

Compensatie ecosysteemdiensten
**Bosschage Nijmeegseweg
in Arnhem**

Rapport: 304346



Wij geven
groen inzicht
voor de
leefomgeving
van morgen!

Colofon

Opdrachtgever

Gemeente Arnhem
De heer M. Wenker
Eusebiusbuitensingel 53
6828 HZ ARNHEM



Dossiergegevens

Dossiernummer:	304346
Uw referentie:	20006039
Status rapport:	v2.0
Datum rapport:	6 oktober 2023
Citeertitel:	Van Kuik, F., 2023, Compensatie ecosysteemdiensten bosschage Nijmeegseweg, Arnhem, 304346, Cobra Groeninzicht Vianen (NB)

Projectteam

Projectverantwoordelijke:	Fons van Kuik
Vakspecialisten:	Mirjam van der Kruijt (Specialist Natuur & Ecologie) Evelien Droge (Specialist GIS & Ecosysteemdiensten)
Kwaliteitscontrole:	Jasper Verhaar (Senior Adviseur Natuur & Ecologie)
Redactie:	Gerdien Jacobs



Contactgegevens

info@Cobra-groeninzicht.nl
www.Cobra-groeninzicht.nl
T. 088 – 262 72 00

Adres

Cobra Groeninzicht
Franssenstraat 66
5434 SJ Vianen (NB)

Bedrijfsgegevens

KvK Eindhoven 17232157
Btw-nr. NL 8199.70.220.B01
IBAN NL90 INGB 0008 5217 90



Inhoud

1	Inleiding	2
2	Projectgebied	4
3	Aanpak	6
4	Ecosysteemdiensten	7
5	Meetlat Biodiversiteit	9
6	Nulmeting	10
6.1	Ecosysteemdiensten, i-Tree Eco NL	10
6.2	Meetlat Biodiversiteit	11
7	Compensatie ecosysteemdiensten	13
7.1	Projectgebied	13
7.2	Entreegebouw	15
7.3	Overige ruimte	17
8	Compensatie biodiversiteit	18
9	Toekomstverwachting	23
10	Adviezen en randvoorwaarden	24
Bijlage 1. Uitdraai invullijst Meetlat Biodiversiteit		
Bijlage 2. Vijf V's		
Bijlage 3. Natuurinclusieve stad		

1 Inleiding

In opdracht van gemeente Arnhem hebben wij de ecosysteemdiensten en de biodiversiteit in kaart gebracht van de te verwijderen beplanting in het projectgebied Nijmeegseweg in Arnhem. Met behulp van de verkregen resultaten geven wij de randvoorwaarden hoe de verloren ecosysteemdiensten en biodiversiteit gecompenseerd kunnen worden.

Aanleiding

Gemeente Arnhem heeft plannen om de Nijmeegseweg en het omringende gebied, globaal tussen de Gelderse Rooslaan en de Batavierenweg, opnieuw in te richten en een deel van haar woningbouwopgave te realiseren. Het groene karakter rondom de Nijmeegseweg wordt versterkt om zo te zorgen voor een prettige groene woonomgeving. Aan de zuidwestzijde van het plangebied, in de hoek van de Nijmeegseweg en de Batavierenweg, komt een markant entreegebouw met een natuurlijke uitstraling. Die locatie met een oppervlakte van circa 8.000 m² is nu begroeid met bomen en struiken. Het verwijderen van deze bosschage is onvermijdelijk. De wens van de gemeente is om de ecosysteemdiensten die met het verwijderen verloren gaan, te compenseren.

Doel

Wij brengen met ons onderzoek de ecosysteemdiensten van de locatie in kaart. Het doel is om de ecosysteemdiensten koolstof-vastlegging, reinigend vermogen (luchtzuivering) en waterberging en ook de biodiversiteit in kaart te brengen. We vertalen aansluitend de uitkomsten naar een pakket van randvoorwaarden waar het (groen)ontwerp van het entreegebouw straks aan moet voldoen om het verloren gaan van de ecosysteemdiensten en de biodiversiteit te compenseren.

Aanpak

De resultaten van ons onderzoek dienen als uitgangspunten voor de te treffen compenserende maatregelen. We berekenen de ecosysteemdiensten van het projectgebied met i-Tree Eco NL. Voor het bepalen van de randvoorwaarden voor de biodiversiteit gebruiken we de Meetlat Biodiversiteit. Voor beide onderdelen, ecosysteemdiensten en biodiversiteit, bepalen we eerst de uitgangssituatie. Wat moet er precies gecompenseerd worden en hoe zetten we dat om in cijfers? We maken daarbij onderscheid tussen de compensatie voor rekening van het entreegebouw en compensatie voor de overige ruimte. Tot slot sommen we alle randvoorwaarden puntsgewijs op in het laatste hoofdstuk 'Randvoorwaarden'.



Hebt u na het lezen van dit rapport nog vragen?

Neem dan contact op met Fons van Kuik op telefoonnummer 088-262 72 00.

Uw veelzijdig specialist,



Joost Verhagen

Directeur

Registertaxateur VRT, lid NVTB

European Tree Technician

Vianen (NB), 6 oktober 2023

2 Projectgebied

Het projectgebied ligt ter hoogte van de kruising van de Nijmeegseweg en de Batavierenweg in Arnhem en maakt deel uit van een inbreidingsproject, zie afbeelding 1. Op afbeelding 2 is het te verwijderen bosschage te zien. Op afbeelding 3 is de ontwerpschets afgebeeld.

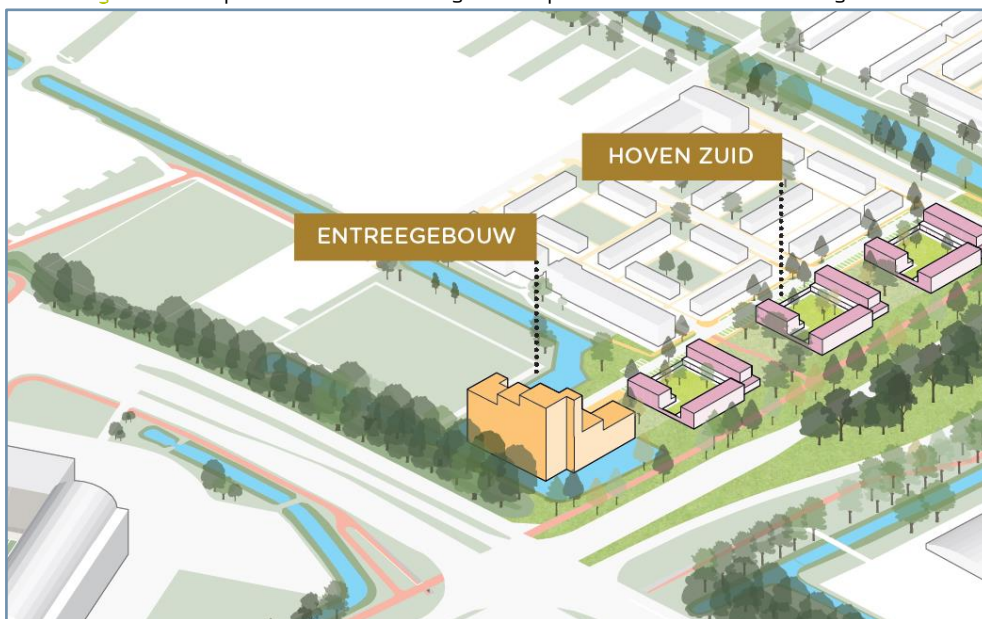
Afbeelding 1. Projectgebied (felrode kader) ten opzichte van het plangebied (rode kader) en omgeving



Afbeelding 2. Te verwijderen bosschage



Afbeelding 3. Ontwerpschets met het entreegebouw op de locatie van het boschage



3 Aanpak

Om de huidige ecosysteemdiensten in kaart te brengen maken wij gebruik van het softwarepakket i-Tree ECO NL. Vanwege de structuur van de houtopstand is het uitvoeren van een opname en berekening per boom niet mogelijk. De houtopstand is dicht begroeid. We gebruiken onze BomenMonitor (zie kader) om de bomen in beeld te brengen en ze te verdelen in hoogteklassen. Met behulp van kengetallen uit i-Tree Eco NL berekenen we vervolgens de ecosysteemdiensten per m² boomkroonoppervlakte.

Voor de compensatie van de berekende ecosysteemdiensten van het bosschage maken we gebruik van onze database van zestig boomsoorten die in oplopende grootteklasse zijn doorberekend met het softwarepakket i-Tree Eco NL. Dat geeft een goede indicatie van de te verwachten ecosysteemdiensten bij vervanging door bomen.

Voor het bepalen van de biodiversiteit maken we gebruik van de Meetlat Biodiversiteit die is ontwikkeld door IPC Groene Ruimte. De meetlat geeft objectieve gegevens die gebruikt kunnen worden om beleid te schrijven en om gestelde doelen te monitoren. Met behulp van de Meetlat Biodiversiteit krijgen we grip op de waarde van de huidige biodiversiteit van de projectlocatie.

BomenMonitor

Ons team Remote Sensing heeft de BomenMonitor ontwikkeld. We 'tracken en traceren' alle bomen in Noordwest-Europa. We leggen voor elke boom zeventig kenmerken vast. Daarmee kunnen we allerlei analyses over het bomenbestand in Nederland uitvoeren. Met behulp van twaalf geografische bronnen kijken we voortdurend naar de honderd miljoen bomen. Door de tijd kijken we of de boom er nog staat en of zijn groei en conditie verlopen zoals verwacht. En met elke extra waarneming neemt de betrouwbaarheid van alle data toe. Sommige bronnen geven ons heel nauwkeurige informatie. We kunnen bijvoorbeeld een schaduwkaart maken voor alle 'groene schaduw'. Of de boomkroonpercentages per CBS-buurt berekenen. De BomenMonitor is een betrouwbare, solide fundering voor groenregistraties en klimaatbeleid.

4 Ecosysteemdiensten

Bomen zijn belangrijk voor de leefbaarheid van de stedelijke omgeving. Bomen hebben meer te bieden dan alleen de aankleding van een wijk. Afbeelding 4 geeft alle achttien ecosysteemdiensten weer die bomen leveren. Slechts drie daarvan kunnen we op dit moment goed kwantificeren.

Afbeelding 4. De ecosysteemdiensten die bomen leveren



i-Tree

i-Tree is een in de Verenigde Staten ontwikkelde rekentool voor het 'managen' van urban forestry, oftewel stedelijk groen. Het United States Department of Agriculture Forest Service (USDA Forest Service), speelde een hoofdrol in de opbouw van een aantal softwaremodules voor het maken van analyses en berekeningen van beplantingsopbrengsten. i-Tree is de afkorting van Inventory of Tree Resources, Environmental and Economics. i-Tree wordt inmiddels wereldwijd gebruikt en gezien als de standaard als het gaat om het berekenen van de ecosysteemdiensten die bomen leveren. Uitgebreide uitleg van het programma is te vinden op <https://www.itreetools.org/>.

Geïnspireerd door de i-Tree rapporten van Londen en New York, zijn in pilots ervaring opgedaan met i-Tree bij diverse Nederlandse gemeenten. Dit alles met het doel om i-Tree toepasbaar te maken voor Nederland. Hieruit is het Platform i-Tree Nederland ontstaan: een samenwerkingsverband van vier adviesbureaus waaronder Cobra Groeninzicht.

Wanneer de Nederlandse versie van i-Tree wordt gebruikt, noemen we die i-Tree Eco NL. Een Nederlandstalige uitleg van i-Tree is te zien op <https://youtu.be/NljE5xfzhNA>. i-Tree Eco NL berekent drie ecosysteemdiensten: koolstof-vastlegging, luchtzuivering en waterberging.

i-Tree Eco NL

In dit rapport hanteren we de rekenmethode i-Tree ECO NL. Hiermee berekenen we deze ecosysteemdiensten die het bosschage levert:

- koolstofvastlegging: de CO₂-voorraad, vastgelegd in de biomassa van de boom en de jaarlijkse wegvang van CO₂ door de bladeren;
- reinigend vermogen (luchtzuivering): de afvang luchtverontreinigende stoffen, zoals fijnstof (PM_{2.5}), ozon, koolmonoxide, stikstofdioxide en zwaveldioxide;
- waterberging: de waterafvang tijdens buien.

Wat is er nodig voor een i-Tree ECO NL-berekening?

Om een nauwkeurige berekening uit te voeren met i-Tree, hebben we boomgegevens nodig. Deze halen wij onder meer uit onze BomenMonitor. De BomenMonitor gebruikt remote sensing-technieken waarmee we de kroonoppervlakte en de hoogte van de bomen van het bosschage goed kunnen bepalen.

5 Meetlat Biodiversiteit

Wat is de meetlat?

Biodiversiteit gaat over alle levende organismen. Ze leven met elkaar samen en zijn direct of indirect van elkaar afhankelijk. Biodiversiteit is zowel een eigenschap van een ecosysteem als een (ondersteunende) ecosysteemdienst. Om de biodiversiteit inzichtelijk te maken gebruiken we de Meetlat Biodiversiteit van IPC Groene Ruimte. Dit is een praktisch toepasbare methode om de potentiële biodiversiteit voor een gebied objectief te kunnen meten.

Hoe werkt de meetlat?

De meetlat gebruikt criteria om te bepalen of een gebied voldoet aan specifieke voorwaarden om een grote soortenrijkdom mogelijk te maken. In de meetlat zijn biodiversiteitscriteria geformuleerd waaraan punten worden toegekend die bij elkaar opgeteld een beeld geven van de voorwaarden die bijdragen aan een hoge soortenrijkdom. Het maximaal aantal te behalen punten is 280. De criteria zijn opgedeeld in vier hoofdthema's:

- structuurvariatie;
- gradiënten en watergebonden criteria;
- criteria planten;
- criteria schuilplekken en verplaatsingsmogelijkheden.

Hoe gebruiken wij de meetlat?

Met de Meetlat Biodiversiteit brengen we de biodiversiteit in kaart. Wij berekenen de score aan de hand van een veldbezoek. Jasper Verhaar en Mirjam van der Kruijt hebben het veldwerk uitgevoerd op 26 juli 2023.

Dit veldbezoek is onze nulmeting. De resultaten zijn ook uitgangspunten voor de te treffen compenserende maatregelen. Dit resulteert vervolgens in randvoorwaarden voor de herinrichting.

6 Nulmeting

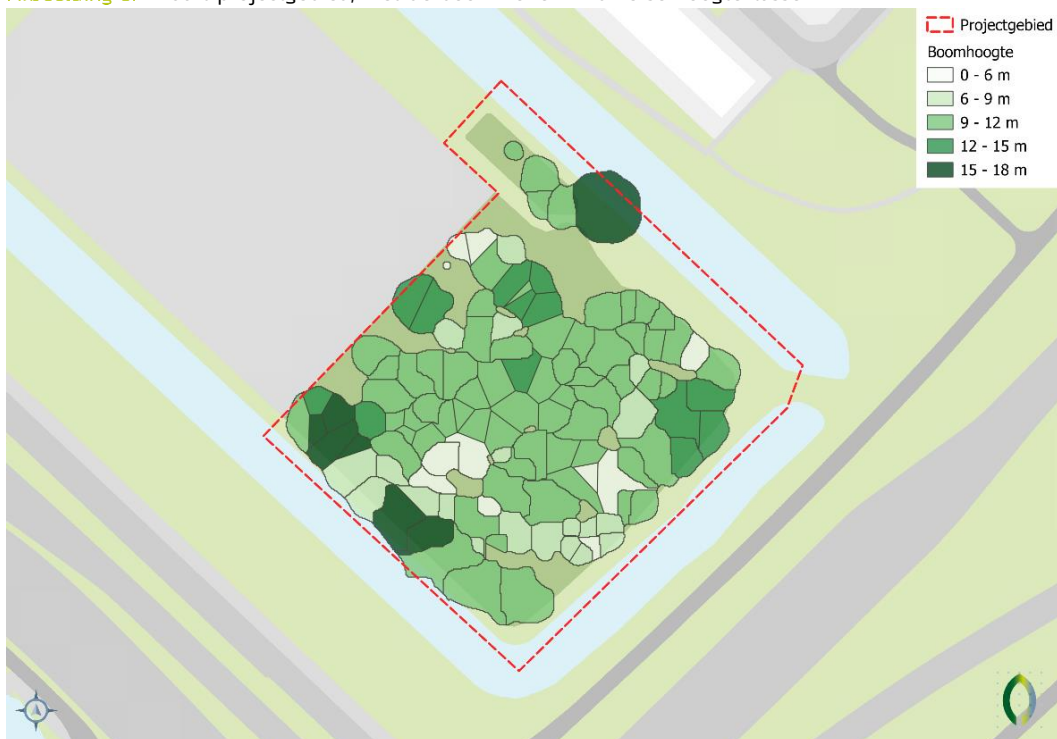
6.1 Ecosysteemdiensten, i-Tree Eco NL

Met de BomenMonitor brengen wij het bosschage in beeld. Het projectgebied heeft een oppervlakte van 8.925 m². De gemeten boomkroonoppervlakte is 6.350 m². Dat komt neer op een boomkroonbedekkingspercentage van 71%. De kronen in het projectgebied hebben we verdeeld in een aantal hoogteklassen, zie tabel 1 en afbeelding 5. De ecosysteemdiensten van alle bomen in het bosschage staan in tabel 2.

Tabel 1. Boomkroonoppervlakte per boomhoogteklasse in het projectgebied

Hoogteklasse	Boomkroonoppervlakte	Percentage
< 6 m	423 m ²	7 %
6 - 9 m	721 m ²	11 %
9 - 12 m	3.755 m ²	59 %
12 - 15 m	850 m ²	13 %
15 - 18 m	614 m ²	10 %
Totaal	6.363 m ²	100 %

Afbeelding 5. Kaart projectgebied, met de boomkronen in diverse hoogteklassen



Tabel 2. Ecosysteemdiensten van het bosshage, nulmeting (in 2023)

Ecosysteemdiensten	Berekende hoeveelheid
Totaal vastgelegde CO ₂	101.500 kg
Jaarlijkse ecosysteemdiensten	
- CO ₂ -vastlegging	3.500 kg
- Afvang water	70 m ³
- Afvang luchtverontreinigende stoffen	32 kg

6.2 Meetlat Biodiversiteit

De totaalscore van de nulmeting komt uit op 183. Dat is 65% van het maximaal haalbaar aantal punten. Wij hebben de resultaten van de nulmeting samengevat in tabel 3. Daaronder volgt per hoofdstuk een korte toelichting. Een volledige uitdraai van de scoreblad en optellingen staat in bijlage 1.

Tabel 3. Score Meetlat Biodiversiteit nulmeting

Hoofdstuk	Behaalde score	Maximale score	Percentage
Bosgemeenschap en structuurvariatie	53	76	70%
Gradiënten en watergebonden criteria	53	70	76%
Planten	33	54	61%
Schuilplekken en verplaatsingsmogelijkheden	44	80	55%
Totaal	183	280	65%

Bosgemeenschap en structuurvariatie (53/76)

Het projectgebied scoort hoog op variatie aan boomsoorten, struiksoorten en kruidachtige planten. Hoge scores zijn ook toe te kennen aan de gelaagdheid door de aanwezigheid van bomen, struiken, kruidachtige planten en grassen. De score blijft iets achter omdat er vooral jonge bomen staan die niet hoger zijn dan 20 m en er nagenoeg geen klimplanten en dood hout aanwezig zijn. Dat verklaart ook de afwezigheid in variatie van mos- en korstmossen, en dat fauna de bomen niet veel gebruikt voor vaste rust en verblijfplaatsen.

Gradiënten en watergebonden criteria (53/70)

Het projectgebied scoort hoog, doordat er hoogteverschillen zijn en er jaarrond oppervlaktewater aanwezig is vanwege de omringende watergang. Met de criteria 'gradiënten' wordt niet alleen hoogteverschillen bedoeld, maar ook overgangen in het landschap/gebied. Zoals de overgang van bos naar gazon naar sloot in het gebied en de 'zoom-mantel-kern-structuur'. De geleidelijk oplopende oevers hiervan en bijbehorende begroeiingen leveren ook de nodige punten op. De gemiddelde helderheid van het water zorgt voor een beperkt aantal punten. Weinig punten zijn gescoord op de variatie aan waterplanten in de watergang.

Planten (33/54)

De meeste punten zijn te danken aan de variatie aan boomsoorten en de aanwezigheid van kruidrijk gras. Een beperkt aantal punten is toegekend aan de variatie aan pionierbomen. Pionierbomen zijn wel aanwezig, maar het betreft grotendeels wilgensoorten. Pioniersoorten zoals berk en populier zijn nagenoeg afwezig. Weinig punten zijn gescoord op het areaal aan (langbloeiende) bloeiende planten. Dit heeft vooral te maken met het feit dat er voor bloeiende planten slechts een smalle strook beschikbaar is rondom de vrij dichte opstand van wilgen.

Schuilplekken en verplaatsingsmogelijkheden (44/80)

Het thema schuilplekken en verplaatsingsmogelijkheden scoort relatief laag. Dit komt door de afwezigheid van klimplanten en wintergroene bomen en struiken. Maar ook door het ontbreken van schuilplekken in de vorm van liggend dood hout. De geïsoleerde ligging van het projectgebied tussen drukke verkeersaders aan de ene zijde en bewoond gebied aan de andere zijde zorgt ook voor een lage waardering op dit thema. Toch zijn er wel degelijk punten gescoord. Zo kunnen planten- en diersoorten binnen het projectgebied vrijuit bewegen in de beschutting van bomen, struiken, ruigten, kruiden en afgevalen blad. Schuilplaatsen buiten de bomen en vegetatie, op open gebied ontbreken.

7 Compensatie ecosysteemdiensten

7.1 Projectgebied

Met het verwijderen van het bosschage gaan ecosysteemdiensten verloren. We hebben voor drie ecosysteemdiensten berekeningen uitgevoerd met i-Tree Eco NL. De drie ecosysteemdiensten staan in verhouding met elkaar. Hoe groter de boom hoe meer koolstof de boom vastlegt, hoe meer regenwater die afvangt en hoe meer luchtverontreinigende stoffen die wegvangt. Voor het berekenen van de compensatie zijn we uitgegaan van de ecosysteemdienst koolstofvastlegging. De daaruit volgende resultaten van wegvang van luchtverontreinigende stoffen en afvang van regenwater hebben wij ook berekend.

Aantal bomen

In tabel 2 hebben we laten zien dat de CO₂-vastlegging door het bosschage 3.500 kg per jaar bedraagt. Om deze hoeveelheid CO₂ te compenseren gaan we in eerste instantie uit van aanplant van nieuwe bomen. De vraag is: hoeveel nieuwe zijn dan nodig? In tabel 4 geven we voor acht verschillende inheemse boomsoorten een overzicht van het benodigde aantal bomen. Deze inheemse soorten zijn willekeurig gekozen. Het is enkel bedoeld om een beeld te krijgen van de compensatievoorwaarden. Voor de berekeningen maken we gebruik van een door ons ontwikkelde tool. Als we de boomsoort, kroonbreedte en boomhoogte invoeren dan worden de berekende ecosysteemdiensten weergegeven. Deze tool is gebaseerd op kengetallen van i-Tree Eco NL.

Tabel 4. Aantal bomen dat geplant moet worden om de huidige opname CO₂ van 3.500 kg per jaar door het bosschage te compenseren.

Boomsoort wetenschappelijk	Boomsoort Nederlands	Aantal bomen
<i>Acer campestre</i>	Spaanse aak	1.167
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	700
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	700
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	500
<i>Prunus avium</i>	Zoete kers	875
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	318
<i>Sorbus aucuparia</i>	Gewone lijsterbes	583
<i>Tilia cordata</i>	Kleinbladige linde	1.167

In tabel 4 is te zien dat het aantal nieuw te planten bomen varieert tussen de 318 en 1.167 bomen, afhankelijk van de boomsoort. Nu zijn de ecosysteemdiensten van nieuw aangeplante bomen nog gering. Zeker het eerste jaar waarin de boom zich moet vestigen. Daarom hebben we ook een berekening gemaakt voor de situatie na tien jaar. We gaan daarbij uit van goede groeiomstandigheden voor de bomen. In tabel 5 geven we voor dezelfde acht inheemse boomsoorten een overzicht van het benodigde aantal bomen na tien jaar.

Tabel 5. Aantal bomen dat geplant moet worden om de huidige opname CO₂ van 3.500 kg per jaar door het bosschage, na tien jaar goede groei te compenseren.

Boomsoort wetenschappelijk	Boomsoort Nederlands	Aantal bomen
<i>Acer campestre</i>	Spaanse aak	113
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	80
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	130
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	69
<i>Prunus avium</i>	Zoete kers	69
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	58
<i>Sorbus aucuparia</i>	Gewone lijsterbes	55
<i>Tilia cordata</i>	Kleinbladige linde	106
	Gemiddelde	85

Als we voor de compensatie van de ecosysteemdienst CO₂-vastlegging een periode van tien jaar nemen dan varieert het aantal te planten bomen tussen 55 en 130 bomen, afhankelijk van de boomsoort. Als we kiezen voor een mix van de acht boomsoorten dan komen we uit op gemiddeld 85 bomen die over tien jaar circa 3.500 kg CO₂ per jaar opnemen.

Dezelfde mix van bomen neemt over tien jaar circa 43 kg luchtverontreinigende stoffen per jaar op en vangt ruim 42 m³ regenwater af. De wegvang van luchtverontreinigende stoffen is 11 kg meer dan die van het huidige bosschage (32 kg), zie tabel 2. De afvang van regenwater is dan 28 m³ minder dan de huidige afvang van 70 m³. De uiteindelijke samenstelling van het nieuwe bomenbestand bepaalt uiteindelijk wat de cijfers worden. Ons advies is om te sturen op CO₂-compensatie. De andere ecosysteemdiensten zijn dan volgend.

Benodigde grondoppervlakte

Om een idee te krijgen van de benodigde grondoppervlakte voor de bomen gaan we uit van de kengetallen uit Handboek Bomen 2022. We verdelen de boomsoorten in boomgrootteklassen, eerste, tweede en derde grootte. In tabel 6 is voor de acht boomsoorten de kroonprojectie weergegeven na tien jaar groei. In de laatste kolom vermenigvuldigen we het aantal bomen dat nodig is voor de compensatie met de kroonprojectie om te komen tot een inschatting van de benodigde grondoppervlakte voor de bomen. Die ruimte wordt ingenomen door de bomen en daar is dus geen plaats voor gebouwen of andere elementen.

Tabel 6. Kroonprojectie in m² (eindbeeld boom) en de benodigde grondoppervlakte die nodig is om 3.500 kg CO₂ per jaar op te nemen

Boomsoort wetenschappelijk	Boomsoort Nederlands	Grootte	Kroonprojectie in m ²	Benodigde oppervlakte in ha
<i>Acer campestre</i>	Spaanse aak	tweede	79	0,9
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	eerste	177	1,4
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	eerste	254	3,3
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	eerste	314	2,2
<i>Prunus avium</i>	Zoete kers	eerste	177	1,2
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	eerste	314	1,8
<i>Sorbus aucuparia</i>	Gewone lijsterbes	tweede	79	0,4
<i>Tilia cordata</i>	Kleinbladige linde	eerste	177	1,9
		Gemiddelde	196	1,6

Als we uitgaan van 85 bomen, een mix van de acht boomsoorten, met voldoende groeiruimte om tot volwassenheid te komen, dan komen we uit op een benodigde grondoppervlakte van circa 1,6 ha.

7.2 Entreegebouw

Ecosysteemdiensten

De oppervlakte van het projectgebied is 8.925 m². De gemeente wil circa 43% van het projectgebied reserveren voor het entreegebouw (= 3.814 m²). De compensatie van de ecosysteemdiensten van het groen in en op het gebouw zal evenredig moeten zijn.

We gaan uit van de nulmeting van de geleverde ecosysteemdiensten door het bosschage. De hoeveelheid koolstofvastlegging is 3.500 kg CO₂ voor het hele projectgebied (zie nulmeting tabel 2). De hoeveelheid CO₂ die evenredig is met de oppervlakte die het entreegebouw inneemt is dan $3.500 \times 0,43 = 1.505$ kg CO₂ per jaar. Het dak en gevelgroen van het entreegebouw moet minimaal 1.505 kg CO₂ compenseren. Dit kan worden bereikt door uit te gaan van gevarieerd groen op en aan het gebouw waaronder boomvormers. Om een beeld te vormen hebben we berekend dat er 37 bomen nodig zijn op of aan het gebouw die een kroon kunnen vormen behorende bij 10 jaar vrije groei, om tien jaar na aanplant te zorgen voor de benodigde compensatie van 1.505 kg CO₂ per jaar. Die 37 bomen zijn dan soorten die geschikt zijn voor toepassing op daken en balkons van gebouwen. Als uit berekeningen van het toekomstige groen gebouw ontwerp blijkt dat ook andere vormen van groen op en aan het gebouw de gewenste CO₂ compensatie realiseren, dan kunnen er minder bomen worden toegepast. Voor de berekening van de afvang van water en luchtverontreinigende stoffen is ook uitgegaan van 43% van de nulmeting. Tabel 7 laat de hoeveelheden ecosysteemdiensten zien die het groen, op en aan het entreegebouw, jaarlijks minimaal moet gaan leveren.

Tabel 7. Ecosysteemdiensten compensatie entreegebouw

Jaarlijkse ecosysteemdiensten	Benodigde hoeveelheid
CO ₂ -vastlegging	1.505 kg
Afvang water	30 m ³
Afvang luchtverontreinigende stoffen	14 kg

In het omgevingskwaliteitsplan Nijmeegseweg – Malburgen wordt het entreegebouw als 'eyecatcher' omschreven. Uitgangspunt is natuurinclusief bouwen. Dat betekent onder andere dat de muren waar mogelijk bedekt zijn met (klim)planten. De benodigde groeivoorzieningen zijn onderdeel van de ontwerpopgave. De begroeiing staat bij voorkeur in de volle grond. Waar mogelijk worden groene daken toegepast. Regenwater van de daken wordt opgevangen voor bewatering van planten in tijden van droogte.

Compensatie ecosysteemdiensten

Voor het compenseren van de ecosysteemdiensten en de biodiversiteit biedt het entreegebouw verschillende mogelijkheden. Het gaat om een combinatie van mogelijkheden: een natuurdak, gevelgroen en op daken waar geen natuurdak mogelijk is een sedumdak. Om bomen op een gebouw te kunnen planten is een natuurdak nodig. Natuurdaken hebben een dikkere substraatlaag van minimaal 50 cm waarop heesters en bomen kunnen groeien. In de 'Handreiking natuurdaken' is veel informatie over natuurdaken te vinden. (Heerwaarden, 2019)¹. Een natuurdak past goed bij de groene ambitie van het entreegebouw.

Ons advies is om de compensatie te sturen op CO₂-compensatie. De andere ecosysteemdiensten zijn dan volgend. Het uitgangspunt voor de compensatie van de CO₂-vastlegging is dus minimaal 1.505 kg per jaar door groen op en aan het entreegebouw.

¹ Heerwaarden, 2019. [Handreiking Natuurdaken](#)

<https://klimaatadaptatienederland.nl/hulpmiddelen/overzicht/handreiking-natuurdaken/>

Als de lijst van bomen en heesters is bepaald dan kunnen we een nieuwe berekening maken voor de compensatie van de ecosysteemdiensten. We denken graag mee bij de keuze van de juiste boom- en heestersoorten die geschikt zijn voor een natuurdak. Natuurdaken vangen wel 100% op van de jaarlijkse neerslag op. Een wateropslagbassin en een watergeefstelsel zorgen voor de benodigde verdeling van water over het jaar.

Naast een natuurdak is er misschien ook ruimte beschikbaar voor extensieve daken zonder watergeefstelsel. De plantenkeuze is dan beperkt tot vetplanten als *Sedum*.

Sedumdak

Cijfers over ecosysteemdiensten die groendaken leveren zijn goed uitgezocht voor sedumdaken. We weten dat de ecosysteemdiensten en biodiversiteit van een sedumdak veel kleiner zijn dan die van een natuurdak (Hop, 2014)². Een sedumdak bereikt na enige tijd een evenwicht tussen CO₂-opname en CO₂-productie. De eerste twee jaar vindt vooral opname plaats. Echter, er wordt ook een bijdrage aan CO₂-besparing geleverd, doordat een groendak het gebouw isoleert. De schatting van deze bijdrage is 2,3 tot 2,6 kg CO₂ per m² per jaar aan elektriciteit en 0,24 tot 0,97 kg CO₂ per m² per jaar aan gas (Rowe, 2011)³. In onze berekening gaan we uit van een voorzichtige compensatie van 2,5 kg CO₂ per m² sedum per jaar.

Groene gevels

De meeste gebouwen hebben meer verticaal oppervlakte dan horizontaal oppervlakte. Ecologisch gezien zijn groene gevels met in de grond wortelende klimplanten erg interessant. Een groene gevel fungeert als een beschermend schild tegen hoge temperaturen. Hierbij is schaduw verreweg het meest effectieve koelingsprincipe op lokale schaal. Hierna volgt verdamping. Dit zorgt voor een verkoelend effect, zowel binnen als rondom het gebouw. Klimplanten trekken een grote variëteit van insecten en vlinders aan. Ook vinden diverse zangvogels hier natuurlijke nest- en schuilplekken. Groene gebouwen stimuleren hierdoor de lokale biodiversiteit. Biodiverse gevels bieden tot wel honderd verschillende diersoorten een leefgebied. In onze berekening gaan we gemakshalve even uit van *Hedera* (klimop), omdat over deze plant onderzoekgegevens bekend zijn.

Bij de inrichting van het entreegebouw worden meerdere klimplantsoorten uitgekozen. Vanzelfsprekend is diversiteit ook bij groene gevels een leidend principe. *Hedera* heeft een dicht bladerdek en zorgt vooral door zijn schaduwwerking voor een verlaging van de geveltemperatuur en een effect op de buitenlucht. De klimplant *Hedera* neemt 2,3 kg CO₂/m² per jaar op. (Ottele, 2011)⁴.

Uiteindelijke ontwerp

Het uiteindelijke ontwerp zal bestaan uit een groen gebouw, met biodiverse daken, groene gevels en op overblijvende plekken misschien sedumdak. Door de gegeven kengetallen kan eenvoudig van elk ontwerp de totale compensatiewaarde voor CO₂ worden berekend. Er zijn vele ontwerpen van natuurdak met bomen en heesters in combinatie met sedumdak en met gevelgroen mogelijk. De uitkomsten van de ecosysteemdienstencompensatie van het entreegebouw hangen af van de uiteindelijke keuze van de samenstelling en oppervlakte van het groendak en van de oppervlakte gevelgroen. Zodra die bekend zijn kunnen we de geleverde ecosysteemdiensten zichtbaar maken. De randvoorwaarde voor de ontwerpen van het entreegebouw is een compensatie van 1.505 kg CO₂ per jaar.

² Hop, M.E.C.M. & J.A. Hiemstra. 2013. Ecosysteemdiensten van groene daken en gevels. Een literatuurstudie naar diensten op het niveau van wijk en stad. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen.

³ Rowe, D.B., 2011. Green roofs as a means of pollution abatement. *Environmental Pollution* 159, 2100–2110.

⁴ Ottele, M. (2011). The Green building envelope vertical greening. Thesis TU Delft. Sieca Repro

7.3 Overige ruimte

De overige ruimte, de oppervlakte van de projectlocatie minus de oppervlakte van het entreegebouw, is 5.111 m². Dit is 57% van de oppervlakte van het projectgebied. Het restant van de CO₂-compensatie is: 3.500 – 1.505 ≈ 2.000 kg CO₂ per jaar. Dit kan in de directe omgeving van het entreegebouw (de overige ruimte) of verder in de wijk Malburgen worden gerealiseerd. Eerder hebben we uitgerekend dat voor het compenseren van 3.500 kg CO₂ per jaar gemiddeld 1,6 ha grondoppervlakte nodig is, zie tabel 6. Voor het compenseren van 2.000 kg CO₂ is dan circa 0,9 ha grondoppervlakte nodig waar bomen kunnen groeien naar hun eindbeeld. In tabel 8 geven we een voorbeeld van de aantallen bomen die nodig zijn voor het compenseren van minimaal 2.000 kg CO₂.

Tabel 8. Aantal bomen dat in de overige ruimte geplant moet worden om jaarlijks een CO₂-opname van 2.000 kg te realiseren, na tien jaar goede groei.

Boomsoort wetenschappelijk	Boomsoort Nederlands	Aantal bomen	Benodigde oppervlakte in ha
<i>Acer campestre</i>	Spaanse aak	65	0,5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	46	0,8
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	74	1,9
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	39	1,3
<i>Prunus avium</i>	Zoete kers	39	0,7
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	33	1,0
<i>Sorbus aucuparia</i>	Gewone lijsterbes	31	0,2
<i>Tilia cordata</i>	Kleinbladige linde	61	1,1
	Gemiddelde	49	0,9

Als we voor de compensatie van de ecosysteemdienst CO₂-vastlegging een periode van tien jaar nemen dan varieert het aantal te planten bomen tussen de 31 en 74 bomen, afhankelijk van de boomsoort. Als we kiezen voor de mix van de acht boomsoorten dan komen we uit op gemiddeld 49 bomen die over tien jaar circa 2.000 kg CO₂ per jaar opnemen.

Dezelfde mix van 49 bomen neemt over tien jaar circa 25 kg luchtverontreinigende stoffen per jaar op en vangt ruim 24 m³ regenwater af. De compensatiewaarden voor 'overige ruimte' zijn (zie tabel 2): 57% x 32 kg luchtverontreinigende stoffen = 18 kg. En voor 57% x 70 m³ regenwater = 40 m³. De hoeveelheid luchtverontreinigende stoffen is 7 kg meer dan wat minimaal nodig is. De afvang van regenwater is dan 16 m³ minder dan wat minimaal nodig is.

De uiteindelijke samenstelling van het nieuwe bomenbestand bepaalt uiteindelijk wat de cijfers worden. Ons advies is om te sturen op CO₂-compensatie en de andere ecosysteemdiensten zijn dan volgend.

8 Compensatie biodiversiteit

Gemeente Arnhem heeft hoge ambities ten aanzien van het behoud, versterken en vergroten van biodiversiteit in en rond de projectlocatie. Om te zorgen voor een verbetering van de biodiversiteit ten opzichte van de nulmeting van de locatie zijn de volgende ecologische basisprincipes van belang (dit zijn de thema's van de Meetlat Biodiversiteit):

- **Bosgemeenschap en structuurvariatie**
In een heterogene omgeving kunnen concurrerende soorten de hulpbronnen zodanig onderling verdelen, dat ze in hetzelfde gebied kunnen samenleven.
- **Gradiënten en watergebondenheid**
Specifieke kenmerken en begroeiingen die van invloed zijn op de biodiversiteit: hellingen, taluds, bezonning, schaduwwerking, oevers, diversiteit in leefgebieden.
- **Planten**
Om insecten het hele jaar door van voldoende voedsel te voorzien, heb je bloeiende planten nodig van de vroege lente tot de late herfst. Als we het principe van een bloeihoog toepassen, zorgen we voor bloeiende planten gedurende het hele jaar. Een bloeihoog realiseren we zowel met bomen, struiken en vaste planten als met bloembollen. Zo is er voldoende en divers voedsel voor insecten in de vorm van nectar en stuifmeel.
- **Schuilplaatsen en verplaatsingsmogelijkheden**
Schuilplekken zijn van onderscheidend belang (eten en gegeten worden/concurrentie). Schuilplekken in gebouwen, klimplanten, takkenrillen, in hoog gras of ruigte/ kruiden en vegetatie. Schuilplaatsen dragen bij aan de veiligheid, een voorwaarde voor een soort om te kunnen verblijven in zijn leefgebied. En verplaatsingsmogelijkheden vormen een voorwaarde om in een gebied te kunnen komen. Zonder verbinding raakt een gebied geïsoleerd.

Het blijft lastig om de complexiteit van biodiversiteit te begrijpen en in de praktijk toe te passen. Biodiversiteit is afhankelijk van veel verschillende factoren, zoals de evolutie van planten en dieren, interacties met andere dieren en klimaat. Daarbij zijn er nog veel onbekende factoren. Om grip te krijgen op het compenseren van de biodiversiteit die verloren gaat bij het verwijderen van het bosschage gaan we uit van in de ecologie bekende vijf V's, verblijfplaatsen, verbinding, voedsel, veiligheid en vocht. Het idee hierachter is dat je het complexe verhaal van biodiversiteit versimpelt tot een paar onderdelen waar je gericht op kunt sturen. Deze onderdelen komen ook terug in de door ons gebruikte Meetlat Biodiversiteit. In bijlage 2 staat meer informatie over de vijf V's.

Biodiversiteit projectgebied

Het projectgebied wordt heringericht. De bestaande biodiversiteit van het bosschage gaat verloren. Om de biodiversiteit te stimuleren na herinrichting geven we hieronder aan wat nodig is om de biodiversiteit te stimuleren. We doen dat aan de hand van de thema's van de Meetlat Biodiversiteit. Het groene entreegebouw met een natuurdak en groene gevels wordt ecologisch gezien verbonden met de directe omgeving. We maken voor de biodiversiteit daarom geen verdeling tussen 'entreegebouw' en 'overig gebied' zoals we bij ecosysteemdiensten wel hebben gedaan. Onderstaande thema's en adviezen gelden dus ook voor het entreegebouw. De [Handreiking Natuurdaken](#) geeft allerlei voorbeelden en aanbevelingen om de biodiversiteit op daken te stimuleren. Als de gegeven randvoorwaarden worden opgevolgd, dan wordt de biodiversiteitscore van het nieuwe gebied op termijn hoger dan de huidige score van het bosschage.



Bosgemeenschap en structuurvariatie

Variatie in soorten

Kies zoveel mogelijk inheemse boom- en struiksoorten die bij de fysisch-geografische regio horen. In dit geval gaat het om een rivierengebied. Daarbij horen soorten die standhouden bij een hoge grondwaterstand en tegen natte voeten kunnen, zoals wilg en zwarte els. Kies ook voor verscheidenheid in periode van bloeien, zodat er jaarrond voedsel aanwezig is voor insecten. Denk hierbij ook aan soorten die lang bloeien, zoals de vuilboom. Hetzelfde advies geldt voor kruidachtige planten en grassen.

Dood hout

Laat dode bomen waar mogelijk staan en voer liggend dood hout niet af. Dood hout biedt voedsel en schuilplaatsen voor een breed scala aan insecten, zwammen, vogels en vleermuizen. In liggend dood hout kunnen ook kleine zoogdieren, reptielen en amfibieën schuilen. De hulmeting scoort hier laag op. Hier is een verbetering mogelijk.

Gelaagdheid

Zorg voor structuurvariatie door te kiezen voor bomen met een gevarieerde hoogte, waaronder ook bomen hoger dan 20 m. Hetzelfde voor struiken. Kies voor struiksoorten van verschillende hoogtes en omvang en geef ze de ruimte om oud te worden. Hoogteverschil betekent veel verschillende schuilplaatsen. Door de bomen ruimte te geven en oud te laten worden, komen er gelegenheden voor holten waar vogels en vleermuizen in kunnen verblijven. Oude bomen bieden ook meer kansen voor mos- en korstmossoorten. Dit draagt bij aan de biodiversiteit en een betere luchtkwaliteit. De nulmeting scoort laag op mos- en korstmossoorten, vooral omdat het bos nog jong is. Hier is een verbetering mogelijk.

Open plekken

Plaatselijk onbegroeid terrein is niet aanwezig in het bosschage. Denk hierbij aan plekken met open zand en zandpaden waar graafbijen, graafwespen en zandloopkevers zich thuis voelen. Breng daarom enkele van deze plekken aan. Denk ook aan het aanbrengen van een zandige open plek op het groene dak.

Gradiënten en watergebondenheid

Gradiënten

Met gradiënten bedoelen we hoogteverschillen en overgangen in het gebied. Denk aan hellingen, oevers, overgang van bos naar open terrein met de 'zoom-mantel-kern'. De nulmeting scoorde hier hoog op, advies is om dit zoveel mogelijk te behouden. Gradiënten bieden verschillende microklimaten en daarmee weer mogelijkheden voor verschillende soorten flora en fauna.

Water

In het gebied is jaarrond oppervlaktewater aanwezig, het water is vrij helder waardoor er plantengroei onder water mogelijk is. De planten filteren het water waardoor de helderheid toeneemt. De planten zorgen ook voor schuilplaatsen voor jonge vissen en insectenlarven. De verscheidenheid in plantensoorten in het water scoort laag in de nulmeting. Mogelijk heeft het slootbeheer hiermee te maken en valt dit aan te passen. Rondom het water zijn algemeen voorkomende libellen aanwezig. Om te zorgen voor meer soorten libellen en andere insecten is er meer variatie nodig aan de slootkant. Denk aan begroeide stukken, open stukken, stenen en dergelijke. Denk ook aan het aanbrengen van een poel voor salamanders, kikkers en padden.

Begroeiing

De nulmeting scoort redelijk hoog op moerasbegroeiing. Hier gaat het om opgaande planten die in het water staan aan de rand van het water. Deze planten bieden onder water veel schuilplaatsen. Hierbij is ook een redelijk oppervlakte aan moerasbegroeiing belangrijk. Het advies is om in een maaionde niet alles te maaien. Laat een derde deel van de begroeiing staan. Verwijder het dode riet niet allemaal. De holle stengels bieden schuilplaatsen voor insectenlarven. Behoud verder zoveel mogelijk oeverbegroeiing en vorm waar mogelijk oevers om tot natuurvriendelijke oever. Hierbij is ook ons advies om niet alles te maaien en de afgestorven planten te laten staan.

Planten

Bloeiende soorten

Creëer een zo volledig mogelijke bloeihoog door een verscheidenheid aan voorjaars-, zomer- en najaarsbloeiers te kiezen. Op voorjaarsbloeiers wordt laag gescoord, het plantenbestand kan hiermee worden aangevuld. Denk daarnaast ook aan pioniersbomen zoals wilgen, elzen, populieren en berken. Advies is ook om dit zo gevarieerd mogelijk te houden. Tijdens de nulmeting zijn vooral wilgen aangetroffen. Een verbetering is om ook andere boomsoorten aan te planten.

Op zomer- en nazomerbloeiers scoort de nulmeting niet hoog. Dit komt vooral omdat die alleen in de strook rond het bosschage staan. Ons advies is om deze aan te vullen met een verscheidenheid aan drachtplanten.

Op late bloeiers (zoals hедера, herfstaster en koninginnenkruid) scoort de nulmeting laag. Hier ligt een kans voor het entreegebouw waar ruimte is voor hедера als gevelgroen. Bijkomend voordeel is dat hедера zorgt voor een betere luchtkwaliteit. Door zijn dichte bladerdek is het een goede wegvanger van fijnstof uit de lucht. Daarnaast biedt het voedsel en schuilgelegenheid voor vogels en andere dieren.

In de nulmeting ontbreekt het ook aan soorten die langer dan drie maanden bloeien, zoals de vuilboom. Deze troffen we niet aan in het bosschage. Met een goede plantenkeuze voor de herinrichting verbetert de biodiversiteitscore.

Fauna

Op de aanwezigheid van boomsoorten met een hoge soortenrijkdom aan fauna scoort de nulmeting redelijk hoog. Advies is om dit plantenbestand zoveel mogelijk te behouden. Een verbetering is om de diversiteit aan boomsoorten verder te vergroten. De struiksoorten met een hoge soortenrijkdom aan fauna scoort laag in de nulmeting. In het bosschage kwamen we enkel meidoorn tegen. Een verbetering is om struikensoorten zoals sleedoorn, vuilboom en hazelaar aan te planten. Belangrijk is dat het een gevarieerd bestand wordt aan struiken, daarmee wordt veel fauna aangetrokken. En variatie in soorten geeft veerkracht voor de biodiversiteit.

Kruidenrijk gras

Rondom het bosschage treffen we veel verschillende soorten kruidachtige planten aan. De nulmeting scoort hier hoog op. Er staan meer dan vijftien soorten, onder andere wilde cichorei, duizendblad en smalle weegbree. Aan de rand van het bosschage zagen we bloeiende haagwinde. Doordat het onderhoudspad naast de watergang wordt gemaaid en daarmee verschaald, krijgen veel kruidachtige planten de kans om te groeien. Advies is om dit soort stroken bij de herinrichting te behouden of terug te laten komen. Ecologisch berm- en groenstrokenbeheer moet de norm zijn. Voor goed maaibeheer van bermen en andere groenstroken is [Kleurkeur](#) ontwikkeld door De Vlinderstichting en Stichting Groenkeur.



Schuilplaatsen en verplaatsingsmogelijkheden

Planten

Planten zijn belangrijk als voedsel en als schuilplaats voor vogels en andere dieren. Denk aan braam, sleedoorn, meidoorn, dichte sierheesters en wilde rozen. Vanwege de aanwezige braam en meidoorn scoort de nulmeting hier vrij hoog op. Ons advies is om bij de herinrichting van de locatie het plantenbestand uit te breiden met meer verschillende soorten heesters.

Klimplanten bieden tevens schuilgelegenheid voor vogels, insecten en overige dieren. In het gebied troffen we alleen haagwinde aan en dit is een niet-houtige plant. Ons advies is om hедера aan te planten als gevelgroen. Al eerder merkten we op dat hедера de luchtkwaliteit verbetert, een late bloeier is en goed is voor de bloeihoogte. Daarnaast is het een wintergroene plant. Wintergroene planten zijn niet aanwezig in het boschgebied. Bij de herinrichting valt hier nog winst te behalen. Wintergroene soorten zijn goede schuilplekken in de winter. Ons advies is om ook wintergroene soorten aan te planten. Zorg daarbij voor variatie in gelaagdheid. Dat wil zeggen: bodembedekkers, klimplanten, struiken en bomen.

Voer afgefallen blad niet af. Het biedt schuilgelegenheid en dient als voedsel voor schimmels, bacteriën, regenwormen en het overige bodemleven. Het blad voedt de bodem en bomen. Daarnaast zoeken vogels en kleine zoogdieren onder het blad naar insecten en wormen.

Overige schuilplaatsen

Naast planten zijn takkenrillen en takkenhopen ook goede schuilplaatsen. We hebben dat al eerder aangegeven. Leg takkenrillen en takkenhopen aan bij de randen van het gebied. Deze bieden schuilgelegenheid en dienen als corridor voor kleine zoogdieren en insecten. Ons advies is om waar mogelijk meer dan 20 m² aan takkenrillen te plaatsen.

Verder zijn nog andere schuilplaatsen te creëren. Denk hierbij aan vogelnestkasten (voor gierzwaluw en huismus), vleermuiskasten en schanskorven. Deze kunstmatige faunavoorzieningen zijn er nu niet. Het entreegebouw biedt hiervoor goede kansen. In de ontwerpfasе moet hier al rekening mee worden gehouden. Combineer dit met gevelgroen en er is een verticale biotoop gecreëerd voor diverse soorten. Hierbij is het wel belangrijk dat bij vogel- en vleermuiskasten de in- en uitvliegopeningen niet overwoekerd raken door klimplanten.

Barrières

Het ontwikkelgebied ligt in een woonwijk met een drukke weg eromheen. Dit maakt het gebied ecologisch gezien geïsoleerd. Binnen het gebied kunnen de dieren zich vrij bewegen en zijn de barrières overbrugbaar. Daarbuiten niet. Dit komt niet alleen door de versnippering door de wegen, maar vooral omdat er geen faunapassages aanwezig zijn om het gebied te verbinden met andere gebieden. Ons advies is om waar mogelijk verbindingzones aan te brengen. In de nabije buurt van het ontwikkelgebied liggen diverse groene gebieden. Dit zijn het Westerpark, Meinerswijk, Eimersweide en iets verder Immerloo. Als het lukt om deze plekken met elkaar te verbinden door faunapassages, ontstaat een groen netwerk. Dieren kunnen zich verplaatsen en er komt meer genetische diversiteit in de populaties. Hierdoor wordt het ontwikkelgebied natuurlijker. Uiteraard kunnen vogels zich door de lucht verspreiden, maar de grondgebonden dieren kunnen zich niet vrij bewegen of zijn niet snel genoeg om de drukke weg over te steken. Denk aan amfibieën, reptielen, muizen, egels en kleine marterachtigen.

In het ontwikkelgebied zelf moeten barrières ook overbrugbaar blijven. Denk aan uittreedplaatsen in sloten met een steile kant of beschoeiing. Denk ook aan de overbrugbaarheid van bijvoorbeeld muren en keerwanden. Uitgangspunt is dat migratie en verplaatsing voor de fauna mogelijk moet zijn.

Samenvatting

Varieer zoveel mogelijk met boom-, struik-, gras-, oever-, en overige soorten planten. Behoud waar mogelijk wat er is. Vul dat aan met andere soorten en creëer zo structuurvariatie. Hiermee zal de score op de Meetlat Biodiversiteit bij een volgende meting al redelijk scoren. Vul dit aan met schuilplaatsen en verbindingroutes voor dieren en verbeter het omliggende oppervlaktewater en oeverzones.

Vlak na de herinrichting levert een opname met de Meetlat Biodiversiteit een lage tot gemiddelde score op. Maar na verloop van tijd wordt de score hoger. Bomen, struiken en klimplanten worden groter en bieden steeds meer kansen voor vogels, kleine zoogdieren, insecten, mossen en korstmossen. Snoeihout wordt gestapeld en biedt ook steeds meer beschutting. Kruidachtige soorten op het land en een variatie aan moeras- en waterplanten komen tot ontwikkeling.

9 Toekomstverwachting

Ecosysteemdiensten

Het projectgebied is na herinrichting anders dan het nu is. De huidige ecosysteemdiensten en biodiversiteit gaan verloren. De resultaten van ons onderzoek laten zien dat er goede mogelijkheden zijn voor compensatie van de ecosysteemdiensten als voldoende groeiruimte wordt vrijgemaakt voor bomen zodat ze oud kunnen worden. We hebben hiervoor de randvoorwaarden gegeven.

Biodiversiteit

Door de herinrichting verandert ook de biodiversiteit. Een stukje 'wilde' natuur gaat verloren. Echter, vanuit een breder ecologisch perspectief is de waarde van het bosschage beperkt. Het ligt ingesloten tussen wegen en bebouwing. Een verbinding met het omliggende groene netwerk ontbreekt. Als deze groene stapsteen kan worden omgevormd tot een integraal onderdeel van de stedelijke groen-blauwe dooradering, dan is dat positief voor de biodiversiteit. De realisatie van een groen entreegebouw biedt ook perspectieven voor het extra stimuleren van de biodiversiteit.

Wij adviseren om ook op zoek te gaan naar mogelijkheden om aan te sluiten bij de hoofdgroenstructuren, het wijkgroen en de particuliere tuinen. Op welke manier kan het ontwikkelgebied een bijdrage leveren aan het behoud en de ontwikkeling van lokaal van belang zijnde natuurwaarden? Wanneer bij de nieuwe aanplant zoveel mogelijk wordt gevarieerd met bomen, struiken en overige planten in het hele gebied. En ook wanneer zoveel mogelijk wordt behouden wat er al is. De meetlat zal dan over zo'n vijf jaar al aardig scoren. Ook is het belangrijk dat de wateroppervlakte behouden blijft. We hebben hiermee de randvoorwaarden gegeven om de biodiversiteit te versterken.

Entreegebouw

Het entreegebouw gaat een prominente rol vervullen in het compenseren van de ecosysteemdiensten en de biodiversiteit. De voorwaarde is dat het entreegebouw natuurinclusief wordt ontworpen en ingericht met faunavoorzieningen, gevelgroen en een groen dak. Dit zorgt voor een hoge score op de Meetlat Biodiversiteit. Met de inrichting van een groen dak en groene gevel is de aantrekkelijkheid voor dieren en gewenste planten te sturen. Er kunnen zowel inheemse als uitheemse planten worden gebruikt. Voor een stad is het gunstig als groene daken en gevels helpen om groene verbindingen door de stad aan te leggen. In bijlage 3 gaan we dieper in op de natuurinclusieve stad. Ook schetsen we een vergezicht.

Tot slot

Als de adviezen in dit rapport worden opgevolgd dan zullen de geleverde ecosysteemdiensten van de bomen en ander groen op termijn groter zijn dan wat het huidige bosschage nu levert. Ook neemt de biodiversiteit toe, maar niet direct. In onze berekeningen zijn we uitgegaan van een periode van tien jaar. De natuur heeft tenslotte tijd nodig om zich te ontwikkelen en aan te passen. De tijdsduur om de natuurwaarde van het bosschage te evenaren is korter als een deel van het bosschage behouden kan blijven. Tot slot, wij denken graag verder mee in het komende proces van herinrichting. We kunnen nieuwe plannen toetsen aan de meerwaarde voor de biodiversiteit en adviezen geven. Ook kunnen we berekeningen maken van de toekomstige ecosysteemdiensten die beplantingsplannen gaan leveren.

10 Adviezen en randvoorwaarden

We geven in dit hoofdstuk adviezen en alle randvoorwaarden voor de compensatie van zowel de ecosysteemdiensten als van de biodiversiteit die verloren gaan bij het verwijderen van het bosschage.

Hoe groot is de opgave voor compensatie aan ecosysteemdiensten van de locatie?

Uit onze analyse blijkt dat het bosschage jaarlijks: circa 3.500 kg CO₂ vastlegt, circa 70 m³ regenwater afvangt en circa 32 kg luchtverontreinigende stoffen wegvangt. De opgave is om deze ecosysteemdiensten te compenseren na herinrichting van de locatie. Wat is daarvoor nodig? We splitsen het projectgebied in het entreegebouw en de overige ruimte.

Compensatie entreegebouw

De oppervlakte van het entreegebouw is circa 43 % van de oppervlakte van het huidige bosschage. De ambitie van de gemeente is om het entreegebouw het groenste gebouw van Arnhem en omgeving te maken. De opgave voor de ontwikkelaar van het entreegebouw is om minimaal 1.505 kg CO₂ per jaar te laten vastleggen door groen.

Om dit te bereiken adviseren wij te kiezen voor een natuurdak gecombineerd met gevelgroen en met bomen op en aan het gebouw. Waar geen natuurdak mogelijk is adviseren wij een sedumdak. De uiteindelijke keuze van de oppervlakte aan natuurdak met het aantal bomen, de oppervlakte van het sedumdak en de muuroppervlakte met gevelgroen bepaalt de grootte van de ecosysteemdiensten die het groene entreegebouw gaat leveren.

We adviseren om bij het ontwerpproces van het gebouw het groen van meet af aan te betrekken en om vooraf de ecosysteemdiensten die het groen gaat leveren door te laten rekenen

Compensatie overige ruimte

De oppervlakte van de overige ruimte is circa 57 % van de oppervlakte van het huidige bosschage. De opgave voor gemeente Arnhem is om 1.995 kg CO₂ per jaar te laten vastleggen door groen. Ons advies voor gemeente Arnhem is:

- Plant minimaal 49 bomen in een goede groeiplaats. We gaan hierbij uit van een mix van acht inheemse boomsoorten. De benodigde bodemoppervlakte voor deze bomen om goed te kunnen groeien naar hun eindbeeld is circa 9.000 m². Als later de definitieve boomsoorten zijn bepaald is een nieuwe berekening van de precieze ecosysteemdiensten nodig. De ene boomsoort levert namelijk meer ecosysteemdiensten dan de andere;
- Behoud zoveel mogelijk van het bestaand groen. Grote bomen leveren naar verhouding meer ecosysteemdiensten dan kleinere.
- Plant een grote diversiteit aan boom-en plantensoorten.

Hoe groot is de compensatie aan biodiversiteit van de locatie?

Het groene entreegebouw met een natuurdak en groene gevels wordt ecologisch gezien verbonden met de directe omgeving. We maken voor de biodiversiteit daarom geen verdeling tussen 'entreegebouw' en 'overig gebied' zoals we bij ecosysteemdiensten wel hebben gedaan. De nulmeting van het bosschape heeft een score van 183 punten van het maximaal te behalen aantal punten van 280. De randvoorwaarde voor de biodiversiteit is om bij het toepassen van de Meetlat Biodiversiteit na herinrichting van het projectgebied minimaal dezelfde score te behalen.

In dit rapport zijn de vier thema's 'Bosgemeenschap en structuurvariatie', 'Gradiënten en watergebonden', 'Planten' en 'Schuilplekken en verplaatsingsmogelijkheden' van de Meetlat Biodiversiteit uitvoerig besproken. We adviseren om bij het ontwerpproces van het gebouw en het groen de Meetlat Biodiversiteit vanaf het begin te betrekken. Elk plan kan vooraf worden doorgerekend om tegemoet te komen aan de randvoorwaarde om de biodiversiteit die verloren is gegaan te compenseren.

Belangrijke handvatten voor de nieuwe inrichting van het projectgebied zijn:

- Kies voor boom- en struiksoorten met verschillende hoogtes en die standhouden bij hoge grondwaterstand. Voeg ook wintergroene planten toe.
- Kies voor een samenstelling aan boom- en plantensoorten waarbij bloeiperiodes op elkaar aansluiten en zo nagenoeg het hele jaar door bloeiende planten aanwezig zijn.
- Maak takkenrillen en takkenhopen van dood hout en snoeihout.
- Laat afgevallen blad tussen het groen liggen.
- Breng enkele zandige open plekken of zandpaden aan. Dit kan ook op het groene dak.
- Breng variatie aan in de structuur van oeverzones door afwisseling tussen begroeide delen en delen met bijvoorbeeld rotsblokken of schanskorven.
- Maai oeverzones niet volledig en niet in een keer, zodat afgestorven planten overblijven.
- Pas ecologisch berm- en groenstrookbeheer toe met behulp van bijvoorbeeld de Kleurkeur die is ontwikkeld door De Vlinderstichting en Stichting Groenkeur.
- Integreer vogelkasten en vleermuiskasten op zorgvuldig gekozen locaties in gevels en op daken van het entreegebouw. Houd de invliegopeningen vrij van overwoekerende klimplanten.
- Verbind het projectgebied met de omgeving door bijvoorbeeld groen- en ruigtestroken aan te leggen. Zo ontstaan op kleine schaal ecologische verbindingzones.

Bijlage 1

Uitdraai invullijst Meetlat Biodiversiteit



Bijlage 2

Vijf V's

De vijf V's staan voor alle verschillende dingen die een dier of een plant nodig heeft, zoals verblijfplaatsen, verbinding, voedsel, veiligheid en vocht. Met de 5V's kun je heel gericht sturen op wat een dier nodig heeft. Verblijfplaatsen zijn bijvoorbeeld nesten voor vogels of holletjes voor dieren. Dit kunnen ook vleermuizenkasten of vogelhuisjes zijn. Verbinding speelt een grote rol bij de verplaatsing van dieren door hun leefgebied, omdat de omgeving geschikt moet zijn voor de dieren. Veel dieren verplaatsen zich door het landschap en hebben dekking nodig, zoals struiken, bomen of hoog gras. Ze hebben ook voedselbronnen nodig om zich te voeden en te overleven, net als mensen. En net als mensen hebben dieren een veilige omgeving nodig om te kunnen overleven. Zo heeft een huismus bijvoorbeeld een dichte stekelige struik nodig om veilig te kunnen schuilen voor een roofvogel. Maar je kunt veiligheid ook vanuit een andere kant bekijken. Een voorbeeld hiervan is dat een egel bij een watergang met een steile oever vaak niet op de kant kan klimmen en zal verdrinken. Een fauna-uittreedplaats kan dan helpen om de watergang veiliger te maken voor een egel.

Variatie

Uiteraard is binnen biodiversiteit variatie een belangrijk onderdeel. Elk dier heeft andere behoeften als het gaat om voedsel, veiligheid, verbinding of een verblijfplaats. Daarom is het belangrijk om te zorgen voor variatie in bijvoorbeeld beplanting, structuren of typen verblijfplaatsen. Als alles hetzelfde is, zullen er minder dieren zich thuis voelen. De V van variatie komt eigenlijk in elke V terug.

De 5 V's zijn te gebruiken als stuurmiddel tijdens de planfase van projecten. Hiermee worden concrete maatregelen benoemd, waar bijvoorbeeld ook een landschapsontwerper wat mee kan. Wanneer alle V's worden gedekt, dan kan een soort gedijen in het gebied en stimuleren we de biodiversiteit. Met de voorwaarden die de 5V's stellen creëren we leefruimte voor veel (verschillende) soorten.

Kader: Niche, habitat, biotoop en ecosysteem

Binnen de ecologie zijn veel termen die het woongebied van een organisme en het effect op dat organisme beschrijven. Zo heb je de niche, de habitat, de biotoop en het ecosysteem. Maar wat houden die termen nu precies in en hoe verhouden ze zich tot elkaar?

De niche

Niche omschrijft hoe de soort gebruikt maakt van omgevingsfactoren als vochtigheid, voedseltype, nestgelegenheid en wat zijn effect is op andere soorten. De niche is de rol die een organisme in een ecosysteem inneemt. Twee diersoorten kunnen niet tegelijkertijd twee precies dezelfde niches in een ecosysteem invullen, omdat zij met elkaar concurreren.

De habitat

Elk dier en elke plant heeft een eigen specifieke omgeving waarin hij of zij zich het meest thuis voelt. Een habitat omschrijft aan welke voorwaarden een gebied moet voldoen om er voor te zorgen dat één bepaalde planten- of diersoort er kan overleven. Het begrip habitat wordt vaak verward met het begrip biotoop.

Biotoop

Een biotoop is een beschrijving van een stuk leefgebied, zonder een bepaalde soort in het achterhoofd te houden. Kort gezegd gaat het bij een biotoop om een min of meer geografisch begrensd gebied dat de specifieke duidelijk herkenbare leefomgeving vormt voor een bepaalde leefgemeenschap van dieren en planten. Voorbeelden zijn een poel, een bos, een grasland, en een ruigte. Het totaal van de abiotische omgeving plus de daarin levende leefgemeenschap wordt een ecosysteem genoemd.

Het ecosysteem

Het ecosysteem is een gebied met een bepaald milieu (abiotische factoren) met alle daarin levende organismen (biotische factoren). Het ecosysteem wordt gevormd door de biotoop en de leefgemeenschap samen. Hierbij is de biotoop het abiotische deel van een ecosysteem. Voorbeelden die onder abiotische factoren en dus de biotoop vallen zijn de temperatuur, de hoeveelheid licht, de aanwezigheid van water en de samenstelling van de bodem. De leefgemeenschap is samengesteld door alle aanwezige soorten in de biotoop. Voorbeelden van ecosystemen in Nederland zijn het waddengebied, de polder of het bos.

Bijlage 3

Natuurinclusieve stad

Een natuurinclusieve stad is een stad waar ruimte is voor de natuur. Een stad waar de mens als één van de 'aardbewoners' een habitat vindt. Voorheen waren het leefgebied van de mens en de natuur met elkaar verweven. Dat gold lange tijd ook in de stedelijke context. Maar in de stad van vandaag is er voor de natuur niet vanzelfsprekend plaats. Het verlies aan biodiversiteit, het verdwijnen van biotopen voor dieren in de stad en een steeds schralere flora; de stadsnatuur heeft het moeilijk in de verdichtende stad.

Maar inmiddels is er een breed gedragen inzicht, dat het verlies aan natuur in de stad ook een verlies betekent voor de kwaliteit van leven van de stadsbewoners. De aanwezigheid van stadsnatuur en de beleving daarvan draagt bij aan de kwaliteit van leven (bijvoorbeeld de fysieke en mentale gezondheid) en voegt zodoende waarde toe aan de stad. Het is daarom zaak om bewust te ontwerpen voor een symbiose tussen mens, flora en fauna. Op deze manier wordt de mens weer onderdeel van de natuur en vormt zich een rijk stedelijk ecosysteem dat natuur weer verwelkomt in de stad.

Een natuurinclusieve stad biedt ruimte aan allerlei organismen, zoals zoogdieren, vogels, amfibieën, insecten en vegetatie. Zoals het woord 'ecosysteem' suggereert gaat het om een systeem en volstaat het dan ook niet om slechts losse principes toe te passen. Natuurinclusief ontwerpen gaat over de samenhang van principes die in de primaire levensbehoeften van andere organismen voorzien. Natuurinclusief ontwerp vergt maatwerk en de werking van een ontwerpprincipes is afhankelijk van diverse omgevingsfactoren. De levenscyclus van een organisme en veranderingen die optreden in de verschillende seizoenen hebben allemaal invloed op de eisen die aan een habitat worden gesteld. Daarbij is ieder organisme onderdeel van de voedselketen en is het zaak een 'natuurlijke' balans na te streven; een evenwichtig landschap.

Kort gezegd zijn het deze principes:

1) Voedsel en variatie

Voldoende voedsel voor dieren is een primaire voorwaarde voor een natuurinclusieve stad. Daarbij is een gevarieerd aanbod van voedsel ecologisch waardevoller dan een eenzijdig aanbod.

2) Veiligheid en verblijf

Verblijfsplekken voor dieren zijn een tweede belangrijke randvoorwaarde. Een verblijfsplek biedt fauna veiligheid en schuilgelegenheid en fungeert mogelijk ook als voortplantingsgebied.

3) Verbinding en verplaatsing

De verplaatsing van organismen zorgt voor een gezonde populatie, waarbij uitwisseling van genen plaats vindt. Daarnaast is verbinding tussen verblijfsplekken en foerageergebieden essentieel; ontbreekt zo'n verbinding dan wordt zowel van de verblijfsplek als van het voedselaanbod geen gebruikgemaakt.

Impressie van natuurinclusief ontwerp

In onze gedachten over een natuurinclusief ontwerp van het entreegebouw en de directe omgeving komen we uit op: *Het gebouw is voorzien van gevelbegroeiing, groene daken en ingebouwde nestkasten voor vogels, vleermuizen en insecten. Het aantal parkeerplaatsen is beperkt, zodat fietsen, lopen, carpoolen en openbaar vervoer wordt gestimuleerd. Dit biedt ruimte voor bomen, struiken, schanskorven en wadi's rondom en tussen de parkeerplaatsen. Verlichting van de parkeerplaatsen gaat alleen aan wanneer een voertuig nadert. Overtollig regenwater wordt opgevangen in ondergrondse reservoirs, zodat het groen in de omgeving en op het dak in droge tijden bewaterd kan worden. Als de reservoirs vol zijn, stroomt het via wadi's af naar het grondwater of langs de geleidelijke oevers naar watergangen.*



