Grasses, shrubs, and trees
Slope	<100%	<20%	<5%
Irrigation	Never or periodically	Periodically	Regularly
Maintenance	Low	Moderate	High
Costs	Low	Middle	High
Use	Only accessible for maintenance	Pedestrian areas but with a moderate use	Pedestrian/recreation areas

TABEL 2 CLASSIFICATIE VAN GROENDAKEN VOLGENS ADIVET (2018)

	TOITURES-TERRASSES			
	VEGETALISEES		« AGRICULTURE ° URBAINE »	JARDINS °
Végétation	Extensive	Semi-intensive	De semi-intensive à intensive	Intensive
Destination des toitures (ou zones)	Toitures inaccessibles		Toitures accessibles	Toitures accessibles
Circulation	Strictement réduite à l'entretien normal des ouvrages d'étanchéité et de végétalisation		Régulière, liée à l'exploitation	Piétonne
Elément porteur	Béton, béton cellulaire, tôles d'acier nervurées, bois ou panneaux à base de bois		Béton	Béton
Nature du support de culture	Substrat léger	Substrat léger	Terre ou substrat léger	Terre ou substrat léger
Epaisseur du complexe de culture	4 à 12 cm	12 à 30 cm ^b	Hors référentiel à la date de publication des présentes règles professionnelles	> 30 cm
Ordre de grandeur de la charge totale (daN/m²) °°	80 à 180	150 à 350		> 600
Documents de référence	Le présent document			NF-DTU 43.1 / 43.11
Arrosage	Voir annexe F			Voir DTU 43.1
Pente maximale	20 % ^d	5 % ^d		5 %

TABEL 3 CLASSIFICATIE VAN GROENDAKEN VOLGENS WTCB (2006).

KENMERKEN	INTENSIEVE VEGETATIE		EXTENSIEVE VEGETATIE
	<i>Daktuin</i>	<i>Lichte daktuin</i>	<i>Begroend dak</i>
Indicatieve dikte van de lagen boven de afdichting	≥ 0,25 m	tussen 0,10 en 0,25 m	≤ 0,1 m
Permanente belasting en eigen-gewicht van het (verzadigde) groendak (bij benadering)	≥ 400 kg/m ²	100 tot 400 kg/m ²	30 tot 100 kg/m ²
Toegankelijkheid	Ja	Ja	Nee (*)
Normale indicatieve helling van de dakvloer	2 tot 10 % (1 tot 6°)	2 tot 58 % (1 tot 30°)	2 tot 70 % (1 tot 35°)
Onderhoud van de vegetatie	Belangrijk	Middelmatig	Beperkt
Toepassing bij renovatie bij nieuwbouw	Vaak onmogelijk Te bestuderen	Soms Te bestuderen	Ja Ja
(*) Tenzij er specifieke maatregelen getroffen worden.			

Wat zegt de sector?

Uit een bevraging over welke termen voor groendaken zeker dienen opgenomen te worden, is men algemeen voorstander om het gebruik van de hoofdindeling extensief, semi-intensief en intensief te behouden. Hieronder kunnen dan de andere subtypes van groendaken gehuisvest worden. Dit kan in een overzichtelijk schema gegoten worden. Blauwgroene daken (retentiedaken) en biodiverse daken moeten zeker vermeld worden in dit schema, net als de verschillende segmenten van hellende groendaken (5°-45°). Men is geen voorstander om met de kleurcodes te werken die men in Nederland hanteert (groen, blauw, geel, rood), aangezien dit verwarring veroorzaakt met de kleur van dakpannen, wat hier dus niet aan de orde is. Ook dient duidelijk geformuleerd te worden wat men bedoelt met termen zoals tweelaags, drielaags,... Tot slot is het belangrijk dat er voor de verschillende subtypes kwaliteitseisen worden vastgelegd.

2.2. VOOR- EN NADELEN VAN GROENDAKEN

In Tabel 4 worden de voor- en nadelen oftewel aandachtspunten uit de TV229 (WTCB, 2006) en de door het WTCB opgedane ervaringen samengevat. Op de website van de Green Deal Groene Daken uit Nederland is een informatieve factsheet terug te vinden met daarop aangeduid de vele voordelen die groendaken bieden op economisch, ecologisch en maatschappelijk vlak (<https://www.greendealgroenedaken.nl/facts-values/>)

TABEL 4 GEFORMULEERDE VOORDELEN EN AANDACHTSPUNTEN DOOR HET WTCB, AANGEVULD MET OPMERKINGEN DOOR DE SECTOR.

Voordelen	Nadelen/aandachtspunten
Levenskwaliteit (natuurbeleving, verbeterde concentratie, versnelde genezing, ...)	Waternverkleuring en vervuiling (<i>behandeling nodig voor hergebruik</i>) OPMERKING: behandeling dient gespecificeerd te worden.
Biodiversiteit, voedselproductie, compensatie voor bouwprojecten	Brandveiligheid (<i>ingewikkelder om te evalueren met de vegetatie, specifieke regelgeving</i>)
Fijnstofafvang	Beperkingen gelinkt aan de vegetatie (<i>wortels, herstellen van lekken</i>)

Langere levensduur afdichting (<i>indien geschikt en/of beschermd</i>)	Extra belasting (<i>draagstructuur na te kijken</i>)
Betere waterbeheersing (<i>lange termijn +stortbuien</i>)	Onderhoudsplicht (<i>meestal bij intensieve daken</i>) OPMERKING: Zou steeds een plicht moeten zijn, frequentie afhankelijk van het type beplanting
Thermisch comfort en energetisch verbruik OPMERKING: nadruk op positieve impact op opbrengst PV-panelen OPMERKING: Isolerend vermogen relatief laag, wegens gebruik van dikkere isolatiepakketten op het dak, zie ook resultaten project EcoCities	Dakdetails (<i>voorzorgsmaatregelen bij opstanden, voegen, ...</i>)
Akoestisch comfort	EXTRA: Verplichte waterdichtheidstest! Niet automatisch onder water zetten; andere mogelijke technieken zoals elektrische impuls, of monitoring van vocht in het dak (zie ook § 8 hierover)
	EXTRA: Emelten in sedummatten. Hanteerbare richtlijn opstellen met maximum aanvaardbare hoeveelheid emelten. Aangeraden om een controle op voorhand uit te voeren op basis van een richtlijn

2.3. RETENTIEDAKEN

In steden is men sterk zoekende naar manieren om meer klimaatrobuust te worden. Eén van de oplossingen is de versterking van het groenblauw netwerk in en rond steden. In dit opzicht is wateropvang en buffering essentieel. Algemeen geldt: zo veel mogelijk hemelwater vasthouden, en zorgen dat het afstromende regenwater optimaal benut wordt.

WETGEVING

In VLAREM II is de Hemelwaterverordening opgenomen, een specifieke wetgeving rond opvang en afvoer van regenwater op groendaken in Vlaanderen. De Hemelwaterverordening verplicht de plaatsing van een regenwaterput, infiltratie- en buffervoorziening. De verplichting om een regenwaterput te plaatsen geldt NIET voor (delen van) gebouwen die volledig voorzien zijn van een groendak. Een groendak in de zin van de Hemelwaterverordening heeft een buffervolume van minimaal 35 liter/m².

De totale bergingscapaciteit van alle lagen van een groendak moet aan de volgende berekening voldoen:

$$\text{Bergingscapaciteit [mm]} = \text{poriënvolume [m}^2\text{]} \times 1000 \text{ [mm/m]} / \text{dakoppervlakte [m}^2\text{]}$$

Indien de bergingscapaciteit niet gegarandeerd kan worden, moet het teveel aan regenwater afgevoerd worden naar een infiltratie- of buffervoorziening.

Provinciale en gemeentelijke stedenbouwkundige verordeningen kunnen bijkomende (strengere) eisen stellen dan deze 35 liter/m². Zo biedt men in bepaalde steden zoals Gent een bonus indien 50 liter/m² gehaald wordt.

Naast een waterretentie van minstens 35 l/m², is er ook een limitatie van het afvoerdebiet tot 0,2 l/s/100m². De ideale waterberging ligt in feite hoger, namelijk 50 l/m² of 50 mm (Vlaamse Milieu Maatschappij). Voor groendaken met een waterberging van 50 mm, ligt de overloop hoger en moet dus ook de dakrand hoger voorzien worden (algemeen is de dakrand 15 cm hoger dan de bovenkant van het groendak).

De waterretentie door groendaken werkt op verschillende vlakken. Enerzijds verdampt 45-70% van de neerslag door de planten, wat voor verkoeling zorgt. Er wordt ook nog een groot deel opgenomen door de substraatlaag, die werkt als een soort spons. Hierdoor komt 30-50% minder water in de riolering, wat financieel voor een besparing van 5 euro/m² op waterzuivering in 40 jaar zorgt. Het afstromende water kan hergebruikt worden voor de vegetatie op het groendak zelf, voor bevoeiing van de tuin en (mits voorzien van de nodige filters) voor het spoelen van het toilet (ook toch rekening houdend dat de beschikbare volumes in bepaalde periodes zeer beperkt kunnen worden). Stel dat een hele wijk aangelegd wordt met groendaken met voldoende waterbufferend vermogen, dan zal het riooloverstortvolume met meer dan 50% afnemen. Een ander rekenvoorbeeld: stel dat alle platte daken in Antwerpen (ongeveer 9%) voorzien zijn van intelligente groendaken met waterberging, dan neemt het watervolume op straat bij extreme regenbuien af met 30%.

Retentiedaken ofwel blauwgroene daken zijn een specifiek type groendaken die een waterretentie bieden die ver boven de vastgestelde norm uit de Hemelwaterverordening ligt, met wel 100 l/m² of meer waterberging. De voordelen die groendaken bieden naar waterretentie toe, zijn op dit type daken nog meer uitgesproken. Op retentiedaken kan men werken met slimme systemen voor nog meer controle van de afvoer.

In principe dienen retentiedaken op daken zonder afschot aangelegd te worden. Echter zijn er ook oplossingen wanneer het dak toch een afschot van 2% heeft. De aanwezigheid van een smart-control systeem zorgt voor een continue controle van het waterpeil op het retentiedak doorheen het jaar. Men spreekt in dit geval ook van een 'detentiesysteem', in vergelijking met een retentiedak zonder smart-control systeem waarbij het waterpeil variabel is doorheen het jaar.

Voor de installatie van retentiedaken zijn er enkele aandachtspunten:

- Indien het platte dak geen afschot heeft, zijn specifieke maatregelen nodig (zie verder bij 'Opbouw platte daken'; aandachtspunten en extra maatregelen om de afwezigheid van de steeds aanbevolen helling van 2% te compenseren in WTCB-Dossier 2019/06-04)
- Compartimenteren in zones van 100-200m², om de gevolgen van eventuele infiltratie te beperken (al aanbevolen voor groendaken, des te meer relevant voor retentiedaken)
- Bijkomende eisen aan de dakdichting (ook beschreven in WTCB-Dossier 2019/06-04)
- Grondige waterdichtheidscontrole uitvoeren

Voor retentiedaken zijn verschillende systemen op de markt, het kan gaan om specifieke drainagelagen die meer water bufferen, een dikkere substraatlaag met eventueel toevoeging van materialen die extra water absorberen, een beplanting die meer water opneemt, en volledige systemen die voor een optimale waterbuffering zorgen. Voor hellende daken zijn echter amper mogelijkheden op de markt door de extra uitdagingen met betrekking tot de zwaartekracht. Een onderzoek met Ecopannen wordt vermeld in de publicatie 'Meten op hoogte' van STOWA (2019), maar het minimale buffervolume wordt hiermee niet bereikt.

In Vlaanderen is de ervaring met retentiedaken nog eerder beperkt, onder meer wegens de aanzienlijke investering en de vele voorwaarden en aandachtspunten. Vaak wordt al van een retentiedak gesproken bij een waterbuffering van 35 liter/m², hoewel dit eerder een algemene kwaliteitseis is voor groendaken. Een duidelijke definitie van wanneer men net van een retentiedak spreekt is nodig.

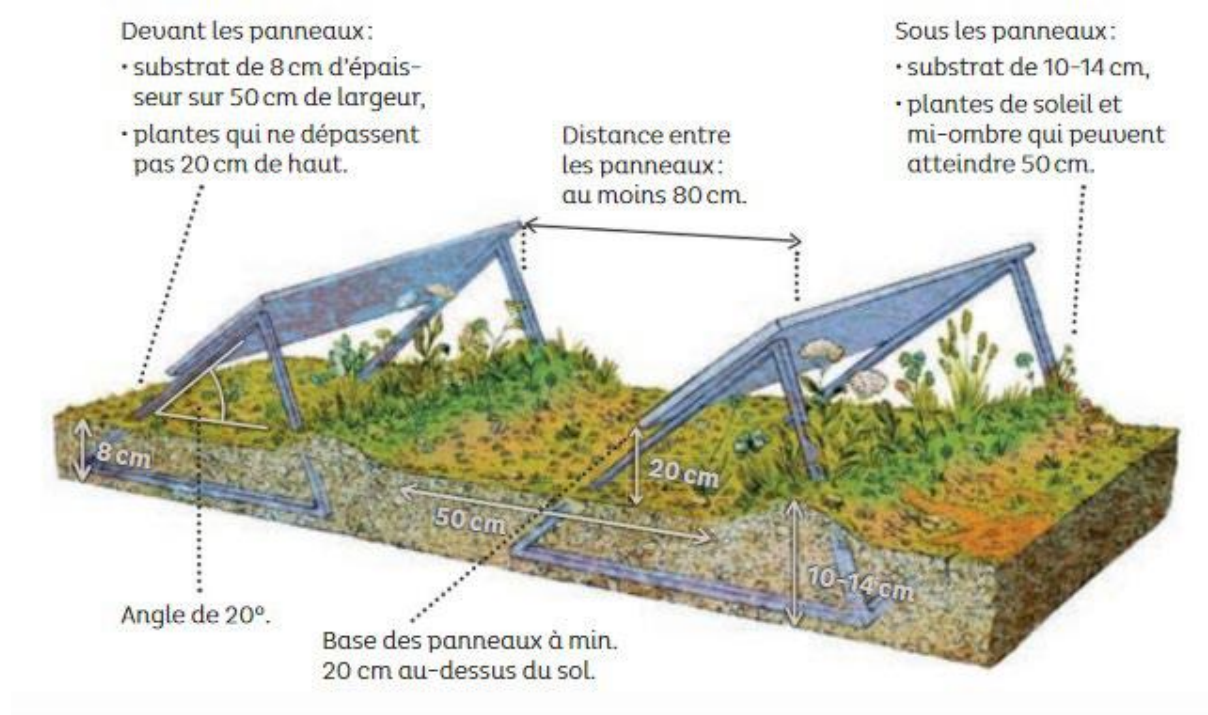
Wat zegt de sector?

Retentiedaken installeren bij 0% helling is het meest praktische. Er werd wel onlangs een retentiedak geïnstalleerd op een zorgcampus. Helling van het dak was 2% maar het is toch mogelijk (weliswaar complexer en duurder) om ook hier een retentiedak op te installeren. Dit wordt gedaan door een uitvulling te voorzien zodat er een horizontaal vlak van 0% helling gecreëerd wordt.

2.4. GROENDAKEN IN COMBI MET ZONNEPANELEN

Het is zeker interessant om een combinatie van groendaken en zonnepanelen te overwegen. Zonnepanelen functioneren namelijk optimaal bij 25°C. Op een zwart dak loopt op warme dagen de temperatuur op tot boven de 80°C wat een beduidend rendementsverlies veroorzaakt. Bij een kwalitatief groendak zorgen de planten voor verdamping en wordt de temperatuur niet hoger dan 35°C. Dit kan per jaar wel 6% meer energierendement opleveren van de zonnepanelen! Het is dan ook niet verwonderlijk dat groendakbedrijven de vraag naar deze combinatie zien toenemen. Omgekeerd zorgen de zonnepanelen ook voor een specifiek microklimaat, met afwisselend zonnige/beschaduwde, drogere/vochtigere en beschutte/geëxposeerde plekken, wat bijdraagt aan een hogere biodiversiteit. In het adviesdocument voor de stad Lausanne (Le Service des parcs et domaines de la Ville de Lausanne, 2019) is een interessante figuur opgenomen met advies om ook de biodiversiteit te verhogen bij gebruik van PV panelen (Figuur 1). Ook in de Duitse richtlijnen (FLL, 2018) zijn dergelijke richtlijnen in een beknopte tekst opgenomen.

Zo moet ervoor gezorgd worden dat de beplanting de zonnepanelen niet overschaduw. De zonnepanelen worden dus best niet te laag tegen de grond geplaatst, een minimum van 20 cm boven het substraat wordt aangeraden.



FIGUUR 1 SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN EEN GROENDAK MET ZONNEPANELEN, WAARBIJ MAXIMAAL MET DE BIODIVERSITEIT EN ENERGIE-EFFICIËNTIE WORDT REKENING GEHOUDEN (LE SERVICE DES PARCS ET DOMAINES DE LA VILLE DE LAUSANNE, 2019).

De zonnepanelen moeten gefixeerd worden zonder beschadiging aan de afdichting. Het groendak zelf kan als ballastlaag beschouwd worden. Men dient steeds rekening te houden met de windbelastingen en draagkracht van het dak. De windbelastingen zijn afhankelijk van de gebouwhoogte, helling, locatie, aantal panelen, omgeving,... Langs dakranden en hoeken worden ook grotere windbelastingen gemeten. Om het opliften, uitglijden en kantelen van de zonnepanelen te voorkomen, is toch een aanzienlijke ballastlaag nodig, afhankelijk van de situatie tussen 57 en 210 kg/m². Daarnaast is geregeld onderhoud nodig, waarbij de veiligheidsaspecten met betrekking tot valbeveiliging zeker gewaarborgd dienen te worden. Enkele systemen op de markt verankeren de zonnepanelen in een speciaal aangepaste drainagelaag, waar dan nadien de substraat- en vegetatielaag op wordt aangebracht.

Verschillende WTCB documenten bespreken de nodige aandachtspunten met betrekking tot plaatsing van zonnepanelen op platte daken, dakdetails en windbelasting (Mahieu, 2010; Dupont & Wagneur, 2012; Mahieu, 2021)

Wat zegt de sector?

De speciale systemen met de zonnepanelen geïntegreerd in de drainagelaag zijn momenteel nog zeer kostelijk en worden nog niet veel toegepast. De eenvoudigste en meest toegepaste manier van aanleg is momenteel om eerst het groendak te installeren, en nadien de zonnepanelen met ballast (tegels of een sokkel bv.) erbovenop te plaatsen.

2.5. HELLENDE GROENDAKEN

Groendaken zijn eveneens op hellende daken mogelijk, mits met enkele aspecten wordt rekening gehouden.

Tot een helling van 15% (8,5°) is de aanleg van een groendak mogelijk volgens de algemene opbouw. Bij een hogere hellingsgraad dient een afschuifbeveiliging voorzien te worden. Deze kan zich bevinden op de daknok, op de dakvoet of verdeeld over het oppervlak. De keuze van de dakafdichting kan een invloed hebben op het afglijden. Zo is een afdichting uit PVC veel gladder dan EPDM of bitumen. Omdat het water door de zwaartekracht snel naar beneden afvloeit, is bij hellende daken vanaf 25% (14°) een druppelirrigatie aanbevolen om ook het bovenste deel van het dak van het nodige water te voorzien. Ook een aangepaste drainagelaag met extra waterberging kan hierbij helpen. Boven een helling van 80% (45°) zijn groendaken niet meer mogelijk wegens technische, structurele en beplantingsproblemen (FLL, 2018). Bijlage 5 van TV 229 geeft ook aanbevelingen voor groendaken met een helling van meer dan 15%: maatregelen tegen de erosie van het substraat, blootstelling aan zonnestralen, afschuiven van de vegetatie, ...

De oriëntatie van de helling zal een invloed hebben op de vegetatieontwikkeling. Hier wordt best bij het ontwerp mee rekening gehouden, zodat de meest geschikte beplanting gekozen wordt. Het werken met vegetatiematten bij hellende groendaken wordt aanbevolen, terwijl inzaaien wordt afgeraden (zaden glijden/waaien naar beneden). Er zijn verschillende systemen op de markt, die ook extra biodiversiteit toelaten.

2.6. MOESTUINDAKEN

Dit type groendak hoort onder de intensieve groendaken omdat het een echt gebruiksdak is. De substraatdikte is dan ook hoger dan 25 cm en het dak vereist een permanente verzadigde belasting van minstens 400 kg/m². Niet alle daken lenen zich dus tot dit type groendak. Structureel moet opgelet worden dat de gebruikers (de 'moestuiniërs') geen schade toebrengen aan de onderliggende dakconstructie, dat hun veiligheid gegarandeerd is (valbeveiliging of borstwering) en dat het dak vlot toegankelijk is. Er kan gewerkt worden met extra bakken of andere installaties op het dak. Hierbij dient nagedacht te worden over de mechanische prestatie van de afdichting en de isolatie, de extra nodige draagkracht, risico op wegwaaien, de nodige irrigatievoorzieningen en eventuele nachtverlichting. Deze aspecten worden verder toegelicht in het deel 'Dakafwerking'.

Om groenten en fruit te telen is een aangepast substraat nodig met hoge waterbelasting. De standaard minerale groendaksubstraten (zie verder onder 'Substraten') voldoen niet aan de kwaliteitseisen die voor een moestuin nodig zijn. Specifiek op groendaken zijn kool- en peulgewassen, nachtschade-achtigen en soorten uit de familie van de cucurbitaceae zoals komkommer en courgette, geschikt. Op een kwalitatief moestuindak, is het mogelijk om tot 2 kg groenten en fruit per m² per jaar te telen.

2.7. DAKEN OP GRONDNIVEAU

Naast groendaken op hoogte (daken van gebouwen), behoren speciale constructies op grondniveau ook tot de groendaken. Men heeft het in deze specifieke situaties over 'verkeersdaken/parkeerdaken' die beloopbaar en/of

berijdbaar zijn voor voetgangers, auto's en zelfs vrachtwagens, en over 'dakparken' die qua opbouw overeen komen met intensieve groendaken. Het verschil zit vooral in het type substraat en de drainage die gebruikt wordt.

Op verkeersdaken komt ofwel bestrating of vegetatie of een combinatie van de twee terecht. Hieronder vindt men opeenvolgend een cunetlaag met split 0-5 mm, een draaglaag (granulaat 0/5, 0/32 of 0/45), een drainagelaag gevuld met perliet of waterretentiebox en een bescherm- en glijlaag. Doordat voertuigen (rijdend of stilstaand) voor een bijkomende belasting zorgen (lichte voertuigen tot 3 ton + de dynamische effecten), moet men hier rekening houden met het gebruik van geschikte materialen, de dimensionering en de plaatsing ervan. Zo vraagt de dakafdichting extra eisen: moet tweelaags zijn met volvlakkige hechting en extra mechanische bescherming (Noirfalisie & Dejonghe, 2014).

Het dakpark heeft een intensief substraat van minstens 25cm dikte. Vanaf een substraatdikte van 40 cm wordt ook een ondersubstraat voorzien met minder organisch materiaal voor structuurstabiliteit en goede doorworteling. De onderliggende drainage-bufferlaag is veelal en net zoals bij de verkeersdaken gevuld met perliet.

2.8. AANBEVELINGEN

- Nood aan een duidelijk classificatiesysteem

De sector stelt voor om de hoofdcategorieën te behouden en hieronder de andere subtypes te huisvesten. De hoofdfunctie van het groendak zal primeren wanneer men het over een bepaald type groendak heeft, de nadruk dient minder te liggen op de begrenzing op basis van substraatdikte of gewicht. Een overzichtelijk schema met de mogelijkheden is ook aan de orde. Hierin dient met volgende parameters rekening gehouden te worden: hoofdfunctie, onderhoud, planten, complexiteit, gewicht en draagkracht dak (belasting in m^2). Een aanzet hiervoor werd gedaan in het kader van een bachelorproef, met als resultaat een beslisboom gevolgd door bijhorende infoches (Bijlage A; Busselen Maxime, 2021).

- Nood aan een definitielijst

De verschillende terminologieën die men regelmatig tegenkomt voor groendaken dienen uniform gedefinieerd te worden. Denk hierbij aan retentiedak, tweelaags, drielaags systeem, warm dak, omkeerdak,...

- Nood aan kwaliteitseisen bij ieder type groendak

Waarom moet het groendak voldoen opdat de vegetatie 'levend blijft en zijn specifieke functies kan blijven garanderen? Minimale vereisten voor een optimaal werkend groendak dienen in het startbestek opgenomen te worden. Ook richtlijn rond maximaal aanvaardbare hoeveelheid emelten specifiek voor sedummatten.

- Verplichting tot uitvoering waterdichtheidstest

Het dak onder water zetten als techniek is achterhaald (geeft geen zekerheid wegens de aanwezigheid van een continu dampscherm dat voor waterspreiding in de isolatielaag gaat zorgen terwijl dit binnen niet zichtbaar gaat zijn). Wel kan gedacht worden aan lekdetectietechnieken (electrische fluxmeting) en rookproef, bv.. Steeds specificeren door wie de extra kost dient opgenomen te worden.

- Nood aan meer nadruk op het nodige onderhoud in de bestekken (zie verder 'Onderhoud')
- Zorg voor een duidelijke omschrijving van wat een retentiedak inhoudt en wanneer men van een retentiedak kan spreken

Een waterberging van $35l/m^2$ zou als minimale kwaliteitseis moeten voorgesteld worden. De sector zelf wil hier al ambitieuzer zijn en deze waarde optrekken tot $50l/m^2$. Van een retentiedak kan dan per definitie gesproken worden vanaf een waterberging van $50l/m^2$, op een dak zonder afschot, of met afschot en bijkomende

aanpassingen om het opvangen water gelijkmatig te verspreiden. Zowel retentiesystemen (zonder smart-control systeem) als detentiesystemen (met smart-control systeem) vallen onder de definitie van een retentiedak.

- Adviseer over de voordelen van de combinatie groendak met zonnepanelen en de aanlegmogelijkheden.

Zeker aanbevelen om eerst een berekening van de eventuele windbelastingen te laten uitvoeren!

3. VEGETATIE



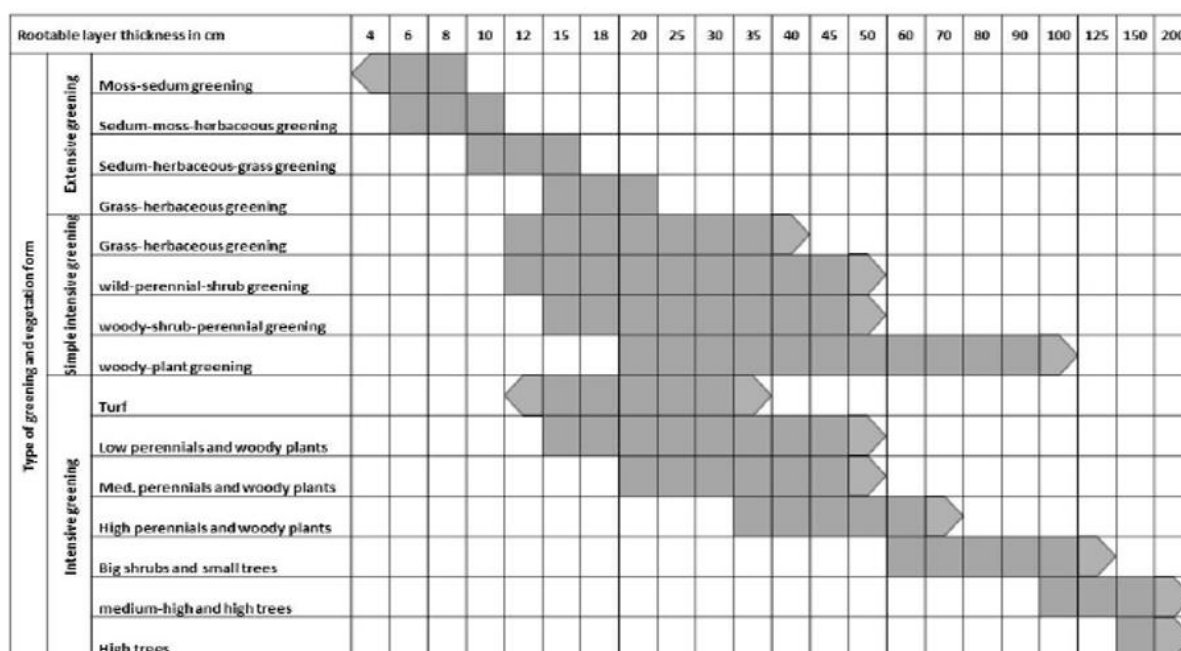
3.1. KEUZE VAN BEPLANTING

De mogelijke beplanting of vegetatie hangt af van het type groendak en hieraan gekoppeld de substraatdikte (Figuur 2). Algemeen wordt gesteld dat op een intensief groendak met een substraatdikte van 25cm of meer zo goed als alles mogelijk is qua beplanting, uitgezonderd planten met schadelijke wortels. Onder schadelijke wortels wordt verstaan een wortelstelsel stevig is (houtig) en eerder verticaal groeit waardoor de onderliggende dakconstructie beschadigt kan geraken. Ook wortelstelsels die snel groeien en fel vertakken kunnen problemen veroorzaken, aangezien ze tussen de naden van de dakbedekking zich een weg zouden kunnen vinden tot in de onderliggende dakopbouw, met lekkage tot gevolg. Een voorwaarde voor beplanting op intensieve groendaken is dat deze regelmatig onderhouden wordt (zie verder onder 'Onderhoud'), en dat irrigatie noodzakelijk geacht wordt. Dit geldt zeker voor een grasdak, dat best bestaat uit een mengeling van soorten uit de genera *Festuca*, *Poa*, *Lolium* en *Agrostis*.

Ook voor semi-intensieve groendaken geldt dat planten met schadelijke wortels vermeden moeten worden. De beplanting bestaat hier uit grassen, laag groeiende planten en kleine struiken. Voorwaarden zijn dat de planten snel een hoge bedekking moeten geven, vorstbestendig en voldoende droogtetolerant moeten zijn. De beplanting stelt minder eisen op vlak van substraatdikte, waterhuishouding en onderhoud, hoewel een goede opvolging (minstens 2x per jaar onderhoud) en watergift bij langdurige droogte noodzakelijk is om een kwalitatief groendak op lange termijn te behouden.

Tot slot kan voor extensieve groendaken een combinatie van mossen, vetkruiden en specifieke vaste planten gekozen worden. Het substraat is doorgaans slechts enkele centimeters dik (zie verder onder 'Substraat'). Watertoevoer en bemesting zijn niet vereist volgens de gebruikte bronnen. Dit wensen we te nuanceren,

aangezien voor een goed functionerend en kwalitatief groendak toch wel water voorzien moet worden, zeker in de beginfase en nadien tijdens langdurige droogte. Ook bemesting kan de groei en het voorkomen van de sedumbepanting verbeteren. Voor dit type groendak is een meer ongeorganiseerd uitzicht, met vrije of 'wilde' groei, veroorloofd. Mossen maken zeker ook onderdeel uit van de bepanting op een extensief groendak. Ze komen vaak vanzelf na een jaar of twee op het groendak terecht en nemen de plekken in die het meest geschikt zijn, vaak zijn dit de schaduwrijkere plekken. De vereisten voor de bepanting zijn een trage groei, groot regeneratievermogen en hoge weerstand tegen warmte en vorst. Dit werkt de zelfstandigheid van het groendak in de hand en maakt dat onderhoud slechts minimaal nodig is (1 à 2x per jaar). Verder zou volgens de literatuur een extensief groendak niet geschikt zijn voor schaduwrijke daken, met de reden dat spontane soorten ofwel 'onkruiden' dan meer kans hebben om op het dak te groeien. Vanuit het oogpunt van biodiversiteit hoeft dit geen probleem te vormen, zolang de extra plantensoorten geen schade kunnen toebrengen aan de onderliggende dakconstructie, bieden ze ecologisch een meerwaarde voor het groendak. Ze zorgen voor meer bloei, trekken meer soorten aan voor voeding en schuil- of nestplaats, en dragen bij aan een aangenamer microklimaat. Het komen en gaan van extra soorten is trouwens ook een natuurlijk proces, als de omgevingsomstandigheden goed zijn zullen soorten hier trachten te overleven, maar als de condities op het groendak te extreem worden voor de minder geschikte soorten, zullen deze ook weer vanzelf verdwijnen.



FIGUUR 2 SCHEMA VAN MOGELIJKE BEPLANTING IN FUNCTIE VAN SUBSTRAATDIKTE (FLL, 2018)

Er zijn verschillende factoren om mee rekening te houden wanneer men bepanting voor groendaken kiest (WTCB, 2006):

- esthetiek
- omgevingscondities
- levenscyclus
- dominantiegedrag
- herkomst (voorkeur voor inheemse soorten)
- onderhoudsgemak
- bladproductie
- ontvlambaarheid en brandgedrag
- technische en ecologische invloed op gebouw en bewoners
- bio-ecologische impact op omgevende fauna

Volgens de Duitse FLL richtlijnen is de bepaling van de lokale omgevingscondities een essentiële voorwaarde om langdurig succes van de vegetatie op het groendak te verzekeren. Onder de lokale omgevingscondities wordt verstaan:

- het klimaat en weersafhankelijke factoren (onder andere de jaarlijkse neerslag, droogteperioden, uren zonnestraling,...)
- Structuurafhankelijke factoren (onder andere schaduw/zon op het dak, stress door reflectie tegen gebouwen, windexpositie, hellingsgraad,...)
- Plantspecifieke factoren (onder andere de gevoeligheid voor hoge temperaturen en chemische emissies, competitiviteit, agressieve wortels,...)

Qua plantensoorten is er een grote waaier aan mogelijkheden, gaande van horticulturele soorten tot bijna volledig natuurlijke plantengemeenschappen. De keuze hangt ook af van de hoofdfunctie die het groendak moet vervullen. Is dit het bufferen van regenwater, dan kiest men bvb. voor vetplanten. Is de hoofdfunctie eerder het verhogen van biodiversiteit, dan is een mix met inheemse soorten die ook in de lokale omgeving voorkomen de beste keuze.

Klimplanten kunnen ook aangeplant worden op groendaken, maar deze zijn algemeen gevoeliger voor vorst en de zuurtegraad van het substraat. Hiernaast zijn bloembollen zoals Alliums en Iris (bvb. *Iris lutescens*) en éénjarige kruiden ook interessant hoewel ze slechts een zeer korte tijd in bloei staan.

Wat zegt de sector?

In de praktijk wordt het meest rekening gehouden met de draagkracht van het dak, het brandgedrag (vandaar de voorziening van grindstroken en beperking van de plantenhoogte), het onderhoudsgemak, de esthetiek/belevingswaarde en tot slot ook de biodiversiteit niet onbelangrijk. Echter wordt aangehaald dat er wel meer aandacht zou moeten besteedt worden aan volgende factoren: klimaatverandering, waterhuishouding, en duurzaamheid en daarmee gepaard het gebruik van circulaire materialen en de bio-ecologische impact.

In Figuur 2 is een groendak met beplanting al mogelijk op 4 cm substraat. Echter zou men voor een kwalitatief groendak met goed groeiende beplanting op lange termijn minstens moeten vertrekken van een substraatdiepte van 8 cm (exclusief inklinking na aanleg). In realiteit is dit nog zeer moeilijk te bewerkstelligen wegens de sterke prijzenconcurrentie op de markt. Een afdwingbaarheid en update van de TV 229 zijn hier echt aan de orde! De sector engageert zich alvast via de Belgische Federatie voor Gevel- en Dakgroen om een charter op te stellen met kwaliteitsvereisten. Bouwheren, aannemers en architecten moeten van deze vereisten op de hoogte zijn.

3.2. BIODIVERSITEIT OP GROENDAKEN

Biodiversiteit zal in de toekomst steeds vaker worden meegenomen als gunningscriterium voor aanbestedingen. Diversifiëren in de beplanting heeft veel ecologische voordelen. Een belangrijke troef is dat het de duurzaamheid van het groendak op lange termijn bevordert. Hoe meer soorten, hoe efficiënter de beschikbare bronnen (water, licht, voedingsstoffen) benut worden en hoe resistenter het groendak is tegen omgevingsinvloeden zoals droogte, hittegolven, vervuiling. De bijdrage aan verschillende ecosysteemdiensten waaronder regenwaterretentie, verkoeling en luchtzuivering worden hierbij ook verbeterd. Een gevarieerde beplanting met minstens 20 plantensoorten biedt dus meer kans op succes onder extreme condities in vergelijking met een monocultuur waar slechts één type beplanting wordt voorzien. Verder dient nog opgemerkt te worden dat de voorkeur uitgaat naar inheemse, lokale beplanting! Deze soorten zijn beter resistent tegen lokale omgevingscondities, ziekten en plagen, en bieden een meerwaarde voor lokale fauna (bvb. waardplant voor vlinders). Wanneer men er bijvoorbeeld in slaagt om een inheemse plantengemeenschappen na te bootsen op groendaken die in verbinding staan met gelijkaardige plantengemeenschappen in een omringend natuurgebied, creëren we natuurverbindingen in de stedelijke omgeving. We geven zo met andere woorden de lokale natuur meer broodnodige ruimte.

Niet enkel de plantensoorten dienen onder de loep genomen te worden, het hele ontwerp moet biodiversiteit in de hand werken. Hieronder alvast enkele tips om in rekening te brengen bij biodivers groendakontwerp:

- Structuurvariatie is heel belangrijk. Hiermee bedoelen we enerzijds een afwisseling tussen hogere en lagere beplanting met variatie in groeivorm, en anderzijds variatie in substraatdikte.
- Zorg voor beplanting waar organismen voedsel, voortplanting en veiligheid op het groendak kunnen vinden (VVV)
- Stem het substraat af op de gewenste vegetatie. Een lichte verhoging of verlaging van de hoeveelheid organisch materiaal kan het succes van bepaalde plantensoorten in de hand werken.
- Extra elementen zoals een waterpartij, specifieke voedsel biedende planten, windresistente nestplaatsen en vorstvrije schuilplaatsen verhogen de kans dat insecten en vogels zich thuis voelen op het groendak
- Rekening houden met het lokale klimaat (regenval, temperatuur, richting en kracht van de wind) alsook de hoogte van het gebouw, om de geschikte vegetatie te bepalen. Een plant die niet goed groeit, heeft weinig meerwaarde voor biodiversiteit.
- Een vegetatiemat is vaak beperkt in aantal plantensoorten, meestal enkel vetplanten. Dit limiteert ook de spontane kolonisatie omdat de vegetatiemat reeds is dichtgegroeid. Een mogelijkheid is om zaden van kruiden in te zaaien in de vegetatiemat, en om op het groendak naast het gebruik van vegetatiematten ook ruimte te voorzien voor meer natuurlijke plantenontwikkeling.
- Zorg voor voldoende watergift tijdens de aanlegfase. Zeker wanneer planten uit zaad moeten ontwikkelen, is een voldoende dik en vochtig substraat noodzakelijk.
- Werken met voorgekweekte plugplantjes zorgt voor meer controle over wat aangeplant wordt. Ook hier is een kwalitatief substraat aan de orde.
- Hou rekening met de draagkracht van het dak. Mix van vetplanten best op de minst draagkrachtige stukken van het dak, op de andere delen een biodiverse mix met grassen, kruiden, bloembollen en indien mogelijk struiken en extra elementen.

De transitie van de eerder traditionele groendakbeplanting naar een meer lokale en biodiverse beplanting verloopt moeizaam. Momenteel is er namelijk nog een gebrek aan kennis omtrent welke soorten duurzaam in staat zijn om zich onder extreme condities van een groendak te handhaven. Verder is ook iedere locatie anders wat betreft microklimaat en omgeving, waardoor een verkennend vooronderzoek dient te gebeuren. Aannemers, ontwerpers en groen(dak)bedrijven kunnen zich laten bijstaan door een ecooloog. Deze kijkt naar de natuurwaarden in de omgeving (soortwaarnemingen, Rode lijst soorten, groene en blauwe structuren, gebouwen in de omgeving,...). Daarnaast kan deze ook info leveren wat betreft het nodige onderhoud om de gecreëerde biodiverse beplanting in stand te houden.

Wat zegt de sector?

We dienen te beseffen dat we natuurlijke condities zo goed mogelijk kunnen nabootsen op een groendak, maar dat een groendak nooit een volledige compensatie kan bieden, we spreken eerder van een 'semi-natuurlijke situatie'. Naast biodiversiteitsverhoging, zijn er trouwens nog andere prioriteiten waar momenteel ook op ingezet dient te worden. Zo moeten er eerst meer groendaken komen die de waterbuffering kunnen verzekeren. Een goed functionerend waterretentiedak kan trouwens de biodiversiteit bevorderen! Verschillende functies worden zo in de hand gewerkt.

3.3. AANPLANT EN INZAAIEN

Volgens de Franse richtlijnen (Adivet, 2018) wordt aangeraden om bij aanleg met sedumstekjes een hoeveelheid van 80-100g/m² te gebruiken. Bij de Duitse richtlijnen (FLL, 2018) is dit iets minder maar is men meer specifiek, namelijk 60g/m², met een minimum van 100 sedumstekjes (stukjes vetplant) van minstens vier soorten. Minstens

75% van de sedumstekken moeten behoren tot de afgesproken soorten Sedum, en deze moeten uiteindelijk ook op het groendak in goede conditie terug te vinden zijn.

Wanneer gezaaid wordt, raadt men ook aan om 3000-5000 zaden/m² uit te strooien (FLL, 2018). Er kan ook gekozen worden voor een mengeling van sedumstekjes en kruidenzaden. In dat geval hanteert men de richtlijn: 1500-3000 zaden/m² met 30g/m² sedumstekken, met een minimum van 50 sedumstekjes van minstens 4 soorten. Het zaadmengsel moet minstens voor 60% uit de voorgeschreven soorten bestaan.

Plugplantjes (voorgekweekte planten ofwel potplanten) dienen aan een hoeveelheid van minstens 16 planten/m² aangeplant te worden. Deze plantjes worden verondersteld een potvolume van 50cm³ te hebben. Is het potvolume kleiner/groter, dan wordt de hoeveelheid aan te planten planten evenredig verlaagd of verhoogd. Bij plugplantjes is tot 5% uitval toegelaten, op voorwaarde dat een 'gesloten' indruk van de totale aanplant behouden blijft.

Vegetatiematten dienen stevig beworteld te zijn, de planten mogen dus niet loslaten, en ze moeten bij aanleg voor minstens 80% bedekt zijn. Bij vegetatiematten zal er een substraatverlies zijn tijdens transport en installatie. Dit verlies mag niet meer dan 3% bedragen, en er mag lokaal niet meer dan 30cm² verlies zijn. Per m² mogen niet meer dan 10 van dergelijke 'gaten' voorkomen.

Naast de keuze tussen de manier van aanplanting en de daarbij behorende hoeveelheden, zijn er nog enkele praktische aspecten om bij aanleg rekening mee te houden:

- Rechtstreeks inzaaien op het dak kan zorgen voor problemen. De kans op het wegspoelen of wegwaaien is dan reëel.
- Beste periode van inzaaien of aanplanten is eind september/begin oktober of eind maart/begin april. Planten tijdens vorst of droogte moet absoluut vermeden worden!
- Zorg dat zaden en stekken uniform uitgezaaid worden, ze moeten minstens 60% van het substraat bedekken
- Vaste planten en bloembollen dienen opgekweekt te zijn en mogen niet rechtstreeks uit de natuur genomen te worden.
- Bij gebruik van turf (= grasmatten voor intensief gebruik) mag dit geen zaden van vlinderbloemigen zoals klavers bevatten. Opgelet: turf is geen duurzame keuze! Geef de voorkeur aan duurzame alternatieven!
- Opletten voor te hoge bemesting, dit mag niet leiden tot het verwelken van de beplanting!
- 'Lokaal' plantenmateriaal slaat op de lokale herkomst van zaden, en dus genetische eigenschappen die zorgen dat die planten aangepast zijn aan de heersende omgevingscondities. Het mag niet verward worden met herkomst uit een lokale kwekerij, daar kunnen de planten geïmporteerd zijn uit andere gebieden. Let ook op duurzame teeltwijze (geen gewasbeschermingsmiddelen) om geen negatieve invloed op de biodiversiteit uit te oefenen.
- Maak ook deels gebruik van grond vrijgekomen tijdens de plaatselijke grondwerken. Deze 'natuurlijke' grond is rijk aan biodiversiteit (bacteriën, fungi, mieren, regenwormen,...) die de vruchtbaarheid van het substraat verbeteren. Hierin is ook een 'zaadbank' aanwezig van lokaal aangepaste plantensoorten.

Wat de snelheid van bedekking na aanplanting betreft, geven de Franse richtlijnen volgende cijfers weer (Tabel 5):

TABEL 5 BEDEKKINGSGRADEN AFHANKELIJK VAN DE MANIER VAN AANLEG (ADIVET, 2018)

Mode de mise en œuvre	Période de mise en œuvre ^a	Taux initial après mise en œuvre	Taux de couverture à 1 an	Taux de couverture à 3 ans
Éléments précultivés (plaques, tapis, systèmes « tout-en-un »)	Toutes saisons	≥ 70 %	≥ 80 %	≥ 80 %
Plantation de micro-mottes ou godets	Printemps ou automne	≥ 5 %	≥ 60 %	≥ 80 %
Semis de fragments ou de graines	Printemps ou automne	0 %	≥ 40 %	≥ 80 %
^a : sauf périodes de sécheresse ou de gel				

Hieruit valt af te leiden dat bij de keuze van een voorgekweekte vegetatiemat of cassette, die eerder wanneer tijdens het jaar kunnen aangelegd worden, meteen een bedekking van minstens 70% bereikt wordt, wat toeneemt tot minstens 80% na één jaar. Bij aanleg met plugplantjes is de initiële bedekking minstens 5%, maar dit zou snel moeten oplopen tot minstens 60% na één jaar en vervolgens minstens 80% na een periode van drie jaar. Voor sedumstekjes en kruidenzaden is de ontwikkeling een pak trager, geen bedekking na aanleg, minstens 40% na jaar 1 en eenzelfde bedekkingsgraad van minstens 80% na drie jaar. Belangrijke opmerking hierbij: voor het bepalen van de bedekkingsgraad wordt enkel gekeken naar de afgesproken/voorgeschreven plantensoorten. De soorten die spontaan ontwikkelden doorheen de tijd mogen worden hier niet mee in rekening genomen. Deze spontane soorten mogen bijgevolg niet meer dan 20% van de totale bedekking bedragen, anders kan niet gesproken worden van een succesvolle vegetatiegroei.

Wat zegt de sector?

Door de terugkerende hittegolven en lange droge perioden, is het voorjaar een minder geschikt moment geworden voor aanleg van beplanting op een groendak. Verschillende bedrijven veranderden reeds hun strategie en leggen enkel beplanting aan in het najaar in voldoende vochtige omstandigheden.

De hoeveelheid sedumstekjes die bij ons gehanteerd wordt is hoger dan voorgeschreven in buitenlandse richtlijnen. Zo gebruiken verschillende bedrijven een minimum van 150-200 g/m² sedumstekken om een optimaal resultaat te bekomen. Hierin zitten 4 à 6 sedumsoorten.

Qua manier van aanplant zien we bij de bedrijven een tegenstrijdigheid. Het ene bedrijf geeft de voorkeur aan voorgekweekte sedummatten, de ander aan inzaaien. Werken met zaadgoed brengt beperkingen met zich mee (meer startonderhoud, beperkte aanlegperiode, trage ontwikkeling). Het voordeel is de hogere waarde naar biodiversiteit toe. Kruiden inzaaien als extra accent, ter aanvulling op sedumstekjes, wordt ook als optie genoteerd.

3.4. AANBEVELINGEN

- De gewenste doelvegetatie opnemen in het bestek

Deze moet duidelijk omschreven en gespecificeerd zijn in het bestek, evenals de bijhorende onderhoudsmaatregelen en mogelijke veranderingen als gevolg van omgevingscondities

- Verhoog de kennis omtrent biodiverse groendakbeplanting

Dit kennistekort situeert zich hoofdzakelijk aan het begin van de keten, bij het groendakontwerp. Zowel bouwheren, aannemers, architecten/(groen)ontwerpers als adviseurs dienen de nodige kennis te beschikken

over waarom biodiverse groendakbeplanting een noodzaak is, en welke (lokale) plantensoorten in aanmerking komen. Dergelijke kennis dient opgenomen te worden in opleidings- en bijscholingsaanbod.

- Zorg voor een geupdate lijst van plantensoorten die geschikt of die schadelijk kunnen zijn voor de dakconstructie

Op de campagne website www.limburgsegroendakenengevels.be kan een greep uit het aanbod aan *Sedum*, inheemse kruiden, grassoorten en bolgewassen gevonden worden die het goed doen op groendaken vanaf 8cm substraatdikte, (semi)-intensieve daken en biodiversiteitsdaken. Een lijst met plantensoorten die gekend zijn omwille van hun 'schadelijke wortels, rhizomen of wortelstokken' dient eveneens raadpleegbaar te zijn. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij ontwerp en tijdens het onderhoud. Ook planten die snel dominant of invasief kunnen worden en de andere beplanting in aantal en bedekking kunnen onderdrukken, dienen op deze lijst vermeld te worden (bvb. *Parthenocissus quinquefolia* en *P. tricuspidata*). De FLL plantenlijst kan hiervoor reeds als basis genomen worden. In de Zwitserse stad Lausanne gaat men zelfs een stapje verder, hier werd een lijst opgesteld met plantensoorten die niet in zaadmengsels voor groendaken mogen zitten wegens niet-inheems (exotisch) of geen lokale herkomst (Bijlage B).

- Maak een substraatdikte van minstens 8cm (na inklinking en inclusief de substraatdikte van de eventuele vegetatiemat) of minimum 35l/m² waterbuffering in substraat + drainage afdwingbaar

Deze substraatdikte is een minimumvoorwaarde om garantie te kunnen bieden dat planten in goede conditie blijven, samen met een geregelde onderhoudsbeurt en watergift tijdens lange droge periodes. Afdwingbaar maken van deze substraatdikte ten voordele van meer kwaliteitsvolle groendaken zou dus zeker overwogen moeten worden. OPMERKING: Enkel in situaties waar de draagkrachtigheid van het dak niet voldoende is, kan een dunner alternatief, bvb. op basis van Sedumcassettes of mosmatten (<https://www.300bomen.be/over-300-bomen>), overwogen worden.

- Irrigatierichtlijn mee opnemen in TV

De laatste jaren hebben we regelmatig te maken met hittegolven, waaronder zelfs sedumbepanting lijdt. Regelmatig bijkomend water geven blijkt dan ook op extensieve groendaken een noodzaak. Wat watergift betreft zijn ook hier richtlijnen nodig om de meest duurzame keuzes te maken en de watergift af te stemmen op de waternood.

- Richtcijfers opnemen in TV over hoeveelheid plantenmateriaal bij aanplant en de verwachte bedekkingsgraden

Sedumstekken: 150-200g/m² geadviseerd. Ideaal moment om beplanting aan te brengen, gegeven de huidige onvoorspelbare weerscondities in het voorjaar, is het najaar. Na drie jaar zouden alle groendaken, ongeacht het type aanplant, een minimale bedekkingsgraad van 80% moeten bereikt hebben.

4. SUBSTRAAT



4.1. DEFINITIE

Wanneer informatie over groendaksubstraat wordt opgezocht, valt op te merken dat er geen eenduidige definitie is. Volgens TV229 (WTCB, 2006) is het de laag waarin de vegetatie wordt geplant, waarbij in tegenstelling tot tuinbodems (leem, zand, ...) het groendaksubstraat een lagere volumieke massa heeft en speciaal voor groendaken ontwikkeld werd. De Duitse richtlijnen (FLL, 2018) omschrijven het als een bodemvervanger gemaakt van een mix van materialen of van geadapteerde bodems overeenkomstig de vegetatievereisten. In de UK (The Green Roof Organisation, 2014) is sprake van een samengestelde bodem bestaande uit een specifieke ratio van organische en inorganische componenten, specifiek ontworpen om planten te voorzien van voldoende lucht, water en voedingsstoffen nodig voor hun overleving, en waarbij het overtollige water kan wegvloeien.

Wat zegt de sector?

De bestaande omschrijvingen van groendaksubstraten dekken de lading niet steeds. Zo is de definitie volgens het subsidiereglement van Gent dat substraat een natuurlijk (niet-chemisch) product dat zorgt voor structuur en voor de opslag van water, lucht en voedingsstoffen (minerale en organische elementen) in een groendak in functie van de gewenste vegetatie. De substraatlaag is met andere woorden de bewortelbare ruimte waaruit de vegetatie haar voedingsstoffen haalt.

4.2. SAMENSTELLING EN DIKTE

De samenstelling van het substraat heeft een zeer belangrijke invloed op de planten aanwezig op het dak en op de biodiversiteit die het groendak herbergt. Het moet over een aantal fysische eigenschappen beschikken. Het

ideale substraat moet een goed waterhoudend vermogen combineren met een zekere drainagecapaciteit zodat de planten niet verdrinken. Het moet ook de nodige voedingsstoffen kunnen vasthouden, niet te zwaar voor het dak zijn en bestand zijn tegen erosie (water, wind). De substraten op de markt vandaag de dag, voldoen slechts gedeeltelijk aan dit ideaal. Ze zijn voornamelijk gemaakt van minerale materialen van groot kaliber, vanwege hun drainerende rol ondanks hun hoge dichtheid: 70-90% grind, puzzolaan, gemalen bakstenen, zand, waaraan 10-30% organisch materiaal wordt toegevoegd met essentiële voedingsstoffen voor de plantengroei, voor het verlichten van het substraat en voor de structuur. Het organische materiaal vormt ook de basis voor de aanwezigheid van microfauna.

Om bovenstaande functies te kunnen garanderen, dient het substraat een bepaalde dikte te hebben. Voor extensieve groendaken met vetplanten is een substraatdikte van 8cm aangeraden, kruidenplanten gedijen beter in een iets dikker substraat van 10à15cm (The Green Roof Organisation, 2014). Wanneer met vegetatiematten gewerkt wordt, is het substraat al deels verwerkt in de vegetatiemat. In dit geval kan het onderliggende substraat wat dunner aangebracht worden, zodat het totale pakket een minimumdikte van 8cm substraat bevat ofwel voldoet aan de vereiste van een waterbuffering van minstens 35l/m² in substraat + drainage.

Qua samenstelling zijn momenteel geen officiële voorschriften voorhanden voor België. Momenteel kunnen de samenstellingen van substraten in België niet gecontroleerd worden. Er wordt aangewezen om de Duitse FLL richtlijnen te volgen, maar de nood aan een eigen normering en kwaliteitscontrole dringt zich op (Tabel 6).

TABEL 6 COMPONENTEN DIE ONDERDEEL KUNNEN UITMAKEN VAN GROENDAKSUBSTRAAT (FLL, 2018)

Organische elementen	Minerale elementen	Chemische elementen
• Turf • Compost • Teelaarde van bladeren • Min of meer ontbonden mest van diverse origine • Organische mest • Planten of andere elementen van maritieme oorsprong • Uitwerpselen vogels	• Rijn- of rivierzand • Geëxpandeerde kleikorrels • Lavasteen • Geëxpandeerde schist • Puimsteen (bims) • Vermalen dakpannen uit gebakken klei • Grind	• Polystyreenvlokken • Ureumformaldehydevlokken • Waterophoudende polymeren • Chemische mest

Bij intensieve groendaken, waarbij de substraatdikte meer dan 35 cm bedraagt, dient de hoeveelheid organisch materiaal verlaagd te worden of moet men overgaan tot plaatsing van een bovenlaag met een onderlaag zonder organisch materiaal. Voor extensieve groendaken bestaat het substraat voornamelijk uit minerale elementen.

Een substraat heeft een bepaalde zuurtegraad (pH). Deze moet in overeenstemming zijn met de vereisten van de beplanting. Algemeen ligt de pH tussen 6 en 8,5 en schommelt ze dus rond de neutrale waarde 7. Verzuuring van de pH na verloop van tijd kan optreden en moet vermeden worden. Dit kan door het aanbrengen van bekalking tijdens de onderhoudsbeurt (zie verder bij 'Onderhoud'). Soms worden planten gebruikt die liever op iets zuurder substraat staan, in dat geval dient deze lagere pH gespecificeerd te zijn in het bestek.

Tuingrond en teelaarde in het algemeen zijn absoluut niet geschikt omwille van verschillende redenen: verdichting, verzuuring, afname opslagcapaciteit voor water en lucht, hoge droge massa, moeilijk te bevochtigen na volledige uitdroging, aanwezigheid van zaden van ongewenste plantensoorten. Nog al te vaak worden daktuinprojecten op ondergrondse parkings aangelegd met tuingrond, waarbij men vaststelt dat na enkele jaren alles dichtslibt.

Ook rotswol is een materiaal dat regelmatig als substraat wordt gebruikt, hoewel de toepassing ervan de laatste jaren vermindert en men het materiaal omwille van de negatieve ervaringen wil bannen uit het groendakontwerp. Rotswol wordt namelijk afgeraden door de zeer lage waterafvoerende capaciteit. Hierdoor blijft het materiaal lang waterverzadigd waardoor de vetplanten op termijn verdwijnen. Daarnaast hechten plantenwortels zich sterk vast in de rotswol, waardoor deze bij het verwijderen van ongewenste beplanting tijdens onderhoudsbeurten meer en meer beschadigt raakt. Door het gewicht van de bovenliggende lagen (substraat en vegetatie) wordt de rotswol ook samengedrukt waardoor deze zijn functie verliest. Eens samengedrukt zet ze niet meer uit en kan ook geen water meer opnemen.

Nog enkele bemerkingen waarbij men met groendaksubstraat dient rekening te houden:

- Opletten met te veel zout, en te weinig beluchting. Compactatie ofwel verdichting van de bodem moet dus vermeden worden, dit wordt in de hand gewerkt door het gebruik van de structuurstabiele minerale elementen.
- Organische stoffen bevorderen de groei van ongewenste planten. Een maximum van 10% wordt toegelaten (FLL, 2018). Ook voor voorkomen van interne verspreiding van brand, is het belangrijk om de hoeveelheid organisch materiaal zo laag mogelijk te houden.
- Na aanleg zal het substraat nog 'inklinken'. Een inklinking van 20% voor extensieve groendaken en <10% voor intensieve groendaken tot 50 cm wordt getolereerd (FLL, 2018). Deze inklinkingsfactor voor intensieve groendaken blijkt uit praktijkervaring achterhaald en dient herbekeken te worden in de nieuwe TV.
- Na aanleg is het groendak onderhevig aan erosie door wind en regen. Om dit te voorkomen kan eventueel een stro- of kokosmat aan het oppervlak voorzien worden
- Sommige materialen hebben de neiging om te gaan eroderen na aanleg. Puimsteen en bims bvb. zijn zeer licht in gewicht en hebben een gesloten cellenstructuur, en men merkt dat deze komen bovendrijven indien het groendak verzadigd is na een felle regenbui. Materialen met open cellenstructuur zouden dit probleem kunnen oplossen.
- Substraat moet bij aanleg vrij zijn van plantenzaden. Indien voor specifieke doeleinden natuurlijke bodem wordt gebruikt als toevoeging aan groendaksubstraat, kan best niet de toplaag gebruikt worden, tenzij het om biodiversiteitsredenen de bedoeling is om een natuurlijke conditie na te bootsen.
- Andere detecteerbare materialen met diameter >6 mm zoals tegels, glas, keramiek,... mogen niet meer dan 0,3 massa% bedragen. Hoeveelheid metalen en plastics mogen niet meer dan 0,1 massa% bedragen, en niet meer dan 10cm²/l substraat.

Wat zegt de sector?

Heel eenduidig: normering voor groendaksubstraten is aan de orde. Richtlijnen zonder normen hebben weinig draagkracht!

4.3. WAT MET REGENWATERRECUPERATIE?

Wat recuperatie van regenwater betreft, zorgen groendaken voor een contradictie. Op jaarbasis komt slechts gemiddeld 10% (intensieve groendaken met >50cm substraat) tot 50% (extensief groendak met 6-10cm substraat) van het hemelwater in de afvoer terecht. De buffercapaciteit van een groendak is dus beduidend en in periodes van droogte zal er helemaal geen afvloeien zijn voor eventueel hergebruik.

Het regenwater dat op een groendak terecht komt wordt enerzijds gezuiverd, maar anderzijds worden ook stoffen opgenomen uit de verschillende lagen, zeker wanneer het groendak geregeld bemest wordt. Verschillende bronnen spreken elkaar tegen, de ene toont aan dat het effluent voldoet aan drinkwaternormen en dat enkel de verkleuring niet voldeed (o.a. Fischer & Nättscher, 2002), de andere toont aan dat er toch bepaalde drinkwaternormen overschreden worden. Testen van het WTCB uit 2003 en 2014 tonen onder meer

een toename aan biodegradabele stoffen, sulfaat, kalium en bacteriën aan. Zelfs na tien jaar was er nog steeds een aanrijking met verschillende stoffen en ook de verkleuring blijft aanwezig (WTCB, 2014). Ook dragen sommige dakafdichtingen bij tot verkleuring van het afstromende water, indien men werkt met bitumen of een gecombineerd systeem zoals bitumen/EPDM. Dakafdichtingen van enkel EPDM zorgen niet voor verkleuring.

Regenwater dat afgevoerd wordt van het groendak heeft dus geen drinkwaterkwaliteit en mag momenteel niet zomaar op de regenwaterput aangesloten worden. Door de verkleuring die optreedt, beschouwt men het water als niet geschikt voor huishoudelijke toepassingen (uitgezonderd sanitair). Eventueel kan het water wel eerst opgevangen worden in een bezinktank met zuurstofverrijking, waarna het door verschillende filters passeert: zelfreinigende filters, filters van 5 en 25 μm , actieve koolfilter voor ontkleuring, en eventueel ook membraanfiltratie voor verwijdering van micro-organismen. Een actieve koolfilter blijkt in de praktijk echter vaak onvoldoende om de verkleuring weg te krijgen. Momenteel is de meest gangbare en eenvoudigste keuze om de afvoer van het groendak aan te sluiten op een regenton voor bewatering van de tuin, of onmiddellijk te laten infiltreren.

Ook om de vraag naar en de discussies over regenwaterrecuperatie en hergebruik ervan aan te pakken, is een normering in verband met substraatkwaliteit aan de orde! Het gebruik van een mechanische antiworteldoek in plaats van een chemische, een absoluut minimum aan organisch materiaal, en het bannen van chemische meststoffen of biociden op het groendak, helpen al een deel voor het verhogen van de kwaliteit van het gerecupereerde regenwater.

4.4. INNOVATIE EN ONTWIKKELING

Innovatie is nodig opdat bedrijven hun groendakmaterialen kunnen blijven verbeteren en economische waarde kunnen creëren. Innovatie zorgt zowel voor een kwalitatief beter aanbod van producten, als voor een effectievere productie van deze producten. De noden op de markt zijn dynamisch, denk bijvoorbeeld aan de huidige focus op circulariteit van materialen, en door innovatie kan hierop ingespeeld worden. Innovatie is dus nodig, maar door het gebruik van richtlijnen en hieraan gekoppeld een eventuele normering, worden innovatiemogelijkheden ook beperkt. De TV 229 (WTCB, 2006) waarschuwt ook om voorzichtig te zijn wat betreft revolutionaire nieuwigheden waarvan de evolutie op termijn nog onvoldoende gekend is. Zo zouden sommige waterophoudende polymeren onder invloed van krimp- en zwellingscycli naar de oppervlakte migreren, waar ze door UV-straling worden vernietigd. We dienen er dus voor te zorgen dat de richtlijnen in de nieuwe TV 229 effectief richtinggevend zijn en de kennis verhogen, maar dat deze nieuwe ontwikkelingen die de groendakkwaliteit nog verder verbeteren, niet in de weg staan.

De samenstelling van het substraat voor extensieve groendaken is aangepast aan het 'Sedum-model'. Het is dus nodig om het aan te passen om de ontwikkeling van een gevarieerdere beplanting mogelijk te maken. Een deel van de minerale fractie kan bijvoorbeeld fijner gemaakt worden om het waterhoudende vermogen te verbeteren. Sommige van de toegepaste materialen zijn trouwens niet hernieuwbaar of vereisen een energie-intensieve of niet-duurzame voorbewerking. Zo bevatten de Duitse substraten meer mineraal lavagesteente dat veel water vasthoudt, maar op zich niet milieuvriendelijk is. Deze moeten zo veel mogelijk vervangen worden door lokale materialen. Over het algemeen kan gesteld worden dat niet hernieuwbare materialen zoals bvb. turf vermeden dienen te worden en men de voorkeur dient te geven aan duurzamere, lokale materialen.

De zoektocht naar een geschikt duurzaam substraat is zeer complex. Misschien moet men hier eerder denken aan een mensgemaakt product. Het is een uitdaging om de condities van een natuurlijke bodem na te bootsen. De samenstelling van een duurzame en goed functionerende artificiële bodem is zeer delicaat omdat er zeer veel factoren zijn om in rekening te brengen en omdat de interacties tussen de levende en niet-levende elementen zeer complex zijn en op elkaar afgestemd moeten worden. De materialen moeten ook continu voorradig zijn.

Momenteel onderzoekt men onderstaande alternatieven:

- Proefcentrum Sierteelt: onderzoek naar het verduurzamen van tuingronden (project RE-PEAT).
- UHasselt: onderzoek naar het gebruik van biochar in groendaksubstraten. Hier werd reeds gevonden dat dit materiaal toxisch wordt voor de planten wanneer de concentratie groter is dan 5%. Er zijn dus limieten aan het gebruik van biochar (project BASTA)
- Earth Kweek: modulaire en circulaire modules gemaakt van gerecycleerde, geëxpandeerde kurk.
- VIVES Hogeschool: Plantbeschikbaar water onder de loupe: van bodem tot daksubstraat + Optimalisatie van groendaksystemen door gewichtsreductie (afgelopen projecten)
- Federal Eco Foam: innovatie met 100% gerecycleerd polyurethane foam, een schuim met open celstructuur die werkt als drainage en waterbuffering en verluchting biedt aan de plantenwortels <https://www.federalecofoam.com/en/product/green-roofs-walls/>
- FoamPartner: innovatie in waterretentie- en drainagesystemen (HyPore Roof en TC L40100) https://www.foampartner.com/fileadmin/user_upload/editor/Downloads/Broschueren/Green-Roof/FoamPartner-Green-Roof-en.pdf

Wat zegt de sector?

Lavagesteente is reeds een duurzamere keuze dan Argex (gebroken kleikorrels), maar ook een eindig natuurproduct. Ook turf zou echt vermeden moeten worden, deze worden ontgonnen in veengebieden die extreem belangrijk zijn voor onder meer koolstofopslag. De mogelijkheden van Biochar worden momenteel verder onderzocht. Wat verstaan we eigenlijk onder 'verduurzaming' van substraten? Is dit gelinkt aan circulariteit van materialen, aan triple P, of aan de levensduur van herbestemde materialen? Departement Omgeving raad aan om de volledige levenscyclus te beschouwen en dus een LCA uit te voeren wanneer men nieuwe groendakmaterialen wenst toe te passen.

4.5. AANBEVELINGEN

- Voorzie een uniforme definitie voor de term 'groendaksubstraat', waarbij meer focus zit op toepassing en functie.

Hiervoor werd op basis van alle gevonden info over groendaksubstraten een samenvattende mindmap gemaakt, waarop vervolgens een definitie werd geformuleerd (Bijlage C).

- Maak werk van kwaliteitsvoorschriften en bijhorende certificatiesysteem voor groendaksubstraat in België.

Een goede substraatkwaliteit is essentieel om zowel waterbuffering als een goed functionerend groendak te bekomen. Niet enkel voor groendaksubstraten is dit wenselijk, voor substraten/grond in het algemeen dient een kwaliteitscontrole zich op. Hier is een rol weggelegd voor COPRO als onpartijdige keurings- en certificatie instelling. COPRO staat open om hier werk van te maken, indien de vraag specifiek van de sector aan hen gesteld wordt. Hier zijn de eerste stappen reeds ondernomen.

- Formuleer een definitie voor 'verduurzaming' van groendaksubstraat.

Dit is nodig als uitgangspunt voor innovaties in substraatmaterialen. Net zoals voor de definitie van groendaksubstraat, werd hiervoor een aanzet gedaan op basis van beschikbare informatie (Bijlage C).

- Verhoog de kennis rond het belang en de samenstelling van kwaliteitsvol groendaksubstraat.

Vooraf aannemers en architecten staan hier niet voldoende bij stil. Dergelijke kennis dient opgenomen te worden in opleidings- en bijscholingsaanbod.

- Cijfers omtrent de 'inklinking' van het groendaksubstraat na aanleg dienen herbekeken te worden.

Hoe dikker het substraat hoe meer inklinking, vooral bij gebruik van siloblaaswagens. Afhankelijk van de leverancier en het gebruikte substraat, rekent men voor extensieve groendaken gemiddeld 15-20% inklinking, en 25% of meer bij intensieve groendaken. Vanaf 50cm dikte merkt men zelf al een inklinking van 35%. Hier dient bij de aanleg al rekening mee gehouden te worden, zodat gemiddeld 8cm substraatdikte (of >35l/m² waterbuffering) behouden blijft na inklinking. De inklinking is ook gelinkt aan de substraatkwaliteit, hoe beter de kwaliteit, hoe minder inklinking.

- Stimuleer de zoektocht naar duurzame minerale elementen

Het groendaksubstraat dient hoofdzakelijk te bestaan uit minerale elementen, hiervoor moet gezocht worden naar de meest duurzame oplossingen op lange termijn. Verder wordt het substraat dan aangevuld met een kleine hoeveelheid organisch materiaal. Chemische componenten worden omwille van milieuredenen niet gebruikt in het groendaksubstraat.

- De richtlijnen in de nieuwe TV229 dienen effectief richtinggevend te zijn en bij te dragen aan algemene kennisverhoging, maar mogen nieuwe ontwikkelingen die de groendakkwaliteit nog verder verbeteren, niet in de weg staan.

Innovatie is nodig, maar door het gebruik van richtlijnen en hieraan gekoppeld een eventuele normering, worden innovatiemogelijkheden beperkt. We moeten blijven openstaan voor nieuwe ontwikkelingen in de sector.

- Informatie rond Hemelwaterverordening en richtlijnen inzake regenwaterhergebruik van groendaken

De vraag voor de mogelijke toepassingen van het afstromende water stijgt. In de TV229 dient bijgevolg een sectie hierover opgenomen te worden met wat kan en wat niet kan.

5. ONDERHOUD



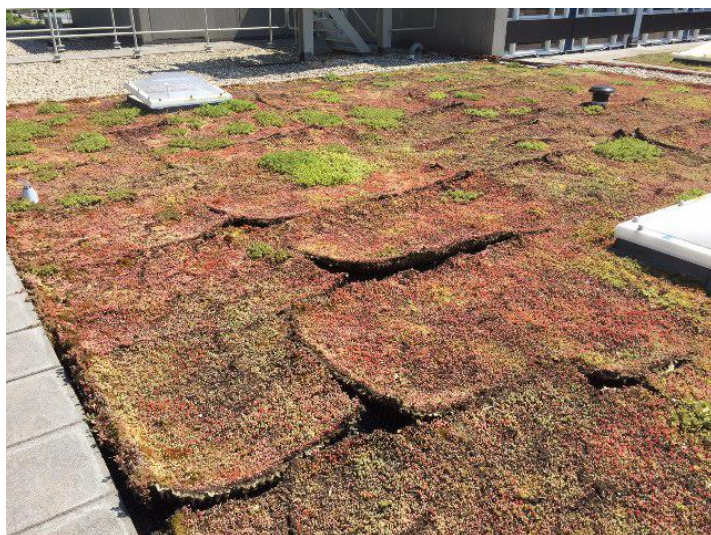
5.1. BELANG VAN ONDERHOUD

Na aanleg van een groendak kunnen op korte en lange termijn allerlei problemen ontstaan. Deze problemen kunnen enerzijds gerelateerd zijn aan fouten tijdens de aanleg, een foutief ontwerp zoals bvb. een te geringe substraatdikte, gebruik van niet-kwaliteitsvolle materialen,... Anderzijds kunnen ook problemen ontstaan door een nalatig onderhoud. Het kan uiteraard ook gaan om een combinatie van beide (Figuur 3-6).

Algemeen kan gesteld worden dat een extensief en semi-intensief groendak onderhoudsarm is, maar zeker niet onderhoudsvrij! De groendaksector geeft aan dat er nog vaak te weinig aandacht besteed wordt aan het onderhoud van groendaken, terwijl dit wel zeer belangrijk en noodzakelijk is. Ondanks het feit dat bijna alle bedrijven de klant informeren over het belang van het onderhoud van hun groendak kiezen de meeste klanten er toch voor om het door het bedrijf aangeboden onderhoudscontract niet af te sluiten. Vaak wordt het onderhoud en het toedienen van meststoffen onderschat door de klant en komen ze hier na verloop van tijd pas achter nadat het groendak schraal wordt. In principe zou een groendak een eeuwige levensduur kunnen hebben mits er een goed onderhoud wordt uitgevoerd. De meest voorkomende problemen die door groendakeigenaars gemeld worden zijn problemen met de vegetatielaag zoals een te trage groei van sedumbepanting, vergrassing, vermossing, kale plekken, boomzaailingen, onkruid en een moeilijkere groei in de schaduw. Om dergelijke problemen te voorkomen moet er op voorhand een goed overwogen keuze qua onderhoudsfrequentie gemaakt worden om als eindbeeld een eerder onderhoudsintensieve esthetisch-ornamentele daktuin te bekomen of eerder een ecologisch geoptimaliseerd groendak met minimaal onderhoud. Belangrijk hierbij te beseffen is dat de oorspronkelijke keuze van de beplanting een invloed zal hebben op het nodige onderhoud. Vetplanten zijn de meest onderhoudsvriendelijke optie en dit is één van de redenen waarom sedumdaken dan ook zo goed in de markt liggen.



FIGUUR 3 BIJ GEBREK AAN ONDERHOUD KRIJGEN, INDIEN DE STANDPLAATSOMSTANDIGHEDEN GESCHIKT ZIJN, HOUTIGE PLANTENSOORTEN DE KANS ZICH TE VESTIGEN OP HET GROENDAK, MET SCHADE AAN DE ONDERCONSTRUCTIE TOT GEVOLG (BRON: BENROOS.NL)



FIGUUR 4 STERK UITGEDROOGDE SEDUMMATTEN DIE LOSLATEN VAN HET SUBSTRAAT EN WAARBIJ DE NADEN DUIDELIJK ZICHTBAAR ZIJN (BRON: BENROOS.NL). EEN LANGDURIG WATERTEKORT IN COMBINATIE MET TE DUN OF ONTBREKEND ONDERLIGGEND SUBSTRAAT IS HIER WELLICHT DE OORZAAK VAN.



FIGUUR 5 EEN COMBINATIE VAN VERKEERDE DAKOPBOUW, MATERIAALKEUZE EN DUNNE SUBSTRAATLAAG ZORGT VOOR TE HOOG VOCHTGEHALTE MET VEEL MOSVORMING EN ONGEWENSTE BEPLANTING TOT GEVOLG (BRON: VAN HECK (2010) DAK&GEVELGROEN).



FIGUUR 6 EVOLUTIE IN BEPLANTING OP TWEE EXPERIMENTELE GROENDAKEN NA TIEN JAAR TIJD. LINKS: 2003; RECHTS: 2014 (BRON: WTCB)

Een veel voorkomend probleem is het ontstaan van gaten in de beplanting en bedekking met ongewenste soorten, vaak ook bestempeld als onkruiden. Veelal ontstaan kale plekken door te veel schaduw, stilstaand water (slechte/onvoldoende drainage), over- of onderbemesting. De opkomst van niet-intentionele, spontane plantensoorten hoeft op zich niet problematisch te zijn, het kan net de biodiversiteit verrijken en de kale plekken opvullen (Vanstockem et al. 2010). Het geeft wel een meer verwilderd en onverzorgd uitzicht, en het kan volgende zaken in de hand werken:

- Schade aan onderliggende dakopbouw
- Mogelijks invloed op menselijke gezondheid zoals pollenvorming
- Beïnvloeding van de aanwezige beplanting door verhoogde substraatproductiviteit

In het kader van dit project werd door studenten Professionele Bachelor Agro- en Biotechnologie - afstudeerrichting Groenmanagement, een enquête opgesteld met betrekking tot groendakonderhoud. Hierin werd onder meer gepolst naar de esthetische waarde van groendaken. Hieruit bleek dat mensen groendaken minder aantrekkelijk vinden indien hier een beduidend aandeel kale, onbegroende plekken op aanwezig is. Vanaf 40% kale plekken daalt de score op de esthetische waarde van het groendak drastisch.

In welke mate spontane begroeiing kan worden toegelaten op het groendak hangt af van het gewenste eindbeeld en wordt best opgenomen in het bestek. Meestal is het gewenste beeld van de klant een perfect onderhouden

groendak zonder ongewenste soorten, zoals een dak met enkel sedumbepanting. Dit vergt veel onderhoud en is dus niet zo duurzaam (arbeidsintensief, kostelijk). Een groendak is een dynamisch ecosysteem en een natuurlijk product, het is normaal dat een groendak er niet altijd hetzelfde uitziet en dat er niet altijd dezelfde vegetatie aanwezig is. Als men een ander en vooral een natuurlijker beeld van groendaken krijgt, kunnen groendaken op een veel duurzamere manier worden onderhouden. Als spontane soorten niet langer per definitie als ongewenst worden gezien kan het groendak veel meer biodiversiteit bieden. Dit geldt echter enkel voor soorten die geen schade kunnen aanbrengen. Bepaalde droge kruiden bieden buiten een hogere diversiteit ook nog andere voordelen aan het groendak zoals meer structuur.

5.2. ONDERHOUDSFASEN EN ACTIVITEITEN

Het onderhoud van groendaken kan opgedeeld worden in drie fasen:

Startonderhoud: Succesvolle groei bekomen na aanplanting. Periode vanaf aanleg bepanting tot oplevering. In deze fase dient onderhoud frequenter te gebeuren, idealiter om de 3 maand.

Ontwikkelingsonderhoud: Functionele conditie van de planten bekomen. De duur hangt af van de gekozen bepanting en de lokale condities (vb. voor een grasmat enkele weken, voor bomen tot wel 15 jaar). Tot de bedekking 80% bereikt heeft, vaak na 1-3 jaar.

Vervolgonderhoud: Het behoud van de functionele conditie van de planten.

In feite zijn de activiteiten tijdens het ontwikkelingsonderhoud en vervolgonderhoud hetzelfde, dus zouden deze samen genomen kunnen worden als 'opvolgonderhoud'.

Het onderhoud omvat enerzijds een controle van de niet begroeide, zichtbare dakafwerking (het dakafdichtingssysteem), en anderzijds het nazicht van de begroening zelf (Wagneur, 2011). De frequentie van het onderhoud is zeer uiteenlopend (Tabel 7). Veel activiteiten dienen slechts 1x per jaar uitgevoerd te worden, maar soms dient dit op verschillende momenten te gebeuren waardoor toch meerdere bezoeken nodig zijn. Intensieve groendaken dienen onderhouden te worden zoals een gewone tuin. De Duitse FLL richtlijnen adviseren hier 4 tot 8 onderhoudsbeurten per jaar (Tabel 7). ISSO raadt zelfs tot 26 keer aan, dit is in het geval van een intensief grasdak dat net zoals een gazon in het groeiseizoen wekelijks gemaaid dient te worden. Ook groendaken met steenwol vereisen meerdere onderhoudsbeurten per jaar, voornamelijk voor bemesting omdat de steenwol weinig voedingsstoffen vasthoudt. De vraag kan echter gesteld worden of dit type groendak nog standaard zal toegepast worden, wegens de verschillende aangetoonde nadelen van steenwol en dus de lagere kwaliteit van het groendak.

Algemeen kan gesteld worden dat twee onderhoudsbeurten per jaar voorzien dienen te worden voor extensieve groendaken, en minstens vier voor semi-intensieve en intensieve groendaken.

TABEL 7 SAMENVATTING VAN GEADVISEERDE ONDERHOUDSFREQUENTIE PER GROENDAKTYPE VOLGENS VERSCHILLENDE BRONNEN.

Aantal onderhoudsbeurten per jaar	WTCB	FLL	GRC	ISSO	Adivet	Groenpalet	Sempergreen; Groendak.be
1e jaar (alle groendaken)						om de 3 maand	
Extensief (+ gras- en kruidendaken)	minimaal; 2x (voor- en na winter)	2-4x	2x	1-2x	1-2x (vegetatiemat); 3-4x (zaaien/planten)	2x (lente en najaar)	2x (lente en najaar)
semi-intensief	middelmatig	4-8x	2x		3-6x		
intensief	regelmatig	4-8x	2x	8-26x (i.f.v. ontwerp tuin en gekozen beplanting)			
Graszoden	regelmatig	Wekelijks tijdens groeiseizoen indien gebruikt voor sport- en recreatie					
Groendak met steenwol							3-4x

Wat zegt de sector?

In de praktijk blijkt een groendak kwalitatiever en gezonder (esthetisch, bedekking,...) indien 2x/jaar onderhoud wordt uitgevoerd in plaats van slechts 1x/jaar. Uiteraard brengt dit ook een hogere kostprijs met zich mee. Gemiddeld is er een uur nodig voor het onderhouden van 60 m² groendak, maar dit is sterk afhankelijk van het type groendak, type beplanting, bereikbaarheid, enzovoort. De meest tijdrovende actie tijdens het onderhoud van een groendak is het verwijderen van ongewenste planten en onkruid. Bij intensieve groendaken neemt ook snoeiwerk veel tijd in beslag.

In Tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de nodige onderhoudsactiviteiten per type groendak, de frequentie van deze activiteiten en bijkomend advies.

TABEL 8 SAMENVATTING MOGELIJKE ONDERHOUDSACTIVITEITEN MET BIJHOREND ADVIES UIT VERSCHILLENDE BRONNEN.

Onderhoudsactiviteiten	Type groendak	Frequentie	Advies
Niet -begroeide delen			
Verwijderen bladafval, mos, vreemde voorwerpen en vegetatie	alle types	1-2x/jaar	Voor- en najaar. Verwijderen Sedum en zaailingen van houtige planten en andere ongewenste (diepwortelende) planten: o.a. esdoorn, eik, sporkehout, vogelkers, vlinderstruik,... uit grindstrook
Reinigen afdichting, en een nazicht van veiligheidsstroken en andere zichtbare elementen	alle types	2x/jaar	Voor- en najaar. Alle zichtbare elementen: technische installaties, overlapverbindingen, aansluitingen; dakkolken/spuwers, afvoerleidingen, slabben, randprofielen, etc.
Begroeide delen			
Verwijderen schadelijke planten + afval (o.a. kattenuitwerpselen) *	alle types	1-2x/jaar	Voor- en najaar. Verwijderen zaailingen van houtige planten en andere ongewenste (diepwortelende) planten: o.a. esdoorn, eik, sporkehout, vogelkers, vlinderstruik,...

Bemesting	alle types (uitgezonderd natuurdaken!)	Bij aanleg en nadien 1-2x/jaar	Best eind april en eventueel nog begin september Algemeen: meststof mag niet schadelijk zijn voor afdichting en moet afgestemd zijn op de aanwezige beplanting. Opletten met te veel voedingsstoffen (vooral stikstof), dit verhoogt ook het aantal ongewenste soorten. Bij voorkeur organische, langwerkende meststof. Voorbeelden van meststoffen die worden toegepast zijn; fertisoil, Viano, organische meststoffen van ecostyle of DCM, koekorrel en osmocote
Maaien gras	semi-intensieve en intensieve groendaken	Minstens 1x/jaar	Bij groendak met grasmat wanneer gras 10-15cm hoog staat. Niet in zomer bij warm en droog weer!
Maaien bloemenweide + verwijderen maaisel **	semi-intensieve en intensieve groendaken; natuurdaken	1-2x/jaar	In najaar en eventueel ook in juni. Bij natuurdak extensief maaien met afvoer; best gefaseerd, deel laten staan tijdens winterperiode.
Verwijderen droog plantenmateriaal	alle types	1x/jaar	Onder meer om risico op brand te beperken en voor snellere bedekking.. Na droogte. Voor biodiversiteitsdoeleinden kan het dode materiaal ook dienen als extra habitat.
Snoeien + verwijderen snoeiafval	alle types met hoge vaste planten en struiken	Indien nodig	Bij extensieve groendaken om te dunnen. Snoeimateriaal van heesters en bomen eventueel als takkenhoop laten liggen. Best in winter.
Onderhoud aanplantingen	semi-intensieve en intensieve groendaken	op regelmatige basis	schoffelen om onkruid te verwijderen en substraat oppervlakkig los te maken. Mulchen, bescherming tegen vorst en sneeuw
Bijzaaien/bijplanten	alle types	indien nodig	Voornamelijk tijdens start- en ontwikkelingsonderhoud. Indien >5% van de planten afgestorven of algemeen te lage bedekkingsgraad. Sedumscheuten die uit grindstrook werden verwijderd, kunnen gebruikt worden om kale plekken te vullen. Vaak wordt opgemerkt dat vogels (kauwen) en katten schade toebrengen door de jonge pluggen uit het substraat te trekken of te krabben in substraat. Kippengaas over beplanting leggen; koffiegruis uitstrooien; ecologische geurstoffen die katten op afstand houden.
Besproeien ***	alle types	Tijdens zeer droge perioden	Essentieel bij startonderhoud en voor specifieke planten (jonge bomen en struiken). Best enkele korte sproeibeurten dan overdadig sproeien. Te veel water geeft verminderde bloei en zorgt ook voor meer ongewenste plantensoorten.
Onderhoud irrigatiesysteem	alle types met irrigatiesysteem	1x/jaar	Tussentijds ook corrigeren in functie van specifieke omstandigheden (regeling van de sproeiers, leegmaken in de herfst, in gang zetten in de lente, dosering van vloeibare mest,...)
Substraat toevoegen / naden tussen vegetatiematten opvullen	alle types	indien nodig	Bij te sterke inklinking of Indien erosieprobleem (vaak in kustregio's en eerder lokaal op het groendak). Kan opgelost worden door aan de dakranden met grindzones of vegetatiematten te

			werken, deze zijn minder onderhevig aan de wind.
Bekalken / ontmossen	alle types	1x/jaar	Om mosvorming te beperken. Mos ontstaat na natte periodes, door een te vochtig dak (onvoldoende drainage) of teveel schaduw. Ook bij onder- of overbemesting (K-gebrek, te hoge/lage pH). Mos uitharken, bekalken, mulchlaagje 1cm aanbrengen, tot slot bijplanten. Mos niet problematisch op zich, noodzaak om dit aan te pakken hangt af van verwachting van eigenaar.
Andere			
Vegetatievrij houden zonnepanelen	alle types met zonnepanelen	1-2x/jaar	
Controle losse elementen	natuurdaken	1x/jaar	In najaar: aanwezige losse elementen (stammen, boomstronken, zandhopen,...) controleren en eventueel aanvullen. Nestkasten schoonmaken.
Oplossen ongedierteproblemen (o.a. larven taxuskever in substraat)	alle types	indien nodig	Larven van de taxuskever eten wortels waardoor de beplanting los komt te liggen. Bestrijding kan met nematoden, vanaf half april, nadien bijbemesten of opnieuw aanplanten. Algemeen: Herbiciden en pesticiden niet toegelaten; ecologisch niet verantwoord. Indien toch noodzakelijk, moet product verenigbaar zijn met de dakafdichting, beplanting en bestemming van het water dat uit het groendak stroomt.
Onderhoud graszoden	intensieve groendaken met graszoden	meerdere keren per jaar	verticuteren, beluchten, bezanden
Rapportage	alle types	na iedere onderhoudsbeurt	Zeker wanneer afwijkingen worden vastgesteld moet hier melding van gebeuren.

Extra bepalingen bij biodiversiteitsdaken:

(*) Biodiversiteitspotentieel moet gewaarborgd worden. Enkel schadelijke planten dienen verwijderd te worden. Ook 'bruine' groendaken die niet werden ingezaaid en waar de natuur vrij spel heeft, moeten regelmatig geïnspecteerd worden om eventuele invasieve planten waar te nemen en te verwijderen.

(**) 1e jaar best 2x maaien (juni en september) met bosmaaier of balkmaaier/meerwielige bosmaaier tot 5-7,5 cm hoogte. Nadien best jaarlijks iets korter maaien in september om begroeiing in stand te houden. Indien dominantie door grassen dan ook maaien half juni. Bij voorkeur gefaseerd maaien, telkens 15-30% ongemaaid laten, 2-3 weken later overige deel maaien. Maaisel verwijderen binnen 4 dagen.

(***) Geen extra water of bemesting, enkel onder zeer droge omstandigheden

5.3. ONDERHOUDSPlicht EN GARANTIE

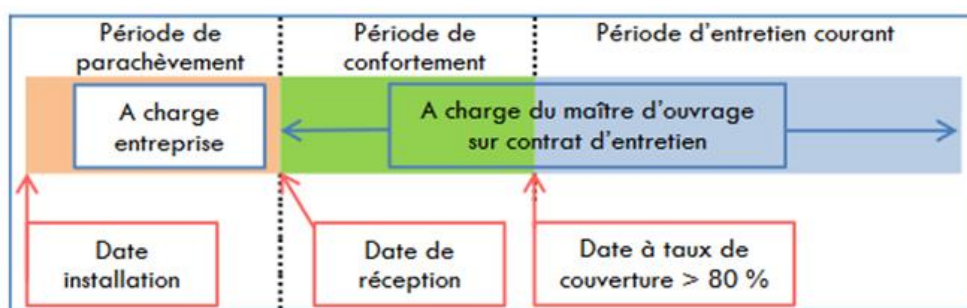
Bij de aanleg van een gewone tuin is groeigarantie een evidentie. Voor groendaken wordt hier nog te weinig aandacht aan besteedt. Vaak wordt de groeigarantie gezien als een taak van de gebouweigenaar. Hiervoor is extra sensibilisering van zowel gebouweigenaars als beheerders omtrent het belang van onderhoud van een groendak een noodzaak! Groendakonderhoud wordt ten sterkste aanbevolen, voor alle types groendaken. De

aannemer die het groendak plaatst stelt in de meeste gevallen voor om te werken met een onderhoudscontract en staat op deze manier ook garant voor een goede ontwikkeling op lange termijn. Via andere groenonderhoudsfirma's kunnen dergelijke onderhoudscontracten ook aangegaan worden.

WETGEVING

Garantie specifiek op groendaken is niet reglementair vastgelegd. In geval er gewerkt wordt met een onderhoudscontract, wordt vaak een garantie afgesproken. In het praktijkboek Multifunctionele groene daken en gevels (ISSO, 2020) staan drie contractvormen en bijbehorende garanties vermeld.

De Franse richtlijnen (Adivet, 2018) maken van het onderhoud ook een verplichting, waarbij de bepalingen vastgelegd moeten zijn tegen de oplevering. Het gaat ofwel om een contract tussen de waterdichtingsfirma en de groendakeigenaar, ofwel om twee gescheiden contracten: 'waterdichting' en 'begroeiing', waarbij de eigenaar de details en onderhoudsfiche van het groendak aan de onderhoudsfirma bezorgt. In Figuur 7 is te zien dat tijdens het startonderhoud (dus tot de oplevering) de firma die het groendak aanlegt verantwoordelijk is voor het nodige onderhoud. Tijdens het ontwikkelings- en vervolgonderhoud is het de bouwheer/aannemer of de gebouweigenaar die de verantwoordelijkheid heeft om een onderhoudscontract aan te gaan. De toegang tot het dak voor onderhoud dient door de eigenaar voorzien te worden, evenals de veiligheid van de onderhoudsmedewerkers (zie verder). Tijdens de onderhoudswerken is het zeer belangrijk dat wordt opgelet om de onderliggende lagen op het dak niet te beschadigen! Zo mag door gebruik van een spade of bij het verwijderen van de vegetatie de afdichting absoluut niet doorboord worden. Het gebruik van een draadbosmaaier op niet-beplante delen waar de dakbedekking bloot ligt is in dat opzicht ook verboden.



FIGUUR 7 SCHEMA VAN VERANTWOORDELIJKHEDEN IN RELATIE TOT DE ONDERHOUDSFASEN VAN HET GROENDAK (ADIVET, 2018).

Volgens de Duitse richtlijnen (FLL, 2018) moeten volgende onderdelen in het onderhoudscontract staan:

- Doel van het onderhoud (zoals behoud of verhoging van biodiversiteit)
- De nodige onderhoudsmaatregelen (wat, waar, wanneer) en de nodige vergoeding hieraan gekoppeld.
- Een omschrijving van het gewenste eindbeeld (= doelvegetatie).

Wat zegt de sector?

Kostprijs voor onderhoud is naar schatting 1 - 2,5 euro/m² per bezoek, afhankelijk van de grootte en de nodige onderhoudswerken. Vaak zijn grotere bedrijven niet bereid om voor een onderhoudsfrequentie van 2x/jaar te betalen. Een goede sensibilisatie is hier aan de orde, evenals bijkomende garantiebepalingen en eventueel een afdwingbaarheid. Bedrijven hebben er alle belang bij dat hun groendak kwalitatief oogt en goed functioneert. In plaats van met onderhoudscontracten te werken, kan men klanten ook motiveren om het onderhoud zo veel mogelijk zelf te doen. Mails met tips en herinneringen zijn hier zeker nuttig.

Een éénjarige garantie op de beplanting, of tot de oplevering, wordt in de praktijk vaak gedaan, en is zelfs verplicht bij openbare werken. Deze garantie zal wellicht meer gebruikelijk worden.

5.4. VEILIGHEID

Wanneer onderhoud op een groendak wordt uitgevoerd, is veiligheid van de arbeider van zeer groot belang. Hiervoor is een vastgelegde norm rond borstweringen voorhanden: NBN B 03 004. Deze norm schrijft een valbeveiliging voor bij een valhoogte vanaf 1 meter en wanneer men zich kan begeven op een afstand van minder dan 2 meter van de dakrand. Dit geldt zowel voor privé-daken als publieke daken! Maar alléén wanneer ze op een 'normale' wijze toegankelijk zijn, d.w.z. via een deur of Franse raam (anders worden individuele beschermingsmaatregelen voorzien).

De Duitse richtlijnen (FLL, 2018) zijn iets minder strikt, en stellen dat bescherming voorzien moet zijn en dat de veiligheidsregels gerespecteerd dienen te worden indien het dak hoger is dan 3 meter. Een verankeringspunt is vaak voldoende maar biedt weinig bewegingsvrijheid tijdens het onderhoud. Een alternatief is een kabelsysteempaal. Tot slot kan ook aan hekwerk gedacht worden. Dit is noodzakelijk bij intensieve groendaken indien het door meerdere personen, voor verschillende doeleinden, betreden kan worden.

De toegang tot het dak, en hiermee gepaard de veiligheid, dient door de eigenaar voorzien te worden. Ook de uitvoerende partij van het onderhoud, draagt hier verantwoordelijkheid en moet de nodige veiligheidsvoorschriften respecteren en bvb. een veiligheidsharnas voorzien voor de onderhoudsmedewerkers. Soms is het dak moeilijk of niet toegankelijk, wat onderhoud onmogelijk kan maken. Hier moet dus goed over nagedacht worden in de ontwerpfase!

5.5. RICHTLIJNEN ROND IRRIGATIE OP GROENDAKEN

In de Franse richtlijnen (Adivet, 2018) is een sectie rond irrigatie opgenomen. Omdat er vaak discussies ontstaan over enerzijds de aanleg van groendaken als klimaatadaptieve maatregel, en anderzijds de noodzaak aan bewatering van dit groendak om de beplanting in leven te houden, is bijkomende info rond irrigatie en vooral hoe dit op een duurzame manier te voorzien, aan de orde. Zeker in tijden van waterschaarste moet er verstandig worden omgegaan met watergift. Zo moet er gestreefd worden naar het gebruik van neerslagwater in plaats van kraanwater. Onderstaande informatie werd dan ook afgeleid van de Franse richtlijnen en waar nodig aangepast aan de Vlaamse situatie.

5.5.1. IRRIGATIEBEHOEFTE VAN GROENDAKEN

Water is een kostbare natuurlijke hulpbron die moet beschermd worden. Hoewel er ondertussen verschillende mogelijkheden zijn qua herkomst van het besproeiingswater, blijft drinkwater nog steeds de meest toegepaste bron. De milieukwesties die aan het overmatig gebruik van drinkwater verbonden zijn, zouden aannemers moeten aanzetten om andere mogelijkheden te overwegen, zoals bvb regenwaterrecuperatie.

In ieder geval moet het waterverbruik goed gemotiveerd en afgestemd zijn op de noodzaak, om verspilling te voorkomen. Om te beginnen is een doordachte plantenkeuze van groot belang. Daarom mag op groendaken enkel water gegeven worden ter aanvulling van de behoeften van planten die niet door lokale regenval kan worden voldaan. Soms is het gewoon een kwestie van het uiterlijk van de plant verbeteren voor een esthetisch doel, om het plantenassortiment te diversifiëren of zelfs om bij te dragen aan 'zomercomfort'. In gebieden met een droge periode en tijdens langdurige periodes van hittegolven, is een beredeneerde watergift gericht op het optimaliseren van de watervoorraad nodig voor de vegetatie.

Het doel van irrigatie op groendaken is om een eventueel watertekort te compenseren dat niet door regenwater wordt gedekt, of om aan de noodzakelijke waterbehoefte van de vaste planten te voldoen.

Wat zegt de sector?

Er moet gestreefd worden naar een droogteresistent ontwerp met droogteresistente planten en voldoende waterretentie, waardoor irrigatie overbodig is of enkel nodig tijdens het startonderhoud. Men kan anticiperen op waternood door aanpassingen in de opbouw (drainage + substraatdikte). Ook van belang is dat klanten al vanaf het begin geïnformeerd worden dat het groendak van nature niet steeds groen zal zijn en dat er een zekere dynamiek in de beplanting doorheen de tijd te zien is.

Irrigatie bij aanleg groendak

Wat de manier van planten ook is, ieder groendak heeft water nodig wanneer de planten worden geïnstalleerd vanaf de waterpunten op het dak, voor de volledige oppervlakte van het groendak dient het substraat verzadigd te zijn. Vervolgens, in het geval van zaaien van zaden of sedumstekken, het planten van plugplantjes, cassettes of voorgekweekte vegetatiematten, dient de bewatering te worden voortgezet totdat de planten voldoende geworteld zijn in het substraat.

Irrigatie van extensieve groendaken

Algemeen is in onze regio, gekenmerkt door een gematigd klimaat, het duurzaamheidsprincipe geïntegreerd in het ontwerp van extensieve groendaken. Dit wil zeggen dat in normale omstandigheden de jaarlijkse hoeveelheid neerslag volstaat om aan de waterbehoefte van de planten te voldoen. Tijdens aanlegperiode en in gevallen van langdurige droogte (zoals hittegolf) kan een extra watergift nodig zijn. De beslissing om een extensief groendak water te geven, hangt dus in eerste instantie af van de algemene klimatologische omstandigheden, maar er zijn ook enkele bijkomende criteria (Tabel 9).

TABEL 9 VERSCHILLENDE CRITERIA WAAR MEN REKENING DIENT MEE TE HOUDEN WANNEER BESLIST MOET WORDEN OM EEN GROENDAK VAN IRRIGATIE TE VOORZIEN.

Criteria gelinkt aan de locatie, aan het dak en aan het type vegetatie	Criteria gelinkt aan de verwachtingen van de klant
Waterreserve van het groendaksysteem	Esthetische waarde
Helling van het dak	Langer bloeiseizoen
Blootstelling van het dak	Uitgebreidere plantenkeuze
Lokale zone die minder neerslag ontvangt (door bvb. overkapping)	Zomercomfort en verkoeling
Microklimaat van de locatie (wind, schaduw, hoeveelheid neerslag,...)	

Deze criteria maken het mogelijk om de besproeiingsbehoefte van een groendak te bepalen (periodes, hoeveelheden en frequentie), alsook de meest geschikte irrigatietechniek.

Voor elk extensief groendak kan het op specifieke momenten nodig zijn om de neerslag af en toe of tijdelijk aan te vullen vanaf de aanwezige waterpunten op het dak:

- Bij aanleg van de vegetatie
- Totdat de plantjes voldoende geworteld zijn in het substraat

- Tijdens langdurige droogte en hittegolf

Irrigatie van semi-intensieve groendaken

Hou er rekening mee dat afhankelijk van de locatie, en door een doordachte keuze van de groendakopbouw (dikte substraat, wateropslag in drainage,...) en de gekozen beplanting, een semi-intensief groendak ook zonder bijkomende irrigatie mogelijk is. Als de aanwezige planten op dit type groendaken na de winterrust toch een hogere waternood vereisen, kan regelmatig water geven hier nodig zijn. Men kiest hier meestal voor een automatisch systeem met handmatige of geprogrammeerde besturing.

5.5.2. TECHNISCHE ASPECTEN

Waterbehoefte

Wanneer irrigatie nodig is moet de ontwerper van het groendaksysteem volgende info meedelen:

- Maximale watercapaciteit van het systeem
- De seizoensgebonden noodzaak aan irrigatie + de dosering; afhankelijk van de projectlocatie en het type groendak

Het bewateren moet de waterreserve van het substraat terug aanvullen. De watergift mag de maximale watercapaciteit van het substraat echter niet overschrijden want dit leidt tot uitspoeling en waterverlies. Het is daarom aanbevolen om de besproeiingsdosis te regelen volgens de waterretentiecapaciteit van het groendaksysteem.

Waterpunt

Op ieder groendak is minimaal één waterpunt verplicht, en ieder deel van het groendak moet zich binnen een straal van 30m van dit waterpunt bevinden. Indien het groendak uit verschillende delen verder uit elkaar bestaat, moeten meerdere watervoorzieningen te worden voorzien. Bij automatische bewatering dient het bovenste deel van de installatie voorzien te zijn van een terugstroombeveiliging en een drukregelsysteem. Tabel 10 geeft enkele aanbevelingen qua debiet, druk en aanbevolen diameter van het dakwaterpunt afhankelijk van de groendakoppervlakte.

TABEL 10 STROOMSNELHEID EN DYNAMISCHE DRUK AANBEVOLEN VOOR BEWATERING AFHANKELIJK VAN DE OPPERVLAKTE VAN HET GROENDAK

Groendakoppervlakte te besproeien via 1 waterpunt (m ²)	Debiet (m ³ /u)	Druk (bar)	Aanbevolen diameter van het dakwaterpunt (mm)
0-200	2,5	3	32
200-500	3,5	3,5	40
500-3000	5	4	50
>3000	Een hydraulische studie dient uitgevoerd te worden		

Mogelijke irrigatietypes

- Handmatig sproeien met een eenvoudige tuinslang aangesloten op het waterpunt
- Geïntegreerde besproeiing met automatische of handmatige activatie door een sprinklersysteem, druppeldarm of capillaire werking/irrigatiedoek

5.5.3. TECHNIEKEN

Water geven vereist een goede uniformiteit van de waterverdeling over het hele oppervlak:

- Bij handmatig water geven: dit vereist de regelmatige besproeiing van het hele gebied, wat moeilijk wordt bij grote oppervlaktes.
- Bij geïntegreerde bewatering: de installatie van een automatisch bewateringssysteem (handmatige of geprogrammeerde trigger) vereist technische voorkennis.
 - sprinklersysteem: in dit geval wordt aanbevolen om de sproeiers zo te plaatsen dat de uniformiteitscoëfficiënt over het gehele oppervlak groter is dan 80%
 - druppeldarm op oppervlak: in dit geval wordt aanbevolen om een uniformiteitscoëfficiënt van 100% over het hele oppervlak te verkrijgen
 - ondergrondse druppeldarm: vereist noodzakelijkerwijs antisifon-drupperlaars om het binnendringen van gronddeeltjes te voorkomen wanneer het water wordt gestopt of tijdens zware regenval
 - capillariteit: aanbevolen om niet meer dan 30cm substraatdikte te voorzien

Onderhoud van irrigatiesysteem

Het onderhoud van de besproeiingsinstallatie is essentieel voor de duurzaamheid ervan. Dit onderhoud vereist wel enige technische kennis: winterklaar maken, herstarten, controleren en afregelen van de werking van de sproeiers of druppelpunten, controleren van de waterdruk en het juiste traject,...)

TIPS

- Een klein weerstation dat de potentiële evapotranspiratie (verdamping) kan extrapoleren, kan het beheer van de besproeiing optimaliseren.
- Indien men voor een automatisch besproeiingssysteem kiest, wordt aangeraden om het ak te voorzien van een elektrische voeding (230V, 10A) voor de programmatie.
- Niet besproeien in volle zon (uitgezonderd tijdens aanleg van de planten)
- Niet besproeien op het midden van de dag, tijdens de zomer; best besproeien aan het begin of einde van de dag, of tijdens de nacht
- Voorkom besproeiing wanneer de windsnelheid > 20km/u bedraagt
- Geef niet teveel water om waterverspilling te vermijden

5.6. AANBEVELINGEN

- Nood aan extra sensibilisering van gebouweigenaars en beheerders over het belang van groendakonderhoud.

Hiervoor werd een aanzet gedaan door het opstellen van een infofiche (Bijlage E). Deze is te downloaden op de projectwebsite www.greenroofsup.be.

- Voorzie in de herziene TV 229 een voorbeeld onderhoudscontract met de nodige op te nemen elementen.

Elementen die zeker dienen opgenomen te worden zijn het doel van het onderhoud, omschrijving van de onderhoudsmaatregelen (taken, frequentie, duur), het gewenste eindbeeld en de verantwoordelijkheden en garantie. Onderhoudscontract tussen a) aannemer en groendakplaatser in beginfase, en b) gebouweigenaar en gespecialiseerde onderhoudsfirma na oplevering.

- Uitgebreide sectie rond groendakonderhoud in nieuwe TV 229

Momenteel is een herziening van de 'Onderhoudsgids duurzame gebouwen' van het WTCB in een vergevorderd stadium. Belangrijke elementen hieruit worden best ook opgenomen in de nieuwe TV229.

- Onderscheid maken tussen start- en opvolgonderhoud.

Zowel qua verantwoordelijkheid, periode (voor- en na de oplevering), als onderhoudstaken verschillen beide fasen van elkaar.

- Denk na over de toegang tot het dak en de veiligheid voor bvb. onderhoudswerkzaamheden in de ontwerpfase.

Dit geldt ook voor het voorzien van een watertoevoer in de buurt van het groendak.

- Laat een zekere graad van spontane kolonisatie toe. Verwijder de potentieel schadelijke planten manueel en selectief.

Hiervoor is een (foto)lijst van de schadelijke en te verwijderen beplanting nodig.

- Richtlijnen rond duurzame irrigatie opnemen in TV229

Inclusief informeren omtrent klimaatadaptief groendakontwerp waardoor irrigatie enkel uitzonderlijk nodig is.

6. OPBOUW PLATTE DAKEN



6.1. ALGEMEEN

Een groendak vereist een specifieke opbouw, met aangepaste lagen onder het substraat en de vegetatie, maar ook qua dakafdichting, isolatie en onderbouw. De expertise hierover zit voornamelijk bij dakafdicers, die zich wel of niet bijgeschoold hebben om ook groendaken aan te leggen. In realiteit worden beide delen, namelijk afwerking plat dak en groendak, meestal door verschillende partijen aangelegd, en is er tijdens de werken nauwelijks tot geen overleg. Voor de oplevering van een kwalitatief groendak is het van groot belang dat beide delen op elkaar afgestemd zijn en dat zowel dakdekkers als groendakaanleggers kennis hebben van elkaars expertise. De technische voorlichting van het WTCB hieromtrent (TV 215) werd recent herzien en is nu vervangen door de nieuwe TV 280). Hierin wordt de opbouw en uitvoering van platte daken in het algemeen besproken.

6.2. MOGELIJKHEDEN DAKOPBOUW

Er zijn verschillende types platte daken mogelijk. Ze worden ingedeeld in 3 categorieën: de klassieke (beproevede), de technisch onaanvaardbare en degene die een bijzondere aandacht vereisen. De klassieke bestaan uit warme en omkeerdaken. In de technisch onaanvaardbare vindt men onder andere een dak waarvan de isolatie zich onder de dakvloer bevindt. In degene die een specifieke aandacht vereisen, vindt men onder andere het compactdak, een recentere dakopbouw. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om het dak niet thermisch te isoleren, dit wordt echter vandaag afgeraden gezien de energetische eisen. De hoofdzakelijke dakopbouwen worden in Tabel 11 opgenomen. Op warme daken (en niet-geïsoleerde daken) heeft men de meeste ervaring wat betreft aanleg van een groendak en zijn er geen specifieke eisen of aandachtspunten, behalve de hieronder beschreven algemene aanpassingen voor groendaken. Op omkeerdaken is er ook wat ervaring; voor de goede werking ervan moet men ervoor zorgen dat de afwerking dampopen is (opdat het water in de isolatielaag kan

drogen), en om de hoeveelheid water te beperken wordt de drainage op de XPS isolatieplaat geplaatst. Bovendien moet men bij omkeerdaken een waterafvoer voorzien op het niveau van de dakafdichting én de dakisolatie. In het geval van compactdaken, waar de isolatie zich onder/in de (houten) dakvloer bevindt heeft men te maken met veel randvoorwaarden opdat het systeem goed werkt, die voorafgaandelijk, tijdens en na de werken dienen te worden ingevuld. Een groendak kan het omgekeerd damptransport dat nodig is om in warme periodes vocht uit het dak te laten drogen, belemmeren, en wordt dus afgeraden op een compactdak. Vaak hebben groendakaanleggers echter geen weet van het type plat dak: dit moet zeker goed gecommuniceerd worden.

TABEL 11 VERSCHILLENDE TYPES PLATTE DAKEN EN HUN VERENIGBAARHEID MET EEN BOVENLIGGEND GROENDAK.

Warm dak	Omkeerdak	Niet-geïsoleerd dak	Compactdak
AANGERADEN Isolatie aan buitenkant van de dakvloer, ONDER de dakafdichting	AANGERADEN Isolatie aan buitenkant van de dakvloer, OP de dakafdichting. Moet dampopen afgewerkt worden.	AFGERADEN! Geen isolatie. Veel energieverlies; oppervlaktecondensatie	AFGERADEN bij gebruik van groendaken Dakvloer van hout. Ruimte tussen draagbalken opgevuld met thermische isolatie, dampscherm aan onderzijde. Geen (geventileerde) luchtpouw tussen isolatie en dakvloer. Een rand-voorwaarde is dat men geen groendak erbovenop plaatst

6.3. DRAAGSTRUCTUUR, HELLING, DAMPSCHERM EN ISOLATIE

De draagstructuur moet de permanente belasting van het groendak kunnen dragen. Voor een extensief groendak tot 10 cm substraatdikte is de permanente verzadigde belasting 30-100 kg/m². Echter blijkt uit testen van het WTCB dat extensieve groendaken ook een oppervlaktemassa van meer dan 100 kg/m² kunnen hebben in waterverzadigde toestand (WTCB-Dossier 2016/03.06). Om een groendak te bekomen dat gunstiger is voor de biodiversiteit, is een grotere diversiteit aan plantensoorten nodig inclusief een dikkere substraatlaag van goede kwaliteit. Het spreekt voor zich dat dit een hogere draagkracht van het dak vereist, en dus ook een hogere kost. Men raadt daarom aan dat het dak bij voorkeur minstens 150 kg/m² kan dragen. Een analyse van de draagkracht van het dak is aangeraden, zeker in het geval van renovatieprojecten. De dikte van het groendak moet namelijk in overeenstemming zijn met de onderliggende dakstructuur en dus de draagkracht. Men kan hier werken met verschillende diktes afhankelijk van de positie van de funderingen en dragende constructies. Zo is het vaak mogelijk om lokaal, boven steunmuren, een hogere belasting te voorzien. Hou er ook rekening mee dat de isolatie eveneens voldoende drukweerstand dient te hebben. De samendrukbaarheidsklassen P3 en P4 van BUTgb zijn hiervoor aangewezen. Deze komen overeen met eisen op de drukweerstand, de ponsweerstand, en het gedrag onder de gecombineerde actie van belasting en temperatuur. Naast deze klassen kan een aanpak geval per geval gehanteerd worden, waar de reële belastingen worden berekend evenals hun verdeling door de bovenliggende lagen (zoals uitgelegd met voorbeelden in TV's 253 en 280).

Wat zegt de sector?

De gewichten voor extensieve groendaken zijn niet meer actueel, reken toch al snel een 80 kg/m² voor een kwalitatief groendak, zeker als de substraatdikte wordt opgetrokken naar minimum 8 cm. Groendaken van 30-40 kg/m² blijken in realiteit geen gewenst resultaat op te leveren.

Een groendak dient ook een bepaalde minimale helling (afschot) te hebben om het overtollige regenwater goed af te voeren, zoals bij een klassiek plat dak. Een afschot van minimum 2% (1°) is aangeraden. Uiteraard kunnen groendaken ook op een hellend dak geplaatst worden, maar hier zit een beperking op. Bij extensieve en semi-intensieve groendaken mag de hellingsgraad niet meer dan 20% bedragen en de belasting moet tussen de 30 en 350 kg/m² liggen. Voor intensieve groendaken mag de hellingsgraad niet meer dan 5% bedragen voor een toegelaten belasting van > 350 kg/m². Voor nieuwbouw moeten deze criteria bij aanvang van het project in rekening gebracht worden.

Omwille van de sterke waterbuffering stijgt de interesse in retentiedaken. Vaak worden deze geplaatst op een dak zonder enig afschot. Dit kan overwogen worden indien met volgende voorwaarden rekening wordt gehouden (zie ook WTCB-Dossier 2019-06.04):

- het dak moet de extra belasting kunnen opnemen (voldoenden draagkracht),
- het dakontwerp moet zodanig zijn dat tijdelijk water kan opgeslagen worden,
- het waterretentiesysteem moet goed functioneren en de nulhelling moet van belang zijn voor de goede werking van het waterretentiesysteem (gebufferde water egaal over het dakoppervlak verspreid),
- de dakafdichting moet extra afgeschermd worden door een bijkomende laag, zoals bvb. een groendak (geen zichtbare, open wateropslag); het feit dat ze bijna continu onder water kan staan, heeft ook gevolgen op de keuze van de materialen: weerstand tegen microorganismen, tweelaagse toepassing (bitumineuze) of voldoende effectieve dikte (synthetische), geschikte uitvoeringstechniek van overlapverbindingen, ...
- het voorzien van een noodafvoer is des te meer van belang
- compartimentering is (des te meer) een interessante oplossing om vochtverspreiding te beperken

Dergelijk retentiedak zonder afschot is niet mogelijk op een omkeerdak.

Een damp scherm is meestal nodig bij een plat dak, en dit is ook geldig en zelfs belangrijker bij een groendak, waar de bevochtiging van isolatie des te meer wordt vermeden; deze zou immers voor een attractiepunt zorgen voor wortels, en dus een extra risico voor een doorboring van de afdichting.

6.4. DAKAFDICHTING EN BESCHERMING

Een tweelaagse afdichting in totale hechting wordt aangeraden. Bij grote oppervlaktes is het aanbevolen om de isolatie te compartimenteren. De afdichting moet aan bepaalde mechanische eisen voldoen, en is bij intensieve daken wortelwerend. Bij extensieve daken kan ook een niet wortelwerende afdichting worden gebruikt maar dan dient een extra wortelwerende beschermingslaag voorzien te worden. Verschillende materialen zijn geschikt zoals bitumineuze afdichtingen, die tweelaags kunnen aangebracht worden, en EPDM (op een bitumineuze onderlaag). PVC (UV bestendig of met fungiciden) kan ook (in principe ook op een bitumineuze onderlaag) maar bevat weekmakers die door micro-organismen uit de afdichting onttrokken kunnen worden. Om dit te voorkomen moet een gesloten scheidingslaag (bvb. drainagelaag of extra PE folie) worden voorzien zodat contact met het groendak vermeden wordt. PVC afdichtingen die voldoen aan de norm EN ISO 846 zijn bestand tegen micro-organismen.

Een eenlaagse afdichting van EPDM of PVC is ook een mogelijkheid, maar is deliquer gezien de aanbeveling van een tweelaags afdichtingssysteem niet wordt opgevolgd. In de praktijk wordt echter van dit principe afgeweken, bij extensieve daken (niet bij intensieve). Algemeen wordt geadviseerd om met materialen te werken die voldoen aan de norm NBN EN 13948 met betrekking tot wortelweerstand. In TV 229 wordt de keuze gelaten tussen een wortelwerende afdichting (getest volgens NBN EN 13948) of een bescherming tegen de wortels bovenop de afdichting; ondertussen stellen de meeste fabrikanten een wortelwerend membraan in hun gamma voor, en lijkt opportuun om dit steeds aan te bevelen, zoals het in andere buurlanden het geval is.

Bovenop de dakafdichting wordt een mechanische beschermingslaag voorzien (indien de dakafdichting niet wortelwerend is, is een wortelwerende mechanische beschermingslaag vereist!). Deze laag vermijdt schade veroorzaakt door verkeer, opslag van materialen, de aanleg van het groendak, het onderhoud,... Hiervoor zijn allerlei materialen, bij voorkeur demonteerbaar, geschikt: panelen uit gerecycleerd rubber, geotextiel met hoge doorpansweerstand, gietasfalt, platen in PVC, platen in PE of PP, de drainagelaag zelf indien zijn aard zo is dat ze de afdichting beschermt, ...

WETGEVING

De architect tekent het volledige ontwerp van het gebouw waaronder ook het groendak. Hij/zij kan zich laten bijstaan door een raadgevend ingenieur (sterkte, stabiliteit), tuinarchitect (bij voorkeur in geval van intensief groendak) en/of systeemleverancier. Hiernaast is er nog veelal de tussenkomst van de algemene aannemer, de dakafdichter en een tuinarchitect. Belangrijk is om telkens de taken en de verantwoordelijkheden goed af te bakenen, en het wordt aangewezen om alle betrokkenen vanaf het begin te betrekken om de fases en gebruikte materialen goed op elkaar af te stemmen. In geval van een plaatsing van een groendak op een bestaand dak (bvb. renovatie) dient ook een architect/studiebureau en een afdichtingsspecialist geraadpleegd te worden.

Enkel de 10-jarige aansprakelijkheid van de architect of aannemer (afhankelijk wie eindverantwoordelijk is), is bij wet vastgelegd. Het gaat hier dan vooral om gebreken qua stevigheid van het gebouw. In dit opzicht is beproeving van het dak aangewezen, maar dit biedt geen uitsluitel voor de verantwoordelijke. Als de afdichting in orde was, dan kan degene die de afdichting gelegd heeft niet meer aansprakelijk gesteld worden, tenzij er via de rechtbank toch bewijs gevonden wordt dat er verborgen gebreken in de afdichting zaten.

Op de dichtingswerken geldt een 10-jarige garantie. Meestal worden de dakafdichting en het groendak door verschillende firma's aangelegd. Om latere discussies omtrent verantwoordelijkheid te voorkomen, is een test van de afdichting nodig vóór het plaatsen van het groendak. Onder water zetten als test wordt echter genuanceerd (zou niet nuttig zijn bij warme dakopbouw). Men kan beter een visuele inspectie doen of een andere techniek toepassen (rookinjectie, vochtmeters, elektrische stroom,...).

6.5. DETAILS EN AANSLUITINGEN

In de TV 244 van het WTCB (Mahieu, 2021) staan algemene principeschema's en uitvoeringsdetails. In het geval van groendaken zijn hier enkele aanpassingen nodig. Een aantal voorbeelden (dakrand, afvoer, bewegingsvoeg) worden in TV 229 opgenomen. Zo dienen tapbuizen toegankelijk te zijn, zijn voorzieningen nodig tegen verstopping en moeten overlopen voorzien zijn. Bij omkeerdaken moet men een afvoer voorzien op het niveau van de dakafdichting én de dakisolatie. De dakopstanden moeten hoger zijn dan 150 mm boven het afgewerkte afdichtingsniveau en een grindzone wordt geadviseerd langs de randen en rond roosters en details, zodat deze opstandhoogte vanaf deze grindlaag wordt gerekend. Ook de bewegingsvoegen moeten toegankelijk en zichtbaar zijn. Bij grotere oppervlaktes is compartimentering van de vegetatiezones met grind of andere onbrandbare materialen nodig om ook de brandveiligheid te garanderen.

Wat zegt de sector?

Grind rond de afvoeren best vermijden want kan in afvoer terecht komen. Rond controlepunt best niets voorzien, of gewoon substraat of tegel. Grind kan ook bij onderhoud voor problemen zorgen omdat Sedum hier makkelijk op groeit. Het geeft een verkeerd gevoel van veiligheid, want ook onder het grind kan de beplanting de afdichting beschadigen. Voorstel om grind niet standaard toe te passen maar in specifieke

gevallen of zones op daken die gevoelig zijn aan winderosie (windlastberekening uitvoeren!)

Verskillende aannemers (zoals plakkers, schrijnwerkers) die nog voor de aanleg van het groendak de afdichting betreden, zijn zich vaak niet bewust van de mogelijke beschadigingen en de gevolgen ervan. Hier is sensibilisering ook aan de orde, bijvoorbeeld tijdens een voorafgaand algemeen overleg.

6.6. AANBEVELINGEN

- Info over verschillende types platte daken en de verenigbaarheid ervan met een groendak.

Verschillen qua mogelijke opbouw (warm dak, omkeerdak, compactdak, ...), wat wordt aangeraden en afgeraden en waarom, en welke materialen qua dakafdichting goed afgestemd zijn op de drainagelaag en het substraat,... dienen zeker opgenomen te worden in de nieuwe TV.

- De waterverzadigde gewichten van groendaken dienen herbekeken te worden.

30-40 kg/m² levert geen kwalitatief groendak op. Toch minstens met 80 kg/m² permanente belasting in waterverzadigde toestand rekening houden voor extensieve groendaken.

- De eisen op isolatie moeten (klassen P3-P4) moeten verduidelijkt en/of aangevuld worden.

Een aanpak geval per geval met berekening van de belastingen en verdeling zoals in TV 253 en 282 heeft zeker zin in de herziene TV 229.

- Dakafdichting moet voldoen aan norm NBN EN 13948.

Tweelaagse afdichting uit bitumen of EPDM op een bitumineuze onderlaag geniet de voorkeur, maar andere systemen zijn ook mogelijk indien ze aan de norm rond wortelweerstand voldoen en afgestemd zijn op de bovenliggende groendakmaterialen, voor zover de nodige veiligheidsmaatregelen worden genomen om de afwezigheid van een tweelaags afdichtingsstelsel te compenseren. Er moet ook een onderscheid worden gemaakt tussen het gebruik van afdichtingsmaterialen in een extensief of een intensief groendak. Het belang van een tweelaagse afdichting wordt groter bij een intensief groendak.

- Aanpassingen nodig aan algemene principeschema's en uitvoeringsdetails van dakdetails en aansluitingen.
- Grindzone niet standaard aanraden.

Grind kan ook voor problemen zorgen. Enkel aanraden in geval van effectief brandrisico (grassen/kruiden als beplanting) en bij daken gevoelig aan winderosie. Alternatieven zijn ook mogelijk zoals daktegels.

- Leg de rol van de interveniënten contractueel vast
- Voorafgaand algemeen overleg tussen (groendak)aannemers, dakdichters en andere bouwaannemers ten sterkste aangeraden!

Dakafdichters en groendakplaatsers kunnen goed naast elkaar hun werken uitvoeren, met ieder zijn eigen expertise, op voorwaarde dat er goede informatie voorzien wordt over de opbouw van platte daken indien er nadien een groendak op komt.

7. DAKAFWERKING



7.1. WINDWEERSTAND

In TV 229 geeft § 4.6 informatie over de windweerstand, wordt er naar TV 215 verwezen voor algemene principes voor platte daken, worden een paar specifieke punten voor groendaken beschreven, en geeft bijlage 8 ook extra informatie over het ballasten van omkeerdaken. Deze elementen zijn gebaseerd op de destijds geldig Belgische norm voor de berekening van windbelastingen, NBN 03-002, die ondertussen werd vervangen door de Eurocode EN 1991-1-4. De informatie moet dus in functie daarvan herzien worden, wat al gebeurd is in TV 280 die een uitleg geeft van windberekening en vereenvoudigde tabellen geeft om windbelastingen te bepalen, gebaseerd op de Eurocode. In de herziene TV zal er naar TV 280 verwezen worden en gaat bijlage 8 aangepast worden.

De in TV 229 opgenomen aanbevelingen over de erosie van het substraat en maatregelen voor de rand- en hoekzones, aanbrengen van matten, grind en tegels, verankeren van bomen, lijken steeds relevant, echter rekening houdend met het hierboven uiteengezette voorbehoud met betrekking tot de grindstrook. Men vindt ook gelijkaardige aanbevelingen in buitenlandse literatuur.

Wat zegt de sector?

Grindstroken worden best vermeden (zie vorige §) en zijn niet standaard toe te passen, maar zijn soms nodig om erosie wegens wind tegen te gaan (gemengd in het substraat of apart), en alternatieve bestaan ook zoals het aanbrengen van tegels, waarvoor bovengenoemde problemen niet gelden.

7.2. BRANDNORMERING

Platte daken zijn onderhevig aan brandeisen die enerzijds de weerstand tegen interne brand van het dak betreffen (voor de structurele elementen van het dak, voor het voorkomen van een voortijdige instorting van de dakstructuur en van een geleidelijke instorting van de structurele elementen van het gebouw), en anderzijds het gedrag tegenover externe brand van het dak (voor de dakbekleding, voor het voorkomen van ontstaan van bijkomende vuurhaarden of verspreiding of uitbreiding van brand op het dak via dakperforaties of over het oppervlak). Deze brandeisen gelden ook voor groendaken waar ze vervuld worden om rekening te houden met de aanwezigheid van substraat en planten.

In TV 229 wordt de brandveiligheid onder de nadelen opgenomen, gezien het complexere karakter door de aanwezigheid van de vegetatie, en gezien de regelgeving destijds niet duidelijk was en eerder geval per geval beoordeeld werd. In de tekst is er al sprake van compartimenteringen met onbrandbare materialen tussen de groenzones, om brandverspreiding te voorkomen. Ondertussen is de regelgeving duidelijker geworden met het verschijnen van een KB van 1/12/2012 dat in het WTCB-Dossier 2011-04.07 werd uitgelegd. Het gaat om eisen op het substraat en compartimentering van de groene zones met beperking van de plantenhoogte naast de grenzen, die van stroken onbrandbare materialen van bepaalde breedtes worden voorzien. Een formule wordt gegeven om deze hoogtes en breedtes te bepalen. In buurlanden werden er gelijkaardige maatregelen gevonden. Deze vernieuwingen gaan in de herziene TV 229 opgenomen worden.

Wat zegt de sector?

Als onbrandbare materialen worden grindstroken of betontegels, meestal 50cm x 50cm x 5cm, vaak toegepast. Deze laatste hebben de voorkeur, meestal voor hoge gebouwen met grotere windbelastingen.

7.3. RANDAFWERKING - VEGETATIEVRIJE STROOK, AFVOERPUNTEN

In de vorige twee paragrafen worden brand- en windaspecten uitgelegd, die de aanleiding geven tot de nood om een grind- of tegelstrook langs de dakranden te voorzien. Deze dient ook om circulatie toe te laten (inspectie, onderhoud), voor het onderhoud van beglazingen en installaties op het dak voor de inspectie van tapbuizen en om hun invasie door vegetatie te vermijden. Er moet immers een goede afwatering worden verzekerd van de begroeide en niet-begroeide zones. Afvoerpunten moeten permanent bereikbaar en zichtbaar zijn en mogen niet bedekt worden met vegetatie, substraat of grind. Ook (of zelfs des te meer) bij groendaken moeten er steeds noodafvoeren voorzien worden, voor het geval van een waterafvoerstoppen en/of van een uitzonderlijke regenbui.

Hiervoor wordt rolgrind gebruikt, of (deels) gebroken grind mits een voldoende bescherm laag op de afdichting, of met tegels, al of niet op tegel dragers. Hout mag alléén gebruikt worden voor circulatie of onderhoudsdoeleinden, gezien het uiteraard niet voldoet aan brandeisen. In het geval van grind wordt er een grindvang voorzien rond de afvoerpunten.

7.4. RANDAFWERKING - VALBEVEILIGING – BORSTWERING

Aan de dakranden moeten er ook met veiligheidsaspecten rekening gehouden worden (zie ook § 5.4). De norm NBN B 03 004 'Borstweringen van gebouwen' schrijft een valbeveiliging voor bij een valhoogte vanaf 1 meter en wanneer men zich kan begeven op een afstand van minder dan 2 meter van de dakrand. Dit geldt zowel voor privédaken als publieke daken, wanneer ze op een 'normale' wijze toegankelijk zijn (via deur of Franse raam), anders worden individuele beschermingsmaatregelen voorzien. Er zijn gelijkaardige eisen in buurlanden, met verschillen zoals bv. de valhoogte vanaf welke de eisen van toepassing zijn, die 2,5 m bedraagt in Nederland.

De norm NBN B 03-004 werd in 2017 herzien en geeft een aantal eisen voor de geometrie van borstweringen:

- Minimale hoogtes H en Hr die respectievelijk overeenkomen met de hoogte vanaf de normale stilstandzone ZSN (zonder ondersteuning) en de precaire stilstandzone ZSP (met ondersteuning), die afhangen van de dikte van de borstwering, van eventuele uitstekende elementen, en van de valhoogte.
- Maximale openingsbreedtes tussen verticale en horizontale elementen van borstweringen (om te voorkomen dat men kan klimmen of dat een element door de elementen kan passeren)
- Maximale horizontale afstanden tussen het dakuiteinde en het onderste element van de borstwering of het bovenste element van een borstwering die naar buiten leunt.
- Mechanische eigenschappen van de borstwering: weerstand tegen statische en dynamische belastingen

Borstweringen moeten in functie daarvan juist gedimensioneerd en opgevat worden. Een ander belangrijk aspect is hun juiste uitvoering, d.w.z. de bevestiging zonder de waterdichtheid in het gedrang te brengen of de continuïteit van de isolatie. De database 'Bouwdetails' van het WTCB geeft hier verschillende mogelijke oplossingen voor.

Als het groendak effectief een gebruiksdak wordt, waar er intensief belopen of gewerkt wordt, moet er ook aan een correcte verlichting gedacht worden, die voldoende is voor de voorziene werkzaamheden en met een beperkte lichtvervuiling om de stedelijke nachtelijke omgeving te behouden. Hierover worden er eisen in de norm NBN EN 12464-2 'Verlichting van buitenplekken' gegeven: . Dit is vrij specifiek maar kan in de herziene TV 229 gemeld worden.

7.5. AANBEVELINGEN

- Wind: tekst en bijlage van de herziene TV 229 aanpassen aan de Eurocode (en naar TV 280 en vereenvoudigde artikels verwijzen); tekst nuanceren in verband met het gebruik van grind als ballast.
- Brand: eisen van het KB van 2012 in de herziene TV 229 kort uitleggen en illustreren.
- Randafwerking – vegetatievrije strook, afvoerpunten: rol en mogelijkheden uitleggen in herziene TV 229.

De opgedane ervaringen in verband met het gebruik van grind in de randzones zullen in rekening worden gebracht, de nadelen en aandachtspunten zullen benadrukt worden en de alternatieven voorgesteld.

- Randafwerking – valbeveiliging – borstwering: in de herziene TV 229 gaan de principes en eisen van de norm NBN B 03-004 kort uitgelegd worden, evenals de gevallen waar ze van toepassing zijn.

Het is belangrijk om mensen bewust te maken van het bestaan van een norm met betrekking tot valbeveiliging en wanneer deze van toepassing is, evenals een idee te geven van de verbonden eisen, zonder alle details.

8. MONITORING VAN WATER IN DAKCOMPLEXEN - LEKPREVENTIE



Dit extra thema komt voort uit andere besprekingen van de voorgaande onderwerpen, zoals de mogelijkheid om een éénlaagse eerder dan tweelaagse afdichting toe te passen, of om het groendak intensiever te gebruiken, waarna aanvullende veiligheidsmaatregelen voor de waterdichtheid van het dak zinvol zijn. Over het algemeen zijn ze bij groendaken al zinvol omdat de afdichting niet langer zichtbaar en moeilijk bereikbaar is. Informatie werd verzameld en vergeleken over systemen die toelaten om de aanwezigheid van vocht in het platdakcomplex te detecteren. Deze werd aan de begeleidingsgroep voorgesteld om hun ervaringen en meningen te kennen. De volledige informatie over de systemen en links naar de technische informatie van de leveranciers is terug te vinden in bijlage F. Tabellen hieronder vatten de principes en hoofdeigenschappen samen.

Monitoring van vocht in daken	Aanpassing van de dakopbouw voor punctuele controles van de integriteit van het dak
Principe: sensoren in cellen in de isolatielaag geplaatst, die de relatieve vochtigheid van lucht in deze ruimtes meten en/of de aanwezigheid van vloeibare water op het damp scherm detecteren. Data opgenomen en gestuurd naar eigenaar, alarm indien waarde overschreden. Voor een systeem worden de gegevens manueel gelezen.	Principe: geleidende laag in het dakcomplex geïntegreerd onder de afdichting, meestal in de vorm van een metalen net (hechtende systemen), primer (hechtende systemen) of vlies (losliggende of mechanisch bevestigde systemen). Deze wordt met metalen punten geconnecteerd en laat dan een controle met laag en/of hoog voltage Controletest hoge voltage: alléén op droog en niet bedekt dak, dus niet later. Lekdetectietest lage voltage: dakoppervlakte vochtig/nat en mag bedekt zijn.
Alle dakopbouwen en bevestigingstechnieken. Sneller signaal met MW dan met dichtere isolatie maar globaal snel in alle gevallen. Indien detectie op niveau van damp scherm: geen totale hechting isolatie (= continue laag die de circulatie van water onder isolatie toelaat)?	Alle dakopbouwen en bevestigingstechnieken (vlies voor LL/M vs primer/net voor T/P; metalen hulpstukken indien geen metalen doorboring aanwezig).
In isolatielaag: detecteert water in dak maar laat geen nauwkeurige lokalisatie van de lek toe. Sensorkabel/-tape op damp scherm, of RFID-sensoren: laten wel nauwkeurige lokalisatie van de lek toe.	Laat nauwkeurige lokalisatie van de lek toe.
Kan onder groen of grinddaken.	Alléén lekdetectietest met lage voltage kan bij groen of grinddaken, geen integriteitscontrole met hoge voltage.
Systemen met sensoren in isolatielaag mogelijk in bestaand dak (boringen in de afdichting en isolatie, afgedicht met aangepaste hulpstukken); systemen met sensoren damp scherm (of aan de onderzijde isolatie) moeten bij de opbouw voorzien worden.	Moet onder de afdichting geplaatst of aangebracht worden, dus alléén mogelijk wanneer men een afdichting plaatst, dus niet in een bestaand dak.
Leveranciers en systemen: RoofSEC: sensorkabel (1 sensor/1,4m²) op damp scherm ProtectSys DLS: sensor-tape op damp scherm ProtectSys LPWAN: 2 sensoren (vloeibaar water op damp scherm + hoge relatieve vochtigheid lucht in isolatielaag); 1 kit sensoren/220m² SLD RoofProtector: // ProtectSys LPWAN Sika Roof Control BRONZE: // ProtectSys LPWAN Guardin LeakDetection: 1 RFID-sensor/1 tot 4 m² in de onderzijde van isolatie	Leveranciers en systemen: Protectsys B: grind/vlies onder afdichting, een kabel geplaatst op de omtrek; test kan onder groen/grind SLD MCS – Monitoring Control System: Controlit onderlaag onder afdichting Detec TruGround Conductive Primer: vloeibaar aangebracht dus voordeel voor verticale delen en details, nadeel minimale temperatuur nodig voor het aanbrengen. Controlit: onderlagen van verschillende types ifv afdichtingstype en al of niet aanwezigheid groendak; M of LL, niet T Sika Roof Control SILVER: geleidende onderlaag; controle door firma SLD partner
Sika Roof Control GOLD = BRONZE + SILVER, combineert beide principes	

TABEL 12 SAMENVATTING VAN PRINCIPES EN HOOFDEIGENSCHAPPEN VAN SYSTEMEN VOOR LEKPREVENTIE

Beschrijving	Principe – detectie:		Lokalisatie lek	Onder groen- / grinddak	Nieuwbouw / mogelijk achteraf	Dakopbouw / beperking	Prijsidee	Anderen
	water op dampscherm	gebrek in isolatielaag						
SensorKabel op dampscherm Sensorlape op dampscherm	Ja	Nee	Ja	Ja	Nieuw	Dampscherm; geen volkavlig verkleefde isolatie	14-20 €/m ² 10-20 €/m ²	Isolerend laag onder isolatie indien alu-cachering
ILD Protectsys B = Sika Silver	Nee	Nee	Ja	Ja (met voorwaarden / aanpassingen)	Nieuw	Allen	4-11 €/m ² +1000 €	Kabel op afdichting ontrek dak; indien hechtend, invloed onderlaag op windweerstand meten; oppervlak droog en niet bedekt voor controle (hoge voltage), nat en mag bedekt voor lekdetectie (lage voltage)
SLD MCS = Controllit								
Detec TruGround								
ILD Protectsys LPWAN	Ja		Nee	Nee	Ja	Nieuw +achteraf	Allen met dampscherm en isolatie	3,5-5 €/m ² 0,25-0,75 €/m ² /jaar
SLD Roof Protector								
Sika Bronze								
Sika Gold (Silver +Bronze)	Ja	Ja	Ja	Ja	Nieuw	Allen	1,5 €/m ² (+0,5 €/m ² na 5))	Kalibratie/controle sensoren nodig?
Guardian Leak Detection	Ja	Nee	Ja	Ja	Nieuw	Allen; openingen rond sensoren indien alu-cachering		Zie Silver + Bronze RFID technologie, geen batterij in sensoren. Zou niet meer toegepast worden?

* dus noodzakelijk om op het dak (regelmatig) te gaan; moet toegankelijk zijn

TABEL 13 SAMENVATTING VAN PRINCIPES EN HOOFDEIGENSCHAPPEN VAN SYSTEMEN VOOR LEKPREVENTIE

Wat zegt de sector?

- Algemeen is er weinig of geen ervaring met dit soort systemen, behalve soms met elektrisch geleidende onderlagen, maar weinig in België. Ze maken of laten soms integriteitscontroles doen bij oplevering van een plat dak. Bij elektrische metingen is hiervoor een geleidende onderlaag nodig in aanwezigheid van andere isolaties dan PU met aluminiumcaching.
- De prijzen werden eerst niet bestudeerd, maar hebben de grootste invloed op de overweging om een systeem, en welk systeem, te testen. (de verkregen info hieromtrent werd achteraf toegevoegd). Wanneer deze prijzen veel groter zijn, vergeleken met de kost van een interventie voor een lekdetectie (ongeveer 1 werkdag) dan lijken de systemen minder interessant om ze op grote schaal toe te passen.
- Volgende elementen zijn belangrijk om te overwegen alvorens voor een dergelijk systeem te opteren:
 - Er is een groot belang van het gebruik van het gebouw onder het dak: indien het zeer hoogwaardig is (datacenter, opslag van hoogwaardige goederen, ...) kan een dergelijk systeem interessant zijn om toe te passen.
 - Indien het al om een smart/voorbeeldig gebouw gaat, zal er gemakkelijker overwogen worden om een lekpreventiesysteem te integreren.
 - Een lekpreventiesysteem heeft ook meer zin in het kader van een DBFM-contract (Design, Build, Finance and Maintain), als extra dienst.
 - Ook als men wenst voor een dakopbouw te kiezen die niet aan de voorschriften van TV 229 voldoet, bv. van éénlaagse afdichtingen in partiële hechting in een intensieve dakopbouw, zouden dergelijke systemen extra veiligheid kunnen bieden om de afwezigheid van een hechtende tweelaagse afdichting te compenseren.
 - Het verzoek om dit type systeem te gebruiken moet eerder van de bouwheer of de architect komen, die dit vanaf het ontwerp moet voorzien.
- Voor systemen, waar er een extra laag in het dakcomplex wordt geïntegreerd, is er een invloed op de windweerstand en moet deze opnieuw getest worden; men denkt hier aan een geleidend net of primer onder een hechtende dakafdichting.
- Voor de begeleidingsgroep van het onderzoeksproject is een continue monitoring interessanter dan systemen die punctuele controles toelaten. Deze laatste impliceren dat men regelmatig op het dak gaat, en er is een risico dat men het niet doet (zoals het soms het geval is voor het onderhoud van het dak).
- Er moet niet noodzakelijk een systeem met lokalisatie van lek zijn: een systeem dat verwittigt wanneer er vocht in het dakcomplex wordt gedetecteerd lijkt voldoende en in voorkomend geval kan de lokalisatie uitgevoerd worden met de klassieke technieken.
- Systemen moeten door de dakafdichter geplaatst kunnen worden, anders ontstaan extra coördinatieproblemen. Het is meestal het geval voor de bestudeerde systemen, eventueel na opleiding en/of met ondersteuning van de firma's ter plaatse.
- De meeste leden van de begeleidingsgroep hebben een voorkeur of meer vertrouwen in een initiële controle vóór het plaatsen van het groendak of andere lagen, zoals rookinjectie of een elektrische meting, want er is volgens hen weinig kans dat er een lek achteraf voorkomt (door de afscherming van het groendak). De dakafdichting wordt echter door de plaatsers en nadien door de gebruikers van het groendak belopen.
- Men meldt mogelijke risico's voor de gezondheid van geleidende primers.
- De vraag wordt ook gesteld welke garantie men heeft over de werking van deze systemen op termijn. De geleidbaarheid van geleidende onderlagen wordt bv 20 jaar gegarandeerd. Voor de monitoringsystemen zou een sporadische controle / kalibratie van de sensoren zeker nuttig zijn.

9. VERDIEPENDE LITERATUUR

Thema groendaksystemen:

STOWA (2019) Meten op hoogte. Een overzicht van onderzoek op groenblauwe daken. Rapport 2019-23, 45p.

Mahieu, E. (2010) Aandachtspunten bij de plaatsing van zonnepanelen op platte daken. WTCB-Dossier 2010-04.07, 7p.

Dupont, E. & Wagneur, M. (2012) Zonnepanelen op platte daken: windbelastingen. WTCB-Dossier 2012-04.07. 1p

Adivet (2021) Recommandations Techniques de l'Agriculture urbaine en toiture. <http://www.adivet.net/>

Noirfalis, E. & Dejonghe, F. (2014) Technische Voorlichting 253. Parkeerdaken. Deel 1: belastingen, ontwerpprincipes en samenstelling. WTCB, 124p.

Noirfalis, E. & Dinne, K. (2016) Groendaken : opgedane ervaringen. WTCB-Dossier 2016-03.06. 12p

Thema biodiversiteit:

Benoit, A.-L., Roulet, A., Barra, M., Lecuir, G., Damas, O., Madre, F. (2011) Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité. ODBU et Natureparif. 24p

Thema substraten:

Ampim, P. A.Y., Sloan, J.J., Cabrera, R.I., Harp, D.A., Jaber, F.H. (2010) Green roof growing substrates: types ingredients, composition and properties. Journal of Environmental Horticulture, 28(4), 244-252

Cao, C.T.N., Farrell, C., Kristiansen, P.E., Rayner, J.P. (2014) Biochar makes green roof substrates lighter and improves water supply to plants. Ecological Engineering, 71, 368-374

Cascone, S. (2019) Green roof design: State of the art on technology and materials. Sustainability, 11, 3020; doi:10.3390/su11113020

Thema onderhoud:

Vanstockem, J., Somers, B., Hermy, M. (2019). Weeds and gaps on extensive green roofs: Ecological insights and recommendations for design and maintenance. Urban Forestry & Urban Greening 46, 126484; doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126484

Thema opbouw platte daken:

Noirfalis, E. (2013) Waterstagnaties op platte daken. WTCB-Dossier 2013-04.07, 1p.

Mahieu, E. (2019) Kunnen waterretentiedaken zonder helling uitgevoerd worden? WTCB-Contact 2019/06, 2p.

Mahieu, E., Noirfalis, E., Steskens, P. (2012) Compactdaken, een nieuwe trend? WTCB-Dossier 2012-02.06, 7p.

Mahieu, E. (2021) TV 244: Aansluitingsdetails bij platte daken: algemene principes. WTCB, 120p.

Thema afwerking:

Martin, Y. (2011) Brandpreventie bij groendaken. WTCB-Dossier 2011-04.07, 1p.

Koninklijk Besluit van 12 juli 2012 tot wijziging van het koninklijk besluit van 7 juli 1994 tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan de nieuwe gebouwen moeten voldoen.

10. BIJLAGEN

BIJLAGE A. BESLISBOOM VOOR VERSCHILLENDE GROENDAKTYPES MET BIJHORENDE INFOMATRIX (GEBASEERD OP BACHELORPROEF BUSSELEN MAXIME, 2021).



SUBTYPES*

Retentiedak	Intensief retentiedak	Grasdak	
	Combi energie - retentiedak	Semi-intensief retentiedak	
Energiedak	Intensief energiedak	Semi-intensief energiedak	Extensief energiedak
Recreatiedak	Intensieve daktuin/park	Moestuindak	
		Biodiverse semi-intensieve daktuin	
Biodiversiteitsdak	Natuurdak	Kruidendak/ Bloemenweidedak	
Standaard groendak	Hellend groendak 5-15°	Hellend groendak 15-45°	Vlak groendak

*Veel subtypes en combinaties mogelijk. Niet alle mogelijkheden zijn in deze tabel weergegeven.



Intensief retentiedak	+++	+++	+300	+25	+++	+++
Semi-intensief retentiedak	++	++	+150	+15	+++	++
Grasdak	+	+++	+150	+15	+++	++
Combi energie - retentiedak	++	++	+150	+15	++	+++
Intensief energiedak	+++	+++	+300	+25	++	+++
Semi-intensief energiedak	++	++	+150	+15	++	++
Extensief energiedak	+	+	+100	+8	+	++



Intensieve daktuin/park	+++	+++	+300	+25	++	+++
Moestuindak	++	+++	+150	+15	++	++
Biodiverse semi-intensieve daktuin	+++	++	+150	+15	++	++
Natuurdak	++++	++	+150	+15	++	++
Kruidendak/ Bloemenweidedak	+++	++	+150	+15	++	++
Vlak tot hellend groendak 5-15°	+	+	+100	8	+	+
Hellend groendak 15-45°	+	+	+100	8	+	++

*De waarden in de tabel zijn richtwaarden. Afhankelijk van de fabrikant/leverancier kunnen de systemen qua eigenschappen verschillen.

Groendaktypes

INFOFICHES

Retentiedak

Intensief
retentiedak

Groendak met hoofdfunctie waterretentie in drainage/bufferlaag. Idealiter op dak met 0° helling. Door water dat blijft staan op dak, is een hoge draagkracht noodzakelijk. Goede waterdichtheid onderconstructie is essentieel, evenals overloop. Kan in combi met zonnepanelen en recreatieve doeleinden. Hoeveelheid en timing van waterbuffering kan gecontroleerd worden door installatie van 'slimme' digitale systemen.

Extra waterbuffering is onder meer voordelig voor beplanting en aangenameer klimaat.

+++	+++	+300 kg/m ²	+25 cm	+++	+++

Retentiedak



Grasdak

Groendak met hoofdfunctie waterretentie. Grassen hebben veel water nodig en zorgen naast het drainage/buffersysteem voor extra wateropname. Grasmatten dienen frequent te worden onderhouden, vandaar dat dit type onder de intensieve groendaken valt. Irrigatiesysteem en geregelde bemesting noodzakelijk. Grasmatten dragen weinig tot niet bij aan biodiversiteit.

+	+++	+150 kg/m ²	+15 cm	+++	++



Groendak met hoofdfunctie waterretentie in drainage/bufferlaag. Echter qua hoeveelheid buffering minder dan een intensief retentiedak, waardoor draagkracht minder is. Minstens 35l/m² retentie. Na regenbui ook trage afvoer van overtollig regenwater. Beplanting eerder vergelijkbaar met standaard groendak en semi-intensief biodiversiteitsdak (vetplanten, kruiden en grassen).

					
++	++	+150 kg/m ²	+15 cm	+++	++



Retentiedak in combinatie met PV-panelen. Biedt verschillende voordelen. Extra waterbuffering is voordelig voor beplanting, zorgt voor aangenamer microklimaat en werkt daardoor een efficiëntere energie-opwekking in de hand. Zonnepanelen zorgen ook voor variatie in microklimaat, ten voordele van de biodiversiteit.

					
++	++	+150 kg/m ²	+15 cm	++	+++



Intensief groendak in combinatie met PV-panelen. Dikker substraat zorgt voor goede isolatie, houdt meer water vast en kan een waaier aan beplanting ondersteunen. Energie-opwekking gebeurt efficiënter door de verdamping van de beplanting. Veel onderhoud nodig, schaduw op de PV-panelen door de beplanting moet vermeden worden.

					
+++	+++	+300 kg/m ²	+25cm	++	+++



Semi-intensief groendak in combinatie met PV-panelen. Substraat is minder dik dan het intensieve type. Beplanting bestaat uit vetplanten, kruiden en grassen. Energie-opwekking gebeurt efficiënter door de verdamping van de beplanting. Redelijk veel onderhoud nodig, schaduw op de PV-panelen door de beplanting moet vermeden worden.

					
++	++	+150 kg/m ²	+15cm	++	++

Energiedak

Extensief
energiedak

Extensief groendak in combinatie met PV-panelen. Substraatdikte bedraagt het minimum om een kwalitatief groendak te garanderen. Bepanting bestaat hoofdzakelijk uit vetplanten. Energie-opwekking gebeurt efficiënter dan op een onbegroend dak. Weinig onderhoud nodig aangezien de mogelijke beplanting niet heel hoog wordt en geen belemmering voor de PV-panelen vormt.

+	+	+100 kg/m ²	+8cm	+	++

Recreatiedak

Intensieve
daktuin/park

Dit type groendak biedt de meeste mogelijkheden qua gebruik en zorgt ook voor veel voordelen naar de omgeving toe. De nodige draagkracht van het gebouw is echter beduidend, evenals de onderhoudsfrequentie en de prijs.

Qua vegetatie is zowat alles mogelijk, van gras tot bomen. Ook extra elementen zoals een poel, speeltuin, serre,... zijn hierop mogelijk. In principe is dit een tuin op dakniveau, waarop dezelfde onderhoudswerkzaamheden dienen te gebeuren.

+++	+++	+300 kg/m ²	+25cm	++	+++



Een recreatiedak met een specifieke gebruiksfunctie, namelijk als moestuin. Op het dak worden extra elementen geplaatst waar een dikker en aangepast substraat in komt waarin kruiden, groenen en fruit geteeld kunnen worden. Irrigatie wordt gegeven volgens behoefte van de beplanting. Onderhoud vergelijkbaar met een moestuin op grondniveau.

					
++	+++	+150 kg/m ²	+15cm	++	++



Een recreatiedak op een minder dik substraat dan een intensieve daktuin. Op dit type dak zijn niet alle zones beloopbaar, de delen voor recreatie zijn beperkt tot de delen met meer draagkracht en aangepaste onderconstructie zoals looppad. De beplanting bestaat uit vetplanten, kruiden, grassen en kleine struiken (o.a. lavendel) en draagt bij aan de belevingswaarde van het dak.

					
+++	++	+150 kg/m ²	+15cm	++	++

Biodiversiteitsdak



Natuurdak

Een type biodiversiteitsdak waarop een natuurlijke situatie zo reëel mogelijk wordt nagebootst. Hiervoor is een dikker substraat nodig, met aangepaste samenstelling. Beplanting bestaat uit lokale plantensoorten (zaad- en plantgoed van lokale oorsprong) met hoge biodiversiteitswaarde voor lokale fauna. Deze vinden op het natuurdak een geschikte leefomgeving terug. Weinig onderhoud, op dit dak worden natuurlijke dynamieken toegelaten. Vaak ook extra elementen (stenen, houtstam,...) voor fauna aan te trekken.

					
++++	++	+150 kg/m ²	+15cm	++	++

Biodiversiteitsdak

Kruidendak/
Bloemenweidedak

Om de biodiversiteit te verhogen, kan het groendak verrijkt worden met één- en meerjarige kruiden en bloemen. Bij voorkeur zijn dit plantensoorten met specifieke voordelen voor bestuivers. Ook dienen de planten mooi te ogen en goed bestand te zijn tegen de extreme situaties op dakniveau. De planten kunnen aangebracht worden als zaadmengsel of als voorgekweekte plantjes.

					
+++	++	+150 kg/m ²	+15cm	++	++



Op de minst draagkrachtige daken is nog steeds een groendak mogelijk, weliswaar met minder bijkomende voordelen. De substraatdikte is hier minimaal, en maakt een beplanting met vetplanten mogelijk. Zowel op vlakke daken als op daken met een lichte helling tot 15° kan dit standaard groendak voorzien worden. Het onderhoud is hier ook zeer beperkt.

					
+	+	+100 kg/m ²	8 cm	+	+



Vanaf een dakhelling van 15° is een aangepaste laag nodig die het verschuiven van het groendak tegengaat. Best wordt hier ook met vetplanten gewerkt die als vegetatiemat worden aangebracht, deze zal ook minder gemakkelijk afschuiven. Weinig onderhoud nodig. De waterbuffering is hier minder omdat door de zwaartekracht het overtollige water snel naar beneden afstroomt.

					
+	+	+100 kg/m ²	8 cm	+	++

BIJLAGE B. LIJST MET SOORTEN DIE NIET IN EEN GROENDAKZAADMENGSEL AANWEZIG MOGEN ZIJN, OMDAT ZE EXOTISCH ZIJN OF GEEN LOCALE HERKOMST HEBBEN (LE SERVICE DES PARCS ET DOMAINES DE LA VILLE DE LAUSANNE, 2019).

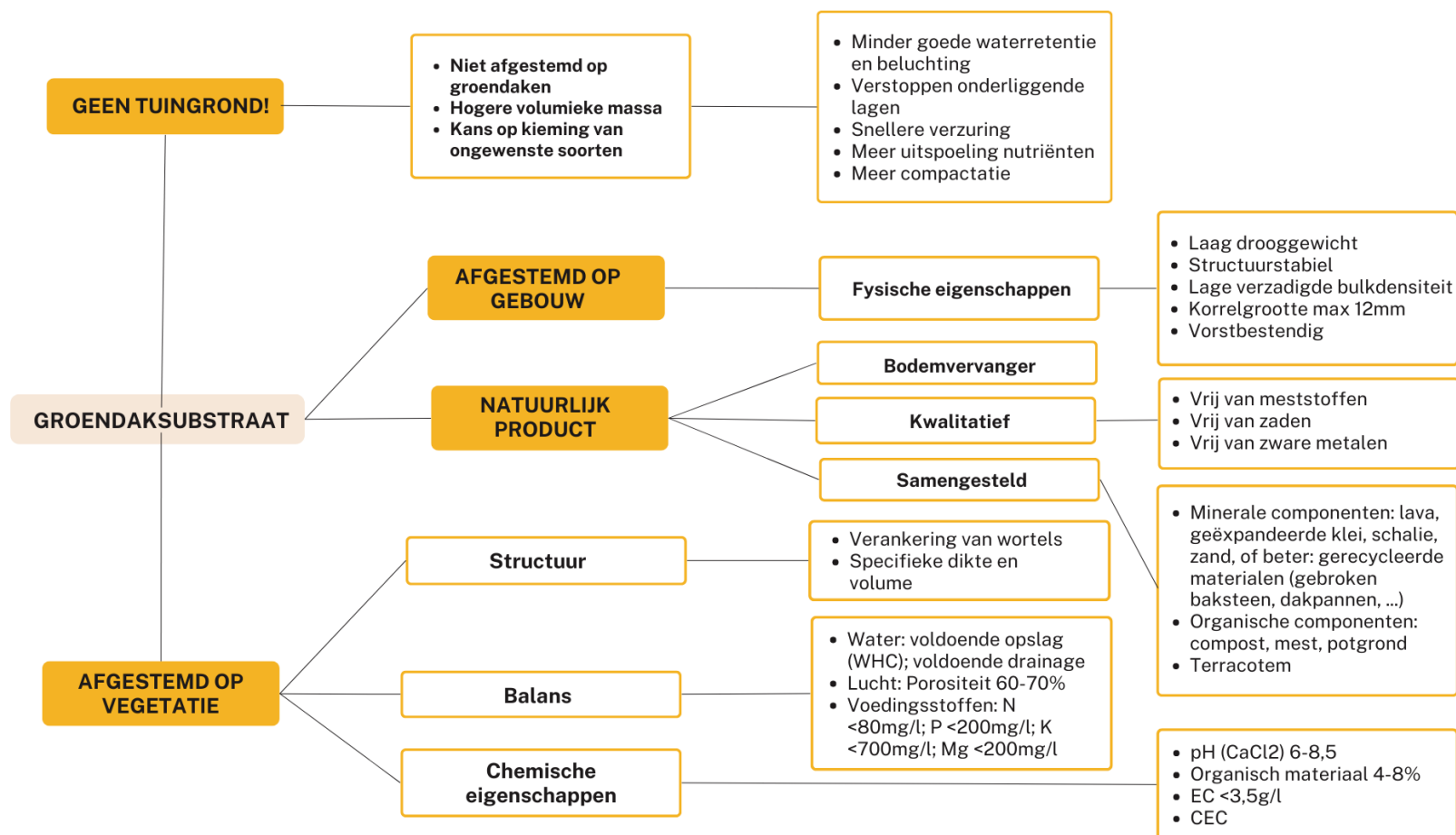


Toitures végétalisées

Liste des espèces à exclure des mélanges (exotiques ou non en station à Lausanne)	
Nom latin	Origine
Anaphalis triplinervis	exotique (Asie)
Antennaria dioica	indigène pas local
Armeria maritima	exotique
Calamintha nepeta	indigène pas local
Campanula cochleariifolia	indigène pas local
Campanula portenschlagiana	indigène pas local
Campanula poscharskyana	indigène pas local
Carlina vulgaris	indigène pas local
Cerastium arvense "compactum"	horticole
Chamaemelum nobile	horticole
Consolida regalis	indigène pas local
Cytisus nigricans	indigène pas local
Festuca cinerea hybride	indigène horticole
Filago vulgaris	indigène pas local
Geranium dalmaticum	exotique
Gypsophila repens	indigène pas local
Hieracium cymosum	indigène pas local
Hieracium piloselloides	indigène pas local
Hyssopus officinalis	exotique
Inula ensifolia	indigène pas local
Lavendula angustifolia	exotique (Médit)
Leucanthemum praecox	indigène pas local
Linum perene	indigène pas local
Melampyrum arvense	indigène pas local
Nepeta cataria	exotique
Nigella arvensis	indigène pas local
Oenothera missouriensis	exotique (Amér)
Papaver argemone	indigène pas local
Pseudolysimachion spicatum (= Veronica spicata)	indigène pas local et inadapté aux toitures
Rhinanthus glacialis	indigène pas local
Sagina subulata	indigène pas local
Satureja montana	exotique (Médit)
Saxifraga paniculata	indigène pas local
Antennaria dioica	exotique/ horticole
Sedum cauticola	exotique (Asie)
Sedum ellacombianum	exotique (Asie)
Sedum kamschaticum + cultivar	exotique/horticole
Sedum lydium	exotique (Asie)
Sedum selskianum	exotique
Sedum spectabile	exotique (Asie)
Sedum spurium + cultivar	exotique envahissante (Asie)
Sedum stoloniferum	exotique envahissante (Asie)
Sempervivum arachnoideum	indigène pas local
Stipa calamagrostis	indigène pas local/horticole
Telephium imperati	indigène pas local
Thymus doerferi	exotique horticole
Thymus froelichianus	indigène pas local
Thymus polytrichus	indigène pas local
Thymus vulgaris	exotique (Médit)
Graminées	
Aegilops cylindrica	indigène pas local
Festuca guestfalica	indigène pas local
Festuca valesiaca	indigène pas local
Koeleria glauca	exotique
Pheum phleoides	indigène pas local

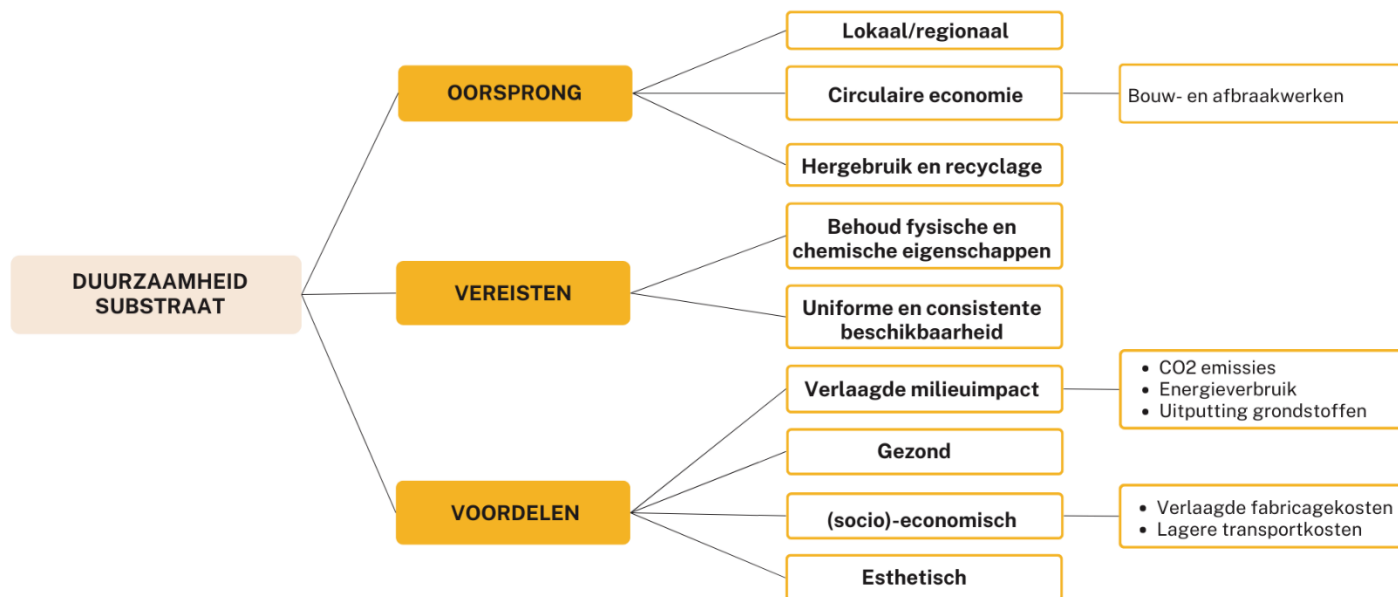
BIJLAGE C. UNIFORME DEFINITIE VOOR GROENDAKSUBSTRAAT

DEFINITIE GROENDAKSUBSTRAAT Een groendaksubstraat is een natuurlijk en kwalitatief samengesteld product bestaande uit hoofdzakelijk, en bij voorkeur gerecycleerde, minerale componenten, aangevuld met organische materialen, en initieel vrij van zware metalen, plantenzaden en meststoffen. De dikte en fysische eigenschappen dienen afgestemd te zijn op de specifieke groendakvegetatie en het type groendak, wat impliceert dat de volumieke massa zo laag mogelijk moet zijn terwijl voldoende structuur wordt geboden voor verankering van plantenwortels, en dat er een evenwichtige balans is tussen de waterhoudende capaciteit, luchtgehalte en voedingsstoffen enerzijds, en het drainerend vermogen van overtollig water anderzijds.



BIJLAGE D. DEFINITIE VOOR 'VERDUURZAMING' GROENDAKSUBSTRAAT

DEFINITIE DUURZAAMHEID GROENDAKSUBSTRAAT Bij de productie van duurzame groendaksubstraten let men op het zo min mogelijk belasten van de omgeving, door maximaal in te zetten op lokale herbruikbare en gerecycleerde materialen, zonder in te boeten op fysische en chemische eigenschappen specifiek aan groendaksubstraat. Milieuvoordelen omvatten verminderde CO₂ uitstoot, energieverbruik en uitputting van grondstoffen. De materialen kunnen, maar zijn zeker niet uitsluitend, afkomstig van bouw- en afbraakwerken, waardoor de hoeveelheid sloopafval vermindert en de bouwsector verder geïntegreerd wordt in de circulaire economie.



BIJLAGE E. INFOFICHE ROND BELANG VAN GROENDAKONDERHOUD



“

**EEN GROENDAK IS
EEN DYNAMISCH
SYSTEEM, NIET
ALTIJD GROEN, EN
MET EEN KOMEN EN
GAAN VAN EXTRA
PLANTENSOORTEN.
DIT TOELATEN IS EEN
PLUS VOOR
BIODIVERSITEIT!**

**HELP! IK
HEB EEN
GROENDAK,
WAT NU?**

Een uitgave in het kader van het TETRA project
GREEN ROOFS UP!, een samenwerking tussen
Hogeschool PXL, WTCB en UHasselt, met financiële
steun van VLAIO.

<https://www.greenroofsup.be>

**INFOBROCHURE ROND
BELANG VAN
GROENDAK
ONDERHOUD**

 AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

CMK
CENTRUM
VOOR MILIEUKUNDE
UHASSELT

WAAROM ONDERHOUD

EEN GROENDAK, VELE VOORDELEN

Eén van de redenen waarom u voor een groendak koos ligt wellicht in de vele economische, ecologische en maatschappelijke voordelen die dit daktype te bieden heeft.

PROBLEMEN VOORKOMEN

Met een geregelde onderhoudsbeurt kunnen de vele voordelen die groendaken bieden op lange termijn gegarandeerd worden. Verder kunnen eventuele problemen tijdig opgemerkt en aangepakt worden en blijft het dak er optimaal uitzien. Let wel: het onderhoud kan geen problemen te wijten aan een foutief ontwerp, zoals een te dunne substraatlaag of foute plantenkeuze, voorkomen. Een goed ontwerp en aanleg zijn daarvoor essentieel!

ESSENTIEEL ONDERHOUD

FREQUENTIE EN PERIODE

Een (semi) extensief groendak (tot 25 cm dikte) heeft slechts 1 à 2 onderhoudsbeurten per jaar nodig. Het onderhoud op een intensief groendak (>25cm dikte) kan vergeleken worden met een tuin. De beste periodes zijn maart-april en september-oktober.

HOOFDACTIVITEITEN

- Waterafvoer controleren
- Verwijderen schadelijke plantensoorten (bvb. zaailingen bomen) en bladafval
- Grindstrook en waterafvoer beplantingsvrij maken
- Traag werkende bemesting aanbrengen
- Eventueel bijzaaien of bijplanten

WAT KAN U DOEN?

ONDERHOUDSTIPS

- Geef een beperkte hoeveelheid (regen)water na aanleg en tijdens langdurige droogte
- Bescherm uzelf tegen vallen!
- Gebruik geen scherpe voorwerpen die de onderlaag kunnen beschadigen
- Gebruik geen bestrijdingsmiddelen

GARANTIE

Ruim 90% van de groen(dak)bedrijven biedt een onderhoudscontract aan, toch kiest slechts ongeveer de helft van de klanten hiervoor. Werken met een onderhoudscontract bespaart u nochtans kostbare tijd, onvoorziene problemen, en biedt u veelal garantie op de beplanting bij een onderhoudsfrequentie van 2x per jaar. Informeer u hierover bij uw groendakleverancier.



EEN GROENDAK IS ONDERHOUDSARM, NIET ONDERHOUDSVRIJ!

BIJLAGE F. STUDIE LEKDETECTIE EN MONITORING VAN VOCHT IN DAKCOMPLEXEN

TETRA Green Roofs Up ! Lekdetectie en monitoring – synthese systemen en ontvangen info's en feedbacks

Contents

TETRA Green Roofs Up ! Lekdetectie en monitoring – synthese systemen en ontvangen info's en feedbacks

1. Inleiding	1
2. Beschrijving van de door verschillende leveranciers voorgestelde systemen	2
a. RoofSEC.....	2
b. ILD ProtectSys.....	2
c. SLD Europe.....	5
d. Controlit.....	7
e. (Carlisle) Detec TruGround® Conductive Primer	8
f. Sika Roof Control System.....	9
g. Guardian leak detection	11
3. Samenvatting en vergelijking	12
4. Ervaringen en meningen.....	15

1. Inleiding

Dit document beschrijft proactieve methodes om vocht in daken te beheren en lekken snel op te sporen. Het gaat dus om geïntegreerde systemen in het dakopbouw, die toelaten om ofwel een punctuele test uit te voeren wanneer gewenst, om te controleren dat er geen lek is, ofwel vocht in het dak continu te monitoren, en dus een anomalie snel te kunnen detecteren. Het gaat dus niet om de lekdetectietechnieken die na een schade worden gebruikt (rookinjectie, thermografie, watertest, ...) maar eerder stroomopwaarts, preventieve technieken.

Hun gebruik kadert in het context van trends en toekomstige richtingen zoals

- Begroening van gebouwen: groendaken (en andere gebruiksdaken) waar de afdichting na plaatsing van de bovenlagen niet meer zichtbaar en moeilijk of niet meer bereikbaar is voor de detectie en herstelling van een infiltratie; men moet dus extra maatregelen nemen, zoals de mogelijkheid om infiltraties snel op te sporen.
- Ontwikkeling van duurzame en circulaire daken: vandaag worden recyclage en hergebruik steeds belangrijker en meer en meer opgenomen in lastenboeken/bestekken, en duurzame daken en gebruiksdaken zijn twee trends die tegenstrijdig lijken: hoe de nodige maatregelen te nemen om de veiligheid van de waterdichtheid en de functionaliteit van het dak te waarborgen indien het gebruikt wordt (tweelaags, totale hechting, compartimentering, ...), rekening houdend met een toekomstige recyclage of hergebruik (demonteerbare daken, deels gerecycleerde, biogebaseerd en/of recycleerbare materialen)? Monitoring en lekdetectietechnieken hebben hier ook een rol te spelen.

De detectie van vocht in het dak betreft twee mogelijke vormen van vocht: ofwel water, in vloeibare vorm (op de dakvloer of het dampscherm, of dat stroomt door een discontinuïteit in de afdichting), ofwel damp (hoge relatieve vochtigheid in het dak, in de isolatielaag).

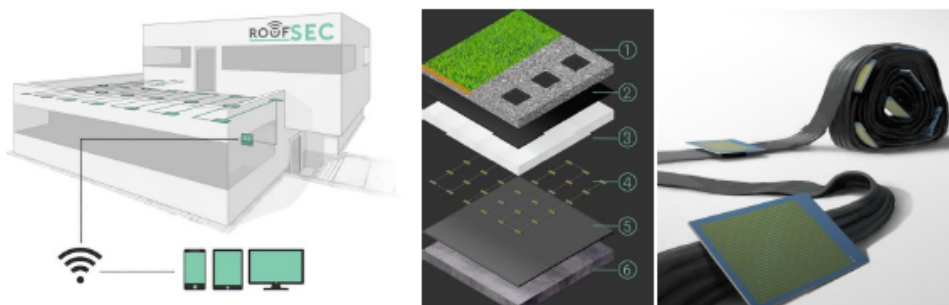
Hierna worden verschillende systemen beschreven en vergeleken, op basis van de documentatie van de fabrikanten, waar mogelijk ingevuld met de feedbacks van fabrikanten en van experts (leden TC Dichtingswerken, en leden begeleidingscomité TETRA Green Roofs Up!), met zoveel mogelijk uitleg en beschrijving van het toepassingsdomein.

2. Beschrijving van de door verschillende leveranciers voorgestelde systemen

a. RoofSEC

RoofSEC – monitoring water op dampscherm

<http://www.roofsec.com/>



Een sensorkabel wordt gelegd volgens een bepaald patroon, onder de isolatielaag (op de dakhoeve of het dampscherm), en geconnecteerd met een communicatie-unit binnen het gebouw. Meetgegevens van de sensoren worden periodiek naar de Cloud doorgestuurd, en de klant wordt geïnformeerd indien in het geval van een lekkagedetectie. Het systeem bestaat, voor 140 m² dak, uit een sensorkabel met lengte 100 m, die 1 sensor per meter bevat, waarvan de principe uit een capacitief meting bestaat. Het komt dus overeen met (gemiddeld) 1 sensor per 1,4 m². Een communicatie-unit kan tot 4 kabels bevatten, en dus toegepast worden tot 560 m² dak. Het legpatroon moet op voorhand bepaald worden.

Scope: Het systeem betreft de detectie van water in vloeibare vorm (op het dampscherm of dakhoeve). Het schikt voor alle types isolatie (er moet wel een isolatie aanwezig zijn), en is compatibel met een groen- of grinddak (of andere gevels). De bevestigingstechniek van de isolatie moet wel een verspreiding van het water onder de isolatie toelaten, dus ze moet losliggend, partieel hechtend (geen volklakkige laag lijm of warm bitumen) of mechanisch bevestigd worden. Het wordt weinig bij verkleefde systemen toegepast gezien er in de rand- en hoekzones meestal volklakkig verkleefd moet worden (terwijl deze zones het meest vatbaar zijn voor infiltraties). In principe speelt de aard van het isolatiemateriaal geen rol (bij een meer dicht materiaal zoals PU met alu-cachering bv. zal het water via de voegen toch circuleren), maar in het geval van een geleidende cachering moet er een elektrisch isolerende laag onder de isolatie geplaatst worden. Deze techniek zou zeker zin hebben gecombineerd met het onder water zetten. Het moet in het dakcomplex geïntegreerd worden en is dus alléén mogelijk wanneer men het dak bouwt of renoveert (niet bij een bestaand dak). Geplaatst door dakafdichters na een opleiding, eventueel met opleiders in situ.

Feedback: Gevraagd aan Hartl Haus (vermeld als referentie op hun website) 23/8/2022, geen antwoord.

Prijs (grootteorde): 14-20 €/m², inclusief de plaatsing (rekening houdend met 55€/h) excl. BTW; geen abonnementskosten of andere vaste kosten, het bedienen van de servers en updates zijn inbegrepen en er is een software waarmee de eigenaren het systeem kunnen bedienen zonder de servers.

b. ILD ProtectSys

<https://www.ild-group.com/en/monitoring/protectsys-b-2/>

Protectsys B – controletest waterdichtheid (onder de afdichting)

Een controle voor de lekpreventie ('integrity test' = voor de eindinspectie van het membraan en/of voor latere inspecties of lekdetectie) kan uitgevoerd met het systeem [ProtectSys B](#). Een sterk elektrisch geleidende materiaallaag wordt onder het afdichtingsmembraan gelegd: fijne roestvrijstalen dradennetwerk voor gelijkmatige bitumineuze of synthetische membranen (figuur links), of geleidende

¹ Algemeen voor de prijzen: grootteorde, om een grove idee te geven om bij de keuze te helpen; afhankelijk van de oppervlakte, vorm, aantal details en aansluitingen, Info niet van alle leveranciers verkregen.

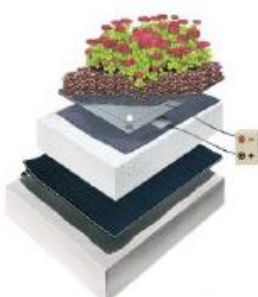
glasvlies voor niet hechtende systemen (figuur rechts). Er worden 2 contactplaten geplaatst op de isolatie aan de uiteinden, onder de geleidend vlies (ProtectSys Messvlies Glasfaser A2), onder de afdichting. Op de afdichting wordt een kabel geplaatst op de omtrek (ProtectSys Messkabel Vector9). Een eventuele grindlaag of groendak wordt op een beschermingsmat gelegd. Een intermitterende elektrische puls wordt toegepast op de meetkabel (lage voltage), stroomt over het verzadigde oppervlak van de afdichting, dan wordt teruggeleid van de elektrisch geleidende laag naar de pulsstroomgenerator. De stroomrichting wordt onder de afdichting gemeten en een eventuele lek gelokaliseerd.

Scope: Het systeem betreft de detectie van water in vloeibare vorm (tussen afdichting en dakvloer). Alle dakopbouwen. Het is compatibel met een groen- of grinddak (met 'pin point detection'). Het moet in het dakcomplex geïntegreerd worden en is dus alléén mogelijk wanneer men het dak bouwt of renoveert of ten minste de afdichting (niet bij een bestaand dak zonder de afdichting te verwijderen). Geplaatst door dakafdicthters.

Prijs (grootteorde)¹: 4-11 €/m², inclusief de plaatsing; kost integriteitstest vanaf 1000 € tot 250 m².



Stainless steel mesh in glued applications



Glas felt for loose laid, ballasted or mechanically fastened systems



Protectsys DLS – vochtmonitoring op dampscherm

ProtectSys DLS is a sensor-tape systeem, dat op het dampscherm wordt gelegd volgens een regelmatig patroon, en condenserende of stagnerende water op het dampscherm constant meet. Gegevens wordt vanuit de evaluatie-unit naar de Cloud gestuurd (WLAN, GPRS/3G, of BMS (Building Management Systeem; optioneel)) en vergeleken met eerder gedefinieerde grenswaarden en alarm automatisch gegenereerd als overschreden, zodat de gebruiker notificaties krijgt in het geval van een lek. De eigenaar wordt geïnformeerd volgens een vooraf gedefinieerd noodplan, per mail of via BMS. Het systeem is zeer gelijkaardig als Roofsec, behalve dat het een continu sensor-tape is eerder dan een kabel met punctuele sensoren.

Scope: Het systeem betreft de detectie van water in vloeibare vorm (op het dampscherm of dakvloer). Het schikt voor alle types isolatie (er moet wel een isolatie aanwezig zijn), en is compatibel met een groen- of grinddak (of andere gebruiksdaken). De bevestigingstechniek van de isolatie moet wel een verspreiding van het water onder de isolatie toelaten, dus ze moet losliggend, partieel hechtend (geen volvlakkige laag lijm of warm bitumen) of mechanisch bevestigd worden. In principe speelt de aarde van het isolatiemateriaal geen rol (bij een meer dicht materiaal zoals PU met alu-cachering bv. zal het water via de voegen toch circuleren). Zou zin hebben gecombineerd met onder water zetten? Geplaatst door dakafdichters.

Prijs (grootteorde)¹: 10-20 €/m², inclusief de plaatsing; te configureren volgens project.



Protectsys LPWAN – vochtmonitoring IoT op dampscherm + relatieve vochtigheid

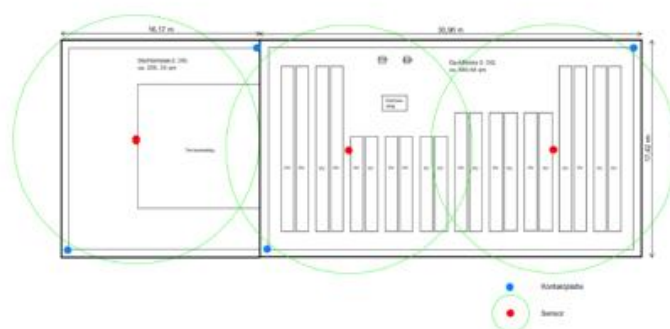
LPWAN = Low Power Wide Area Network (Wide Area Network met laag vermogen, alternatief voor draadloze netwerken voor communicatie in IoT Internet of Things of in M2M Machine to Machine).

ProtectSys LPWAN: Het systeem bevat thermometer-hygrometersensoren die voor een continue meting van de temperatuur en relatieve vochtigheid binnen en buiten de isolatielaag zorgen. Sensoren worden in een opening geplaatst in de isolatielaag, die met een uitstekend deel erbovenuit dan dichtgemaakt is door middel van een hulpstuk. In deze ruimte kan lucht van de isolatielaag circuleren, waar er een hoge relatieve vochtigheid zal gemeten worden door 1 van de 2 sensoren wanneer er een infiltratie is (water in de isolatielaag). De aanwezigheid van vloeibare water op het dampscherm wordt door de 2^{de} sensor gedetecteerd. Het hulpstuk is uitgerust met een zender die de gegevens naar de Cloud stuurt. Sensoren worden in een bestaand LPWAN-netwerk geïntegreerd. Ze zenden de gegevens radiografisch door naar de centrale unit; unit stuurt gegevens naar de Cloud, info beoordeeld en omgezet in een matrix, die feedback geeft over de toestand van het dak. Bouwer/eigenaar snel geïnformeerd als er significant probleem is (schema vooraf opgesteld). Er wordt ongeveer een sensor om de 220 m² voorzien (straal max. 10 m).



Scope: Het systeem betreft de detectie van water in vloeibare vorm (op het dampscherm of dakvloer) en in dampvorm in de isolatielaag. Geïsoleerde daken met dampscherm, alle bevestigingstypes. Met minerale wol krijgt men een snellere antwoord dan met dichtere materialen, maar het systeem wordt veel toegepast met EPS en PU maar het antwoordtijd blijft in de grootteorde van enkele uren in alle gevallen. Maar het laat geen nauwkeurige lokalisatie van de lekken toe. Het is zonder veel moeite toepasbaar in bestaande gebouwen. Geplaatst door dakafdichters.

Prijs (grootteorde)¹: 3,5-5 €/m², inclusief de plaatsing voor de meeste toepassingen, of sensoren te huur (2 jaar), 1,20-1,50 €/m² per jaar; jaarlijkse monitoringkosten afhankelijk van de gewenste gegevens, 0,25-0,75 €/m².



c. SLD Europe

Roof Protector – vocht monitoring op dampscherm + relatieve vochtigheid

Bijlage F – studie lekdetectie en monitoring

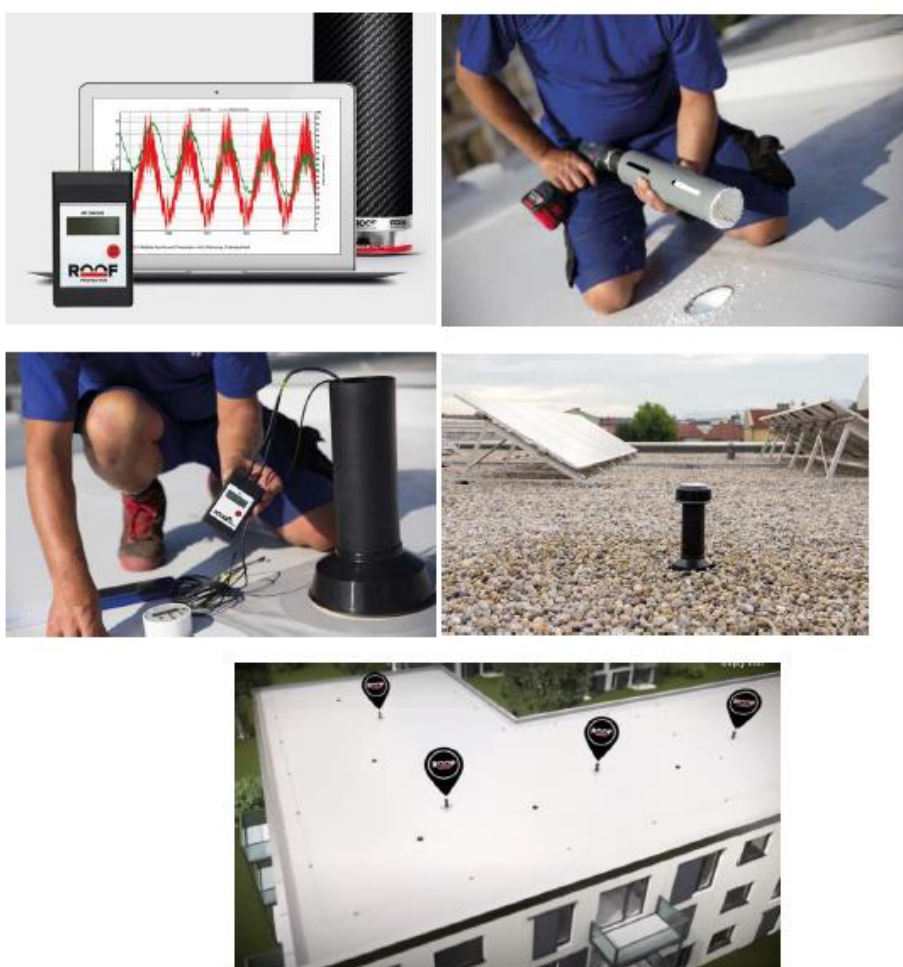
versie 20/10/2022

P. 5 / 15

Voor het systeem Roof Protector <https://www.sldeurope.com/en/Roof-Monitoring/Roof-Protector> worden de verzamelde metingen opgeslagen op een centrale server van RPM Gebäudemonitoring GmbH <https://www.gebaeudemonitoring.at/en/>

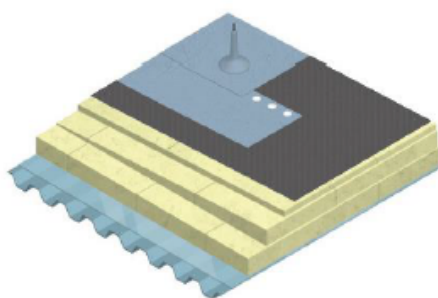
Het gaat om over het dakoppervlakte regelmatig verspreide indicatoren die water en waterdamp meten. Ze worden in de isolatielaag geplaatst in een boring (principe lijkt zeer gelijkaardig als die van Protectsys LPWAN). De verkregen gegevens kunnen manueel uitgelezen worden (door het deksel te verwijderen van het daktoebehoeft dat de sensor en databox met QR-code bevat) en worden opgenomen door een datalogger.

Scope: Het systeem betreft de detectie van water in vloeibare vorm (op het damp scherm of dakvloer) en in dampvorm in de isolatielaag. Geïsoleerde daken met damp scherm, alle bevestigingstypes. Met minerale wol krijgt men een snellere antwoord dan met dichtere materialen, maar het systeem wordt veel toegepast met EPS en PU maar het antwoordtijd blijft in de grootteorde van enkele uren in alle gevallen. Maar het laat geen nauwkeurige lokalisatie van de lekken toe. Het is zonder veel moeite toepasbaar in bestaande gebouwen.



MCS – Monitoring Control System

Het gaat om een systeem waar een geleidende en brandwerende onderlaag (Controlit GS) in het afdichtingssysteem wordt geïntegreerd bij de plaatsing van de afdichting. Controlit Connection Contact moet verbonden worden met de Controlit GS onderlaag, dan hermetisch afgesloten met een specifiek patch. Dan is het dak klaar voor een 'integrity testing' met de SLD – Sensor Leak Detection methode. Isotest Roof Inspect Device wordt verbonden met Connection Contact, en een inspectie kan uitgevoerd worden binnen een radius van 50 meter rond de Connection. Verbindingscontact moet altijd aan de aarding worden bevestigd tijdens inspectie. Isotest ziet eruit als een rakel met veel kleine spikes.



Scope: Het systeem betreft de detectie van water in vloeibare vorm (tussen afdichting en dakvloer). Alle dakopbouw. Het is compatibel met een groen- of grinddak (met 'pin point detection'). Het moet in het dakcomplex geïntegreerd worden en is dus alléén mogelijk wanneer men het dak bouwt of renoveert of ten minste de afdichting (niet bij een bestaand dak zonder de afdichting te verwijderen).

Prijs: 7-10 €/m², inclusief de plaatsing; kost integriteitstest toe te voegen.

(Snow and flood water alarm <https://www.sldeurope.com/en/Roof-Monitoring/Snow-and-flood-water-alarm-systems> ook door SLD voorgesteld; gaat echter niet om vochtmonitoring binnen het dakcomplex; maar kan interessant om schade wegens overbelasting te voorkomen).

d. Controlit

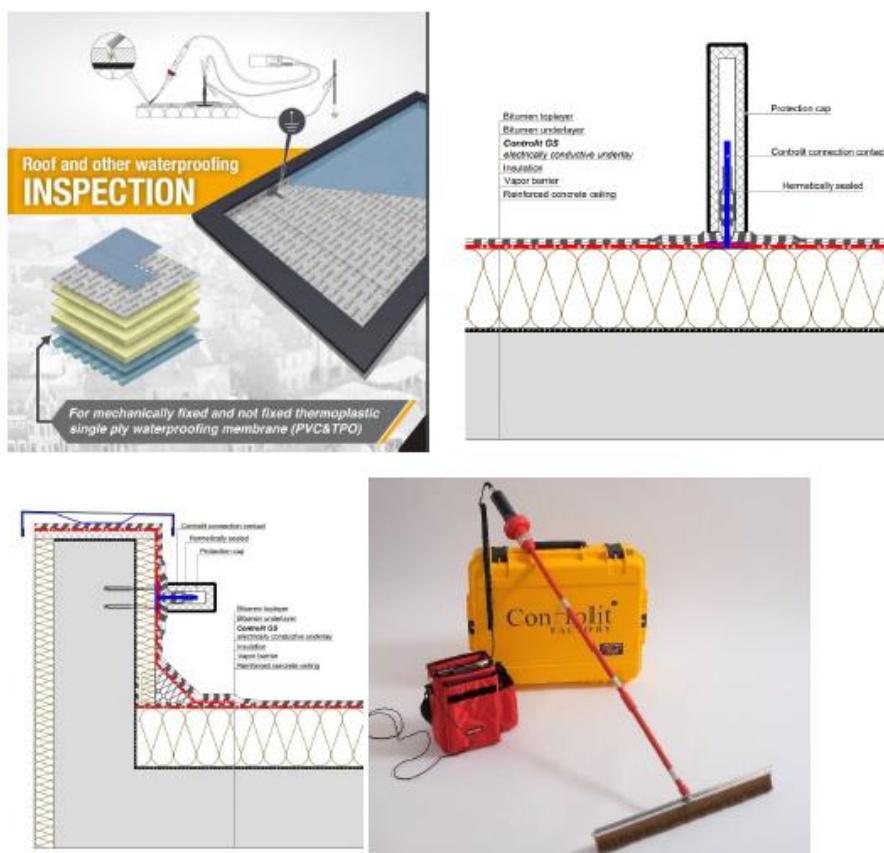
Controlit – controletest waterdichtheid (onder de afdichting)

Fabrikant <https://controlitfactory.eu/>; verdeler www.condetec.be (Frederik Belin, lid TC); zie ook hoger SLD Europe → MCS systeem (maakt gebruik van Controlit onderlagen).

Controlit is een geleidende onderlaag dat als functie heeft om het dak inspecteerbaar te maken door elektrische lekdetectiemethodes (dus zonder dat er een elektrisch geleidend element/laag moet zijn onder de afdichting zoals een cachering, water, ...). Er moeten uitstekende punten zijn voor de controles. Ze stellen voor het 'Dry roof pro' hoogspanningsinspectieapparatuur voor daken evenals een App. Er zijn verschillende types geleidende onderlagen:

- Controlit GS: voor mechanisch bevestigd of losliggende bitumineuze afdichtingen: geleidend glasvlies 165g/m² <1000 Ohm/s
- Controlit GS Single ply: voor mechanisch bevestigd of losliggende PVC of TPO afdichtingen: geleidend glasvlies 165g/m² <1000 Ohm/s,
- Controlit PK: voor mechanisch bevestigd of losliggende afdichtingen, ook onder een groendak: niet-geweven polyestervlies 300g/m² met geleidende koolstof, <5000 Ohm/s (groendaken)

Scope: mechanisch bevestigd of losliggende afdichtingen (bitumen of TPO-PVC); a priori niet voor EPDM noch hechtende systemen? (geen geschikte onderlaag) Een kwaliteit schikt onder een groendak.

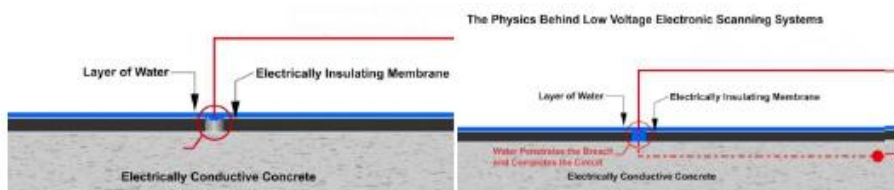


e. (Carlisle) Detec TruGround® Conductive Primer

TruGround® – controletest waterdichtheid (onder de afdichting)

<https://detecsystems.com/truground-conductive-primer/>

TruGround is een watergedragen geleidend primer dat op de laag onder de afdichting wordt aangebracht: isolatie, hout, De voegen worden eerst bedekt met een borstel (voor de continuïteit tussen de platen), dan wordt de primer overal aangebracht met een rol, of door te sprayen. De droogtijd is 30'. Het heeft een donkere kleur om de voldoende bedekking visueel te kunnen controleren: er worden meestal 2 lagen aangebracht voor multiplex, licht beton of isolatie met open cellen. Het gaat om extra laag in het systeem, het vervangt niet de nodige primers of kleefmiddelen (maar dit staat een correcte hechting niet in de weg). Het wordt best opgeslagen en aangebracht bij temperaturen vanaf 7°C, en gebruikt binnen de 6 maanden na opening (1 jaar na productie). Deze primer werd specifiek ontwikkeld voor een elektronische lekdetectie (laag en hoog voltage), waarvoor er een geleidende laag net onder de afdichting aanwezig moet zijn. Hiervoor wordt Detec's IntegriScan gebruikt (ASTM Guide D7877, Standard Practice D8231), en moet er een toegangspunt voorzien worden. Het kan metalen doorvoeringen zijn, en als er geen is moet een aardingsobject worden geïnstalleerd. Elk metalen voorwerp kan aan het structurele dek worden bevestigd en verbonden met de primer (zij kant coaten). Flits-aardingsobject met dakbaan is hetzelfde volgens de eisen van de fabrikant. Er wordt geen grensdraad voorzien worden zoals voor andere systemen. IntegriScan heeft een kleinere toestel voor de toepassing op opstanden en details (Vertical Scanning Unit vs Scanning Platform). Met Scanning Platform kunnen er tot ~3700 m² geïnspecteerd worden.



Scope: Het systeem is compatibel met alle types membranen, ook zwart EPDM, alle dakopbouwen en alle bevestigingstechnieken. Minimumtemperatuur 7°C voor opslag en uitvoering. Voordeel primer tov geleidende vliezen/netten: kan aangebracht worden langs de details.



f. Sika Roof Control System

<https://che.sika.com/fr/construction/systemes-toiture/toiture-plate/dachmonitoring-ueberwachung.html>
Roof Control System – controletest waterdichtheid (onder de afdichting) EN/OF monitoring

Het **SILVER**-systeem bestaat uit een geleidend glasvlies geplaatst onder het (Sarnafil) afdichtingsmembraan (// MCS, Controlit), dat op elk moment een controle van de waterdichtheid van het dak door een hoge voltage elektrische test toelaat (of lekdetectie met lage voltage). Het vlies kan ook als scheidingslaag dienen. Het wordt op regelmatige afstanden gekleefd met Sarnatape 60 evenals in de overlappingzones. Er worden 2 contactplaten per 1500 m² met controlebuizen erbovenop geplaatst voor een veilige toegang tot controlepunten. De controle wordt uitgevoerd door ILD, partner van Sika.

Een controletest met hoge voltage kan alléén uitgevoerd op een droog en niet bedekt dak, dus niet later; voor een lekdetectietest met lage voltage moet de dakoppervlakte vochtig/nat zijn en mag het dak bedekt zijn met bovenlagen (zonnepanelen, groendak, ...).

Het **BRONZE**-systeem bestaat in een actieve monitoring. Het laat een detectie toe van water op het dampscherm en detecteert een hoge relatieve vochtigheid van lucht in het dakcomplex, met een onmiddellijke signaal door radio-sensoren (Low Power Network LoRaTM = LPWAN). Er wordt 1 sensor geplaatst per 200 – 300 m²; of 1 sensor per 'kritieke' punt/zone indien gewenst om het aantal te beperken; of 1 sensor per compartiment indien compartimentering werd toegepast. De batterijen van de sensoren zouden +5 jaar duren (indien leeg krijgt de gebruiker ook een signaal).

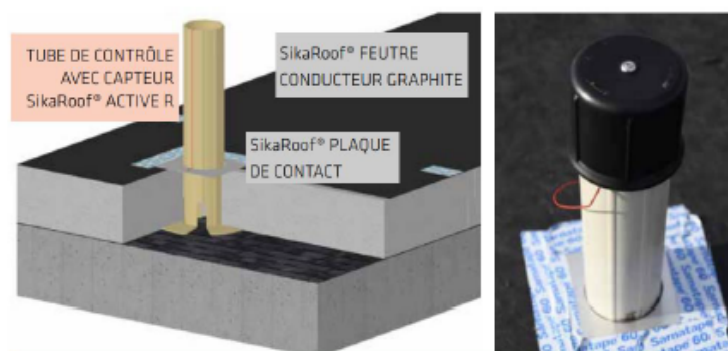
Systeem **GOLD** = **BRONZE** + **SILVER**. **SILVER**-versie kan gemakkelijk geüpgraded worden naar **GOLD** (**BRONZE** niet).

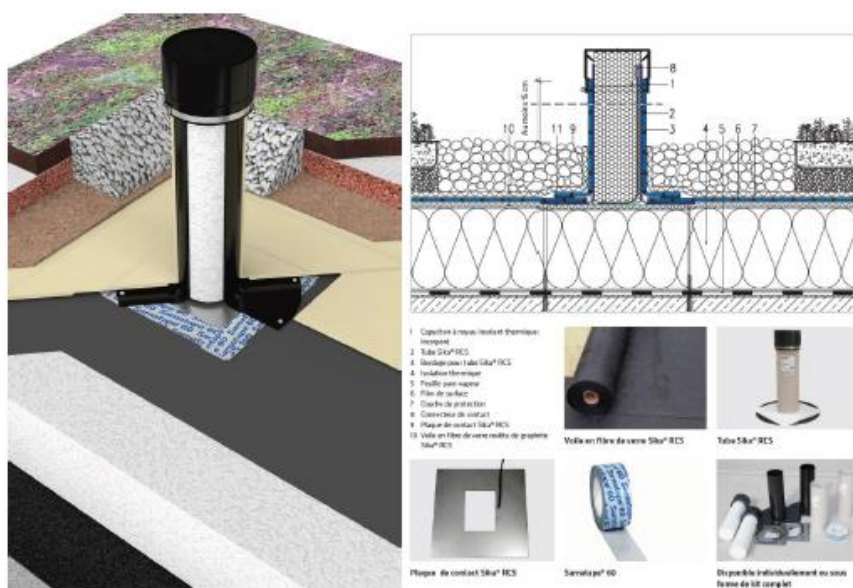
Scope: bovenste lagen (groendak, grind, ...), boven het afdichtingsmembraan, waterdoorlatend. Groendak maximum 20-25 cm dik voor Bronze-systeem, anders zijn de sensoren te moeilijk te bereiken.

Prijs:

Silver (geleidende onderlaag): 4-5 €/m², inclusief de plaatsing; kost integriteitstest toe te voegen ongeveer 3000 € voor test +verslag voor 1000 m², of aankoop testapparaat hoge voltage 4500 € (door Sika verkocht, eenvoudig te gebruiken).

Bronze (monitoring): 1,5 €/m² inclusief het gebruik van de platform voor de gegevens tijdens 5 jaar; daarna is er een extra-kost rond 0,5 €/m².





La toiture doit être SÈCHE et SANS couche de protection (si il existe)!



La toiture doit être HUMIDE/MOULÉE!

Systèmes	Surveillance permanente	Détection des fuites lors de la réception de la toiture	Détection de l'eau sur le pare-vapeur	Détection précise de l'emplacement des fuites	
SikaRoof® SmartControl GOLD	✓	✓	✓	✓	ACTIF
SikaRoof® SmartControl SILVER	✗	✓	✗	✓	PASSIF
SikaRoof® SmartControl BRONZE	✓	✗	✓	✗	ACTIF

g. Guardian leak detection

Controletest aanwezigheid water onderzijde isolatielaag

<https://guardian.nl/en/knowledgebase/guardian-presents-leak-detection>

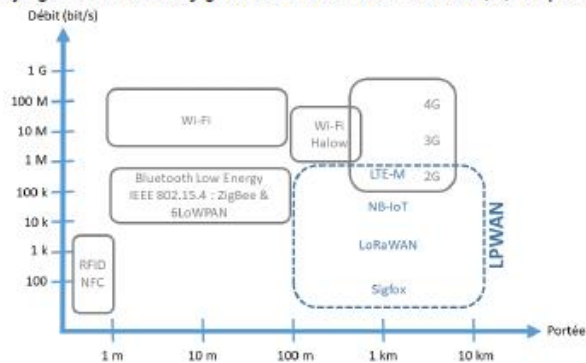
Het systeem bestaat uit waterdetectors (sensoren) en een handig apparaat (de scanner), die met elkaar kunnen communiceren via verschillende lagen van de dakconstructie. Dit systeem is gebaseerd op RFID-technologie (*Radio Frequency Identification, methode voor het op afstand opslaan en ophalen van gegevens, door een elektromagnetische energieoverdracht tussen een radiotag en een RFID-zender; gebruikt voor toegangsbadges, contactloos betalen, objecttraceerbaarheid, ...*). Dit heeft als grote voordeel dat er geen batterij in de sensor nodig is.

Sensoren worden in de isolatielaag geplaatst, alle in dezelfde richting, in vooraf gezaagde sleuven van min. 100 mm x 30 mm in de onderzijde van de isolatieplaten (voor alu-gecacheerde isolatie moet een extra

oppervlak van 150 x 150 mm van de caching worden uitgesneden). Het aantal sensoren per dak is vaak tussen 1 per m² tot 1 per 4 m² (hangt van verschillende factoren af). Bij een dakinspectie worden de sensoren uitgelezen met de scanner; het heeft een bereik van circa 6 meter, wat de inspectie vergemakkelijkt. Het laat een nauwkeurige lokalisatie van een eventuele lek toe. Het systeem kan in elk traditioneel dakopbouw worden toegepast, ook met ballast, tegels of groendak.



Bijlage : verklarende figuur voor LPWAN vs WiFi en 2/3/4G (bron wikipedia)



3. Samenvatting en vergelijking

Zie hieronder een eerste samenvattende tabel van de principes, scope, leveranciers en systemen, specificiteiten, ... voor de twee hoofdtypen: continue monitoring van vocht, en aanpassing dakopbouw voor integriteitscontrole of lekdetectie. Dan is er een tweede samenvattende tabel met een overzicht van alle systemen en (sub)categorieën en hun hoofdeigenschappen.

Monitoring van vocht in daken	Aanpassing van de dakopbouw voor punctuele controles van de integriteit van het dak
Principe: sensoren in cellen in de isolatielaag geplaatst, die de relatieve vochtigheid van lucht in deze ruimtes meten en/of de aanwezigheid van vloeibare water op het damp scherm detecteren. Data opgenomen en gestuurd naar eigenaar, alarm indien waarde overschreden. Voor een systeem worden de gegevens manueel gelezen.	Principe: geleidende laag in het dakcomplex geïntegreerd onder de afdichting, meestal in de vorm van een metalen net (hechtende systemen), primer (hechtende systemen) of vlies (losliggende of mechanisch bevestigde systemen). Deze wordt met metalen punten geconnecteerd en laat dan een controle met laag en/of hoog voltage Controletest hoge voltage: alléén op droog en niet bedekt dak, dus niet later. Lekdetectietest lage voltage: dakoppervlakte vochtig/nat en mag bedekt zijn.
Alle dakopbouwen en bevestigingstechnieken. Sneller signaal met MW dan met dichtere isolatie maar globaal snel in alle gevallen. Indien detectie op niveau van damp scherm: geen totale hechting isolatie (= continue laag die de circulatie van water onder isolatie toelaat)?	Alle dakopbouwen en bevestigingstechnieken (vlies voor LL/M vs primer/net voor T/P; metalen hulpstukken indien geen metalen doorboring aanwezig).
In isolatielaag: detecteert water in dak maar laat geen nauwkeurige lokalisatie van de lek toe. Sensorkabel/-tape op damp scherm, of RFID-sensoren: laten wel nauwkeurige lokalisatie van de lek toe.	Laat nauwkeurige lokalisatie van de lek toe.
Kan onder groen of grinddaken.	Alléén lekdetectietest met lage voltage kan bij groen of grinddaken, geen integriteitscontrole met hoge voltage.
Systemen met sensoren in isolatielaag mogelijk in bestaand dak (boringen in de afdichting en isolatie, afgedicht met aangepaste hulpstukken); systemen met sensoren damp scherm (of aan de onderzijde isolatie) moeten bij de opbouw voorzien worden.	Moet onder de afdichting geplaatst of aangebracht worden, dus alléén mogelijk wanneer men een afdichting plaatst, dus niet in een bestaand dak.
Leveranciers en systemen: RoofSEC: sensorkabel (1 sensor/1,4m²) op damp scherm ProtectSys DLS: sensor-tape op damp scherm ProtectSys LPWAN: 2 sensoren (vloeibaar water op damp scherm + hoge relatieve vochtigheid lucht in isolatielaag); 1 kit sensoren/220m² SLD RoofProtector: // ProtectSys LPWAN Sika Roof Control BRONZE: // ProtectSys LPWAN Guardin LeakDetection: 1 RFID-sensor/1 tot 4 m² in de onderzijde van isolatie	Leveranciers en systemen: Protectsys B: grind/vlies onder afdichting, een kabel geplaatst op de omtrek; test kan onder groen/grind SLD MCS – Monitoring Control System: Controlit onderlaag onder afdichting Detec TruGround Conductive Primer: vloeibaar aangebracht dus voordeel voor verticale delen en details, nadeel minimale temperatuur nodig voor het aanbrengen. Controlit: onderlagen van verschillende types ifv afdichtingstype en al of niet aanwezigheid groendak; M of LL, niet T Sika Roof Control SILVER: geleidende onderlaag; controle door firma SLD partner
Sika Roof Control GOLD = BRONZE + SILVER, combineert beide principes	

Beschrijving	Principe – detectie:	Continu monitoring	Integriteits- test ontvangst / later*	Lokalisatie lek	Onder groen- / grinddak	Nieuwbouw / mogelijk achteraf	Dakopbouw / beperking	Prijsidee	Anderen
RoofSec	water op dampscherm	Ja	Nee	Nee	Ja	Nieuw	Dampscherm; geen volvlakking verkleefde isolatie	14-20 €/m ² 10-20 €/m ²	Isolerend laag onder isolatie indien alu-cachering
ILD Protectsys DLS	Sensorkabel op dampscherm Sensortape op dampscherm	Ja	Nee	Nee	Ja	Nieuw			Kabel op afdichting omtrek dak; indien hechtend, invloed onderlaag op windweerstand meten; oppervlak droog en niet bedekt voor controle (hoge voltage), nat en mag bedekt voor lekdetectie (lage voltage)
ILD Protectsys B = Sika Silver	geleidelijke laag onder afdichting voor controle	Nee	Nee	Ja	Ja (met voorwaarden / aanpassingen)	Nieuw	Allen	4-11 €/m ² +1000 €	
SLD MCS = Controlit							Mechanisch bevestigd / losliggend	7-10 €/m ² + ... 2	Geen kabel nodig omtrek dak; contactpunten
Detec TruGround	Geleidelijke primer onder afdichting voor controle						Allen		Geen kabel nodig omtrek dak; contactpunten; gezondheidsrisico bij aanbrengen?
ILD Protectsys LPWAN									
SLD Roof Protector	Sensoren in opening in isolatie-laag: 1 op dampscherm (water), 1 in isolatiedikte (hoge RV)	Ja	Ja	Nee	Ja	Nieuw +achteraf	Allen met dampscherm en isolatie	3,5-5 €/m ² 0,25-0,75 €/m ² /jaar	Kalibratie/controle sensoren nodig? Manueel uitlezen ook mogelijk (naast continu monitoring); kalibratie/controle sensoren nodig?
Sika Bronze								1,5 €/m ² (+0,5 €/m ² na 5J)	Kalibratie/controle sensoren nodig?
Sika Gold (Silver +Bronze)	Sensoren in isolatie +geleidelijke laag	Ja	Ja	Ja	Ja	Nieuw	Allen		Zie Silver + Bronze
Guardian Leak Detection	Sensoren in onderzijde isolatieplaten	Ja	Ja	Nee	Ja	Nieuw	Allen; openingen rond sensoren indien alu-cachering		RFID technologie, geen batterij in sensoren. Zou niet meer toegepast worden?

* dus noodzakelijk om op het dak (regelmatig) te gaan, moet toegankelijk zijn

4. Ervaringen en meningen

De meningen werden aan de sector gevraagd via de begeleidingsgroep van het onderzoeksproject op 2 september 2022, dan via het Technisch Comité Dichtingswerken van het WTCB op 6 september 2022. Hun feedback is als volgt:

- Algemeen hebben de leden weinig of geen ervaring met dit soort preventieve systemen, behalve soms met geleidende-onderlagen, waarmee één lid actief is en referenties kent, maar weinig in België. Ze maken soms of laten doen integriteitscontroles bij ontvangst van een dak. Voor deze laatste met elektrische metingen is een geleidende onderlaag nodig in aanwezigheid van andere isolaties dan PU met aluminiumcaching.
- Op het moment van de presentaties waren de prijzen niet bestudeerd, en werd de opmerking gekregen dat ze het grootste invloed hebben op het overwegen om een systeem te testen, en dewelke (de verkregen info hieromtrent werden achteraf toegevoegd). Deze prijzen zijn te vergelijken met de kost van een interventie voor de lekdetectie (ongeveer 1 werkdag).
- Volgende elementen zijn belangrijk om te overwegen voor een dergelijk systeem te opteren:
 - Er is een groot belang van het gebruik onder het dak: indien het zeer hoogwaardig is (datacenter, opslag van hoogwaardige goederen, ...) kan men aan een dergelijk systeem denken, anders waarschijnlijk minder.
 - Indien het al om een smart/voorbeeldig gebouw gaat, zal er gemakkelijker overwogen worden om een lekpreventiesysteem te integreren.
 - Een lekpreventiesysteem heeft ook meer zijn in het kader van een DBFM-contract (Design, Build, Finance and Maintain), als extra dienst.
 - Ook als men wenst voor een dakopbouw te kiezen dat niet aan de voorschriften van TV 229 voldoet, bv. van éénlaagse afdichtingen in partiële hechting, zouden dergelijke systemen extra veiligheid bieden om de afwezigheid van een hechtende tweelaagse afdichting te compenseren.
 - Het verzoek om dit type systeem te gebruiken moet eerder van de architect komen, die dit vanaf het begin moet voorzien.
- Voor systemen waar er een extra laag in het dakcomplex wordt geïntegreerd, is er een invloed op de windweerstand, en moet deze opnieuw getest worden; men denkt hier aan de geleidende net of primer onder een hechtende dakafdichting.
- Voor de begeleidingsgroep van het onderzoeksproject is een continu monitoring interessanter dan systemen die punctuele controles toelaten. Deze laatste impliceren dat men regelmatig op het dak gaat, en er is een risico dat men het niet doet (zoals het soms het geval is voor het onderhoud van het dak).
- Er moet niet noodzakelijk een systeem met lokalisatie van lek zijn: een systeem dat verwittigt wanneer er vocht in het dakcomplex wordt gedetecteerd lijkt voldoende, en in voorkomend geval kan de lokalisatie uitgevoerd worden met de klassieke technieken.
- Systemen moeten door de dakafdichter geplaatst kunnen worden, anders ontstaan extra coördinatieproblemen. Het is meestal het geval voor de bestudeerde systemen, eventueel na opleiding en/of met ondersteuning van de firma's ter plaatse.
- De meeste leden van de begeleidingsgroep hebben een voorkeur of meer vertrouwen in een initiële controle vóór het plaatsen van het groendak of andere lagen, zoals rookinjectie of een elektrische meting, want er is volgens hen weinig kans dat er een lek achteraf voorkomt. De dakafdichting wordt echter door de plaatsers en dan door de gebruikers van het groendak belopen.
- Men meldt mogelijke risico's voor de gezondheid van geleidende primers.
- De vraag wordt ook gesteld welke garantie men heeft over de werking van deze systemen op termijn. De geleidbaarheid van geleidende onderlagen heeft bv 20 jaar gegarandeerd. Voor de monitoringsystemen zou een sporadische controle / kalibratie van de sensoren zeker nuttig zijn.