

TKI project Eco-System-Stad

An architectural rendering of a sustainable urban development. The scene features several multi-story buildings with extensive green roofs and balconies. A central courtyard is filled with trees and walkways. A river flows through the site, with a bridge crossing it. The overall design emphasizes green spaces and natural elements integrated into the urban fabric.

Natuurlijke Verbindingen voor een Waterslimme
en Natuurinclusieve Gebiedsontwikkeling

NOVEX locatie Rijnpark

Verslag workshops 2022-2023

Colofon

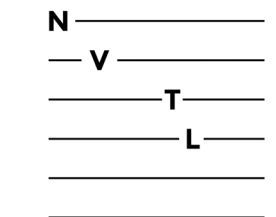
Titel: Natuurlijke Verbindingen voor een Waterslimme en
Natuurinclusieve Gebiedsontwikkeling
NOVEX locatie Rijnpark
Verslag workshops 2022-2023
Datum: 04 juni 2024

Auteurs:

Carla Grashof-Bokdam - Wageningen Environmental Research
Ronald Bos - Gemeente Arnhem
Shannen Dill - Wageningen Environmental Research
Robin Driessen - Gemeente Arnhem
Joris Voeten - Wageningen Environmental Research
Hans van Loon - Gemeente Arnhem
Marjolein van Essen - Natuurpro
Gert-Jan Koopman - Natuurpro
Jan Janse - Nederlandse Vereniging voor Tuin- en
Landschapsarchitectuur

Volg het project op:

www.ecosysteemstad.nl





Inhoud

1. Inleiding	4
2. Workshop 1: Opdrachtomschrijving	5
1.1 Doel workshop	5
1.2 Voorbereiding workshop 1	5
1.2. Uitvoering Workshop 1	6
Workshop 2 : randvoorwaarden opgaven ecologie, water en hitte	8
2.1 Doel workshop	8
2.2 Voorbereiding workshop	8
2.3 Uitvoering workshop	8
Workshop 3: Uitwerking Opgaven	11
3.1 Doel workshop	11
3.2 Voorbereiding workshop	11
3.3 Uitvoering workshop	11

1. Inleiding

Als onderdeel van TKI Project Eco-Systeem-Stad (www.ecosysteemstad.nl) heeft de gemeente Arnhem het project-consortium gevraagd mee te denken in de ontwikkeling van Arnhem Spoorzone Oost. Tijdens het project werd het een deel van Arnhem Spoorzone Oost, namelijk het projectgebied Rijnpark, aangewezen als NOVEX locatie waardoor de focus in dit project op het Rijnpark kwam te liggen. De vraag was een eerste inschatting te maken van de toekomstige ontwikkeling van een nieuwe woon/werkwijk op het bestaande veelal industriële gebied:

- Hoe kan de natuurlijke verbinding komende van de Veluwe doorgetrokken worden tot aan de Neder-Rijn.
- Hoe zou de wijk dusdanig ingericht kunnen worden dat regenbuien van 40 en 130 mm niet tot schade aan publieke en private eigendom zouden leiden, zowel in de wijk zelf als in de lageregelegen wijken rondom het projectgebied.

In dit verslag worden de bevindingen van drie workshops uitgewerkt en samengevat. We sluiten af met een artist-impresie van Rijnpark die de uitkomsten in beeld samenvat.

De casus Arnhem Spoorzone Oost is ingezet als casus waarin vrij nagedacht kan worden over mogelijke ontwikkelingen. Daarom zijn in deze workshops een aantal beperkingen voor ontwikkelingen niet meegenomen, zoals mogelijke beperkingen in beschikbaar budget of huidige verkeersintensiteit of een tijdslimiet waarin ontwerpen gerealiseerd moeten worden. Er is uitgegaan van het beschikbaar komen van het ProRail terrein en van mogelijkheden voor een verbinding over de Rijn. Daarnaast is het de vraag of investeren in de realisatie van een nieuwe woon/werkwijk vlak bij de Rijn verstandig is bij de te verwachten hogere waterstanden van Rijn en IJssel in de toekomst. In de workshops is alleen gekeken naar toekomstige ontwikkelingen in regenval.



2. Workshop 1: Opdrachtomschrijving

Datum: 18 oktober 2022

Aanwezig: Carla Grashof, Joris Voeten, Ronald Bos, Jan Janse en Gert-Jan Koopman.

1.1 Doel workshop

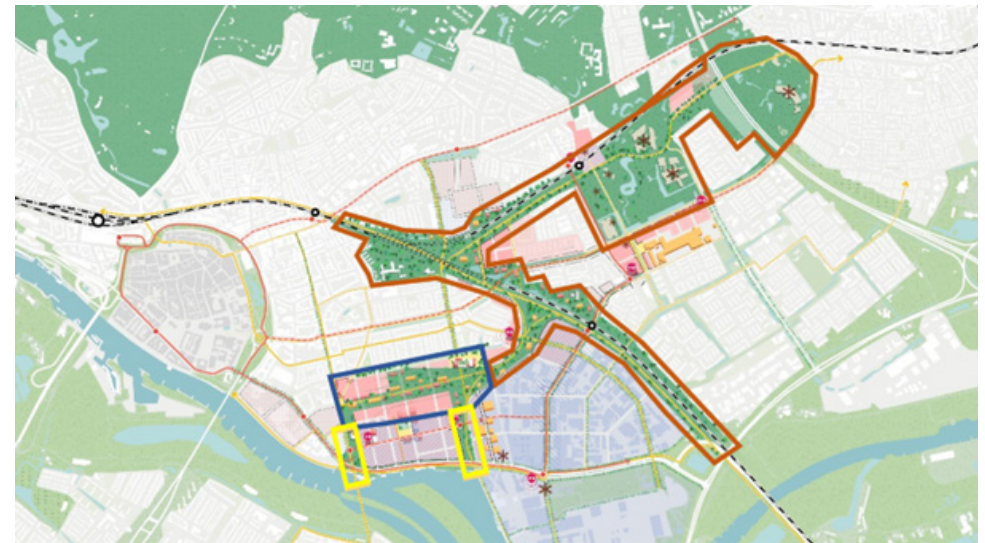
In deze eerste workshop zijn de uitgangspunten voor de drie workshops vastgesteld, de onderzoeksvraag en de uitdagingen die de deelnemers zien. Er zijn afspraken gemaakt over het eindproduct van de workshops, de te ondernemen stappen daarvoor en het te bewandelen tijdsplan.

1.2 Voorbereiding workshop 1

Vanuit het TKI project “Eco-Systeem-Stad” zijn voor het onderdeel “functionele ecosystemen” twee casusgebieden in Arnhem gekozen. In de Ir. J.P. van Muijlwijkstraat zijn op een klein schaalniveau en op een kort tijdsplan voorstellen gedaan voor concrete groene en technische oplossingen voor een klimaatbestendige inrichting. Het gebied Spoorzone Oost en meer specifiek NOVEX locatie Rijnpark is gekozen als casus waarin ook aandacht is voor het grotere schaalniveau en waar de focus ligt op lange termijn oplossingen. Op 18 oktober 2022 is er overleg geweest bij de gemeente Arnhem waarin de specifieke vraag betreffende het natuur- en klimaatadaptief inrichten van de groene hoofdstructuur ‘Spoorzone Oost’ is besproken. De vraag die voorlag was hoe het principe van Functionele Ecosystemen in deze deels bestaande en deels te realiseren groenstructuur uitgewerkt en geoptimaliseerd kan worden. De hieruit volgende ontwerpen en berekeningen kunnen als inspiratie dienen voor de verdere ontwikkeling van Rijnpark. Dit voornemen is echter ingehaald door de aanwijzing als NOVEX-gebied. Daardoor is het ontwerpproces meer gelijk opgegaan met het stedenbouwkundige proces.

Spoorzone Oost omvat bestaande hoofd-groenstructuren langs spoorlijnen (oranje omlijnd in Figuur 1.1) en verbindt het Veluwemassief met de uiterwaarden langs de IJssel. Deze structuur is van belang voor behoud en versterken van de natuur en voor landschap-

pelijke, klimaatadaptieve en recreatieve waarden. De wens bestaat om het tracé ook naar de Rijn uit te bereiden. Het rangeerterrein (eigendom deels Prorail en deels NS) ten noorden van het huidige bedrijventerrein (blauw omlijnd) vormt een harde barrière in die ecologische verbinding van de Veluwe naar de Rijn. De ingetekende groene infrastructuur vanaf het rangeerterrein naar de Rijn (beide geel omlijnd) bestaan nog niet (of slechts marginaal).



Figuur 1.1. Impressie van Spoorzone Oost ten tijde van aanvang van dit onderzoek (bron: gemeente Arnhem).

De reeds bestaande groenstructuren langs de spoorwegen vormen al een netwerk van de Veluwe naar de uiterwaarden van de Rijn. In de nabije toekomst wordt het rangeerterrein onderdeel van een nieuw te ontwikkelen woon-werkgebied “Rijnpark”, waarin de nadrukkelijke wens bestaat om dat gebied integraal onderdeel te maken van de ecologische verbindingzone Spoorzone Oost naar de Rijn. Ook het daaronder gelegen bedrijventerrein gaat onderdeel uitmaken van Rijnpark, waarin de toekomstige groene infrastructuur de verbinding naar de Rijn kunnen completeren.

1.2. Uitvoering Workshop 1

1.2.1 Uitgangspunten

Uitgangspunten voor de ontwikkeling zijn (gezien vanuit dit project):

- het ontwerpen van een blauwgroen casco dat de basis vormt voor de toekomstige stedenbouwkundige ontwikkelingen
- het realiseren van een droge ecologische verbingszone van minimaal 40 meter breed naar de Rijn met om de minimaal 800 meter stapstenen van minimaal 2 ha voor gidssoorten Boomklever, Gewone dwergvleermuis, Eekhoorn, Oranjetipje, Gewone sachembij en Egel
- het gebied klimaatadaptief en waterbewust inrichten zodat het een water-bufferende werking biedt voor zichzelf en de omgeving
- de bewoners en werkende forenzen kunnen genieten van een natuurlijke, prettige en gezonde (koele) leefomgeving

1.2.2 Onderzoeksvraag

Wat zijn de specifieke uitgangspunten en kaders die de gemeente in de stedelijke ontwikkeling van het plangebied Rijnpark tot woon-werk gebied kan hanteren, zodanig dat de ecologische verbingszone komende vanaf de Veluwe daadwerkelijk doorgetrokken wordt naar de Rijn en dat Rijnpark klimaatadaptief wordt en gezond voor mensen?

1.2.3 Uitdagingen

In de ontwikkeling van het bestaande terrein van het Rijnpark naar woon-werk gebied kunnen een aantal specifieke uitdagingen geïdentificeerd worden:

- Of het mogelijk is om voor de gekozen gidssoorten een robuuste route van de Veluwe naar de Rijn te ontwikkelen aangezien de verbinding overgaat van hoge zandgronden naar lage rivierklei.
- Het NS rangeerterrein is met 4 meter zand opgehoogd en past niet meer bij het oorspronkelijke leefgebied in het verder laaggelegen rivierkleigebied langs de Rijn waar oorspronkelijk broekbos voorkwam.
- De ontwikkeling moet niet alleen waterbewust zijn (regenwater opvangen, opslaan en hergebruiken) voor de eigen oppervlakte, maar ook het regenwater komende uit de afgekoppelde wijk ten westen van het gebied (Fluivium) kunnen 'verwerken'.
- De ontwikkeling naar woon-werk gebied vereist wellicht een groot aandeel van

de beschikbare ruimte. Dit kan conflicteren met de benodigde ruimte voor de een ecologische verbinding en opvang van regenwater.

- De groene ruimte moet ook (gedeeltelijk) toegankelijk zijn voor bewoners/gebruikers in dit nieuwe stadsdeel, wat mogelijk beperkend is voor de inrichting voor wonen en werken, ecologische verbingszone en regenwateropvang.
- Door zijn geschiedenis als bedrijfsterrein is de bodem niet schoon en variërend van gesaneerde tot zwaar (ingepakte) vervuilde bodems.

1.2.4 Vervolgstappen

De volgende stappen kunnen worden ondernomen om de uitdagingen naar een kennisdocument om te zetten:

Stap 1: inleiding in de bestaande gegevens.

Kaarten met geomorfologie, bodem, water, hoogteligging en historie van het casusgebied worden besproken met de pilot deelnemers.

Stap 2: bestaande milieus, ecotypen, vegetatiegemeenschappen en doelsoorten.

Uit de bestaande gegevens en kennis bij de gemeente betreffende de ecologie van het gebied wordt een presentatie gegeven op basis waarvan we vastleggen welke natuur/soorten/milieus nodig zijn in het ontwikkelingsgebied om daadwerkelijk een robuuste verbingszone naar de Rijn te bewerkstelligen.

Stap 3: aantallen en hoeveelheden:

Voor zowel de ecologische verbingszone, de wateropgave en het realiseren van een prettig leefklimaat in de gebiedsontwikkeling worden grofmazig de aantallen m² benodigd groen of wateroppervlak ingeschat. Daarvoor is het nodig om naast de inzichten van stap twee een eerste inzicht te krijgen in waterbehoefte, wateroverschot, en eventuele watertekorten voor de te realiseren groenstructuren en in de eventueel nodige mitigatie en adaptatie maatregelen.

Stap 4: functionele ecosystemen in het gebied.

Hoe, hoeveel en waaruit zijn de functionele ecosystemen (passende op de beoogde doelmilieus) in het projectgebied opgebouwd? Met welke ontwerpeigenschappen op het gebied van soorten, grond, diepte, water en aanvullend nodige biodiversiteit-ondersteunende maatregelen kan de corridor naar de Rijn gerealiseerd worden.

Stap 5: natuur inclusieve maatregelen in de beoogde bouw in het gebied.
Wat is er mogelijk, wat is nuttig en wat is nodig om de gestelde doelen te kunnen halen in een gelaagde opzet van de ontwikkeling.

1.2.5 Tijdsplan

Het voorlopige plan (afhankelijk van het nog te besluiten detailniveau) is de genoemde stappen uit te voeren tussen januari en december 2023, in maximaal vier ateliers. In overleg met de deelnemers wordt gekeken of dit haalbaar is.

1.2.6 Eindproduct

Het eindproduct is een bondig verslag met de gedefinieerde uitgangspunten die de gemeente kan gebruiken bij het verdere ontwikkelingsproces van NOVEX locatie Rijnpark. Het document beschrijft hoe drie opgaven (ecologische verbindingzone, waterbewuste inrichting en een gezonde (koele) leefomgeving) zo goed mogelijk geïntegreerd kunnen worden.

1.3. Uitwerking workshop 1

De eerste stappen van de opdrachtschrijving hebben WENR en de gemeente Arnhem gezamenlijk opgepakt. Hierbij is rekening gehouden met de recente aanwijzing van het gebied als NOVEX gebied en is samenwerking gezocht met bureau BURA dat bij de uitwerking betrokken is. In het TKI project is de nadruk gelegd op de benodigde groene contouren voor drie opgaven, zodat dit meegenomen kan worden in de uitwerking van het NOVEX traject. De volgende stappen zijn uitgewerkt in de voorbereiding van workshop 2:

Stap 1: er is kaartmateriaal met informatie over (ruimtelijke) randvoorwaarden verzameld in een quick-scan, relevant voor de drie opgaven:

- Ecologische verbindingzone
- Waterbewuste inrichting
- Hittereductie

Stap 2: er is een voorstel gedaan voor een eisenpakket van een te realiseren verbindingzone dat past bij de eisen van de gekozen gids-/ doelsoorten. Vanwege de hoge ligging is een droge verbinding het meest haalbare, maar als we kansen zien voor uitbreiding met een natte zone verdient dat de voorkeur.

Stap 3: naast de ecologische eisen zijn ook de randvoorwaarden voor de wateropgave verkend. Eventuele watertekorten voor te realiseren (hittereducerend) groen moeten later nog vastgesteld worden, evenals de eisen vanuit hittereductie. Op dit moment kan de 3-30-300 regel (C. Konijnendijk, Nature Based Solutions Institute) gehanteerd worden. Dat houdt in dat er vanuit elke woning 3 bomen zichtbaar zijn, dat 30% van een wijk beschadwd wordt door bomen en dat vanuit elke woning op 300 meter afstand een verkoelend parkje is. Op het Billiton terrein is het planten van bomen moeilijk i.v.m. zware bodemvervuiling. De verontreinigde bodemlaag is afgesloten, waardoor hemelwater niet geïnfiltreerd kan worden in het gebied. Het daar benodigde kroonoppervlak zal met innovatieve technieken gerealiseerd moeten worden.

Workshop 2 : randvoorwaarden opgaven ecologie, water en hitte

Datum: 6 april 2023

Aanwezig: Carla Grashof, Joris Voeten, Ronald Bos, Robin Driessen, Hans van Loon, Marjolein van Essen, Shannen Dill.

2.1 Doel workshop

In deze sessie is stap 4 van de vervolgstappen uit hfdst. 1.2.4 opgepakt. De deelnemers hebben gekeken in hoeverre en waar de drie opgaven (ecologie, water en hitte) zijn te combineren met functionele ecosystemen. Ook is gekeken naar knelpunten in deze combinaties en mogelijke oplossingen daarvoor.

2.2 Voorbereiding workshop

Als voorbereiding op deze workshop zijn vervolgstappen 1, 2 en 3 uitgewerkt door gemeente Arnhem en Wageningen Environmental Research (zie hfdst 1.2.4). Deze zijn verwerkt in een presentatie. Het gebruikte kaartmateriaal verzameld in stap 1 is geanalyseerd in een quick scan en uitgeprint als input voor de workshop. Met de inputkaarten en transparant schetspapier kan tijdens de workshop een werkkaart gemaakt worden waarop ruimtelijk specifieke suggesties ingetekend kunnen worden. Er is vooraf een berekening gemaakt van het benodigde ruimtebeslag voor de ecologische verbindingzone en voor de opvang van regenwater in het te ontwikkelen Rijnpark.

2.3 Uitvoering workshop

2.3.1 Opgave water

In het gebied is water een leidend principe. Binnen spoorzone Oost ligt het Rijnpark relatief hoog door het opbrengen van circa vier meter zand. Samen met het spoortalud en de kademuur langs de Rijn is het lager gelegen broekgebied ten noorden en oosten van Rijnpark ingesloten. Het hemelwater op het emplacementsterrein infiltreert in de bodem en het hemelwater dat op het bedrijventerrein valt wordt met riolen afgevoerd naar het westen (klein deel) en via de stamlijn naar het oosten (grootste deel).

In deze sessie is het uitgangspunt gehanteerd dat buien met een intensiteit tot en met 40mm per 2 uur worden verwerkt op eigen terrein. Dit geldt voor zowel de openbare ruimte als particuliere ruimte. Bij extreme of calamiteitenbui (bui met een intensiteit tussen de 90 en 130 mm in 2 uur) dient 40mm verwerkt te worden op eigen terrein. Het overschot wordt verwerkt in de openbare ruimte.

Er wordt gestreefd hemelwater binnen het gebied te infiltreren of tijdelijk te bergen. Om een beter beeld te krijgen van het benodigde ruimtegebruik, is berekend hoeveel ha er nodig is indien er alleen wordt uitgegaan van tijdelijke waterberging en infiltratie in WADI's met een maximale diepte van 30 cm i.v.m. veiligheidseisen. De resultaten staan weergegeven in Tabel 2.1.

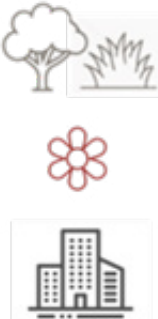


Tabel 2.1: Ruimtebeslag infiltratie regenwater in WADI's in openbaar terrein in het te ontwikkelen Rijnpark. De ruimtevraag is berekend voor 40mm, 90mm en 130 mm buien voor openbaar terrein, particulier terrein en het Fluvium terrein naast Rijnpark. De tabel is gebaseerd op gegevens van de gemeente Arnhem.

Regenval per 2 uur	Terrein	Opp (m ²)	Te bergen hoeveelheid (m ³)	Benodigde ruimte (m ²)	Totale ruimtevraag (ha)
40 mm	Openbaar	394.160	15.767	52.555	5,3
	Particulier	231.580	0	0	0
	Fluvium	0	4.100	13.667	1,4
	Totaal	625.740	19.867	66.222	6,6
90 mm	Openbaar	394.160	35.474	1.18.249	11,8
	Particulier	231.580	20.842	69.474	6,9
	Fluvium	0	0	0	0
	Totaal	625.740	56.316	187.723	18,8
130 mm	Openbaar	788.320	51.241	170.804	17,1
	Particulier	463.160	20.842	69.474	6,9
	Fluvium	0	4.100	13.667	1,4
	Totaal	1.251.480	76.183	253.945	25,4

Uit de berekening blijkt een totale WADI-oppervlakte van 25,4 ha nodig te zijn bij een bui intensiteit van 130mm per twee uur. Voor een bui van 90mm is ongeveer 18,8 ha aan WADI's benodigd. Voor een bui van 40mm is een ruimtevrage van 6,6 ha. Dat is inclusief 1,4 ha voor het afvoeren van hemelwater van het ten westen van Rijnpark gelegen Fluvium gebied naar Rijnpark.

2.3.2 Opgave ecologie

Tabel 2.2. Ecologische voorwaarden gidssoorten ecologische verbindingzone.

<ul style="list-style-type: none"> • bosstroken • (oude) bomen en struken • bloemrijk en struktuurrijk • grasland • nabijheid gebouwen 	<ul style="list-style-type: none"> • 20-40 m breed • afstand tussen stapstenen max. 800 m • stapsteen min. 2 ha • gatgroottes van 100 m (vogels), 50 m (eekhoorn, insecten), 0 m (egel) 	<ul style="list-style-type: none"> • faunapassages bij grote (spoor)wegen • voor egel ook bij kleine wegen (faunabuis) • steile oevers
		

In de voorbereiding zijn voor de ecologische verbindingzone ruimtelijke randvoorwaarden gehanteerd gebaseerd op de gehanteerde verbindingzone in Presikhaaf (Veenbos en Bosch 2004) en verder gespecificeerd met eigenschappen van soorten (vogels, kleine zoogdieren, vlinders en bijen) met o.a. informatie uit het uit het handboek Robuuste Verbindingen (2004), zie interne notitie ecologie soorten Rijnpark (Grashof-Bokdam en Driessen, in prep.). De gidssoorten zijn: Boomklever, Gewone dwergvleermuis, Eekhoorn, Oranjetipje, Gewone sachebijn en Egel. Hermelijn en Das worden in de interne notitie ook genoemd, maar stellen hogere eisen aan een verbindingzone. Voor een robuuste

verbinding moeten voor de boomklever de stapstenen voor een robuuste verbinding overigens hoger zijn dan de gehanteerde normen in deze verbindingzone. De maatvoering die bij deze gidssoorten hoort is:

- een continue verbinding van 40 meter breed
- om de 800 meter een stapsteen van minimaal 2 ha
- 3 stapstenen van 2 ha is 6 ha
- 800 m corridor van 40 m breed is ongeveer 3 ha
- extra corridor 500 m naar zuid van 40 m breed is ongeveer 2 ha
- totaal 11 ha

De habitattypen binnen de groenstructuur (verbinding en stapstenen) bestaan uit gradiënten van (oude bomen)/ bosstroken, struiken, struktuurrijk en bloemrijk grasland. Voor enkele meeliftende soorten als huismus, gierzwaluw en zwarte roodstaart is de nabijheid van gebouwen nodig.

Alle soorten hebben faunapassages nodig voor grote (spoor)wegen of (grote) wateren met steile / beschoeide oevers.

De meeste gidssoorten komen volgens NDFF gegevens van de afgelopen 5 jaar zowel onder als boven de Rijn voor, in Arnhem Zuid (in parken en/of uiterwaarden, Meinerswijk) en in Arnhem Noord (stuwwal, spoordijk Arnhem-Zutphen, Presikhaaf). Veel soorten zijn rondom Rijnpark aangetroffen, maar niet in het gebied zelf. Dat wil niet zeggen dat de soorten er met zekerheid niet voorkomen, het gebied wordt waarschijnlijk ook zelden bezocht door vrijwilligers die soorten invoeren in de NDFF.

In deze sessie is uitgegaan van een verbindingzone die goed samen kan vallen met de hier boven voorgestelde groenzone voor waterberging:

- In oostelijke richting kan deze verbinding verder lopen over het spoortalud en in het oosten ook aftakken naar het zuiden. De tak richting het oosten wordt nu onderbroken door een weg, daar is een faunapassage nodig met voldoende ruimte voor een weg eronderdoor.
- In deze verbindingzone stellen we 3 stapstenen voor van minimaal 2 ha. Deze kunnen ook ingericht worden als waterinfiltratie en bergingsgebied waarbij in de meest westelijke de nadruk ligt op waterberging en in de meest oostelijke op ecologie. Poelen, vijvers ed. leveren drinkwater voor fauna op die ook voor de waterberging nuttig zijn.

- De corridor is minimaal 40 m breed en kan gecombineerd worden met een sloot. Deze sloot loopt ook door de stapstenen. Op die plek is het aanbrengen van een natuurlijke afdichting (bijvoorbeeld leem) of een technische oplossing wellicht nodig om het water voldoende vast te houden om de vegetatie van voldoende water te voorzien.
- De inrichting van de verbindingszone kan via spontane ontwikkeling verlopen, maar dat vergt veel tijd. Het aanbrengen van een casco begroeiing met voldoende ruimte voor spontane ontwikkeling van delen van een functioneel ecosysteem kan een goede middenweg zijn.
- Richting het zuiden loopt de verbinding nu dood. Een aan te leggen brug voor wandel/fietsverkeer is een mooie kans om ook een groene verbinding naar de zuidoever van de Rijn te creëren vanuit de meest westelijke stapsteen. Omdat de brug relatief hoog ligt zou de ontwikkeling van een oplopend gebouw met groen dak (park) een eyecatcher van Arnhem kunnen worden.
- Richting het noorden kunnen kleinere verbindingen naar woongebied het Broek meerwaarde voor mensen en ecologie opleveren.
- De beoogde verbindingszone kan onderdeel worden van een groter functioneel ecosysteem van Arnhem. Daarnaast zijn kleinere verbindingen en haarvaten nodig zodat soorten een ander leefgebied kunnen bereiken bij weersextremen of bij concurrentie met andere soorten of mensen. Daarvoor liggen in de toekomst meerdere kansen:
 1. Op korte termijn kan de Rijnsoever en de Westervoortse dijk betrokken worden bij de ontwikkeling van Rijnpark. Een groene verbinding tussen Rijnpark en oever en langs de oever (naar singel centrum en naar het oosten) zelf levert ook een grote meerwaarde op voor de aantrekkelijkheid van het gebied, denk ook aan een eventuele oversteek naar het eiland.
 2. Bestaande wegen naar het noorden kunnen op de langere termijn bij de herinrichting omgevormd worden tot groenere verbindingen, zoals dat bij de Van Muijlwijkstraat gebeurt.
 3. Maak een goede inventarisatie van bestaand waardevol groen om in te passen in het nieuwe ontwerp. Oude bomen en groenelementen zijn waardevol en onvervangbaar.

2.3.3 Opgave hitte

De groene zones voor ecologie en water vormen een casco van toegankelijke parken, waar de kern voor ecologische doeleinden minder of niet toegankelijk kan zijn. Daarnaast voorkomt groen in de stad opwarming door reflectie van inkomend zonlicht (hoger albedo dan asfalt/beton/bitumen daken) en het verdampen van water (adiabatisch verkoelend effect). Bij een hoge bebouwingsdichtheid zal een belangrijke rol weggelegd zijn voor begroeiende daken en daktuinen, waar de hoge gebouwen de daktuinen niet te veel in de schaduw moeten zetten. Wat betreft de randvoorwaarden:

- De combinatie van de ecologische functie en de stedelijk verkoelende functie is 100% afhankelijk van waterbeschikbaarheid. Waterretentie op alle fronten is een belangrijke ontwerp-opgave en zal dus neigen naar het ontwikkelen van blauwgroene infrastructuur in plaats van alleen groene infrastructuren.
- Kleinere verbindingen langs de Rijn, richting de brug en tussen Rijnpark en het Broek (daar ligt al een groenstrook met bomen) zijn ook belangrijke onderdelen van een koele route. Functioneel groen is niet alleen nieuw groen, maar ook zeker zeer zorgvuldig omgaan met reeds bestaand groen (bomen en waterelementen met name).
- Het is niet eenvoudig om in de gepland stedelijke dichtheid een boomkroonbedekking van 30% te halen. Zoals gezegd zullen daktuinen en gevelgroen hier een belangrijke rol moeten spelen in leefbaarheid en hittereductie.
- De inrichting van gebouwen moet bij voorbaat ingesteld of minimaal voorbereid worden op afkoppelen van douche-afvalwater van het riool om na zuivering de daktuinen te kunnen irrigeren, naast het regenwater wat op de daken zelf wordt opgevangen. Zie als voorbeeld [TKI project Urban PhotoSynthesis](#).

2.4 Uitwerking workshop

WENR rondt met de gemeente het verslag af inclusief een uitwerking van de werkkartaal, de randvoorwaarden van de drie opgaven en eventueel onderdelen van de presentatie. WENR trekt de uitwerking van impressies en/of profielen (doorsnede tekeningen) van een aantal onderdelen:

- Corridor ecologische verbindingszone
- Drie stapstenen ecologische verbindingszone in combinatie met meer of minder waterberging/infiltratie
- Daktuinen en/of een “nature bridge building”

Workshop 3: Uitwerking Opgaven

Datum: 14 september 2023

Aanwezig: Carla Grashof, Ronald Bos, Marian Enders, Joris Voeten, Shannen Dill

3.1 Doel workshop

In deze workshop zijn de uitwerkingen van de ecologische verbindingszone besproken uit vervolgstap 5 (zie hfdst 1.2.4) Het gaat om een uitwerking van de corridor, van drie typen stapstenen en een verbinding over de rivier (bruggebouw), met een voorstel voor te gebruiken inheemse bomen en struiken. Daarnaast is de wateropgave uitgewerkt, waarin naast de bergingscapaciteit van de ecologische verbindingszone ook (verschillende combinaties van) groenblauwe oplossingen op daken en in de openbare ruimte zijn meegenomen. Voor de uitwerking van de hitteopgave is verwezen naar de TKI SIGS Publicatie: [Koele Plekken en Koele Routes als leidraad](#), aanvullend op het 3-30-300 ontwerpprincipe.

3.2 Voorbereiding workshop

Als voorbereiding op de workshop zijn impressies of doorsnedes gemaakt van corridor en stapstenen van de ecologische verbindingszone en is een impressie gemaakt van een "nature bridge building". Daarnaast is gebruik gemaakt van de binnen dit project door Wageningen Environmental Research ontwikkelde tabel van inheemse bomen, struiken en klimmers om specifiek voor de omgeving van Arnhem voor aanplant geschikte soortenlijst te presenteren. WEnR heeft ook de regenwateropvang capaciteit doorgerekend voor het voorgestelde ontwerp van corridors en drie typen stapstenen. Daarnaast heeft WEnR doorgerekend in hoeverre (verschillende combinaties) van 3 alternatieve waterbergingsmogelijkheden (groen dak, blauw/groen dak en ondergrondse infiltratie/retentievoorziening) kunnen bijdragen aan de resterende wateropgave in Rijnpark.

3.3 Uitvoering workshop

3.3.1 Uitwerking ecologie

Uitwerking corridor

De corridor van west naar oost is 800 meter lang en de aftakking naar het zuiden 500 m. De corridor heeft een breedte van 40 meter breed met een centrale sloot van 10 meter breed. Deze sloot heeft een diepte van 1 meter. Extra kleine verbindingen met andere groenstructuren zullen de verbinding versterken en kunnen voorkomen dat de verbinding doodloopt. Ook een verbinding over de rivier zal hier sterk aan bijdragen, aangezien veel soorten ook ten zuiden van de Rijn voorkomen (zie paragraaf 3.1.3).



Figuur 3.1: Schetsontwerp ecologische verbindingszone Rijnpark. (Shannen Dill)

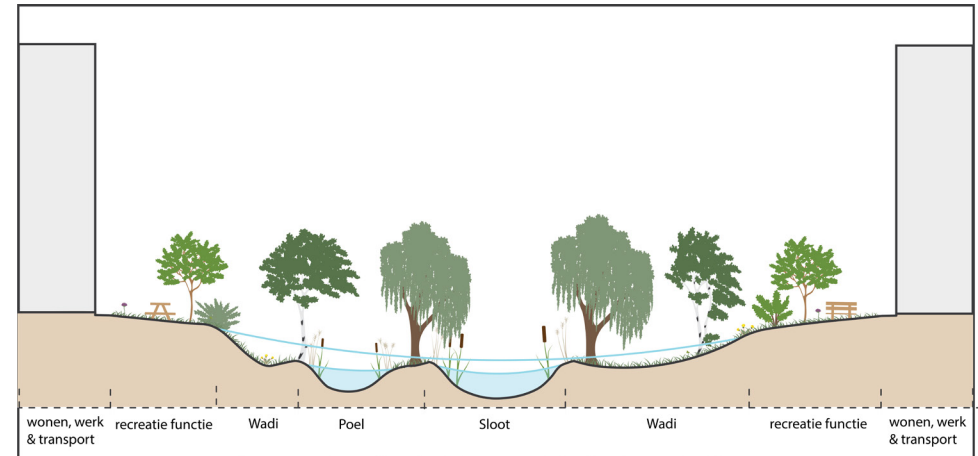
Uitwerking stapstenen

In de verbindingszone van 40 meter breed zijn drie stapstenen van elk 2 ha opgenomen, met een onderlinge afstand van minder dan 400 meter. Deze liggen dus minder van elkaar verwijderd dan het ecologische maximum van 800 m. Voor de verbindingszone zelf vonden we de minimale 20 meter te weinig ambitieus en zijn we uitgegaan van een breedte van 40 meter. De stapstenen geven wij weer als blokken van 200 meter lang en 100 meter breed, maar zijn in principe vrij van vorm, als de 2 ha oppervlakte maar gerealiseerd wordt. De doorsnedes die wij hieronder presenteren hebben dus een afmeting van 100 meter. De inrichting van deze stapstenen kan variëren. De meest westelijke stapsteen is optimaal ontwikkeld om zoveel mogelijk water te bergen terwijl de meest oostelijke optimaal is ontwikkeld voor droge natuur en recreatie. In het midden van de stapstenen loopt een al dan niet permanent watervoerende sloot van 10 meter breed die als centraal element door de hele verbindingszone heen loopt. Om deze sloot en evt. de omringende wadi's watervoerend te maken of te houden en te kunnen benutten voor watervoorziening van het groen moeten er voorzieningen worden aangebracht (bijvoorbeeld een leemlaag of een technische oplossing met infiltratiekratten) om (te snelle) wegzijging te voorkomen.

- Vanuit veiligheid mag het waterniveau in de wadi's niet hoger staan dan 30 cm. Dit is als basis gebruikt voor de maximale waterberging.
- Voor de centrale sloot hebben wij deze veiligheidsbeperking niet opgenomen, deze mag 1 meter diep zijn.
- Vanuit de ecologische functie moet het aanbrengen van verlichting worden vermeden, of in ieder geval blauwe of groene verlichting gemeden worden.

Stapsteen 1 west

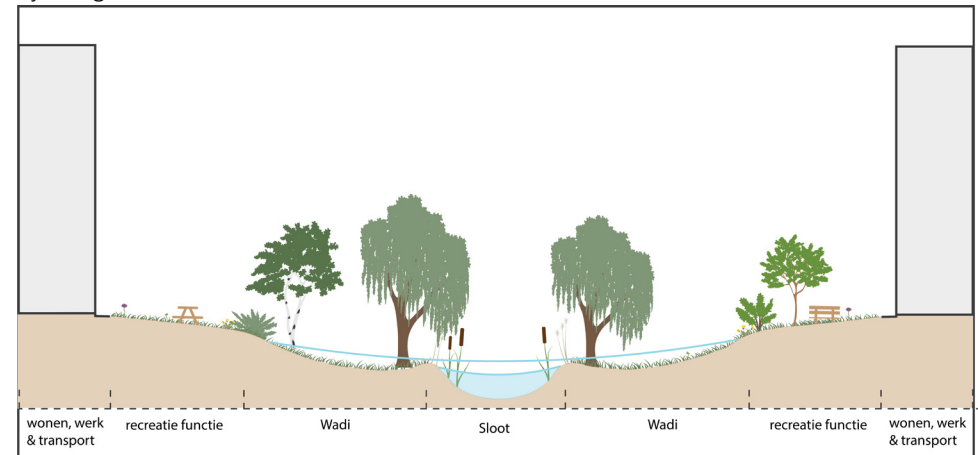
De meest westelijke stapsteen heeft de breedste natte zone (wadi) van 40 m. breed aan beide zijden van de sloot met inheemse bomen en struiken en natte kruidenrijke vegetatie om zoveel mogelijk water op te vangen. De droge recreatieve zone is hier vrij smal (5 m aan elke zijde van de stapsteen). In tijden van maximale wateropvang is de recreatieve functie beperkt tot een wandelpad, in droge tijden kan de wadi zelf ook gebruikt worden voor recreatieve doeleinden. De sloot zelf blijft 10 meter breed.



Figuur 3.2. Artist Impression dwarsdoorsnede stapsteen 1 (west, nat). (Shannen Dill)

Stapsteen 2 midden

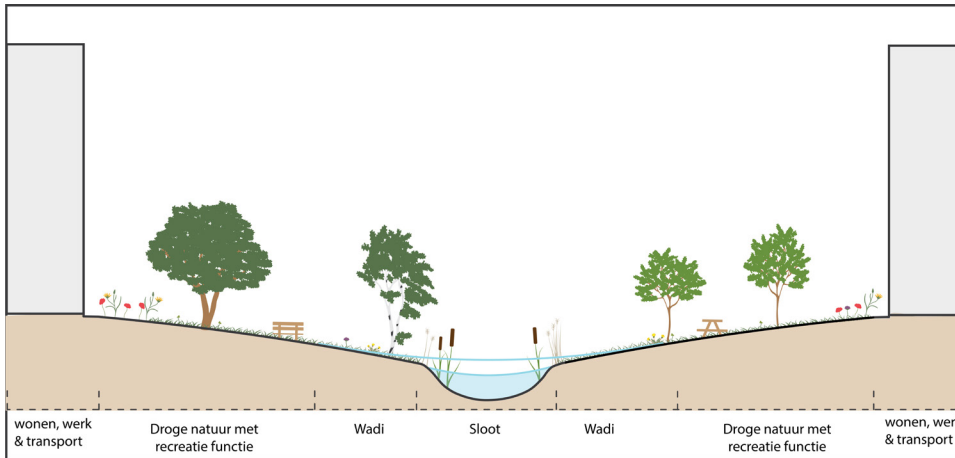
De middelste stapsteen heeft een smallere natte zone (2 x 20 meter) en een bredere droge natuur- en recreatieve zone (2 x 25 meter) met struiken, een enkele boom en kruidenrijke vegetatie.



Figuur 3.3. Artist Impression dwarsdoorsnede stapsteen 2 (midden, nat en droog). (Shannen Dill)

Stapsteen 3 oost

De meest oostelijke stapsteen heeft geen natte zone meer, alleen de centrale sloot van 10 meter breed loopt hier door. De vraag is of deze nog watervoerend blijft of dat het toch meer het karakter van een wadi krijgt. De rest van de stapsteen bestaat uit een droge natuur en recreatieve zone van twee keer 40 meter breed met inheemse bomen en struiken en natte kruidenrijke vegetatie.



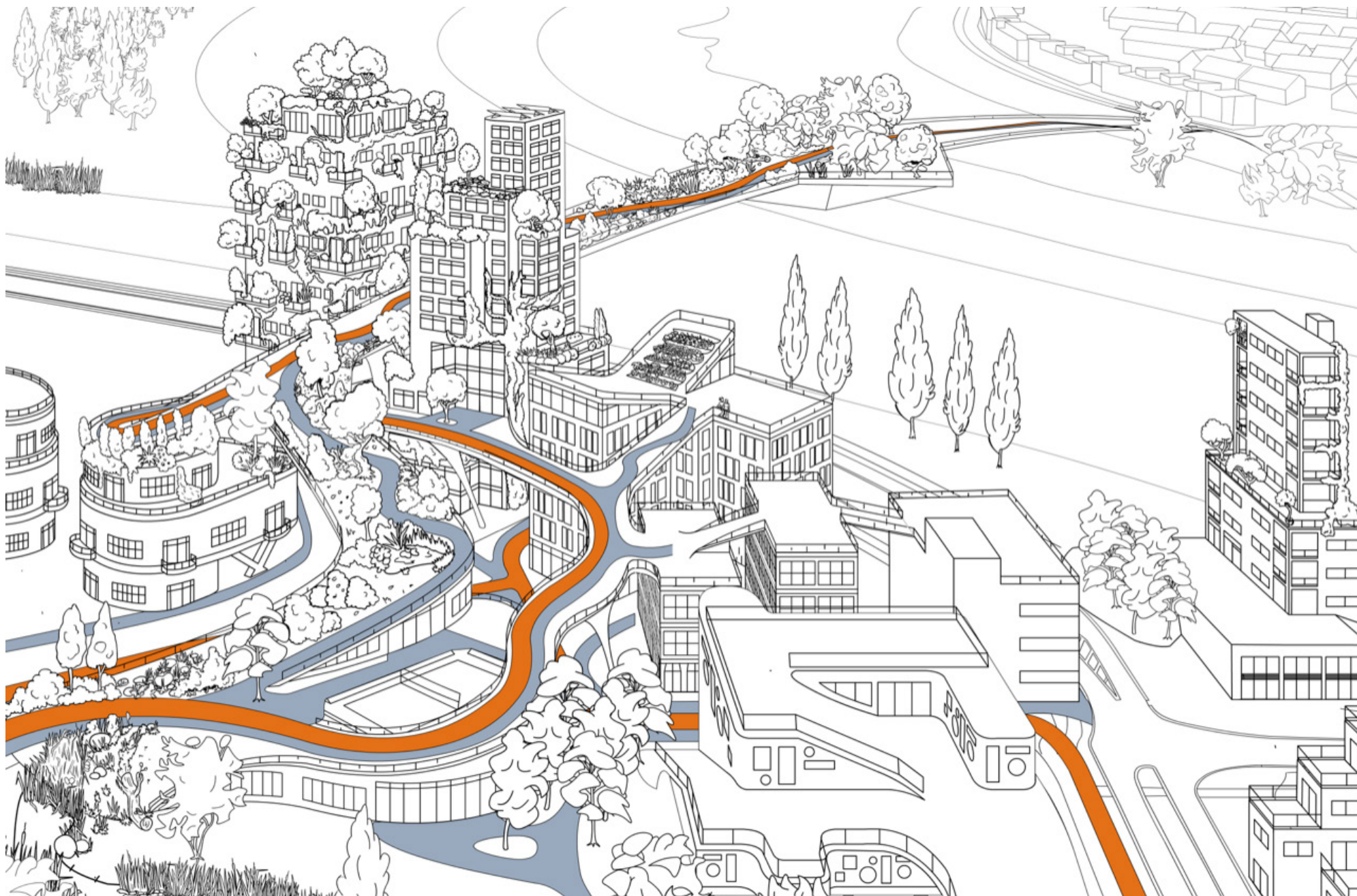
Figuur 3.4. Artist Impression dwarsdoorsnede stapsteen 3 (oost, droog). (Shannen Dill)

Uitwerking bruggebouw

Om te voorkomen dat de verbingszone doodloopt op de noordelijke Rijnover kan een verbinding over de Rijn bijdragen aan de verbinding van populaties van soorten ten noorden en ten zuiden van de Rijn. In de ontwikkeling van Rijnpark is sprake van de aanleg van een fiets/wandelbrug over de Rijn, ongeveer ten zuidwesten van Rijnpark. Dit biedt de mogelijkheid om een verbinding te creëren van de westelijke punt van de in deze studie voorgestelde corridor naar het zuiden richting en over de Rijn. Daarvoor is een zuidwaartse verbinding nodig door sterk verstedelijkt gebied en een groene verbinding naast de fiets/wandelbrug. In de voorbereiding van deze workshops een impressie gemaakt van deze verbinding.

In deze impressie loopt een fiets/wandelpad via een verhoogde opgang naar en over de fiets/wandelbrug. Een groene corridor loopt ook via een verhoogde opgang naar de brug en vormt samen met het fiets/wandelpad een groene verbinding naar de zuidoever van de Rijn. De corridor heeft ook waterelementen maar deze lopen niet door over de groene brug. In het midden van de brug is een verbreding aangebracht als groene stapsteen. De aanpalende hoogbouw rond de opgang naar de brug is voorzien van groene gevels en daken om de ecologische functie van dit gebied zo goed mogelijk te versterken en om koele recreatieplekken te creëren.

Zoals uit de studie naar voren komt (zie hfdst. 3.3.2) moeten alle mogelijke nature-based solutions voor waterberging en natuur inclusiviteit toegepast worden om te voldoen aan de wateropgave in Rijnpark.



Figuur 3.5. Artist Impression van de stedelijke ondergrond in toekomstig Rijnpark, met in oranje het fietspad over de brug naar Arnhem Zuid. (Studio Edward Kobus)



Figuur 3.6. De blauwgroene infrastructuur uitgewerkt op de stedelijke ondergrond van Rijnpark. (Studio Edward Kobus)



Figuur 3.7. Gecombineerd beeld van de Artist Impression. (Studio Edward Kobus)

Uitwerking Uitgangsmateriaal

Gebruik het liefst inheemse soorten en herkomstmateriaal die passen bij de regio (gebaseerd op status in Nederland, Fysisch Geografische Regio, bodemkaart en milieu (Grashof-Bokdam in prep.). Voor Arnhem zijn dat inheemse urbane soorten en soorten van de hogere zandgronden. Sommige soorten passen beter op droge, lemige zandgronden en leemgronden, anderen op (binnendijkse) klei- en zavelgronden of op terrasgronden van voormalige riviervlakten. Vermijd exoten die zich invasief gedragen. Vetgedrukte soorten in tabel 3.1, 3.2 en 3.3 zijn opgenomen in de klimaatadaptatietabel van Hiemstra (2018). Soorten die optimaal habitat vinden zullen een hogere kans op overleving vinden in deze regio dan soorten van suboptimaal habitat. In Rijnpark is echter een zandpakket opgebracht waardoor de ondergrond voor geen van de soorten optimaal zal zijn.

Urbane soorten

Tabel 3.1. inheemse soorten urbaan gebied.

	bomen	struiken, klimmers
optimaal		Bosrank
suboptimaal	Witte paardenkastanje, Witte abeel, Canadapopulier	

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

Soorten hogere zandgronden

Tabel 3.2: inheemse soorten hogere zandgronden.

	bomen	struiken, klimmers
optimaal	Ruwe berk, Tamme kastanje, Beuk, Wilde appel, Mispel, Groveden, Zoete kers, Wintereik, Zomereik, Wilde lijsterbes	Brem, Hulst , Jeneverbes, Zwarte braam, Boswilg, Gewone vlier, Taxus , Gaspeldoorn
suboptimaal	Gewone esdoorn, Haagbeuk, Ratelpopulier, Wilde peer, Winterlinde, Zomerlinde, Spaanse aak	Rode kornoelje, Hazelaar, Eenstijlige meidoorn , Sporkehout, Klimop, Wilde kamperfoelie, Hondсроos, Viltroos, Framboos, Kruipwilg, Trosvlier

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

Rivierklei Arnhem

Tabel 3.3. inheemse soorten Rivierklei.

	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 , Sleedoorn, Hondсроos, Zwarte Braam, Framboos, Boswilg, Duitse dot, Bittere wilg, Amandelwilg, Katwilg, Gewone vlier
suboptimaal	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.

We hebben in deze opdracht nog geen kruiden en grassen besproken. Ook voor deze soorten is het mogelijk om vegetatietypen en soorten te benoemen die bij deze regio en bodem thuishoren. Voor grasvegetaties (bermen e.d.) is het mogelijk om inheemse gras/kruidenmengsels in te zaaien. Deze mengsels moeten dan ook van Nederlandse of liefst regionale herkomst zijn. Ook is het een optie om inheemse zaden van kruiden te verzamelen (en opslaan) uit het (omliggende) gebied om dit vervolgens na de herontwikkeling in te zaaien.

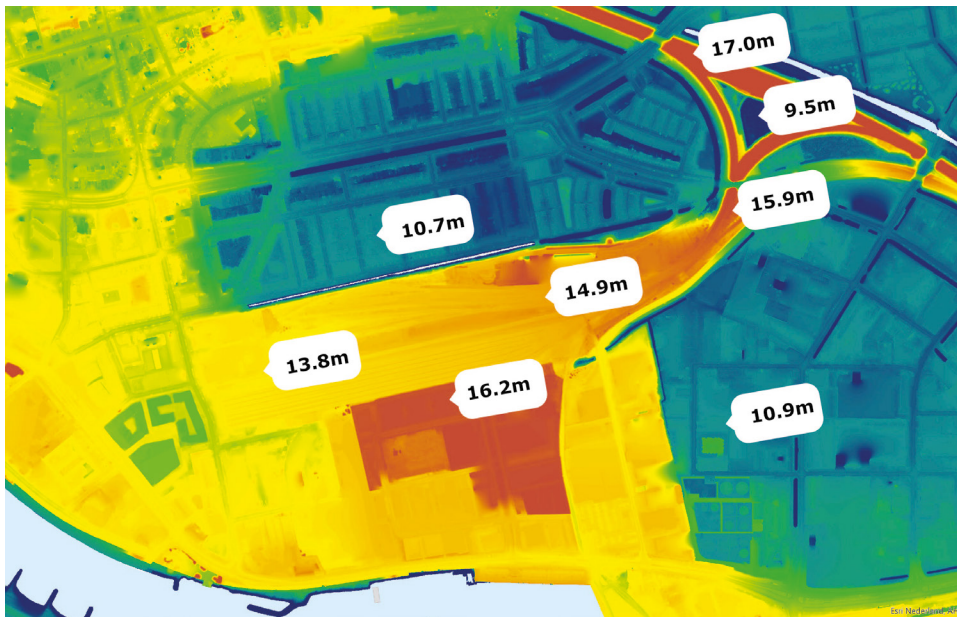
3.3.2 Uitwerking wateropgave (samenvatting)

Voor de uitwerking van de wateropgave is een apart document uitgeschreven (Dill et al. in prep). In deze paragraaf wordt een samenvatting van deze uitwerking weergegeven. In dit hoofdstuk is berekend in hoeverre de voorgestelde uitwerking van de verbindingzone bijdraagt aan de wateropgave in Rijnpark. Vervolgens is berekend in welke mate klimaat adaptieve inrichting van daken en openbare ruimte kan bijdragen aan de resterende wateropgave. Hiervoor zijn oplossingen doorgerekend met toepassing van groene en blauw/groene daken in de particuliere ruimte en infiltratievoorzieningen in de openbare ruimte, evenals combinaties van deze oplossingen.

Systeem- en gebiedsverkenning

Daarvoor is allereerst een systeem- en gebiedsverkenning gedaan van de bestaande situatie (bodem, ondergrond, reliëf en het watersysteem). Belangrijke conclusies:

- Het gebied 'Spoorzone Oost' wordt gekenmerkt door de ligging tussen de stuwwal en de rivier de Neder-Rijn.
- Het Rijnpark is gelegen in de uiterwaarden van de Neder-Rijn. De ophoging van het terrein met 4 meter zand laat nauwelijks ruimte over voor natuurlijke dynamiek in de waterhuishouding .
- De omliggende lagere gebieden zijn kwetsbaar voor afstromend water vanuit Rijnpark
- Het Billitonterrein is sterk vervuild en de bodem is afgedekt waardoor infiltratie daar niet mogelijk is. Het Fluvium-terrein gelegen aan de linkerzijde van Rijnpark watert af op Rijnpark.
- Het hemelwater van verhardingen wordt via een hemelwaterstelsel afgevoerd naar het oosten en westen.



Figuur 3.8. De kaart geeft een overzicht van de hoogteverschillen in het Rijnpark en nabije omgeving. Enkele hoogten zijn weergegeven op de kaart. De ophoging van 4m zand in het Rijnpark is goed zichtbaar. De data is afkomstig uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) waarbij de terrein hoogte worden weergegeven met een resolutie van 0.5m.

De benodigde wateropgave is weergegeven in hoofdstuk 2.2. Uitgangspunten bij de uitwerking zijn:

- Buien tot en met 40mm per 2 uur worden verwerkt op eigen terrein. Dit geldt voor zowel de openbare ruimte als de particuliere ruimte. Voor de openbare ruimte wordt de berging gevonden op het huidige emplacement (de toekomstige ecologische groenblauwe zone).
- Bij een calamiteitenbui (bui tot 130 mm in 2 uur) dient hiervan 40 mm verwerkt te worden op eigen terrein. Dit geldt zowel voor de openbare ruimte als de particuliere ruimte. Het overschot mag geloosd worden in de openbare ruimte.
- Er mag geen schade ontstaan aan of in gebouwen door een calamiteitenbui.
- Buien tot en met 40 mm, komende van het Fluvium dienen verwerkt te worden in het projectgebied. Dit resulteert in 4.000 m³ extra te bergen hemelwater binnen het projectgebied.
- Hemelwater van het Billitonterrein wordt via een drain afgevangen en afgevoerd op het hemelwatersysteem. In verband met de hoge mate van bodemverontreiniging op het terrein is hemelwaterinfiltratie op het Billitonterrein niet mogelijk. Dit gebied wordt daarom als volledig verhard beschouwd.
- Hemelwater wordt zoveel mogelijk lokaal geïnfilteerd m.u.v. het Billitonterrein.
- Het waterniveau in wadi's mag niet hoger zijn dan 0,3 m i.v.m. veiligheid voor kinderen.
- Op het open water van de sloot/watergang kan maximaal 1 m water opgezet worden, wat als detentievolume geldt. Het volume van de watergang bij normale waterhoogte zelf telt niet als waterberging.
- De berekening van de bergingscapaciteit wordt niet verrekend met de infiltratiecapaciteit, omdat die niet bekend is.

De wateropgave

De waterovergave kan worden onderverdeeld in drie buien met verschillende bergingsopgaves:

1. 40 mm per twee uur zorgt voor een bergingsopgave van 19.867 m³.
2. 90 mm per twee uur zorgt voor een bergingsopgave van 56.316 m³.
3. 130 mm per twee uur zorgt voor een bergingsopgave van 76.183 m³.

Aan de hand van de bergingsopgave en uitgangspunten is berekend wat de infiltratie- en bergingscapaciteit is van de in stapstenen en corridors in het voorgestelde ontwerp (hfdst. 3.2). De berekende capaciteit van de stapstenen en corridors samen resulteert in een capaciteit van 36.840 m³. Dit is voldoende om een bui van 40mm (19.867 m³) te bergen in het gebied. Voor een bui van 130 mm zijn deze zones alleen onvoldoende en resulteert dit in een tekort van 39.343 m³ aan detentiecapaciteit (tabel 3.4).

Tabel 3.4. Berekende bergingscapaciteit in de stapstenen en corridors.

Waterbergen en infiltreren	Opp (m ²)	Blijvend nat/watervoerend (capaciteit waterberging m ³)	Valt droog (capaciteit waterberging m ³)	Totaal (capaciteit waterberging m ³)
Stapsteen (Droog)	20.000	4.000	2.400	6.400
Stapsteen (Droog-Nat)	20.000	6.000	1.800	7.800
Stapsteen (Nat)	20.000	10.000	1.200	11.200
Corridor (Oost-West)	32.000	3.200	3.840	7.040
Corridor (Noord-Zuid)	20.000	2.000	2.400	4.400
Totaal	112.000	25.200	11.640	36.840

3.3.3 Overige mogelijkheden hemelwaterberging

Om de resterend hoeveelheid hemelwater te bergen in het gebied zijn drie maatregelen vergeleken. Per maatregel is gekeken naar de bergingscapaciteit per m² zie tabel 3.5. Vervolgens is uitgerekend hoeveel ha er nodig is om het tekort aan bergingscapaciteit van (39.343 m³) te dekken bij een bui van 130mm.

Tabel 3.5. Waterbergingscapaciteit van drie alternatieve toepassingen.

	Waterbergingscapaciteit (m ³ /m ²)	Theoretisch benodigde ruimte om het bergingstekort bij 130 mm bui op te vangen (ha)
Extensief groen dak	0,03	131,1
Blauw/groen dak	0,10	39,3
Ondergrondse infiltratievoorziening	0,95	4,1

Vervolgens zijn drie scenario's doorgerekend voor een bui met 40 mm en 130mm. De bergingscapaciteit in de stapstenen en corridors blijft onveranderd (36.840 m³) de resterende wateropgave wordt enkel verminderd door verschillende waterbergingsmaatregelen in de scenario's (zie tabel 3.6):

- Scenario 1: volledig dakoppervlak inrichten met 70% blauw/groen dak en 30% extensief groen.
- Scenario 2: 20% van de openbare ruimte is ingericht met een ondergrondse infiltratievoorziening.
- Scenario 3: een combinatie van scenario 1 en 2.

Alleen in scenario 3 is de bergingscapaciteit van regenwater voldoende groot zodat er een overschot is aan opvangcapaciteit, zelfs bij piekbuien van 130 mm.

Tabel 3.6. Waterbergingscapaciteit van 3 scenario's van verschillende combinaties van de toepassingen uit tabel 3.5. Negatieve getallen duiden in de tabel op een bergingstekort.

	Waterbergingscapaciteit over bij 40 mm bui (m ³)	Waterbergingscapaciteit over bij 130 mm bui (m ³)
Scenario 1	35.268	-21,048
Scenario 2	43.185	-13,131
Scenario 3	61.479	5,163

Conclusies uitwerking wateropgave:

- Het gebied 'Spoorzone Oost' wordt gekenmerkt door de ligging tussen de stuwwal en de rivier de Neder-Rijn. Het Rijnpark is gelegen in de uiterwaarden van de Neder-Rijn. Dit resulteert in een van nature dynamisch gebied dat wordt beïnvloed door hoogteverschillen, verschillende bodemsoorten, wisselende grondwaterstanden en kwelinvloeden vanuit de stuwwal en rivier.
- Het gebied kent aanzienlijke hoogteverschillen: dicht bij de rivier is het terrein opgehoogd met zand en wordt een deel volledig omsloten door hoge spoordijken waar verder van de rivier laag geleden delen liggen. Dit creëert de nodige uitdagingen in het water- en landschappelijk ontwerp
- De waterbergingsopgave is fors door onder ander extra water van aanpalende terreinen en kan eigenlijk alleen gerealiseerd worden als er waterretentie en-detentie maatregelen genomen worden zowel in de openbare als particuliere buitenruimte
- Dit genereert kansen voor het publieke gebied voor de creatie van een koele en natuurinclusieve wijk.

- Bij de stedelijke ontwikkeling moet er daadwerkelijk wel de nodige ruimte aan stapstenen en verbindingzones gecreëerd worden
- In de aanbesteding van de bebouwing zal regenwater beheer als functionele eis in hoeveelheden en prestaties opgenomen moeten worden om de gestelde doelen te kunnen halen
- Bij de aanbesteding, vergunningen en handhaving moeten ook echt het leeuwendeel van de platte oppervlakken (daken) blauw/groen worden ingericht op de particuliere terreinen. Dit genereert goede kansen voor echt natuur inclusieve en leefbare stadsontwikkeling in het nieuw te ontwikkelen gebied.

3.3.4 Uitwerking hitte opgave

Bij de workshop is verwezen naar de TKI SIGS Publicatie: [Koele Plekken en Koele Routes als leidraad](#), aanvullend op het 3-30-300 ontwerpprincipe, waarin allerlei basisprincipes en richtlijnen voor natuurlijke verkoeling zijn gebundeld. Belangrijke uitgangspunten zijn:

- Houdt in de aan te leggen bebouwing oost-westelijke openingen voor ventilatie
- Vervang de aan te leggen verharding zo veel mogelijk door beplanting en plaats groene gevels.
- Plant bladverliezende bomen met een dichte kroon waar mogelijk of werk met pergola's met bladverliezende klimplanten.

Literatuur

Broekmeyer, M. E. A., & Steingröver, E. G. (2001). Handboek robuuste verbindingen: [ecologische randvoorwaarden]. Alterra. <https://edepot.wur.nl/43373>

Dill, S., Grashof-Bokdam, C., Voeten J. in prep. De wateropgave Spoorzone-Oost.

Grashof-Bokdam, C.J. in prep. Bomenlijst ecosysteem stad.

Grashof-Bokdam, C.J. & Driessen, R. in prep. Ecologie soorten Rijnpark.

Hiemstra, J.A. (2018). Groen in de stad: soortentabel. Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/460540>

Veenenbos en Bosch landschapsarchitecten i.s.m. Groene Ruimte (2004). Ecozones Presikhaaf. Arnhem/Wageningen.

Weppelman, I., Snep, R., Hiemstra, J., Voeten, J. (2023). Aantrekkelijke koele plekken & Routes. Basisprincipes en richtlijnen voor natuurlijke verkoeling. Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/637525>

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, regenwater-afvang, 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.

