Hummelo, Stokhorsterpark

Onderzoek klimaatadaptatie
Gemeente Bronckhorst

sab adviseurs in ruimtelijke ontwikkeling
info@sab.nl - www.sab.nl

Disclaimer tekst
Bij het samenstellen is de grootst mogelijke zorgvuldigheid nagestreefd. Toch kan de informatie in deze uitgave niet juist of onvolledig zijn.
De Opdrachtgever is hiervoor niet aansprakelijk. Als u van mening bent dat er beeldmateriaal is gebruikt waarover u het beeldrecht heeft, neem dan contact op met de opdrachtgever via onze website of bovengenoemde adres.

Copyright
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen, in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt worden in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

1.1 Aanleiding 3
1.2 Doel 3
1.3 Besluitgebied 4
1.4 Kader 4

2 Planbeschrijving 5

2.1 Bestaande situatie 5
2.2 Toekomstige situatie 8

3 Beleidskader 11

3.1 Waterbeleid 11
3.2 Klimaatbeleid 12

4 Klimaatscan 14

4.1 Wateroverlast 14
4.2 Droogte 17
4.3 Hitte en schaduw 21
4.4 Waterveiligheid 27
4.5 Bodemdaling 30
4.6 Biodiversiteit 31

5 Conclusies 36

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Stokhorsterpark betreft een locatie van circa 4,6 hectare aan de westzijde van de kern Hummelo. In Hummelo bestaat reeds langere tijd de behoefte nieuwe woningen te realiseren. In samenspraak met stakeholders is besloten om betaalbare woningen voor jongeren, starters, doorstromers en inwoners met een zorgvraag te realiseren op de locatie van het Stokhorsterpark. De beoogde woningbouwontwikkeling bestaat uit maximaal 66 woningen voor deze doelgroepen. In de woonwijk zal ook veel ruimte zijn voor groen, (pluk)tuinen en recreatie.

De herbestemming van de agrarische functie naar wonen is in strijd met het geldend bestemmingsplan. Om de gewenste ontwikkeling juridisch-planologisch mogelijk te maken is een wijziging van het omgevingsplan noodzakelijk. In artikel 5.85 van de provinciale omgevingsverordening is vastgesteld dat in de toelichting op het omgevingsplan een beschrijving dient te worden gegeven van de maatregelen die worden genomen om de risico's van klimaatverandering te voorkomen of te beperken. Daarnaast heeft de provincie zich aangesloten bij de Leidraad Klimaat-adaptief Bouwen en geldt in gemeente Bronckhorst het beleidsplan 'Samen voor biodiversiteit'.

Derhalve is voor deze omgevingsplanprocedure voorliggend klimaatonderzoek uitgevoerd voor de aspecten waterveiligheid, wateroverlast, droogte, hitte, bodemdaling en biodiversiteit.

1.2 Doel

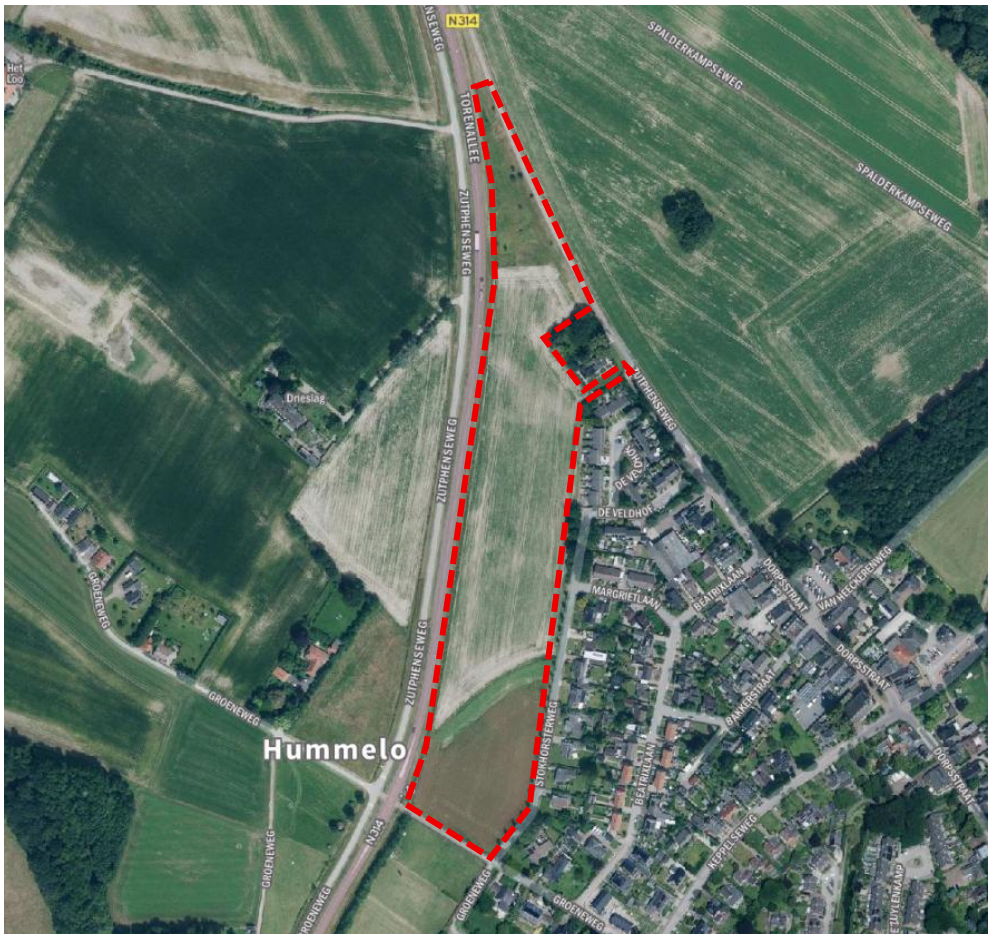
Met het oog op klimaatverandering en de toename in weersextremen wordt waterrobuust en klimaatbestendig handelen steeds belangrijker. Een grondige analyse van het besluitgebied is hierbij van belang. Als hulpmiddel voor deze analyse wordt een onderzoek naar klimaatbestendigheid uitgevoerd. In dit onderzoek wordt informatie verzameld over de gevoeligheid van de locatie voor diverse klimaataspecten en de invloed van het uit te voeren plan op deze aspecten. Daarnaast wordt inzicht gegeven in geschikte adaptatiemaatregelen. Als basis voor dit klimaatonderzoek wordt de landelijke maatlaat voor een groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving[1] gebruikt. Het doel van dit onderzoek is om klimaatadaptatie binnen de planologische procedure te waarborgen en invulling te geven aan een klimaatrobuuste, toekomstbestendige ontwikkeling.

[1] Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving, Ministeries van BZK, IenW en LNV, 02-12-2022

1.3 Besluitgebied

Het besluitgebied voor de woningbouwlocatie ligt in Hummelo tussen de Zutphenseweg (N314), Groeneweg en de Stokhorsterweg, grenzend aan de bebouwde kom van Hummelo. Het besluitgebied bestaat uit de volgende kadastrale percelen: HML02-D-2403 (Hummelo); HML02-D-2405 (Hummelo); HML02-D-2406 (Hummelo); HML02-D-2421 (Hummelo); HML02-D-2422 (Hummelo); HML02-D-2597 (Hummelo); en HML02-D-1316 (Hummelo).

Navolgende afbeelding geeft het besluitgebied (globaal rood omlijnd) ten opzichte van de omgeving en de globale begrenzing hiervan weer.



Besluitgebied (rood omlijnd) ten opzichte van de omgeving (bron: PDOK, bewerking: SAB).

1.4 Kader

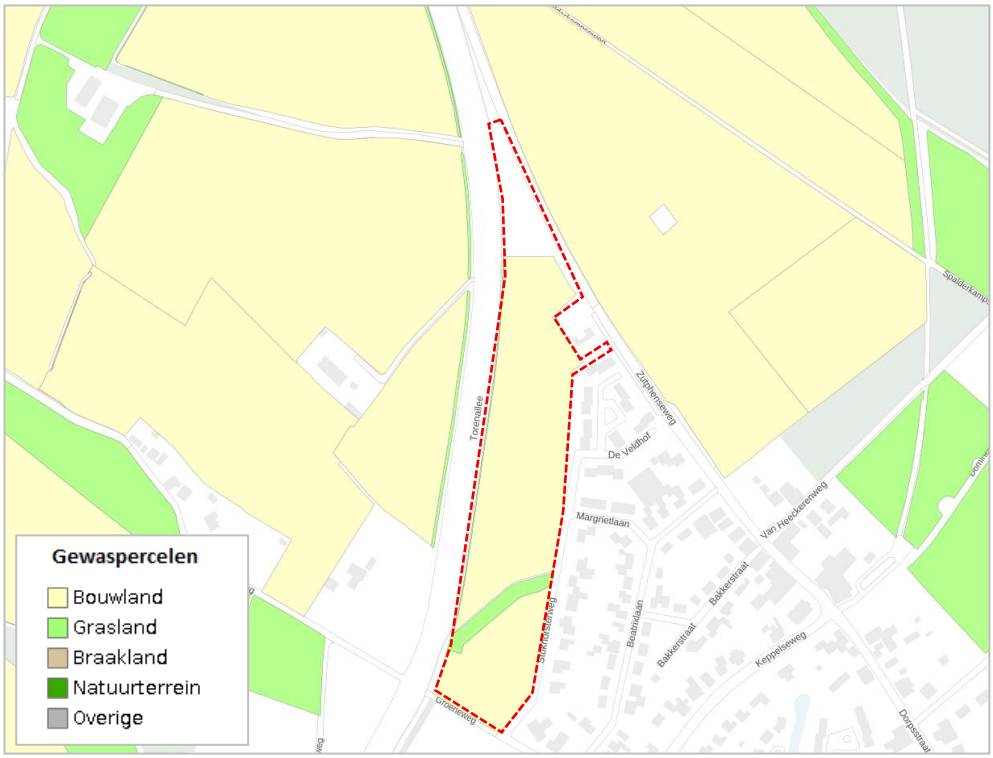
Deze rapportage is opgesteld ten behoeve van de omgevingsplanwijziging en is opgesteld op basis van het stedenbouwkundig ontwerp. De toetsing richt zich met name op de inrichting van de openbare ruimte en is getoetst aan het bestaande beleid. Het is mogelijk dat gedurende de verdere ontwikkeling van de plannen andere inzichten ontstaan en het plan wijzigt.

2 Planbeschrijving

2.1 Bestaande situatie

2.1.1 Ruimtelijke situatie

In de bestaande situatie is het besluitgebied in gebruik voor agrarische doeleinden. Er bestaat nog geen bebouwing binnen het gebied. Direct ten oosten van het gebied ligt wel een bestaande woonwijk, waartussen de Stokhorstweg de begrenzing vormt. Het agrarische gebied wordt voornamelijk gebruikt als bouwland, waarbij in de gewaspercelen historie is aangeven dat voornamelijk maïs werd verbouwd, in enkele jaren afgewisseld met bieten of aardappelen. Daarnaast loopt in het zuiden van deze velden een wandelpad tussen de Stokhorsterweg en Groeneweg, en bestaat de noordelijke hoek uit (natuurlijk) grasland.



Gebruik bestaande situatie (bron: atlas leefomgeving (gewaspercelen), bewerking: SAB)

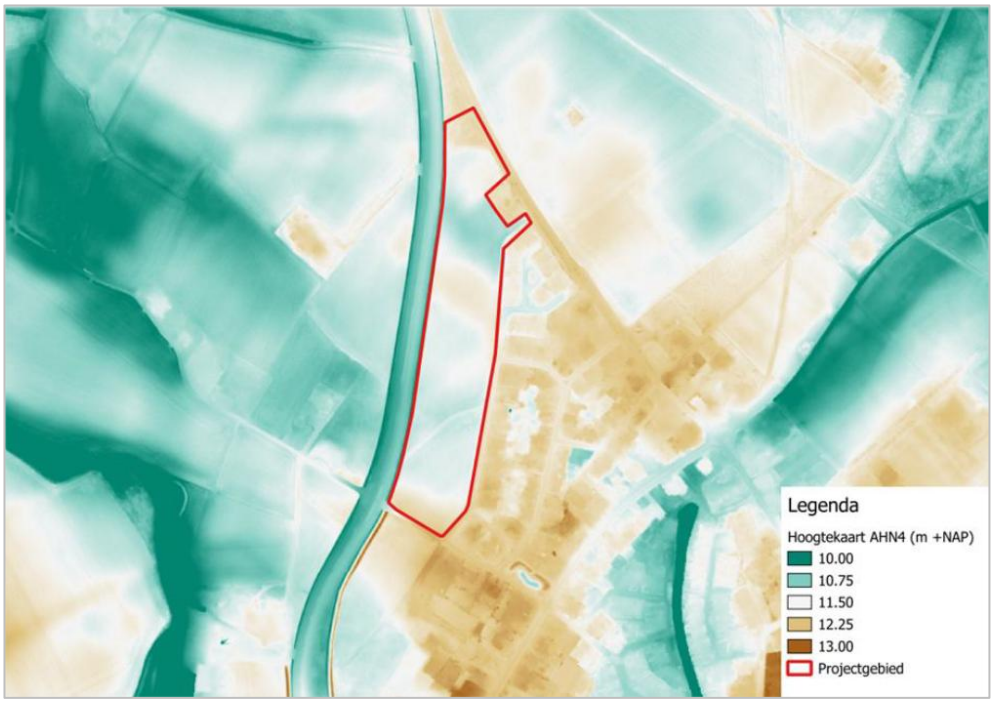
Alle voorgenomen verharding die in het stedenbouwkundig ontwerp bestaat betreft dus een toename. Echter kan de waterhuishouding van het gebied, die voor agrarisch gebruik strak beheerd moest worden, door het plan een meer natuurlijke staat krijgen en wordt meer oppervlaktewater gerealiseerd. Door de ontwikkeling wordt een groot aantal planten verwijderd, maar aangezien dit (intensief beheerde) gewassen zijn bestaat er in de huidige situatie weinig ecologische waarde, en er bestaat door de halfhoge planten geen significante verkoeling door schaduw. Wel wordt verdamping uit de bodem geremd door de agrarische beplanting.

2.1.2 Geohydrologische situatie

De informatie in deze paragraaf is afkomstig uit het geohydrologisch onderzoek en de watertoets die voor het plan zijn uitgevoerd.[2] Deze zijn ook opgenomen als bijlagen bij de motivering voor de wijziging van het omgevingsplan.

Maaiveldhoogtes

Het maaiveld binnen het besluitgebied varieert van ca. +10,90 m NAP in het midden van het besluitgebied tot +11,70 m NAP aan de noordelijke en zuidelijke grenzen. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ligt op ca. +9,5 m NAP. Daaruit kan worden geconcludeerd dat het minimale ontwateringsniveau op circa 2,0 m onder het maaiveld ligt. Een overzicht van de maaiveldhoogtes op basis van het AHN4 en de gemeten ontwateringsdiepten zijn weergegeven in de onderstaande afbeeldingen.



Overzicht van maaiveldhoogtes (bron: Civicon)

Bodemopbouw en grondwater

Bij het geohydrologisch onderzoek zijn in situ 4 grondboringen uitgevoerd om de opbouw van de ondiepe bodemlagen te bepalen. Hieruit is afgeleid dat de bodem bestaat uit een humeuze topzandlaag, op 0,4 - 0,9 m onder maaiveld, met daaronder een doorgaand zandpakket van matig fijne en matig grove zandlagen. De zandlaag is aangetroffen tot de maximale boordiepte van 3,5 m -mv. Daarnaast zijn lokaal klei en siltig zand aangetroffen, waardoor de bodem kwetsbaar is voor verdichting en structuurbederf.

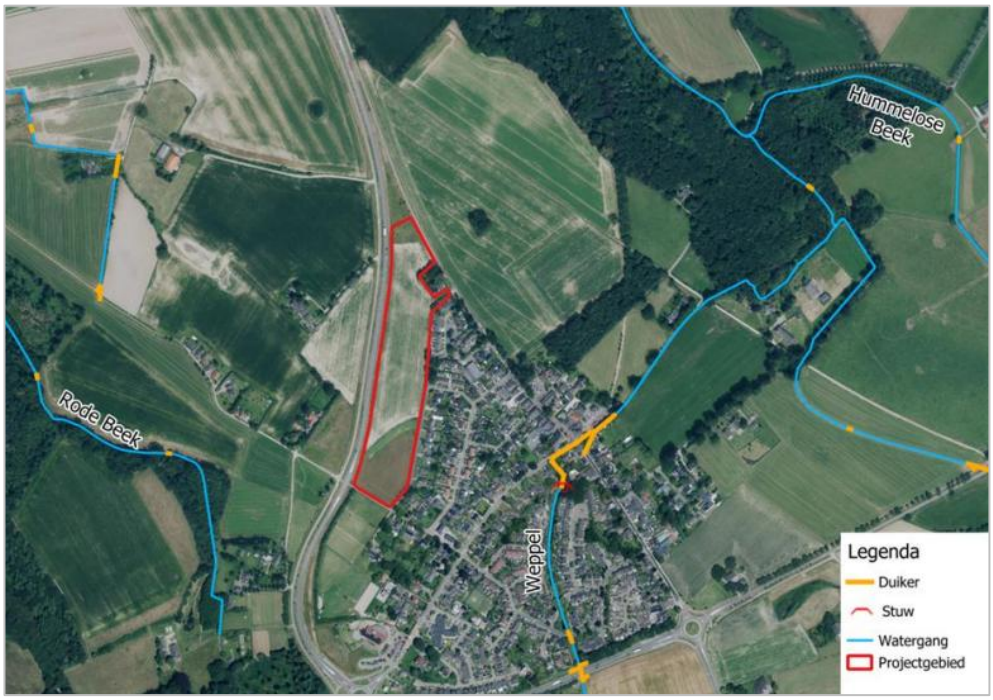
Om de geschiktheid van het gebied voor de plaatsing van wadi's te bepalen is de waterdoorlatendheid (K-waarde) van de ondiepe zandlagen bepaald. Op basis van

[2] Civicon (2025). Watertoets Bouwplan Stokhorsterpark Hummelo. Project 2025-101, 17-12-2025.

de in situ waterdoorlatendheidsmetingen is de doorlatendheid bepaald op circa 2,0 tot 5,0 m/dag. De hoogste waarde geldt voor de diepere zandlagen 3 m -mv. Voor wadi's is een doorlatendheid van 1,0 m/dag ideaal, rekening houdend met een afnemende doorlatendheid over de langere termijn. De bodem vormt hier dus geen belemmering voor.

Globaal stroomt het grondwater in het plangebied in noordwestelijke richting. Op basis van de langjarige peilbuisgegevens van TNO is de grondwaterfluctuatie bepaald tussen de 9,50 m (GHG) en 8,00 m (GLG) +NAP, oftewel op deze locatie gemiddeld 1,80 m -mv (GHG) en 3,00 m -mv (GLG). Tijdens het veldonderzoek zijn overeenkomende grondwaterstanden aangetroffen van 9,40 m +NAP, dus dit is representatief voor de werkelijke situatie. Dit is een redelijk diepe grondwaterstand. Er is daarmee genoeg ruimte in de bodem om water op te nemen, maar mogelijk wel kwetsbaarheid voor droogte, met name voor ondiep wortelende planten.

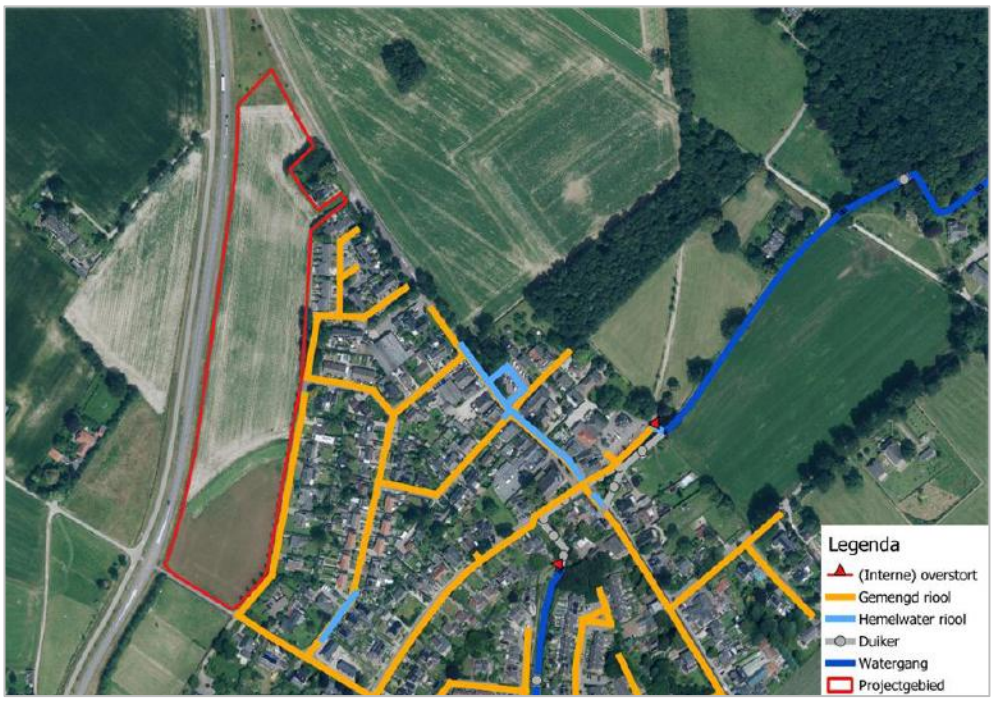
Oppervlaktewater
Langs de westzijde van het projectgebied ligt parellel aan de N314 een bermsloot, voor afwatering van de weg. Verder grenst er geen oppervlaktewater direct aan en ligt geen water in het plangebied. In de navolgende afbeelding is de legger met daarin het besluitgebied weergegeven. In de directe omgeving liggen wel enkele beken. De Rode beek ligt op circa 300 m ten westen van het plangebied. Op zo'n 300 meter ten oosten stroomt door Hummelo de Weppel. Ten noordoosten van het plangebied loopt op circa 560 meter de Hummelose beek. Op grotere afstand ligt richting het noorden de Wittenbrinkse Beek en richting het westen de IJssel.



Oppervlaktewater (legger Waterschap Rijn en IJssel; besluitgebied in rood)

Riolering

In Hummelo bestaat grotendeels nog een gemengd riool. Er zijn enkele stukken hemelwater (schoonwater) riool, maar deze liggen niet nabij het besluitgebied. Onderstaande kaart geeft de ligging van rioolleidingen rond het besluitgebied weer, waarbij oranje leidingen gemengd water vervoeren en licht blauwe leidingen regenwater. In het besluitgebied zelf bestaan nog geen leidingen.



Kaart riolering en oppervlaktewater (besluitgebied in rood; bron: Civicon)

Er bestaan ook persleidingen van het waterschap, maar deze liggen op grotere afstand van het besluitgebied. Voor de ontwikkeling is een uitbreiding van het leidingstelsel nodig, om alle woningen op het afvalwatersysteem aan te sluiten. Omdat het deelgebied in het zuidoosten door sloten is omringd moet daar bij de ontsluiting rekening worden gehouden met voldoende diepte. Waarschijnlijk kan aangesloten worden bij de leidingen die in de huidige situatie onder de Stokhorsterweg en De Veldhof lopen.

2.2 Toekomstige situatie

2.2.1 Algemeen

Het plan voorziet in de realisatie van maximaal 66 woningen, waarvan minimaal 70% betaalbaar. Deze worden voornamelijk gerealiseerd als kleine blokken rijwoningen, maar ook enkele vrijstaande woningen en een kleinschalig appartementengebouw. Met voorliggend plan wordt naast woningbouw lokale (natuur)recreatie mogelijk gemaakt, in de vorm van onder andere een wandelpad, voedselbos en gedeelde tuinen. In de uitvoering is daarnaast aandacht voor biobased en circulaire materialen. De onderstaande afbeelding laat het stedenbouwkundig ontwerp zien.



Stedenbouwkundig plan, plaatsing bomen en inrichting voedselbos indicatief (bron: gemeente Bronckhorst, d.d. 21 oktober 2025.)

2.2.2 Ruimtelijke situatie

In de toekomstige situatie zal de oppervlakteverharding sterk toenemen door de aanleg van woningen, tuinen, voet- en fietspaden, wegen, en parkeerplaatsen. Ook zal het oppervlaktewater sterk toenemen, door middel van verschillende watergangen en een wadi. De bovenstaande afbeelding geeft een overzicht van de verharding en watergangen in de toekomstige situatie.

Door voorliggende ontwikkeling neemt het verhard oppervlak (volgens het huidige stedenbouwkundig plan) met ca. 11.300 m² toe, waarbij worst-case is aangenomen dat de terrassen en parkeerplaatsen geheel verhard zullen zijn, maar de tuinen

geheel groen. Als wordt aangenomen dat de tuinen en het openbaar groen ook deels verhard zijn, neemt het verhardoppervlak met ca. 18.220 m^2 toe.

Om het afstromend water van de toegenomen verharding op te vangen en te verwerken wordt door het midden van het plangebied een watergang aangelegd, die in het noorden van het gebied bij een wadi uitkomt en in het zuiden van het gebied bij een sloot. Als de sloten en wadi geheel gevuld zijn neemt het oppervlaktewater volgens de kaart toe met ca. 6.700 m^2. Volgens het wateronderzoek kan er rekening gehouden worden met een gezamenlijke oppervlakte van 6.200 m^2, waardoor bij een peilstijging van 0,5 m ca. 3.100 m^3 statische inhoud bestaat.

3 Beleidskader

3.1 Waterbeleid

3.1.1 Europees beleid - Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn die op 22 december 2000 van kracht is geworden. Doelstelling is het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater. Het beleid richt zich op het verbeteren van de waterkwaliteit en het creëren van meer ruimte voor water.

3.1.2 Rijksbeleid - Het Nationaal Waterprogramma 2022-2027

Het Nationaal Waterprogramma 2022-2027 is op 18 maart 2022 vastgesteld. Het Nationaal Waterplan geeft de hoofdlijnen, principes en richting van het nationale waterbeleid in de planperiode 2022-2027, met een vooruitblik richting 2050. Het kabinet speelt proactief in op de verwachte klimaatveranderingen op lange termijn, om overstromingen te voorkomen. Het programma kent 3 hoofdambities: een veilige en klimaatbestendige delta, een concurrerende, duurzame en circulaire delta en een schone en gezonde delta met hoogwaardige natuur. Daarnaast hebben de thema's klimaatadaptatie, waterveiligheid, zoetwater, grondwater en scheepvaart een centrale rol in dit waterprogramma.

3.1.3 Regionaal beleid - Regionaal waterprogramma 2021-2027 Provincie Gelderland

Het Regionaal Bodem- en waterprogramma (RWBP) 2021-2027 van Provincie Gelderland is op 15 december 2021 vastgesteld. In het Provinciaal Bodem- en waterprogramma 2022-2027 zijn de opgaven van de Europese Kaderrichtlijn Water, het Nationaal Bestuursakkoord Water en het Nationaal Waterplan vertaald naar strategische doelstellingen voor Gelderland. Het programma is onderverdeeld in de deelprogramma's hoogwaterveiligheid, waterkwaliteit, kilmaatadaptatie, natuurdoelen, en economie en recreatie.

Dit zijn voornamelijk kaderstellende, sturende voornemens waar concreet lokaal beleid uit moet voortkomen. Het waterschap Rijn en IJssel heeft synergetisch hiermee een waterbeheerprogramma opgesteld. Gemeente Bronckhorst heeft (nog) geen invulling gegeven aan dit beleid onder de Omgevingswet.

3.1.4 Waterschapsbeleid - Waterbeheerprogramma 2022-2027 Waterschap Rijn en IJssel

Op 21 december 2021 is het waterbeheerprogramma (WBP) van Rijn en IJssel vastgesteld. In dit plan is beschreven welke doelstellingen het waterschap nastreeft in de periode 2022-2027 en hoe zij die doelstellingen wil gaan halen. Het waterbeheerplan is uitgewerkt in de thema's klimaatrobuust gebied, veilig gebied, circulaire economie en energietransitie, en gezonde leefomgeving. Het programma is, naast deze thema's; in verschillende deelgebieden uitgewerkt. De aanpak en de visie per deelgebied zijn toegelicht om de opgaven op te kunnen pakken.

Deze programma's zijn verder uitgewerkt in het WBP naar concrete doelstellingen. Deze doelstellingen vinden onder andere een doorwerking in de beschikbare instrumenten van het waterschap: verordening, legger, communicatie en stimuleringsmiddelen. Daarnaast beschikt het waterschap over een verordening. Hierin staan de geboden en verboden die betrekking hebben op watergangen en waterkeringen. Voor het uitvoeren van werkzaamheden kan een vergunning nodig zijn.

3.2 Klimaatbeleid

3.2.1 Rijksbeleid - Deltaprogramma & landelijke maatlat voor een groene, klimaatadaptieve gebouwde omgeving

In het nationaal Deltaprogramma staat hoe de overheid Nederland beschermt tegen overstromingen, zorgt voor voldoende zoetwater en werkt aan een klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting. Het Rijk, provincies, gemeenten, waterschappen, Rijkswaterstaat en verschillende maatschappelijke organisaties werken vanuit het Deltaprogramma samen aan deze opgaven, onder leiding van de Deltacommissaris. Het programma is opgebouwd rond de thema's waterveiligheid, zoetwater en ruimtelijke adaptatie. In de Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie staat het nationale beleid voor de inrichting van waterrobuuste en klimaatbestendige gebieden. Hierbij wordt het uitgangspunt gehanteerd dat bij (her)ontwikkelingen geen extra risico op schade en slachtoffers mag ontstaan voor zover dat redelijkerwijs haalbaar is.

Op 23 maart 2023 is kamerbrief *'Landelijke maatlaat voor een groene, klimaatadaptieve gebouwde omgeving en verkenning groennorm'* aangeboden aan de Tweede Kamer. De ontwikkeling van de maatlat sluit aan op uitdrukkelijk advies van de Deltacommissaris om landelijk tot een consensus te komen over klimaatadaptief bouwen. De maatlat schept het kader voor klimaatadaptief bouwen en richt zich op locatie-inrichting en bouwwijze. De maatlat behandelt de klimaatthema's hitte, wateroverlast, droogte en gevolgbeperking van overstromingen. Daarnaast worden ook de thema's bodemdaling en biodiversiteit betrokken. Parallel aan de maatlat worden er met de kamerbrief 'Water en Bodem Sturend' randvoorwaarden uitgewerkt voor de locatiekeuze voor nieuwe ontwikkelingen. De maatlat moet een impuls geven om groene klimaatbestendige gebieden en gebouwen te kunnen realiseren die ook bijdragen aan biodiversiteit en gezondheid.

3.2.2 Regionaal beleid – Handreiking toekomstbestendig bouwen in Gelderland (2025)

In deze handreiking zijn door de provincie doelen gesteld voor 10 thema's die bijdragen aan toekomstbestendig bouwen. Deze doelen zijn opgesteld om bij de woningbouw(versnellings-)opgave eenduidige en duidelijke handvaten te geven aan gemeentes en ontwikkelaars. Het is geen wettelijk vastgesteld beleid, maar wel een leidraad voor ruimtelijke afwegingen dat de gemeente voor de toetsing van een evenwichtige toedeling van functies aan locaties kan aanhouden, zoals eerder de VNG-publicatie werd gehanteerd voor bedrijven.

3.2.3 Regionaal beleid – Convenant toekomstbestendig bouwen

Naast de handreiking bestaat ook het bredere convenant toekomstbestendig bouwen, om duurzaamheidsambities makkelijker en tegen lagere kosten onderdeel te maken van de grote woningbouwopgave. Het is een verlengde van de Regionale afspraken klimaatadaptief bouwen en de Maatlat Groene Klimaatadaptieve Gebouwde Omgeving waar ook provincie Gelderland aan mee heeft gewerkt, en ondertekend door meerdere producenten van circulaire woningen in Gelderland (die mogelijk bij de uitvoering van het project worden betrokken). Hier worden 6 thema's gehanteerd: energie, circulariteit, duurzame mobiliteit, klimaatadaptatie, natuurinclusiviteit en biodiversiteit, en gezonde leefomgeving. De thema's klimaatadaptatie en natuurinclusiviteit zijn relevant voor de toetsing van de maatlat.

Dit convenant heeft voor de relevante thema's inhoudelijk veel overlap met de handreiking toekomstbestendig bouwen. De doelen zijn hier echter minder absoluut doordat er een onderverdeling is in drie ambitieniveaus is gemaakt: brons, zilver en goud. Zo kan aangesloten worden bij de ambitie van een ontwikkeling, of kan na beoordeling gestreefd worden naar een hoger niveau.

3.2.4 Regionaal beleid – Regionale Adaptatie Strategie Achterhoek

Dit strategiedocument is opgesteld in het verlengde van het Bestuursakkoord Klimaatadaptatie (2018) om het klimaatbestendig en waterrobuust inrichten van Nederland plaatselijk te coördineren. De focus ligt op het bepalen van de lokale prioriteiten voor klimaatadaptatie, met name voor droogte. In dit kader is ook de Klimaatatlas Bronckhorst uitgewerkt, waarin de huidige situatie en invloed van klimaatverandering voor wateroverlast, hitte, droogte en overstroming zijn weergegeven. Ook is de Aanpak Droogte Achterhoek opgesteld om het belangrijkste thema vroeger te starten en regiobreed aan te pakken.

De RAS heeft geen kwantitatieve doelen maar is voornamelijk een aanleiding om werkgroepen en gemeenten ertoe aan te zetten concrete maatregelen en afspraken uit te werken, door middel van de vastgestelde kwetsbaarheden, handelsperspectieven en strategie.

3.2.5 Gemeentelijk beleid – Biodiversiteitsplan Samen voor biodiversiteit

De gemeente Bronckhorst heeft een biodiversiteitsplan opgesteld om de achteruitgang van diversiteit in het buitengebied te keren en dit als een essentiële taak samen met haar inwoners op te pakken. Dit is vormgegeven met verschillende doelen op de lange termijn, namelijk verankering in het gemeentelijk beleid (ruimtelijke processen); verankering in het gemeentelijk beheer; vergroten van bewustwording en handelen bij particulieren (communicatie en participatie); en opzetten van projecten die bijdragen aan het vergroten van de biodiversiteit. Om actie op de korte termijn te stimuleren zijn deze vervolgens in concrete stappen ingedeeld.

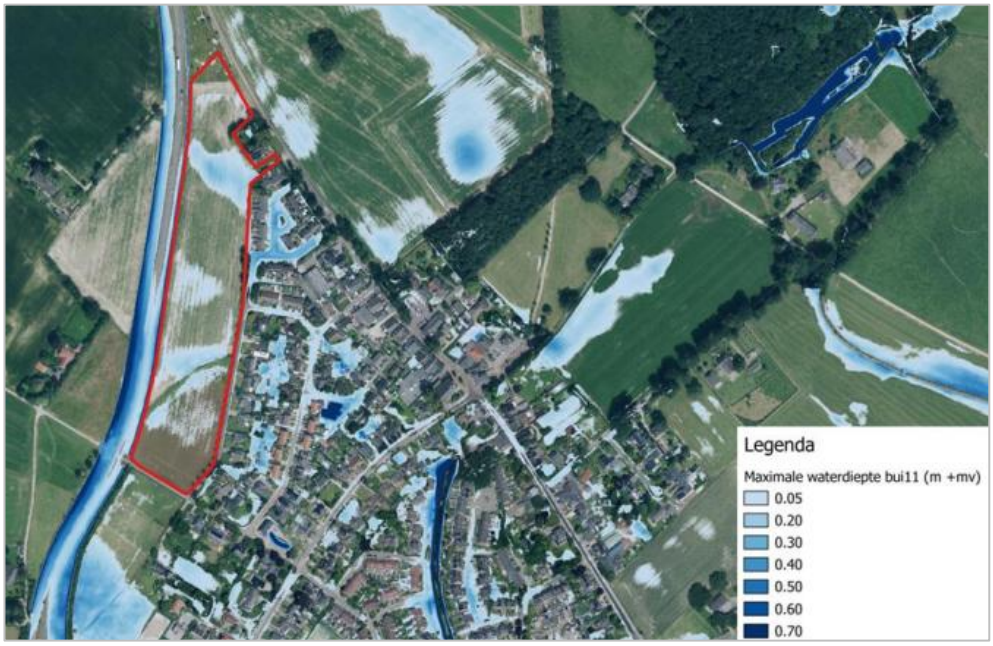
4 Klimaatscan

4.1 Wateroverlast

Hevige neerslag over een korte periode kan lokaal leiden tot wateroverlast. Dit type wateroverlast komt het meest voor bij extreme weersomstandigheden, zoals een wolkbreuk in de zomer. De verwachting is dat deze piekneerslag in de toekomst intensiever zal worden. Een groot deel van de Nederlandse straten en pleinen kan bij hevige neerslag overstromen omdat het water door de bestrating niet in de bodem kan inzinken en door het riool niet snel genoeg afgevoerd kan worden. Schade treedt op doordat het water gebouwen in stroomt, ziekteverwekkers of ongedierte verspreidt of het zicht op obstakels ontneemt.

De wateropgave door neerslag in Hummelo komt overeen met het Nederlands gemiddelde, deze ligt tussen de 800 en 825 mm per jaar.[3] De verwachting is dat de neerslag per jaar in de toekomst zal toenemen. Voornamelijk de zomer krijgt meer droge periodes afgewisseld met één of enkele dagen hevige regenval. Omdat op deze piekmomenten niet al het water opgevangen kan worden in de bodem of watergangen zal er dan ook vaker overlast door regenval voorkomen.

Door Civicon zijn in de watertoets analyses gemaakt voor de huidige en toekomstige wateroverlast in het gebied.[4] Onderstaande kaart geeft weer hoe diep het staande water is na een hevige bui in de huidige situatie voor de omgeving. Er is reeds tot 40 cm staand water op de aangelegen straat Veldhof, en tot 20 cm binnen het besluitgebied, zelfs zonder obstructie door verharding.



Waterdiepte bij een hevige bui (kans 1x per 100 jaar) (bron: Civicon)

[3] D. Heijboer, D. & J. Nellestijn (2002). Klimaatatlas van Nederland. De normaalperiode 1971-2000.

[4] Civicon (2025). Watertoets Bouwplan Stokhorsterpark Hummelo. Project 2025-101, 17-12-2025.

Parallel aan het besluitgebied ligt een sloot die voor de afwatering van de provinciale weg is bedoeld. Het water uit het besluitgebied zal hier echter niet direct afstromen. Dit komt door de komvorm binnen het gebied, waardoor sprake is van staand water bij een piekbui. Er is wel voldoende ruimte voor wateropname in de bodem, zoals in de geohydrologische analyse reeds is benoemd. Het grondwater ligt door het jaar heen gemiddeld 1,80 tot 3,00 meter onder het maaiveld. Door de voornamelijk zanderige bodem is er ook een goede waterdoorlatendheid, van 2 tot 5 meter per dag. Zolang het water dus gericht wordt opgevangen en genoeg tijd krijgt om te infiltreren, hoeft neerslag geen probleem te vormen.

Door de aanleg van woningen en infrastructuur neemt de verharding in het gebied toe. Als wordt aangenomen dat particuliere kavels 70% verhard zijn, en wegen, paden en parkeerplaatsen geheel verhard, neemt het verhard oppervlak met ca. 18.220 m^2 toe naar ca. 21.420 m^2 (Civicon). Hierdoor ontstaat dus een grote toename van af te voeren water terwijl het infiltreerbare bodemoppervlak afneemt. Het stedenbouwkundig plan houdt hier reeds rekening mee door een waterloop langs het grootste verharde pad door het gebied aan te leggen, en een wadi en gracht te maken op locaties waar in de huidige situatie reeds water blijft staan.

De hoeveelheid water op straat binnen bebouwd gebied grotendeels ongewijzigd blijft ten opzichte van de huidige situatie (Civicon). De enige locatie waar al wateroverlast bestaat en de verharding toeneemt, zonder dat hier oppervlaktewater wordt gegraven, is de aansluiting op de Veldhof. Door het plan neemt het water op de bestaande weg af met zo'n 10 tot 15 cm bij alle getoetste buien (Civicon), maar dit water stroomt de nieuwe Stokhorst in. Dit kan daarom een problematische locatie worden waar water door de tuinen van de nieuwe woningen moet lopen om van de verharding tot de waterloop te komen. Voor het thema droogte is dit positief, maar tijdens een hevige bui kunnen tuinen hierdoor tijdelijk onderlopen.



Stedenbouwkundig plan (gemeente Bronckhorst) en waterdiepte bui 1/1000 jaar (Civicon)

Voor de sloten, wadi en gracht kan er volgens de watertoets rekening gehouden worden met een gezamenlijke oppervlakte van 6.200 m^2, waardoor bij een peilstijging van 0,5 m ca. 3.100 m^3 statische inhoud bestaat (Civicon). Hiermee wordt ruim voldaan aan de eisen van het waterschap. Bij inbreidingsplannen van deze grootte dient minimaal 10 mm infiltratie en bij voorkeur 20 mm statische berging in infiltratievoorzieningen te bestaan, en een bui van 80 mm (T=100+10%) mag geen wateroverlast opleveren. Als 80 mm vanaf de verharding geborgen moet worden, en worst-case de bestaande verharding niet wordt verrekend, is 1.714 m^3 waterberging benodigd.

Er treedt dus in extreme situaties geen waterschade op, slechts ca. 55% van de beschikbare berging wordt gebruikt. Door de diepe grondwaterstand en goede doorlatendheid kan het water lokaal infiltreren, waardoor ook bij een meerdaagse bui geen grote overlast verwacht wordt. Met de wateropvang in de wadi en gracht wordt ook aangesloten bij de duurzame methode vasthouden–bergen–afvoeren, waarbij water zo lang mogelijk binnen het gebied blijft.

Hiermee wordt ook voldaan aan de handreiking en het convenant. In het convenant wordt voorgeschreven 50 mm water op te vangen en overlast te voorkomen bij een bui die 1 keer per 100 jaar voor kan komen, waar zoals hierboven berekend ruim aan wordt voldaan. Ook wordt hemelwater zoveel mogelijk lokaal vastgehouden en blijft de infrastructuur bereikbaar bij een bui extremer dan 1x per 250 jaar. De handreiking stelt één strengere aanbeveling, opvang van 90 mm om vitale voorzieningen te beschermen, waar ook aan wordt voldaan (ca. 1.928 m^3 berging benodigd).

Omdat er voor dit ontwerp maar zeer beperkte overlast door regenbuien wordt verwacht, is ook maar een beperkte mate van maatregelen benodigd. De waterlopen moeten civieltechnisch worden uitgewerkt.

4.1.1 Uitwerking ontwerp waterberging

Ingetekende waterlopen

Het stedenbouwkundig plan is reeds definitief, maar de precieze uitwerking van het water nog niet. De dimensionering en ligging van wadi's, greppels en watergangen moet nader worden bepaald, waarbij minimaal aan de bovenstaande waarden moet worden voldaan. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met de plaatselijk slechtere waterdoorlatendheid en kwetsbaarheid voor verdichting door aanwezigheid van klei en silthoudend zand. Een monitoringspeilbuis kan hierbij helpen om te controleren of de grondwaterstanden zich gedragen zoals verwacht.

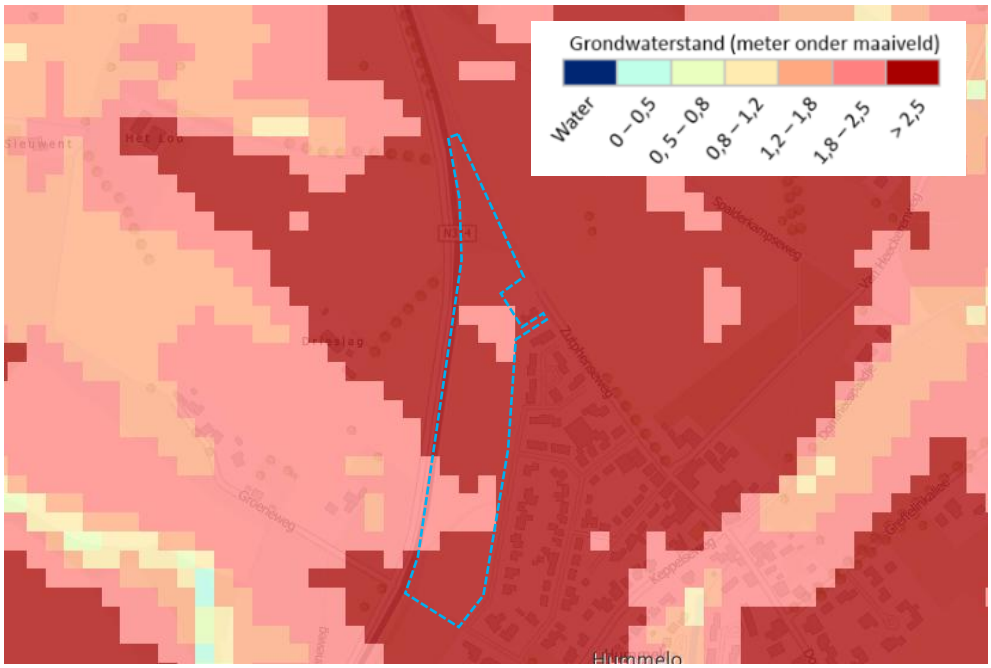
Water in tuinen

In deelgebied De Stokhorst moet het water vanaf de bestaande en nieuwe verharding over of onder de tuinen door stromen, en onder of langs de woningen. Er dient bij de uitwerking aandacht te zijn voor de waterstroming die hier ontstaat. Mogelijk kunnen smalle greppels of drainagebuizen worden toegepast om het water te sturen, zonder dat in droge perioden water aan de tuinen wordt onttrokken.

4.2 Droogte

Door klimaatverandering komen langere droogteperiodes voor. Door een neerslagtekort in combinatie met bijvoorbeeld ontwatering of waterwinning neemt verdroging van de bodem toe. Droogte en verdroging zijn nadelig voor de biodiversiteit, natuur, drinkwaterproductie, industrie en landbouw.

Vanuit het regionaal beleid wordt bij ontwikkelingen gevraagd om inzichtelijk te maken welke gebieden (niet) kwetsbaar zijn voor droogte zodat dit sturend kan zijn voor de ruimtelijke inrichting. Daarnaast vraagt de Aanpak Droogte Achterhoek specifiek om 100 mm extra waterberging ten opzichte van de huidige situatie. De onderstaande kaart geeft de huidige gemiddeld laagste grondwaterstand binnen het gebied weer in een gemiddeld jaar. In de toekomst (2050) zal zonder maatregelen de grondwaterstand in een nog groter gebied dieper dan 2,5 meter liggen. Volgens de watertoets ligt deze in de huidige situatie reeds op 1,8 - 3 m -mv. De grondwaterstanden tijdens de metingen lagen overeenkomend tussen de 2,1 - 2,4 m -mv.



Gemiddeld laagste grondwaterstand (besluitgebied in blauw, bron: Klimaatatlas Bronckhorst)

Nagenoeg het hele besluitgebied valt in de droogste categorie, met een GLG dieper dan 2,5 meter onder maaiveld. In een extreem droge zomer kan het water zelfs tot een diepte van 3 meter onder maaiveld zakken (Klimaateffectatlas, watertoets). Hierbij bestaat in het noorden van het gebied een groter gebied met een lage grondwaterstand. De gemiddelde hoogste grondwaterstand reflecteert dit ook, deze is in het noorden van het gebied ca. 1,4 m -mv, in het zuiden zakt dit verder tot 1,7 m -mv.

In het wateronderzoek is aan de hand van deze metingen en de geconstateerde bodemopbouw de ontwateringsdiepte bepaald. De bodem betreft binnen het besluitgebied een gemengd matig grove en matige fijne zandgrond. Lokaal is het zand licht humus-, klei- of silthoudend, maar er is overal een grote doorlaatbaarheid van

2 tot 5 m/dag. De hoge doorlatendheid zorgt ervoor dat water snel wegloopt, en op enkele plekken een schijngrondwaterstand vormt doordat het op diepere kleilagen blijft liggen. De onderstaande kaart geeft de ruimte voor waterberging weer. Voor het doel van 100 mm extra water in de grond is hier voldoende ruimte. Enkel nabij De Veldhof (het noorden van het gebied) moet rekening gehouden worden met een te hoge grondwaterstand, maar ook daar ligt de waterspiegel ruim onder maaiveld en wordt het water oppervlakkig verzameld in de wadi.



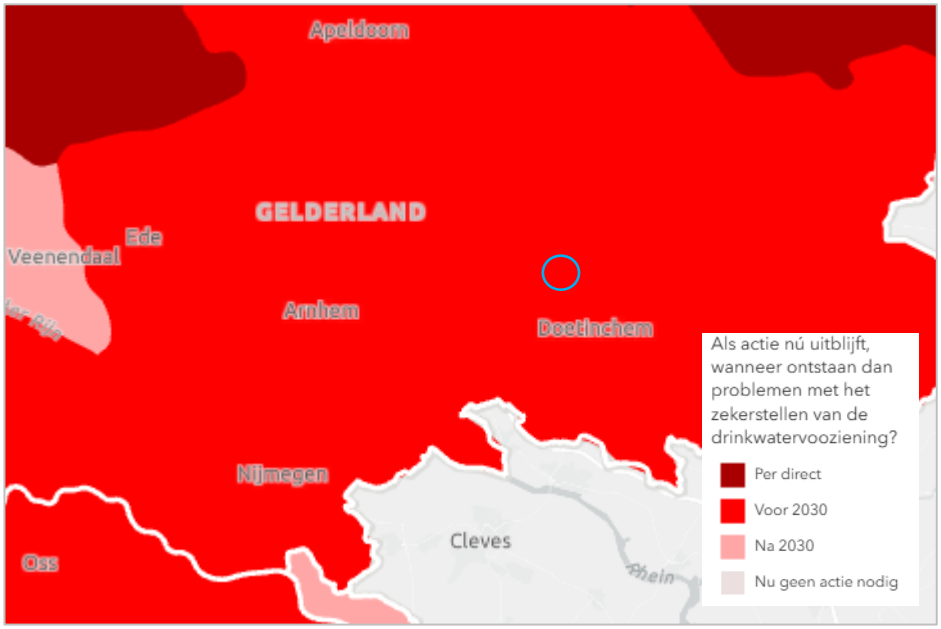
Overzicht van ontwateringsdiepten (bron: Civicon) met nieuwe waterlopen (blauw) en gebouwen (beige).

De (grond)waterpeilen binnen het besluitgebied kunnen een belemmering voor de beoogde functie vormen. In de delen met de laagste waterstand zijn reeds de meeste woningen voorzien, welke niet droogtegevoelig zijn, dus deze indeling is al optimaal. Er is echter in het hele gebied ook een grote hoeveelheid groen voorzien; bij deze waterdiepte kunnen jonge bomen en kleine planten mogelijk niet het grondwater bereiken met hun wortels. Er moet dan voldoende oppervlaktewater bestaan om de bovenste grondlagen verzadigd te houden.

Als er niet genoeg water in de bovenste bodemlagen aanwezig is, moet er tijdens droge zomers mogelijk bijgesproeid worden met leidingwater, wat een negatief effect heeft op de drinkwatervoorraad. Een irrigatiesysteem dat gebruik maakt van opgevangen regenwater van daken en verharding, of dit uit de waterlopen onttrekt, kan de droogte ook verlichten. Het voornemen is ook om een dergelijk systeem aan te leggen.

De zoetwaterbeschikbaarheid in de bodem en daarmee ook de drinkwaterbeschikbaarheid kunnen in de toekomst problemen opleveren, dus bij voorkeur draagt de ontwikkeling niet extra aan deze problematiek bij. Er is reeds extra drinkwater

nodig voor de te realiseren woningen. Raadpleging van de onderstaande kaart wijst uit dat binnen het besluitgebied per direct problemen kunnen ontstaan met het zekerstellen van de drinkwatervoorziening als actie uitblijft. Het is daarom van belang om vroegtijdig in gesprek te gaan met het drinkwaterbedrijf over de ontwikkeling.



Drinkwatervoorziening (bron: Ruimtelijk afwegingskader klimaatadaptieve gebouwde omgeving, algemene ligging besluitgebied in blauw)

In de volgende paragrafen worden enkele mogelijk maatregelen die in het gebied passen uitgewerkt.

4.2.1 Vasthouden en hergebruik hemelwater

Oppervlaktewater

Het grootste deel van het hemelwater wordt rechtstreeks naar de centraal gelegen sloot geleid, waardoor het hemelwater binnen het besluitgebied relatief snel naar de uitersten van het plangebied wordt afgevoerd. Om droogte te voorkomen is het van belang om hemelwater zo veel mogelijk vast te houden. Dit heeft hier vorm gekregen in de wadi in het midden-noorden van het gebied, en de gracht in het zuiden.

Er kan hierdoor te weinig water in het uiterste noorden en midden van het gebied overblijven. In het midden van het gebied hoeft dit geen knelpunt te zijn, dit deel heeft veel verharding waarvan het water naar de tuinen die daar liggen af kan stromen, of door de (open bodem van) de tuinen heen naar de waterloop. Enkel het noorden van het gebied, wat daarnaast ook een diepe ontwatering heeft, blijft dan over als droogtegevoelig. Hier moet rekening gehouden mee geworden voor de gekozen begroeiing, die moet droogtebestending of diep wortelend zijn. Ook kan een (kleine) extra wadi worden aangelegd om water langer aan het oppervlak vast te houden als er voor het voedselbos heesters geplant zouden worden.

Halfverharding
In het ontwerp is niet aangegeven of gebruik wordt gemaakt van waterdoorlatende verharding. Dit kan worden uitgevoerd in de vorm van groene parkeerplaatsen of halfverharde looppaden. De parkeerplaatsen zouden daarbij voorkeur hebben, aangezien de paden door halfverharding minder goed begaanbaar worden voor bijvoorbeeld rolstoelen en kinderwagens.

Waterdoorlatende, waterpasserende en doorgroeibare verhardingsmaterialen en halfverhardingen hebben diverse voordelen: het regenwater kan in de bodem wegzakken, het grondwater aanvullen en het riool ontlasten. Echter, doordat er hiermee minder sturing is in de loop van het water is het mogelijk niet gewenst voor dit plan. Het water zal dan meer door het gebied verspreid in de bodem zakken, wat positief is voor de grondwaterstand maar dit water wegneemt van de waterlopen. De opdrachtgever moet overwegen wat hier meer prioriteit heeft.

4.2.2 Beperken vochtverlies

Droogtebestendige beplanting
Door te kiezen voor droogtebestendige planten op plekken waar beperkte hoeveelheden water beschikbaar zijn, zal deze begroeiing beter bestand zijn tijdens langdurige perioden van droogte. Deze beplanting zal minder snel haar bladeren verliezen, van meerwaarde blijven voor de lokale flora en fauna en schaduw creëren.

Verder van de watergangen in het gebied af kunnen dus beter planten met bijvoorbeeld een mediterrane herkomst worden gezet. In het voedselbos kunnen soorten zoals de tamme kastanje, olijf, vijg, vlierbes en basilicum worden toegepast. Dichter bij de sloten kunnen inheemse, waterminnende soorten zich beter handhaven.

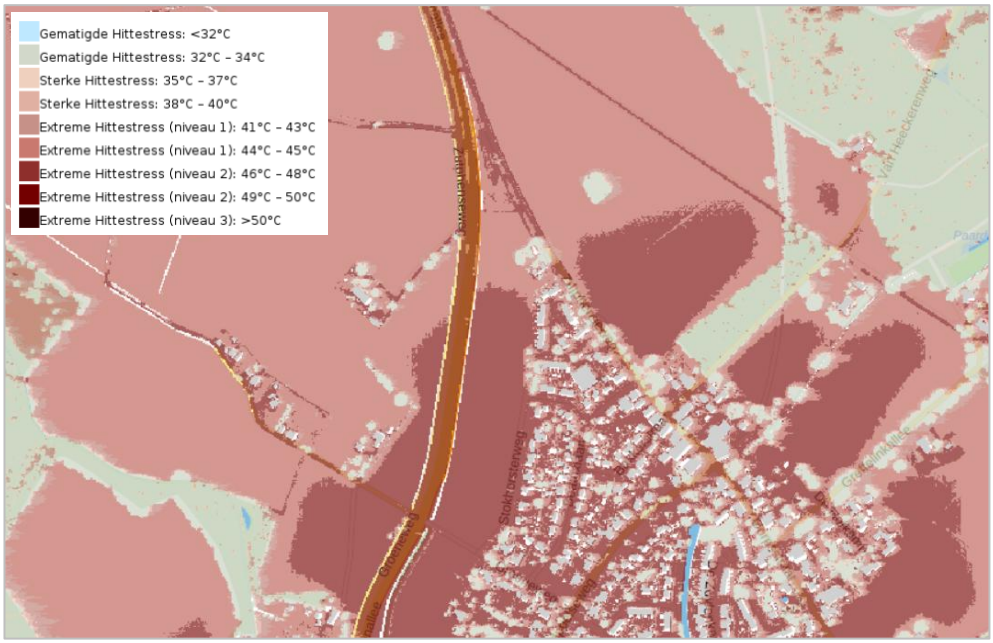
Dit is voor het voedselbos een punt dat extra aandacht verdiend, aangezien hier mogelijk kleine akkers worden aangelegd die (met name in de zomer) voldoende water moeten krijgen om uiteindelijk een oogst te hebben. Hier moet voor irrigatie een afweging gemaakt worden tussen het (handmatig of mechanisch) oppompen van grondwater of het aanleggen van waterleidingen met kranen. Het eerste heeft een negatieve invloed op de plaatselijke grondwaterstand, het tweede op het regionale drinkwatergebruik. Door de droogteproblematiek in de regio heeft het grondwater waarschijnlijk een hogere prioriteit. Het vasthouden en hergebruiken van regenwater is hier het beste alternatief.

Beperken vochtverliezen van de bodem
Als de bodem bedekt blijft door vegetatie, takken, een mulchlaag of bodembedekkers wordt uitdrogen van de bodem beperkt. Niet alleen wordt zo verdamping verminderd, het voorkomt ook uitharding en verdichting van de bodem. Daar is hier enig risico op door de klei en het silt die lokaal in de bodem bestaan.
Door de doorworteling blijven daarnaast grote poriën in de bodem bestaan: dit vergroot de opnamecapaciteit van de bodem bij regen na droogte, en kan dieper gelegen water naar boven zuigen door middel van capillaire werking. Het is daarom te adviseren om verspreid door het gebied bomen te plaatsen, zowel nabij verharding als minder diepwortelende heesters.

4.3 Hitte en schaduw

Wereldwijd stijgt de gemiddelde temperatuur en ook Nederland maakte de laatste jaren vaker extreme hitte mee. Hitte wordt versterkt wanneer een grote mate van bebouwing bestaat en heeft daardoor voor stedelijk gebied een grotere prioriteit. Drie factoren spelen hierbij een rol: het opslaan en uitstralen van warmte door versteende oppervlakken, gebrek aan schaduw en verdamping van bomen en planten, en stagnatie van warme lucht tussen gebouwen.

In de huidige situatie, zonder bebouwing, bestaat er extreme hittestress van niveau 1 en 2 in het besluitgebied. Dit komt doordat het uit een zeer open terrein zonder schaduw bestaat, omgeven door een grote hoeveelheid verharding van de bebouwde kom en provinciale weg. De gewassen die worden verbouwd bieden geen significante schaduw. Op een tropische dag in juli kan de gevoelstemperatuur daardoor oplopen tot 44-48 °C. De koelere, lichtgroene vlekken worden veroorzaakt door schaduw van gegroepeerde bomen, maar deze kunnen nergens de temperatuur tot <32 °C brengen. Doordat het kleine groepen zijn en er geen open water is, is de koeling maar beperkt. De extreme hittestress maakt dat het gebied maar beperkt geschikt is voor wonen, er zijn meerdere maatregelen benodigd voor koeling.



Hittekaart gevoelstemperatuur tropische dag 2022 (bron: klimaateffectatlas.nl)

Omdat er reeds een dergelijk hoge hittestress bestaat zal de bebouwing die binnen het plan mogelijk gemaakt weinig invloed op de temperatuur hebben. Er wordt warmte-uitstralende verharding toegevoegd, maar de woningen bieden ook schaduw. Daarnaast wordt er een groot oppervlak nieuw water aangelegd, door het hele gebied heen, waardoor de hitte af kan nemen door middel van verdamping. Er wordt ook veel groen aangelegd, maar of dit waardevol is voor verkoeling hangt van meerdere factoren af: zijn het lage planten of bomen, staan de bomen bij (openbare) verblijfplaatsen en paden, en staan de bomen solitair of gegroepeerd?

Omdat de inrichting van het voedselbos nog niet is uitgewerkt is het plan maar beperkt te beoordelen op dit aspect.

Om (te grote) hittestress te voorkomen kunnen bepaalde richtlijnen voor schaduw in het gebied worden gevolgd. Het koelende effect hiervan kan ook een positief effect op de omgeving hebben. Vanuit de Gelderse handreiking en het convenant toekomstbestendig bouwen zijn hiertoe meerdere aanbevelingen gemaakt op wijk- en woningniveau. Deze worden hieronder voor het huidige ontwerp beoordeeld.

In de uitwerking van het ontwerp van de gebouwen en openbare inrichting gelden de volgende doelen: 40-50% van alle horizontale en verticale oppervlakten wordt warmtewerend of verkoelend ingericht; de koeling van gebouwen leidt niet tot opwarming van de (verblijfs)ruimte in de directe omgeving; er bestaat 50% groen op buurtniveau; en vitale en kwetsbare functies en groenvoorzieningen in de openbare ruimte moeten bestand zijn tegen de hitte.

Ook bestaan er doelen op planniveau voor schaduw: er is in het besluitgebied op de hoogste zonnestand (21 juni) tenminste 40% schaduw voor verblijfsplekken en gebieden waar langzaam verkeer zich verplaatst en tenminste 30% schaduw op buurtniveau (voor een laagstedelijk gebied); en koele, schaduwrijke verblijfsplekken zijn op loopafstand (300 meter) aanwezig en openbaar toegankelijk.

Om deze doelen te toetsen is een schaduwstudie opgesteld op basis van het stedenbouwkundig plan. Hiermee is inzichtelijk gemaakt waar schaduw aanwezig zal zijn in de toekomstige situatie. Er is in de handreiking en het convenant geen definitie voor ‘schaduwrijke verblijfsplekken’ gegeven, hiervoor wordt uitgegaan van schaduwgebieden van tenminste 200 m^2 omvang waar mensen langere tijd kunnen verblijven.

Analyse schaduw

Het schaduwpercentage wordt berekend op 21 juni om 12:00, wanneer de zon het hoogst aan de hemel staat en de schaduw dus minimaal is. Hiermee wordt een worst-case analyse voor de heetste dag van het jaar uitgevoerd. Er wordt geen analyse van de gevoelstemperatuur uitgevoerd aangezien hier geen toetswaarde voor is gesteld. Omdat de schaduw van een volgroeide boom op een hete zomerdag tot 10-13°C verkoeling kan bieden[5], wordt aangenomen dat er voldoende koeling plaatsvindt wanneer aan de doestellingen voor schaduw wordt voldaan.

De grootte van de bomen is in deze analyse gebaseerd op het kaartbeeld en dus de eindsituatie die voor het besluitgebied beoogd is. Omdat een groot deel van de bomen nieuw aangeplant moet worden zullen deze bij ingebruikname van het gebied nog niet de gewenste grootte hebben en pas na enkele jaren in de berekende hoeveelheid schaduw voorzien. Jonge bomen zijn daarnaast kwetsbaarder voor hitte,

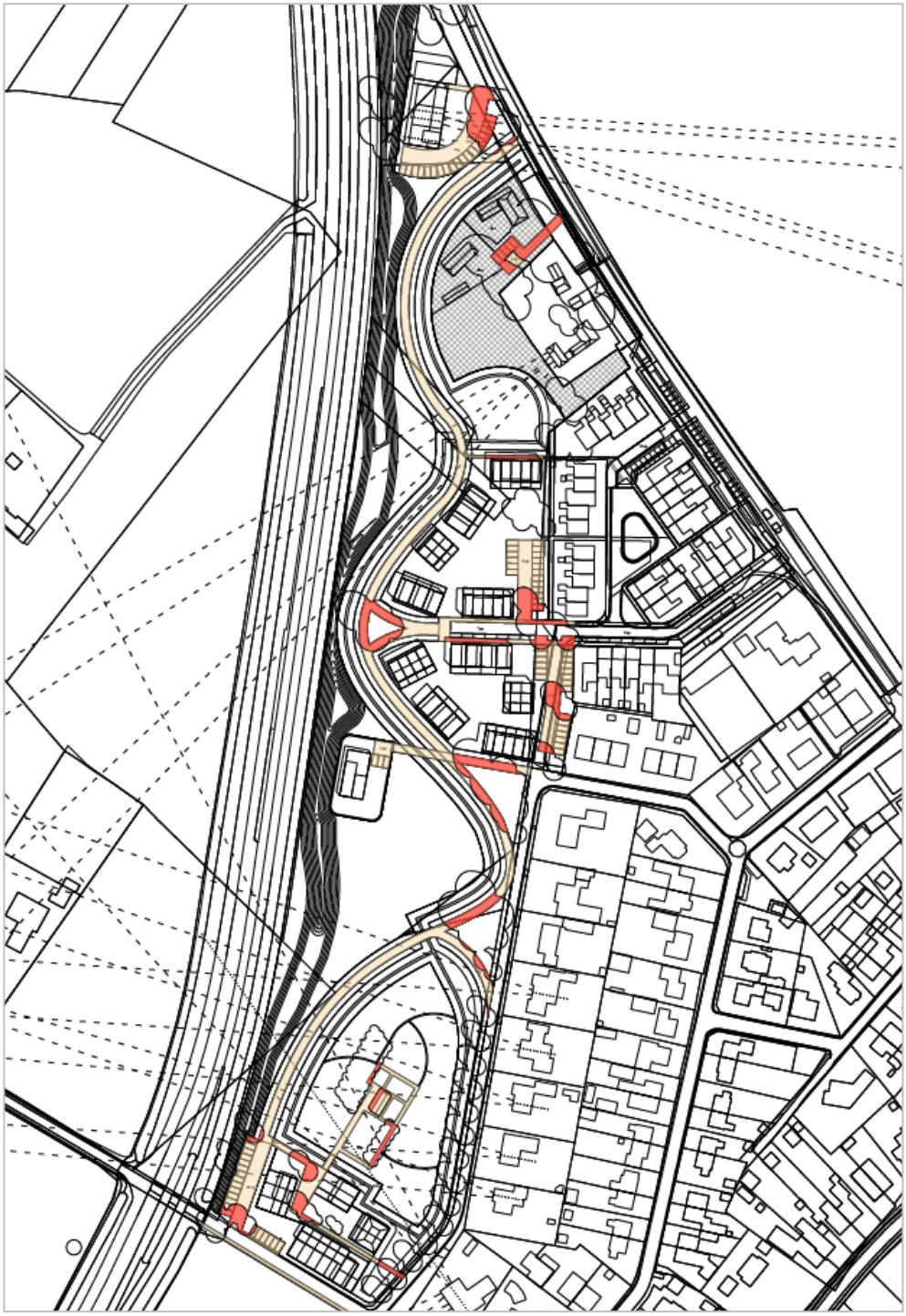
[5] De hittebestendige stad, Hogeschool van Amsterdam, mei 2020

waardoor het planten van oudere of snelgroeiende bomen hier de voorkeur heeft. Onderstaande afbeeldingen geven de schaduw in de toekomstige situatie weer.



3D-weergave schaduwwerking in besluitgebied tijdens hoogste zonnestand (bron: SAB)

De schaduwoppervlakte is over de fiets- en wandelpaden en openbare verblijfsplekken gelegd om te zien of deze op de juiste locaties bestaat. De parkeerpleinen zijn daarbij meegenomen, omdat hier mensen veel zullen lopen van en naar hun auto. Het is aannemelijk dat in het voedselbos ook verblijfsplekken worden ingericht, maar deze zijn nog niet bekend en konden dus niet meegenomen worden.



Schaduwwerking op paden en verblijfsgebieden (paden in beige, schaduw in rood. Bewerking door SAB van ontwerp gemeente Bronckhorst)

Er bestaat een toename van schaduw door de grotere hoeveelheid bomen en gebouwen in het gebied, omdat er in de huidige situatie slechts enkele kleine bomen bestonden. In totaal ligt echter slechts 21% van de paden en verblijfsplekken in de schaduw. Hiermee wordt niet voldaan aan het gestelde doel van 40%. Als het voedselbos geheel groen wordt, moet er nog ca. 1.400 m^2 extra schaduw op de paden en parkeerpleinen worden gemaakt. Als hier verblijfsplekken worden gemaakt voor bijvoorbeeld educatie of agrarische activiteiten zal nog een groter tekort ontstaan.

Een grote boom met een kruindoorsnede van 16 meter kan in 200 m^2 schaduw voorzien, een kleinere boom van 5 meter in 20 m^2. Er zouden dus nog tussen de 7 en 70 bomen langs de paden en verblijfsgebieden geplaatst moeten worden om aan de richtlijn voor schaduw te voldoen.

De schaduw op buurtniveau kan nog niet zinnig worden beoordeeld, omdat de inrichting van het voedselbos nog niet bekend is. Aangezien dit ongeveer de helft van het besluitgebied betreft zal de inrichting veel invloed hebben op dit percentage. In ieder geval kan wel worden voldaan aan de eis van 50% groen op buurtniveau.

Daarnaast liggen alle woningen wel binnen maximaal 300 meter afstand van een koele plek van tenminste 200 m^2 groot, als de boomgroepen nabij Stokhorsterweg 16 en 12 zo groot worden als ze nu zijn ingetekend. Omdat deze in het midden van het gebied liggen hebben alle woningen hier op voldoende afstand toe. Ook verbetert het de toegang tot koele plekken van woningen aan de Stokhorsterweg, Zutphenseweg en Groeneweg, die in de huidige situatie op 300-400 meter van een koele groene plek liggen.

Voor het aspect hitte wordt grotendeels niet voldaan, de in het plan voorziene en reeds bestaande bomen bieden te weinig schaduw op verblijfsplekken. Ook moet op woningniveau nog rekening worden gehouden met de benodigde hoeveelheid warmtewerend of verkoelend oppervlak. Wel bestaan hier voldoende kansen voor.

4.3.1 Schaduw door bomen vergroten

Er dienen meer bomen in het gebied te komen dan in het huidige ontwerp zijn ingetekend, en met name meer nabij paden en verblijfsgebieden. Dit kan in het ontwerp van het voedselbos verder meegenomen worden, waar de bomen ook koelte kunnen bieden aan kleinere, meer kwetsbare (voedsel)planten.

Er zijn wel reeds voldoende grote koele plekken voorzien, dus de bomen kunnen solitair worden geplaatst waar zij het beste passen. Omdat in het midden van het gebied de nieuwe waterloop tussen het pad en voedselbos zal liggen, is er te veel afstand voor kleine bomen om schaduw te werpen. Hier moeten dus grote bomen worden geplant om voor schaduw zinvol te zijn, of er moeten verblijfsplaatsen in het voedselbos worden aangelegd die wel van de schaduw profiteren. In het noorden en zuiden van het gebied kunnen kleine bomen wel zinnig zijn.

Echter bestaat vanuit de huidige bewoners van Hummelo ook de wens om uitzicht op het open landschap te behouden. Bij de bomen die reeds ingetekend zijn is daarom rekening gehouden met zichtlijnen. De huidig bepaalde zichtlijnen kunnen in het geding komen door nog meer bomen te plaatsen, dus dit moet verder worden uitgewerkt. Het beste kunnen nieuwe bomen achter reeds voorziene bomen en woningen komen ten opzichte van de bestaande woningen.

4.3.2 Woningen warmtebewust ontwerpen

In de uitwerking van het ontwerp kunnen woningen koeler worden gemaakt door bijvoorbeeld lichtgekleurde bouwmaterialen te gebruiken, groene gevels of daken

in te passen, geen airconditioningsinstallaties in het ontwerp op te nemen, en kwetsbare functies op schaduw- of waterrijke locaties te plaatsen.

Materialen
Het toepassen van lichte bouwmaterialen kan 0,1-0,3 °C per 10% lichtere tint schelen. Hier kan binnen de gestelde welstandscriteria bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van beige (of gemixte) bakstenen en houtsoorten, en van rieten daken in plaats van zwarte dakpannen. Ook voor paden en wegen kunnen in plaats van zwart asfalt lichter gekleurde materialen worden toegepast, of aangestampte kale grond kan worden gebruikt. Dit sluit ook aan bij het doel om circulaire en biobased materialen toe te passen.

Groene gevels en daken kunnen verkoeling bieden door middel van schaduw, verdamping en isolatie. Op zonnige dagen kan dit op de gevels en daken 10-20 °C schelen en in de omgeving tot ca. 1,5 °C.[6] Hierbij moet wel rekening worden gehouden met de draagkracht en structurele integriteit van gebouwen. Groene daken kunnen niet gerealiseerd worden op de voorziene daken met kap, maar er kunnen wel deels groene gevels worden aangelegd. Deze zijn vooral effectief op zuidgevels. Volgens de handreiking gelden zonnepanelen ook als warmtewerend, deze kunnen wel op schuine daken worden gelegd. Om het doel van 40-50% te bereiken zouden bijvoorbeeld delen van twee gevels en het dak warmtewerend moeten zijn.

Ligging
De enige gevoelige functie binnen het gebied ligt in De Stokhorst in het midden van het gebied, waar woningen voor zorgbehoevende ouderen zijn voorzien. Omdat ouderen gevoeliger zijn voor hitte zouden deze het beste aan het noord- en zuideinde van dit deelgebied komen, waar grotere groepen bomen zijn ingetekend.

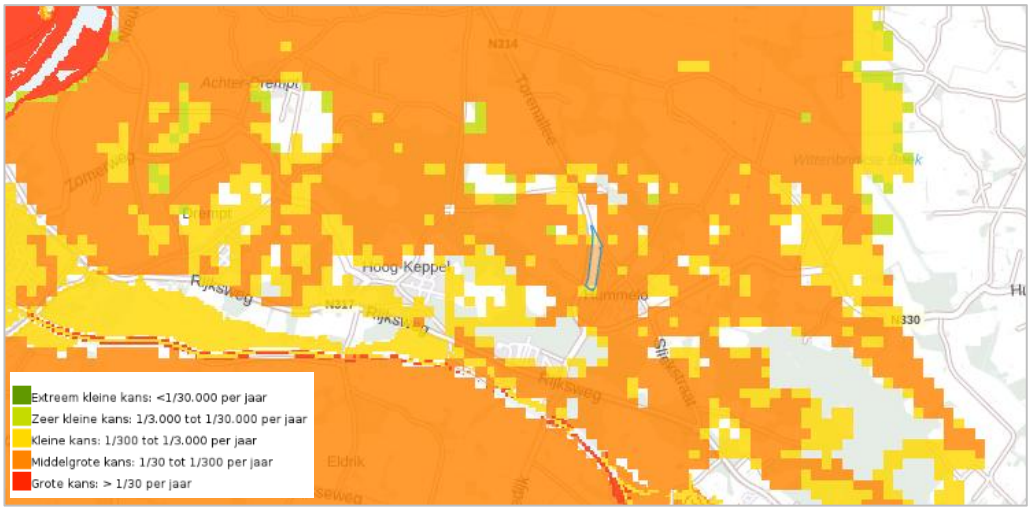
Ook de oriëntatie van woningen en de ligging van ruimtes binnen een woning kan overwogen worden. Slaapkamers blijven bijvoorbeeld koeler aan de noordzijde van een gebouw, en aan de oostzijde koelen ze ’s avonds sneller af.

[6] De hittebestendige stad, Hogeschool van Amsterdam, mei 2020

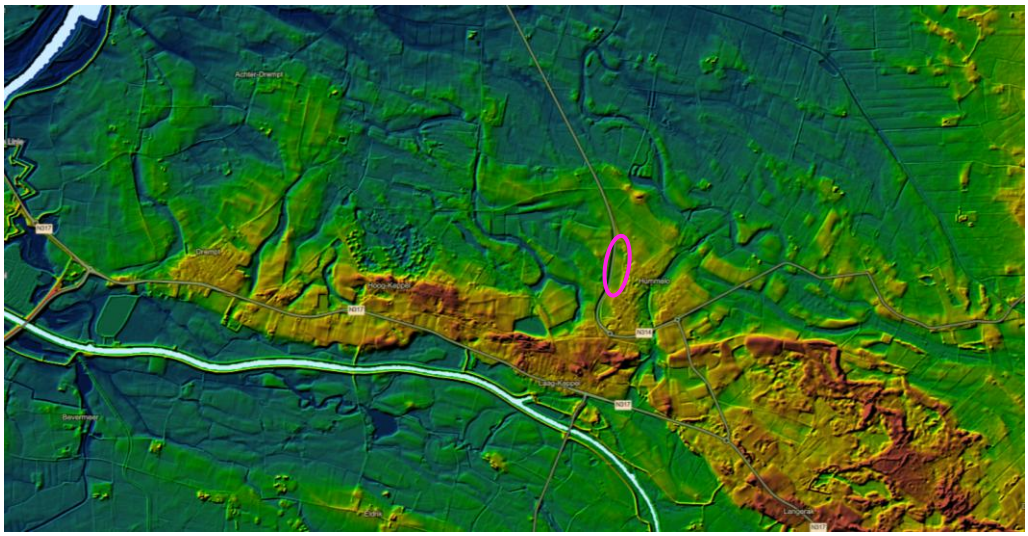
4.4 Waterveiligheid

Klimaatverandering heeft negatieve invloed op waterveiligheid in twee aspecten: door temperatuurstijging smelten de ijskappen en stijgt het zeeniveau, en door meer extreme stormen moeten rivieren grotere hoeveelheden regen in een kortere periode verwerken of worden golven hoger opgestuwd. Beide aspecten kunnen leiden tot hogere of meer frequente overstromingen.

De meest nabije overstromingsbronnen zijn de IJssel en de Oude IJssel. De Oude IJssel ligt dichter bij het besluitgebied, maar de IJssel heeft een groter risico en overstromingsgebied. Het besluitgebied ligt voor beide aan de buitenrand van het meest ernstige overstromingsgebied. Door de afstand tot de IJssel en Oude IJssel bestaat hier maximaal een kans op overstroming van 1x per 30-300 jaar. De uiterste einden van het gebied hebben slechts een kleine kans (1x per 300-3.000 jaar) of geen overstromingskans, door de iets hogere ligging ten opzichte van de rivieren. Richting het zuidoosten en oosten ligt nog hoger gebied, waardoor het water bij een overstroming vooral ten noorden en op de vluchtwegen zou komen te staan.



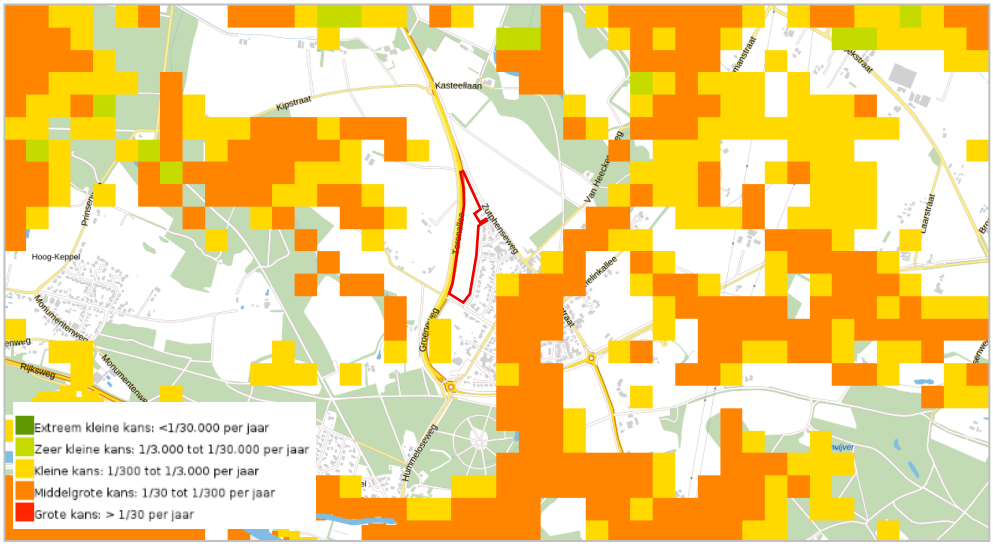
Kans op een overstroming vanuit zee, meer of rivier (atlas leefomgeving; besluitgebied blauw)



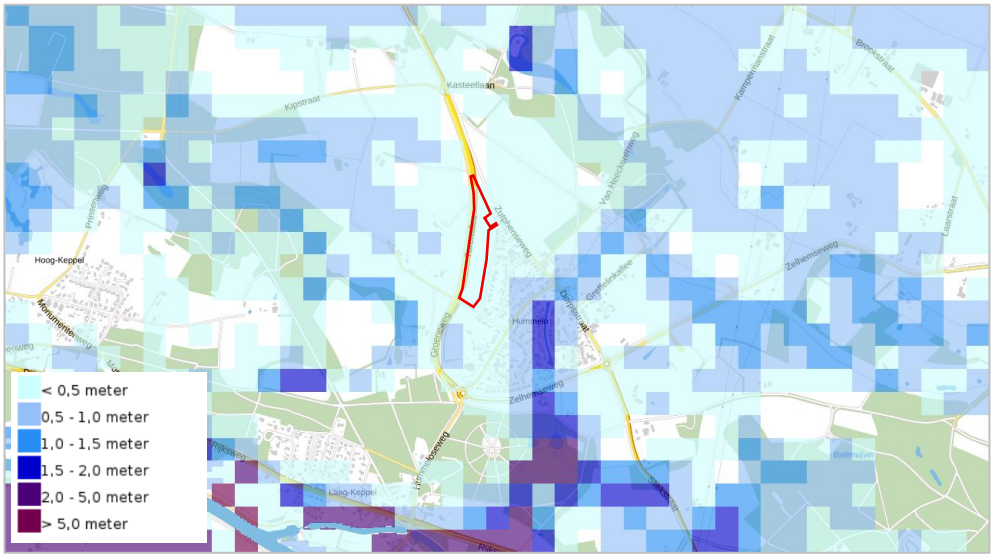
Hoogteverschillen nabij het besluitgebied (AHN4 dynamische opmaak, besluitgebied in roze)

Door deze combinatie van factoren ligt het besluitgebied op een lichtelijk risicovolle locatie wat betreft waterveiligheid. Bij een overstroming met de aangegeven hoogste kans, middelgroot, bestaat in het besluitgebied echter geen significante overstromingsdiepte, deze ligt hoogstens tussen de 0 en 20 cm (Klimaateffectlas). Pas vanaf een overstroming met een kleine kans wordt een waterdiepte van 10-30 cm verwacht. Er is geen kans op een plaatsgebonden overstroming van meer dan 50 cm, die het gebied slecht begaanbaar en gevaarlijk zou maken.

Zelfs de meest extreme overstroming blijft oppervlakkig (minder dan 50 cm), maar hierdoor zou wel de Zelhemseweg onbegaanbaar worden met 1,5-2 meter diep water. Aangezien dit normaalgesproken de meest voor de hand liggende vluchtweg zou zijn moet hier bij ontruimingsplannen rekening mee worden gehouden. Waarschijnlijk is hier de beste strategie om binnen het gebied op de verdieping te schuilen; dit is het minst overstromingsgevoelige gebied in de directe omgeving.



Plaatsgebonden overstromingskans >50 cm (Klimaateffectatlas; besluitgebied in rood)



Overstromingsdiepte bij extreem kleine kans (Klimaateffectatlas; besluitgebied in rood)

De maximale overstromingsdiepte geeft onder normale omstandigheden geen levensgevaarlijk risico maar is wel hinderveroorzakend. In de huidige situatie bestaat er geen bebouwing in het besluitgebied. De toekomstige woningen hebben meerdere bouwlagen, met 1-2 verdiepingen, dus door deze ontwikkeling worden meer vluchtmogelijkheden voor een dergelijke overstroming gerealiseerd.

Volgens het afwegingskader klimaatadaptieve gebouwde omgeving ligt de locatie in de categorie 'Ja mits, kleine opgave', en voor de handreiking en het convenant valt het voornamelijk onder de maatregel schade voorkomen (waterdiepte <0,2 m). Vanuit het aspect waterveiligheid wordt dus mogelijk overlast verwacht maar niet in een significante mate. De nadruk ligt op schade voorkomen en schuilen. Er kan volstaan worden met de volgende beperkte maatregelen.

4.4.1 Waterwering en schademitigatie woningen

Om schade te voorkomen op woningniveau wordt aangeraden om muren van kelders en benedenverdiepingen uit te voeren met (een kern of coating van) waterdicht materiaal, en slaapkamers zo veel mogelijk op de verdiepingen te realiseren. Ook kunnen toekomstige bewoners in worden gelicht over waterschadeverzekeringen en de aanschaf van dompelpompen voor kelders, om financiële schade te beperken.

4.4.2 Gebied bewust inrichten

Er lopen geen hoofdwegen door het gebied, dus dat is geen relevante factor. Als er een elektriciteitshuisje voor stroomverdeling in het gebied wordt aangelegd, is aan te raden om alle gevoelige apparatuur minstens 25-30 cm boven het maaiveld te plaatsen, of om te zorgen dat de wanden waterdicht zijn. Dan blijft de stroomvoorziening tijdens noodgevallen werkend en ontstaat geen gevaar op elektrocutie.

Aangezien het besluitgebied het minst overstromingsgevoelige woongebied in de directe omgeving is, en alle vluchtwegen door overstromingen afgesneden kunnen worden, ligt de nadruk meer op schuilen dan vluchten. Dit kan ook aan de toekomstige bewoners duidelijk worden gemaakt bij voorlichting over calamiteiten. Mogelijk kan de ontwikkeling ook een vluchtgebied vormen voor de naastgelegen kern van Hummelo. Met name het appartementengebouw heeft meerdere (droge) verdiepingen en ligt relatief hoog in het landschap. Dit kan verder worden afgestemd met de veiligheidsregio en bewoners.

4.5 Bodemdaling

Op veel plekken in Nederland daalt de bodem. Die daling kan verschillende oorzaken hebben:

- Het ontwateren van slappe grond, zoals veen en klei. Dat gebeurt om de grond geschikt te maken voor bijvoorbeeld landbouw of woningen. Ontwatering zet consolidatie en kruip van de grond in gang, alsmede de afbraak van organische stof (zoals veen) door zuurstof toe te laten.
- Het winnen van delfstoffen, zoals aardgas of zout uit diepliggend gesteente zorgt voor bodemdaling aan het oppervlak door compactie van het gasreservoir of door plastisch gedrag van het zout in de ontstane holtes.
- Het belasten van slappe grond, waarna er ook consolidatie en kruip optreedt. De belasting vindt bijvoorbeeld plaats bij het ophogen van het maaiveld bij bouwprojecten of als compensatie van eerdere bodemdaling.

Bodemdaling kan verschillende gevolgen hebben, zoals schade aan funderingen en een groter risico op overstromingen als er niet geïnvesteerd wordt in waterbeheer.

Uit het veldonderzoek blijkt dat de bodem op de locatie voornamelijk een zandgrond betreft, met een humeuze bovenlaag en lokale menging met klei en silt. Dit type bodem is over het algemeen niet gevoelig voor bodemdaling. Er worden ook geen delfstoffen gewonnen onder het gebied, en de grond wordt niet opgehoogd. Er wordt daarom als gevolg van de ontwikkeling geen bodemdaling verwacht.

De gemeente heeft deze factor niet op laten nemen in de klimaatatlas, wat er ook al op wijst dat dit geen significant probleem is binnen de regio. Raadpleging van de nationale Klimaateffectatlas toont ook dat er hier voor 2050 geen bodemdaling wordt verwacht. In de omgeving (richting het oosten) kan er wel beperkte tot vrij sterke daling plaatsvinden. Dit kan invloed hebben op de stroming van grondwater, maar aangezien de IJssel in de westelijke richting ligt en het grondwater sterk aantrekt wordt niet verwacht dat de ondergrondse stroming zal omkeren.



Bodemdaling 2020-2050 Hoog (bron: Klimaateffectlas; besluitgebied in blauw)

Dit maakt dat de draagkracht van de bodem voldoende geschikt is voor de beoogde woon- en groenfuncties. Ook het toepassen van een restzettingseis is niet noodzakelijk. Voor dit aspect zijn geen maatregelen benodigd.

4.6 Biodiversiteit

Door veranderende weerpatronen bestaat er druk op inheemse flora en fauna: natuurlijke levenspatronen worden verstoord, leefgebied en migratieroutes worden ongeschikt of juist geschikt en soorten verplaatsen zich met klimaatzones mee. Hierdoor is er vaak ook meer ruimte voor invasieve soorten en exoten. Dit valt samen met de druk op habitatomvang door stedelijke ontwikkelingen. Als soorten hierdoor verdwijnen of enkele soorten gaan overheersen neemt de biodiversiteit in een gebied af. Door de biodiversiteit in een gebied worden ecosysteemdiensten geleverd en wordt de leefbaarheid en vitaliteit van het gebied ondersteund. Daarom is het van belang om biodiversiteit waar mogelijk te behouden en verder uit te breiden. Onderstaande figuren tonen de huidige en toekomstige situatie van het besluitgebied.



Huidige situatie (luchtfoto, bron: PDOK) en beoogde situatie (bron: gemeente Bronckhorst)

Voorliggend plan betreft een uitbreiding van de bebouwde kom, waardoor de groene ruimte afneemt. Dit gebied bestaat voornamelijk uit (intensief bewerkte, uniforme) agrarische velden, een hoek met kruidenrijk verwilderd grasland, een wandelpad met bloemrijke rand en kleine houtopstanden. Deze houtopstanden bestaan uit jonge loofbomen, waaronder eiken. Met name de akkers zullen in de

toekomstige situatie substantieel in oppervlakte afnemen. De jonge bomen zijn nog zo klein dat er geen vergunning voor de kap of verplaatsing nodig zijn, dus het is aan de opdrachtgever in welke mate zij behouden blijven. Het uitgangspunt is dat de bestaande bomen behouden blijven waar mogelijk en alleen gekapt worden als hier een gebouw of parkeerterrein komt.

Beleid en richtlijnen

In zowel de Gelderse handreiking als het convenant toekomstbestendig bouwen zijn uitgebreide en concrete doelen voor biodiversiteit en natuurinclusiviteit gegeven. Deze hebben een grote overlap, maar bij het convenant bestaan verschillende ambitieniveaus. Stokhorsterpark valt onder de categorie 'grootschalige ontwikkeling' (> 4.000 m^2 plangebied of BVO). Beide documenten hebben de volgende doelen:

- Percentage groen plus blauw op buurtniveau is samen minimaal 30% (of 45% voor de categorie goud). Boomkronen, groene gevels en water tellen hierbij mee. Het convenant voegt daar een specificatie van 15% middelhoge vegetatie, 20% lage vegetatie, 30% boomkronen en 10% water aan toe.
- Vanuit de 300-30-3 norm voegt de handreiking nog toe dat voor elke woning een openbare groenvoorziening van minimaal 200 m² binnen 300 aanwezig moet zijn en uitzicht op minimaal 3 bomen.
- Groene oplossingen, gebaseerd op natuurlijke processen en structuren, hebben daarnaast altijd de voorkeur boven 'grijze' technische oplossingen voor de andere aspecten.
- Het convenant stelt dat kwalitatief hoogwaardig habitat gemaakt dient te worden voor tenminste gebouwbewonende soorten en 2 tot 4 (afhankelijk van de categorie brons-goud) andere soorten. De andere soorten zijn boom bewonend; aan struweel gebonden; aan bloemrijk grasland gebonden; en aan water en oevers gebonden.
- De handreiking raadt aan een ecologisch onderzoek uit te voeren of een biodiversiteitsplan op te stellen, dit openbaar te maken en aan te geven hoe dit wordt ingevuld (voor praktische uitvoering en transparantie). Hierin dient ruimte te zijn voor ecosysteemdiensten zoals voedselproductie, waterberging of recreatie.

De gemeente Bronckhorst heeft daarnaast een biodiversiteitsplan opgesteld. Hier zijn voor de korte termijn concrete stappen gegeven, waarvan de volgende relevant zijn voor Stokhorsterpark:

- Aanleg en beheer van waterelementen als foerageergebied en verblijfplaats, door de realisatie van natuurlijke oevers en wadi's, en meanderende beken.
- Aanplanten bomen en lanen, met oog voor de kansrijkheid voor biodiversiteit die uit de soortenatlas volgt voor insecten, bijen en vogels.
- Aanplanten landschapselementen op de overgangen van natuur naar landbouw.
- Aanleg of versterking van openbaar groen in de kernen, met lang gras gemengd met waard- en nectarplanten.
- Natuurlijke bestrijding eikenprocessierups door voldoende nestgelegenheid voor natuurlijke vijanden te maken (sluipwespen, gaasvliegen, koolmezen, mussen en pimpelmezen).

- Natuurinclusief bouwen, waarbij natuur en pand onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn.
- Ecologisch beheer van bermen en slootkanten, met aandacht voor verschralen, tijdstip van maaien en gefaseerd maaien.
- Opzetten van particuliere beheercontracten van openbaar groen, met toepassing van goede zaadmengsels.
- Communicatie en participatie met bewoners, om te komen tot bewustzijn en samenwerking.

Ook is een lokale soortenatlas opgesteld door de gemeente Bronckhorst, waarin de diverse leefgebieden voor kenmerkende soorten in de gemeente in beeld zijn gebracht. In en nabij de planlocatie is het leefgebied 'natte berm' met de gidssoort oranjetipje kenmerkend, hier ligt een belangrijk leefgebied (hotspot). Deze verdient dus de grootste aandacht. Ook ligt de locatie in het leefgebied van de geelgors, putter en waterhoen. Hier kunnen volgens de soortenatlas de volgende maatregelen voor worden genomen, die voor sommige gidssoorten overlappen. Zie onderstaande voor een overzicht

<table>
<tr><th>Soort</th><th>Oranjetipje</th><th>Waterhoen</th><th>Putter</th><th>Geelgors</th></tr>
<tr><th>Zone</th><th>natte berm</th><th>watergangen/ oevers</th><th>groen in dorpen</th><th>singels/houtwallen</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Maatregel</td><td colspan="3">Aanleg schone, biodiverse watergangen</td><td>Aanleg kleinschalige landschapselementen</td></tr>
<tr><td colspan="3">Gefaseerd maaien voor overwintering insecten</td><td>Voorlichting voor onderhoud</td></tr>
<tr><td colspan="2">Verschralen door afvoer maaisel en bagger</td><td>Gras langer laten en maaisel afvoeren</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Maaitijdstip afstemmen op bloeitijd (na juni)</td><td>Bloemenmengsels inzaaien</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Voorlichting tegen zelf maaien</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Analyse voorgenomen plan

In het huidige plan wordt de huidige groene ruimte ontwikkeld voor een uitbreiding van de bebouwde kom. Het huidige ontwerp voorziet een groene inrichting, waarbij de kwaliteit van het groene gebied toeneemt, doordat de monocultuur van het agrarische veld wordt vervangen door verschillende types biodiverse en inheemse natuur. Langs de oevers van de nieuwe watergang is bloemenrijk grasland voorzien en op het landgoed wordt een voedselbos gerealiseerd. Hier bestaat echter nog geen concrete invulling met een beplantingsplan voor. Aanbevolen wordt om hierbij zoveel mogelijk van de (jonge) houtopstand te behouden en bij aanplanten inheemse flora te realiseren die passen binnen het besluitgebied en aansluiten op de aanwezige fauna. Aandachtspunt is ook dat er geen (invasieve) exoten aangeplant worden. Zie hiervoor ook navolgende paragraaf kansen en maatregelen.

Kansen en maatregelen

Om biodiversiteit ruimte te geven in ruimtelijke ontwikkelingen wordt aanbevolen de richtlijnen van de provincie zoals verwoord in de Gelderse handleiding als het biodiversiteitsplan van de gemeente Bronckhorst te incorporeren. Een overlappend

doel daarvan is dat er groenblauwe structuren ingericht worden. Er worden bomen aangeplant met oog voor de kansrijkheid voor biodiversiteit die uit de soortenatlas volgt voor insecten, bijen en vogels. Daarbij wordt aangeraden om te denken aan inheemse soorten zoals zoete kers, wilde vogelkers, acacia, en beuk. Daarnaast kan ook gedacht worden aan soorten zoals wintereik, zomereik, winterlinde, zomerlinde, rode beuk, groene beuk, tamme kastanje, paardenkastanje, zwarte populier en walnoot. Uitgangspunt is dat het past binnen de lokale omstandigheden (zoals waterhuishouding) en dat er rekening gehouden wordt met voldoende groeiruimte. Belangrijk hierbij is dat er gekozen wordt voor inheemse soorten en zo min mogelijk cultivars. Cultivars zijn geselecteerd op bepaalde eigenschappen waardoor soms belangrijke natuurlijke eigenschappen zoals zaad en vruchtvorming gereduceerd zijn. Naast dat deze soorten bevorderlijk zijn voor de (inheemse) insectenpopulatie, zorgt dit tevens voor een verhoogd voedselaanbod voor vleermuissoorten.

Daarnaast worden er natuurlijke oevers, wadi's en bloemrijke graslanden gerealiseerd. Voor beide elementen wordt ten zeerste aanbevolen om voor de beoogde inheemse flora rekening te houden met de standplaats. De bodem binnen het besluitgebied betreft een gemengd matig grove en matige fijne zandgrond. Lokaal is het zand licht humus-, klei- of silthoudend, maar er is overal een grote doorlaatbaarheid van 2 tot 5 m/dag. Gezien het een voormalig akkerland betreft, wordt aangeraden om een mengsel van flora in te zaaien die daarop aansluit zoals het bloemrijke kruidenmengsel van Cruydthoeck. Voor de wadi's en natuurvriendelijke oevers is het van belang dat de flora goed gedijt bij wat nattere condities, zoals korenbloem, Pinksterbloem, wilde kievitsbloem en zomerklokje. Pinksterbloem is tevens een waardplant voor de gidssoort oranjetipje. Korenbloem is een Rode Lijstsoort die ook voorkomt in de omgeving van het besluitgebied. Aanbevolen wordt daarom ook om enkele zones onaangeroerd te laten in functie van spontane kolonisatie.

Overkoepelend voor de verschillende structuren die ingepast gaan worden is dat er voldoende structuurvariatie aangebracht wordt waarbij de overgangen een gradiënt vormen. Het realiseren van een mantelzoomvegetatie naast een bomenlaan, verhoogd de variëteit in microklimaten. In de huidige situatie zijn weinig overgangsgebieden en weinig tot geen struweel aanwezig. Dit is wel belangrijk habitat voor insecten, vogels en kleine zoogdieren. Naast algemene soorten, kunnen er ook soorten voorkomen die beschermd zijn onder de Omgevingswet. Zo is bloemrijk grasveld potentieel leefgebied voor kleine marters (bunzing, hermelijn en wezel), insecten (zoals bruin blauwtje), kleine landgebonden zoogdieren (zoals egel en konijn). Tevens kan struweel in het pluk- en voedselbos bijvoorbeeld dienen als schuilplaats (voor vogels en kleine landgebonden zoogdieren zoals egel) en als verbindingszone (voor o.a. kleine marterachtigen).

Voor het realiseren van de natuurvriendelijke oevers en wadi is het ook van belang dat het talud flauw afloopt. Idealiter is dat een talud van 1 op 5 (1 meter diepte op 5 meter lengte), echter is een natuurvriendelijke oever al functioneel bij een talud van 1 op 2. Op plekken met veel ruimte kan gekozen worden voor een flauwer talud, zo

ontstaan er ook verschillende gradiënten. Daarnaast is voor zowel de blauwe structuren als de groene structuren ecologisch (maai)beheer belangrijk. Door te werken met aannemers die werken volgens de KleurKeur-certificeringen (groen/blauw) van de Vlinderstichting wordt een goed maaibeheer gegarandeerd.

Tenslotte kan het besluitgebied habitat voor gebouwbewonende soorten bieden. De geschiktheid voor gebouwbewonende soorten moet volgens de bouwafspraken gegarandeerd worden, maar kan in voorliggende toets reeds geadviseerd worden. De meest relevante gebouwbewonende soorten zijn hier vogels (zoals huismus en gierzwaluw) en vleermuizen. Daarnaast kunnen inbouwstenen ook essentieel habitat creëren voor insecten zoals overwinterende vlinders of solitaire bijen. Voor vogels en insecten kunnen inbouwkasten gerealiseerd worden, waarbij die voor insecten lager op de grond geplaatst worden en voor de vogels op genoeg hoogte. Het realiseren van een vleermuisvriendelijke spouw biedt een variëteit van verblijfplaatsen voor veel diverse vleermuissoorten. Zie voor het laatste ook de handreiking vleermuisvriendelijk bouwen van de Zoogdiervereniging. In de directe omgeving wordt voldoende habitat (i.e. voedselgelegenheid) voor het waarborgen van de functionaliteit van de nestplaatsen en verblijfplaatsen voor deze soorten.

Een inpassing die tevens wordt aanbevolen is het creëren van groene daken met inheemse soorten. Indien er zonnepanelen aangelegd worden, is dit niet alleen bevorderlijk voor de functionaliteit van zonnepanelen door de lagere temperatuur van een groen dak ten opzichte van een traditioneel dak. Daarnaast is het bevorderlijk voor de wateropvang van hemelwater, compenseert het groenoppervlak en draagt het “bottom up” bij aan een verhoogde biodiversiteit. Naast voedselgelegenheid voor insectensoorten, biedt het ook waardplanten voor vlinders zoals bijvoorbeeld schapenzuring en gewone rolklaver. Dergelijke planten die van nature op arme en droge(re) gronden voorkomen, zijn ideaal voor het aanleggen van een groen dak. Daarnaast creëert het een microhabitat in een overwegend eutrofe omgeving en compenseert het verlies van natuur in oppervlakte. Gedacht kan worden aan dakmengsels van een gespecialiseerd bedrijf als Cruydthoeck. Aandachtspunten zijn de draagkracht van het dak en aanleg door een gespecialiseerd bedrijf. Ook moet er gedurende de gebruiksfase rekening gehouden worden met beheersmaatregelen en of extensief of intensief beheer beoogd wordt. In de regel wordt het beheer aangeboden door het bedrijf met de aanleg.

Met bovengenoemde wordt, ondanks de afname van groen oppervlak, de biodiversiteit in het gebied zo veel mogelijk behouden. Tezamen met de in overige paragrafen genoemde maatregelen tegen overstroming, verdroging en hitte dienen de genoemde maatregelen ook om deze biodiversiteit te behouden bij klimaatverandering. Als er robuuste, diverse natuur in het besluitgebied bestaat kan deze schommelingen beter opvangen en sneller naar een evenwicht terugkeren. Daarmee wordt de biodiversiteit beschermt.

5 Conclusies

De klimaataspecten wateroverlast (door regen), droogte, hitte en schaduw, waterveiligheid, bodemdaling en biodiversiteit zijn beoordeeld voor de ontwikkeling van woningen in Hummelo. Hiertoe is per aspect een analyse gemaakt van de huidige situatie en een beoordeling van de invloed die het plan zal hebben. Droogte en hitte zijn hier de aspecten met de grootste risico's, en de aspecten wateroverlast en biodiversiteit dienen nog met voldoende detail uitgewerkt te worden.

Wateroverlast
In de zomer ontstaan meer droge periodes afgewisseld met één of enkele dagen hevige regenval. Binnen het besluitgebied worden hier geen significante gevolgen van verwacht. De bodem is geschikt voor infiltratie en er wordt voldoende oppervlaktewater op de juiste locaties aangelegd voor de verhardingscompensatie-eisen. Alleen in het midden van het gebied kunnen tuinen onderlopen, bij een zeer hevige regenbui. Daarom is slechts een beperkte mate van maatregelen benodigd: de waterlopen moeten een technische uitwerking krijgen en voor de relevante tuinen moet worden beoordeeld of gestuurde waterafvoering nodig is.

Droogte
De laagste grondwaterstand in het gebied is betrekkelijk diep en zal dat in de toekomst blijven. Er is binnen het besluitgebied een voornamelijk zandige grond met hoge doorlatendheid, waardoor water goed in de bodem wordt opgenomen maar snel wegzakt. Droogte is hier een belangrijk thema. De nieuwe waterlopen zorgen ervoor dat er meer oppervlaktewater bestaat, en dit kan ook de grondwaterspiegel plaatselijk verhogen. Echter wordt er ook mogelijk een grote watervraag in het gebied gemaakt met het voedselbos. Om de grond open te houden, verdamping te voorkomen en water naar het oppervlak te trekken zullen (meer) bomen door het gebied worden geplaatst. Ook kan droogtebestendige beplanting worden toegepast verder van de waterlopen af. Om geen extra druk op het grondwater of drinkwater te veroorzaken, wordt een irrigatiesysteem aangelegd dat gebruik maakt van regenwater dat is opgevangen van daken en verharding.

Hitte en schaduw
Er bestaat een toename van schaduw door de grotere hoeveelheid bomen en gebouwen in het gebied. Verblijfsplekken en langzaamverkeersgebieden liggen echter niet voldoende in de schaduw. Hiermee is er in de zomer op hete dagen mogelijk niet voldoende verkoeling voor mensen die zich buiten bevinden. Het centrale wandelpad ligt maar zeer beperkt in de schaduw, dit kan gebruik in de zomer ontmoedigen. Wel liggen alle woningen nabij een koele schaduwrijke verblijfsplek en wordt genoeg groen op buurtniveau aangelegd, en kunnen kwetsbare gebouwen nabij schaduwplekken worden gelegd.

Voor het voedselbos kan dit nog niet beoordeeld worden. Hier dienen bomen voornamelijk nabij het wandelpad geplaatst te worden, of als hierbinnen nog nieuwe verblijfsplekken worden aangelegd daar nabij.

Hiernaast kan op woningniveau rekening worden gehouden met hitte door bijvoorbeeld lichtgekleurde bouwmaterialen te gebruiken, groene gevels of daken met zonnepanelen in te passen, en geen airconditioningsinstallaties (die de buitentemperatuur verhogen) in te bouwen.

Waterveiligheid
De meest nabije overstromingsbron zijn de IJssel en Oude IJssel, met een kans op overstroming tussen de 1x per 30 en 3.000 jaar. Er bestaat dan in het besluitgebied echter geen significante overstromingsdiepte, deze ligt hoogstens tussen de 0 en 20 cm. Zelfs de meest extreme overstroming zou oppervlakkig blijven, met een diepte van minder dan 50 cm. Wel zouden hierdoor de omgelegen vluchtwegen onbegaanbaar worden. Er zijn daarom maar beperkte maatregelen nodig, waarbij de nadruk ligt op (financiële) schade voorkomen en schuilen binnen het gebied.

Bodemdaling
De grond in het besluitgebied is niet gevoelig voor zetting en er wordt hier geen bodemdaling verwacht. Op dit aspect zijn geen maatregelen benodigd.

Biodiversiteit
De woningbouwontwikkeling leidt tot een afname van groen oppervlak, maar biedt kansen om de biodiversiteit kwalitatief te behouden en te versterken door een natuurinclusieve inrichting. Door de vervanging van agrarische monocultuur door gevarieerde, inheemse groenstructuren kan het gebied ecologisch robuuster worden ingericht.

Aanbevolen wordt om bestaande houtopstanden zoveel mogelijk te behouden en het gebied in te richten met groenblauwe structuren zoals natuurvriendelijke oevers, wadi’s en bloemrijke graslanden, afgestemd op bodem en waterhuishouding. De aanplant dient te bestaan uit inheemse soorten en geen invasieve exoten. Het creëren van structuurvariatie en geleidelijke overgangen (struweel, mantel-zoom-vegetaties) is essentieel voor insecten, vogels en kleine zoogdieren.

Daarnaast is ecologisch beheer van groen en water noodzakelijk, met gefaseerd maaien en verschraling. Natuurinclusief bouwen wordt aanbevolen door het integreren van voorzieningen voor gebouwbewonende soorten (vogels, vleermuizen en insecten) en het toepassen van groene daken met inheemse beplanting.
Met deze maatregelen kan, ondanks de ruimtelijke ingreep, de biodiversiteit behouden blijven en wordt het gebied beter bestand tegen de effecten van klimaatverandering.

sab adviseurs in ruimtelijke ontwikkeling
info@sab.nl - www.sab.nl

sab Arnhem
Frombergdwarsstraat 54
6814 DZ Arnhem

sab Amsterdam
Jacob Bontiusplaats 9
1018 LL Amsterdam