

→ Architecten en beroepslieden uit de bouwsector

Fiche 4.2: Verenigbaarheid tussen zonnepanelen en het ontwerpen van groendaken



Voor meer informatie:
<http://www.leefmilieubrussel.be/voorbeeldgebouwen>

→ Architecten en beroepslieden uit de bouwsector



VERENIGBAARHEID TUSSEN ZONNEPANELEN EN HET ONTWERPEN VAN GROENDAKEN

INHOUDSOPGAVE

PRINCIPES	3
BENADERING	4
1. VERENIGBAARHEID TUSSEN ZONNEPANELEN EN GROENDAKEN.....	4
1.1. <i>Overdimensionering van de draagstructuur van het dak</i>	4
1.2. <i>Oververhitting en PV-panelen</i>	7
1.3. <i>Duurzaamheid van de zonne-installaties en van de dakconstructie</i>	8
1.4. <i>Schaduw veroorzaakt door zonnepanelen</i>	8
1.5. <i>Recuperatie van regenwater</i>	10
2. PLAATSING VAN EEN ZONNE-INSTALLATIE IN COMBINATIE MET EEN GROENDAK.....	11
2.1. <i>Aanhaakstelsel van de panelen</i>	11
2.2. <i>Beheer van hemelwater</i>	12
2.3. <i>Onderhoud</i>	13
CONCLUSIES	14

DOELGROEP

Architecten en beroepslieden uit de bouwsector



PRINCIPES

Zowel zonnepanelen (thermische of fotovoltaïsche) als groendaken (extensieve of intensieve) vertonen **interessante aspecten op het vlak van duurzame ontwikkeling**:

- Enerzijds zijn er energieaspecten: men valoriseert een hernieuwbare energiebron en beperkt zodoende het verbruik van fossiele brandstoffen en de uitstoot van broeikasgassen.
- Anderzijds zijn er aspecten die verbonden zijn met de biodiversiteit, het beheer van regenwater en de **verbetering van het stedelijk microklimaat** (oververhitting, luchtkwaliteit, geluid, ...).

Het is dus moeilijk om voorrang te geven aan de ene of de andere maatregel aangezien beide het mogelijk maken de impact op het milieu van gebouwen te verminderen.

Alles hangt ervan af waar men bij een project de milieuprioriteiten legt: geeft men voorrang aan de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen of heeft men meer oog voor de biodiversiteit en het beheer van regenwater en van het stedelijk microklimaat?

In deze fiche zullen we dus proberen om de impact van beide maatregelen op elkaar te schetsen, alsook de voordelen die ze mekaar opleveren.

Wettelijk kader in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

- Artikel 13 van hoofdstuk 4, titel I : "Naaste omgeving" van de Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening (GSV) bepaalt dat "ontoegankelijke platte daken van meer 100 m² moeten worden ingericht als groene daken".

Dat betekent dat alle daken:

- die enkel toegankelijk zijn om technische redenen
- die niet ingericht zijn "als verblijf"
- en die groter zijn dan 100 m²,

onderworpen zijn aan de in artikel 13 van de GSV voorgeschreven groenaanleg.

- Volgens de GSV stelt de gedeeltelijke toegankelijkheid van een plat dak niet vrij van de inrichting van een groendak op het niet-toegankelijke deel ervan.
- Overigens heeft het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, in het kader van de oproep tot voorbeeldprojecten van Leefmilieu Brussel – BIM en via de energie en gemeentepremies, een reeks aanbevelingen gedaan op het vlak van energie en milieu:
 - Zowel Leefmilieu Brussel – BIM als de gemeenten steunen het gebruik van fotovoltaïsche zonnepanelen (productie van hernieuwbare elektriciteit) en thermische zonnepanelen (minimumaandeel van primair energieverbruik voor sanitair warmwater van hernieuwbare aard).
 - Leefmilieu Brussel – BIM en bepaalde gemeenten (Anderlecht, Etterbeek, Evere, Sint-Joost en Ukkel) stimuleren via investeringspremies groendaken voor daken die niet onder de GSV vallen: tussen 10 en 100 m².



BENADERING

1. VERENIGBAARHEID TUSSEN ZONNEPANELEN EN GROENDAKEN

Bijzondere omstandigheden:

- Overdimensionering van de draagstructuur van het dak
- Oververhitting en weerslag op het rendement van zonnepanelen
- Schaduw die geworpen wordt op planten en keuze van de juiste planten
- Duurzaamheid van zonne-installaties en van het dakgeheel
- Verenigbaarheid met recuperatie van regenwater

1.1. Overdimensionering van de draagstructuur van het dak

Alle daken beschikken over gebruiksbelastingen die verbonden zijn met hun toegankelijkheid (onderhoud, reparaties, ...). Zo beschikken toegankelijke daken (bestaande terrassen) over een grotere gebruiksbelasting die afhankelijk is van de functie van het gebouw.

BELASTINGEN	Ontoegankelijk dak	Toegankelijk dak		
		Woning	Kantoren	Andere
Gebruiksbelasting	• $\pm 80 \text{ kg/m}^2$	• $\pm 200 \text{ kg/m}^2$	• $\pm 300 \text{ kg/m}^2$	• ± 250 tot 750 kg/m^2
Puntbelastingen	• $\pm 150 \text{ kg}$	• $\pm 200 \text{ kg}$	• $\pm 300 \text{ kg}$	• ± 400 tot 2.000 kg
Sneeuw (< 100 m hoogte) of waterlaag (5 cm: onweer)	• $\pm 50 \text{ kg/m}^2$	• $\pm 50 \text{ kg/m}^2$		
BELASTING VAN DE DAKEN	• 130 kg/m^2 (en plaatselijk 150 kg)	• Van 250 tot 800 kg/m^2 (en plaatselijk van 200 tot 2.000 kg)		

- Zonnepanelen oefenen verschillende krachten uit op de structuur van het dak. Men moet met het volgende rekening houden:
 - het eigen gewicht van de panelen: dit is doorgaans niet erg aanzienlijk of beduidend;
 - de ballast van de panelen: in geval van een plat dak;
 - de winddruk: deze kan voor een zekere extra belasting zorgen: afhankelijk van de hoogte van het gebouw en van de kenmerken van het perceel.

BELASTINGEN	Fotovoltaïsche panelen	Thermische panelen
Panelen	• $\pm 15 \text{ kg/m}^2$	• $\pm 25 \text{ kg/m}^2$
Ballast	• $\pm 100 \text{ kg/m}^2$	• $\pm 100 \text{ kg/m}^2$
Wind	• Hangt af van de hoogte van het gebouw, van de dakoppervlakte, van de oppervlakte van de panelen en van de windsnelheid	• Hangt af van de hoogte van het gebouw, van de dakoppervlakte, van de oppervlakte van de panelen en van de windsnelheid
MINIMALE EXTRA BELASTING	• $\pm 115 \text{ kg/m}^2$	• $\pm 125 \text{ kg/m}^2$



Het gewicht van de panelen, inclusief de ballast, zal over het algemeen dichtbij dat van een extensief groendak liggen.

- De belasting teweeggebracht door het groendak zal voornamelijk afhankelijk zijn van:
 - het type substraat en uiteraard de aangebrachte dikte ervan;
 - weersinvloeden, zoals sneeuw, zullen grote belastingen teweegbrengen gezien de vasthoudende werking van groendaken. Groendaken houden water en sneeuw in grotere hoeveelheden en gedurende langere tijd vast;
 - volgens NBN B51 002 moet men bij de berekening van de structurele dimensionering van het dak rekening houden met 2,5 keer de maximale belasting aan besneeuwing die voorzien is voor de streek.

TYPES GROENDAKEN	Belastingen door regenweer	Belastingen in geval van sneeuw
Extensieve groendaken: 2-4 cm substraat voor beplantingen van het type mos/ vetkruiden	<ul style="list-style-type: none"> • Indien verlicht substraat (vulkaanrots, terracotta blokken, ...): ± 60 kg/m² • Bij gebruik van teelaarde moet men rekening houden met een belasting van ± 50%, ofwel 90 tot 100 kg/m² • (saturatiegewicht) 	<ul style="list-style-type: none"> • ± 125 kg/m² • Ofwel een belasting van 75 kg/m² in vergelijking met een onbelast dak
EXTRA BELASTING	<ul style="list-style-type: none"> • ± 135 tot 175 kg/m² 	
Extensieve groendaken: 4-6 cm substraat voor beplantingen van het type vetkruiden/ mos (geheel < 10cm)	<ul style="list-style-type: none"> • Indien verlicht substraat (vulkaanrots, terracotta blokken, ...): ± 90 kg/m² • Bij gebruik van teelaarde moet men rekening houden met een overbelasting van ± 50%, ofwel 135 kg/m² • (saturatiegewicht) 	<ul style="list-style-type: none"> • ± 125 kg/m² • Ofwel een belasting van 75 kg/m² in vergelijking met een onbelast dak
EXTRA BELASTING	<ul style="list-style-type: none"> • ± 165 tot 210 kg/m² 	
Extensieve groendaken: 6-10 cm substraat voor beplantingen van het type vetkruiden / kruiden (geheel < 15 cm)	<ul style="list-style-type: none"> • Indien verlicht substraat (vulkaanrots, terracotta blokken, ...): ± 120 kg/m² • Bij gebruik van teelaarde moet men rekening houden met een overbelasting van ± 50%, ofwel 180 kg/m² • (saturatiegewicht) 	<ul style="list-style-type: none"> • ± 125 kg/m² • Ofwel een belasting van 75 kg/m² in vergelijking met een onbelast dak
EXTRA BELASTING	<ul style="list-style-type: none"> • ± 195 tot 355 kg/m² 	
Semi-intensieve groendaken: Boven 10 cm substraat voor beplantingen van het type grasgewassen (geheel > 15 cm)	<ul style="list-style-type: none"> • Indien verlicht substraat (vulkaanrots, terracotta blokken, ...): > 200 kg/m² • Bij gebruik van teelaarde moet men rekening houden met een overbelasting van ± 50%, ofwel > 300 kg/m² • (saturatiegewicht) 	<ul style="list-style-type: none"> • ± 125 kg/m² • Ofwel een belasting van 75 kg/m² in vergelijking met een onbelast dak



EXTRA BELASTING	<ul style="list-style-type: none"> • ± 195 tot 375 kg/m² 	
Intensieve groendaken: Boven 20 cm substraat voor beplantingen van het type grasgewassen → struiken (geheel > 25 cm)	<ul style="list-style-type: none"> • Indien verlicht substraat (vulkaanrots, terracotta blokken, ...): > 300 kg/m² • Bij gebruik van teelaarde moet men rekening houden met een belasting van ± 50%, ofwel >450 kg/m² • (saturatiegewicht) 	<ul style="list-style-type: none"> • ± 125 kg/m² • Ofwel een belasting van 75 kg/m² in vergelijking met een onbelast dak
EXTRA BELASTING	<ul style="list-style-type: none"> • ± 375 tot 525 kg/m² 	

Bij een plat dak maakt de integratie van zonnepanelen op een groendak het mogelijk om de ballast van de panelen te beperken, aangezien de begroeiing deels als ballast kan dienen (voor een extensief groendak dat 'zwaar' genoeg is: tussen 10 en 15 cm). De extra belasting in vergelijking met enkel het groendak is dan alleen het gewicht van het eigenlijke paneel (15 tot 25 kg), het bevestigingskader en de winddruk.

Bij renovatie

Zijn de belastingen aanvaardbaar bij renovatie? Zal men eerder voorrang geven aan zonnepanelen dan aan groendaken?

- Over het algemeen kan gesteld worden dat, gezien het lage gewicht van bepaalde extensieve groendaken, deze op de meeste daken ingeplant kunnen worden wanneer men voor een verlicht substraat met een beperkte dikte opteert.
 - De combinatie van een extensief dak en zonnepanelen is volstrekt verenigbaar met de renovatie van een toegankelijk bestaand dak.
 - Op ontoegankelijke platte daken zal vaak een keuze moeten worden gemaakt tussen de inrichting van extensieve groendaken en de plaatsing van zonnepanelen.
 - De stabiliteitsmarge voor de inplanting van zonnepanelen is dus beperkt: gewicht van de ballast.
 - De belasting bij sneeuwval vormt ook een probleem bij groendaken.
 - Op hellende daken zal de inplanting van zonnepanelen en/of van een extensief groendak geen problemen opleveren. De dakbedekking zal ofwel een extensief groendak zijn (mogelijk tot 35° helling met vakken) ofwel zonnepanelen of een combinatie van beide (rekening houdend met het beheer van hemelwater als het groendak zich boven de zonnepanelen bevindt).
- De keuze voor intensieve groendaken moet geval per geval worden bekeken.
- Indien de maximum toelaatbare overbelastingen van het bestaande dak beperkt zijn:
 - kan men steeds de realisatie overwegen van lichte groendaken met een substraat van slechts 2 tot 4 cm (max. 60 kg/m²). Het substraat fungeert slechts als tussenstation voor de groei van de beplantingen;
 - loodrecht op de dragende structuren, die de opvang van grotere belastingen mogelijk maken, kan men overwegen bakken of reservoirs met aarde te zetten, die grotere substraatdikten mogelijk maken. Zo kan men plaatselijk beter gevulde beplantingszones creëren. Op dezelfde wijze zouden zonnepanelen plaatselijk ingeplant kunnen worden ter hoogte van de draagstructuren.





Bronnen: WTCB, TV 229 – Gebouw IVG Ariane, Luxemburg (Tuinarchitect: Bernard Capelle 2005) – Gebouw van het Europees Economisch en Sociaal Comité en van het Comité van de Regio's, Brussel (Tuinarchitect: Créer&Entreprendre / foto: Laurent Dinaer 2004)

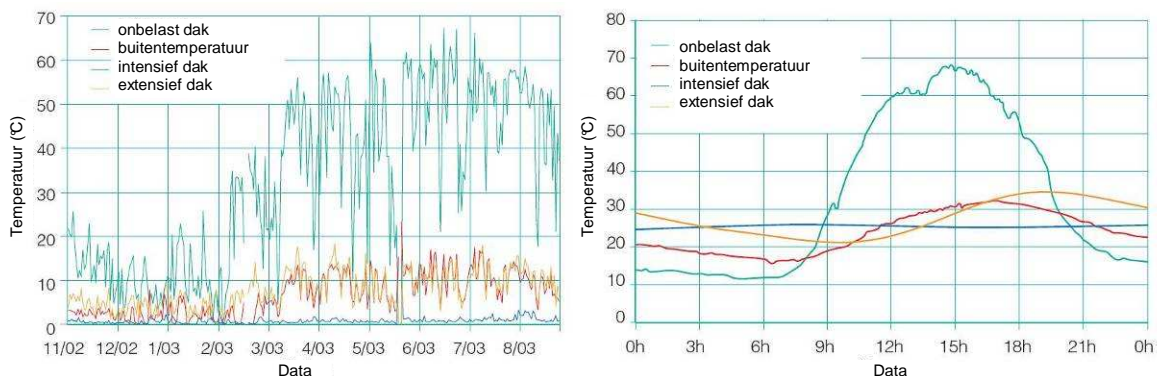
De integratie van zonnepanelen en van een groendak is mogelijk voor zover de toelaatbare overbelastingen van het dak voldoende zijn (rekening houdend met de problematiek van sneeuw op groendaken).

Het is niettemin raadzaam advies te vragen aan een studie bureau inzake stabiliteit vooraleer deze technieken te installeren op een bestaand dak.

1.2. Oververhitting en PV-panelen

Hebben groendaken invloed op het rendement van een fotovoltaïsche zonne-installatie?

Afhankelijk van het type bekleding kunnen de temperaturen aan het oppervlak van het dak vrij hoog oplopen: tot 70 en 80°C tijdens een warme zomerdag op een dak dat niet afgedekt is (zichtbare bitumenafdichting).



Dagelijkse schommeling van de temperatuur aan het oppervlak van een dak in functie van de bekleding in de loop van één jaar en tijdens een warme zomerdag (Bron: WTCB "TV 229 – Groendaken").

In de zomer staan fotovoltaïsche panelen bloot aan een aanzienlijke oververhitting en vertonen ze de neiging om efficiëntie te verliezen (afhankelijk van de temperatuur van de cellen). Het rendement zal dus verbeterd worden als de achterzijde van de panelen goed geventileerd is, wat meestal het geval is op platte daken.

- Voor panelen met monokristallijn- of polykristallijncellen brengt elke graad boven 25°C een rendementsverlies van gemiddeld 0,4 tot 0,5% met zich mee. Bij 80 graden (zichtbare bitumenafdichting) kan het rendement van een fotovoltaïsch zonnepaneel zakken met een kwart. Maar dit doet zich enkel voor als het paneel onmiddellijk en rechtstreeks op het dak geplaatst of bevestigd wordt, wat zelden het geval is. Over het algemeen schommelt het verlies aan rendement tussen 1 en 12% afhankelijk van de effectieve ventilatie van het paneel.
- Plaatsing van de panelen evenwijdig met de helling van het dak (hellend dak) leidt over het algemeen tot een rendementsdaling van 2 tot 5% (luchtspleet aanwezig tussen het paneel en de dakbedekking).
- Met een groendak kan de oververhitting aan het oppervlak van de dakbedekking beperkt worden tot de buitentemperatuur, waardoor er minder oververhitting van de omgeving is en over het algemeen dus minder rendementsverlies. Deze winst is wel beperkt tot enkele procenten.

Een groendak, het substraat, de beplantingen en hun verdamping (en transpiratie) zijn gunstig voor het rendement van een fotovoltaïsche installatie. Ze hebben een invloed op de afkoeling van fotovoltaïsche panelen in de zomer en meer bepaald op de achterzijde van het paneel op voorwaarde dat de planten geschikt zijn voor

nagenoeg permanente schaduw. In alle gevallen moet men een wit kader verkiezen als steun voor de fotovoltaïsche cellen om de directe oververhitting van het paneel te beperken).

Oververhitting en thermische zonnecellen

Hebben groendaken invloed op het rendement van een thermische zonne-installatie?

- Zomerse oververhitting heeft minder invloed op het rendement van de thermische installatie, maar kan wel schade toebrengen aan de onderdelen van de installatie: vroegtijdige veroudering van de warmtegeleidende vloeistof (glycol), beschadiging van de verdeelkring en van de zonneboiler.
 - Men schat dat vanaf 170°C in de zonnecellen en in de kring, de warmtegeleidende vloeistof snel aangetast wordt.

Hetzelfde warmtedempende effect kan interessant zijn in het kader van een installatie van thermische zonnecellen (beperken van de oververhitting in de installatie). Deze rol wordt echter grotendeels vervuld door een goede isolatie van de leidingen van de zonne-installatie (altijd aanbevolen).

Oververhitting en zomercomfort

Dragen groendaken bij tot het zomers comfort van gebouwen?

- Door het substraat en de elementen voor tijdelijke wateropslag in een groendak is de opwarming aan het oppervlak van het dak beperkt in vergelijking met een dichtingmembraan dat onbedekt blijft. Maar haar rol in het zomers warmtecomfort van ruimten die zich eronder bevinden is beperkt, want hier speelt voornamelijk de thermische isolatie van het dak.

Hoe meer men het dak isoleert (wat het geval is bij de Voorbeeldgebouwen), hoe kleiner de rol van groendaken bij de vermindering van de afkoelingsbehoeften in de ruimten die eronder liggen.

1.3. Duurzaamheid van de zonne-installaties en van de dakconstructie

Welke impact kunnen groendaken hebben op de levensduur van zonne-installaties en van daken?

- Een groendak zal een gunstig effect hebben op de veroudering van het afdichtingsgeheel:
 - Het beschermt de membranen tegen zonnestraling (UV en infrarood), hagel, bruuske veranderingen in temperatuur (bijvoorbeeld een zomers onweer na een warme dag), woekerplanten (het groendak is voorzien van een wortelwerend membraan), beschadigingen te wijten aan dieren (vogels, muizen, ...) enz.
 - Het plaatsen van betonblokken direct op de afdichting (voor de ballast van de zonnepanelen) kan de dichtingmembranen doen scheuren. Als de ballast voorzien wordt door het groendak (substraat), is het risico op beschadiging van de dichtingmembranen beperkt.
- Een groendak kan gedeeltelijk de fysieke bescherming verbeteren van de bekleding die rond de leidingen van de zonne-installaties zijn aangebracht. Het zal de temperatuurschommelingen beperken voor de bekleding die onder het substraat geplaatst is.

Een groendak kan de fysieke bescherming verbeteren van de dichtingsmembranen en de zonnekringen (thermische en fotovoltaïsche). We willen er echter op wijzen dat, gezien de grotere vochtigheid die veroorzaakt wordt door een groendak wegens de verdamping (en transpiratie) van de planten, men ervoor moet zorgen dat de leidingen en de verbindingstukken (zowel bovengronds als ondergronds) afdoende beschermd zijn: vochtbestendige thermische isolatie van bekleding en verbindingstukken, waterdichte kap enz.

1.4. Schaduw veroorzaakt door zonnepanelen

Welke impact kan de schaduw hebben die door de panelen op de beplantingen wordt geworpen?

- De inplanting van zonnepanelen, idealiter naar het zuiden gericht, creëert dus een nagenoeg permanente schaduwzone (enkele uren zon 's morgens en 's avonds).
 - Deze schaduw is in zekere zin echter gunstig tijdens de zomerperiode, wetende dat extensieve groendaken (kleine substraatdikten) een moeilijke omgeving vormen voor beplantingen: risico op aanzienlijke droogte, 'hoge' temperatuur in het substraat in vergelijking met een beplanting in volle grond, ...



De keuze aan planten kan er zelfs door uitgebreid worden aangezien de 'stress'-omstandigheden van het groendak verminderd zijn. Een studie over groendaken in Berlijn (Köhler – 2007) toont aan dat aan de voet van zonnepanelen een grotere verscheidenheid aan planten mogelijk is dan de traditionele vetkruiden, die voornamelijk gekozen worden omwille van hun zeer grote weerstand tegen de extreme omstandigheden van extensieve groendaken.



Zeer matige groei van vetkruiden onder de panelen (Bron: www.architectenweb.nl) >< verscheidenheid van grasgewassen in de schaduw (bron: DUNNETT en KINGSBURY "Groene muren en daken")

- Maar niet alle plantensoorten kunnen tegen een dergelijk permanente schaduw. Zo zijn vetkruiden, die men vaak op groendaken aantreft, wel goed aangepast aan de droogte van groendaken, maar verkiezen ze blootstelling aan de zon. Ze zullen dus minder goed groeien onder de zonnepanelen en worden dus afgeraden.
- Het is dus zaak om uit de waaier van planten, die geschikt zijn voor groendaken, halfschaduw- of schaduwplanten te kiezen.

Bepaalde winterharde planten gedijen goed op halfschaduwrijke plaatsen:

- Met substraten van 4 tot 6 cm:



Mazus reptans (tot 5 cm hoog) – Raoulia glabra (tot 5 cm hoog) – Sagina subutula (tot 1 cm hoog) – (Bron: Getty Image)

- Met substraten van 6 tot 12 cm:



Asplenium ceterach (15 cm) – Cymbalaria muralis (5 cm) - Primula vulgaris (10-20 cm) – (Bron: Getty Image)

- Met substraten van 10 tot 15 cm:



Ajuga pyramidalis (15 cm) – Arabis caucasica (15 cm) – Asarum caudatum – Bergenia cordifolia (30 cm) – Epimedium rubrum (30 cm) – (Bron: Getty Image)

- Bepaalde varens zijn vrij goed bestand tegen droogte en schaduw (combinatie met zonnepanelen):



Davallia (10 tot 20 cm !) – (Bron: Getty Image)

- Bepaalde grasgewassen gedijen goed op halfschaduwrijke plaatsen, voor een substraat van 15 tot 20 cm:



Luzula nivea (tot 30 cm !) – (Bron: Getty Image)

- We verwijzen de lezer naar de “Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie¹”, praktische aanbeveling TER 06 "Een groene dakbedekking realiseren". Hierin wordt de aanleg van groendaken in detail beschreven en staan meer gedetailleerde informatiebronnen vermeld.
- Een andere parameter betreft de hoogte die de beplantingen kunnen bereiken. Het spreekt voor zich dat wanneer men zonnepanelen combineert met beplantingen, deze laatste geen schaduw op de panelen mogen veroorzaken. Deze parameter is fundamenteel voor fotovoltaïsche panelen. Het komt er dus op aan planten te kiezen die niet te hoog worden (lager dan het onderste punt van de panelen): < ± 20 tot 30 cm. Onderhoud zal nodig zijn om de groei van de planten in de richting van de zonnepanelen te beperken.
- Bij de keuze van de beplantingen moet ook rekening gehouden worden met de windturbulentie die ontstaat door de aanwezigheid van de panelen en het grotere risico dat ze uitgerukt worden.

Tijdens het ontwerp van het groendak moet rekening worden gehouden met een andere schikking van de beplanting, afhankelijk van hun blootstelling (onder de panelen of op de dakrand). Ter hoogte van de zonnepanelen moet hun hoogte en groei beperkt blijven: aanleg van grindzones, keuze van lage planten...

1.5. Recuperatie van regenwater

Hebben groendaken en/of zonnepanelen een impact op een installatie voor de recuperatie van regenwater?

2 aandachtspunten:

- Is een groendak verenigbaar met de recuperatie van regenwater?

Om deze vraag te beantwoorden, verwijzen we de lezer naar de reeds gepubliceerde werken:

- De Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie, praktische aanbeveling EAU03 "Regenwaterwinning en -gebruik". Hierin wordt in detail ingegaan op de recuperatie van regenwater, en meer bepaald van regenwater dat via groendaken wordt opgevangen.
- Aan de hand van de gecreëerde tool voor het beheer van regenwater op het perceel kan men alternatieve maatregelen vergelijken op maat van het eigenlijke perceel voor het beheer van regenwater op de schaal van het eigen perceel². Deze tool omvat dimensioneringssoftware waarmee de strategieën voor het beheer van regenwater (recuperatie, infiltratie, retentie, ...) verfijnd kunnen worden op kleine schaal.

De verenigbaarheid tussen groendak en recuperatie van regenwater moet geval per geval beoordeeld worden in functie van de beschikbare dakoppervlakte, het soort behoeften dat men kan vervangen door regenwater (kwaliteitsparameter), de bewoningsdichtheid van de gebouwen (kwantiteitsparameter), enz.

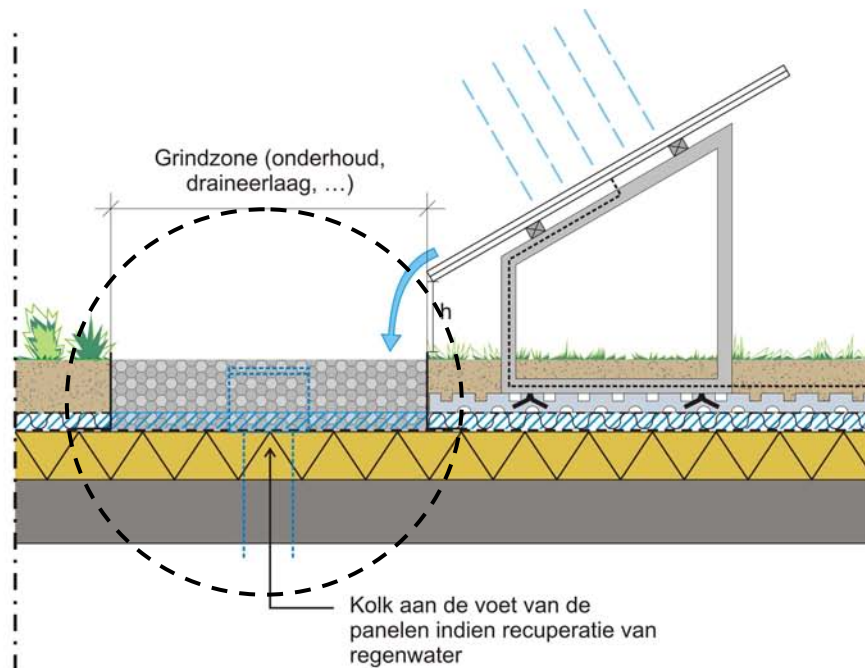
¹ <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=2470&langtype=2060>

² <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/Informer.aspx?id=3758&langtype=2060>



Heeft de installatie van zonnepanelen in combinatie met een groendak een invloed op de recuperatie van regenwater?

- Men mag ervan uitgaan dat zonnepanelen geen enkele negatieve impact zullen hebben op de hoeveelheid of de kwaliteit van het opgevangen regenwater. Integendeel, zonnepanelen zullen de recuperatie van regenwater zelfs bevorderen aangezien er meer water op hun oppervlak afvloeit, dat samenkomt aan de voet van de panelen. De kwaliteit van het opgevangen regenwater kan behouden blijven (geen invloed van de neerslag op de panelen: inert materiaal), meer bepaald als bepaalde details zo zijn uitgewerkt dat ze die opvang vergemakkelijken:



Detailvoorbeeld aan de voet van zonnepanelen voor een makkelijkere opvang van regenwater met beperkte invloed van de neerslag op het groendak (plaatselijke erosie van het substraat)
(Bron : Matriciel)

2. PLAATSING VAN EEN ZONNE-INSTALLATIE IN COMBINATIE MET EEN GROENDAK

2.1. Aanhaaksysteem van de panelen

Er beginnen producten op de markt te komen waarmee zonnepanelen in (platte) groendaken geïntegreerd kunnen worden. De technische oplossingen zijn vrij eenvoudig uit te voeren en maken het mogelijk om de functie van ballast van het paneel, drainage/retentie van het water en bescherming van het afdichting geheel te combineren.



Basis in aluminium



Basis in plaatselijk hout dat goed bestand is tegen vocht:
pseudoacacia



(Bron: www.zinco.de)

Deze foto's zijn illustratief. De referentie werd gekozen omdat er momenteel geen andere systeem van zo'n soort in België gevonden kan worden.

Een studie bureau gespecialiseerd in stabiliteitsstudies zal het ballastpeil van de panelen moeten bepalen in verhouding tot de belastingen door en van het project: wind, sneeuw, ...

ESPOIR

Voor het woonproject ESPOIR werden thermische zonnepanelen geplaatst en een groendak aangelegd. Dit groendak is "extensief". De ballast van de panelen bestaat uit betonelementen van het type latei, die simpelweg op het substraat werden gelegd.



Figuur 1: groendak + zonneboiler (Bron: Architect D. Carnoy)

Voor meer informatie over het Espoir-project, zie de fiche van het **VOORBEELDGEBOUWPROJECT nr. 060 (2008)**.

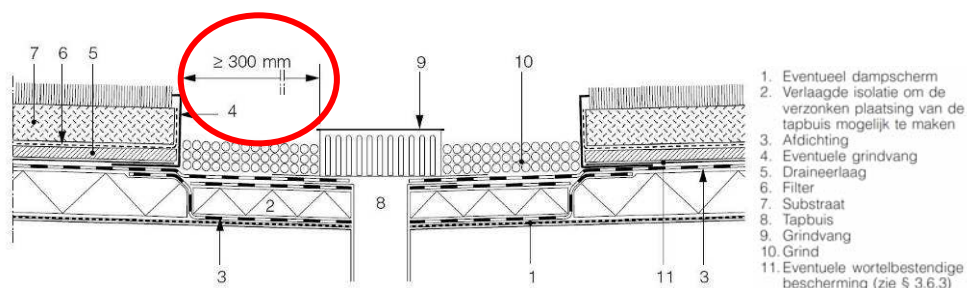
2.2. Beheer van hemelwater

- De oppervlakken van zonnepanelen vormen een ideaal neerslagvlak en hebben de neiging de neerslag en de afvoer ervan naar het afvoerriool te versnellen. Het effect van groendaken op de aftopping van piekdebieten (voor incidentele jaarlijkse regen) zal een beetje verminderen door de aanwezigheid van zonnepanelen.
- Een ander effect van zonnepanelen op groendaken is de toename van de plaatselijke neerslag aan de voet van de zonnepanelen. Er kunnen zich veranderingen voordoen in het groencomplex: grotere watersaturatie (rotten van wortels indien de afvoer niet optimaal is), kloppend effect van de neerslag dat leidt tot een plaatselijke erosie van het substraat, ...
 - Het is dus zaak om aan de voet van de zonnepanelen opvangzones in grind aan te leggen om het water te draineren en de erosie van het substraat te beperken.

Groendaken zijn interessant voor de opvang van afstromend regenwater, de opslag en verdamping (en transpiratie) van het regenwater en de vertraagde evacuatie ervan. Het plaatsen van zonnepanelen alleen, is niet gunstig voor het beheer van hemelwater: ze benadrukken de neerslag op het dak en naar het groendak. Men mag ervan uitgaan dat de combinatie van groendaken en zonnepanelen interessant is voor het beheer van stromend regenwater. Men moet echter wel aandacht besteden aan de noodzakelijke aanpassingen aan het ontwerp van beide technieken..

2.3. Onderhoud

- Door bijzondere ingrepen zullen personen op het dak kunnen lopen om het onderhoud van de zonne-installaties te doen zonder de beplantingen en de groendakstructuur te beschadigen: grindzones, betongegels op blokken, houten roosters op blokken, ...
- De grindzones beperken ook de plantengroei in de richting van de zonne-installaties. Ze geven toegang tot de afvoerroosters en verhinderen dat die verstopt raken door de vegetatie of het substraat.



(Bron: WTCB "TV 229 – Groendaken")

- De totale oppervlakte aan zonnepanelen en de grindzones, die rondom het dak zijn ingericht ter hoogte van de afvoerroosters en om de toegang tot de zonne-installatie mogelijk te maken, kunnen de zone die aan hetgroendak gewijd wordt, fors verkleinen.

Afhankelijk van de beschikbare dakoppervlakte zal moeten nagegaan worden in hoeverre het opportuun is om een groendak aan te leggen. Het mag niet zo zijn dat het groendak gereduceerd wordt tot enkele vierkante meter rondom de panelen (continuïteit en duurzaamheid van de beplantingen).

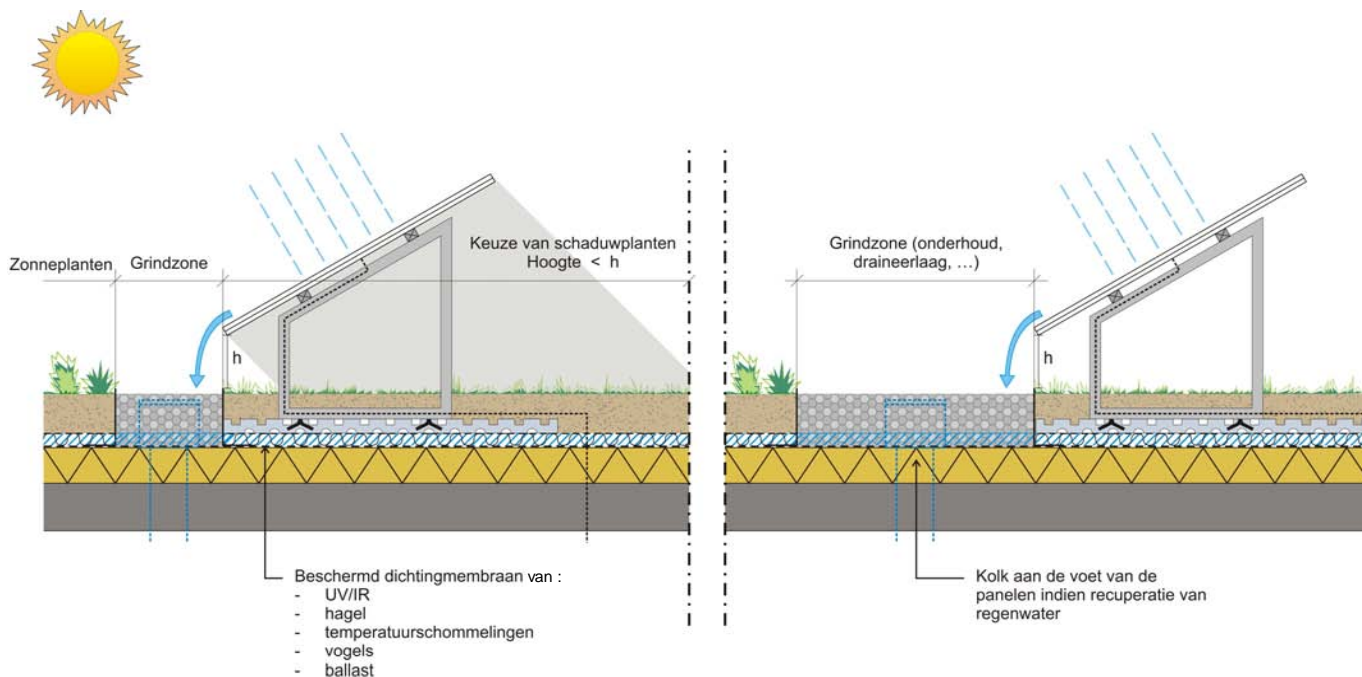
CONCLUSIES

De installatie van (fotovoltaïsche of thermische) zonnepanelen op een groendak is niet onverenigbaar. Deze combinatie biedt zelfs bepaalde voordelen:

- integratie van de ballast van de zonnepanelen met het groendakgeheel;
- verbetering van het rendement van de (fotovoltaïsche) zonnepanelen;
- fysieke bescherming van de dichtingsmembranen en van de zonnepanelen.

Maar om de duurzaamheid van de installaties te verzekeren, houdt men bij het ontwerp rekening met bepaalde principes:

- realiseren van een aangepaste schikking van de planten in functie van de blootstelling (planten die geschikt zijn voor nagenoeg permanente schaduw onder de panelen) en aan de nabijheid van de zonnepanelen (vermijden dat de planten schaduw werpen op de panelen);
- zorgen voor een goede afvoer van het regenwater, meer bepaald in de nabijheid van de zonnepanelen: bescherming van de afvoerroosters, beheer van de neerslag, een gemakkelijk onderhoud mogelijk maken van de zonnepanelen, letten op de keuze van de materialen (risico's op corrosie, bescherming van de leidingen, ...), enz.



(Bron: MATRIciel)

Bij renovatie is de integratie van zonnepanelen en van een groendak mogelijk voor zover de toelaatbare overbelastingen van het dak voldoende zijn:

- Er bestaan architecturale oplossingen waarbij de voornaamste dragende structuren de overbelastingen opvangen.
- Het is niettemin raadzaam advies te vragen aan een studiebureau gespecialiseerd in stabiliteitsstudies voordat men deze technieken installeert op een bestaand dak.

De toepasbaarheid van de combinatie van een groendak en een (thermische of fotovoltaïsche) zonne-installatie zal beoordeeld moeten worden aan de hand van de beschikbare dakoppervlakte, de behoeften op het gebied van regenwaterrecuperatie en de omgeving waar het gebouw is ingeplant. Bij het combineren van de twee technieken moet veel aandacht besteed worden aan het ontwerp om de geïdentificeerde risico's te beperken.

INFO



02 775 75 75
www.leefmilieubrussel.be

Redactie: MATRIciel

Leescomité: Leefmilieu - BIM

Verantwoordelijke uitgevers: J.-P. Hannequart & E. Schamp – Guldelle 100 – 1200 Brussel

