



rijksuniversiteit
 groningen

faculteit wiskunde en
 natuurwetenschappen

Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen,
M-variant Bèta, Beleid en Bedrijf

Ecologische daken

Daknatuur in de binnenstad van Groningen

Freek S. Mandema B.Sc
(2008)

Met begeleiding van:

Dr. P.D.M. Weesie (RuG)

Dr. H.J. van der Windt (RuG)

F. Zandvoort B.Sc (Esha)

R. van Bemmelen (Esha)

W. Veldstra (gemeente Groningen)



*A delicate fabric of bird song
Floats in the air,
The smell of wet wild earth
Is everywhere.*

Uit: May Day,
Sara Teasdale

Disclaimer

This report has been produced in the framework of an educational program at the University of Groningen, Netherlands, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Science Business and Policy (SBP) Curriculum. No rights may be claimed based on this report, other than described in the formal internship contract. Citations are only possible with explicit reference to the status of the report as a student internship product.

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| Voor/dankwoord..... | 1 |
| Termenlijst | 3 |
| Managementsamenvatting..... | 5 |
| Deel I: Inleiding en achtergrond | 7 |
| Samenvatting | 7 |
| Leeswijzer | 7 |
| 1 Inleiding | 9 |
| 1.1 Achtergrond en uitdaging..... | 9 |
| 1.2 Aanleiding | 10 |
| 1.3 Formeel kader..... | 10 |
| 1.4 Onderzoeksvragen..... | 11 |
| 1.5 Aanpak | 11 |
| Referenties deel I..... | 13 |
| Deel II: Bèta-inhoudelijke aspecten | 15 |
| Samenvatting | 15 |
| Leeswijzer | 16 |
| 2 Vegetatiedaken | 17 |
| 2.1 Wat zijn vegetatiedaken? | 17 |
| 2.2 Functies van vegetatiedaken..... | 18 |
| 2.2.1 Water vasthouden..... | 18 |
| 2.2.2 Bescherming dakbedekking | 22 |
| 2.2.3 Isolatie en afkoeling | 22 |
| 2.2.4 Reductie geluidsreflectie en transmissie | 24 |
| 2.2.5 Verbetering luchtkwaliteit stad | 24 |
| 2.2.6 Verbeteren van het psychisch welbevinden | 25 |
| 2.2.7 Verhogen van de waarde van een gebouw | 26 |
| 2.2.8 Verhoging biodiversiteit stad | 26 |
| 2.3 Aandachtspunten bij vegetatiedaken..... | 26 |
| 2.3.1 Kosten..... | 27 |
| 2.3.2 Imago, milieuvriendelijkheid en esthetiek | 28 |
| 2.3.3 Windbelasting..... | 29 |
| 2.3.4 Brandveiligheid | 29 |
| 3 Vegetatiedaken in Groningen..... | 31 |
| 3.1 Ecologische daken..... | 31 |
| 3.2 Omstandigheden op daken | 31 |
| 3.3 Doelsoorten op vegetatiedaken in de binnenstad van Groningen | 32 |
| 3.3.1 Vogels..... | 33 |
| 3.3.2 Vlinders | 34 |
| 3.3.3 Bijen en Hommels | 34 |
| 3.4 Richtlijnen voor de inrichting van een ecologisch dak | 35 |
| 3.5 Concreet voor Groningen | 37 |
| 4 Casus | 41 |
| 4.1 Locatie | 41 |
| 4.2 ecologisch dak op gymzaal | 42 |
| 4.2.1 Algemeen | 42 |
| 4.2.2 Vak 1 | 45 |
| 4.2.3 Vak 2 | 45 |
| 4.2.4 Vak 3 | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.5 Vak 4 | 45 |
| 4.2.6 Vak 5 | 46 |
| 4.2.7 Vak 6 | 46 |
| 4.2.8 Vak 7 | 46 |
| 4.2.9 Vak 8 | 46 |
| 4.2.10 Aandachtspunten en onderhoud | 47 |
| Referenties deel II | 49 |
| Deel III: Bestuurskundige aspecten | 55 |
| Samenvatting | 55 |
| Leeswijzer | 55 |
| 5 Ecologische daken in Groningen..... | 55 |
| 5.1 Relatie project en beleid | 55 |
| 5.1.1 Agendering beleid | 55 |
| 5.1.2 Probleemanalyse..... | 56 |
| 5.1.3 Ontwerp | 56 |
| 5.1.4 Doelstelling van het project..... | 56 |
| 5.1.5 Positionering van dit project ten opzichte van het bestaande beleid..... | 57 |
| 5.1.6 Probleem..... | 57 |
| 5.1.7 Vegetatiedaken en de duurzaamheidsparadox | 58 |
| 5.2 ecologische daken in het beleid..... | 59 |
| 5.3 aangrijpingspunten in beleidsstukken van de gemeente Groningen | 60 |
| 5.3.1 Groenstructuurplan..... | 60 |
| 5.3.2 Waterplan | 61 |
| 5.3.3 De levende stad, beleidsnota stadsecologie..... | 61 |
| 5.3.4 Lokale Agenda 21 | 61 |
| 5.3.5 Beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl | 62 |
| 5.4 Subsidies..... | 62 |
| 5.5 Draagvlak | 64 |
| 5.5.1 gemeente Groningen | 64 |
| 5.5.2 Esha | 64 |
| 5.5.3 Eigenaren van gebouwen | 64 |
| 5.5.4 Provincie Groningen en Rijksoverheid | 64 |
| 5.5.5 Waterschappen | 65 |
| 5.5.6 Partners van Esha | 65 |
| 5.5.7 Milieugroepen | 65 |
| 5.6 Potentieel te ontwikkelen dakoppervlak in Groningen | 65 |
| 5.7 integratie en advies..... | 66 |
| Referenties deel III | 69 |
| Deel IV: Bijlagen | 71 |
| Bijlage 1, vegetatiedak voor hommels en bijen | 71 |
| Bijlage 2, beleidscyclus..... | 73 |
| Bijlage 3, plantenlijst voor ecologisch dak | 75 |

Voor/dankwoord

Dit rapport is mede tot stand gekomen met de hulp van vele mensen. Allereerst wil ik Wout Veldstra, Ronald van Bommel en Frits Zandvoort bedanken voor hun stagebegeleiding bij respectievelijk de gemeente Groningen en Esha. Ook Peter Weesie en Henny van der windt ben ik dank verschuldigd voor hun stagebegeleiding vanuit de Rijksuniversiteit Groningen.

Daarnaast hebben vele mensen meegewerkt aan interviews, hiervoor wil ik bedanken:

B. Akkerman, W.J. van den Berg, F. Duim, M. van der Glas, T. Jager, H. Jansen, M. Kleijnen, B. Kranenburg, J.L. Kooijmans, J. de Leeuw, A.J. Loonstra, J.T. Post, J. Reumer, R. Rienties, W.A.D. van der Schalie, R. Snep, P. Taming, A. Walsweer en B. van de Wetering. K. van Nierop en P. Bulk wil ik bedanken voor hun hulp bij het bepalen van planten voor een eenvoudig ecologisch dak.

S. Hermans wil ik bedanken voor zijn samenwerking bij het 'casus'-dak. En zijn schatting van de hoeveelheid plat dakoppervlak in de binnenstad van Groningen.

H. Veenstra wil ik speciaal bedanken voor zijn commentaar en suggesties bij de casus in dit rapport.

Tot slot wil ik iedereen bedanken die ik onverhoopt ben vergeten te noemen.

Termenlijst

Ecologisch dak: een vegetatiedak dat specifiek is aangelegd met het doel om de ecologie van een gebied, op de manier zoals gedefinieerd in paragraaf 3.1, te versterken.

EOX: Extraheerbare Organo Halogenen

EPDM: Ethyleen Propyleen Dieen Monomeer

E.R.O.P.: Earth Recovery Open Platform

FLL: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau

Ipdubo: Informatiepunt duurzaam bouwen

LA21: Lokale Agenda 21

PAK: Polycyclische Aromatische Koolwaterstof

Sedumdak: een vegetatiedak met voornamelijk beplanting van het geslacht Sedum.

UV: Ultra Violet

Vegetatiedak: een plat dak met daarop aangelegde (vestigingsmogelijkheden voor) vegetatie

Managementsamenvatting

In de gemeente Groningen wordt veel aandacht besteed aan de mogelijkheden van vegetatiedaken. Groningen verstrekt al subsidies voor vegetatiedaken en geeft daarnaast in verschillende beleidsstukken aan wat de voordelen zijn van vegetatiedaken op verschillende gebieden. Zo kunnen vegetatiedaken water bufferen, de levensduur van dakbedekking verlengen, een gebouw en zelfs een stad afkoelen, geluid dempen, en het psychisch welbevinden van mensen verhogen. Waar op gelet moet worden bij vegetatiedaken zijn de hogere aanlegkosten van vegetatiedaken ten opzichte van een traditioneel dak, het benodigde onderhoud, de windbelasting en brandveiligheid.

Een functie die vegetatiedaken ook kunnen hebben is het verhogen van de biodiversiteit in de stad. Dit wordt in Groningen al genoemd als voordeel, maar aanpassingen aan vegetatiedaken kunnen dit effect sterk verhogen. Een belangrijke stelregel bij het aanleggen van een ecologisch dak met een hogere biodiversiteit is het creëren van structuur. Zowel in de substraatdikte, als in de beplanting en op veel andere manieren.

Aangezien vooral in de binnenstad van Groningen meer groen wenselijk is en er weinig nieuwbouw is in de binnenstad, is het van belang dat ecologische daken relatief licht zijn, zodat ze ook op bestaande bouw aangelegd kunnen worden. Ook is het belangrijk dat een ecologisch dak niet te veel onderhoud vraagt. Onderhoud is een van de angsten van mensen bij vegetatiedaken. Als deze randvoorwaarden in het oog worden gehouden, dan kan een groot oppervlak aan vegetatiedaken worden aangelegd in de binnenstad van Groningen. Hoe groter dit totale oppervlak is, hoe groter de ecologische voordelen, maar ook de andere functies van vegetatiedaken worden maximaal benut met een groter oppervlak aan vegetatiedaken in de binnenstad.

Aan de hand van de richtlijnen zoals deze gegeven worden in dit rapport kan een ecologisch dak met deze randvoorwaarden worden gecreëerd.

Deel I: Inleiding en achtergrond

Samenvatting

Vegetatiedaken zijn niet nieuw de redenen waarom ze worden aangelegd vaak wel. Vegetatiedaken kunnen verschillende functies vervullen, van afkoeling van een gebouw tot het zuiveren van de lucht. De gemeente Groningen heeft de ambitie de duurzaamste stad van Nederland te worden en wil onder andere de biodiversiteit van de binnenstad verhogen. De bitumenproducent Esha in Groningen heeft het Earth Recovery Open Platform (E.R.O.P.) opgezet waarmee Esha vooral de duurzame functies van daken willen doorontwikkelen. In dit verband is er een samenwerking ontstaan tussen de gemeente Groningen en Esha om uit te zoeken hoe vegetatiedaken een bijdrage kunnen leveren aan het behalen van ecologische doelstellingen van de gemeente Groningen en hoe dit in het beleid van Groningen meegenomen kan worden. De uitdaging is dan ook om te onderzoeken hoe een vegetatiedak ingericht kan worden om een ecologische meerwaarde te hebben en daarnaast, wat dit betekent voor de specifieke situatie in de binnenstad van Groningen. In dit rapport zijn deze vragen uitgewerkt aan de hand van literatuuronderzoek en interviews met deskundigen.

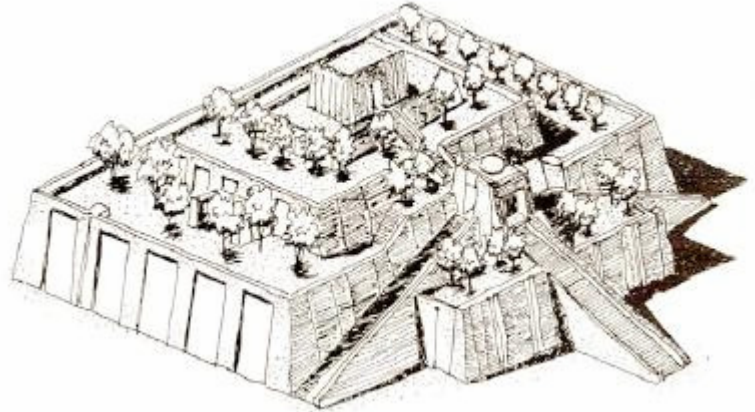
Leeswijzer

In deel I van dit rapport wordt eerst enige achtergrond en geschiedenis gegeven over vegetatiedaken (paragraaf 1.1) daarna wordt aangegeven wat de aanleiding is geweest voor dit onderzoek (paragraaf 1.2), gevolgd door het formele kader waarbinnen dit rapport valt (paragraaf 1.3). Dit deel van het rapport besluit met de onderzoeksvragen (paragraaf 1.4) die verder uitgewerkt zullen worden in de volgende delen van het rapport en er wordt in het kort aangegeven hoe dit onderzoek is uitgevoerd (paragraaf 1.5). Aan het einde van deel I vindt u een overzicht van de geraadpleegde literatuur bij deel I.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en uitdaging

Vegetatiedaken zijn niet nieuw. De eerste bewijzen voor vegetatiedaken stammen al uit 500 voor onze jaartelling. De oude Mesopotamiërs bouwden de grote ziggurat in Ur (in het huidige Irak) en brachten begroeiing aan op verschillende plateaus. Elk plateau werd door middel van een irrigatiesysteem voorzien van water³ (figuur 1). Als nog ouder en bekender voorbeeld zouden ook de hangende tuinen van Babylon genoemd kunnen worden. Hoewel het bestaan van dit antieke wereldwonder (nog) niet is bewezen, spraken oude Griekse historici als Strabo en Diodorus over een bouwwerk aan de oevers van de Eufraat, waar verschillende terrassen een zodanig dikke laag aarde bevatten dat de grootste bomen er kunnen groeien^{7, 11}. Een vegetatiedak kunnen de hangende tuinen eigenlijk dus niet genoemd worden, omdat het groen is geplaatst op terrassen en niet op echte daken³, maar het is een eerste aanzet. Ook worden er al eeuwen begroeide turfdaken gebruikt in onder andere Scandinavische landen, omdat de begroeide daken voor extra isolatie zorgden³. In dit zelfde verband zijn ook de plaggenhutten in Drenthe een vorm van bebouwing met vegetatiedaken⁶.



Figuur 1: impressie van de grote Ziggurat (Jim 2006)

De ontwikkeling van vegetatie op daken staat echter niet stil en het gebruik er van wordt steeds algemener, met als koploper Duitsland. Over het algemeen wordt er bij vegetatiedaken echter vooral gekeken naar de functies van daken voor de mens (waterberging, esthetiek, etc.). Eventuele ecologische voordelen, zoals verhoging van de biodiversiteit worden vaak wel genoemd als voordelen^{8, 2, 9}, maar meer als neveneffect van vegetatie op daken dan als doelstelling.

De ontwikkeling van vegetatie op daken staat echter niet stil en het gebruik er van wordt steeds algemener, met als koploper Duitsland. Over het algemeen wordt er bij vegetatiedaken echter vooral gekeken naar de functies van daken voor de mens (waterberging, esthetiek, etc.). Eventuele ecologische voordelen, zoals verhoging van de biodiversiteit worden vaak wel genoemd als voordelen^{8, 2, 9}, maar meer als neveneffect van vegetatie op daken dan als doelstelling.

De uitdaging van dit project is dan ook om juist de ecologische waarde van vegetatiedaken en de manier waarop deze verhoogd kan worden, te onderzoeken. Nu zijn de locatie van een dak en de omstandigheden op een dak van grote invloed op de flora en fauna en daarmee het type ecologie dat zich kan ontwikkelen. Dit project zal zich specifiek richten op de omstandigheden in de binnenstad van Groningen.

Een extra uitdaging is dan ook om ecologische daken (paragraaf 3.1) zo in te richten dat ze voor de specifieke situatie van de binnenstad van Groningen een waardevolle bijdrage kunnen leveren aan de ecologie en biodiversiteit in Groningen.

1.2 Aanleiding

Voor de uitvoering van dit project is een samenwerking tot stand gekomen tussen de bitumenproducent Esha en de gemeente Groningen. Esha maakt bitumineuze materialen voor daken en is daarnaast bezig met de ontwikkeling van duurzame functies voor daken in het kader van het door Esha opgericht Earth Recovery Open Platform (E.R.O.P.). Het gaat hierbij om duurzame functies, zoals energieopwekking, luchtkwaliteitsverbetering, waterberging, en klimaatveiligheid. Vegetatiedaken kunnen aan al deze functies een bijdrage leveren. Zo kunnen vegetatiedaken stof vasthouden¹ en intensieve vegetatiedaken (paragraaf 2.1) kunnen een bijdrage leveren aan CO₂ opname¹⁰. Esha gelooft echter dat er meer mogelijk is op het gebied van daken. Esha is daardoor geïnteresseerd geraakt in de ecologische functies van daken. Hoewel er binnen de organisatie zeer veel kennis is op het gebied van dakconstructies, is er weinig kennis beschikbaar op het gebied van ecologie. Dit project zal het gat in de kennis proberen op te vullen en zodoende de ecologische functies van vegetatiedaken (paragraaf 3.1) in kaart brengen.

Om dit project praktisch af te bakenen is er voor gekozen om de functies van ecologische daken voor de binnenstad van Groningen te onderzoeken. Groningen is hierbij de logische keuze, omdat Esha is gevestigd in Hoogkerk, in de gemeente Groningen.

Daarnaast heeft de gemeente Groningen ook zelf haar interesse geuit in de mogelijkheden van vegetatiedaken. Zo wordt in het Waterplan⁴ aangegeven dat vegetatiedaken mogelijkheden bieden voor waterberging. Daarnaast wordt in het Groenstructuurplan⁵ aandacht besteed aan de Stedelijke Ecologische Structuur (SES). De SES is een structuur van ecologisch waardevolle gebieden in de gemeente Groningen. Onderling moeten deze gebieden zoveel mogelijk verbonden worden. Ecologische daken zouden hier mogelijk een bijdrage aan kunnen leveren. Op welke manier ecologische daken precies bij kunnen dragen aan de doelstellingen van de gemeente en hoe een ecologisch dak (paragraaf 3.1) in de binnenstad van Groningen er uit zou moeten is nog niet duidelijk voor de gemeente. Dit project zal ook deze vragen zoveel mogelijk beantwoorden.

1.3 Formeel kader

Dit project is uitgevoerd in het kader van een M-variant afstudeerstage van een ecologie master aan de Rijksuniversiteit Groningen. Doelstelling van een M-variant stage is om de stagiair te laten werken in de rol van 'science advisor'. Het is de bedoeling dat de stagiair zijn bètawetenschappelijke kennis inzet om te adviseren over bedrijfs- en/of bestuurskundige vragen.

Dit project is uitgevoerd in de periode van 7 januari 2008 tot en met 30 juni 2008 door Freek S. Mandema, met als afstudeerrichting ecologie. De begeleiders van het project bestaan uit medewerkers van Esha, de gemeente Groningen en de Rijksuniversiteit Groningen (tabel 1).

Tabel 1: Begeleiders bij het project.

| Naam | Instituut | Functie | Rol in begeleiding |
|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| F.Zandvoort B.Sc | Esha | R&D manager | stagebegeleider |
| R. van Bommel | Esha | account manager | stagebegeleider |
| W. Veldstra | gemeente Groningen | stadsecoloog | stagebegeleider |
| Dr. H.J. van der Windt | RuG | docent | FWN docent |
| Dr. P.D.M. Weesie | RUG, M-variant | docent | M-variant docent |

1.4 Onderzoeksvragen

- 1) Hoe kunnen vegetatiedaken in de binnenstad van Groningen ingericht worden met het oog op ecologie?

Aspecten die een rol spelen bij het beantwoorden van deze vraag zijn zowel de ecologische waarde als de bijdrage die een bepaalde biotoop kan leveren aan andere functies, zoals waterberging en luchtkwaliteitsverbetering.

- 2) Hoe kan de gemeente Groningen het concept ecologisch dak implementeren in het beleid voor de binnenstad?

De wensen zoals deze zijn uitgesproken in beleidsstukken en het bepalen van het draagvlak voor ecologische daken onder eigenaren van gebouwen en bewoners van de binnenstad zijn bij het beantwoorden van deze vraag belangrijke aspecten.

1.5 Aanpak

De eerste vraag wordt beantwoord aan de hand van literatuuronderzoek. Daarnaast zal een specifiek dak in de binnenstad van Groningen als casus dienen. Er zal voor dit dak bepaald worden hoe deze ingericht kan worden als ecologisch dak. Theoretische principes uit de literatuur kunnen hier dan uitgewerkt worden. Daarnaast zijn enkele interviews afgenomen met mensen die in de praktijk bezig zijn met stadsecologie en vegetatie op daken.

De tweede vraag wordt beantwoord door beleidsstukken van Groningen met betrekking tot duurzaamheid en ecologie te bestuderen en te bespreken met beleidsmakers.

Ook het draagvlak voor ecologische daken onder eigenaren van gebouwen en bewoners van de binnenstad zal bepaald worden aan de hand van gesprekken met belanghebbenden.

Referenties deel I

- 1 Bakker W. 2002. Argumenten voor groen op het dak. Tuin en Landschap 4a: 8-9
- 2 Brenneisen S. 2003. Ökologisches ausgleichspotenzial von extensiven dachbegrünungen: bedeutung für den arten- und naturschutz und die stadtentwicklungsplanung. Doctoraal proefschrift, Geografie instituut, Universiteit Basel. Zwitserland.
- 3 Carbin M., Nutt S. en Overman M. 2004. Het groene dak van Amsterdam. Anders/de Groenen, Amsterdam.
- 4 gemeente Groningen. 2004. Waterplan gemeente Groningen 2003-2007.
- 5 gemeente Groningen dienst RO/EZ. 2007. Groene Pepers. Groenstructuurplan.
- 6 Hendriks N.A. 1997. Daken in 't groen. Stichting Bouwresearch, Rotterdam.
- 7 Jones H.L. 1930. The geography of Strabo. Harvard University Press. Cambridge.
- 8 Jones R.A. 2002. Tecticolous invertebrates: a preliminary investigation of the invertebrate fauna on ecoroofs in urban London. English Nature. London.
- 9 Kadas G. 2006. Rare invertebrates colonizing green roofs in London. Urban Habitats 4: 66-86
- 10 Oberndorfer E., Lundholm J., Bass B., Coffman R.R., Doshi H., Dunnett N., Gaffin S., Köhler M., Liu K.K.Y. en Rowe B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions and services. Bioscience 57: 823-833
- 11 Oldfather C.H. 1935. Diodorus of Sicily. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts

Deel II: Bèta-inhoudelijke aspecten

Samenvatting

Een vegetatiedak wordt in dit rapport gedefinieerd als een plat dak met daarop een bewust aangelegde vegetatie of bewust aangelegde vestigingsmogelijkheden voor vegetatie.

Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen extensieve en intensieve vegetatiedaken, waarbij de eerste over het algemeen lichte vegetatiedaken met een dunne substraatlaag zijn die weinig onderhoud nodig hebben en de laatste vegetatiedaken die een dikke substraatlaag hebben en vergelijkbaar zijn met tuinen.

Vegetatiedaken kunnen verschillende functies vervullen. Zo kunnen ze water bufferen, zodat bij zware regenval riolen minder worden belast. Een vegetatiedak kan dan zelfs volledig worden afgekoppeld van het riool, maar dan is het van belang om rekening te houden met eventuele eutrofiëring van het oppervlaktewater door bemesting van het dak en met vervuiling door uitloging van andere dakmaterialen.

Een vegetatiedak kan ook de levensduur van dakbedekking verlengen. Doordat de dakbedekking niet meer bloot staat aan UV-straling en niet meer onderhevig is aan sterke temperatuurschommelingen blijft de dakbedekking langer heel.

De temperatuurschommelingen worden gedempt, doordat de vegetatie het dak afkoelt door verdamping van water en doordat het meer warmte reflecteert dan een zwart dak. Dit effect is zodanig dat een heel gebouw af kan koelen door een vegetatiedak en bij voldoende oppervlak aan vegetatiedaken zelfs een stad in temperatuur kan doen dalen.

Naast een demping van de temperatuur kan de vegetatie ook geluid dempen. Dit is één van de functies die het psychisch welbevinden van mensen ten goede komt. Visueel groen heeft echter ook nog andere voordelen op dit gebied, zoals versneld postoperatief herstel. Naast psychische voordelen kan een vegetatiedak ook de lichamelijke gezondheid bevorderen. Zo kan een vegetatiedak fijn stof aantrekken en vasthouden en intensieve vegetatiedaken kunnen een bijdrage leveren aan de opname van CO₂. Een minpunt is dat de vegetatie van een vegetatiedak kan zorgen voor een verhoogde hoeveelheid pollen in de lucht.

In hoeverre de verschillende functies van vegetatiedaken leiden tot een verhoogde waarde van bebouwing is discutabel, maar het is in ieder geval van belang dat het dak zorgvuldig aangelegd is. Anders kan het gebouw zelfs in waarde dalen.

Aandachtspunten waar verder rekening mee gehouden moet worden bij de aanleg zijn de hogere kosten van vegetatiedaken ten opzichte van traditionele daken en het extra benodigde onderhoud, hoewel dit bij extensieve daken minimaal is. Ook met windbelasting en brandveiligheid moet extra rekening worden gehouden als een vegetatiedak wordt aangelegd. De waarde van een gebouw kan positief beïnvloed worden door een vegetatiedak, mits het dak zorgvuldig is aangelegd.

Vegetatiedaken kunnen ook worden ingericht met een ecologische meerwaarde. In dit rapport wordt met ecologisch in de eerste plaats bedoeld dat de biodiversiteit wordt verhoogd en er zal specifiek gekeken worden naar de binnenstad van Groningen. Om dit te realiseren moet rekening gehouden worden met de specifieke omstandigheden op daken en in steden. Ook is het van belang dat het ecologische dak aansluiting vindt bij het doelsoortenbeleid van de gemeente Groningen.

In het algemeen kan er gesteld worden dat voor de ecologische waarde vooral heterogeniteit van belang is. Dit betekent dat er waar mogelijk structuur zit in de hoogte van het substraat, de hoogte van beplanting en de dichtheid van beplanting en dat er zoveel mogelijk gradiënten worden gecreëerd in bijvoorbeeld vochtigheid en lichtinval. Ook moet er zorgvuldig omgegaan worden met bemesting. Voor de specifieke situatie in Groningen is een lijst met geschikte planten gemaakt. Verder is het van belang dat er zo veel mogelijk ecologische

daken komen, zodat een ecologisch dak dat licht is, weinig onderhoud nodig heeft en betaalbaar is een meerwaarde heeft voor Groningen. Een casus is uitgewerkt als voorbeeld hiervan.

Leeswijzer

In dit hoofdstuk zal de term vegetatiedak verder worden uitgewerkt. Daarna volgen de voor en nadelen van vegetatiedaken in het algemeen en van specifieke vormen van vegetatiedaken. In paragraaf 3.4 en 3.5 wordt een advies uitgebracht over de inrichting van vegetatiedaken in Groningen om deze een ecologische meerwaarde te geven.

2 Vegetatiedaken

2.1 Wat zijn vegetatiedaken?

Groene daken, vegetatiedaken, natuurdaken, sedumdaken, grasdaken, met alle termen wordt in meer of mindere mate het zelfde bedoeld. Voor een deel kunnen ze ook dezelfde functies vervullen, maar de ene term kan op meerdere manieren opgevat worden: “een *groen dak, is dat dan een dak dat groen geverfd is?*”⁴⁹ Terwijl de ander zich erg beperkt tot een bepaalde vegetatie. De meest overkoepelende en duidelijke term is vegetatiedak. Deze term zal in dit rapport aangehouden worden.

Er bestaat geen éénduidige definitie van een vegetatiedak. Veelal is de definitie die wordt gebruikt, gekleurd door wat de gebruiker met de aanleg beoogt. De één zal in zijn definitie de nadruk leggen op de mogelijkheid tot waterretentie⁶¹, terwijl de ander alleen noemt dat het dak bedekt moet zijn met planten.⁶⁷ In dit rapport zal als definitie voor vegetatiedak worden aangehouden: *een plat dak met daarop aangelegde (vestigingsmogelijkheden voor) vegetatie*. Er wordt



Figuur 2: ‘spontaan’ gevestigde vegetatie op fietsschuurtjes in Groningen (foto: Mandema, 2008)

uitgegaan van horizontale platte daken, omdat deze de meeste mogelijkheden bieden voor flora en fauna. Op schuine daken met een hellingshoek tot 20 graden kunnen wel lichte extensieve vegetatiedaken aangelegd worden zonder het gebruik van speciale (dure) maatregelen (www.groenophetdak.nl). Waterretentie door schuine vegetatiedaken is echter sterk minder dan bij platte vegetatiedaken^{72, 27}. Dit komt aan de ene kant doordat het water onder invloed van de zwaartekracht de neiging heeft om van het dak af te lopen. Daarnaast kunnen schuine daken over het algemeen een dunnere substraatlaag dragen dan platte daken, in verband met het schuiven van het substraat¹². De dikte van het substraat heeft invloed op de waterretentie, zoals beschreven in paragraaf 2.2.1 Daarnaast heeft de dikte van de substraatlaag ook invloed op de isolerende eigenschappen van een vegetatiedak, zoals beschreven in paragraaf 2.2.3

De aangelegde vegetatie of vestigingsmogelijkheden voor vegetatie wordt genoemd, omdat vegetatie zich bijvoorbeeld ook ‘spontaan’ op grinddaken kan vestigen (figuur 2). Deze daken hebben echter niet dezelfde voor en nadelen als bewust aangelegde vegetatiedaken.

Welke definitie je ook aanhoudt, een vegetatiedak bestaat altijd uit een vegetatielaag die geworteld is in een substraatlaag die soms ook als drainagelaag werkt. In de meeste gevallen zit er onder de substraatlaag een aparte drainagelaag. Een aparte drainagelaag wordt door de meeste fabrikanten ook sterk aangeraden, omdat een dak zonder drainagelaag veel sneller aan vervanging toe is⁷³. Daaronder komt een water en wortelkerende laag en dan de rest van de dakconstructie. De vegetatielaag kan extra geankerd worden met een speciaal wortelvlies³¹.

Verharde daken die in de eerste plaats een terrasfunctie hebben en zijn ingericht met enkele plantenbakken worden hier niet gezien als vegetatiedak, omdat deze daken niet dezelfde functies vervullen als ‘echte’ vegetatiedaken.

Vegetatiedaken kunnen verder opgedeeld worden in intensieve vegetatiedaken en extensieve vegetatiedaken. Grofweg kan er gezegd worden dat extensieve vegetatiedaken bestaan uit niet beloopbare daken met een dunne laag substraat die minimaal tot geen onderhoud nodig hebben^{31, 22, 69, 20}. Intensieve daken hebben een dikkere substraatlaag en vergen meer onderhoud en kunnen ook (gedeeltelijk) beloopbaar zijn^{31, 22, 69, 20}. Daarnaast geldt voor intensieve daken over het algemeen dat ze niet op bestaande bouw aangelegd kunnen worden door het hoge gewicht. Aan de hand van de literatuur is geen scherpe grens tussen intensief en extensief te trekken. De Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL)²⁰ beschrijft naast intensieve en extensieve vegetatiedaken ook een tussengebied van semi-intensieve vegetatiedaken in hun richtlijnen voor vegetatiedaken²⁰.

De begroeiing op vegetatiedaken kan sterk variëren. Extensieve daken hebben echter vaak een sedumbegroeiing (begroeiing met voornamelijk planten van het geslacht *Sedum*). Sedums hebben maar weinig substraat nodig en kunnen goed tegen droogte. Sedums zijn dus zeer geschikt als begroeiing op daken die weinig extra gewicht kunnen dragen^{56, 25}. De huidige populariteit van Sedums maakt dat de termen sedumdak en vegetatiedak vaak door elkaar worden gebruikt.

Aan de hand van de begroeiing of functionaliteit²² kunnen vegetatiedaken verder onderverdeeld worden. Voor dit rapport volstaat de onderverdeling in intensieve en extensieve daken. Een advies over de precieze vegetatiesamenstelling voor vegetatiedaken in de binnenstad van Groningen zal gegeven worden in paragraaf 3.5.

2.2 Functies van vegetatiedaken

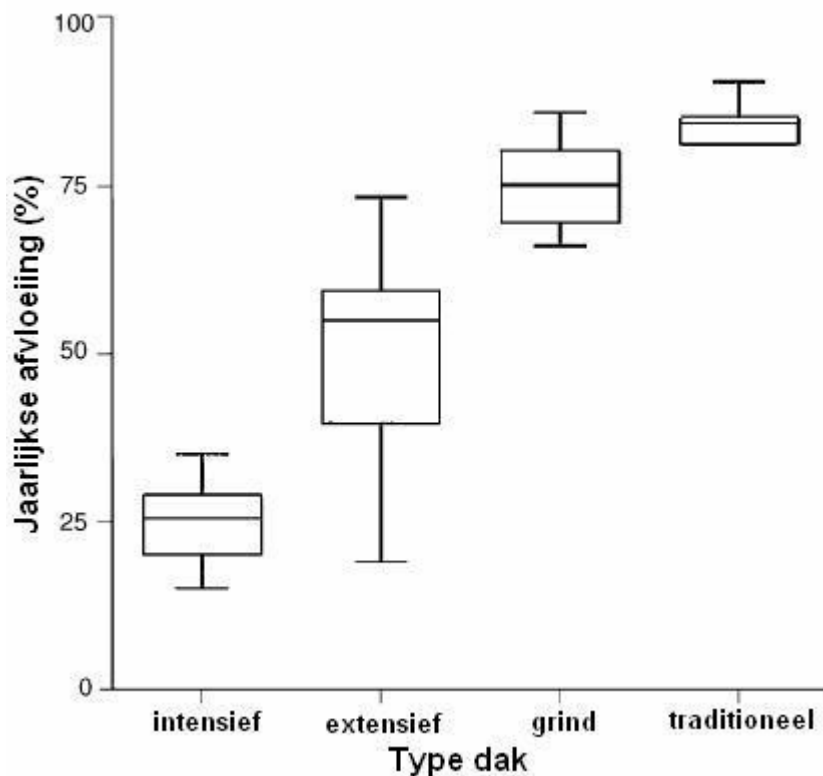
De lijst met functies van vegetatiedaken is groot. In de komende paragrafen zullen ze uitgebreid behandeld worden. Daarnaast zal beschreven worden hoe bepaalde functies van vegetatiedaken betrekking hebben op de situatie in Groningen.

2.2.1 Water vasthouden

Eén van de functies van vegetatiedaken die het meest genoemd wordt is het vasthouden van water. Het klimaat verandert, waardoor er heviger buien in Nederland vallen⁵². Voor veel steden leidt dit tot problemen met het huidige rioleringsysteem²⁶. Daarnaast is het een verspilling van middelen om schoon regenwater in het riool te mengen met vervuild water en daarna af te voeren naar de waterzuivering. Veel gemeentes, waaronder Groningen zien voor vegetatiedaken dan ook mogelijkheden om in elk geval het hemelwater dat op daken terecht komt vast te houden²³.

Vegetatiedaken kunnen op twee manieren aan de waterretentie bijdragen. Bij een normaal plat dak wordt water op het moment dat het op het dak terecht komt direct naar een afvoer geleid zodat het water snel weer van het dak is verwijderd. De substraatlaag van een vegetatiedak zorgt dat water geabsorbeerd wordt en langzaam wordt afgevoerd^{5, 20, 31, 56, 59}. Dit kan in Groningen bijvoorbeeld als voordeel hebben dat overstort van het riool minder vaak voorkomt, zodat er minder vaak rioolwater in het oppervlaktewater terechtkomt. Het is wel belangrijk om hierbij op te merken dat de substraatlaag maar een bepaalde hoeveelheid water vast kan houden. In periodes met veel buien in een relatief korte tijd zal het substraat verzadigd raken. Dit betekent ook dat hoe dikker de substraatlaag is, hoe meer en hoe langer deze water vast kan houden^{5, 20, 31, 56, 59}. Mentens *et al.*⁴⁷ hebben de gegevens over afvloeiing van regenwater van verschillende types vegetatiedaken uit achttien eerdere publicaties vergeleken. De gegevens komen uit Duitsland en België en zijn zo gekozen dat gelijksoortige

klimatologische omstandigheden worden vergeleken. Figuur 3 toont het verkregen resultaat.



Figuur 3: Jaarlijkse afvloeiing van regen als een percentage van de jaarlijkse regenval onderverdeeld naar daktype: intensief vegetatiedak n=11; extensief vegetatiedak n=121; grinddak n=8; traditioneel dak n=5. De boxplots tonen het totale bereik van de data (na verwijdering van uitschieters), de 25% en 75% percentielen en de mediaan.⁴⁷ De afvloeiing komt in geen van de gevallen op 100 procent, omdat een deel van het water verdampt voor het van het dak af loopt.

Vegetatiedaken houden jaarlijks duidelijk meer water vast dan daken zonder vegetatie. De mate van retentie is echter afhankelijk van de dikte van het substraat, het type substraat, de tijd die er tussen regenbuien zit, de duur en hevigheid van de regenval en de hellingshoek van het dak^{47, 72}. Doordat er zoveel factoren van invloed zijn op de waterretentie is het moeilijk te zeggen hoe dik de substraatlaag minimaal moet zijn om nog een significant effect te hebben op de waterretentie, ten opzichte van een dak zonder substraat. De relatief grote sprong in

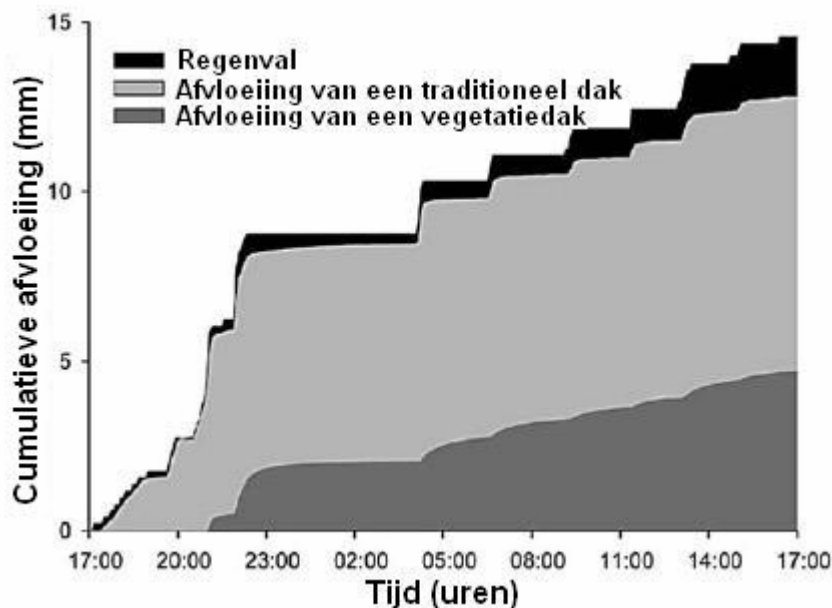
Tabel 2: percentage van waterretentie over een periode van 14 maanden. Regen categorieën zijn: lichte regenval <2mm (n=26); middelmatige regenval 2-6mm (n=30); Zware regenval >6mm (n=27)⁷²

| Behandeling | | % waterretentie | | | |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------|
| Helling | Substraatdikte | Lichte regenval | Middelmatige regenval | Zware regenval | Algemeen |
| 2% | 2,5cm | 95,1 | 82,9 | 64,7 | 69,8 |
| 2% | 4,0cm | 97,1 | 85,5 | 65,1 | 70,7 |
| 6,5% | 4,0cm | 94,9 | 83,1 | 59,5 | 65,9 |
| 6,5% | 6,0cm | 95,8 | 84,6 | 62,0 | 68,1 |

waterretentie tussen intensieve daken en extensieve daken (figuur 3) kan echter wel verklaard worden door een groot verschil in substraatdikte. VanWoert *et al.*⁷² hebben verschillende substraatdiktes, hellingshoeken en hevigheid van regenval experimenteel met

elkaar vergeleken. Hun resultaten zijn weergegeven in tabel 2. Uit deze tabel blijkt dat de helling van een dak een zeer belangrijk effect heeft op de waterretentie. Vegetatiedaken op schuine daken, tenzij met speciale aanpassingen ingericht, hebben voor de waterretentie in een gemeente dan ook minder zin.

Zelfs bij een substraat van 2,5 cm op een plat dak (2% helling) kan per jaar al 69,8% van het hemelwater worden opgevangen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de experimentele vegetatiedaken in het onderzoek ook nog waren voorzien van een extra laag van waterbufferend materiaal van 1,5cm. Niettemin kan een vegetatiedak met minimaal substraat een belangrijke bijdrage leveren aan de buffering van hemelwater. Dit wordt extra geïllustreerd door figuur 4, welke een voorbeeld geeft van een vegetatiedak en een dak zonder begroeiing met dezelfde hellingshoek in België.



Figuur 4: cumulatieve afvloeiing van een dak zonder begroeiing en een extensief vegetatiedak in Leuven (België) gedurende een 24 uur durende periode van regen (14,6mm). Beide daken hebben een helling van 20° (36,4%)⁴⁷

Waterretentie en vertraagde afvoer door het substraat zorgt vooral voor verminderde druk op het riool. De vegetatielaag heeft echter ook nog een functie bij de waterhuishouding. Het water dat gebufferd wordt in de substraatlaag wordt opgenomen door de vegetatie. De vegetatie zorgt voor een versterkte verdamping van het water, zodat dit deel van het gevallen hemelwater niet in het riool terecht komt^{5, 20, 31, 56, 59}. Als de substraatlaag dik genoeg is, kan op deze manier een vegetatiedak volledig van het riool worden afgekoppeld.

Als een vegetatiedak afgekoppeld wordt van het riool, dan kan eutrofiëring van het oppervlaktewater, door van vegetatiedaken afstromend water, een rol gaan spelen. Hierbij kan het niet alleen gaan om bewust toegevoegde bemesting, maar ook om ingewaaid (fijn) stof en afbraakproducten van dode vegetatie.

De mate van bemesting van een vegetatiedak hangt af van de soort begroeiing die op een vegetatiedak wordt gerealiseerd. Zo hebben sommige plantensoorten weinig voeding nodig terwijl andere van veel bemesting houden. De mate van bemesting is dus afhankelijk van het gewenste resultaat. Wel moet daarbij genoemd worden dat een dak alleen 'natuurlijk' bemest wordt door stikstofdepositie uit de lucht⁶⁶ en dus relatief weinig natuurlijke bemesting ontvangt. Als er bemest wordt, dan kan eutrofiëring van het afstromende water geminimaliseerd worden door bemesting te gebruiken waaruit de meststoffen gecontroleerd in kleine hoeveelheden over langere tijd vrijkomen^{8, 18}.

Meststoffen op een dak die niet opgenomen worden door de vegetatie zullen onder invloed van water gedeeltelijk uitspoelen. De mate van eutrofiëring van het oppervlakte water waar dit op ‘geloosd’ wordt zal afhangen van een aantal zaken. De hoeveelheid bemesting van het vegetatiedak is het belangrijkste. Voor een soortenrijke vegetatie zoals deze beoogd wordt voor Groningen is weinig bemesting gewenst (paragraaf 3.4). Daarnaast is de dikte van het substraat van belang. Als een substraat dik genoeg is, dan zullen meststoffen in het substraat blijven zitten totdat ze opgenomen worden door planten. Uitspoeling naar het oppervlaktewater zal dan minimaal zijn ⁶⁶. Wordt er gekozen voor een vorm met weinig substraat en veel bemesting, dan kan er nog gekozen worden om het vegetatiedak toch van het riool af te koppelen, maar de afstroom te koppelen aan een helofytenfilter ⁶⁶.

Naast eutrofiëring kan ook uitloging van de dakbedekking invloed hebben op de waterkwaliteit. De waterdichte laag van een plat dak bestaat over het algemeen uit bitumineus materiaal of Ethyleen Propyleen Dieen Monomeer (EPDM). Het besluit bodemkwaliteit geeft aan dat een stof aan uitlogingseisen moet voldoen als de stof voor minstens 10% uit calcium, silicium en/of aluminium bestaat. Dit betekent dat EPDM buiten dit besluit valt. Bij het meten van uitloging wordt gekeken naar anorganische (bijvoorbeeld zware metalen en zouten) en organische elementen (bijvoorbeeld olie en PAK's). Voor de anorganische componenten bestaan goede uitlogingsproeven. Voor organische componenten wordt in het besluit bodemkwaliteit gekeken naar de samenstelling van een materiaal, in plaats van de uitloging. De veel voorkomende bitumineuze dakbedekking met een steenslaglaag valt binnen het besluit bodemkwaliteit.

In bitumen komen Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) voor ^{64, 33}. PAK's hebben carcinogene eigenschappen, zodat het niet gewenst is dat PAK's in het milieu terechtkomen. Dit is bijvoorbeeld de reden dat teer niet langer gebruikt wordt in de dak- en wegebouw ¹⁴. Het is echter de vraag of de samenstelling van bouw materiaal terecht als maatstaf voor de uitloging genomen kan worden. Bitumineuze dakbedekking is volledig waterdicht, waardoor PAK's zodanig zitten opgesloten in het materiaal dat het niet uit kan logen ^{64, 33}. Enkele andere stoffen logen wel in enige mate uit (tabel 3), maar als de systematiek van het besluit bodemkwaliteit wordt gebruikt om een grenswaarde voor deze stoffen te berekenen, dan liggen de waardes uit tabel 3 sterk onder de grenswaarde ³³.

Tabel 3: cumulatieve uitloging (na 64 dagen) van organische componenten uit bitumineuze dakbedekkingsmaterialen ³³

| Uitloging | |
|---------------|----------------------|
| ethylbenzeen | geen uitloging |
| tolueen | 0,4mg/m ² |
| xylenen | 0,4mg/m ² |
| EOX | geen uitloging |
| minerale olie | geen uitloging |
| PAK | geen uitloging |

Waar uitloging nog wel speelt, gaat het om zuurstof uit de lucht dat onder invloed van UV - straling een reactie aangaat met bitumen, waardoor carbonzuren ontstaan. Deze zuren kunnen met regenwater in het milieu terechtkomen. De precieze effecten hiervan zijn nog niet duidelijk, maar vanuit de bitumenindustrie wordt geadviseerd om bitumen dakbedekking die niet is beschermd tegen zonlicht, niet af te koppelen van het riool ⁷⁷. Bitumen dakbedekking die tegen de zon is beschermd door de vegetatie van een vegetatiedak zal niet uitlogen. Bitumen, toegepast bij een vegetatiedak, zodat de bitumendakbedekking is afgedekt heeft dus geen negatieve invloed op de waterkwaliteit. EPDM folie loogt weinig tot niet uit ^{42, 63}. Wat er bij de standaard EPDM-folies vrij kan komen zijn kleine hoeveelheden zware metalen ⁴². Dit effect is wel zodanig dat de standaard EPDM-folies zoals deze op daken worden gebruikt niet gebruikt worden bij vijvers, i.v.m. de gezondheid van vissen ⁴².

2.2.2 Bescherming dakbedekking

Onder invloed van het weer en met name zonlicht verouderen alle soorten waterdichte dakbedekkingsmaterialen^{56,63}. De levensduur van verschillende materialen varieert, maar in alle gevallen kan deze verlengd worden als het materiaal beschermd wordt tegen UV-straling³. In veel gevallen wordt grind als beschermlaag gebruikt. Een vegetatielaag kan deze functie ook vervullen. Het substraat en de vegetatie zullen het dak afschermen tegen de zon. Dankzij de bescherming van de vegetatielaag vraagt de dakbedekking minder onderhoud. Volgens Teeuw en Ravesloot⁶⁹ wordt de dakbedekking zelfs onderhoudsvrij. Dit betekent niet dat het hele vegetatiedak onderhoudsvrij is. Zelfs extensieve daken zijn geen ‘zero-maintenance’ systemen⁴⁰. Het minimale onderhoud dat nodig is, is echter moeilijk te bepalen en op het moment is er nog geen duidelijkheid over⁴⁰.

Als er wel onderhoud nodig is aan de dakbedekking onder een vegetatielaag, dan wordt dit bemoeilijkt door de vegetatielaag. Als er lekkage is ontstaan zal de precieze plek van het lek eerst opgespoord moeten worden. Als het dakbedekkingsmateriaal volledig verkleefd is aan de ondergrond, dan kan er vanuit worden gegaan dat waar het water door het dak heen komt ook de plek is waar het lek is ontstaan. Het lek is dus gemakkelijk op te sporen⁶⁹. In dit geval hoeft maar een klein deel van de vegetatielaag verwijderd te worden om het lek te dichten. Als het materiaal niet verkleefd is, dan kan water bij een lek in de dakbedekking over het hele onderliggende dak heenlopen, voordat het door het dak heen loopt. In dit geval zal de volledige vegetatielaag verwijderd moeten worden om het lek te vinden en te repareren. Volledige verkleefing heeft in dit opzicht dus de voorkeur. Het nadeel is echter dat volledig verkleefd materiaal veel lastiger te verwijderen en recyclen is. Voor een ecologisch dak (paragraaf 3.1) in de duurzaamste stad is dit zeker een probleem om in overweging te nemen. Een middenweg kan gevonden worden door de dakbedekking gedeeltelijk te verkleven. Door het materiaal strooksgewijs te verkleven, ontstaan compartimenten waar het water tussen blijft staan in het geval van lekkage. Er kan dan aan de hand van de lekkage bepaald worden in welke strook het lek moet zitten. Alleen bij deze strook hoeft dan de vegetatie verwijderd te worden om de lekkage te repareren. De delen van het materiaal die niet verkleefd zijn kunnen uiteindelijk gemakkelijker gerecycled worden⁶⁹.

2.2.3 Isolatie en afkoeling

Vegetatiedaken kunnen op het gebied van afkoeling en isolatie een aantal functies vervullen. Als eerste speelt de warmte isolatie van het gebouw waar het vegetatiedak op ligt. Hierbij kan aan de ene kant gekeken worden naar het vasthouden van warmte in een gebouw in koude periodes en aan de andere kant naar het buiten houden van hitte in warme periodes. Over de isolatiewaarde van vegetatiedaken in de winter is discussie. Porsche en Köhler⁵⁹ geven aan dat de isolatiewaarde van een dak met 25% wordt verbeterd als er een extensieve begroeiing op ligt. Dit zou ook gelden in de winter. Bakker³, Hendriks³¹ en Muller⁵⁰ geven aan dat de isolerende werking, vooral in de winter erg afhangt van het weer. De vegetatielaag zou een isolerende werking hebben door de stilstaande lucht tussen het substraat en de vegetatie⁵⁰. Als het vegetatiedak nat wordt nemen de isolerende eigenschappen sterk af. Nat materiaal heeft namelijk een veel sterkere warmtegeleiding dan droog materiaal. Ook de lucht ‘gevangen’ tussen de vegetatie zal onder invloed van wind weinig isolerende werking hebben. Er kan dus in elk geval niet éénduidig gezegd worden dat een vegetatielaag de isolerende werking van een dak met een specifieke waarde verhoogt. Hendriks³¹ maakt met betrekking tot de isolatiewaarde onderscheid tussen vegetatiedaken en daktuinen. De door Hendriks³¹ gebruikte term vegetatiedaken kan hier grofweg vergeleken worden met extensieve daken en daktuinen met intensieve daken. Voor het eerste type geeft Hendriks aan dat de isolerende werking verwaarloosbaar is, tenzij het om extensieve daken met een redelijke substraatlidte gaat. Hendriks adviseert om voor dit soort daken voor

isolatieberekeningen een warmteweerstand (R-waarde) van $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ aan te houden. Hierbij moet bedacht worden dat deze waarde van 0,3 bovenop de normale isolatiewaarde van een goed geïsoleerd dak komt. De R-waarde wordt berekend met de formule: $R = d/\lambda$, waarbij 'd' de dikte in meters is en λ de warmtegeleidingscoëfficiënt in $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Voor daktuinen geeft Hendriks een tabel met richtwaarden voor de warmtegeleidingscoëfficiënt van een aantal daktuinmaterialen onder vochtige omstandigheden (Tabel 4).

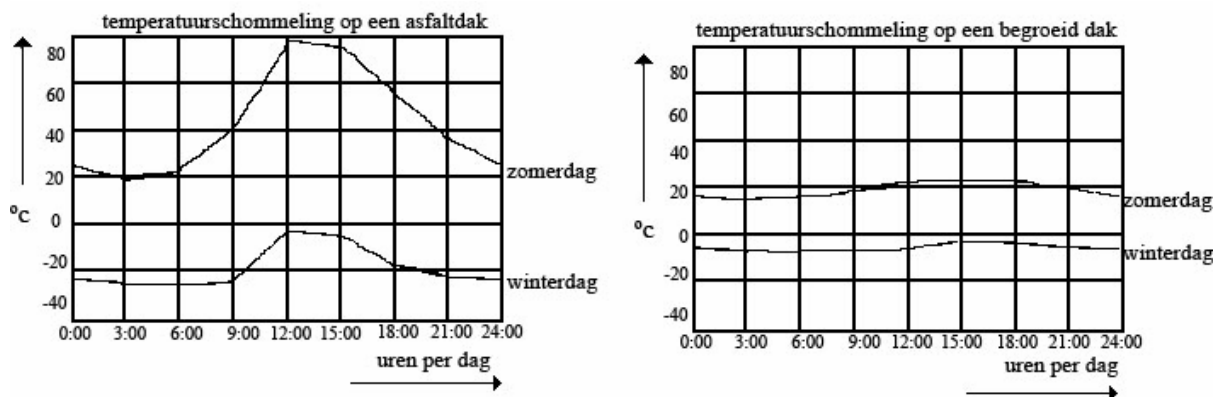
De isolerende werking is onder vochtige omstandigheden voor intensieve daken minimaal en voor extensieve daken van weinig belang. Het is uiteraard wel mogelijk om een vegetatiedak te combineren met andere isolatiematerialen.

Tabel 4: warmtegeleidingscoëfficiënt van daktuinmaterialen onder vochtige omstandigheden. ³¹

| Materiaal | Lambadawaarde ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) |
|------------------------|--|
| Rubbergranulaat | 0,15 |
| Grind | 3,5 |
| Kunststof drainagelaag | 0,4 |
| Aarde | 2,0 |
| Licht substraatmengsel | 0,6 |
| Vegetatie | 0,1 |

In warme en droge periodes kan de vegetatielaag een sterkere isolerende werking hebben, waarmee hitte buiten een gebouw wordt gehouden. De vegetatielaag speelt bij de afkoeling van een gebouw echter ook op een hele andere wijze een rol. Een normaal zwart dak kan in de zon opwarmen tot ongeveer 70°C (figuur 5). Deze hitte zal door het dak heen trekken en uiteindelijk het binnenklimaat van een

gebouw beïnvloeden. Een vegetatiedak warmt op tot ongeveer 25°C ^{69, 3, 74, 41}.



Figuur 5: temperatuurschommelingen van een onbegroeid en een begroeid dak. ⁶⁹

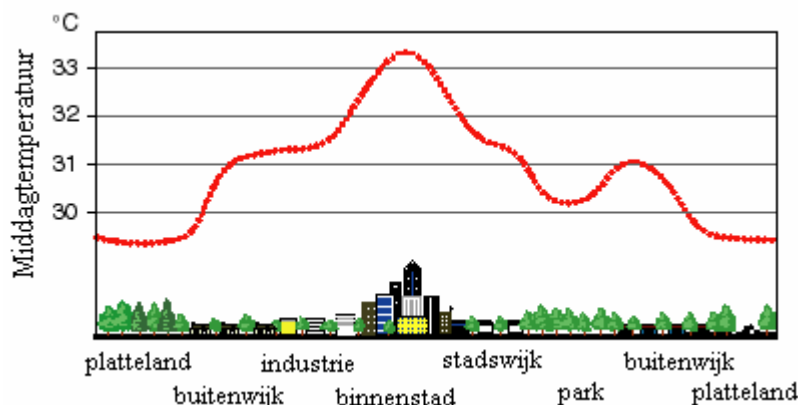
Dit verschil komt voort uit een aantal specifieke eigenschappen van vegetatiedaken. Ten eerste reflecteert de vegetatielaag ongeveer 27% van de zonne-energie ⁵. Dit in tegenstelling tot de gebruikelijke zwarte dakbedekking, die het grootste deel van de energie absorbeert. Van de rest van de energie wordt 60% geabsorbeerd door de vegetatie en het substraat en 13% wordt naar de onderliggende lagen geleid ¹⁹.

De vegetatielaag helpt ook nog bij de afkoeling van een gebouw door verdamping van water. De vegetatie neemt water op. Een deel van dit water wordt via de huidmondjes in de bladeren verdampt. Voor verdamping is energie nodig die onttrokken wordt uit de omgeving. Het dak koelt hierdoor extra af ^{56, 59}. De afkoeling veroorzaakt door de combinatie van substraat en vegetatie ^{5, 56} kan zorgen dat de binnentemperatuur van een gebouw minstens $3\text{-}4^\circ\text{C}$ lager is ten opzichte van een onbegroeid dak, bij een buitentemperatuur van $25\text{-}30^\circ\text{C}$ ⁵.

Behalve bij de afkoeling van een individueel gebouw kunnen vegetatiedaken ook bijdragen aan de afkoeling van een stad. Een opvallend verschijnsel van steden is dat de gemiddelde temperatuur in steden enkele graden hoger is dan in de omliggende gebieden. Dit effect dat bekend is als het stedelijke warmte-eiland effect (figuur 6), heeft een aantal oorzaken. Ten

eerste heeft een stad meestal een relatief groot aandeel verhard donker oppervlak, dat veel warmte absorbeert en het ook beter vasthoudt dan (vochtig) vegetatie^{56, 59, 62}. Het verharde oppervlak draagt er ook aan bij dat water snel (ondergronds) wordt afgevoerd, zodat er weinig verdamping plaats vindt en het verkoelende effect van verdamping mist⁶². Verder warmen activiteiten van mensen de stad op. Industrie, auto's en verwarming van huizen, dragen allemaal bij aan de temperatuur in een stad. Het relatief grote aandeel van dit soort activiteiten op een relatief klein oppervlak zorgt daarnaast dat de lucht boven een stad meer vervuild is dan de lucht in landelijke gebieden. Deze vervuiling ligt als een deken over de stad, zodat er een lokaal 'broeikaseffect' ontstaat in steden en steden nog sterker opwarmen⁶².

Door het aanleggen van vegetatiedaken kan een stad sterk afgekoeld worden²⁸. Dit heeft, net als bij de afkoeling van een individueel gebouw te maken met de verbeterde reflectie van



Figuur 6: weergave van het stedelijke warmte-eiland. De hogere temperatuur in de stad is duidelijk zichtbaar. (naar: Reumer, 2000⁶²)

vegetatiedaken ten opzichte van zwarte daken en met het afkoelende effect door verdamping. Gill *et al.*²⁸ hebben berekend dat een toename van 10% in het aandeel groen in Manchester kan zorgen voor een afkoeling van 4°C op grondniveau. 4°C komt overeen met de verwachte temperatuurstijging door het broeikaseffect in 2080²⁸.

Hoewel Gill *et al.*²⁸ specifiek hebben gekeken naar de situatie voor Manchester, zijn er voor andere steden soortgelijke scenario's te verwachten⁷⁰

2.2.4 Reductie geluidsreflectie en transmissie

Behalve het afweren van hitte kan een vegetatiedak ook bijdragen aan het weren van geluid. Door het onregelmatige oppervlak van de vegetatie en substraatlaag wordt geluid dat op het dak 'kaatst' voor een groot deel geabsorbeerd^{59, 69}. Deze functie van een vegetatiedak is voornamelijk interessant als de bron van lawaai boven het dak zit⁵⁹, bijvoorbeeld op plaatsen waar veel laag vliegverkeer voorkomt. Overlast door verkeerslawaai kan ook gereduceerd worden, maar alleen als het verkeerslawaai via hogere bebouwing wordt weerkaatst richting het dak. Geluid dat van de grond komt zal voor het grootste deel via de muren en ramen de woning binnen komen, zodat vegetatie op het dak hier weinig aan kan veranderen. Voor Groningen zal deze functie niet heel interessant zijn.

2.2.5 Verbetering luchtkwaliteit stad

In het groenstructuurplan van Groningen wordt genoemd dat de wettelijke luchtkwaliteitsnormen maar op weinig plekken in Groningen worden overschreden. Vegetatiedaken bieden mogelijkheden om de lucht van Groningen nog schoner te maken. Zoals genoemd in paragraaf 2.2.3, wordt de luchtkwaliteit in een stad sterk beïnvloed door menselijke activiteiten en heeft dit onder andere invloed op de temperatuur in een stad⁶². Luchtvervuiling heeft echter ook op andere manieren invloed op de mens. Bekend is de fijn stofproblematiek. Voor de gemeente Groningen kan geschat worden dat ongeveer 180 mensen per jaar vroegtijdig sterven aan de gevolgen van het inademen van fijn stof¹⁵. Fijn stof bestaat

uit deeltjes van minder dan 10µm groot. Veelal wordt er gedacht dat het grootste deel van fijn stof bestaat uit afgesleten deeltjes van remmen, banden, koppelingen van auto's en dieselroet. Hoewel deze sterk bijdragen aan de fijn stofproblematiek, bestaat minstens de helft van het fijn stof uit ammoniumzouten, die ontstaan uit verbindingen van ammoniak met stikstofdioxide, of zwaveldioxide. Dit zijn sterk bemestende deeltjes²¹. Daarnaast bestaat fijn stof voor een belangrijk deel uit zeezout. In Groningen mag 40µg/m³ fijn stof in de lucht zitten. Van de gemeten waarden mag 6µg afgetrokken worden, omdat dit wordt toegeschreven aan zeezout. Als 46µg/m³ fijn stof wordt gemeten, dan valt dit dus nog binnen de normen. In steden is er op de grond maar beperkte ruimte voor vegetatie om fijn stof te binden. In delen van Duitsland worden daarom al subsidies gegeven voor vegetatiedaken, om de hoeveelheden fijn stof terug te dringen². Er kan echter niet gesteld worden dat elke type vegetatie evenveel bijdraagt aan de mate van fijn stof binding. Tonneijck en Blom-Zandstra⁷¹ stellen dat de depositie van stof uit de atmosfeer op een bos twee tot zestien maal zo groot is als op lage vegetatie. Dit kan verklaard worden door de manier waarop fijn stof wordt aangetrokken door planten. Beckett *et al.*⁶ en Tonneijck en Blom-Zandstra⁷¹ geven aan dat vegetatie fijn stof kan binden als de deeltjes direct in contact komen met het blad, of dichtbij genoeg komen om elektrostatisch te worden aangetrokken. Dit effect wordt versterkt als de wind het stof door de vegetatie heen blaast. Dit heeft meer betrekking op bomen dan op lage vegetatie, zoals die over het algemeen te vinden is op vegetatiedaken. Ook kan de ene plantensoort meer fijn stof binden dan de ander. Zo blijken mossen goede fijn stofbinders met als groot voordeel dat vrijwel elk dak een mosvegetatie kan dragen²¹. Verschillende fabrikanten hebben mosmatten voor op daken in ontwikkeling²¹. Hoewel de mate van fijn stofbinding door een vegetatiedak kleiner zal zijn dan de binding door bossen, kan een groot oppervlak aan begroeide daken wel bijdragen aan de luchtkwaliteit. Stof dat 's nachts bijvoorbeeld neerslaat doordat de lucht afkoelt, kan gebonden worden door vegetatie op vegetatiedaken. Overdag houdt de vegetatie het stof vast, waarna het bij regen weg spoelt³. De opname van CO₂ door intensieve vegetatiedaken als bijdrage aan een oplossing van het broeikas-effect wordt in de literatuur ook genoemd⁵⁶, maar dit effect is minimaal en wordt niet in de besluitvorming in dit rapport meegenomen. Extensieve daken hebben een verwaarloosbare netto CO₂ opname⁵⁶.

Met betrekking tot luchtkwaliteit is er ook een minpunt te noemen van vegetatiedaken. Voor mensen die last hebben van hooikoorts kan het stedelijk gebied een omgeving bieden waar men betrekkelijk weinig last heeft van de aandoening. Simpelweg, omdat er relatief weinig begroeiing is en daardoor ook weinig pollen in de lucht. Als er vegetatiedaken aangelegd worden in steden zal dit een toename van pollen in de lucht betekenen, met mogelijk meer hooikoorts en/of andere atopische ziekten (aandoeningen waarbij antistoffen worden gemaakt tegen onschuldige stoffen uit de omgeving, zoals bij veel allergieën het geval is) tot gevolg^{13, 69}. De mate waarin dit kan spelen is echter zeer afhankelijk van de plantensoorten op daken. Zo zijn vooral een aantal bomensoorten belangrijke veroorzakers van hooikoorts. In het advies dat in dit rapport wordt gegeven met betrekking tot vegetatiedaken zijn geen bomensoorten opgenomen (bijlage 3). Daarnaast worden bomen op daken vrijwel alleen geplant op bebouwing die hier speciaal voor is ontworpen. Bestaande bouw kan meestal geen vegetatiedaken met bomen dragen.

2.2.6 Verbeteren van het psychisch welbevinden

Afgezien van de toename van pollen, hebben vegetatiedaken voornamelijk voordelen voor het menselijk welzijn. Vooral psychisch blijkt groen al enkele voordelen te hebben. Vaak zijn deze moeilijk te kwantificeren, maar er zijn correlaties die suggereren dat door visueel contact met vegetatie stress vermindert, tevredenheid van personeel groter wordt, de duur van postoperatief herstel wordt verkleind en in het algemeen de gezondheid verbetert^{37, 56, 7}.

Teeuw en Ravesloot⁶⁹ noemen ook nog een voorbeeld waarbij een vegetatiedak is aangelegd zodat de begane grond dichterbij leek voor mensen die op dit dak uitkeken. Opvallend is dat deze psychologische effecten al werken bij simpel visueel groen. Ook niet beloopbare extensieve daken kunnen deze functie dus vervullen⁷.

2.2.7 Verhogen van de waarde van een gebouw

In hoeverre de visuele voordelen van groen zich vertalen in een waardestijging van gebouwen met vegetatiedaken is discutabel. Verschillende Duitse bronnen, waaronder de FLL geven aan dat een vegetatiedak de waarde van een gebouw doet stijgen^{59, 56, 20}. Na enkele gesprekken met (ver)koop makelaars in Groningen^{1, 65, 60, 34} ontstaat echter een ander beeld. Allen geven aan weinig ervaring te hebben met vegetatiedaken en het daarom moeilijk te vinden iets te zeggen over een effect van vegetatiedaken op de waarde van een gebouw. In tweede instantie geven de makelaars aan dat ze geen waardedaling van een woning verwachten, maar zeker ook geen waardestijging. Het zou wel iets moeilijker kunnen zijn om een woning te verkopen, omdat de markt kleiner is voor woningen met een vegetatiedak. Voor kantoorpanden is dit anders, omdat bedrijven zichzelf als milieuvriendelijk kunnen profileren met een vegetatiedak⁸.

Als redenen voor het minimale effect van een vegetatiedak op de waarde van een woning wordt vooral genoemd dat men bang is voor extra onderhoud, bang is voor lekkage en in het algemeen onbekend is met de mogelijkheden van vegetatiedaken.

Een belangrijke voorwaarde om waardedaling van een woning te voorkomen is dat het vegetatiedak zorgvuldig is aangelegd^{30, 65}. Hämmerle³⁰ geeft aan dat de markt voor vegetatiedaken in Duitsland stagneert. In Duitsland bestaan zeer goede richtlijnen voor het aanleggen van vegetatiedaken, maar door een gebrek aan controle is men zich in de loop van de tijd minder gaan houden aan deze richtlijnen. Dit heeft als effect dat vegetatiedaken in Duitsland niet altijd meer voldoen aan de kwaliteitseisen van gemeentes en dat mensen minder geneigd zijn een vegetatiedak toe te passen³⁰. Uiteindelijk heeft dit er in de stad Trier (Duitsland) zelfs toe geleid dat een adviescomité gebouwen in de stad met een vegetatiedak een lagere waarde toekent dan vergelijkbare bebouwing zonder vegetatiedak.

Hoewel een vegetatiedak dus objectief een waardeverhoging van een gebouw zou moeten bewerkstelligen, blijkt in Duitsland dat het hierbij van groot belang is dat alle marktpartijen een hoog kwaliteitsniveau aanhouden.

2.2.8 Verhoging biodiversiteit stad

Om herhaling te voorkomen zal de verhoging van de biodiversiteit in een stad verder worden besproken in hoofdstuk 4. Er kan wel gezegd worden dat vegetatiedaken voor bepaalde diersoorten, verloren habitat kunnen compenseren. Het gaat dan vooral om soorten die zich al hebben aangepast aan stedelijke aspecten, maar juist in de stad habitat verliezen^{9, 36, 35}. Als een compensatie voor beschermde natuur mogen vegetatiedaken niet worden gezien, omdat de extensieve daken elk jaar op nieuw gekoloniseerd moeten worden, door uitdroging en bevriezing van het substraat en de daarin levende wezens. Intensieve daken, of extensieve daken met extra ophogingen kunnen bodemleven wel een schuilplek bieden in droge en koude periodes, maar het aantal diersoorten dat op vegetatiedaken gevonden is hooguit vergelijkbaar met het aantal soorten dat wordt gevonden in binnenstedelijk groen⁴⁵.

2.3 Aandachtspunten bij vegetatiedaken

Zoals uit de vorige paragrafen blijkt hebben vegetatiedaken vele voordelen. Toch zijn er bij de aanleg en het onderhoud van vegetatiedaken nog wel enkele aandachtspunten waar rekening mee gehouden moet worden.

2.3.1 Kosten

De aanleg van een vegetatiedak is over het algemeen duurder dan de aanleg van een gewoon dak⁵⁹. De precieze kosten per vierkante meter van een vegetatiedak kunnen echter niet in algemeenheden worden gegeven. Deze kosten hangen af van een veelvoud aan factoren. Zo speelt ten eerste het soort vegetatiedak een rol. Extensieve daken zijn goedkoper in aanleg en onderhoud dan intensieve daken, maar ook binnen deze twee groepen kunnen de aanleg en onderhoudskosten sterk variëren. De locatie en de bereikbaarheid van een dak hebben ook een sterke invloed op de aanleg en onderhoudskosten. Het is een belangrijk verschil of er hoogwerkers gebruikt moeten worden, of dat het dak simpelweg via een trap te bereiken is⁷³. Hierop aansluitend speelt ook de gekozen wijze van aanleg van een vegetatiedak mee. Tot slot is ook het oppervlak van het aan te leggen vegetatiedak van belang voor de kosten. Hoe groter het oppervlak hoe lager de kosten per vierkante meter. De kosten i.v.m. bereikbaarheid zijn bijvoorbeeld ook relatief hoger bij een kleiner oppervlak.

De genoemde factoren spelen vaak ook bij de aanleg van andere soorten daken een rol. Om toch enig inzicht te kunnen geven over de kosten is het daarom zinvoller om een vergelijking te maken tussen een éénvoudig extensief vegetatiedak (sedum-gras-kruiden) en het veel voorkomende grinddak.

Wat het gewicht betreft komen deze twee daktypes dicht bij elkaar in de buurt. Mann⁴⁶ rekent voor beide een gewicht van circa 80 tot 100kg/m². De gemeente Amsterdam houdt in zijn handleiding daktuinen²² voor sedumbegroeiing een gewicht van 30 tot 90 kg/m² aan en voor grind een gewicht van 85-100 kg/m². Met betrekking tot de draagkracht van een constructie zijn er dus geen meerkosten te verwachten voor een vegetatiedak t.o.v. een grinddak.

Zoals genoemd in paragraaf 2.2.2 wordt de levensduur van dakbedekking verlengd als het door een vegetatielaag wordt beschermd. Dit betekent dat een vegetatiedak minder vaak vervangen of gerepareerd hoeft te worden. Mann⁴⁶ rekent voor dat een grinddak na 25 jaar voor €50/m² saneringskosten behoeft. Voor een vegetatiedak rekent Mann⁴⁶ een dubbele levensduur. Hier moet bij aangemerkt worden dat de levensduur van 25 jaar voor een grinddak sterk afhankelijk is van de gebruikte waterkerende laag (paragraaf 2.2.2). 25 jaar lijkt dan ook een minimale schatting.

De belangrijkste kosten verschillen tussen grind en vegetatiedaken zitten in de aanleg en onderhoudskosten. De gemeente Amsterdam rekent minimale kosten van €32,50/m² voor een extensief dak²². Mann gaat uit van €12/m² voor een extensieve begroeiing en €60-80/m² voor een beloopbare daktuin. Het verschil in kosten voor een extensieve begroeiing laat wederom zien dat het moeilijk is om in het algemeen over kosten van vegetatiedaken te spreken. Als we beide bedragen echter vergelijken met de kosten voor een grinddak, €7/m²⁴⁶ tot €12,50-€25/m²²² dan is duidelijk te zien dat de laagste aanlegkosten voor vegetatiedaken duidelijk hoger zijn dan voor grinddaken. Ook onderhoudskosten zijn aanzienlijk hoger voor vegetatiedaken dan voor grinddaken. Mann⁴⁶ rekent €0,50/m²/jaar voor extensieve vegetatiedaken, €4/m²/jaar voor intensieve vegetatiedaken en €0,20/m²/jaar voor grinddaken.

In hoeverre deze kosten uiteindelijk terugverdiend kunnen worden door de energiebesparing die wordt bewerkstelligd door bijvoorbeeld de afkoeling van een gebouw (paragraaf 2.2.3) is niet geheel duidelijk. Porsche en Köhler⁵⁹ en Oberndorfer *et al.*⁵⁶ geven aan dat vegetatiedaken op de lange termijn economischer zijn dan gewone daken. Hendriks³¹ daarentegen geeft aan dat energiebesparing door bepaalde soorten vegetatiedaken wel een rol speelt, maar niet in zulke mate dat de aanlegkosten binnen redelijke termijn terug te verdienen zijn. Wortman⁷⁶ noemt voor vegetatiedaken zelfs een terugverdientijd van 200 jaar als alleen naar de energiebesparing gekeken wordt.

Mann⁴⁶ noemt twee bronnen die respectievelijk €2,40/m²/jaar en 0,25€/m²/jaar rekenen voor besparingen van energiekosten door vegetatiedaken. Er is in de literatuur dus geen éénduidig

bedrag te noemen dat de aanleg van een vegetatiedak op kan leveren met betrekking tot energiebesparing. Naast de opbrengsten uit energiebesparing zijn er echter ook nog andere baten. Vaak zijn deze moeilijk te meten en daardoor moeilijk in geld uit te drukken. De verschillende gezondheidsvoordelen, zowel psychisch als lichamelijk, die vegetatiedaken bieden (paragrafen 2.2.5 en 2.2.6) kunnen bijvoorbeeld bijdragen aan minder ziekteverzuim. Er zijn onderzoeken bekend waar correlaties zijn gevonden tussen visueel groen in de werkomgeving en het welbevinden van werknemers³⁷. Omdat het hier echter om correlaties gaat en niet om causale verbanden, is het moeilijk om er een geldbedrag aan te koppelen.

Een andere moeilijkheid bij het berekenen van de kosten van vegetatiedaken is dat de kosten en opbrengsten niet altijd dezelfde persoon betreffen. Een bedrijf dat een vegetatiedak laat plaatsen, heeft wel de kosten van de aanleg en ook de baten van energiebesparing, maar verdient niets aan de waterretentie die een vegetatiedak oplevert. Dit komt ten goede aan de gemeente waar het bedrijf gevestigd is, die hier geen kosten voor heeft. Dit fenomeen is bekend als een 'split incentive'. Ook binnen een organisatie kan split incentive leiden tot problemen bij het bekostigen van een vegetatiedak. De kosten voor de aanleg zullen vaak uit een ander potje komen dan waar de opbrengsten die bijvoorbeeld minder ziekteverzuim opleveren heen gaan⁶⁸.

Voor Groningen geldt echter dat er subsidies verstrekt zullen worden aan particulieren (paragraaf 5.4). Dit betekent dat de gemeente in zekere zin betaalt voor de opbrengsten die de gemeente krijgt als er een groot oppervlak aan vegetatiedaken in de stad ligt. Daarnaast hebben vegetatiedaken niet alleen voordelen voor de stad, maar ook voor de eigenaar en/of bewoner van een gebouw.

2.3.2 Imago, milieuvriendelijkheid en esthetiek

Het is niet mogelijk om te zeggen dat een vegetatiedak mooi is, simpelweg, omdat smaken verschillen. Zoals in paragraaf 2.2.6 werd genoemd kan visueel groen voordelige effecten hebben op het psychische welzijn van mensen. Hier zou aan gekoppeld kunnen worden dat voor mensen die dit effect voelen een vegetatiedak mooi is. De eventuele waardestijging van een gebouw, door een vegetatiedak (paragraaf 2.2.7), suggereert het zelfde. Dit zijn echter effecten die alleen van toepassing zijn voor de mensen die direct een relatie hebben met het vegetatiedak. Er moet ook rekening worden gehouden met het aanzicht van een stad. Gebouwen die als monument bestempeld zijn mogen bijvoorbeeld niet in aanzicht veranderd worden¹³.

Een vegetatiedak roept in ieder geval al gauw een beeld op van milieuvriendelijkheid, simpelweg doordat er planten op staan. De vorige paragrafen hebben laten zien dat vegetatiedaken op verschillende manieren bij kunnen dragen aan een beter milieu. Er zijn echter een aantal zaken waar rekening mee gehouden moet worden om een vegetatiedak ook werkelijk milieuvriendelijk te maken. Belangrijk zijn hierbij vooral de gebruikte bouwmaterialen. Om een vegetatiedak milieuvriendelijk op te bouwen moet er gezorgd worden dat de gebruikte materialen hergebruikt kunnen worden, een lange levensduur hebben⁶⁹ en bij voorkeur uit lokale bronnen komen, zodat er zo min mogelijk transport nodig is¹⁶. In paragraaf 2.2.1 is al gesproken over uitloging van verschillende soorten dakbedekking. Hier zal van de zelfde stoffen besproken worden hoe duurzaam (bestemd om lang te bestaan) deze zijn en in hoeverre stoffen gerecycled kunnen worden.

Wat betreft de levensduur loopt EPDM-folie op dit moment nog voorop. Afhankelijk van de producent wordt er een levensduur van meer dan 40⁶³ tot meer dan 50 jaar⁴² genoemd voor EPDM-membranen. Hoewel de oudere bitumendaken dit zeker niet halen, geldt voor de moderne bitumineuze dakrollen dat ze een levensduur van 30 tot 35 jaar hebben⁴¹ dit ligt dicht bij de levensduur van EPDM.

Wat recycling mogelijkheden betreft heeft bitumen de voorkeur. EPDM kan, als het als losliggend membraan is geplaatst in principe in zijn geheel van het ene naar het andere dak worden verplaatst, maar dit gebeurt zelden. Als het eenmaal verouderd is, dan wordt het wel gerecycled, maar alleen tot bijvoorbeeld rubbermatten⁴². Het is technisch wel mogelijk om verouderd EPDM om te zetten in nieuw EPDM folie, maar dit is op het moment financieel niet haalbaar⁴² en kost erg veel energie⁴¹. Bitumen kon al enige tijd gerecycled worden tot dakbedekking die van mindere kwaliteit is dan het originele product⁷⁴, maar Esha heeft in april de eerste fabriek in Europa geopend die bitumen 100% kan recyclen, zodat een kwalitatief gelijkwaardig product gemaakt kan worden van afgedankt bitumineus dakmateriaal.

NIBE research B.V. geeft milieubeoordelingen voor bouwstoffen. EPDM komt in milieuklasse 1a, gevolgd door POCB-dakbanen in klasse 2b, Dit is een product dat alleen door Esha wordt geproduceerd. De verdere huidige bitumen dakbedekkingen komen in klasse 3. Opvallend is dat verkleefd EPDM direct een stuk slechter scoort. Dit is grotendeels te wijten aan slechtere recyclingmogelijkheden⁵⁴.

2.3.3 Windbelasting

Een laatste aspect van vegetatiedaken dat van wezenlijk belang is, is de invloed van de wind op het dak. Erosie kan vooral problematisch zijn nadat de vegetatie is aangebracht, maar voordat de beplanting zich stevig in het substraat heeft vastgegrepen met de wortels³¹. De vegetatie is dan niet in staat om het substraat bij elkaar te houden en bij stevige wind kan dit verwaaien. Hendriks³¹ noemt een aantal manieren waarop dit probleem voorkomen kan worden:

- aanleggen van de begroeiing in het meest gunstige jaargetijde (lente)
- substraatmaterialen met een hoog drooggewicht gebruiken,
- toepassing van planten met een snelle bedekking,
- aanbrenge van materiaal zoals steenslag tussen de begroeiing,
- besproeiing,
- toepassing van een windvlies

Afhankelijk van de situatie zullen bepaalde anti-erosie maatregelen handiger zijn bij de aanleg dan anderen. Dit moet per situatie bekeken worden.

Net als alle andere soorten daken is er bij vegetatiedaken het risico dat (delen van) het dak in stormachtige omstandigheden wegwaaien. Het Nederlands Normalisatie Instituut heeft met betrekking tot windbelasting van daken de Nederlandse Norm (NEN) 6707 opgesteld. Deze norm stelt eisen met betrekking tot de sterkte van de bevestiging van dakbedekkingen⁵³. Vegetatiedaken worden geacht aan deze norm te voldoen. Er is echter een aandachtspunt waar extra rekening mee moet worden gehouden bij een vegetatiedak ten opzichte van een 'gewoon' plat dak. Vooral lichte vegetatiedaken kunnen beter niet aangelegd worden als ballastlaag. Er moet ofwel gekozen worden voor een losse ballastlaag, of het vegetatiedek moet mechanisch bevestigd worden⁴¹.

2.3.4 Brandveiligheid

Vroeger liet men vaak de nok van een huis begroeien met huislook om kwade geesten af te weren en bliksemnslag te voorkomen⁵⁷. Tegenwoordig wordt hier anders tegenaan gekeken, maar brandgevaar door bijvoorbeeld bliksemnslag speelt wel een rol bij vegetatiedaken. De brandveiligheid van een vegetatiedak is allereerst afhankelijk van het type vegetatiedak. De FLL geeft aan dat een intensief vegetatiedak wat betreft brandveiligheid gelijk staat aan een 'hard dak'. Voor extensieve vegetatiedaken geldt dat ze voldoende brandwerend zijn als:

- de substraatlaag een hoofdzakelijk minerale compositie heeft en ten minste 3cm dik is,
- het type vegetatie een laag brandgevaar oplevert,
- en er een onbegroeide ruimte van ten minste 50cm tussen de vegetatie en elke structuur die boven het dak uitkomt zit.^{4, 20}

Deze richtlijnen zijn erg ruim op te vatten en vooral het tweede punt kan problemen geven. De bij vegetatiedaken veelgebruikte Sedums houden water vast en kunnen bij goed onderhoud brandvertragend werken¹³. Vegetatiedaken met veel grassen kunnen daarentegen extra brandgevaar opleveren. In droge hete zomers is er een reële kans dat grassen verdrogen en er een hooiachtige vegetatie ontstaat. Als het zover komt, dan kan deze vegetatie gemakkelijk vlam vatten^{22, 31, 48}. In Zweden wordt dit zelfs als een zodanig probleem gezien dat het gebruik van grassen op vegetatiedaken daar is verboden^{17, 18}.

Toch kan ook bij grasdaken het brandgevaar geminimaliseerd worden door de juiste aanleg en het juiste onderhoud. Zo is het van belang om rekening te houden met mogelijke brandgevaarlijke situaties, zoals ramen en deuren die grenzen aan een vegetatiedak²², zoals de FLL noemt moet er bij dit soort structuren ten minste 50cm onbegroeide ruimte tussen de vegetatie en de omhoogstekende structuur zitten. Daarnaast moet er gezorgd worden dat bij aanhoudende droogte het dak besproeid wordt, zodat de grassen niet volledig uitdrogen^{31, 48}. Verder wordt de brandveiligheid verbeterd als niet alleen grassen worden aangeplant, maar bijvoorbeeld ook kruidachtige planten^{22, 4}.

Mocht er onverhoopt toch brand ontstaan, dan zal dit slechts een kort en oppervlakkig vuur zijn. Er is relatief weinig brandbaar materiaal, omdat de vegetatie door een onbegroeide zone is gescheiden van opstaande structuren op het dak. Daarnaast zorgt de substraatlaag voor een onbrandbare scheiding van de vegetatielaag en de dragende constructie⁴⁸.

3 Vegetatiedaken in Groningen

3.1 Ecologische daken

In dit hoofdstuk zal uitgelegd worden hoe vegetatiedaken zo ingericht kunnen worden dat ze de ecologische waarde van de binnenstad van Groningen kunnen verhogen. Om hier een gericht advies over te kunnen geven is het van belang om een duidelijke definitie te geven van de term ecologische waarde.

Allereerst geeft de Van Dale twee beschrijving van het woord ecologisch:

eco'log'isch (bijvoeglijk naamwoord)

1 betr. hebbend op de ecologie

2 milieuvriendelijk

In dit rapport gaat het in de eerste plaats om beschrijving één uit de Van Dale.

Ook deze definitie kan echter nog breed uitgelegd worden. In de volgende lijst wordt weergegeven waar in dit rapport de nadruk op ligt als gesproken wordt over het verhogen van de ecologische waarde, met bovenaan het belangrijkste punt.

1. Vergroten van de soortenrijkdom van de binnenstad van Groningen.
2. Creëren van habitats (natuurlijk woongebied van een organisme of levensgemeenschap) voor (doel)soorten.
3. Aansluiting zoeken bij, leggen, versterken of vernieuwen van ecologische verbanden.
4. Vergroten van het bestaande vegetatiedakbiotoop in Groningen.

Deze punten zijn gekozen, omdat ze passen binnen de doelstellingen van de gemeente Groningen met betrekking tot het versterken van de ecologie van de stad. Vegetatiedaken kunnen echter ook als 'stapstenen' ingericht worden om ecologische structuren buiten de stad door te trekken in de stad. Daar waar in een stad iets wordt gemist in de bestaande stadsbiotoop kan met de inrichting van een vegetatiedak bekeken worden hoe deze biotoop verbeterd kan worden. Als een vegetatiedak ecologisch wordt ingericht aan de hand van de bovenstaande vier punten, dan kunnen ze voor de soorten waar het dak voor is ingericht ook dienen als verbindingen tussen verschillende groene gebieden in en om een stad.

Daarnaast zal gekeken worden hoe andere functies, zoals beschreven in paragraaf 2.2 meegenomen kunnen worden in het ecologische dak concept.

Uiteindelijk leidt dit tot de definitie van een ecologisch dak: een vegetatiedak dat specifiek is aangelegd met het doel om de ecologie van een gebied, op de manier zoals gedefinieerd in deze paragraaf, te versterken.

3.2 Omstandigheden op daken

Bij het bepalen van het type biotoop (plaats waar een plant of dier geheel in zijn omgeving ingepast is) dat gecreëerd kan worden op een dak in de binnenstad moet er rekening gehouden worden met de specifieke omstandigheden van de binnenstad en van daken. Daken staan vrijwel altijd in de volle zon, zodat planten op een dak te maken hebben met een hoge lichtintensiteit en extreme temperaturen⁵⁶. Daarnaast zullen, afhankelijk van de dikte van het substraat, de planten bloot staan aan grote droogte, afgewisseld door een teveel aan water in korte periodes⁴⁴. Ook zijn de windsnelheden op daken een punt dat de overleving van planten op daken bemoeilijkt⁵⁶.

Wat de grondslag betreft zijn de omstandigheden in de binnenstad niet vergelijkbaar met de omstandigheden rondom de stad. De bovenste bodemlaag van de binnenstad bestaat volledig uit opgebrachte en/of geroerde grond. Om een biotoop voor de binnenstad te bepalen is er dus ook nauwelijks meer een relatie te maken met het bodemtype waar Groningen oorspronkelijk op is gebouwd.

Het namaken van biotopen die aanwezig zijn rondom Groningen, op daken is dus niet relevant. Dit laat zien dat de binnenstad een geheel eigen systeem is. Juist, omdat dit het geval is zijn er in de stad plant- en diersoorten te vinden die elders niet voorkomen. Vaak zijn dit soorten die oorspronkelijk uit rotsige milieus komen. De zeer bekende stadsduif (*Columba livia domesticus*) is bijvoorbeeld een ondersoort van de rotsduif (*Columba livia*). Behalve een heel eigen gebied, is de stad ook een zeer dynamische biotoop^{55, 66}, waar de eisen die soorten stellen aan een habitat en de soorten die er voor komen snel kunnen veranderen. Vegetatiedaken kunnen een aantal functies vervullen voor fauna in de stad: rusten, foerageren, voortplanten en migreren. Door een vegetatiedak zo in te richten dat deze een veelvoud aan dit soort functies kan vervullen, wordt er rekening gehouden met de dynamiek van een stad. Op deze manier ontstaat een inrichting van een vegetatiedak die niet direct hoeft te lijken op een bestaand natuurlijk systeem, maar wel de meeste waarde heeft voor de flora en fauna in de stad.

Ik adviseer dan ook om niet te proberen om biotopen of natuur uit de omgeving van de stad na te maken op daken in de stad, maar juist om vegetatiedaken in de binnenstad specifiek in te richten naar de omstandigheden van de stad en voor (doel)soorten in de stad. Hoe deze inrichting er precies uit kan zien wordt beschreven in paragraaf 3.5.

3.3 Doelsoorten op vegetatiedaken in de binnenstad van Groningen

Bij het vergroten van de soortenrijkdom en het creëren van habitats (paragraaf 3.1) spelen doelsoorten (verderop in deze paragraaf gedefinieerd) een belangrijke rol. De gemeente Groningen werkt met een doelsoortenbeleid voor het ecologisch beheer in de stad. De stad is voor het doelsoortenbeleid opgedeeld in vijf zones: noord, oost, zuid, west en binnenstad, waarin specifiek gekeken wordt welke plant en diersoorten passen bij dat stadsdeel. De beleidsstukken voor noord, zuid en west zijn inmiddels gereed. Deze stukken beschrijven voor de stad Groningen de situatie in elk deelgebied en wat de gewenste biotopen en doelsoorten zijn voor deze gebieden. Aansluiting met de omgeving rondom een deelgebied en de abiotische en biotische omstandigheden in een gebied spelen hierbij een rol. Aan de gekozen doelsoorten in het beleid worden een aantal algemene eisen gesteld:

- een doelsoort stelt hoge eisen aan zijn omgeving en/of is een indicator voor de effectiviteit van het ecologisch beheer,
- een doelsoort geeft een streven aan en is haalbaar op korte of lange termijn,
- een doelsoort spreekt aan bij het publiek, kortom heeft een hoge aanvaardingsfactor,
- een doelsoort kan een provinciale of landelijke doelsoort zijn die relevant is voor de stad Groningen,
- een doelsoort past bij het landschappelijke streefbeeld en de nagestreefde biotopen daarin,
- een doelsoort is te monitoren

Voor de implementatie van dit advies is het wenselijk als aansluiting met het doelsoortenbeleid plaats vindt.

Voor de binnenstad, waar dit rapport zich op richt, is nog geen doelsoortenbeleid geformuleerd. In deze paragraaf wordt daarom een overzicht gegeven van doelsoorten die op vegetatiedaken nagestreefd kunnen worden.

Voor de term doelsoort wordt in dit rapport dezelfde definitie aangehouden als in het doelsoortenbeleid van de gemeente Groningen. Het is belangrijk hierbij op te merken dat een vegetatiedak niet automatisch mislukt is als er weinig of geen van de doelsoorten gebruik van

maken. Zo blijkt uit onderzoek dat sedumdaken al een veelvoud aan kevers en spinnen kunnen herbergen, waaronder enkele bijzondere soorten³⁷. Ook kan een vegetatiedak onverwacht door andere soorten gebruikt worden. Zoals eerder genoemd is de stad een dynamische biotoop, zodat niet volledig van tevoren voorspeld kan worden wat de ecologische waarde van een groene structuur zal zijn.

De uiteindelijke doelsoorten in dit rapport zijn bepaald aan de hand van een aantal besluiten. Eerst is gekeken welke soortgroepen de mogelijkheid hebben om redelijkerwijs op eigen kracht op een vegetatiedak terecht kunnen komen. Het gaat dan om soorten die zich door de lucht kunnen voortbewegen. Daarna is aan de hand van literatuuronderzoek en gesprekken met deskundigen bepaald welke soorten in deze groepen passen binnen het stedelijk gebied van Groningen en een kans hebben om zich hier te vestigen of uit te breiden. Voor de soorten die hier uit voort kwamen is gekeken naar de 'aabaarheidsfactor', zoals genoemd in het doelsoortenbeleid van de gemeente Groningen en in hoeverre de soorten een indicator zijn voor de gezondheid van een systeem. Tot slot is bepaald in hoeverre vegetatiedaken ingericht kunnen worden om deze soorten te accommoderen.

Tabel 5: overzicht van doelsoorten voor vegetatiedaken in de binnenstad van Groningen

| | |
|------------------|---|
| Vogels | Zwarte roodstaart |
| Vlinders | Hooibeestje, Zwartspruetdikkopje, Kleine vuurvlinder, Icarusblauwtje, Bruin zandoogje |
| Bijen en hommels | Zandbijen, Akkerhommel, Groefbijen, |

Vegetatiedaken zijn vooral interessant voor diersoorten die de mogelijkheid hebben om deze daken te bereiken. Het gaat hierbij dus om soorten die zich door de lucht kunnen voortbewegen. Voor de groep van planten zijn geen doelsoorten gedefinieerd. De planten op het dak kunnen volledig zelf gekozen worden en zullen in dit rapport daarom zo gekozen worden (paragraaf 3.5) dat de doelsoorten zoals genoemd in tabel 5 hiervan kunnen profiteren.

3.3.1 Vogels

Een aantal vogelsoorten hebben zich volledig aangepast aan het stedelijk gebied. Het meest bekende voorbeeld is wel de stadsduif, die inmiddels als een plaag wordt gezien in steden.

Andere soorten, zoals de Merel (*Turdus merula*), de Zanglijster (*Turdus philomelos*) en de Huismus (*Passer domesticus*), hebben zich goed weten te vestigen in steden, maar dan vooral in de groenere delen, zoals parken en tuinen. Veel minder vaak zie je deze soorten in de binnenstad. Met behulp van vegetatiedaken zouden echter ook deze soorten mogelijkheden krijgen om te foerageren in de binnenstad. De Gierzwaluw (*Apus apus*), Huiszwaluw (*Delichon urbica*) en Zwarte roodstaart (*Phoenicurus ochruros*) zijn helemaal aangepast aan stenige omstandigheden. De muren en daken van huizen werken als substituut voor rotswanden waar ze oorspronkelijk hun nesten in bouwden. Deze soorten gaan in aantal echter achteruit doordat woningen steeds meer zo gebouwd en verbouwd worden dat er voor deze vogels geen openingen meer zijn om hun nesten in te bouwen²⁴. Nu bieden vegetatiedaken voor deze vogels niet direct nestplaatsen, maar ze zouden gecombineerd kunnen worden met op de gevel geplaatste nestkasten.

Daarnaast kunnen vegetatiedaken zo ingericht worden dat ze interessant worden voor



Figuur 7: Zwarte roodstaart
(<http://www.ivnvechtclassen.org>)

insecten, die op hun beurt weer als voedsel kunnen dienen voor insectenetende vogels. Voor Gier- en Huiszwaluwen zal dit weinig toevoegen, omdat deze vogels in staat zijn om hun voedsel tot ver buiten de stad te halen. De Zwarte roodstaart die net als de Gier- en Huiszwaluwen leefruimte verliest heeft wel een voordeel van het voedsel dat vegetatiedaken kunnen bieden en is daarom de enige vogeldoelsoort in dit rapport. Hoewel een vegetatiedak voor de Zwarte roodstaart met name voedsel bied, kan een dak ook nestgelegenheid of een rustplek voor andere soorten. Een dak heeft voor het laatste als extra voordeel dat de bereikbaarheid door grondpredatoren minder groot is.

3.3.2 Vlinders

Vlinders zijn als soortgroep zeer geschikt als doelsoorten, omdat ze door mensen gewaardeerd worden en zodoende het draagvlak voor ecologische daken kunnen verhogen. Daarnaast geeft een gezonde vlinderpopulatie ook aan dat een biotoop geschikt is voor een groot aantal andere insecten²⁹. Nu zijn er een aantal vlindersoorten die een goede kans hebben om zich in de stad op vegetatiedaken te vestigen, mits het vegetatiedak ingericht is met de juiste beplanting. De vlinderdoelsoorten zijn bepaald aan de hand van een gesprek met de heer B. van de Wetering, vlinderdeskundige bij de dienst landelijk gebied Groningen. De heer van de Wetering heeft eerder meegewerkt aan het bepalen van vlinderdoelsoorten voor andere deelgebieden in de gemeente Groningen.



Figuur 8: Hooibeestje (T. Faasen, www.nederlandsesoorten.nl)

De vijf vlinderdoelsoorten kunnen onderverdeeld worden in drie klassen. Het Bruin zandoojje (*Maniola jurtina*) komt in de laagste klasse. Deze vlinder zal het gemakkelijkst met een vegetatiedak aangetrokken kunnen worden mits er voldoende oppervlak is en deze een redelijk aandeel aan grassen hebben. In de middenklasse komen het Zwartspriedikkopje (*Thymelicus lineola*), de Kleine vuurvlinder (*Lycaena phlaeas*) en het Icarusblauwtje (*Polyommatus icarus*). Als deze vlinders worden aangetrokken, dan doet het vegetatiedak het al erg goed. In de hoogste klasse komt het Hooibeestje (*Coenonympha pamphilus*). Als deze soort op het vegetatiedak wordt aangetroffen, dan verhoogt dit de ecologische waarde van het dak sterk. Tot slot kan ook nog een nulklasse worden gedefinieerd waarin alle vlindersoorten voorkomen die aangetrokken worden met nectarplanten. Als het niet lukt om deze vlinders aan te trekken, dan zullen de andere klassen ook niet komen.

3.3.3 Bijen en Hommels

Zesenvijftig procent van de in Nederland voorkomende bijen staat op de Nederlandse rode lijst van bedreigde bijen⁵⁸. Ecologische daken (paragraaf 3.1) kunnen bijdragen aan de beschikbare habitat voor bijen. Bijen en hommels kunnen over het algemeen vrij eenvoudig aangetrokken worden met nectar en stuifmeelplanten. Voor een aantal solitaire bijensoorten bieden daken daarnaast goede mogelijkheden om hun nesten te bouwen. De zandbijen- en groefbijensoorten (*Andrena spec.* en *Halictus spec.*) worden specifiek genoemd, omdat deze hun nesten kunnen graven in zandheuvels van 20-40cm hoog⁴³. Ophogingen in het substraat bieden goede mogelijkheden voor een hogere biodiversiteit (paragraaf 3.4). Op deze manier kunnen de



Figuur 9: Akkerhommel (T. Faasen, www.nederlandsesoorten.nl)

ophogingen nog een extra functie vervullen. De Akkerhommel (*Bombus pascuorum*) is een interessante soort, omdat deze zijn nesten bovengronds maakt in een dichte laag bodembedekkende planten. Dit is goed te creëren op een vegetatiedak ⁴³.

3.4 Richtlijnen voor de inrichting van een ecologisch dak

In deze paragraaf worden algemene richtlijnen gegeven die beschrijven hoe vegetatiedaken zo kunnen worden ingericht dat ze een hogere ecologische waarde (paragraaf 3.1) dan ‘gewone’ vegetatiedaken krijgen. Dit wil niet zeggen dat bijvoorbeeld een sedumdak geen ecologische waarde heeft. Kadas ³⁶ vond een groot aantal kever- en spinnensoorten op sedumdaken. De richtlijnen voor de inrichting van vegetatiedaken die hier worden gegeven hebben echter nog een meerwaarde.

Een eerste punt dat ik hier wil noemen is de locatie van een gebouw. Een dak is in de eerste plaats vooral bereikbaar voor diersoorten die zich door de lucht kunnen voortbewegen. Dit betekent dat lang niet alle dieren die in een stad voorkomen ook gebruik kunnen maken van een vegetatiedak. Verder kunnen veel vliegende insecten ook maar tot op een bepaalde hoogte komen onder normale omstandigheden. Er is geen onderzoek gedaan naar de maximale hoogte van een vegetatiedak om nog een ecologische meerwaarde te hebben. Wel zijn er praktijkvoorbeelden die aangeven dat zelfs vegetatiedaken op grote hoogte nog gekoloniseerd kunnen worden. Het stadhuis van Chicago is een goed voorbeeld. Het stadhuis staat midden in Chicago en het dak ligt op de tiende verdieping van het gebouw. Niettemin wordt dit dak bevolkt door een groot aantal insectensoorten. Een ander voorbeeld is de vlinderbaan tussen Amersfoort en Utrecht. De stichting vlinderbaan heeft hier een gebied ontwikkeld waar speciaal rekening wordt gehouden met vlinders, zodat deze tussen Amersfoort en Utrecht kunnen migreren. Een deel van deze vlinderbaan bestaat uit vegetatiedaken, met speciale planten voor vlinders. Deze vegetatiedaken zijn niet aangelegd op de hoogste daken, maar wel op de eerste en tweede verdieping, om vanaf daar voor vlinders weer een opstap te bieden naar de derde en vierde verdieping van gebouwen, op welke hoogte ook vegetatiedaken zijn aangelegd ³⁹. Over het algemeen lijken ook hoge vegetatiedaken dus goed bereikbaar te zijn. De maximale hoogte is niet bekend, maar een extra voordeel van hoogbouw is dat er vaak opwaartse windstromingen ontstaan langs zo’n gebouw ⁶². Deze kunnen helpen bij de kolonisatie van vegetatiedaken op grote hoogte.

Een belangrijk principe bij het inrichten van een ecologisch dak is het creëren van microklimaten. Hoe meer verschillende microklimaten er op een dak voorkomen, hoe meer verschillende plant- en diersoorten omstandigheden kunnen vinden om zich te vestigen. Verschillende microklimaten kunnen op een aantal manieren gecombineerd worden. Allereerst zijn hoogteverschillen in het substraat waardevol ^{45,79}. De meeste vegetatiedaken hebben een substraatlaag die over het hele dak even dun is. Door ophogingen in het substraat te maken kunnen op deze plekken grotere planten geplant worden. Daarnaast leveren ophogingen vanaf 30 cm, met een diameter vanaf 2 meter de mogelijkheid voor bodemdieren om te ontkomen aan uitdroging in de zomer en bevriezing in de winter ^{45,79}. In dunner substraat is de kans groot dat bodemdieren op het dak sterven, zodat het dak elk jaar opnieuw gekoloniseerd zou moeten worden. Als deze ophogingen van zand gemaakt worden, dan hebben bepaalde solitaire bijen de mogelijkheid om nesten te graven in deze grond ⁴³. Doordat er op verschillende substraatdiktes verschillende planten kunnen staan kan er ook structuur gecreëerd worden in de plant hoogte. Ook zullen dikkere substraatlagen langer vochtig blijven dan dunne substraatlagen. Eventueel kan deze gradiënt in vochtigheid nog versterkt worden door te variëren in het soort substraat. Bij de beplanting kan ook nog variatie in de dichtheid van de beplanting gerealiseerd worden. Bepaalde insecten zien graag een open vegetatie (bijvoorbeeld het Hooibeestje). Terwijl anderen hun nest bouwen in dichte bodembedekkende vegetatie (bijvoorbeeld de Akkerhommel).

Ook bemesting heeft invloed op de soortenrijkdom. Over het algemeen geldt, hoe schraler een gebied is hoe soortenrijker het is. Op meer bemeste grond gaan enkele soorten vaak domineren⁶⁶. Uiteraard moet er hierbij rekening gehouden worden met de behoefte van de gekozen planten ten aanzien van bemesting.

Verder kunnen er schaduwplekken en zonnige plekken gerealiseerd worden. Dit heeft invloed op de planten die er kunnen groeien. Een bijkomend voordeel is dat schaduw gecreëerd kan worden met behulp van zonnepanelen⁷⁹. Een vegetatiedak kan zo goed gecombineerd worden met energieopwekking, waarbij de vegetatie het paneel kan koelen, zodat deze efficiënter werkt⁷⁹.

De eerder genoemde mogelijkheden om gradiënten aan te brengen hebben allemaal invloed op de planten die er kunnen groeien. Een dak stelt eisen aan de vegetatie die er kan groeien, maar daarnaast is het voor de ecologisch waarde van een vegetatiedak ook belangrijk dat de planten zorgvuldig worden gekozen. Zo heeft het allereerst meerwaarde als inheemse soorten worden gekozen, omdat deze meer relaties met de lokale fauna zullen hebben^{16, 38}. Dit betekent niet dat uitheemse soorten volledig uitgesloten zijn. Van de vlinderstruik (*Buddleja davidii*.) is het welbekend dat deze interessant is voor een veelvoud aan vlinders in Nederland, ook al is dit een soort die in het Nederlands soortenregister (www.nederlandsesoorten.nl) als 'inburgerend' wordt genoemd. Niettemin adviseer ik om zoveel mogelijk inheemse soorten te gebruiken bij de inrichting van een vegetatiedak.

Verder kunnen met de plantkeuze bepaalde (doel)soorten geholpen worden. In de eerste plaats kunnen planten gekozen worden die men in het stedelijk gebied wil hebben, maar met de plantkeuze kunnen ook bepaalde dieren worden aangetrokken. Zo kunnen vlinders foerageren op nectarplanten, waarbij bepaalde planten specifiek door bepaalde vlinders gebruikt worden, maar slim gekozen planten kunnen ook faciliteren in de voortplanting van specifieke insecten. Vaak wordt ook genoemd dat het voor een ecologisch dak (paragraaf 3.1) van belang is om lokale grond te gebruiken als substraat. In Zwitserland is dit voor vegetatiedaken groter dan 500m² zelfs een verplichting⁹. De reden die hiervoor wordt genoemd is dat deze grond al geënt is met bodemfauna en allerlei schimmels die de groei van lokale vegetatie bevorderen. Daarnaast heeft het een zuurgraad die voor lokale flora precies goed is. Lokale grond heeft echter als nadeel dat dit materiaal vaak veel zwaarder is dan speciaal voor vegetatiedaken geproduceerde substraatmengsels. Daarnaast heeft afgegraven grond niet langer de zelfde eigenschappen als op het moment dat het nog niet afgegraven was, zo kan de zuurgraad sterk veranderen als grond wordt afgegraven en opgeslagen¹⁶. Ik adviseer daarom geen gebruik te maken van lokaal afgegraven grond in de situatie in de binnenstad van Groningen.

Tot slot kan een vegetatiedak goed gecombineerd worden met andere maatregelen die interessant zijn voor bepaalde soorten. Bijlage 1⁴³ toont bijvoorbeeld een vegetatiedak dat ingericht is met allerlei nestmogelijkheden voor solitaire bijen. Op een zelfde manier kan een dak gecombineerd worden met nestkasten voor vogels, waarbij de vegetatie zo wordt gekozen dat deze voedsel oplevert voor de vogels waar de nestkasten voor zijn aangebracht.

Al met al is een goede stelregel: “*diversiteit is biodiversiteit*”⁶⁶.



Figuur 10: dakvegetatie met structuur in substraat en beplanting ⁷⁹

3.5 Concreet voor Groningen

Zoals in paragraaf 5.1.1 wordt beschreven, heeft Groningen de ambitie om de duurzaamste stad van Nederland te worden en heeft de gemeente sinds kort een subsidieprogramma voor vegetatiedaken. Er is nu dus een beleidsvenster om vegetatiedaken in de binnenstad te realiseren. Voor de gemeente is het daarnaast zo dat hoe meer oppervlak aan vegetatiedaken er in de stad wordt gelegd, hoe groter de voordelen voor de gemeente zijn (bijvoorbeeld in verband met waterretentie en afkoeling). Als zoveel mogelijk van deze daken nu met een ecologische meerwaarde worden ingericht, dan kan een grote slag gemaakt worden op het gebied van natuur in de stad. Om dit te realiseren is het voor de stad van belang dat een vegetatiedak een ecologische meerwaarde heeft, maar tegelijkertijd licht van gewicht is, weinig onderhoud nodig heeft en betaalbaar blijft.

Aan de hand van de doelsoorten uit tabel 5 is bekeken welke plantensoorten een bijdrage kunnen leveren aan het voorkomen van deze doelsoorten op een vegetatiedak. In bijlage 3 is een lijst met deze planten opgenomen, waarbij ook aandacht is besteed aan de mogelijkheid van planten om onder de omstandigheden op daken te groeien. Voor elk van deze planten is eerst bekeken wat deze aan de ecologie van de binnenstad toe kan voegen. Hiervoor is een selectie gemaakt van planten die:

- 1) door de stadsecoloog K. van Nierop zijn genoemd als voor op een dak geschikte plant die een ecologische meerwaarde heeft,
- 2) door de botanist P. Bulk zijn genoemd als voor op een dak geschikte plant die een ecologische meerwaarde heeft
- 3) voor de vlinderdoelsoorten (paragraaf 3.3.2), zoals deze zijn genoemd door de vlinderdeskundige B. van de Wetering, een meerwaarde bieden
- 4) voor de bijen- en hommeldoelsoorten (paragraaf 3.3.3), zoals deze zijn genoemd door de bijendeskundige A.J. Loonstra, een meerwaarde bieden
- 5) door de vlinderstichting zijn opgenomen in de top vijftig van vlinderplanten (www.vlinderstichting.nl)
- 6) in het boek 'Vlinders in de Tuin' van van Halder *et al.*²⁹ worden genoemd als planten met iets extra's voor insecten.
- 7) Door de vogelbescherming worden genoemd in een lijst met bessenstruiken die voor vogels interessant zijn (www.vogelbescherming.nl)

Daarna is van deze lijsten bekeken in hoeverre de planten goed in staat zullen zijn om te groeien onder de omstandigheden op daken. Daarvoor zijn de planten uit de vorige selectie vergeleken met planten die:

- 1) in het boek 'Begroeide Daken in Nederland: Ontwerp, Uitvoering, Beheer' van Teeuw en Ravesloot⁶⁹ worden genoemd als planten die worden toegepast op daken.
- 2) in het artikel 'Meer planten zijn toepasbaar op extensieve vegetatiedaken'¹⁰ worden genoemd als planten die toepasbaar zijn op vegetatiedaken
- 3) toegepast zullen worden op het dak van de nieuwbouw van het levenswetenschappen gebouw van de Rijksuniversiteit Groningen.
- 4) in het boek 'Vlinders in de Tuin' van van Halder *et al.*²⁹ worden genoemd als planten die toepasbaar zijn op daken.

Voor de planten die op deze manier overbleven is bekeken of het inheemse planten waren, en alleen deze zijn gekozen in verband met lokale ecologische relaties (paragraaf 3.4). Tot slot is er bekeken welke planten niet op zowel een lijst van planten met een ecologische meerwaarde als op een lijst van planten die geschikt zijn voor een dak staan, maar die wel een goede aanvulling zijn op de lijst. Het ging hierbij vooral om enkele struiken die over het algemeen niet op extensieve daken worden geplant, maar daartoe wel mogelijkheden hebben als er ophogingen in het substraat worden gemaakt. De originele plantenlijst miste vooral nog een voedselplant voor bessenetende (vogel)soorten. Daarom is er gekozen om de Wilde kardinaalsmuts (*Euonymus europaeus*) toe te voegen aan de lijst. Deze struik wordt door de vogelbescherming genoemd als bessenstruik voor vogels. Ook de vlinderstruik (*Buddleja davidii*) is toegevoegd. Hoewel dit geen inheemse soort is (paragraaf 3.4), wordt er door zodanig veel vlinders gebruik van gemaakt dat dit een interessante toevoeging is. De Kruiwilg (*Salix repens*) is aan de lijst toegevoegd, omdat het een lage struik is die zowel op natte als op droge grond weet te groeien. De struik zorgt voor extra structuur in de beplanting. Het nadeel van struiken is dat ze jaarlijks bijgesnoeid moeten worden, omdat ze anders sterk uit kunnen breiden. Daarnaast zullen gesnoeide struiken meer bessen en bloemen dragen dan struiken die niet worden gesnoeid. Dit betekent dat daken die niet gemakkelijk bereikbaar zijn niet direct geschikt zijn voor deze struiken. Tot slot zijn ook nog enkele planten toegevoegd aan de lijst die als waardplant voor enkele vlinderdoelsoorten in dit rapport dienen (kamgras, gevinde kortsteel, schapenzuring). Deze soorten komen zelf niet in lijsten met voor vegetatiedaken geschikte soorten voor, maar nauwe verwanten zijn wel eerder gebruikt.

In bijlage 3 is de lijst met planten te vinden die is voortgekomen uit dit onderzoek. Ik adviseer om zoveel mogelijk van de planten die zijn genoemd in bijlage 3 te gebruiken bij de inrichting van een vegetatiedak. De soorten uit de vetplantenfamilie kunnen hierbij als basis dienen voor de dunste substraatlaag en aangevuld worden met de andere planten. Vegetatie die zich zelf vestigt op het dak nadat het is aangelegd hoeft niet per definitie te worden verwijderd. Ze kunnen zelfs een waardevolle toevoeging zijn, omdat ze uit het lokale milieu komen. Het is echter wel van belang dat opslag van bomen eens in de zoveel tijd wordt verwijderd, omdat de meeste daken niet zijn berekend op de extra belasting van bomen.

De lijst met planten uit bijlage 3 hebben automatisch invloed op de benodigde substraatdikte. Sommige van de planten kunnen ook groeien op dunner substraat dan genoemd in bijlage 3, maar uit onderzoek blijkt dat een substraatdikte van 6cm het minimum is om ook onder relatief droge omstandigheden de meest droogte resistente planten nog te laten groeien⁵¹. Verder adviseer ik om gradiënten aan te brengen in het substraat van een hoogte van 6cm tot een hoogte van 15cm of meer. Waar het dak dit toelaat kunnen extra ophogingen gemaakt worden van 30 tot 40cm met bij voorkeur een diameter vanaf 2 meter. Zoals beschreven in paragraaf 3.4 kunnen deze extra ophogingen een aantal ecologische functies vervullen.

Wat het soort substraat betreft adviseer ik gebruik te maken van speciaal voor vegetatiedaken ontwikkelde substraten. Zinco levert in Nederland bijvoorbeeld extensieve ($12\text{kg/m}^2/\text{cm}$) en intensieve ($15\text{kg/m}^2/\text{cm}$) substraten. Deze substraten bestaan uit mengsels van lava, gerecyclede gebakken klei (bijvoorbeeld van dakpannen en bakstenen) en, afhankelijk van de beplanting, compost. Het voordeel van dit soort substraat boven natuurlijke grond, zoals veen is dat de eerste beter water vasthoudt⁵¹ en niet in eigenschappen verandert na verloop van tijd. Natuurlijke grond verzuurt namelijk na enige tijd⁷³. Als een Wilde kardinaalsmuts op de ophoging wordt geplant, dan is het van belang dat deze grond kalkrijk is. Als speciaal voor bepaalde bijen ophogingen worden gemaakt (paragraaf 3.3.3), dan heeft het de voorkeur om deze van zand te maken. Als substraat voor dakbeplanting is dit minder geschikt. De uiteindelijke keuze van substraatmateriaal hangt af van het beoogde doel van het dak. Gaat het vooral om voedsel voor vogels, dan heeft een intensief substraat waar bessenstruiken op worden geplant de voorkeur. Als het de bedoeling is om solitaire bijen nestgelegenheid te bieden en andere bodemfauna een optimale schuilplek, dan heeft zand de voorkeur.

Hoewel in dit rapport wordt geadviseerd over de mogelijkheden van vegetatiedaken, zijn er zoals in de vorige paragraaf beschreven goede mogelijkheden om een vegetatiedak te combineren met andere

hulpmiddelen voor dieren. Ik adviseer dan ook om vegetatiedaken in Groningen te combineren met nestkasten voor de Zwarte roodstaart en/of Gier- en Huiszwaluwnestkasten aan de gevel van een gebouw.

Nestkasten bieden vervangende nestgelegenheid terwijl het vegetatiedak kan voorzien in insecten die als voedsel dienen voor Gier- en Huiszwaluwen en vooral voor de Zwarte roodstaart. Ook voor allerlei solitaire bijen zijn er goede mogelijkheden om nestgelegenheid te creëren op daken.

Zo zijn er verschillende

vormen van nesthulp commercieel verkrijgbaar.

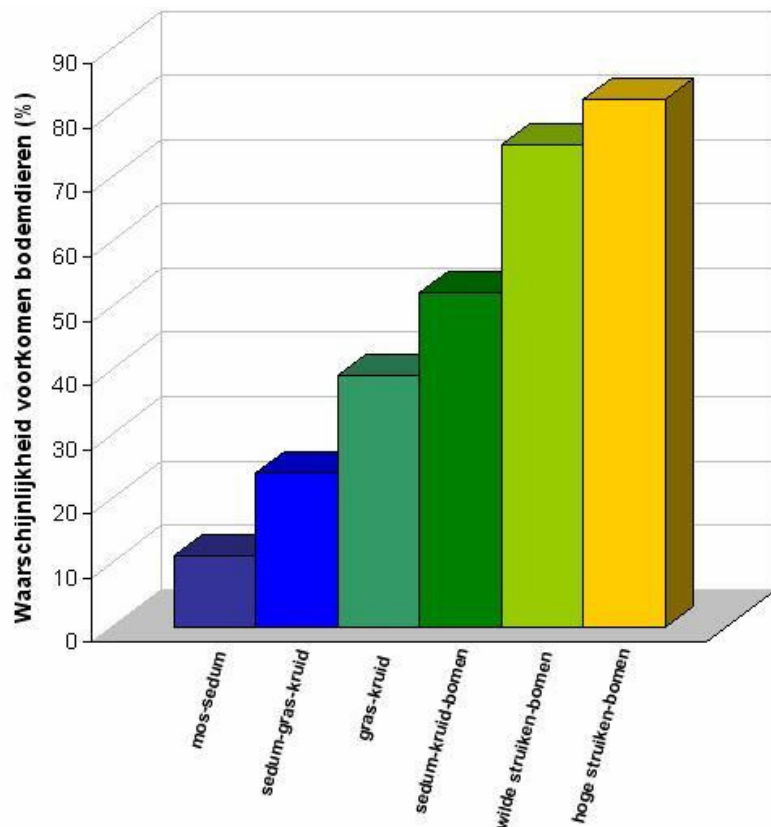
Daarnaast is het mogelijk om deze zelf te creëren. Een

boomstronk met gaten van

verschillende diameter biedt nestgelegenheid voor een veelvoud aan bijensoorten en een met leem gemetseld muurtje kan door andere bijen gebruikt worden om gangen in te graven.

Voorbeelden van nestgelegenheid voor bijen is te vinden in bijlage 1⁴³. Opnieuw kan de vegetatie op het dak voorzien in voedsel.

De principes uit deze en de vorige paragraaf worden uitgewerkt in hoofdstuk 4 waar voor een



Figuur 11: waarschijnlijkheid van het voorkomen van bodemdieren bij verschillende vormen van vegetatiedaken. De oplopende waarschijnlijkheid komt overeen met een oplopende benodigde substraatdikte (naar Mann, 2003a⁴⁵)

dak in Groningen wordt aangegeven hoe deze ingericht kan worden als ecologisch dak. Tot slot is het belangrijk om hier op te merken dat de planten in bijlage 3 specifiek gekozen zijn zodat een relatief dunne substraatlaag aangebracht kan worden en toch een ecologische meerwaarde gecreëerd kan worden. Hoe dikker de hoeveelheid aangebracht substraat, hoe meer andere planten er op een dak kunnen groeien en hoe meer dieren er een plek kunnen vinden (figuur 11). Uiteindelijk is het dan zelfs mogelijk om bomen te planten. Zoals in paragraaf 2.1 echter is genoemd is het gewicht een beperkende factor voor de meeste bestaande bouw.

Als een dak de mogelijkheid heeft om veel meer gewicht te dragen dan nodig is voor een simpel ecologisch vegetatiedak, dan kan er voor andere planten gekozen worden. De algemene principes, zoals deze zijn beschreven in paragraaf 3.4 blijven dan echter van toepassing.

4 Casus

4.1 Locatie

Het dak dat gekozen is om verder uit te werken is de gymzaal van de voormalige van Dokkumschool aan de Professor Enno Dirk Wiersmastraat in Groningen. Deze locatie is om een aantal redenen gekozen. Allereerst is het pand eigendom van de gemeente Groningen. Op dit moment wordt het anti-kraak bewoond, maar voor de gymzaal heeft de gemeente plannen. Omdat kindercircus Santelli moet verhuizen in verband met de aanleg van een weg is de gemeente samen met Santelli opzoek gegaan naar een nieuwe geschikte locatie. Uiteindelijk is gekozen voor de gymzaal bij de van Dokkumschool, maar hier is wel enige verbouwing nodig. In verband met de duurzaamste stad ambitie van de gemeente Groningen (paragraaf 5.1.1) is besloten om de gymzaal duurzaam te verbouwen. Een vegetatiedak en zeker een ecologisch dak zou goed passen bij een duurzame verbouwing.

Een tweede voordeel van de locatie is de ligging. Dit rapport adviseert over de inrichting van ecologische daken in de binnenstad van Groningen. Nu ligt de Professor Enno Dirk Wiersmastraat niet in de binnenstad, maar de omstandigheden zijn vergelijkbaar. De omgeving is dicht bebouwd, met relatief weinig grote groenstructuren in de buurt. Als casus is de locatie dus ook geschikt.

Wat de constructie betreft biedt de gymzaal ook goede kansen. Het dak bestaat uit een balklaag die rust op stalen liggers. Aan de hand van berekeningen door een constructeur werkzaam bij de Hanzehogeschool in Groningen (F. de Boer) is geschat dat het dak zoals het nu is een extra gewicht van 120-150 kg/m² kan dragen. Daarnaast kan het dak relatief eenvoudig verstevigd worden door tussen alle balken een extra balk te leggen. Dit zou een realistische optie zijn. Met een dergelijke versteviging wordt geschat dat het dak een extra gewicht van 300-400kg kan dragen. Dit zou meer dan genoeg zijn voor een eenvoudig ecologisch dak.

Het belangrijkste nadeel van de gymzaal bij de van Dokkumschool ligt ook in de constructie. Voor een vegetatiedak is het van belang dat het dak een dakrand heeft die minstens zo hoog is dat substraatmateriaal niet boven de dakrand uitkomt. Het substraat zal anders wegspoelen. Het dak heeft op het moment vrijwel geen opstaande rand (figuur 12). Er bestaan echter ook speciale systemen waarbij daken zonder dakrand toch een vegetatiedak kunnen krijgen (paragraaf 4.2.1). Afhankelijk



Figuur 12: het dak van de gymzaal bij de van dokkumschool in zijn huidige staat (foto: Mandema, 2008)

van de precieze, nog te bepalen verbouwplannen van de gemeente en kindercircus Santelli voor de gymzaal kan voor verschillende opties worden gekozen. Als het dak verbouwd wordt is het daarnaast van belang dat het afschot van het dak word aangepast. Op dit moment blijft water op het hele dak staan (Figuur 12). Voor de extensieve delen van een vegetatiedak is dit niet wenselijk, omdat er dan plassen kunnen ontstaan in het substraat en de beplanting te veel water krijgt. In paragraaf 4.2.1 wordt hier verder op ingegaan

4.2 ecologisch dak op gymzaal

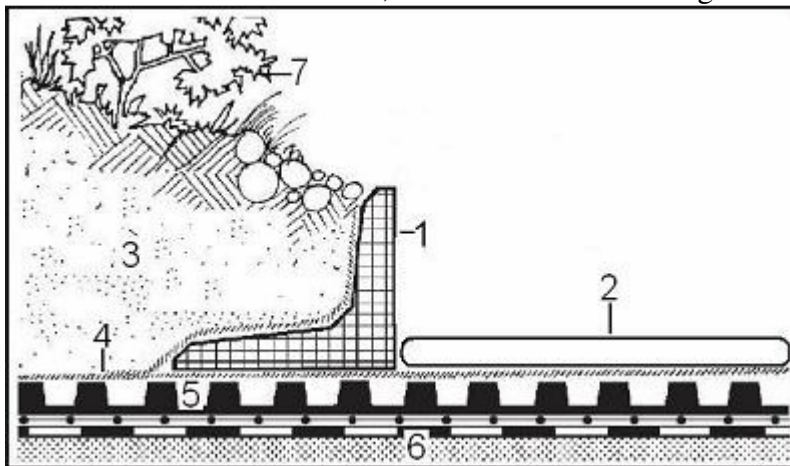
Figuur 14 toont een schets van het dak van de gymzaal van de van Dokkumschool als deze ecologisch ingericht is volgens de principes uit dit rapport. Het dak is opgedeeld in acht delen met elk een eigen substraatdikte en beplanting. Figuur 15 toont een doorsnede door alle delen met de bijbehorende substraatdiktes. De delen moeten echter niet gezien worden als losstaand van elkaar, ze zijn slechts ingetekend ter verduidelijking van de uitwerking.

Ik deze paragraaf zal nu per 'vak' nader uitgelegd worden hoe deze is ingericht.

4.2.1 Algemeen

Het dak is in vakken opgedeeld (figuur 14 en 15), maar deze grenzen zijn niet volkomen scherp. Vak 4 en 6 hebben een hoog gewicht. De dakconstructie onder deze vakken moet dan ook verstevigd worden door het aantal balken in de balklaag te verdubbelen (paragraaf 4.1). Het is ook mogelijk dit bij het hele dak te doen, om zodoende de mogelijkheden op het hele dak te vergroten, maar dit is duurder dan het verstevigen van slechts een deel van het dak. Vervlakking van het substraat wordt tegengegaan doordat de vegetatie het substraat vasthoudt. Door deze versteviging ontstaan automatisch enkele vakken met verschillende mogelijkheden. Deze zijn verder opgedeeld om diversiteit te creëren. De indeling in vakken is aangehouden ter verduidelijking van de plantkeuzes. De planten zoals deze bij dit dak worden geadviseerd komen voort uit de waarde die ze hebben voor doelsoorten. Dit is beschreven in paragraaf 3.5. De lijst met planten en de bijbehorende kenmerken, zoals benodigde substraatdikte zijn te raadplegen in bijlage 3. Voor verschillende planten zijn verschillende substraatdiktes gerealiseerd in de vakken van het dak.

Zoals in paragraaf 4.1 is genoemd heeft het dak op dit moment geen dakrand. Het is mogelijk om deze te maken, hiervoor kan de gevel opgehoogd worden, maar het is ook mogelijk om een stalen constructie rondom het dak te bouwen³². Een andere vrij eenvoudige oplossing is echter om de dakrand naar binnen te brengen. Er wordt dan eerst een vegetatievrije zone van 50 cm gecreëerd met behulp van tegels. Daarna worden speciale L-elementen gebruikt om een rand te maken waar het substraat tegen aanligt (figuur 13). Ik adviseer voor dit dak op deze manier een dakrand te maken, omdat dit een eenvoudige en relatief goedkope manier is.

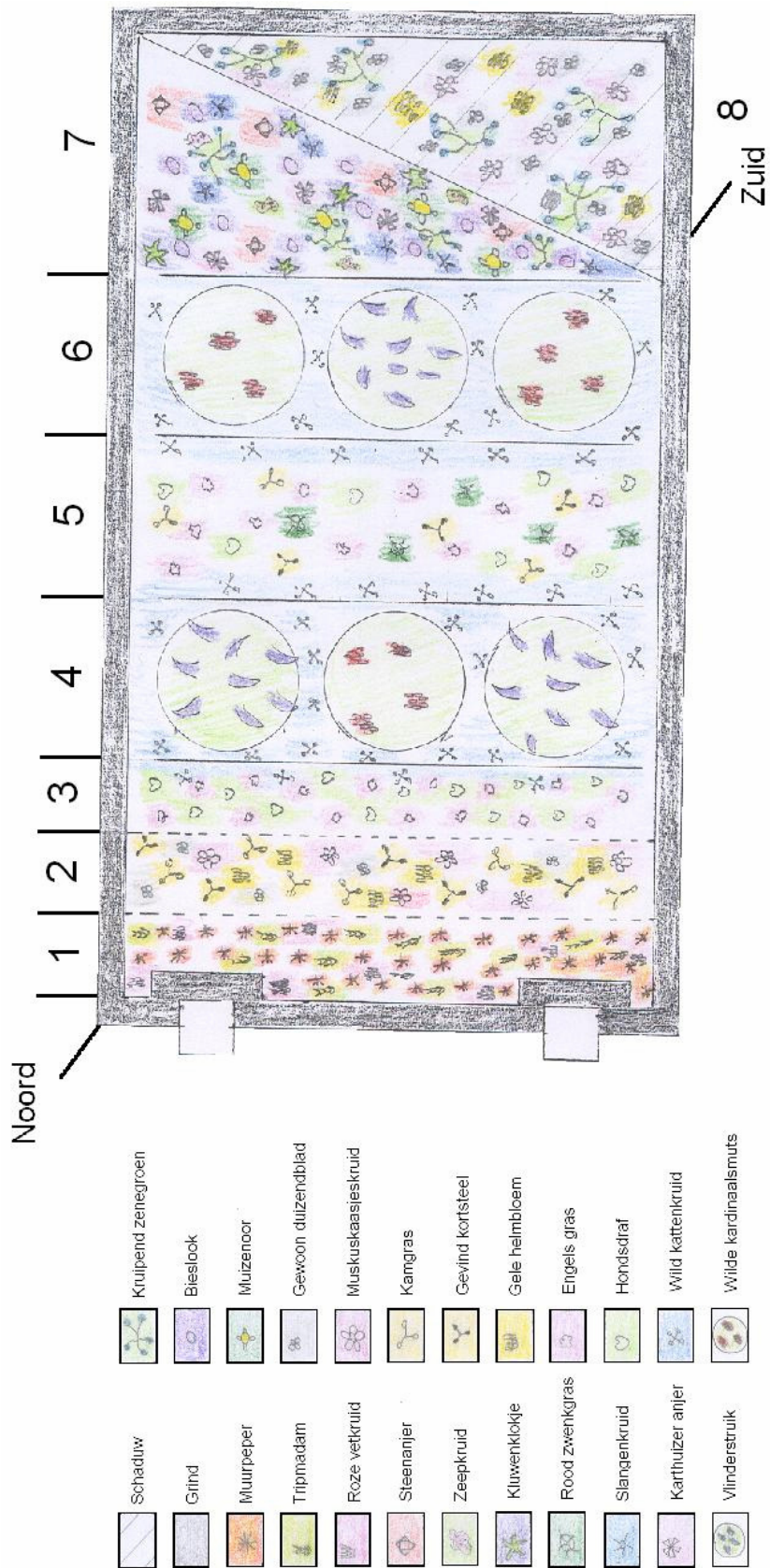


Figuur 13: L-element toegepast in vegetatiedak. (naar: Zinco, jaartal onbekend⁸⁰) 1=L-element, 2= vegetatievrije zone, 3=substraat, 4=filtervlies, 5=drainage en waterbufferende laag, 6=dakconstructie, 7=vegetatie

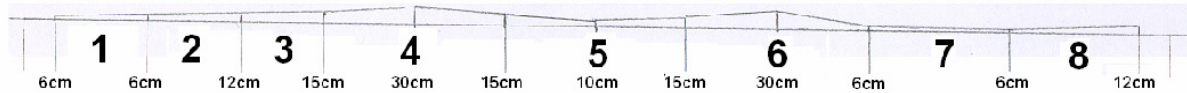
Tot slot is het van belang dat onder de substraatlaag ook een drainagelaag die ook een deel van het water vasthoudt wordt aangelegd, zodat overtollig water niet op het dak blijft liggen, maar er wel voldoende water is voor de planten, zodat zo min mogelijk kunstmatig water gegeven hoeft te worden. Het ontstaan van plassen op het substraat moet voorkomen worden.

De combinatie van intensief substraat met extra waterbufferingsmogelijkheden vormt mogelijk wel een te zware belasting voor het dak. Een nauwkeurige constructieberekening is

vereist om dit te bepalen. Eventueel kan dan besloten worden tot extra versteviging van het dak. Mogelijkheden hier voor kunnen onder andere gezocht worden in koolstofvezel materialen, ter versteviging van de balklaag.



Figuur 14: bovenaanzicht van een ecologisch dak. De nummers 1 tot en met 8 corresponderen met de vakken zoals beschreven in paragraaf 4.2.



Figuur 15: doorsnede van de substraatlaag van een ecologisch dak. De nummers 1 tot en met 8 corresponderen met de vakken zoals beschreven in paragraaf 4.2. De maten geven de substraatlidte op verschillende punten weer.

4.2.2 Vak 1

Substraat: Zinco extensief substraat, of minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Muurpeper (*Sedum acre*), Tripmadam (*Sedum reflexum*) en Roze vetkruid (*Sedum spurium*). Schapenzuring (*Rumex acetosella*) en Gewone rolklaver (*Lotus corniculatus corniculatus*) kunnen als waardplanten voor vlinders worden toegevoegd, mits het substraat vochtig genoeg is.

Bijzonderheden: Vak 1 is niet een losstaand vak. Samen met vak 2 en 3 loopt de substraatlidte langzaam op tot 15 cm. De beplanting in dit vak dient vrij dicht te zijn, zodat deze interessant wordt voor bijvoorbeeld de akkerhommel, die zijn nesten bouwt in een dichte bodembedekkende vegetatie (paragraaf 3.3.3)

4.2.3 Vak 2

Substraat: Zinco extensief substraat, of minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Kamgras (*Cynosurus cristatus*), Gevinde kortsteel (*Brachypodium pinnatum*), Gele helmblom (*Pseudofumaria lutea*), Muskuskaasjeskruid (*Malva moschata*) en Gewoon duizendblad (*Achillea millefolium*)

Bijzonderheden: Vak 2 is niet een losstaand vak. Samen met vak 1 en 3 loopt de substraatlidte langzaam op tot 15 cm. De beplanting in dit vak dient vrij dicht te zijn, zodat deze interessant wordt voor bijvoorbeeld de akkerhommel, die zijn nesten bouwt in een dichte bodembedekkende vegetatie (paragraaf 3.3.3)

4.2.4 Vak 3

Substraat: Zinco extensief substraat, of minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Engels gras (*Armeria maritima*), Hondsdraf (*Glechoma hederacea*) en Wild kattenkruid (*Nepeta cataria*)

Bijzonderheden: Vak 3 is niet een losstaand vak. Samen met vak 1 en 2 loopt de substraatlidte langzaam op tot 15 cm. De beplanting in dit vak dient vrij dicht te zijn, zodat deze interessant wordt voor bijvoorbeeld de akkerhommel, die zijn nesten bouwt in een dichte bodembedekkende vegetatie (paragraaf 3.3.3)

4.2.5 Vak 4

Substraat: Ophoging met een maximum hoogte van 30 cm en aan beide randen een hoogte van 15 cm. Het substraat bestaat uit Zinco intensief substraat, of een minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Vlinderstruiken (*Buddleja davidii*), Wilde kardinaalsmuts (*Euonymus europaeus*) en Wild kattenkruid (*Nepeta cataria*). Voor extra structuur in de beplanting kan ook Kruipwilg (*Salix repens*) toegevoegd worden.

Bijzonderheden: De dakconstructie onder dit vak moet verstevigd worden (paragraaf 4.1) om het extra gewicht van de ophoging te kunnen dragen.

De struiken moeten jaarlijks gesnoeid worden. Als dit niet wenselijk is kan er voor gekozen worden geen struiken te planten. De ophogingen moeten dan echter bewaard blijven, omdat deze ook als plek kunnen dienen voor bodemfauna om droge en koude periodes te overleven. De struiken zijn aangevuld met een beplanting van wild kattenkruid, omdat deze plant ook

tegen schaduw kan en dus in de schaduw van de struiken kan groeien.

4.2.6 Vak 5

Substraat: Zinco extensief substraat, of minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Hondsdraf (*Glechoma hederacea*), Engels gras (*Armeria maritima*), Kamgras (*Cynosurus cristatus*), Gevinde kortsteel (*Brachypodium pinnatum*) en Rood zwenkgras (*Festuca rubra*)

Bijzonderheden: de vegetatie in dit vak dient relatief open geplant te worden. Dit biedt mogelijkheden voor insecten als het Hooibeestje (paragraaf 3.3.2) die bij voorkeur foerageren in een open vegetatie. Daarnaast blijft er zo ruimte bestaan voor planten uit de omgeving om zich te vestigen.

4.2.7 Vak 6

Substraat: Ophoging met een maximum hoogte van 30 cm en aan de westelijke rand een hoogte van 15cm en oostelijk een hoogte van 6cm. Het substraat bestaat uit Zinco intensief substraat, of een minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Vlinderstruiken (*Buddleja davidii*), Wilde kardinaalsmuts (*Euonymus europaeus*) en Wild kattenkruid (*Nepeta cataria*) Voor extra structuur in de beplanting kan ook Kruiwilg (*Salix repens*) toegevoegd worden.

Bijzonderheden: De dakconstructie onder dit vak moet versterkt worden (paragraaf 4.1) om het extra gewicht van de ophoging te kunnen dragen.

De struiken moeten jaarlijks gesnoeid worden. Als dit niet wenselijk is kan er voor gekozen worden geen struiken te planten. De ophogingen moeten dan echter bewaard blijven, omdat deze ook als plek kunnen dienen voor bodemfauna om droge en koude periodes te overleven. De struiken zijn aangevuld met een beplanting van wild kattenkruid, omdat deze plant ook tegen schaduw kan en dus in de schaduw van de struiken kan groeien.

4.2.8 Vak 7

Substraat: Zinco extensief substraat, of minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Kluwenklokje (*Campanula glomerata*), Bieslook (*Allium schoenoprasum*), Karthuiser Anjer (*Dianthus carthusianorum*), Steenanjer (*Dianthus deltoides*), Muizenoor (*Hieracium pilosella*), Kruiwend zenegroen (*Ajuga reptans*), Slangenkruid (*Echium vulgare*) en Zeepkruid (*Saponaria officinalis*). Schapenzuring (*Rumex acetosella*) en Gewone rolklaver (*Lotus corniculatus corniculatus*) kunnen als waardplanten voor vlinders worden toegevoegd, mits het substraat vochtig genoeg is.

Bijzonderheden: een gevarieerde vegetatie van planten die kunnen groeien op slechts 6cm substraat.

4.2.9 Vak 8

Substraat: Zinco extensief substraat, of minstens gelijkwaardig product.

Beplanting: Kruiwend zenegroen (*Ajuga reptans*), Gele helmbloem (*Pseudofumaria lutea*), Muskuskaasjeskruid (*Malva moschata*) en Gewoon duizendblad (*Achillea millefolium*)

Bijzonderheden: De beplanting bestaat hier uit planten die goed groeien in schaduw. Om deze schaduw te creëren moeten panelen geplaatst worden langs de randen van dit vak. Als hier voor gekozen wordt kan deze beplanting ook goed gecombineerd worden met zonnepanelen, waarbij de planten groeien in de schaduw van de panelen. Net als in vak vijf dient de beplanting relatief open geplant te worden, om ruimte te bieden voor lokale vegetatie die zich hier vestigt.

4.2.10 Aandachtspunten en onderhoud

Voor de ophogingen in het substraat adviseer ik het gebruik van intensief substraatmateriaal. Dit materiaal is volgens de huidige schatting zelfs met een versteviging van de dakbalklaag te zwaar voor het dak als een ophoging van 30cm wordt gemaakt. Voor de struiken kan een ophoging van ongeveer 20 cm ook genoeg zijn, als de struiken klein gehouden worden. 20cm is echter niet genoeg om bodemfauna een overlevingsplek te geven in koude winters en droge zomers. Er zal daarom een keuze gemaakt moeten worden voor ofwel een dak met struiken op intensief substraat, of ophogingen tot 30 cm van extensief substraat. De beplanting zal dan aangepast moeten worden. Bij het intensieve deel van het substraat speelt ook het onderhoud. De struiken zullen één á twee keer per jaar gesnoeid moeten worden. Onkruid rondom de struiken zal vrijwel maandelijks verwijderd moeten worden. Het intensieve deel van het dak moet daarnaast water krijgen, terwijl teveel water bij het extensieve deel voorkomen moet worden, omdat de droogte resistente planten dan hun voordeel verliezen boven onkruid en grassen, zodat ze mogelijk overwoekerd kunnen raken. Als het nodig is om de andere vegetatie bij te knippen dan is het voor de waardplanten voor vlinders van belang dat dit gefaseerd gebeurt, omdat het anders een grote aanslag op de eieren en rupsen van is. De bestaande dakbedekking moet vervangen worden door een wortelwerende dakbedekking. Ik adviseer dan ook om dan meteen het dak zo aan te passen dat vak 4, 5 en 6 gezamenlijk een nul-graden-dak (een dak zonder afschot) wordt waar het water op blijft staan. Bij de andere delen kan dan met behulp van isolatiemateriaal een afschot wordt gecreëerd, zodat hier geen water blijft staan, anders dan het water dat opgenomen wordt door het substraat.

Referenties deel II

- 1 Akkerman B. 2008. (Ver)koopmakelaar bij Meeùs makelaars, Groningen. Persoonlijke communicatie.
- 2 Anoniem. 2005. Groene daken goed voor het milieu. *Leven op daken* 3: 22-23
- 3 Bakker W. 2002a. Argumenten voor groen op het dak. *Tuin en Landschap* 4a: 8-9
- 4 Bakker W. 2002b. Geen dak te dol voor begroeiing. *Tuin en Landschap* 4a: 14-17
- 5 Banting D., Doshi H., Li J., Missios P., Au. A., Currie B.A. en Verrati M. 2005. Report on the environmental benefits and costs of green roof technology for the city of Toronto. Ryerson Universiteit, Toronto
- 6 Beckett, K.P., Freer-Smith P.H. en Taylor G. 2000. The capture of particulate pollution by trees at five contrasting urban sites. *Arboricultural Journal* 24: 209-230
- 7 Berg A. van den en Winsum-Westra A. 2006. Ontwerpen met groen voor gezondheid, Richtlijn voor de toepassing van groen in 'healing environments'. Alterra rapport 1371. Alterra, Wageningen
- 8 Berndtsson J.C., Emilsson T. en Bentsson L. 2006. The influence of extensive vegetated roofs on runoff water quality. *Science of the total environment* 355: 48-63
- 9 Brenneisen S. 2003. Ökologisches ausgleichspotenzial von extensiven dachbegrünungen: bedeutung für den arten- und naturschutz und die stadtentwicklungsplanung. Doctoraal proefschrift, Geografie instituut, Universiteit Basel. Zwitserland.
- 10 Buiten G. van 2004. Meer plantensoorten zijn toepasbaar op extensieve vegetatiedaken. *Tuin en Landschap* 18: 16-17
- 11 Bulk, P. 2008. Botanist, Groningen. Persoonlijke communicatie.
- 12 Burchardt O. en Mann G. 2003. Exoten mit Sicherung. *DDH Edition* 14: 24-27
- 13 Carbin M., Nutt S. en Overman M. 2004. Het groene dak van Amsterdam. *Anders/de Groenen*, Amsterdam.
- 14 Crow. 1998. Leidraad omgaan met teerhoudend asphalt. *Publicatie* 124
- 15 Duijm F. 2008. Medisch milieukundige bij GGD, Groningen. Persoonlijke communicatie
- 16 Dunnet N. 2006. Green roofs for biodiversity: reconciling aesthetics with ecology. *Proceedings, 4th annual greening rooftops for sustainable cities*, Boston, 2006
- 17 Emilsson T. 2005. Extensive vegetated roofs in Sweden: establishment, development and environmental quality. Doctoral Thesis, Swedish university of Agricultural Sciences. Upsala

- 18 Emilsson T., Berndtsson J.C., Matsson J.E. en Rolf K. 2007. Effect of using conventional and controlled release fertiliser on nutrient runoff from various vegetated roof systems. *Ecological engineering* 29: 260-271
- 19 Eumorfopoulou E. en Aravantinos D. 2003. The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece. *Energy and Buildings* 27: 29-36.
- 20 FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau E.V.). 2002. Guideline for the Planning, Execution and Upkeep of Green-Roof Sites, roof greening guideline. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau E.V. (FLL), Bonn
- 21 Frahm J.P. Jaartal onbekend. Mit Moosmatte gegen Feinstäube. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität. [www.bryologie.uni-bonn.de/deutsch/content /MIT%20MOOSMATTEN%20GEGEN%20FEINSTAUB.doc](http://www.bryologie.uni-bonn.de/deutsch/content/MIT%20MOOSMATTEN%20GEGEN%20FEINSTAUB.doc) Gedownload op 28 februari 2008
- 22 gemeente Amsterdam dienst RO. 2004. Handleiding daktuinen.
- 23 gemeente Groningen. 2004. Waterplan gemeente Groningen 2003-2007.
- 24 gemeente Groningen en Stichting Gierzwaluwenwerkgroep Nederland. 2001. Bedreigd door woningnood: gierzwaluwen in Groningen.
- 25 gemeente Rotterdam. Jaartal onbekend. Rotterdam groen van boven: toepassing van groene daken in Rotterdam.
- 26 gemeente Rotterdam, Waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap van Delfland. Jaartal onbekend. Waterplan 2 Rotterdam, werken aan water voor een aantrekkelijke stad. <http://www.waterplan.rotterdam.nl/smartsite1144.dws?channel=19500&goto=2169450> Gedownload op 04 maart 2008
- 27 Getter K.L., Row D.B. and Andresen J.A. 2007. Quantifying the effect of slope on extensive green roof stormwater retention. *Ecological engineering* 31: 225-231
- 28 Gill S.E., Handley J.F., Ennos A.R. en Pauleit S. 2007. Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built environment* 33: 115-133
- 29 Halder I. van, Hallers L. ten en Pavlicek T. 2001. Vlinders in de tuin, tuinideeën en praktische tips. KNNV Uitgeverij, Utrecht en De Vlinderstichting, Wageningen.
- 30 Hämmerle F. 2003. Mehr Wachstum möglich. *DDH edition* 14: 38-41
- 31 Hendriks N.A. 1997. Daken in 't groen. Stichting Bouwresearch, Rotterdam
- 32 Hermans J.P.J. 2008. Student bouwkunde Hanzehogeschool, Groningen. Persoonlijke communicatie
- 33 Hofstra U., Klarenaar W. en Niemöller L. 2002. Onderzoek milieubelasting bitumineuze materialen, Branche wil eerlijker toetsing bouwstoffen. *Land + Water* 2: 16-17

- 34 Jansen H. 2008. (Ver)koop makelaar bij Riant makelaars, Groningen. Persoonlijke communicatie
- 35 Jones R.A. 2002. Tecticolous invertebrates: a preliminary investigation of the invertebrate fauna on ecoroofs in urban London. *English Nature*. London.
- 36 Kadas G. 2006. Rare invertebrates colonizing green roofs in London. *Urban Habitats* 4: 66-86
- 37 Kaplan R. 1993. The role of nature in the context of the workplace. *Landscape and Urban Planning* 26: 193-201
- 38 Kendle A.D. en Rose J.E. 2000. The aliens have landed! What are the justifications for 'native only' policies in landscape plantings? *Landscape and urban planning* 47: 19-31
- 39 Kleijnen M. 2008. Hoofd vastgoed en ontwikkeling bij SSH Utrecht. Persoonlijke communicatie
- 40 Köhler M. 2006. Long-term vegetation research on two extensive green roofs in Berlin. *Urban Habitats* 4: 3-26
- 41 Kranenburg B. 2008. Technisch directeur van Esha, een bitumenproducent. Persoonlijke communicatie
- 42 Leeuw J. de 2008. Groene daken specialist bij Hertalan Nederland, een EPDM producent. Persoonlijke communicatie
- 43 Loonstra A.J. 2008. Particulier bijen- en zweefvliegen deskundige. Daarnaast vrijwilliger bij natuurmuseum, Groningen. Persoonlijke communicatie
- 44 Lundholm J.T. 2006. Green roofs and facades: a habitat template approach. *Urban Habitats* 4: 87-101
- 45 Mann G. 2003a. Ein Heim für Tiere. *DDH Edition* 14: 6-9
- 46 Mann G. 2003b. Grüne Dächer rechnen sich. *DDH Edition* 14: 14-119
- 47 Mentens J., Raes D. en Hermy M. 2006. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban planning* 77: 217-226
- 48 Ministerie van de Vlaamse gemeenschap afdeling bos & groen. 2002. Extensieve groendaken.
- 49 Monsanto T. 2008. Werkzaam bij secretariaat afdeling IGG, gemeente Groningen. Persoonlijke communicatie
- 50 Muller D. 2003. Ecologische verbindingzones in steden. *Wetenschapswinkel Biologie*, universiteit Utrecht.

- 51 Nagase A. en Thuring C. 2006. Plant responses to drought on extensive green roofs: the effects of temperature, substrate type and substrate depth. Proceedings, 4th annual greening rooftops for sustainable cities, Boston, 2006
- 52 Natuur en milieu Planbureau. 2005. Effecten klimaatverandering nemen toe. Persbericht. http://www.mnp.nl/nl/service/persberichten/voor_2006/20051031_Effecten_klimaatverandering.html Gedownload op 04 maart 2008
- 53 Nederlands Normalisatie-instituut. 2001. NEN 6707: 2001 nl. <http://www2.nen.nl/nen/servlet/dispatcher.Dispatcher?id=BIBLIOGRAFISCHEGEGEVENS&contentID=140948&searchType=kaderzoek> Gedownload op 29-02-2008
- 54 NIBE research B.V. Jaartal onbekend. Samenvatting van onderzoek met behulp van TWIN²⁰⁰²-model.
- 55 Nierop K. van 2008. Stadsecoloog bij de gemeente Groningen, dienst RO/EZ, afdeling IGG. Persoonlijke communicatie
- 56 Oberndorfer E., Lundholm J., Bass B., Coffman R.R., Doshi H., Dunnett N., Gaffin S., Köhler M., Liu K.K.Y. en Rowe B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions and services. *Bioscience* 57: 823-833
- 57 Opmeer A. 2006. Terug naar Babylon, artikel over vegetatiedaken. Milieudefensiemagazine 6 (juni 2006)
- 58 Peeters T.M.J. en Reemer M. 2003. Bedreigde en verdwenen bijen in Nederland. http://www.nev.nl/hymenoptera/bedreigde_en_verdwenen_bijen.html Gedownload op 21 mei 2008
- 59 Porsche U. en Köhler M. 2003. Life cycle costs of green roofs: a comparison of Germany, USA and Brazil. Proceedings of the world climate & energy event; 1-5 December 2003, Rio de Janeiro, Brazil.
- 60 Post J.T. 2008. (Ver)koopmakelaar bij Taxatheek Noord B.V., Groningen. Persoonlijke communicatie
- 61 Provincie Gelderland. 2008. Begrippenlijst. <http://www.gelderland.nl/smartsite.shtml?id=17586> Gedownload op 26 februari 2008
- 62 Reumer J.W.F. 2000. Stadsecologie: de stedelijke omgeving als ecosystem. Natuurmuseum Rotterdam, Rotterdam.
- 63 Rienties R. 2008. Werkzaam bij EPDM systems B.V. een EPDM producent. Persoonlijke communicatie
- 64 Rombout J., Boogaard F.C. en Steketee J. 2007. Regenwaterkwaliteit bitumen daken. Vertrouwelijk rapport, Tauw
- 65 Schalie W.A.D. van der. 2008. (Ver)koopmakelaar bij van der Schalie makelaars, Groningen. Persoonlijke communicatie

- 66 Snep R. 2008. Stadsecoloog bij universiteit Wageningen. Houdt zich veel bezig met groene daken op bedrijventerreinen. Persoonlijke communicatie
- 67 Stad Antwerpen. Jaartal onbekend. Groendak, over groendaken en de premie die je er voor krijgt. Marjan Knockaert, Antwerpen
- 68 Taming P. 2008. Werkzaam bij het informatiepunt duurzaam bouwen, Groningen. Persoonlijke communicatie
- 69 Teeuw P.G., en Ravesloot C.M. 1997. Begroeiende Daken in Nederland: ontwerp, uitvoering, beheer. Delft University Press, Delft
- 70 The University of Manchester. 2007. Build parks to climate proof our cities. <http://www.manchester.ac.uk/aboutus/news/archive/list/item/index.htm?year=2007&month=may&id=115820> Gedownload op 27 februari 2008
- 71 Tonneijck A.E.G. en Blom-Zandstra M. 2002. Landschapselementen ter verbetering van de luchtkwaliteit rond de ruit van Rotterdam, een haalbaarheidsstudie. Plant Research International B.V., Wageningen
- 72 VanWoert N.D., Rowe D.B., Andresen J.A., Rugh C.L., Fernandez R.T. en Xiao L. 2005. Green roof stormwater retention: effects of roof surface, slope and media depth. *Journal of environmental quality* 34: 1036-1044
- 73 Veenstra H. 2008. Eigenaar van het bedrijf Veenstra daktuinen en vegetatiedaken B.V. dat vegetatiedaken aanlegt. Persoonlijke communicatie
- 74 Walsweer A. 2008. Werkzaam bij Derbigum Nederland, een bitumenproducent. Persoonlijke communicatie
- 75 Wetering, B van de 2008. Vlinderdeskundige, werkzaam bij de dienst landelijk gebied, Groningen. Persoonlijke communicatie.
- 76 Wortman D. 2007. Go green or go solar. <http://www.thegreenguide.com/doc/120/gosolar> Gedownload op 17 maart 2008
- 77 Zandvoort F. 2001. Onderzoek naar zuurvorming in bitumineuze dakbedekking. Vertrouwelijk rapport in opdracht van ProBasys.
- 78 Zemp M. en Brenneisen S. 2002. Naturschutz auf dachbegrünungen in verbinding mit solaranlagen. Universiteit Wadenswil, Basel
- 79 Zinco Jaartal onbekend. Produktinformation Betonwinkelstein + zubehör. Zinco GmbH

Deel III: Bestuurskundige aspecten

Samenvatting

De gemeente Groningen heeft de ambitie om de duurzaamste stad van Nederland te worden. Naast duurzaamste stad wil Groningen echter ook een compacte stad blijven. Dit leidt tot een duurzaamheidsparadox, zodat het noodzakelijk wordt om groen, water en stedelijk gebied te combineren op hetzelfde oppervlak. Vegetatiedaken zijn hier het toppunt van. De gemeente Groningen ziet dan ook veel voordelen van vegetatiedaken en in verschillende beleidsstukken worden ze al geïntroduceerd als middel in de beleidsuitvoering.. De potentiële ecologische waarde van vegetatiedaken is echter nog onderbelicht. Voor een beleid waarin vegetatiedaken worden meegenomen is het dan ook van belang dat eerst in alle beleidsstukken dezelfde definitie van vegetatiedaken wordt aangehouden en dat de ecologische waarde van vegetatiedaken hier automatisch aan wordt gekoppeld. Aangrijpingspunten voor het uitvoeren van een dergelijk beleid kunnen gevonden worden in veel bestaand beleid.

De aandacht van de gemeente Groningen voor vegetatiedaken blijkt ook uit het subsidieprogramma voor vegetatiedaken van de gemeente Groningen. Vanuit de rijksoverheid bestaan er alleen voor bedrijven mogelijkheden om de kosten van vegetatiedaken gedeeltelijk fiscaal af te trekken, maar voor particulieren bestaat er geen rijkssubsidie. De gemeente Groningen subsidieert specifiek particulieren. Behalve binnen de gemeente bestaat er ook bij de meeste andere partijen voldoende draagvlak om ecologische daken in Groningen te realiseren. Een belangrijke groep waar draagvlak per geval bekeken zal moeten worden zijn gebouweigenaren. Zij beslissen uiteindelijk over het al dan niet aanleggen van een vegetatiedak. Er bestaan verschillende beleidsinstrumenten om ook bij deze partijen een ecologisch dak mogelijk te maken.

Leeswijzer

In dit deel van het rapport zal de vraag: “*Hoe kan de gemeente Groningen ecologische daken implementeren in het beleid voor de binnenstad?*” beantwoord worden. Het is hiervoor belangrijk om eerst in kaart te brengen welk probleem in Groningen leidt tot de behoefte aan vegetatiedaken (paragraaf 5.1). Daarna kan in kaart gebracht worden hoe het groenbeleid in Groningen in elkaar steekt en waar aangrijpingspunten zitten om ecologische daken mee te nemen in dit beleid (paragraaf 5.3). Dit deel sluit af met een advies over de integratie van ecologische daken in het gemeentelijk beleid van Groningen.

5 Ecologische daken in Groningen

5.1 Relatie project en beleid

5.1.1 Agendering beleid

Duurzaamheid is in! ²⁰ Zo ook in Groningen. Op 3 juli 2007 werd het beleidskader, duurzaamstestad.groningen.nl ¹², vastgesteld door het college van burgemeesters en wethouders. In dit beleidskader wordt aangegeven dat Groningen de titel duurzaamste stad van Nederland wil behalen. De stad zal zich dus duurzaam moeten gaan ontwikkelen. Maar wat betekent duurzame ontwikkeling hier nu precies? In het beleidskader wordt uitgegaan van de definitie zoals deze in 1987 verscheen in ‘Our Common Future’²⁵: “*de ontwikkeling die tegemoet komt aan de behoeften van de huidige generatie zonder de mogelijkheden van de toekomstige generaties om het zelfde te doen in gevaar te brengen.*”¹² Vegetatiedaken kunnen in deze ontwikkeling een rol spelen. Voor de mens kan visueel groen het psychische welbevinden verhogen ^{4,17}. In het groenstructuurplan ¹² van de gemeente Groningen wordt de vermindering van stress bijvoorbeeld als voordeel van visueel groen genoemd. Voor het

milieu kunnen vegetatiedaken onder andere bijdragen aan verhoging van de biodiversiteit ^{6, 15}, maar ook aan waterberging en isolatie ^{4, 7, 14, 17, 19}, die op een andere manier bijdragen aan een beter milieu. Met vegetatiedaken wordt ook de pijler economie niet verwaarloosd. In het groenstructuurplan van Groningen wordt genoemd dat groen de waarde van rood doet stijgen ¹². Dit wil zeggen dat groen ('natuur') in de buurt van bebouwing (rood) zorgt voor een hogere waarde van deze bebouwing. Voor vegetatiedaken is dit nader bekeken in paragraaf 2.2.7

In het waterplan van de gemeente Groningen ⁸ wordt ook aandacht besteed aan de mogelijke rol die vegetatiedaken kunnen spelen bij waterproblemen. Zo wordt als één van de speerpunten van het waterplan: het stimuleren van de aanleg van vegetatiedaken (die immers water vast kunnen houden ^{4, 7, 14, 17, 19}), genoemd.

Tot slot blijkt de aandacht van Groningen voor vegetatiedaken ook uit het subsidieprogramma waar de gemeenteraad eind maart mee heeft ingestemd. De subsidie is bedoeld voor particulieren die hiermee een vegetatiedak aan kunnen leggen. Het college van burgemeester en wethouders had graag gezien dat het programma alleen voor de binnenstad van Groningen zou gelden, maar er is besloten om in eerste instantie in de hele gemeente vegetatiedaken te subsidiëren (paragraaf 5.4).

5.1.2 Probleemanalyse

Duurzaamheid staat dus ruimschoots op de agenda en ook vegetatiedaken als bijdrage aan de vermindering van een aantal duurzaamheidsproblemen zijn in het beleid opgenomen. Wat echter nog niet duidelijk is, is hoe deze vegetatiedaken er uit moeten komen te zien. De voor Groningen handige functies van vegetatiedaken zijn met verschillende types vegetatiedaken te realiseren. Een voordeel van vegetatiedaken dat in het beleid echter minder belicht wordt, maar wat bij de inrichting van een vegetatiedak een grote rol kan spelen is het creëren van 'natuur' in de stad.

Een belangrijk instrument van het stadsecologisch beleid is de Stedelijke Ecologische Structuur (SES), een netwerk van ecologisch waardevolle groen en waterstructuren, onderling verbonden door ecologische verbindingen ¹². Vegetatiedaken zouden mogelijk als 'stepping stones' kunnen fungeren. Dit wordt echter niet in de groen- en waterplannen van de gemeente meegenomen. Het probleem in de beleidscyclus (bijlage 2) zit dus niet in te weinig aandacht voor vegetatiedaken, maar in te weinig aandacht voor de potentiële ecologische waarde van vegetatiedaken.

5.1.3 Ontwerp

De gewenste situatie in het beleid is een situatie waarin in alle beleidsstukken de term vegetatiedak dezelfde definitie heeft en in deze definitie de ecologische waarde van een vegetatiedak wordt meegenomen. Het is dan van belang dat er duidelijk omschreven wordt hoe vegetatiedaken ingericht kunnen worden met een ecologische meerwaarde, zonder hun functie voor waterretentie etc. te verliezen. Hier speelt wat in het beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl binnen de communicatie, participatie en gedragsverandering rondom duurzaamheid als middel wordt genoemd:

“door het leggen van verbindingen en het maken van slimme combinaties kan duurzaam handelen logisch gekoppeld worden aan wat toch al gebeurt.”

Vegetatiedaken worden al volop gesteund in het beleid, door hier de ecologische waarde slim en logisch aan te koppelen kan vrij éénvoudig het vegetatiedak met al zijn voordelen in het beleid meegenomen worden.

5.1.4 Doelstelling van het project

Het doel van dit project is om aan de hand van een vergelijkend ecologisch onderzoek te

adviseren over de inrichting van een dakbiotoop voor de stad Groningen die een bijdrage kan leveren aan de ecologische waarde van de binnenstad van Groningen. Hierbij rekening houdend met de doelstellingen en het beleid van de gemeente Groningen omtrent groen en water in de stad. Het project gaat dus verder dan de mogelijkheden die op dit moment in het beleid gezien worden voor vegetatiedaken, maar neemt wel alle voordelen mee die belangrijk zijn voor de gemeente, zoals blijkt uit het Waterplan ⁸, Groenstructuurplan ¹² en beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl ¹². Op deze stukken wordt verder ingegaan in paragraaf 6.3

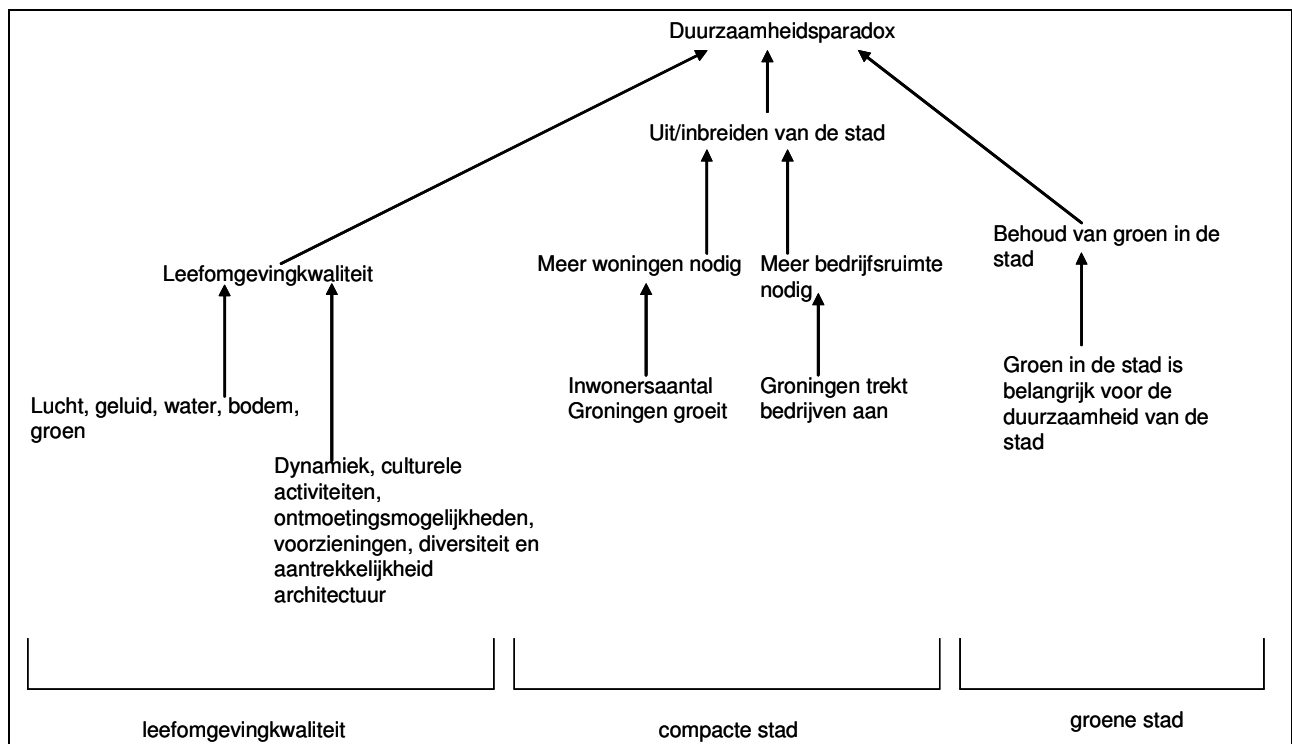
5.1.5 Positionering van dit project ten opzichte van het bestaande beleid

De doelstelling en onderzoeksvragen van dit project, zoals omschreven in paragrafen 5.1.4 en 1.4, passen het best in de ontwerpfasen van het beleid rondom vegetatiedaken. Op dit moment worden er nog niet op grote schaal vegetatiedaken aangelegd in de gemeente Groningen. Zoals eerder genoemd, is er wel een subsidieprogramma, maar is deze nog maar sinds 1 april van dit jaar van toepassing.

Het project zit dus nog niet in de uitvoeringsfase van de beleidscyclus. Ook een evaluatie van het beleid is nog niet zinvol totdat er op grotere schaal vegetatiedaken aangelegd gaan worden, bijvoorbeeld als de subsidieregeling (paragraaf 5.4) enige tijd loopt.

5.1.6 Probleem

In hoofdstuk 5.1.2 is beschreven dat vegetatiedaken op dit moment al opgenomen zijn in het beleid van de gemeente Groningen, maar dat de ecologische waarde van vegetatiedaken nog



Figuur 16: causaal veldmodel. Verschillende aspecten leiden samen tot het probleem, de duurzaamheidsparadox

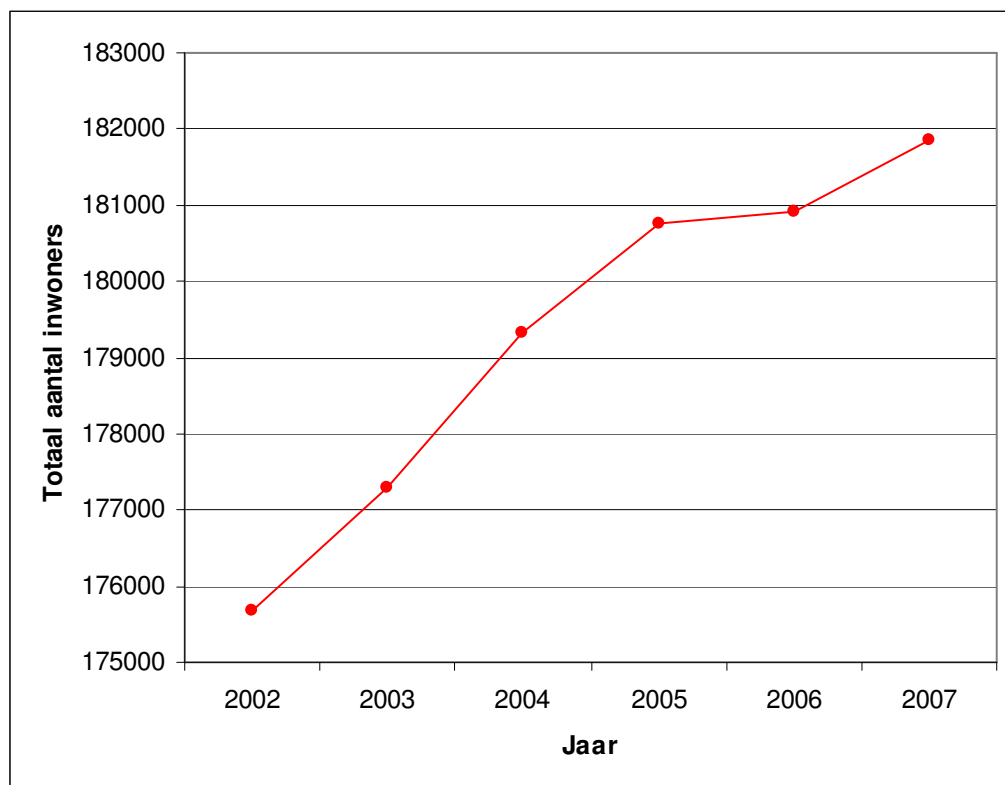
niet in het beleid is ingepast. De wens van vegetatie op daken in Groningen komt echter voort uit een groter achterliggend probleem. Figuur 16 geeft dit probleem weer.

Groningen wil de duurzaamste stad van Nederland worden. Eén van de hoofdthema's in het beleid dat deze ambitie moet waarmaken is het verbeteren van de leefomgevingkwaliteit.

Groen is hierbij een belangrijk onderdeel. Groen en water in de stad spelen een belangrijke rol in het beleid van Groningen. Tegelijkertijd moet Groningen een compacte stad blijven. Dit betekent dat uitbreiding naar de buitengebieden (na meerstad) zo veel mogelijk voorkomen

moet worden. Op deze manier blijft de groene omgeving van de stad voor alle inwoners van Groningen op fietsafstand bereikbaar. Groningen is wat inwoners betreft echter een groeiende stad (Figuur 17). De behoefte aan woningen neemt dus toe. Op een zelfde wijze zorgt de toename van bedrijven in Groningen ook voor een toename in de behoefte aan bedrijfsruimte. Er ontstaat dus een conflict tussen de behoefte aan groen- en stedelijk gebied.

Bij het verbeteren van de leefomgevingkwaliteit ontstaat een soortgelijk conflict. Aan de ene kant wordt de leefomgevingkwaliteit verhoogd als de luchtkwaliteit wordt verbeterd, geluidsoverlast wordt beperkt, de bodemkwaliteit wordt gewaarborgd en groen in de stad blijft behouden. Aan de andere kant wordt de leefomgevingkwaliteit verhoogd door zaken als culturele activiteiten, voorzieningen in de buurt, ontmoetingsmogelijkheden en aantrekkelijke architectuur¹². Hoewel dit niet noodzakelijkerwijs het geval is, kan het één het ander hier bijten, zo werkt een concert in het Noorderplantsoen bijvoorbeeld leefomgevingkwaliteit verhogend als culturele activiteit, maar kan als geluidsoverlast worden gezien door omwonenden.



Figuur 17: inwonersaantallen in Groningen sinds 2002 (naar: gemeente Groningen, 2007⁹)

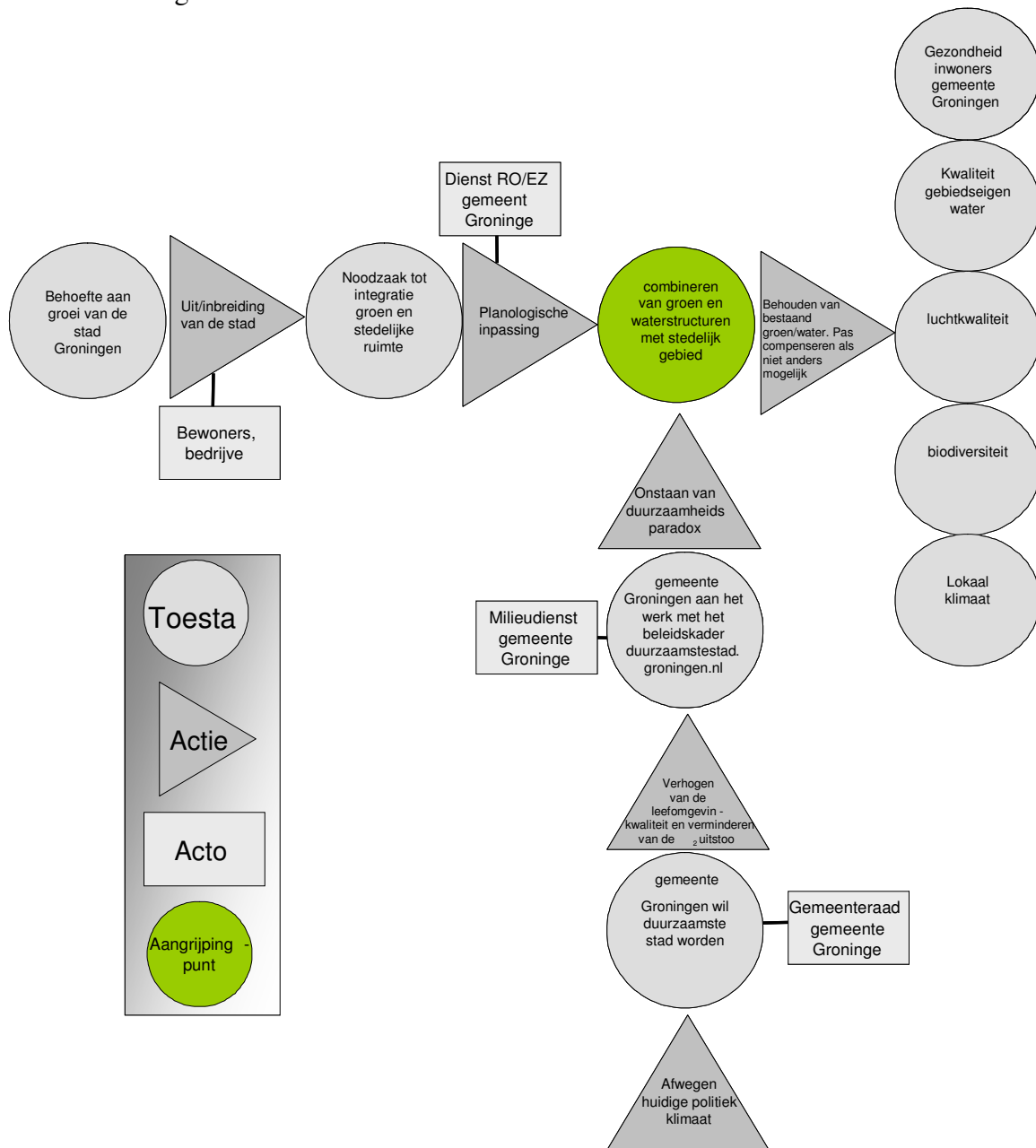
De conflicten die ontstaan uit de leefomgevingkwaliteit, groene stad ambitie en compacte stad ambitie leiden samen tot het achterliggende probleem; Groningen zit met een duurzaamheidsparadox.

5.1.7 Vegetatiedaken en de duurzaamheidsparadox

De in de vorige paragraaf beschreven duurzaamheidsparadox is geen onoverkomelijk probleem. Uiteindelijk kan dit probleem opgelost worden als groen en stedelijk gebied worden gecombineerd.

Figuur 18 laat zien hoe ontwikkelingen uit de maatschappij (horizontaal) en het beleid om duurzaamste stad te worden (verticaal), uiteindelijk leiden tot de noodzaak om groen, water en stedelijk gebied te combineren. Vegetatiedaken zijn bij uitstek geschikt om functies van groen en water over te nemen waar er hiervoor geen ruimte is. In paragraaf 2.2 zijn de verschillende

functies die vegetatiedaken kunnen hebben beschreven.

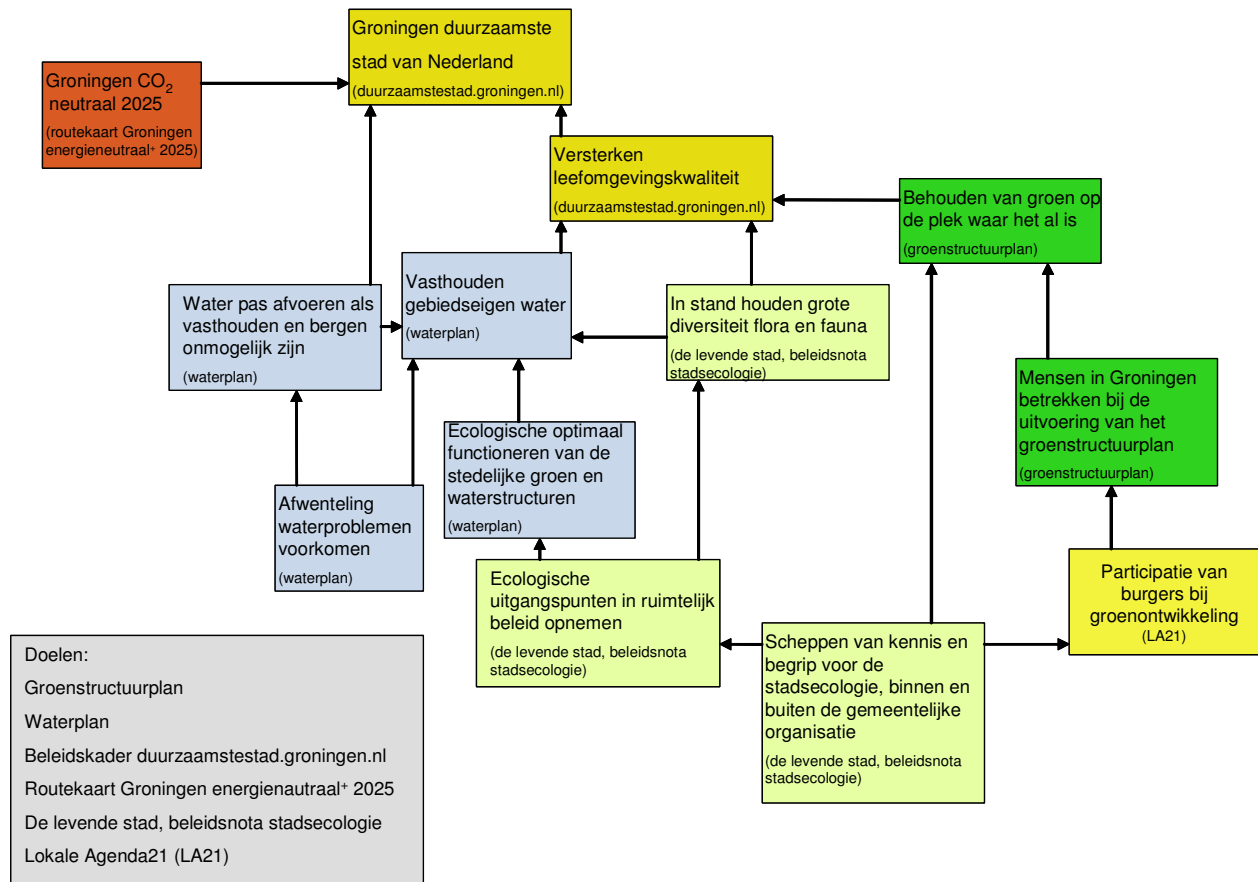


Figuur 18: veldmodel met beleid. Omstandigheden in de maatschappij en het ingezette duurzaamheidsbeleid leiden tot het belang van het combineren van groen- en waterstructuren met stedelijk gebied. Hier ligt een aangrijppingspunt voor een ecologische daken (paragraaf 3.1) beleid.

5.2 ecologische daken in het beleid

In Figuur 18 is al aangegeven hoe activiteiten in het beleid vrijwel automatisch leiden tot een situatie waar er de noodzaak ontstaat om groen en waterstructuren te combineren met stedelijk gebied. Hier zit dan ook een aangrijppingspunt voor een vegetatiedakenbeleid. Zoals in paragraaf 2.2.1 is weergegeven hebben vegetatiedaken waterbergingsmogelijkheden en kunnen ze met de juiste inrichting verschillende functies van groen op grondniveau op zich nemen.

In een aantal beleidsstukken worden vegetatiedaken dan ook al genoemd met verschillende functies en in anderen worden toekomstperspectieven benoemd die (gedeeltelijk) waargemaakt zouden kunnen worden met vegetatiedaken. In figuur 19 zijn deze



Figuur 19: doelen uit duurzaamheids-, groen- en waterplannen logisch gekoppeld.

beleidsstukken gekoppeld om een beeld te geven hoe het beleid van Groningen rondom water en groen past in het duurzaamste stad beleid. Binnen elk van deze stukken zijn er ook aangrijpingspunten te vinden voor ecologische daken. Deze zullen verder worden uitgewerkt in de komende paragrafen.

5.3 aangrijpingspunten in beleidsstukken van de gemeente Groningen

5.3.1 Groenstructuurplan

Het groenstructuurplan kan gezien worden als een kapstok voor een veelvoud aan beleidsstukken die gaan over ecologie en groenvoorzieningen. In het groenstructuurplan wordt aangegeven dat de drie p's van duurzaamheid (people, planet, prosperity) belangrijk zijn voor het beleid van Groningen. Dit betekent dat bij groen dus niet alleen gekeken zal worden naar de natuurwaarde, maar ook naar de bruikbaarheid in de stedelijke, menselijke omgeving. Vegetatiedaken met de voordelen zoals beschreven in paragraaf 2.2 passen goed in deze denkwijze. In het Groenstructuurplan wordt ook de stedelijke ecologische structuur (SES) genoemd. Vegetatiedaken worden in dit verband nog niet genoemd in het groenstructuurplan. Met de juiste inrichting (hoofdstuk 3) kan een vegetatiedak echter aantrekkelijk gemaakt worden voor verschillende diersoorten. Deze zouden deze daken kunnen gaan gebruiken als ecologische verbindingzone. Koppeling van ecologische daken (paragraaf 3.1) aan de SES zou dus een aangrijpingspunt zijn voor het opnemen van

ecologische daken (paragraaf 3.1) in het beleid van Groningen.

Interessant is verder dat in het groenstructuurplan wordt aangegeven dat partijen binnen en buiten de gemeente verantwoordelijk willen en kunnen zijn voor het stedelijk groen en dat hier ruimte voor moet zijn. Voor vegetatiedaken geldt zeker dat burgers en bedrijven betrokken kunnen worden bij de aanleg van groen in het stedelijk gebied. Het subsidieprogramma voor vegetatiedaken voor particulieren in de gemeente Groningen is een stap om deze betrokkenheid te vergroten.

5.3.2 Waterplan

Kernpunten van het waterbeleid van de 21^{ste} eeuw van de gemeente Groningen zijn:

- streef naar het vasthouden van gebiedseigen water;
- voorkom afwenteling van problemen naar elders en later;
- voer water pas af als vasthouden en bergen onmogelijk zijn.

Vegetatiedaken zijn een zeer geschikt middel om water vast te houden en bijvoorbeeld te zorgen dat schoon regenwater niet wordt afgevoerd naar de waterzuivering (paragraaf 2.2.1). In het Waterplan van de gemeente Groningen ⁸ worden vegetatiedaken dan ook al nadrukkelijk genoemd als mogelijkheid om water vast te houden. Zo wordt het stimuleren van de aanleg van vegetatiedaken zelfs als speerpunt van het beleid genoemd. Voor waterberging hoeft er met de ecologische waarde van een vegetatiedak niet direct rekening gehouden te worden, maar het kan er wel mee worden gecombineerd. In het Groenstructuurplan wordt genoemd dat het Waterplan kan meehelpen aan de realisering van de doelen uit het groenstructuurplan. Opnieuw ligt hier een aangrijpingspunt voor ecologische daken.

5.3.3 De levende stad, beleidsnota stadsecologie

Met de beleidsnota stadsecologie ¹¹ probeert de gemeente Groningen om stadsecologie te integreren in het gemeentelijk beleid. Hiervoor zijn er drie uitwerkingsrichtingen van het ecologiebeleid opgesteld. Allereerst een uitwerking naar gebied. Belangrijk is hierbij dat ecologische uitgangspunten evenwichtig en duurzaam in het ruimtelijk beleid worden ingepast. Dit moet gebeuren bij de planvorming en het ontwerp, maar ook bij de feitelijke inrichting en het beheer van de gemeentelijke ruimte. Dit advies sluit aan op deze doelstelling. Dit rapport geeft een advies om de ruimte op daken zodanig in te richten dat deze de ecologische waarde van de binnenstad verhogen. Voor de feitelijke uitvoering van ecologische daken zou de beleidsnota stadsecologie een stok achter de deur kunnen zijn.

Een tweede uitwerking is naar soorten. De beleidsnota stadsecologie noemt de instandhouding van een gevarieerd stedelijk milieu met een grote diversiteit aan flora en fauna als punt. Door vegetatiedaken handig in te richten kunnen deze ook een bijdrage leveren aan de diversiteit aan flora en fauna (paragraaf 3.4 en 3.5).

Tot slot is er een uitwerkingsrichting naar draagvlakbeleid. Binnen en buiten de gemeentelijke organisatie moet er meer begrip en kennis zijn over stadsecologie. De beleidsnota noemt het van belang dat bewoners participeren in het stadsecologisch beleid, omdat particuliere tuinen een aanzienlijk deel van het stedelijk groen vormen. Als er uiteindelijk naast de tuinen in de stad ook nog een groot aandeel aan particuliere vegetatiedaken bij komt, dan wordt de samenwerking met burgers nog belangrijker.

5.3.4 Lokale Agenda 21

In 1992 is in Rio de Janeiro de 'agenda 21' overeengekomen op een VN conferentie over milieu en ontwikkeling. Dit is een document met verschillende actieplannen op milieugebied. Het is de basis geweest voor veel lokaal duurzaamheidsbeleid. Inmiddels is Lokale Agenda 21 (LA21) in Nederland niet meer een 'levend' onderwerp, maar de gemeente Groningen heeft er vooral uitgehaald dat participatie van burgers bij groenontwikkeling belangrijk is. Dit is

bijvoorbeeld te zien aan het feit dat de subsidie zoals deze door de gemeente Groningen wordt aangeboden voor vegetatiedaken in de stad alleen bedoeld is voor particulieren.

5.3.5 Beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl

Het beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl¹² is een ambitieus plan van de gemeente Groningen om, zoals het woord al zegt, de duurzaamste stad van Nederland te worden. Eén van de redenen hiervoor is de klimaatverandering. In het beleidskader wordt genoemd dat hogere temperaturen en intensievere neerslag ten gevolge van de klimaatsverandering vooral merkbaar zullen zijn in steden en dat hier maatregelen voor getroffen moeten worden. Specifieke maatregelen worden niet genoemd, maar hier zit een duidelijk aangrijpingspunt voor vegetatiedaken, die zowel voor waterretentie als voor afkoeling van gebouwen en zelfs steden kunnen zorgen.

De titel duurzaamste stad wil de gemeente bereiken via twee hoofdthema's: energie (in 2025 CO₂ neutraal) en verbeteren van de leefomgevingskwaliteit. Deze twee hoofdthema's worden verder uitgewerkt in andere beleidsstukken, zoals degene die in de vorige paragrafen zijn genoemd. Uiteindelijk moet dit leiden tot een situatie waarin de stad zich duurzaam ontwikkelt, wat volgens het beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl praktisch betekent dat bij elke beslissing op elk niveau een evenwichtige afweging wordt gemaakt ten aanzien van de gevolgen voor mens, milieu en economie.

Deze afweging moet naar voren komen in zes thema's die aansluiten bij de twee hoofdthema's:

- Stedelijke ontwikkeling
- Bouwen en wonen
- Verkeer en vervoer
- Economie
- Water en groen
- Communicatie, participatie en gedragsverandering

Voor elk van deze thema's zijn doelen opgesteld die in de periode tussen 2008 en 2012 verwezenlijkt moeten worden. Een aantal van deze doelen bieden interessante aangrijpingspunten voor de ontwikkeling van ecologische daken.

Zo wordt bij de thema's Stedelijke ontwikkeling, bouwen en wonen en water en groen het verbeteren van de leefomgevingskwaliteit met behulp van groen genoemd. Verder wordt bij het thema bouwen en wonen genoemd dat nieuwe en bestaande woningen verduurzaamd moeten worden. In het thema verkeer en vervoer wordt het realiseren van economische groei in de duurzaamheidssector genoemd. Deze sector zal profiteren van het stimuleren van de aanleg van vegetatiedaken. Bij het thema water en groen wordt het verbeteren van de groene kwaliteit in de stad als doel gesteld. In het thema communicatie, participatie en gedragsverandering wordt het, in paragraaf 5.1.3 reeds genoemde, leggen van verbindingen en het maken van slimme combinaties met wat al gebeurt als manier genoemd om duurzaamheid te stimuleren. Vegetatiedaken zijn bij uitstek een voorbeeld van slimme combinaties van functies.

5.4 Subsidies

Subsidies voor vegetatiedaken zijn er volop, in de landen om Nederland heen. Scandinavië, Duitsland, Zwitserland, België. Al deze landen zien de voordelen van vegetatiedaken en verstrekken (regionaal) subsidies voor vegetatiedaken^{2, 21, 18}. In Nederland is het echter zeer lastig om subsidie voor vegetatiedaken te krijgen. Voor particulieren zijn er geen subsidieregelingen vanuit de rijksoverheid²².

Voor bedrijven zijn er wel mogelijkheden om vegetatiedaken fiscaal af te trekken. 40% van

de investeringskosten van een vegetatiedak mag ten laste van de fiscale winst worden gebracht in verband met de MIA/VAMIL regeling. MIA staat voor Milieu Investering Aftrek, Vamil staat voor Willekeurige afschrijving milieu-investering⁵. Aangezien het hier om aftrek van de vennootschapsbelasting gaat, is deze regeling alleen geldig voor vennootschapsbelastingplichtige organisaties en dus niet voor non-profit organisaties, particulieren of overheden.

Eventueel kan ook via de Energie investeringsaftrek (EIA) geld verkregen worden voor vegetatiedaken. In het kader van EIA code 210403 (isolatie voor bestaande constructies) kan bij verbetering van de isolatiewaarde van ten minste $1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$ ten opzichte van de oude situatie een vennootschapsbelastingaftrek van 44% verrekend worden⁵. De additionele isolatiewaarde van extensieve vegetatiedaken zoals genoemd in paragraaf 2.2.3 is niet groot genoeg om in aanmerking te komen voor deze regeling. Alleen voor intensieve vegetatiedaken met voldoende substraat, of vegetatiedaken met extra isolatie is de EIA mogelijk een optie.

Het is opvallend dat Nederland op dit gebied zo ver achterloopt op andere landen, temeer, omdat premier Balkenende in een toespraak op 24 april 2007 de stad Chicago prijst vanwege de vele vegetatiedaken en de stimulering van particulieren en bedrijven om deze aan te leggen.

“Een mooi voorbeeld vind ik zelf de letterlijke vergroening van Chicago. Daar worden dagelijks zogenoemde ‘green roofs’ geïnstalleerd. Platte daken van overheidsgebouwen worden beplant. En burgers en bedrijven worden gestimuleerd hetzelfde te doen. Door deze groene daken is er een positief effect op de luchtkwaliteit, zijn er minder stookkosten is er meer natuur in de stad.”³

In Chicago wordt deze vergroening gerealiseerd doordat elk dak verplicht een bepaalde reflectiefactor moet hebben, die onder andere bereikt kan worden met een vegetatiedak. Daarnaast mag in bepaalde gebieden bebouwing dichter bij elkaar staan als vegetatiedaken worden gerealiseerd die minimaal 50% van het totale dakoppervlak bedekt, of minimaal 2000m² groot is. Voor een uitgebreid overzicht van verdere maatregelen wereldwijd verwijs ik naar het rapport Groene daken in Tilburg²⁴

In Groningen is er vanuit de SP fractie een voorstel gedaan om vegetatiedaken voor particulieren te subsidiëren. Dit voorstel is eind februari door het college van burgemeesters en wethouders aangenomen en is begin april unaniem door de gemeenteraad aangenomen. Met het subsidieprogramma, dat sterk lijkt op een subsidieregeling in Antwerpen²¹ kan €30 per vierkante meter vegetatiedak gesubsidieerd worden. De voorwaarden zijn:

- Het vegetatiedak heeft ten minste drie lagen: een wortelkerende laag, een substraatlaag en een vegetatielaag;
- het minimale oppervlak van het vegetatiedak (exclusief terrassen of paden) bedraagt 6 m²;
- de aanleg van het vegetatiedak wordt in overeenstemming met bestaande (bouw)regelgeving uitgevoerd;
- het vegetatiedak moet vijf jaar in goede staat blijven, de verstrekte subsidie kan gedeeltelijk of geheel worden teruggevorderd indien dit niet gebeurt;
- zowel intensieve als extensieve vegetatiedaken worden gesubsidieerd.

5.5 Draagvlak

In dit hoofdstuk zullen de belangrijkste partijen die belangen hebben, als in Groningen ecologische daken worden aangelegd, kort worden beschreven. De mate van belang bij ecologische daken en de mogelijkheden die ze hebben (macht) zijn hierbij tegen elkaar afgewogen.

5.5.1 gemeente Groningen

De gemeente Groningen heeft interesse in het vergroten van de hoeveelheid vegetatiedaken in de stad en wil ook graag de biodiversiteit in de binnenstad verhogen. Daarnaast is de gemeente eigenaar van enkele gebouwen in de binnenstad. De gemeente heeft dus meerdere belangen op het gebied van ecologische daken. Verder heeft de gemeente meerdere middelen om de aanleg van vegetatiedaken in het algemeen en ecologische daken specifiek te bevorderen. Subsidies geeft de gemeente al (paragraaf 5.4) voor vegetatiedaken en vaak wordt de aanleg van een vegetatiedak ook al opgenomen in de randvoorwaarden bij nieuwbouw. Hetzelfde kan gedaan worden voor ecologische daken. De gemeente heeft in de stad dus belangen bij veel ecologische daken in de binnenstad en ook de mogelijkheden om deze te bevorderen.

5.5.2 Esha

Esha heeft als ontwikkelaar van dakmaterialen en concepten van andere functies voor daken veel belangen in de dakbouw. Als producent gevestigd in de gemeente Groningen heeft Esha extra belang bij dakontwikkeling in samenwerking met Groningen.

Esha heeft al verschillende types daken, waaronder energieproducerende daken en ecologische daken zijn een interessante aanvulling voor Esha. De belangen van Esha zijn dus groot. Daarnaast heeft Esha bestaande netwerken waarbinnen ecologische daken ontwikkeld kunnen worden. In Groningen heeft Esha al contact met verschillende woningbouwverenigingen om vegetatiedaken aan te leggen en daarnaast is er ook contact met de gemeente Groningen.

5.5.3 Eigenaren van gebouwen

Eigenaren van gebouwen zijn eigenlijk meerdere partijen. De gemeente heeft enkele gebouwen, bedrijven hebben een aantal gebouwen en ook woningbouwverenigingen hebben gebouwen in de binnenstad van Groningen in beheer. Van de woningbouwverenigingen heeft Nijestee in het centrum van Groningen het grootste aandeel gebouwen, maar ook patrimonium, de Huismeesters en In hebben een belangrijk aandeel ¹⁶. Het grootste aandeel aan bebouwing in de binnenstad is echter van particulieren. De macht en belangen van deze groepen zijn dus niet allemaal gelijk, toch kan er wel iets over gezegd worden.

Zo geldt voor alle eigenaren dat, zolang er geen verplichting toe is, er geen ecologisch dak op een gebouw komt als de eigenaar dit niet wil. Voor elk specifiek project betekend dit dat de eigenaar veel macht heeft en ook belangrijke belangen heeft.

Als het gaat om het creëren van een groot oppervlak aan ecologische daken in de binnenstad, dan zijn de belangen hiervan voor individuele eigenaars minder groot. Uit onderzoek is echter gebleken dat er onder woonconsumenten op het gebied van duurzame stedenbouw zowel voor vegetatiedaken als voor ecologisch groen maatschappelijk draagvlak bestaat ¹.

In het algemeen geldt voor gebouweigenaren en beheerders wel dat er een zekere angst voor lekkage en onderhoud bestaat bij alle vegetatiedaken (paragraaf 2.2.7)

5.5.4 Provincie Groningen en Rijksoverheid

Voor deze beide overheden geldt dat ze geïnteresseerd zijn in meer 'duurzaamheid'. De belangen in de specifieke situatie van de binnenstad van Groningen zijn echter niet zo groot.

5.5.5 Waterschappen

De waterschappen zijn een interessante partij, omdat ze vrij veel belang hebben bij vegetatiedaken in welke vorm dan ook, in de stad. De waterbufferende functionaliteit van vegetatiedaken maakt dat riolen minder belast worden bij hevige regenval (paragraaf 2.2.1). Dit zou betekenen dat overstort van het riool op het oppervlaktewater minder vaak voorkomt, zodat de waterschappen hier geen problemen van ondervinden. De waterschappen vinden dit zodanig belangrijk dat gemeentes op dit moment een subsidie krijgen voor elke vierkante meter die is afgekoppeld van het riool. Afhankelijk van het succes van het huidige subsidieprogramma is het mogelijk dat de gemeente Groningen deze subsidie gaat koppelen aan een subsidie voor vegetatiedaken²³.

5.5.6 Partners van Esha

Het gaat hierbij vooral om de partners met wie Esha vaak vegetatiedaken en daken met speciale functies aanlegt. Voor deze partijen is het interessant als Esha ecologische daken aan gaat leggen, maar ze hebben hier verder maar beperkte invloed op.

5.5.7 Milieugroepen

Voor dit onderzoek is het vooral interessant hoe lokale milieugroepen staan ten opzichte van ecologische daken. Om hier een beeld van te krijgen is contact opgenomen met de milieufederatie Groningen. Dit is een organisatie die optreedt namens bijna 40 natuur-, milieu en landschapsorganisaties in de provincie Groningen.

De milieufederatie was medeondertekenaar van het initiatiefvoorstel van de SP om vegetatiedaken te subsidiëren. De milieufederatie ziet met vegetatiedaken dan ook een kans om een impuls te geven aan het groen in de binnenstad¹³. De milieufederatie ziet ook goede mogelijkheden voor het creëren van biotopen voor specifieke soorten op vegetatiedaken¹³.

5.6 Potentieel te ontwikkelen dakoppervlak in Groningen

Zoals in de meeste steden is er ook in Groningen een groot oppervlak aan platte zwarte daken. Aan de hand van gedetailleerde luchtfoto's van de binnenstad van Groningen heeft Stefan Hermans, een student bouwkunde van de Hanzehogeschool bepaald wat het oppervlak aan platte daken in Groningen is. Hiervoor zijn alle platte daken op de luchtfoto overgetrokken in een computerprogramma, waarna dit programma het totale oppervlak heeft berekend. Uit deze berekening blijkt dat er ongeveer 175.000m² plat dakoppervlak aanwezig is in de binnenstad van Groningen. Niet al deze daken zullen bruikbaar zijn voor een ecologisch dak, omdat niet elke dakconstructie dit gewicht kan dragen. Uit onderzoek van Esha in Rotterdam blijkt dat ongeveer 59% van de daken 180kg of meer aan extra belasting kan dragen. De overige 41% komt op 98kg of minder. Hoewel de situatie van Rotterdam niet volledig vergelijkbaar is met de situatie in Groningen zou een percentage van 59% aan platte daken dat geschikt is voor een wat zwaarder vegetatiedak, betekenen dat er in de binnenstad van Groningen potentieel 103.250m² aan ecologische daken aangelegd kan worden. Dit is vergelijkbaar met bijna 14,5 voetbalvelden van het formaat van UEFA-groepswedstrijden. Zoals in paragraaf 2.3.1 is genoemd is één van de moeilijkheden bij het realiseren van vegetatiedaken het zogenaamde 'split incentive', waarbij de kosten en de baten van een vegetatiedak niet allemaal bij dezelfde partij zitten. Voor ecologische daken in de gemeente Groningen geldt dit zeker ook. De gemeente is geen eigenaar van de meeste daken in de binnenstad en probeert nu om vegetatiedaken bij de eigenaars aan te laten slaan door subsidies te verstrekken (paragraaf 5.7). Hierdoor is de gemeente echter nog steeds afhankelijk van anderen om tot een groot oppervlak aan vegetatiedaken te komen.

In de energiesector speelt een zelfde soort probleem met het aanleggen van zonnepanelen. In

deze sector gebeurt het daarom bijvoorbeeld al dat een energiebedrijf een dak leest van de eigenaar, zodat het energiebedrijf zonnepanelen op het dak kan zetten. De gemeente Groningen zou een zelfde systeem op kunnen zetten voor ecologische daken. Het is dan van belang dat er eerst meer onderzoek wordt gedaan naar de kosten en baten van ecologische daken in Groningen. Uit een onderzoek naar de kosten en baten van vegetatiedaken in Rotterdam¹⁴ is gebleken dat de maatschappelijke baten in het centrum en het dichtstedelijke gebied van Rotterdam positief zijn. Als een zelfde beeld gevonden zou worden voor Groningen, dan kunnen de kosten en baten van ecologische daken afgewogen worden tegen de investeringen die in Groningen worden gedaan om de ecologie van de stad te versterken. Aan de hand hiervan kan de gemeente bepalen of ecologische daken uit kunnen.

5.7 integratie en advies

“Hoe kan de gemeente Groningen ecologische daken implementeren in het beleid voor de binnenstad?”

In het beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl geeft de gemeente Groningen al aan dat de stad moet waken voor een duurzaamheidsparadox. Daarnaast worden in verschillende beleidsstukken het verbeteren van groen en het verhogen van de biodiversiteit in de stad als doelen genoemd (paragraaf 5.3). Ook vegetatiedaken komen regelmatig aan bod in beleidsstukken. Als deze verschillende wensen gecombineerd worden, dan is de aanleg van ecologische daken (paragraaf 3.1) in Groningen een logisch gevolg. Implementatie van een ecologische dakenbeleid zal dan ook vooral bestaan uit het informeren van betrokken partijen binnen de gemeentelijke organisatie. Men moet doordrongen worden van alle mogelijkheden van vegetatiedaken, zodat eventuele vooroordelen verdwijnen. In de beleidsnota stadsecologie¹¹ wordt: *“het scheppen van een stevige basis van kennis en begrip voor de stadsecologie binnen en buiten de gemeentelijke organisatie”* als punt van beleidsuitwerking genoemd. Begrip en kennis over vegetatiedaken kan op dezelfde manier als in het stadsecologiebeleid verspreid worden.

Belangrijk hierbij is, zoals al is aangegeven in paragraaf 3.5, dat een ecologisch dak (paragraaf 3.1) voor de gemeente Groningen een relatief licht dak blijft, dat niet te veel onderhoud vraagt. Op deze manier kan een zo groot mogelijk oppervlak aan ecologische daken (paragraaf 3.1) worden aangelegd. Dit komt de ecologie van de stad ten goed, omdat meer oppervlak meer ruimte voor de soorten op een dak betekent. Daarnaast zorgt het voor de stad zelf dat de functies van vegetatiedaken, zoals waterbuffering en afkoeling van de stad zo veel mogelijk effect hebben.

Beleids technisch kunnen voor het realiseren van zoveel mogelijk ecologisch dakoppervlak verschillende beleidsinstrumenten ingezet worden: communicatie instrumenten (bijv. informatiefolders), economische instrumenten (bijv. subsidies), juridische instrumenten (bijv. geboden) en faciliterende instrumenten (bijv. adviseurs). Elk van deze instrumenten worden in verschillende steden in de wereld gebruikt om het oppervlak aan vegetatiedaken in die steden zo groot mogelijk te maken. Subsidie is één van de belangrijkste instrumenten en wordt verstrekt in bijvoorbeeld: Antwerpen, Basel, Gent, Groningen, Stuttgart en Toronto. Veel steden stellen daarnaast vegetatiedaken verplicht als een dak vervangen moet worden of bij nieuwbouw (Stuttgart, Basel, Portland, Toronto). In Chicago bestaat de bijzondere wet dat een dak een reflectiefactor (een getal tussen de 0 en 1 die aangeeft hoeveel licht door het dak wordt gereflecteerd) van ten minste 0,25 moet hebben. Vegetatiedaken voldoen aan deze eis. Over het algemeen worden er, als er subsidies of verplichtingen zijn voor vegetatiedaken ook informatiefolders verstrekt en/of bestaat er een website met informatie.

Faciliterende sturing gebeurt ook, maar op hele verschillende manieren. In Stuttgart verstrekt de gemeente gratis advies bij de aanleg van vegetatiedaken, ook Portland heeft adviseurs in dienst en gaat daarnaast nog een stapje verder door gebouwen die een vegetatiedak krijgen

voorrang te geven bij de verlening van een bouwvergunning²⁴.

Op dit moment verstrekt Groningen dus al subsidies voor vegetatiedaken. Daarnaast worden vegetatiedaken ook vrijwel standaard opgenomen als randvoorwaarde bij nieuwbouw in Groningen²³. Op het gebied van het verhogen van de biodiversiteit in de stad door middel van vegetatiedaken is de aandacht echter minimaal. Op de duurzaamheidswebsite van de gemeente Groningen (www.duurzaamstestad.groningen.nl) wordt over vegetatiedaken wel gezegd: “*ze trekken planten, bestjes en vogels aan*” maar er wordt niet gesteld hoe dit effect versterkt kan worden. Dit is een gemiste kans, omdat met relatief kleine aanpassingen een ecologisch dak (paragraaf 3.1) niet alleen ter verhoging van de biodiversiteit, maar ook voor het plezier van de eigenaar een meerwaarde kan hebben boven een ‘standaard’ vegetatiedak. Bovendien is er op dit moment voldoende maatschappelijk draagvlak voor vegetatiedaken, ecologie en duurzaamheid (paragraaf 5.5) om ecologische daken tot een succes te kunnen maken.

De richtlijnen die worden gegeven in hoofdstuk 3 van dit rapport kunnen als richtlijn dienen om de aanleg van ecologische daken te bevorderen.

Potentieel is er in de binnenstad nog een groot oppervlak te ontwikkelen met ecologische daken. Om dit in de praktijk te brengen kan de gemeente nadenken over mogelijkheden om daken te leasen van eigenaars om op van deze daken ecologische daken te maken.

Referenties deel III

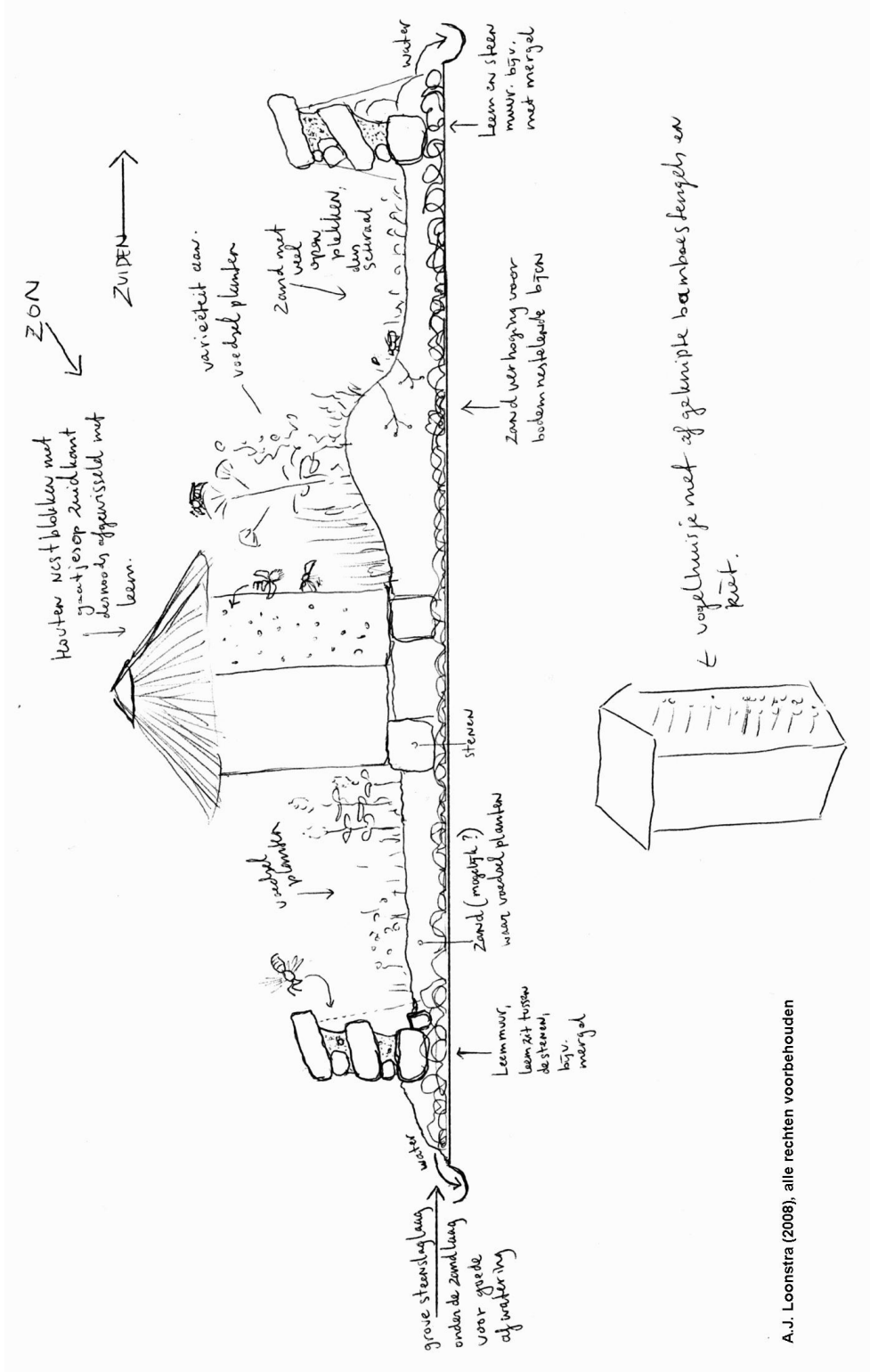
- 1 Ankoné B.A. 2000. “En wat vindt de consument er van...?” Een verkennend onderzoek naar het draagvlak onder (woon)consumenten voor duurzame concepten en inrichtingselementen ten behoeve van een duurzame stedenbouw. Hogeschool IJsselland, Deventer
- 2 Anoniem. 2005. Groene daken goed voor het milieu. *Leven op daken* 3: 22:23
- 3 Balkenende J.P. 2007. Toespraak bij het evenement KansRijk. Nieuwegein, 24 april
- 4 Banting D., Doshi H., Li J., Missios P., Au. A., Currie B.A. en Verrati M. 2005. Report on the environmental benefits and costs of green roof technology for the city of Toronto. Ryerson Universiteit, Toronto
- 5 Berg W.J. van den 2008. subsidiedeskundige bij Esha, een bitumenproducent. Persoonlijke communicatie
- 6 Brenneisen S. 2003. Ökologisches ausgleichspotenzial von extensiven dachbegrünungen: bedeutung für den arten- und naturschutz und die stadtentwicklungsplanung. Doctoraal proefschrift, Geografie instituut, Universiteit Basel. Zwitserland.
- 7 FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau E.V.). 2002. Guideline for the Planning, Execution and Upkeep of Green-Roof Sites, roof greening guideline. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau E.V. (FLL), Bonn
- 8 gemeente Groningen. 2004. Waterplan gemeente Groningen 2003-2007.
- 9 gemeente Groningen. 2007. Statistisch jaarboek 2007
- 10 gemeente Groningen dienst RO/EZ. 2007. Groene Pepers. Groenstructuurplan.
- 11 gemeente Groningen dienst RO/EZ. 2003. De levende stad beleidsnota stadsecologie.
- 12 gemeente Groningen milieudienst en dienst RO/EZ. 2007. Beleidskader duurzaamstestad.groningen.nl.
- 13 Glas M. van der 2008. projectmedewerker bij de milieufederatie Groningen. Persoonlijke communicatie
- 14 Hendriks N.A. 1997. Daken in 't groen. Stichting Bouwresearch, Rotterdam.
- 15 Mann G. 1995. Ökologisch-faunistische aspekte begrünter dächer. *Das Gartenamt: stadt und grün* 2: 95-99
- 16 Noordhuis D. en Lecluse R. 2006. Onderzoek corporatiewoningen stad Groningen, pilot onderzoek naar spreiding en leeftijden per stadsdeel. Esha, Groningen

- 17 Oberndorfer E., Lundholm J., Bass B., Coffman R.R., Doshi H., Dunnett N., Gaffin S., Köhler M., Liu K.K.Y. en Rowe B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions and services. *Bioscience* 57: 823-833
- 18 Opmeer A. 2006. Terug naar Babylon, artikel over vegetatiedaken. *Milieudefensiemagazine* 6 (juni 2006)
- 19 Porsche U. en Köhler M. 2003. Life cycle costs of green roofs: a comparison of Germany, USA and Brazil. *Proceedings of the world climate & energy event*; 1-5 December 2003, Rio de Janeiro, Brazil.
- 20 Scholtens B. 2006. *Opinie 01: 'de overheid moet duurzaamheid in wet verankeren'* http://www.rug.nl/Corporate/nieuws/archief/archief2006/opinie/Opinie_03b
Gedownload op 22 februari 2008
- 21 Stad Antwerpen. Jaartal onbekend. *Groendak*, over groendaken en de premie die je er voor krijgt. Marjan Knockaert, Antwerpen
- 22 Taming P. 2008. *Werkzaam bij het informatiepunt duurzaam bouwen, Groningen.* Persoonlijke communicatie
- 23 Veldstra, W. 2008. *Werkzaam als stadsecoloog bij de afdeling beleidsontwikkeling van de afdeling Ruimtelijke Ordening en Economische Zaken van de gemeente Groningen.* Persoonlijke communicatie
- 24 Vuurde P.M.F. van en Smolders D.H.P. 2007. *Groene daken in Tilburg.* gemeente tilburg, Tilburg.
- 25 World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common future.* Oxford University Press, Oxford

Deel IV: Bijlagen

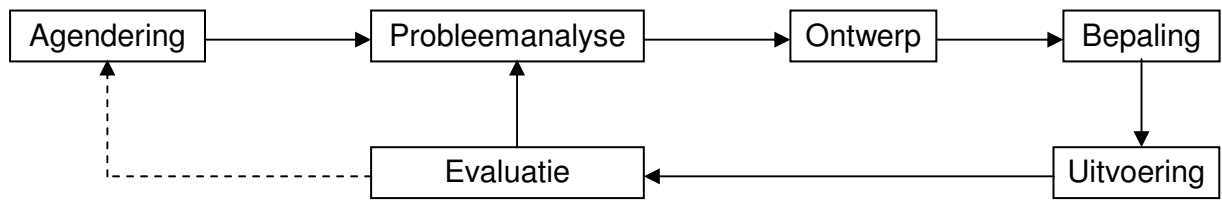
Bijlage 1, vegetatiedak voor hommels en bijen

Voorbeeld van een dak ingericht met faciliteiten voor bijen en hommels (Loonstra, 2008)



A.J. Loonstra (2008), alle rechten voorbehouden

Bijlage 2
Beleidsproces



Bijlage 3

Planten die naar aanleiding van dit onderzoek zijn gekozen als planten geschikt voor een ecologisch dak

| Plant | Latijnse naam | Familie | waarom | extra | Hoogte (cm) | Type substraat | gewicht substraat | Dikte substraat | Vochtigheid | standplaats | Zon/schaduw | Abbeelding | Bron afbeelding |
|--------------------|--|----------------------|---|---|-------------|---------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|---|------------------------|---|---|
| Muurpeper | <i>Sedum acre</i> | Vetplantenfamilie | Ecologie: K. van Nierop, P. Bulk, van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Teeuw en Ravesloot, Plantenlijst vegetatedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | | 5-10cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog | matig voedselarme tot voedselrijke zandgrond, of sterige plaatsen | zonnig |  | www.ivn.nl |
| Tripmadam | <i>Sedum reflexum</i> | Vetplantenfamilie | Ecologie: K. van Nierop, P. Bulk Kan op dak: Teeuw en Ravesloot, Plantenlijst vegetatedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | | 15-30 | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog | zandgrond en sterige plaatsen | zonnig |  | http://gaerhedei-kab.de |
| Roze velkruid | <i>Sedum spurium</i> | Vetplantenfamilie | Ecologie: Van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Van Halder <i>et al.</i> | | 15 cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog | sterige plaatsen | zonnig |  | http://commons.wikimedia.org |
| Steenarjer | <i>Dianthus deltoides</i> | Anjerfamilie | Ecologie: K. van Nierop, P. Bulk, van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Teeuw en Ravesloot, Plantenlijst vegetatedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | | 5-15cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog | matig voedselarme zandgrond | zonnig, weinig schaduw |  | http://nl.wikipedia.org |
| Zeepruik | <i>Saponaria officinalis</i> | Anjerfamilie | Ecologie: Van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: plantenlijst vegetatedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | | 10-15cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | vochtig-droog | omgewerkte, kalkrijke zandgrond | zonnig |  | www.noorwegen.tv |
| Kluwenklokje | <i>Campanula glomerata</i> | Klokjesfamilie | Ecologie: klokjes zijn interessant voor bepaalde bijen en andere insecten; van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | specifiek interessant voor de Grote klokjesbij | 20-30cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | vochtig | kalkhoudende grond | zonnig, weinig schaduw |  | http://wildeplanten.nl |
| Rood zwerfgras | <i>Festuca rubra</i> | Grassenfamilie | Ecologie: B. Van de Wetering, K. van Nierop. Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | voedselplant voor de rupsen van het Bruin zandzoogje en het Hooibeestje | 15-90cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog-nat | zoet, brak of zilt | zonnig, weinig schaduw |  | www.lqz.nl |
| Gewone rolklaver | <i>Lotus corniculatus corniculatus</i> | Vinderbloemenfamilie | Ecologie: K. van Nierop. Kan op dak: verwante soorten worden op daken gebruikt | waardplant en nectarplant voor het kanusblauwje | 5-25cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | vochtig | matig voedselrijke grond | |  | http://flora fauna.nl/dordendland.net |
| Schapezuring | <i>Rumex acetosella</i> | Duizendknoop | Ecologie: K. van Nierop. Kan op dak: verwante soorten worden op daken gebruikt | Waarplant Kleine vuurvinder | 10-60cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog | zure stikstofhoudende grond | zonnig |  | www.kuleuven-kortrijk.be |
| Ruig klokje | <i>Campanula trachelium</i> | Klokjesfamilie | Ecologie: klokjes zijn interessant voor bepaalde bijen en andere insecten. Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | specifiek interessant voor de Grote klokjesbij | tot 80cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12cm | vochtig | kalkhoudende grond | zonnig en beschadwd |  | www.morgensterzaden.nl |
| Slangenkruid | <i>Echium vulgare</i> | Ruwbladigenfamilie | Ecologie: Vlinderplanten top 50 (vindersichting), van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | Voedselplant voor het Zwartsprietkloppje | 60-100cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog | kalkrijke, stikstofrijke, omgewerkte grond | zonnig, weinig schaduw |  | http://flora fauna.nl/dordendland.net |
| Karhuizer anjer | <i>Dianthus carthusianorum</i> | Anjerfamilie | Ecologie: K. van Nierop, P. Bulk Kan op dak: Teeuw en Ravesloot, | | 20-40cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | | grazige zandgrond | zonnig, weinig schaduw |  | http://www.hasek.com |
| Kruipend zegegroen | <i>Ajuga reptans</i> | Lipbloemenfamilie | Ecologie: vinderplanten top 50 (vindersichting), van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | | 5-15cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | nat-matig vochtig | voedselrijke grond | schaduwrijk |  | www.west-vaanderen.be |
| Bieslook | <i>Allium schoenoprasum</i> | Leliefamilie | Ecologie: K. van Nierop, P. Bulk, van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | | 20 cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog | grazige grond | zonnig en beschadwd |  | http://herne.punt.nl |
| Muizenoor | <i>Hieracium pilosella</i> | Composietenfamilie | Ecologie: Van Halder <i>et al.</i> Kan op dak: Van Halder <i>et al.</i> , Teeuw en Ravesloot | | 5-20cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 6cm | droog-vrij vochtig | grazige grond | zonnig |  | www.knnv.nl |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------|-----------------------|--|--|----------|---------------------|--------------------------|---------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|---|
| Gewoon duizendblad | <i>Achillea millefolium</i> | Compositiefamilie | Ecologie: vinderplanten top 50 (vinderstichting). Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | | 40-60cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12 cm | vochtig tot droog | omgewerkte, grazige grond | zonnig en beschadwd |  | www.veklbloemen.be |
| Muskuskaasjeskruid | <i>Malva moschata</i> | Kaasjeskruidfamilie | Ecologie: vinderplanten top 50 (vinderstichting), van Halder et al. Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | | 60-70cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12 cm | vochtig | voedselrijke, grazige grond | zonnig en beschadwd |  | http://materiamedica.goedebegin.nl |
| Gevinde kortsteel | <i>Brachypodium pinnatum</i> | Grassenfamilie | Ecologie: B. Van de Wetering noemt enkele vindsoorten die kansen hebben op daken in Groningen. Enkele van deze vindsoorten hebben diverse soorten grassen als waardplant. Kan op dak: kan lastig zijn op een dak, omdat een matig vochtig substraat nodig is. Toch kunnen veel grassen zich goed houden op daken | diverse soorten gras zijn waardplant voor het Bruin zandoogje, het Zwartsprietdikkopje en het Hooibeestje | 30-100cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12cm | matig vochtig | kalkgraslanden | zonnig |  | http://wildeplanten.nl |
| Kamgras | <i>Cynosurus cristatus</i> | Grassenfamilie | Ecologie: B. Van de Wetering noemt enkele vindsoorten die kansen hebben op daken in Groningen. Enkele van deze vindsoorten hebben diverse soorten grassen als waardplant. Kan op dak: Kan lastig zijn op een dak, omdat een vochtige standplaats nodig is. Toch kunnen veel grassen zich goed houden op daken. | diverse soorten gras zijn waardplant voor het Bruin zandoogje, het Zwartsprietdikkopje en het Hooibeestje | 20-60cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12cm | vochtig | voedselrijke grond | zonnig |  | http://nl.wikipedia.org |
| Breed fakkelgras | <i>Koeleria pyramidata</i> | Grassenfamilie | Ecologie: B. Van de Wetering noemt enkele vindsoorten die kansen hebben op daken in Groningen. Enkele van deze vindsoorten hebben diverse soorten grassen als waardplant. Kan op dak: Plantenlijst vegetatiedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | diverse soorten gras zijn waardplant voor de Bruine vuurvinder, het Zwartsprietdikkopje en het Hooibeestje | 60-120cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12cm | matig droog | kalkgraslanden | zonnig |  | http://wildeplanten.nl |
| Smal fakkelgras | <i>Koeleria macrantha</i> | Grassenfamilie | Ecologie: B. Van de Wetering noemt enkele vindsoorten die kansen hebben op daken in Groningen. Enkele van deze vindsoorten hebben diverse soorten grassen als waardplant. Kan op dak: Plantenlijst vegetatiedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | diverse soorten gras zijn waardplant voor de Bruine vuurvinder, het Zwartsprietdikkopje en het Hooibeestje | 20-30 | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12cm | droog | open, kalkhoudende grond | zonnig |  | www.biopix.nl |
| Gele helmblom | <i>Pseudolunaria lutea</i> | Duinkervelfamilie | Ecologie: Van Halder et al. Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | | 20-30cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 7-12cm | droog | sterige plaatsen | zonnig/ licht schaduw/ schaduw |  | www.morgensterzaden.nl |
| Engels gras | <i>Armeria maritima</i> | Strandkruidfamilie | Ecologie: Vinderplanten top 50 (vinderstichting), van Halder et al. Kan op dak: Plantenlijst vegetatiedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | | 15-25cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 10-15cm | droog | grazige zandgrond | zonnig |  | www.zeeinzicht.nl |
| Hondsdrif | <i>Glechoma hederacea</i> | Lipbloemenfamilie | Ecologie: Van Halder et al. Kan op dak: Teeuw en Ravesloot | | 5cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 10-15cm | vochtig-vrij droog | matig-zeer voedselrijke grond | zonnig |  | www.de-natuur.be |
| Wid katterkruid | <i>Nepeta cataria</i> | Lipbloemenfamilie | Ecologie: Van Halder et al. Kan op dak: plantenlijst vegetatiedak nieuwbouw levenswetenschappen RuG | | 30-50cm | extensief substraat | 12 kg/m ² /cm | 10-15cm | droog | open, kalk- en stikstofrijke grond | zonnig/ licht schaduw/ schaduw |  | http://yasha.gerits.net |
| Wilde kardinaalsmuts | <i>Euonymus europaeus</i> | Kardinaalsmutsfamilie | Ecologie: Vogelbescherming NL Kan op daken: Komt niet voor in lijsten, speciale aanpassingen zijn nodig | | 200cm | intensief substraat | 15 kg/m ² /cm | 30-40cm | droog | kalkrijke grond | zonnig |  | http://nl.wikipedia.org |
| Vinderstruik | <i>Buddleja davidii</i> | Buddlejafamilie | Ecologie: van Halder et al., vinderplanten top 50 (vinderstichting). Kan op dak: Komt niet voor in lijsten, speciale aanpassingen zijn nodig | | 200cm | intensief substraat | 15 kg/m ² /cm | 30-40cm | droog | sterige plaatsen | zonnig |  | www.tuinindex.be |
| Kruipwilg | <i>Salix repens</i> | Wilgenfamilie | Ecologie: K. van Nierop. Kan op dak: komt niet voor in lijsten, speciale aanpassingen zijn nodig | | 100cm | intensief substraat | 15 kg/m ² /cm | 30-40cm | nat tot droog | zandgrond | zonnig |  | http://www.frysiansite.com |