

# TKI project Eco-Systeem-Stad



Functionele Ecosystemen in de Stad



# Colofon

Titel: Functionele Ecosystemen in de Stad.

Datum: 13 december 2024

Auteurs:

Carla Grashof-Bokdam - Wageningen Environmental Research -  
carla.grashof@wur.nl

Joris Voeten - Wageningen Environmental Research

Roy Molenaar - Wageningen Environmental Research

Jan Janse - Nederlandse Vereniging voor Tuin- en  
Landschapsarchitectuur (NVTL)

Lonneke Aarts - Hoek Hoveniers

Fotografie & graphics:

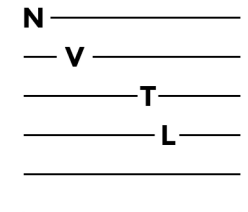
Afbeeldingen: Carla Bokdam-Grashof

Tekeningen: Studio Edward Kobus

Vormgeving: Viola Bennink

Volg het project op:

[www.ecosysteemstad.nl](http://www.ecosysteemstad.nl)





## Inhoud

Inleiding	1
De uitdaging	1
Aanpak van TKI Eco-Systeem-Stad	1
Wat is een functioneel Ecosysteem	1
Een lokaal en divers palet aan soorten	2
Bodem en water sturend	2
Een groenblauw netwerk	3
Ecologisch beheer	3
Ecosysteemdenken in de stad	4
Natuurlijke processen en verbanden	4
Leefgemeenschappen	4
Ecosysteemdiensten	4
Biodiversiteit	5
Biodiversiteitsmonitoring	5
Van een strak decor naar een functioneel ecosysteem	6
Ecosysteemdenken in beleid en techniek	7
Beleid	7
Waterhuishouding en technologie	8
Beleving	10
Beheer: loslaten en maatwerk	10
Effecten op kosten, baten en onderhoud	11
Conclusie	11
Literatuur	12
Bijlage 1: soortenlijst voor hoog en laag Arnhem	1



# Inleiding

## De uitdaging

Het klimaat verandert. Het weer laat steeds meer extremen zien. Steeds kortere, maar heftige regenbuien, afgewisseld met steeds warmere en langere droge perioden in het voorjaar en de zomer. Voor de bewoners van de stad hebben deze veranderingen effect op leefbaarheid, gezondheid en productiviteit. En voor zowel bewoners als de gemeente wordt het risico op (financiële) schade door weersextremen (o.a. wateroverlast bij regen en hittestress) steeds groter.

De vraag die we in deze rapportage beantwoorden is hoe functioneel stedelijk groen kan bijdragen aan het oplossen van deze uitdagingen. We laten zien hoe 'functionele ecosystemen' opgebouwd zijn, hoe ze eruit zien en hoe ze bijdragen aan het mitigeren van de klimaatverandering gerelateerde uitdagingen in de stad.

## Aanpak van TKI Eco-Systeem-Stad

In het TKI project Eco-Systeem-Stad hebben we met de coalitiepartners uitgezocht en beschreven wat een functioneel ecosysteem is (deze rapportage). Daarnaast hebben we met de gemeente Arnhem een effectieve groene inrichting ontworpen voor de van Muijlwijkstraat en hebben we becijferd hoeveel functioneel groen nodig is om invulling te geven aan de klimaatopgave in de NOVEX locatie Rijnpark.

## Wat is een functioneel ecosysteem

Groen stedelijke ruimte in de stad kan helpen de effecten van klimaatverandering te dempen. We spreken dan van klimaatadaptatie, of klimaatadaptatieve maatregelen. Groene elementen vormen samen de groene infrastructuur van een stad. Deze elementen worden dan niet langer alleen meer ingezet of ontworpen omdat het 'mooi' is, maar juist ook vanwege de ecosysteem-functies (ecosysteemdiensten), zoals bijvoorbeeld:

- sponswerking bij regen;
- koeling op warme dagen door schaduw en verdamping en;
- ruimte voor het ondersteunen van biodiversiteit.

We zien dat bekend, monotoon en voorspelbaar groen minder klimaatadaptief en natuurinclusief is als nu nodig is. Bekende monoculturen zoals bijvoorbeeld kort gazon van Engels raaigras of een esdoorn-blokhaagje zijn kwetsbaar voor ziekte, droogte en wateroverlast. Bij een gebeurtenis waar juist die soort niet tegen kan zal het geheel verloren gaan en is het systeem niet langer in staat de nodige ecosysteemdiensten te leveren. Stedelijk groen dat ingericht is volgens het principe van een functioneel ecosysteem kent daarentegen, net als een echt ecosysteem, een bepaalde mate van veerkracht (resilience) om dergelijke gebeurtenissen (binnen grenzen uiteraard) op te kunnen vangen, te verwerken en haar functie voor de stad, hetzij in een iets veranderde vorm, weer door te zetten.



Odum (1971) definieert een ecosysteem als een eenheid van alle organismen in een gebied die een interactie hebben met de fysieke omgeving hetgeen leidt tot een trofische structuur, biotische diversiteit en het circuleren van materie. Dit heeft enkele implicaties:

- De fysieke omgeving (bodem, water, landschap, milieu, beheer) bepaalt hoe het complex van organismen er uit kan zien.
- Organismen hebben een specifieke relatie tot elkaar: ze zijn elkaars voedsel of concurrent om voedsel of nestgelegenheid. Ze kunnen elkaars functioneren ook bevorderen, bijvoorbeeld doordat de activiteit van de één toegang geeft tot voedsel, schuil- of nestgelegenheid.
- De interacties van organismen met de fysieke omgeving en met elkaar leidt tot biotische diversiteit. Dat kan resulteren in diversiteit in genetisch materiaal of in soorten.
- Het circuleren van materie heeft tot gevolg dan de organismen ook invloed uitoefenen op de fysieke omgeving.

De gehanteerde definitie van een functioneel ecosysteem luidt:

**“Een groene infrastructuur in de stad met een lokaal passend gemiddeld pallet van soorten, en hoogtes, dat past binnen de lokale hydrologische en geografische omstandigheden (bodem- en watersturend), waarin natuurlijke processen de ruimte te krijgen om het functionele ecosysteem vorm te geven en waarin die processen in de tijd het uiterlijk van het systeem ook kunnen doen veranderen, op basis van eigen veerkracht, als veranderende omstandigheden daar om vragen.”**

## Een lokaal en divers palet aan soorten

De herkomst van aangeplante bomen, struiken en (vaste) planten ligt vaak buiten de regio en zelfs buiten Nederland. Veel plantmateriaal wordt gekweekt in Oost Europa bijvoorbeeld. Het plantgoed is vaak opgekweekt bij omstandigheden die niet natuurlijk zijn of anders zijn dan op de plek waar ze geplant worden. Zo missen gekweekte bomen vaak het diepere en bredere wortelstelsel dat nodig is om bij droogte te overleven. In het kader van de opwarming van de aarde wordt gezocht naar andere soorten die beter zijn aangepast aan hogere temperaturen maar deze zijn vaak afkomstig uit het buitenland, bijvoorbeeld uit mediterrane streken. Dat kan leiden tot een mismatch tussen bijvoorbeeld de bloei van planten en de activiteit van insecten (Rooijen et al. 2022). Een functioneel ecosysteem opbouwen begint echter met een lokaal passende en gevarieerde startbeplanting van bomen, struiken, grassen en kruiden. Dat zijn soorten die bij voorkeur

inheems of ingeburgerd zijn in Nederland en plantgoed met een Nederlandse of nog liever een regionale herkomst.

Idealerwijs bestaat de groene infrastructuur uit hoge, lage, groene en natte elementen die in elkaar overgaan, zodat natuurlijke overgangen ontstaan. Denk aan sloten met natuurlijke oevers of bomengroepen die via een ruigtevegetatie overgaan in een grasvegetatie.

Ook spontane plantensoorten dragen bij aan dit palet aan passende soorten. “Onkruiden” of spontaan opkomende struiken en bomen zijn aangepast aan de lokale omstandigheden, kunnen een natuurlijk op de omstandigheden toegespitst wortelstelsel vormen en kunnen bijvoorbeeld nestplaatsen of voedsel bieden en langer van dieper beschikbaar water profiteren, ook in tijden van droogte. Een variatie aan bloeiende kruiden zorgt voor een bloeihoogte het hele groeiseizoen door. Sommige struiken en bomen zijn vroege bloeiers die insecten een goede start geven. Bij veranderende seizoenen, maar ook in bijvoorbeeld droge of natte jaren, zal de ondergroei er dus steeds anders uitzien. In een droog jaar doen andere soorten het goed dan in een nat jaar en in het voorjaar bloeien er andere soorten dan in het najaar.

## Bodem en water sturend

In een stad komt een scala van groene (en blauwe) elementen voor zoals weg- en spoorbermen, parken, grasvelden, bomenrijen, sloten, vaarten en vijvers. Nederland kent verschillende Fysisch Geografische Regio's waar de ondergrond een eigen karakter heeft. In hoog Nederland zijn zandgronden het meest voorkomend, terwijl in laag Nederland klei- en veengronden domineren. Zeker in laag Nederland is de bodem in de stad vaak erg aangepast, en is bijvoorbeeld veel zand opgebracht waardoor de ondergrond niet meer op de uitgangssituatie lijkt. Bij de aanleg van groenstroken kan ervoor gekozen worden om hier de bodem niet op te hogen en het oorspronkelijke bodemprofiel te behouden zodat er toch mogelijkheden ontstaan voor typen groen die passen bij de ondergrond van veen of klei.

De waterhuishouding is overal in Nederland, maar zeker in de stad, grotendeels gereguleerd. Hierdoor zijn vaak natuurlijke (kwel)waterstromen van (zoet) water verstoord. Ook zijn er barrières (zoals spoortaluds) aangebracht die natuurlijke waterstromen blokkeren. Het is dus belangrijk om deze natuurlijke waterstromen zoveel mogelijk in stand te

houden of te herstellen. OO zandgronden kan bijvoorbeeld een natuurlijke oplossing gezocht worden om water zo lang mogelijk vast te houden door leemlagen in een watergang of wadi aan te brengen. Waar dat niet mogelijk is is het belangrijk om te investeren in een goede groeiplek bij de aanleg van nieuw groen.

## Een groenblauw netwerk

De term infrastructuur geeft al aan dat het groen een netwerk vormt, waarin soorten zich van A naar B kunnen bewegen. Het samenspel van alle functionele groene elementen in de stad vormt een veerkrachtig netwerk waarin ruimte is voor planten en diersoorten om te migreren. Dit netwerk van functionele ecosystemen is robuust uitgevoerd zodat het zonder al te veel ingrepen temperatuurstijgingen en weersextremen kan doorstaan en lange tijd kan blijven functioneren. De mate waarin een systeem veerkrachtig en functioneel is wordt ook wel uitgedrukt met **ecosystem health** (Osmund 2003).

## Ecologisch beheer

In een functioneel ecosysteem zit de natuur zelf op die locatie veel meer 'aan het stuur' van wat er groeit en bloeit, veel meer dan de conventionele menselijke sturing door beheer als maaien, snoeien en inplanten. Bomen en struiken kunnen dan een hoge leeftijd bereiken met een goed ontwikkeld wortelstelsel en kunnen zorgen voor nieuwe zaailingen die de struiken en bomen van de toekomst vormen. Het behouden van bestaand groen is dan ook erg belangrijk.

In het reguliere groenbeheer in een gemeente wordt vaak vooraf gepland wat de beheerwerkzaamheden zijn voor bomen, bermen, en grasvelden. Voor grasvelden wordt bijvoorbeeld vaak een gazonbeheer van 1 keer in de 6 weken maaien (zonder afvoeren) afgesproken. De aannemer kan binnen bepaalde randvoorwaarden zelf bepalen wanneer dat het beste past in zijn of haar schema. Om een functioneel ecosysteem te kunnen ontwikkelen en behouden is ecologisch groenbeheer nodig. In de tekstbox hiernaast vind je meer informatie over ecologisch beheer.

**Maaibeheer:** bij een grasvegetatie kijk je waar gazonbeheer echt nodig is (bijvoorbeeld op een voetbalveldje) en waar minder intensief beheer van maaien en afvoeren mogelijk is, bijvoorbeeld in delen van parken en naar overgangen naar water, struiken en bomen. Ook is de huidige staat van het grasveld bepalend om te bepalen of ingrepen nodig zijn. Een hoge kruidenrijkdom draagt bij aan biodiversiteit en is meer droogtebestendig en behoeft dus geen ingrepen. Als het grasveld overwegend mos wordt dan zijn er wellicht wel ingrepen nodig omdat het grasveld niet goed meer belopen kan worden. bij het knotten van bomen doe je dat liever om en om in plaats van allemaal tegelijk.

**Bemesting:** Voor een goede groei van grassen en kruiden is bemesting zo minimaal mogelijk, dan investeren soorten in en dieper wortelstelsel waar ze niet alleen nutriënten maar ook water in drogere tijden kunnen vinden. Nutriënten aanvullen kan met natuurlijke bronnen zoals met eigen (blad)compost. Blad kan hiervoor verzameld en gecomposteerd worden, maar een deel van het blad kun je eenvoudig naar de borders verplaatsen. Dat levert daar extra organisch stof op en schuilplaatsen voor insecten. Het is dus belangrijk om meer te investeren in "de vinger aan de pols houden" en minder in reguliere beheeringrepen.

Als bomen echt aan vervanging toe zijn kunnen na de oogst houtsnippers gebruikt worden voor paden of speelplekken in het park in de buurt. Dat draagt bij aan circulair gebruik van (plant)materiaal.

Uiteraard worden er geen chemische middelen gebruikt tegen "on"kruid of plaagdieren. In biodivers groen horen spontane kruiden thuis en zijn natuurlijke vijanden aanwezig om plagen binnen de perken te houden.

Veiligheid speelt ook een belangrijke rol: zo mogen van bomen langs een fietspad geen takken naar beneden vallen, maar bij boomgroepen in parken die midden in een hoge vegetatie staan kunnen de veiligheidseisen wellicht wat minder streng

# Ecosysteemdenken in de stad

## Natuurlijke processen en verbanden

**Natuurlijke processen** en relaties tussen soorten en de functies die soorten vervullen in dat systeem spelen de hoofdrol. Net als mensen hebben planten en dieren een woonplek en voedsel nodig. Planten zijn afhankelijk van voedsel geleverd door bodemorganismen en van water. Veel planten hebben bovendien insecten nodig om zich voort te kunnen planten. Deze insecten hebben weer voedsel en schuilplekken nodig. Insecten zijn zelf weer belangrijk voedsel voor stadsvogels en ander kleine dieren. Deze dieren hebben naast voedsel ook weer schuil- en nestgelegenheid nodig. Veel kennis over (interacties tussen) soorten zijn gebaseerd op wilde soorten die zich spontaan ergens vestigen.

## Leefgemeenschappen

Veel planten en dieren horen thuis in een bepaalde **plantengemeenschap** die voorkomen in bepaalde delen van Nederland (Schaminee et al 2024). Zo ontstaan plantengemeenschappen van het Zomereik verbond (veldgids plantengemeenschappen). In de ondergroei vinden kleinere bomen als sporkehout en lijsterbes een plek, en daaronder (stekel) varens, bramen en kamperfoelie. Bepaalde vlinders zoals eikenpages zijn gebonden aan eikenbossen. Zo heeft elke regio zijn eigen **leefgemeenschappen**. Binnen dit project zijn alle inheemse bomen, struiken en klimmers gekoppeld aan fysisch geografische regio's en bodemtypen. Hiermee zijn groepen soorten te selecteren die thuishoren in een bepaalde stedelijke omgeving. Zo ligt Arnhem op de overgang van stuwwallen op de hogere zandgronden naar rivierklei. Op de hogere zandgronden horen van nature bossen van het zomereik verbond voor, waar op de rivierklei wilgenvloedbossen- en struwelen voorkomen. Beide hebben hun eigen flora en fauna.

Binnen een soort leven zowel planten als diersoorten in populaties: groepjes individuen in een bepaald leefgebied. Zeker in steden hebben deze soorten te lijden van versnippering van leefgebied: veel leefgebieden verdwijnen en de overgebleven gebiedjes zijn klein en liggen ver uit elkaar. Ook zijn ze (o.a. door verdroging en vermessing) in kwaliteit achteruit gegaan. Kwaliteit hangt vaak samen met variatie (heterogeniteit) binnen een leefgebied: hoge en lage vegetatie, droge en natte vegetatie en vooral overgangen hiertussen. Bij een hogere heterogeniteit kunnen meer soorten hun specifieke niche vinden om te kiemen, te groeien en te reproduceren. In kleine leefgebieden is het sowieso lastig om variatie in standplaatsen in stand te houden. Door het gebrek aan uitwisseling tussen populaties sterven populaties sneller uit. Door een netwerk van leefgebieden te creëren (metapopulaties) kunnen ze toch overleven (Macarthur & Wilson 1967, Hanski 1998. In Nederland is in de jaren 90 voor beschermde soorten een netwerk van natuurgebieden in Nederland ontworpen, de ecologische hoofdstructuur (EHS), tegenwoordig NatuurNetwerk Nederland (NNN) genoemd (Joop en Bal, 2006). Ook algemene soorten zijn echter sterk achteruitgegaan (voor insectensterfte zie Sanchez-Bayo & Wyckhuys 2019) door dezelfde oorzaken van versnippering en verslechterde kwaliteit van leefgebieden. Daarom is het ook in het stedelijk gebied nodig om netwerken te creëren en die te verbinden met netwerken daarbuiten om regionale populaties te versterken (Sneep 2016, van der Sijde 2014). In de stad is niet alleen sprake van horizontale isolatie, maar ook van verticale isolatie. (Opmerkelijk genoeg blijkt de soortenrijkdom vegetatie op daken in een studie van Verduchi et al. (2021) niet gerelateerd te kunnen worden aan de nabijheid van habitat op de grond. Wel bleek de rijkdom aan spontane soorten hoger bij een hogere diversiteit in verticale en horizontale vegetatiestructuur.

## Ecosysteemdiensten

Als mens genieten wij van de ecosysteemdiensten die al die soorten ons bieden: bodemdieren bevorderen de waterdoorlaatbaarheid van de bodem, we genieten van bloemen, vlinders en vogels tijdens een stadswandeling en profiteren van de schaduw van bomen en van het fijnstof die ze afvangen. Er worden 3 soorten diensten onderscheiden: productiediensten zoals (drink)water, hout en voedsel, maatschappelijke diensten zoals educatie en beleving en regulerende diensten zoals hittedeductie en waterregulatie (MAES, Burkhard et al 2018, de Knecht 2014). De regulerende diensten staan in dit rapport centraal.



## Biodiversiteit

We hebben echter een scala aan plant- en diersoorten (biodiversiteit) nodig om die ecosystemendiensten te kunnen (blijven) leveren. Zo zijn er meerdere soorten bloemen nodig om het hele seizoen nectar te kunnen leveren aan insecten. Elke bloem bloeit een beperkt deel van het seizoen, maar in combinatie kunnen ze een zogenaamde bloeihoog vormen. Ook bomen en heesters spelen hierbij een belangrijke rol, zeker bomen die heel vroeg (sleedoorn) of laat (klimop) bloeien. In tijden van klimaatverandering, waarbij we meer weerstremsen kunnen verwachten, wordt het aantal verschillende soorten oftewel biodiversiteit nog belangrijker. Sommige insecten kunnen blijven bestuiven bij harde wind, andere kunnen dat niet. Sommige planten kunnen droge perioden goed doorstaan terwijl anderen juist natte voeten kunnen overleven. Veel soorten zijn dus nodig om de taken van elkaar te kunnen overnemen door te tijd heen of met veranderende omstandigheden. Hoewel op een bepaald moment niet alle soorten nodig lijken te zijn (redundancy), blijken al die soorten wel een rol te spelen voor een betrouwbare levering van diensten over een lange periode (Vos et al 2014, Osmund 2003).

Ook spontane plantensoorten dragen bij aan natuurlijke processen. “Onkruiden” of spontaan opkomende struiken en bomen zijn aangepast aan de lokale omstandigheden en kunnen bijvoorbeeld nestplaatsen of voedsel bieden of water verdampen, ook in tijden van droogte.

Een investering in een goede groeiplek met veel ruimte voor de ontwikkeling van het wortelstelsel en een goede waterhuishouding zal resulteren in een veel betere groeiplaats (Sijde 2014) en kunnen bomen ouder worden. Met een passend assortiment van struiken die ook passen bij de gekozen boomsoorten en omgeving is al een goede basis gelegd voor de vestiging van spontane grassen en kruiden die het geheel compleet maken en in de toekomst langer overleven zonder intensief beheer.

Ook leeftijd van vegetatie speelt een rol. Zo vormen oude bomen een belangrijk leefgebied voor (korst)mossen, vogels of vleermuizen. Wees vooral zuinig op wat je al hebt. Een grote oude exoot past wellicht niet in de plantengemeenschap die je voor ogen hebt op een bepaalde plek, maar bied schaduw en nestgelegenheid, zeker in een omgeving waar niet veel oude grote bomen zijn. Vervang deze boom pas door een andere soort als hij door ziekte of ouderdom vervangen moet worden. Maak een lange termijn plan voor het

vervangen van bomen zodat een hele bomenrij in één keer vervangen hoeft te worden door jonge bomen. Maak een plantenbank: bomen, struiken of planten die op de ene plek moeten wijken, kunnen wellicht elders in de stad nog gebruikt worden.

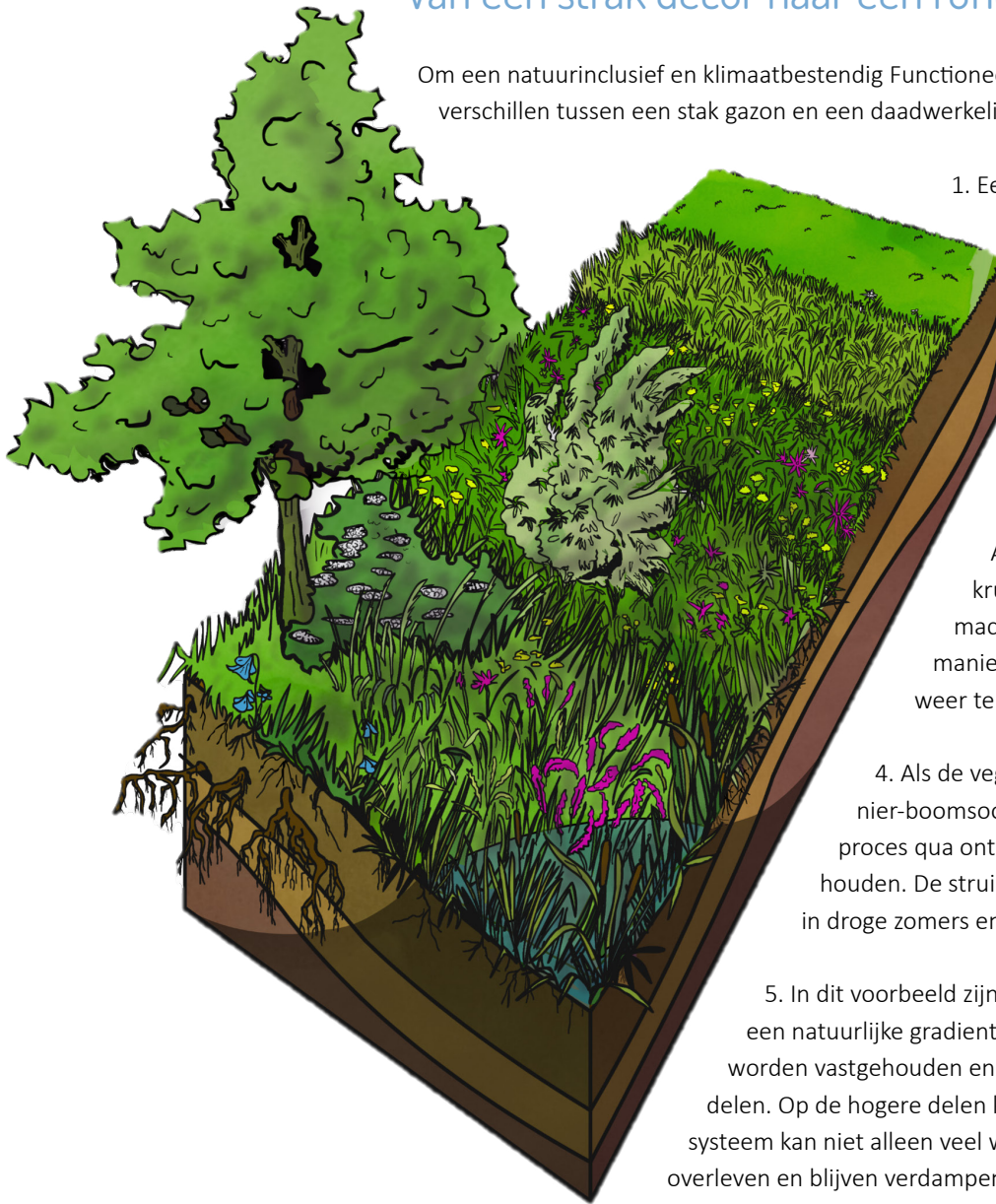
## Biodiversiteitsmonitoring

Om biodiversiteit te kunnen meten wordt vaak naar het aantal soorten (soortenrijkdom) gekeken. Ook de talrijkheid van individuele soorten (abundantie) is belangrijk. Kleine populaties hebben immers een hogere kans op uitsterven (zie “leefgemeenschap en netwerken”). Er zijn een aantal manieren om biodiversiteit te meten (Noss, 1990), maar soortenrijkdom is een gebruikelijke maat, eventueel inclusief het aantal individuen per soort. Er worden ook maatlaten ontwikkeld die makkelijker vast te stellen zijn en ook informatie geven over biodiversiteit, zoals de nectarindex van de vlinderstichting. Specifiek voor projecten in de stad is in het Verenigd Koninkrijk als voorbeeld het ‘Biodiversity Net Gain principe’ ontwikkeld. Dit principe is in Nederland toegepast als eerste rekenoefening voor het vergelijken van verschillende typen (blauw-)groene daken (Voeten et al. 2024). Deze methode houdt rekening met oppervlakte, type en conditie van de habitattypen vóór en na de bouw. Ook kijkt deze methode of het plan onderdeel uitmaakt of aansluit bij grotere ecologische structuren of grotere groenplannen. Als het realiseren van voldoende **biodiversiteitseenheden** op die locatie niet mogelijk is, kunnen deze behaald worden door buiten de bouwlocatie natuurherstellende maatregelen te treffen. De vraag is wel of een andere plek dezelfde biodiversiteitswaarde gerealiseerd kan worden. De bedoeling is dat regelmatig wordt gemonitord of de verwachte habitattypen en biodiversiteit tot 30 jaar na de bouw inderdaad tot stand komen en in stand worden gehouden.



## Van een strak decor naar een functioneel ecosysteem

Om een natuurinclusief en klimaatbestendig Functioneel Ecosysteem te characteriseren is dit figuur getekend. In 5 stappen tonen we de kenmerkende verschillen tussen een strak gazon en een daadwerkelijk functioneel ecosysteem.



1. Een gazon bestaat voornamelijk uit 1 of enkele grassoorten die ondiep wortelen. Het wordt regelmatig (frequentie- of beeldgestuurd) gemaaid. Het gazon draagt nauwelijks bij aan water vasthouden, biodiversiteit of verkoeling en zal als eerste verdrogen en stoppen met groeien en verkoelen bij aanhoudende droogte, tenzij er veelvuldig geïrrigeerd wordt.

2. Als een gazon minder vaak bemest en gemaaid wordt, komen er meer grassoorten. Ze worden langer en maken iets diepere wortels, waardoor de infiltratie bij regen verbeterd en de grassen over een iets diepere bodemkolom als waterreservoir kunnen beschikken.

3. Als dit gazon nog langer niet gemaaid of gemest wordt komen er spontaan bloeiende kruiden. Als er geen bloemen in de omgeving zijn, kan een inheems mengsel dit proces versnellen. Deze kruiden leveren naast het vasthouden van water nu ook biodiversiteit op. Door de verminderde machina betreding en diepwortelende kruiden kan de bodemstructuur over de jaren op natuurlijke manier herstellen, wat de infiltratiesnelheid en de doorwortelbaarheid van de bodem verbeterd, wat zich weer terugbetaalt in een meer veerkrachtige beplanting bij weersextremen.

4. Als de vegetatie nog langer door kan ontwikkelen, ontstaan er naast soorten kruiden struiken en pionier-boomsoorten die zich spontaan vestigen. Ook het planten van (inheemse) struiken draagt bij en kan het proces qua ontwerp enigszins sturen en versnellen. Door de diepere doorworteling kan water beter worden vastgehouden. De struiken leveren oa nestplaatsen voor vogels op. Deze vegetatie is in staat om lang te blijven verdampen in droge zomers en zo bij te dragen aan verkoeling.

5. In dit voorbeeld zijn er wisselingen in hoogteprofiel aangebracht door delen te verdiepen en te verhogen, waardoor een natuurlijke gradient ontstaat van laag en nat naar hoog en droog. In de diepe delen kan in natte tijden veel water worden vastgehouden en geborgen. WADI's zijn daar een voorbeeld van. Daar groeien andere planten dan op de hogere delen. Op de hogere delen kunnen inheemse bomen spontaan vestigen of geplant worden. Deze maken diepe wortels. Dit systeem kan niet alleen veel water bergen en vasthouden maar vormt ook leefgebied voor veel dieren en kan droge tijden goed overleven en blijven verdampen. Het levert dus een optimale bijdrage aan water vasthouden, biodiversiteit en verkoeling.

# Ecosysteemdenken in beleid en techniek

## Beleid

Het leefgebied in de stad is verre van natuurlijk: vaak is er zand opgebracht, is het waterpeil aangepast, is er veel minder schaduw en de temperatuur hoger vergeleken met de natuurlijke omgeving waarin soorten van nature voorkomen. Bomen, struiken en planten komen van ver en zijn aangeplant zonder dat de gebruikte soorten een relatie met elkaar of met de omgeving hebben. Hoe kunnen we in deze omstandigheden toch werken naar een systeem dat in meer of mindere mate natuurlijk is en dus kan functioneren?

In het systeemdenken is het belangrijk dat water en groen **uitgangspunt** zijn bij ontwerpen en niet het sluitstuk, zoals vaak het geval is (was?) bij conventioneel uitgevoerde projecten. De contouren van de groenblauwe hoofdstructuur van de stad moet verankerd zijn in beleid en uitgangspunt zijn bij stedelijke ontwikkeling. Zo is in Apeldoorn de Groene Mal ontwikkeld (Sijde, 2014) en is voor de herontwikkeling van het Rijnpark in Arnhem een blauwgroene zone ontwikkeld die zowel een ecologische, hydrologische als recreatieve functie heeft.

De Biodiversity Net Gain (BNG) methode heeft als doel biodiversiteitstoename in kwantiteit, kwaliteit en tijd meetbaar en stuurbaar te maken. In het Verenigd Koninkrijk is het sinds begin 2024 verplicht om bij alle gebiedsontwikkelingen een tien procent biodiversiteitstoename – ten opzichte van de uitgangssituatie – te ontwerpen, realiseren en minimaal dertig jaar in stand te houden.

Om BNG te bepalen worden mogelijke natuurinclusieve maatregelen uitgedrukt in “biodiversity units” (biodiversiteitseenheden). Voor ieder bestaand habitatype op de locatie beoordeelt een ecooloog het de biodiversiteitswaarde aan de hand van het oppervlak, het type en de conditie om de biodiversiteitseenheden te bepalen, volgens de (hier sterk vereenvoudigde) basisformule:

$\text{habitatoppervlak} \times \text{habitatype} \times \text{habitatconditie} = \text{biodiversiteitseenheden}$

Er wordt een vermenigvuldiging gemaakt van alle habitatypen. Deze score is een relatieve score zonder specifieke eenheid. Deze berekening wordt herhaald voor habitatypen die naar verwachting aanwezig zullen zijn na de bouw. Daarmee kan de situatie voor en na de bouw vergeleken worden. BNG wordt bij voorkeur gerealiseerd bij stedelijke transformatie of gebiedsontwikkeling.

De kracht van het BNG-principe is dat bij stedelijke ontwikkeling op een inzichtelijke en kwantitatieve wijze biodiversiteit is mee te nemen. Door er een meetbare wettelijke verplichting van te maken is natuurinclusiviteit geen aanvullende optie meer en vervalt daarmee het risico dat maatregelen om vaak financiële redenen uiteindelijk niet gerealiseerd worden.

Bron: Joris Voeten, Roy Molenaar, Robbert Snep, ROMagazine, februari 2024

<https://romagazine.nl/artikel/28314/biodiversity-net-gain-als-maatlat-voor-natuurinclusieve-stadsontwikkeling>



## Waterhuishouding en technologie

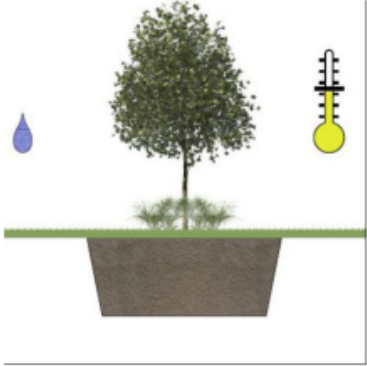
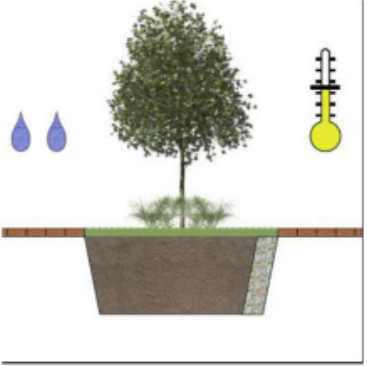
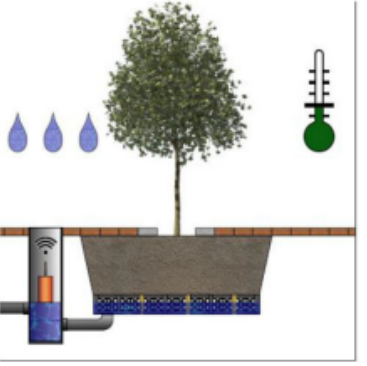
De waterhuishouding is overal in Nederland, maar zeker in de stad, grotendeels bepaald door peilbesluiten van waterschappen en door wateronttrekkingen, o.a. door fabrieken en drinkwaterbedrijven, gereguleerd door o.a. provincies. Hierdoor zijn vaak natuurlijke (kwel)waterstromen van (zoet) water verstoord. Ook zijn er barrières (zoals spoortaluds) aangebracht die natuurlijke waterstromen blokkeren. Vaak wordt het water dat niet meer kan doorstromen opgepompt en geloosd op open water zodat het niet meer kan infiltreren in de bodem. Het is dus belangrijk om te beseffen dat van nature beschikbaar grondwater in de stad niet altijd ook daadwerkelijk beschikbaar is.

Daarnaast is het opvangen van regenwater binnen de wijk in lokaal groen een belangrijke opgave. De bebouwde en verharde omgeving laat het natuurlijk infiltreren van water niet meer toe, en het moet ergens heen. En het liefst zodanig dat het op een later moment, bij droogte ook nog of weer beschikbaar is voor beplanting.

Groen dat aangelegd als ecologische verbinding- of als recreatiezone kan tot op zekere hoogte ook prima functioneren om water te bergen of te infiltreren. In zandgronden moeten dan natuurlijke oplossingen gezocht worden om het water zo lang mogelijk vast te houden, bijvoorbeeld door leemlagen in een watergang of wadi aan te brengen. In dichtbebouwde wijken kan ook water onder straten en op daken opgevangen moeten worden. Hier zijn half open verhardingen, groenblauwe daken en technische oplossingen zoals infiltratiekragen nodig om de sponswerking van het natuurlijke systeem aan te vullen.

Een belangrijke vraag is in welke mate die 'onnatuurlijke' oplossingen voor waterbeheer, zoals infiltratiekragen, blauwgroene daken, of bijvoorbeeld steenwol-retentieblokken ingezet moeten worden om regenwater op te vangen en vast te houden, te laten infiltreren naar grondwater of in te zetten als irrigatiewater op een later moment. Het antwoord is dat naarmate de omgeving steeds verder verstedelijkt, je steeds meer techniek (high-tech) kunt en mag gebruiken om in de steeds beperktere ruimte op en onder maaiveld toch de gewenste natuur en waterfuncties te creëren. In een drukke winkelstraat in de stad is dat dus veel aannemelijker dan in een open ontsluitingsweg met brede bermen in een buitenwijk (low-tech).



	No-tech	Low-tech	High-tech
<b>City trees and vegetated roof systems</b>			
<b>General characteristics</b>			
Description	All natural and vegetated surfaces, capable of intercepting, draining and evaporating water like the natural situation for that location	A vegetated surface, capable of intercepting, draining and evaporating precipitation for that area and its direct surroundings, designed so that it can <i>detain</i> water for later infiltration and/or off-site drainage	A man-made vegetated or hardscaped system, capable of capturing, <i>retaining</i> and re-using precipitation for that area and its surroundings, characterized by on-site and <i>dynamic</i> water management
Water management	Natural	Passive	Active
Water functions	Infiltration and evapotranspiration	Infiltration, limited detention and evapotranspiration	Detention, retention, reuse and evapotranspiration
Water flow and level management	No	Determined by design	Adjustable, sensor- and valve controlled, dynamic
Water sources	Rain	Rain and adjacent surfaces	Rain, adjacent surfaces and roofs, mains water, HVAC condensate, TSE
<b>City trees</b>			
Cross section			
Description	Conventional tree planting in open soil or park/vegetation	Tree in a hardscape environment with run-off designed toward the vegetated tree pit (e.g., rain garden)	Tree in 100% hardscape with geocellular water retention and capillary irrigation system in subbase
Precipitation surface water handling	Handles all rainwater on the open soil surface	Handles rainwater of adjacent paved area in the tree pit.	Handles rainwater from adjacent surfaces, roofs and other sources of available water.
Surplus rainwater retention/detention	No	Detention for deep infiltration	Retention for later on-site capillary irrigation
Climate change mitigation effect	Normal ecosystem services	Improved urban flood mitigation	Improved urban flood mitigation and improved urban cooling capacity
Drought resilience	Normal; natural water retention in soil profile	Limited; due to draining nature of design	Improved; due to rainwater stored in sub-surface tank



## Beleving

Burgers, maar ook professionals, zullen moeten wennen aan het feit dat niet alle parkjes en haagjes er geknipt en geschoren meer uitzien. Het oogt in een land als Nederland met een diep 'netheidssyndroom' misschien in eerste instantie rommelig, maar als iedereen de functies, maar ook de natuurlijke schoonheid en functionaliteit van de diversiteit leert herkennen, dan kunnen we het 'netheidssyndroom' daar waar dat kan, en nuttig is in de stad, loslaten, en tegelijk invulling geven aan klimaatadaptatie en natuulinclusiviteit.

Het in eerste instantie 'rommelige' versterkt de beleving van de seizoenen en genereert een veel uitdagendere omgeving voor met name jonge kinderen om te exploreren. Op deze manier kan echte natuur dichterbij jonge mensen gebracht worden die er avontuur, inspiratie en verwondering vinden. Een belangrijk element dat steeds vaker mist in de ontwikkeling van kinderen die in de stad opgroeien (Louv, 2010).

Over de veranderde aanblik, de functies en waarden, zullen gemeenten, brancheorganisaties, hoveniers en landschapsarchitecten de komende jaren zorgvuldig en veelvuldig moeten communiceren om begrip en enthousiasme bij het grootste deel van de stedelijke bevolking te creëren.

## Beheer: loslaten en maatwerk

Om een functioneel ecosysteem te kunnen ontwikkelen en behouden is een andere vorm van ecologisch groenbeheer nodig. Hiervoor zijn al handvaten voorhanden, zie o.a. IPC Groene ruimte (2007):

- Onkruiden zijn gewoon 'kruiden' en hoeven niet te worden gewied. Sterk overlast gevende of giftige planten (overmatige braamgroei, berenklauw en dergelijke) wel.
- Het maaibeleid van bloemrijke bermten houdt rekening met bij de bloeiperioden van die kruiden
- Bij gazon kijk je waar gazonbeheer echt nodig is (bijvoorbeeld op een voetbalveldje) en waar minder intensief beheer van maaien en afvoeren mogelijk is, bijvoorbeeld in delen van parken en naar overgangen naar water, struiken en bomen. Het is ook mogelijk om alleen de paden in graslanden regelmatig te maaien en kort te houden,

maar de rest tot biodivers en of bloemrijk grasland te laten volgroeien met slechts enkele goed getimedede maaibeurten (en afvoeren) per jaar.

- Ook is de huidige staat van het grasveld bepalend om te bepalen of ingrepen nodig zijn. Een hoge kruidenrijkdom draagt bij aan biodiversiteit en is meer droogtebestendig en behoeft dus geen ingrepen. Er zijn specifieke
- Het knotten van bomen in rijen doe je voor de vogelrijkdom beter om-en-om in plaats van allemaal tegelijk.
- Bemesting: Voor een goede groei van grassen en kruiden is bemesting zo minimaal mogelijk
- Investeer in soorten met een dieper wortelstelsel waar ze nutriënten en water in drogere tijden kunnen vinden
- Nutriënten aanvullen kan met natuurlijke bronnen zoals met eigen (blad)compost. Blad kan hiervoor verzameld en gecomposteerd worden, maar een deel van het blad kun je eenvoudig naar de borders verplaatsen. Dat levert daar extra organisch stof op en schuilplaatsen voor insecten
- Als bomen echt aan vervanging toe zijn kunnen na het vellen de houtsnippers gebruikt worden voor paden of speelplekken in het park in de buurt. Dat draagt bij aan circulair gebruik van (plant)materiaal.
- Uiteraard worden er geen chemische middelen gebruikt tegen "on"kruid of plaagdieren. In biodivers groen horen spontane kruiden thuis en zijn natuurlijke vijanden aanwezig om plagen binnen de perken te houden.
- Veiligheid speelt ook een belangrijke rol. Boomveiligheid van bomen langs wegen en paden moet voldoen aan de zorgplicht, maar bij boomgroepen in parken die voldoende ver van paden staan is de opkroonhoogte minder belangrijk en is licht dood hout in de kroon minder risicodragend.

Het is dus belangrijk om meer te investeren in "de vinger aan de pols houden" en minder in reguliere beheeringrepen. Dat vergt voor zowel de gemeenten als de hoveniers nog een flinke leercurve, omdat dit een nieuwe manier van denken en werken is.

## Effecten op kosten, baten en onderhoud

Er is nog geen volledige LCA en kosten baten analyse van functionele ecosystemen beschikbaar, waarin conventioneel groene ruimte met functioneel groen wordt vergeleken. Wel is er in de workshops besproken dat de verwachting is dat:

- Er is voor een functionele ecosysteem beplanting een goede start nodig is (ruimte, aarde, water) en een (inheemse) beplanting die past bij de regio en bodem. Met name de zorgvuldigheid bij ontwerp en de aanlegkosten zullen dus hoger zijn dan in de huidige reguliere praktijk.
- Bomen en struiken gaan langer mee in goed voorbereide groeiplaatsen waarin doorwortelbaar volume, plantgrootte ondergrond en waterbehoefte en voorziening uitgewerkt zijn, zoals is aangetoond in een kosten-baten analyse van straatbomen in TKI Ecosysteem Stad in Rotterdam (rapportage in voorbereiding).
- Daarnaast zullen de onderhoudskosten minder zijn, omdat er minder geschoffeld en gemaaid moet worden.
- Ook kan het lokaal hergebruik van materiaal kostenbesparingen genereren.

De komende jaren moet er op dit gebied nog veel onderzocht, in de praktijk getest en uiteindelijk onderbouwd worden.

## Conclusie

Om steden leefbaar te houden in tijden van klimaatverandering en daardoor grotere weersextremen (perioden met droogte en hitte, wateroverlast) en tegelijkertijd het herstel van biodiversiteit ook in de stad te ondersteunen, is het belangrijk om zoveel mogelijk met natuur inclusieve oplossingen te komen. Dat houdt in dat we letterlijk het blauw (water) en het groen (aanplant en spontane soorten) in de stad inzetten om hittestress en wateroverlast te voorkomen en de biodiversiteit te vergroten.

Dat groen moet dan wel van functioneel zijn, d.w.z. moet verkoeling bieden tijdens hete dagen, als een spons water kunnen bergen bij stortbuien en een goed netwerk van leefgebieden vormen voor planten, insecten en kleine dieren. Dat groene netwerk moet ook door de jaren heen, los van 'sociale bewegingen', gegarandeerd in stand blijven, het liefst met zo min mogelijk ingrepen om het netwerk de kans te geven zich verder te ontwikkelen en ook om het beheer duurzaam en betaalbaar te houden.

Functionele ecosystemen kunnen ingezet worden als klimaatadaptatiemaatregel. Dat vergt echter omdenken van groen als decor naar groen als een dynamisch en functioneel (eco)systeem. Het opwaarderen van groen naar functioneel ecosysteem vergt een financiële investering, een verandering van ontwerp, aanleg en onderhoud, maar die zich op de langere termijn zal terugverdienen.

Leefbaarheid in de stad van de toekomst moeten we **nu** al planten en realiseren, waarin we extra rekening houden met de reeds bestaande bomen en houtige gewassen. Tijd is een belangrijke factor in de ontwikkeling van een functioneel ecosysteem. Nog niet alle antwoorden over het hoe, wat en wanneer zijn duidelijk, maar de eerste contouren en voorbeelden zijn er.

Dit rapport is ook een duidelijke oproep aan alle gemeenten en beheerders om met dit gedachtegoed aan de gang te gaan, de eerste functionele ecosystemen te ontwerpen en aan te planten met de lokaal passende startbeplanting.

En laat de natuur ons dan de komende jaren inspireren, leren en demonstreren hoe een functioneel ecosysteem er op die plek, in uw gemeente, park of tuin uitziet. Als goed rentmeesters realiseren en onderhouden we die stadsnatuur namelijk niet alleen voor onszelf, maar ook voor de generaties na ons.



# Literatuur

Joop, P. & D. Bal, 2006. Wat is de Ecologische Hoofdstructuur? Vakblad Natuur, Bos en landschap oktober 2006: 2-6.

Hanski, I. 1998, metapopulation dynamics. *Nature* 396: 41-49.

Louv, Richard. 2010. *Last Child in the Woods*. London, England: Atlantic Books.

MacArthur & Wilson 1967 the theory of island biogeography. Princeton university press.

Noss, 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364

Odum, EP (1971) *Fundamentals of ecology*, 3rd Ed., Saunders, Philadelphia.

Osmund 2003. The city as ecosystem: application of ecological indices to the built environment. PLEA 2003 - The 20th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Santiago, Chile, 9 - 12 November 2003: pp: 1 – 6.

Rooijen, N. van, Groot, A., de & Copini, P., 2022. Wel inheems maar niet lokaal: pas op voor een fenologische mismatch. *Vakblad voor natuur, bos en landschap juni 2022*: 26-29.

Sanchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K.A.G., 2019. Worldwide decline of the entomofuna: a review of its drivers. *Biological Conservation* 232: 8-27.

Joop Schaminée, Rense Haveman, Stephan Hennekens, Marcel Horsthuis, John Janssen, Iris de Ronde, Nina Smits & Karle Sýkora, 2024. *Veldgids plantengemeenschappen van Nederland*. 4e druk, KNNV uitgeverij,

Snep, R. 2016. Stadsnatuur heeft de toekomst. *De Levende Natuur*, 117(4): 126-129.

Snep, R.P.H., Voeten, J.G.W.F., Mol, G. and Van Hattum, T., (2020). Nature Based Solutions for Urban Resilience: A Distinction Between No-Tech, Low-Tech and High-Tech Solutions.

*Front. Environ. Sci.* 8:599060. doi: 10.3389/fenvs.2020.599060

Sijde, G., van der 2014. Bomen in Apeldoorn. Van bos tot binnenstad. *Natura* 111 (4): 6-7.

Voeten, J., Molenaar, R. en R. Snep, 2024. Biodiversity Net Gain als maatlat voor natuurinclusieve stadsontwikkeling. *ROMagazine.nl*

Vos, C.C., C.J. Grashof-Bokdam & P.F.M. Opdam (2014). Biodiversity and ecosystem services: does species diversity enhance effectiveness and reliability? A systematic literature review. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT-technical report 25.

# Bijlage 1: soortenlijst voor hoog en laag Arnhem

De hogere delen van Arnhem maken onderdeel uit van de hogere zandgronden en de lagere delen in het zuiden op de overgang naar het rivierengebied.

De hogere delen bestaan uit voedselarme, zure, droog tot vochtig grond van grof of lemig fijn zand. Her en der komt er leem aan de oppervlakte waar de grond minder voedselarm en minder zuur is. Hier komen van nature bossen voor van het zomereik verbond, gekenmerkt door zomereik, Ruwe berk, Tamme kastanje, Grove den en Wilde lijsterbes. In de ondergroei komen veel mossen voor. Ook het verbond van naaldbossen kan hier voorkomen met Grove den, Lijsterbes, Blauwe bosbes met in de ondergroei mossen en stekelvarens. Ook Dennenorchis kan hier gevonden worden. In soortenarme gemeenschappen komen witbol, stekelvarens, Gewone braam of Amerikaanse vogelkers op de voorgrond. Op lemige gronden kan ook Beuken-eikenbos voorkomen met klimop en (oud) boskruiden als Dalkruid en Adelaarsvaren, evenals het Eiken-haagbeukenbos met lindes, Zoete kers, Hazelaar en kenmerkende kruiden als Mannetjesvaren, bosviooltjes en heel soms Muskuskruid. In soortenarme gemeenschappen komen Fluitenkruid of Grote brandnetel veel naar voren.

De lagere delen van Arnhem bestaan uit voedselrijke en vochtige rivierklei. In uiterwaarden die periodiek worden overstroomd komt van nature het verbond van wilgenvaldebossen- en struwelen voor, met veel smalbladige wilgen zoals Schietwilg, Katwilg, Kraakwilg, Bittere wilg en Amandelwilg. Ook Zwarte populier hoort hier thuis, vaak met een weelderige ondergroei van Grote brandnetel, Gewone smeerwortel of Kleefkruid, Grote kattenstaart en Grote wederik. Ook het Essen-lepenbos kan hier voorkomen met soorten als Es, Gladde iep en Hondstarwegras.

De inheemse/ingeburgerde bomen, struiken en klimplanten die hiernaast staan, komen in Arnhem van nature voor en zijn dus geschikt uitgangsmateriaal.

## Urbane soorten Arnhem

	Bomen	Struiken & klimmers
Optimaal		Bosrank
Sub-optimaal	Witte paardenkastanje, Witte abeel, Canadapopulier	

Invasieve exoten urbaan: Vederesdoorn, Hemelboom, Mahonie, Japanse berberis, Vlinderstruik, Canadese kornoelje, Okkernoot, Vijfbladige en Valse wingerd, Pontische rododendron, Robinia, Witte pluimspirea, Douglasspirea, Gewone sneeuwbes, Sering

## Hogere zandgronden Arnhem

	Bomen	Struiken & klimmers
Optimaal	Ruwe berk, Tamme kastanje, Beuk, Wilde appel, Mispel, Grove den, Zoete kers, Wintereik, Zomereik, Wilde lijsterbes	Brem, Hulst, Jeneverbes, Zwarte braam, Boswilg, Gewone vlier, Taxus, Gaspeldoorn
Sub-optimaal	Gewone esdoorn, Haagbeuk, Ratelpopulier, Wilde peer, Winterlinde, Zomerlinde, Spaanse aak	Rode kornoelje, Hazelaar, Eenstijlige meidoorn, Sporkehout, Klimop, Wilde kamperfoelie, Hondstroos, Viltroos, Framboos, Kruiwilg, Trosvlier

Invasieve exoten zand: Noorse esdoorn, Amerikaans krentenboompje, Amerikaanse vogelkers, Douglasspar, Amerikaanse eik.

## Rivierklei Arnhem

	Bomen	Struiken & klimmers
Optimaal	Ruwe berk, Haagbeuk, Es, Zomereik, Zwarte populier, Zoete kers, Schietwilg, Turkse kraakwilg, Spaanse aak, Wilde Lijsterbes, Fladderiep, Gladde iep,	Rode kornoelje, Hazelaar, Twee/Eenstijlige meidoorn, Wilde kardinaalsmuts, Klimop, Wilde Kamperfoelie, Gewone vogelkers, Sleetdoorn, Hondstroos, Zwarte Braam, Framboos, Boswilg, Duitse dot, Bittere wilg, Amandelwilg, Katwilg, Gewone vlier
Sub-optimaal	Gewone esdoorn, Tamme kastanje, Beuk, Sporkehout, Wilde appel, Wilde peer, Mispel, Witte paardenkastanje, Zwarte els, Canadapopulier, Grauwe abeel, Ratelpopulier, Schietwilg, Gladde iep, Winterlinde	Bosrank, brem, Hulst, Wegedoorn, Zwarte bes, Egelantier, Viltroos, Trosvlier, Gelderse Roos

Invasieve exoten klei: Noorse esdoorn, Hemelboom, Canadese kornoelje, Okkernoot, Gewone sneeuwbes



# Over Eco-Systeem-Stad (ecosysteemstad.nl)

Het klimaat verandert. Het weer laat steeds meer extremen zien. Steeds kortere, maar heftige regenbuien, afgewisseld met steeds warmere en langere droge perioden in het voorjaar en de zomer. Om hitte het hoofd te bieden is er steeds meer behoefte aan Functioneel Groen voor schaduw en verkoeling. Echter heeft dat stedelijk groen in het groeiseizoen behoefte aan (extra) water terwijl water op dat moment juist schaars kan zijn.

Het TKI project Eco-Systeem-Stad richt zich op de vraag hoe er een balans gecreëerd kan worden in de waterbehoefte van functioneel groen en de beschikbaarheid van water in de klimaatbestendige en natuurinclusieve stad. Hierbij houden we rekening met de geografie van de ondergrond, specifieke soorteigenschappen gerelateerd aan droogteresistentie en wegen we kosten en baten van passende en effectieve (technologische) oplossingen zorgvuldig af.

Over de naam, Eco-Systeem-Stad: Natuur in de stad, in de vorm van parken, tuinen, bomen in straten, berm, sportvelden en (blauw-)groene daken, levert een veelvoud aan essentiële functies in de stad. Denk daarbij aan verkoeling door schaduw en verdamping, regenwaterafvang, luchtkwaliteitsverbetering, ruimte voor biodiversiteit en een verbetering van menselijk welzijn. Voor het optimaal functioneren van die Ecosysteemdiensten is het belangrijk dat natuur als een geïntegreerd functioneel Systeem in de stad ontworpen, gerealiseerd en onderhouden wordt. Gefundeerde afwegingen in plantsoortkeuze, multifunctionaliteit, waterbeschikbaarheid, circulariteit, en kosten/baten afwegingen van de toegepaste Nature-based Solutions liggen daaraan ten grondslag.

