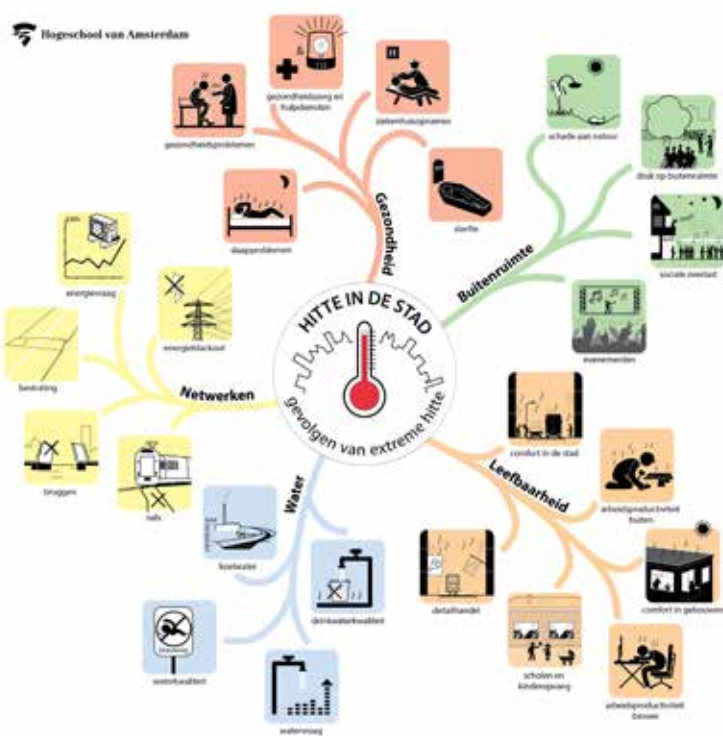


'Veelvoud aan blauwgroene daken draagt bij aan verkoeling'

EEN GROENE LAAG OVER DE STAD HELPT TEGEN HITTESTRESS

Het klimaat verandert en we krijgen vaker last van hittestress. Zowel binnen als buiten. (Blauw)groene daken kunnen helpen om oververhitting in gebouwen tegen te gaan en de inzet van airco's te verminderen. Door een laag groen te leggen over een substantieel deel van een stad of wijk, voelt het ook buiten zelfs koeler aan. Van imposante polderdaken en daktuinen tot kant- en klare schuinedakmodules met sedum; het vergroenen op hoogte is in volle gang.

Tekst: Astrid Zoumpoulis - Verbraeken Fotografie: Ossip van Duivenbode, Igor Vermeer



De Hogeschool van Amsterdam heeft de gevolgen van extreme hitte in kaart gebracht.

Volgens het KNMI hebben we over vijftig jaar met minstens twee keer zo veel dagen van boven de 25 °C te maken dan nu. Hittegolven worden 'normaal'. Daar komt bij dat de toenemende verstedelijking leidt tot nog hogere temperaturen. Het stedelijk hitte-eilandeffect maakt dat het temperatuurverschil met het buitengebied kan oplopen tot 7 °C. En niet te vergeten: door gebouwen vergaand te isoleren, houden ze hitte langer vast. Dit alles betekent dat we vaker te maken krijgen met hittestress; binnen én buiten. Bij ouderen en mensen met chronische aandoeningen leidt dit soms tot sterfgevallen. Het is algemeen bekend dat 'groen' het belangrijkste wapen is tegen oververhitting in de buitenomgeving. Bomen en struiken zorgen voor schaduw, ze houden minder warmte vast dan beton en asfalt en door verdamping van water geven ze juist verkoeling. Een onderzoek van de Hogeschool van Amsterdam ('De hittebestendige stad') laat zien dat als je de stad 20 procent groener maakt, de luchttemperatuur een graad kan dalen. Meer parken dus, meer groen aan onze voeten. Maar boven het maaiveld hebben we nog een tweede laag die we kunnen wapenen tegen de klimaatverandering: onze daken. Als we ook die bovenlaag vergroenen, benutten we alle beschikbare ruimte die er is om steden te beschermen tegen extreme hitte.

Klimaatadaptatie

Rotterdam pronkt met dakboerderij de DakAkker en het bos op het dak van Depot Boijmans van Beuningen. Op



de Amsterdamse Zuidas springen de groene rotsheuvels van Valley en de begroeide torens van Tripolis in het oog. In Eindhoven is de Trudo-toren het eerste 'verticale bos' in de sociale woningbouw. Overal in het land duiken groene daken en gevels op, de ene nog imposanter dan de andere.

Denise Houx en Inge de Boer richtten in hun woonplaats Milaan adviesbureau Roofmatters op rondom groene daken, geïnspireerd door het groen dat werd toegepast op de Expo Milano 2015. Inge de Boer: 'Groene daken zijn een van de instrumenten om klimaatverandering tegen te gaan. De temperatuur van een groen dak blijft beduidend lager dan bij een bitumen of pannendak, dus wordt ook het klimaat eronder prettiger. In de winter isoleert het tegen kou, in de zomer tegen warmte. Ook voor de omgeving is het van nut. Eén groen dak in een wijk gaat de wereld niet veranderen, maar met een veelvoud van groen op het dak en op de bodem, krijgen we echt meer verkoeling.'

En daar blijft het niet bij, legt De Boer uit. 'Een standaard sedumdak neemt de helft van het regenwater op en geeft dat via verdamping terug aan de atmosfeer. De andere helft

verdwijnt in de grondlaag. De begroeiing filtert fijnstof uit de lucht en zet CO₂ om in zuurstof.'

'Groene daken zorgen daarnaast voor biodiversiteit, een brandwerende laag op het gebouw en een langere levensduur van daken. Blauwgroene daken voegen daar een pluspunt aan toe: de extra waterberging onder het groen kan de gevolgen van hevige buien sterk verminderen. De berging houdt het regenwater tijdelijk vast en voert het geleidelijk naar het riool. Een slim blauwgroen dak doet er nog een schepje bovenop: slimme sensoren meten het waterpeil in de berging en zorgen – rekening houdend met de weersverwachting – dat de kleppen naar het riool open en dicht gaan wanneer dat nodig is.'

Koeler

Om de ontwikkeling van (blauw)groene daken in Nederland te versnellen, startte in 2014 de Green Deal Groene Daken, gesteund door gemeentes, waterschappen, verzekeraars en marktpartijen. De factsheet die zij kort daarna opstelden, laat zien dat de binnentemperatuur onder groene daken tot 4 °C lager kan zijn dan bij een traditioneel dak. Platte daken

'GROENE DAKEN ZORGEN VOOR BIODIVERSITEIT, EEN BRANDWERENDE LAAG EN EEN LANGERE LEVENSDUUR VAN DAKEN'

met zwart bitumen kunnen op een warme zomerdag 80 °C worden, bij een pannendak is dat ongeveer 60 °C. Een blauw-groendak wordt onder dezelfde omstandigheden niet warmer dan circa 40 °C. Dat betekent dat er in elk geval op de bovenste verdieping minder gekoeld hoeft te worden met een airco. Op oudere daken – van voor 1987 – kan dit een besparing geven van 75 procent op energie voor een airco, zo blijkt uit de factsheet. Zo voorkomen we tevens dat airco's warme lucht uitspuwen en het stedelijk hitte-eilandeffect versterken.

Niet overtuigd

Niet alle geleerden zijn het hier overigens mee eens. In een groot onderzoeksproject naar klimaatadaptatie ('Climate Proof Cities') door onder andere TU Eindhoven, trokken wetenschappers de conclusie dat groene daken en gevels vrijwel geen invloed hebben op hittedeductie in goed geïsoleerde gebouwen en een verwaarloosbaar effect hebben op het verkoelen van de omgeving. Ze vinden de investeringen in een groen dak niet opwegen tegen de mogelijke energiebesparing in gebouwen. En spreken een voorkeur uit voor maatregelen als ventilatie en zonwering in gebouwen zelf en het planten van bomen in de vollegrond tegen opwarming van de buitenlucht. Een onderzoek van NASA stelt weer dat het zeer afhangt van de locatie van een gebouw, of een maatregel als een groen dak impact heeft. Zo zal een groen dak op een gebouw dat in een park staat, minder effect hebben op temperatuurverlaging dan wanneer dat in een dichtbebouwde omgeving staat met veel beton en asfalt. Waar ze het allemaal wel over eens zijn, is dat een (blauw) groen dak vooral nut heeft vanwege de som van de afzonderlijke functies en voordelen. Zo zegt de WUR in een onderzoeksrapport: 'Als groene daken uitsluitend worden



Op de Amsterdamse Zuidas springen de groene rotsheuvels van Valley in het oog.

gebruikt om overstromingsrisico's en stedelijke verwarming tegen te gaan, kunnen andere op de natuur gebaseerde oplossingen kosteneffectiever zijn, maar vanuit een multifunctioneel perspectief ondersteunen groene daken de klimaatadaptatie weldegelijk.'

Groene droom

Architectenbureau MVRDV is verantwoordelijk voor het ontwerp van Valley in Amsterdam. Samen met opdrachtgever EDGE wonnen ze daarmee de prijsvraag van de gemeente Amsterdam voor deze ontwikkeling aan de Zuidas. Het complex van 75.000 m² ziet er uit als een rotsformatie, met een weldaad aan groen. Heesters en bomen staan niet alleen op de balkons en terrassen, maar ook in de 'vallei' die de rotsige torens verbindt.

Hoe houden we het hoofd koel?

Bij ingenieurs- en adviesbureau DWA doen Farid Saif en Elleke Dees onderzoek naar hittestress in steden en naar ontwerpmaatregelen die hittestress helpen voorkomen. De kennis die ze verzamelen, past DWA toe bij het ontwerp van nieuwe ontwikkelingen en ligt ten grondslag aan een nieuwe simulatietool die laat zien wat het effect is van groentoe toepassingen in gebieden.

Farid Saif: 'Hittestress is een groeiend probleem. Je lichaam raakt in de stress bij een gevoelstemperatuur van boven de 29 °C en dat komt steeds vaker voor in Nederland. Vanuit het convenant Klimaatadaptief Bouwen, eisen veel provincies tegenwoordig dat bij gebiedsontwikkeling rekening gehouden wordt met hittestress. Dat kan je ontwerptechnisch beïnvloeden via drie lijnen: koelen met groen, blauw en grijs. Via vier koelprincipes: reflectie, schaduw, ventilatie en verdamping. Door die maatregelen al in een tool te simuleren, kom je erachter welke daarvan het meest effectief is. Zo kwam uit een casestudie voor een plein in Utrecht naar voren dat er 703 bomen en 12.963 m² aan struiken nodig waren om de gevoelstemperatuur tijdens een hittegolf met 6 °C omlaag te krijgen. Aan verkoeling in gebouwen zelf kunnen groene daken en gevels zeker een bijdrage leveren, met name op de bovenste verdiepingen.'

Elleke Dees: 'Bomen zijn doorgaans het meest effectieve middel tegen oververhitting in gebieden, want die zorgen zowel voor verdamping als schaduw. Je kunt ook doek spannen over straat, asfalt wit verven of gebouwen uitvoeren in hout in plaats van beton. Mensen kunnen op een multifunctioneel groen dak verkoeling vinden als het binnen erg warm is. Maar op de gevoelstemperatuur op straatniveau hebben groene daken weinig effect. De warmte die asfalt en beton vasthouden en uitstralen, opgeteld bij het feit dat hoge gebouwen de windstroming blokkeren, zijn lastig te compenseren door groen op hoogte.'



De heesters en bomen staan niet alleen op de balkons en terrassen, maar ook in de 'vallei' die de rotsige torens verbindt.

Architect Gideon Maasland van MVRDV: 'Wij vinden dat verdichten de juiste richting is, dus niet het hele groene hart vol Vinex'en. Om op een menselijke manier te verdichten, zijn water en groen cruciaal. Onze droom is om elk gebouw in groen te dippen, zoals een softijsje in chocola. Dat draagt bij aan leefgenot, het doet iets tegen oververhitting en wateroverlast en het bevordert de biodiversiteit. En het beperkt in dit geval ook de geluidsoverlast van de A10 die ernaast ligt.'

'Een onderbouwing van de hitereductie hadden we niet bij het ontwerp, dat zijn we nu wel aan het onderzoeken, bij de Why Factory van TU Delft. Daar kijken we naar de invloed van groene gevels, daken en steden op bijvoorbeeld fijnstofreductie en wat het doet met de temperatuur. Zodat we in de toekomst een groen ontwerp met data kunnen onderbouwen.'



De Trudo-toren in Eindhoven is de eerste groene woontoren voor huurders uit de lagere inkomensgroepen.

Of de gegevens uit de factsheet van de Green Deal Groene Daken kloppen, durft de architect niet te zeggen. 'Of het 4 °C koeler is onder een groen dak, weten we nog niet, maar dat zou best kunnen. 4 °C lijkt misschien weinig, maar dat is het niet. Het koelen van een gebouw kost extreem veel meer energie dan het verwarmen van een gebouw. Dus je kunt beter 4 °C verwarmen dan 1 °C koelen. Als je die 4 °C niet weg hoeft te koelen, neemt de inzet van airco's behoorlijk af en verhoog je het comfort.'

Richtlijnen

Zeker nu gemeentes nadrukkelijk gaan sturen op biodiversiteit bij nieuwe ontwikkelingen, en groene daken vaker voorgeschreven zullen worden, is houvast nodig voor de uitgangspunten in het ontwerp en berekeningen van de impact. Richtlijnen en normen zijn er al wel voor groene daken. Zo is er de NTA voor begroeide daken. Die geeft bepalingmethoden voor de prestatie van een begroeid dak in specifieke toepassingen. Met deze NTA zijn wel de effecten meetbaar op het gebied van windweerstand, waterretentie en brandgevaarlijkheid, maar niet op de temperatuur.

Het ISSO-praktijkboek 'Multifunctionele groene daken en gevels' beschrijft vooral gegevens die van belang zijn voor hemelwaterafvoersystemen en overstortvoorzieningen bij groene daken. Ook hier komt de invloed op hitereductie niet aan de orde. De markt kijkt dan ook met spanning uit naar wat er uit de keuren van de Why Factory gaat komen. Voor duurzaamheidslabels als BREEAM, LEED en GPR leveren blauwgroene daken ondertussen wel een betere score, maar de punten worden uitsluitend toegekend voor factoren als irrigatie en afstromend regenwater.

Ontwerp

Het ontwerp van (blauw)groene daken brengt wel een aantal aandachtspunten met zich mee, weet Maasland. 'Veel daken van bestaande gebouwen staan al vol met ventilatie-units, pv-panelen en gevelonderhoudinstallaties. Omdat groene daken vaak pas later in het ontwerp terecht komen, komen ze ook bij nieuwbouw soms in de knel omdat het dak dan inmiddels al volgepland is. Bij een recent project, de herontwikkeling van Tripolis in Amsterdam, losten we dat op door de installaties op de bovenste verdieping te plaatsen. Een andere optie is om zonnepanelen als pergola uit te voeren boven een groen dak. Die biedt ook nog eens beschutting van het toegankelijke groene dak.' Maar installaties zijn niet de enige beperking, zegt Maasland. De constructie van een gebouw moet voldoende robuust zijn om groene daken of gevels te kunnen dragen. 'Vaak worden in een vroeg stadium al de standaardbelastingen aangehouden en is de draagconstructie al bepaald. Als je dan later groen wilt toevoegen, trapt de constructeur op de rem, uit angst dat de constructie dat niet aan zal kunnen. Het is dus belangrijk om groene daken en gevels al in een vroeg stadium mee te nemen zodat iedereen daar rekening mee kan houden.'



De groene Trudo-woontoren telt 125 bomen en 5.200 planten en struiken.

Bij Valley staan de grotere bomen uitsluitend op kolommen die dat gewicht goed kunnen dragen. 'Grote bomen hebben veel grond nodig. Samen leggen ze een zware druk op de constructie. En bij regen zuigt de grond zich ook nog eens vol met water, waardoor het gewicht toeneemt. Op grote overstekken zonder kolom is het dus niet verstandig om grote bomen neer te zetten. Verder puzzelen we nog op de vraag in hoeverre groene daken en gevels ook in combinatie met houtconstructies mogelijk zijn. We bouwen nu CO₂-arm, daar passen houtconstructies bij. Maar daarmee verandert de draagkracht voor groen.'

→ ZONNEPANELEN OP BLAUW-GROENE DAKEN WEKKEN MINSTENS 6 PROCENT MEER ENERGIE OP

Corporaties

Wonen tussen en onder groen is doorgaans een voorrecht van de welgestelden. Woningcorporatie Sint Trudo brengt daar verandering in met de realisatie van de eerste groene woontoren voor huurders uit de lagere inkomensgroepen. De Trudo-toren in Eindhoven is ontworpen door Stefano Boeri, die met zijn beroemde Bosco Verticale in Milaan een nieuwe trend zette. De groene woontoren in Eindhoven telt 125 bomen en 5.200 planten en struiken. Samen absorberen ze op jaarbasis 50.000 kilo CO₂ en zorgen ze voor verkoeling in en rond het gebouw.

Maar Sint Trudo laat het daar niet bij. Recent voerde de

corporatie een pilot uit met een nieuw dakrenovatieconcept voor rijtjeswoningen. Het concept, 'Roef' genaamd, komt van aannemer KnaapenGroep uit Son. Het is een prefab module voor hellende daken, waarin isolatie, beplanting, waterberging, vogelnesten, 'insectenhôtels' en pv-panelen zijn geïntegreerd.

Janneke de Cort van KnaapenGroep: 'Op 13 april zijn de eerste 'Roef's' geplaatst op vijf corporatiewoningen van Trudo. Het dak brengt verkoeling én kan tot 30 liter water per m² vasthouden. Het overige water wordt opgeslagen in een regenton. Zo kan het dus ook veel klimaatschade voorkomen. In samenwerking met TU Eindhoven en Theta Vision is het concept uitgerust met sensoren om de prestaties te monitoren en harde cijfers voort te brengen over bijvoorbeeld de meeropbrengst van pv op een blauw-groendak, de impact op de temperatuur binnen en wat het doet met de biodiversiteit.'

De eerdergenoemde factsheet laat zien dat zonnepanelen op blauwgroene daken minstens 6 procent meer energie opwekken dan op gewone daken. Pv-panelen presteren minder naarmate ze verhit raken. Sedum en wateropslag koelen het dak af, waardoor het rendement op het dak verbetert. Het Roef-concept is zo ontworpen dat de zware sedum-bakken komen te liggen op de dakdelen die het meeste gewicht kunnen dragen, en de minder zware zonnepanelen op de delen die minder kunnen hebben. 'Het is dus echt op elke bestaande dakconstructie toepasbaar, tegen vrijwel dezelfde prijs als een grijs dak met zonnepanelen. Er staan al veel corporaties in de wachtlijn om het concept toe te passen. Daarna gaan we het ook in het particuliere segment en in de nieuwbouw uitrollen,' stelt De Cort. <<



Het Roef-concept is een prefab module voor hellende daken, waarin isolatie, beplanting, waterberging, vogelnesten, 'insectenhôtels' en pv-panelen zijn geïntegreerd.