MIRT-VERKENNING
OV EN WONEN ZEEF 2

EFFECTNOTITIE KLIMAAT

DECEMBER 2023

Autorisatieblad

MIRT verkenning OV en Wonen Regio Utrecht, Zeef 2

	Naam	Akkoord	Datum
Opgesteld door	Jan Gerk de Boer		
Gecontroleerd door	Hanna Borren, Martin Wink		
Vrijgegeven door	Marieke van Dijk b.a. Richard Savenije		

Versiehistorie

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting
0.1	**Effectnotitie klimaat**	**19-10-2023**	**Eerste conceptnotitie**
1.0	**Effectnotitie klimaat**	**24-11-2023**	**Definitieve notitie met commentaren verwerkt**

1 Doel rapportage 4
1.1 Inleiding 4
1.2 Leeswijzer 4
2 Beleidskader en wet- en regelgeving 5
2.1 Beleid 5
2.2 Rijksbeleid 5
2.3 Provinciaal beleid 5
2.4 Gemeentelijk beleid 5
2.4.1 Gemeente Utrecht 5
2.4.2 Gemeente Nieuwegein 6
2.5 Beleid waterschap 6
3 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek 7
3.1 Onderzoeksmethodiek 7
3.2 Scoringsmethodiek 7
4 Klimaateffecten 8
4.1 Wateroverlast 8
4.2 Overstromingen 12
4.3 Droogte (bodemdaling) 14
4.4 Hitte 15
4.5 Conclusie klimaateffecten 18
5 Klimaatadaptatie 19
6 Conclusie 22
Colofon 23

1 Doel rapportage

1.1 Inleiding

In dit document worden de effecten beschreven van het toekomstige klimaat bij invoering van het project OV en Wonen. Het project OV en Wonen en zijn ontwerpalternatieven worden beschreven in de losstaande ondersteunende notitie ‘dummy effectnotitie algemene introductie’. Het is aan te raden deze notitie eerst door te nemen alvorens voorliggende notitie te bestuderen.

Het veranderende klimaat heeft zijn impact op onze fysieke leefomgeving. Aspecten als hittestress en wateroverlast gaan vaker voorkomen in de toekomst en dit kan tot problemen leiden voor onze veiligheid, gezondheid en leefbaarheid. Een verandering van de leefomgeving heeft invloed op de grootte van de klimaateffecten. Bijvoorbeeld als groen wordt vervangen door asfalt vermindert dit de infiltreerbaarheid van de bodem en neemt hittestress toe. Het is daarom van belang om de effecten op het gebied van klimaatverandering te bestuderen bij ruimtelijke veranderingen om zo onnodige schade te voorkomen.

Het effectrapport gaat in op de verandering van klimaateffecten en de toe- of afname van potentie voor klimaatadaptieve maatregelen.

Deze effectnotitie gaat uiteindelijk gesplitst worden. De onderdelen wateroverlast, overstromingsgevaar en droogte worden onderdeel van de effectnotitie water, bodem en klimaatadaptatie en het onderdeel hitte wordt onderdeel van de effectnotitie leefbaarheid.

1.2 Leeswijzer

De effectnotitie start met het beschrijven van het belangrijkste beleid op het gebied van klimaatadaptatie van zowel rijk als regio. Vervolgens wordt de onderzoeks- en scoringsmethodiek toegelicht. Daarin wordt ook aandacht geschonken aan het beoordelingskader op het gebied van klimaateffecten en klimaatadaptatie. De daarop volgende hoofdstukken worden de effecten beschreven op het gebied van klimaateffecten en potentie voor klimaatadaptieve maatregelen. De notitie sluit af met een conclusie van de effectbeoordeling.

2 Beleidskader en wet- en regelgeving

2.1 Beleid

Dit hoofdstuk beschrijft het relevante beleid voor het thema Klimaat, onderverdeeld in Rijksbeleid, provinciaal beleid en gemeentelijk beleid. In de daaropvolgende paragrafen is het studiegebied en toetsingskader beschreven. Deze zijn toegespitst op de thema's zoals in het beoordelingskader naar voren gebracht: klimaateffecten en klimaatadaptatie.

2.2 Rijksbeleid

Op het gebied van klimaatadaptatie is onder regie van het Rijk in 2016 de Nationale Adaptatie Strategie (NAS) ontwikkeld. In vervolg hierop is eind 2018 een Bestuursakkoord getekend. Hierin hebben gemeenten, waterschappen, provincies en het Rijk afgesproken dat Nederland uiterlijk in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust moet zijn ingericht. Dit Bestuursakkoord heeft zeven ambities voor een klimaatbestendig en waterrobuust Nederland, waaronder het in beeld brengen van kwetsbaarheden, het opstellen van regionale uitvoeringsagenda's en het benutten van meekoppelkansen. Onderdeel van het akkoord is dat gemeenten, waterschappen en provincies uiterlijk in 2020 hun opgave voor ruimtelijke adaptatie in beeld hebben gebracht met behulp van zogenaamde stresstesten. Op basis daarvan moeten regionale uitvoeringsagenda's worden opgesteld, waarin maatregelen moeten worden geconcretiseerd.

Daarnaast heeft het kabinet eind 2022 middels een kamerbrief water en bodem sturend gesteld bij het maken van ruimtelijke keuzes. De kamerbrief beschrijft een aantal uitgangspunten dat geldt bij ruimtelijke inrichting. Hieronder vallen onder andere het niet afwentelen op toekomstige generaties, rekening houden met extremen, meerlaagsveiligheid en de bodem minder afdekken.

Daarbovenop heeft de rijksoverheid met een kamerbrief 'De Landelijke Maatlat voor een groene klimaatadaptieve omgeving' begin 2023 uitgebracht. Hierin stelt de landelijke overheid normen (zowel lokaal als decentraal), richtlijnen en voorkeursvolgorde van maatregelen waar klimaatadaptief bouwen aan moet voldoen.

2.3 Provinciaal beleid

In haar omgevingsvisie streeft de provincie naar klimaatadaptieve mobiliteitsprojecten. Daarmee wil de provincie het beheer van haar infrastructuur en nieuwe projecten zo duurzaam mogelijk uitvoeren met maatregelen gericht op het voorkomen van effecten van hittestress, wateroverlast, overstromingen, droogte en calamiteiten. In het Programma Klimaatadaptatie 2020-2023 schetst de provincie Utrecht de aanpak voor de komende jaren, op weg naar een klimaatbestendige en waterveilige provincie in 2050. Met dit programma heeft de provincie richting gegeven aan al haar andere beleid. Op dit moment werkt de provincie nog aan het vervolg op het programma. Bovendien bieden klimaatadaptieve oplossingen ook kansen voor andere doelen en opgaven. Belangrijk onderdeel van de aanpak van de provincie is samenwerking: met bewoners, waterschappen, andere provincies, gemeenten, bedrijven en maatschappelijke organisaties wil ze aan de slag, zodat Utrecht ook in de toekomst een veilige en mooie provincie blijft.

Daarnaast heeft de provincie het Convenant Duurzame Woningbouw opgesteld tezamen met diverse partijen, waaronder de gemeente Utrecht, en laten ondertekenen door onder andere gemeenten, waterschappen, brancheorganisaties en ontwikkelaars. Hierin is klimaatadaptief bouwen de norm. Nieuwbouwprojecten dienen zodanig te worden gerealiseerd dat zij bestand zijn tegen uitdagingen van weersextremen.

2.4 Gemeentelijk beleid

2.4.1 Gemeente Utrecht

De gemeente Utrecht heeft haar eigen visie opgesteld op klimaatadaptatie in de 'Visie Klimaatadaptatie Utrecht: Het klimaat

verandert, Utrecht verandert mee.' De gemeente sluit daarmee aan op het landelijke Deltaplan Ruimtelijke adaptatie (DPRA). Hierin stelt de gemeente een klimaatbestendige stad te willen zijn en haar bestaande groen en water beter wil benutten en ontsluiten. Daarnaast wil ze in haar bestaande buurten meer ruimte voor groen en blauw bij nieuwe ontwikkelingen. In 2050 wil Utrecht klimaatbestendig zijn en de kwetsbaarheden hebben aangepakt. Hoofddoel is maatschappelijke ontwrichting en onomkeerbare schade zoveel mogelijk voorkomen. Dit bereikt de gemeente door te vergroenen, zodat de bodem als spons werkt. Het principe 'groen, tenzij' geldt. Daarnaast wil de gemeente 90% van het regenwater benutten en vasthouden. Fiets- en looproutes hebben voldoende schaduw (40% bij hoofdroutes, 30% bij overige), bij voorkeur door bomen. Ook streeft ze naar 40% groen in het horizontale vlak, zowel maaiveld als daken. Ook dient er een koele, groene verblijfsplek te zijn op een afstand van 200 meter. Regenbuien van 80 mm zorgen niet voor schade aan panden en belangrijke wegen. Overstroming wordt regionaal uitgewerkt in de regionale adaptatie strategie.

Daarnaast stelt de gemeente ook in haar "Visie Water en Riolering Utrecht" klimaatbestendigheid als belangrijke opgave. Daarin wil de gemeente kringlopen voor water sluiten en het water- en rioleringssysteem aanpassen aan het opwarmende klimaat.

2.4.2 Gemeente Nieuwegein

De gemeente Nieuwegein heeft in 2018 een visie en een uitvoeringsprogramma klimaatadaptatie opgesteld. Het doel is te komen tot een aantrekkelijke en gezonde stad, waar de gevolgen van klimaatverandering zo min mogelijk leiden tot schade en overlast. De stresstest, waarin kwetsbaarheden van de gemeente in beeld zijn gebracht, vormde voor de gemeente de basis van de visie. Als doelen stelt de gemeente:

- De stad en haar bewoners en gebruikers worden minder kwetsbaar voor hittestress.
- Wateroverlast zoveel mogelijk voorkomen, ook als gevolg van extreme buien.
- De effecten van droogte verminderen, door regenwater vast te houden op de locatie waar het valt.
- Invulling geven aan het concept van 'meerlaagsveiligheid', met extra aandacht voor kwetsbare objecten en vitale infrastructuur.

2.5 Beleid waterschap

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft in haar Visie en Handelingsperspectief toekomstbestendig watersysteem beschreven wat zij doet aan klimaatadaptatie. Bovendien is in het waterbeheerprogramma 2022-2027 het thema waterrobuust en klimaatbestendig opgenomen waarin onder andere de ambitie stad als spons wordt gesteld; met andere woorden meer infiltratie laten plaatsvinden.

3 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

3.1 Onderzoeksmethodiek

De alternatieven zijn vergeleken aan de hand van twee criteria: klimaateffecten en klimaatadaptatie. Deze zijn op kwalitatieve wijze beoordeeld zoals te lezen in Tabel 1. Deze criteria zijn vastgelegd in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD).

Tabel 1: Beoordelingscriteria op het thema klimaat.

Criterium	Parameter	Methode
Klimaateffecten[1] (water)	Effect op aanwezige klimaateffecten van wateroverlast, overstromingen en droogte in het projectgebied	Kwalitatieve beschouwing op klimaateffecten. O.a. o.b.v. klimaateffectatlas en klimaatstresstesten gemeente en waterschap.
Klimaatadaptatie	Mogelijkheid van kansen in de ontwerpen op gebied van klimaatadaptatie (vermindering van de effecten van wateroverlast, overstromingen en droogte).	Kwalitatieve beschouwing naar mogelijke klimaatadaptieve maatregelen.
Hitte	Effect van alternatieven op aanwezige hittestress en mogelijkheid tot nemen van hittebeperkende maatregelen.	Kwalitatief o.b.v. expert judgement en met gebruik van klimaateffectatlas en lokale stresstesten.

[1] De NRD gaat uit van klimaatrisico's. Omdat in deze fase risico's nog moeilijk zijn te bepalen, is de beoordeling gericht op verandering van het klimaateffect.

3.2 Scoringsmethodiek

In Tabel 2 is de scoringsmethodiek ten behoeve van de effectrapportage weergegeven. Scores worden toegekend aan de verschillende alternatieven per criterium. De alternatieven worden vergeleken met de huidige situatie.

Tabel 2: Scoringsmethodiek ten behoeve van de effectrapportage.

Score	Verklaring	Klimaateffecten[1] (water)	Klimaatadaptatieve kansen (water)	Hitte
++	Zeer positieve effecten	Sterke afname van klimaateffecten	Veel ruimte voor klimaatadaptieve maatregelen	Sterke verlaging van hittestress en mogelijkheid tot hitteverminderende maatregelen
+	Positieve effecten	Afname van klimaateffecten	Ontwerp biedt ruimte voor klimaatadaptieve maatregelen	Verlaging van hittestress en mogelijkheid tot hitteverminderende maatregelen
0	Geen of geringe effecten	Geen of geringe verandering in klimaateffect	Geen toename of afname in mogelijkheid tot klimaatadaptieve maatregelen	Geen verandering van hittestress
-	Negatieve effecten	Verergering van klimaateffecten	Verminderde ruimte voor klimaatadaptieve maatregelen	Verhoging van hittestress en verminderde mogelijkheid tot hitteverminderende maatregelen
- -	Zeer negatieve effecten	Sterke verergering van klimaateffecten	Sterke afname in ruimte voor klimaatadaptieve maatregelen	Sterke verhoging van hittestress en weinig mogelijkheid tot hitteverminderende maatregelen

4 Klimaateffecten

In dit hoofdstuk wordt het effect op aanwezige klimaateffecten van wateroverlast, overstromingen, droogte en hittestress in het projectgebied (incl. bodemdaling veroorzaakt door droogte) beschreven en beoordeeld.

4.1 Wateroverlast

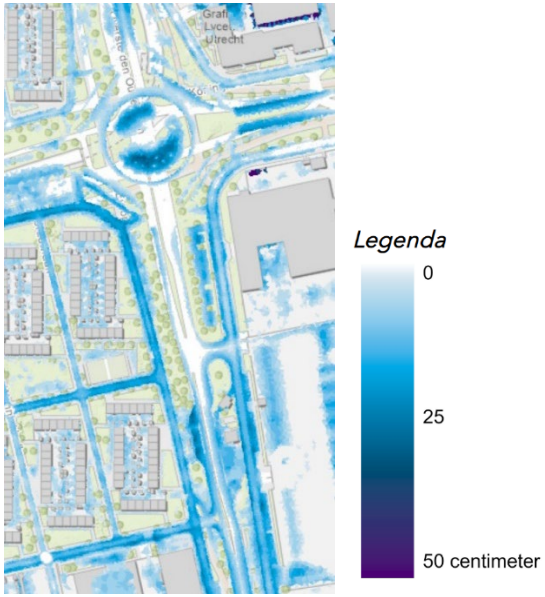
In de toekomst nemen extreme buien toe die resulteren in wateroverlast. Dit kan in de vorm zijn van water op de weg of in tunnels, maar ook schade aan gebouwen en infrastructuur. De belangrijkste aandachtspunten voor het project OV en Wonen op het gebied van wateroverlast zijn de volgende:

- water op infrastructuur;
- water in tunnels;
- mogelijke waterschade aan omgeving door toevoeging infrastructuur;
- schade aan technische installaties (bijvoorbeeld ventilatie voor tunnel of langs het tramspoor)
- beperken van waterdoorlaatbaar oppervlak.

Voor de eerste twee punten wordt gekeken naar de huidige klimaateffecten en waar deze nu al voor waterophoping zorgen. Voor de twee onderstaande punten wordt gekeken naar de toevoeging (of afname) van verhard oppervlak. Op basis van expert judgement wordt beoordeeld of de toe- of afname mogelijk meer wateroverlast oplevert. Voor dit onderdeel wordt gebruikgemaakt van de openbare kaart uit de stresstest van de gemeente Utrecht met daarop de effecten van een bui van 80 mm in een uur[2]. Per tracé wordt op deze kaart verkend waar dit een verandering van het klimaateffect oplevert. De alternatieven zijn daarvoor op de wateroverlastkaart geprojecteerd en wordt er gekeken naar waterdieptes ter plekke van het tracé en de haltes.

Merwedelijn

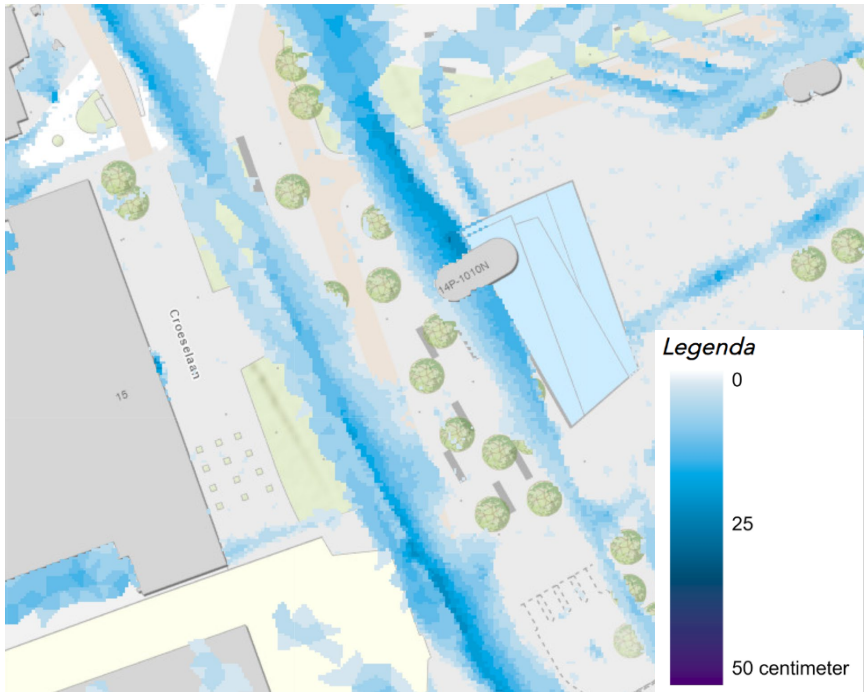
De Merwedelijn heeft op het grondgebied van gemeente Utrecht door haar ondergrondse ligging minder invloed op wateroverlast. Aandachtspunten voor de ontwerpalternatieven zijn de bovengrondse delen, de tunnelingangen en de haltes. Langs het tracé is vooral de Europalaan een aandachtspunt. Aangezien alternatieven A en B hier ondergronds zijn, neemt het potentiële effect van wateroverlast niet toe. Alternatief C komt boven aan ten zuiden van het Europaplein en heeft er mogelijk beperkt last van. Alternatief D ervaart mogelijk het meeste last doordat deze het langste bovengrondse stuk heeft op de Europalaan (zie Figuur 1).



Figuur 1: Wateroverlast op de Europalaan waar Alt D bovengronds komt.

[2] Water op straat na extreme regen (arcgis.com)

Variant D2 heeft met een halte aan het Jaarbeursplein ook mogelijk te maken met wateroverlast waar de lijn bovengronds komt (zie Figuur 2). Op deze locatie laat het model tot wel 30 mm waterdiepte zien tijdens een hevige regenbui.



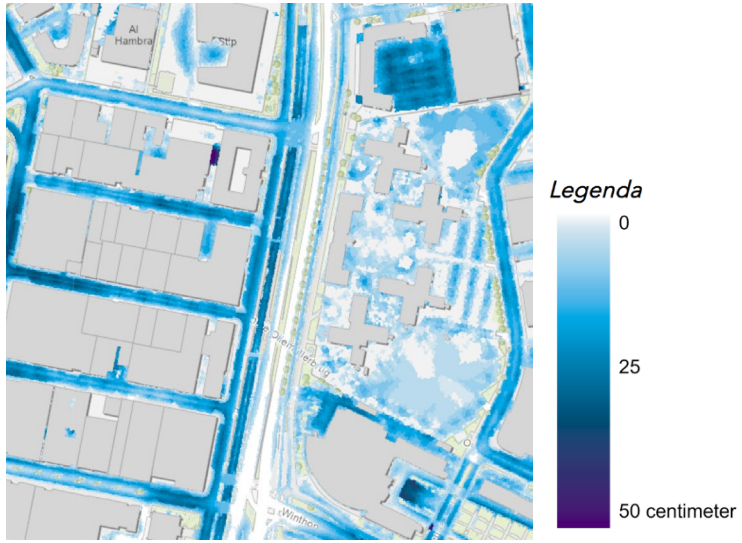
Figuur 2: Wateroverlast aan het Jaarbeursplein waar locatie van de halte van alt. D beoogd is.

Daarnaast kan in het algemeen worden gesteld dat de bovengrondse alternatieven ook een negatievere impact hebben op de omgeving. Meer verharding zorgt ervoor dat er meer water afstroomt naar de omgeving. Ook alternatief A scoort negatief omdat de lijn op het grondgebied van gemeente Nieuwegein voor de nodige extra verharding zorgt. De verdiepte open ligging van de lijn langs de A.C. Verhoefweg vormt een extra aandachtpunt. Water kan op deze plek makkelijk ophopen en de tramtunnel betreden. Een goed ontwerp van de verdiepte ligging en de omgeving kan dit effect beperken.

Bij alternatief D neemt verharding af doordat de toe- en afritten verwijderd worden bij de A12 ter hoogte van Westraven.

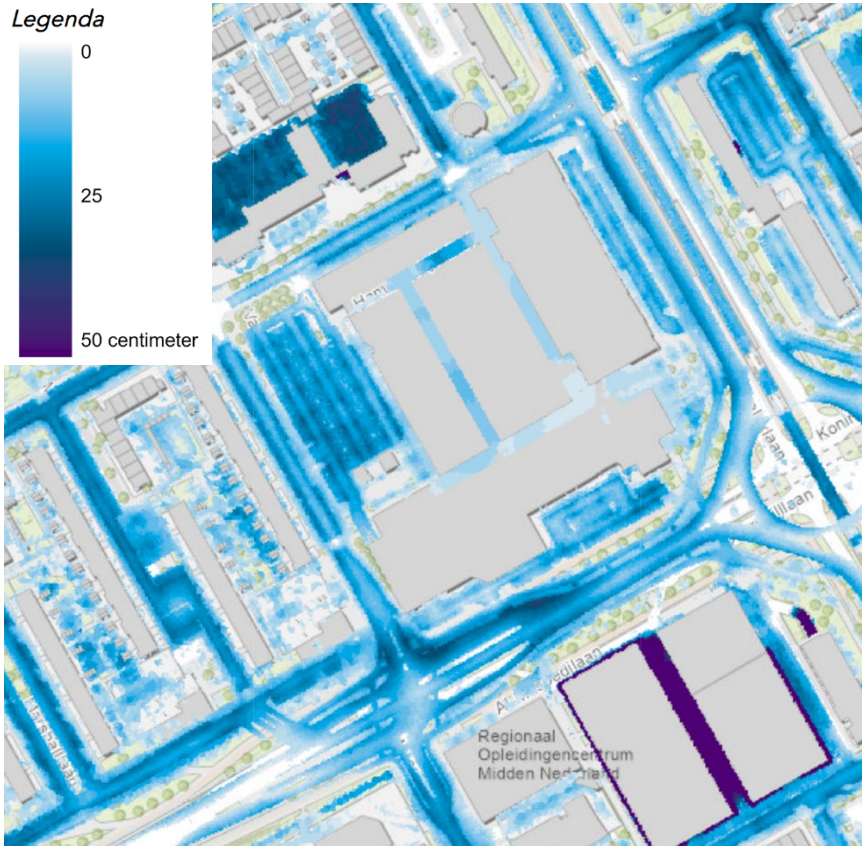
<u>Papendorplijn/SUNIJ-lijn</u>

Alternatief A heeft in het Utrechtse deel een positief effect door de afname van verharding langs de Europlaan (zie Figuur 3). Ook worden bestaande haltes opgeheven, wat ook gunstig is voor infiltreerbaarheid. In alternatief B verandert de situatie niet ten opzichte van hoe het nu is. In alternatieven C en D wordt een nieuwe trambaan voorzien naar het gebied Papendorp. De extra verharding heeft een negatieve impact op de waterdoorlaatbaarheid van de bodem. In het geval van alternatief D is dit het grootst door de grote hoeveelheid aan trambaan in het gebied papendorp tot aan Nieuwegein. Wel zal er in alternatief D een deel van de bestaande SUNIJ-lijn verwijderd worden tussen het 24 oktoberplein en de Europalaan en dus de hoeveelheid verharding reduceert.



Figuur 3: Deel waar nu wateroverlast op de trambaan is en waar in alt. A de trambaan wordt opgeheven.

Voor effecten op de infrastructuur is voornamelijk alternatief C een aandachtspunt. Langs de Churchilllaan waar dit alternatief ontworpen is, laten de modellen waterophoping zien (zie Figuur 4).



Figuur 4: Wateroverlast Churchilllaan waar Alt. C langsloopt.

Busmaatregelen Waterlinieweg en USP

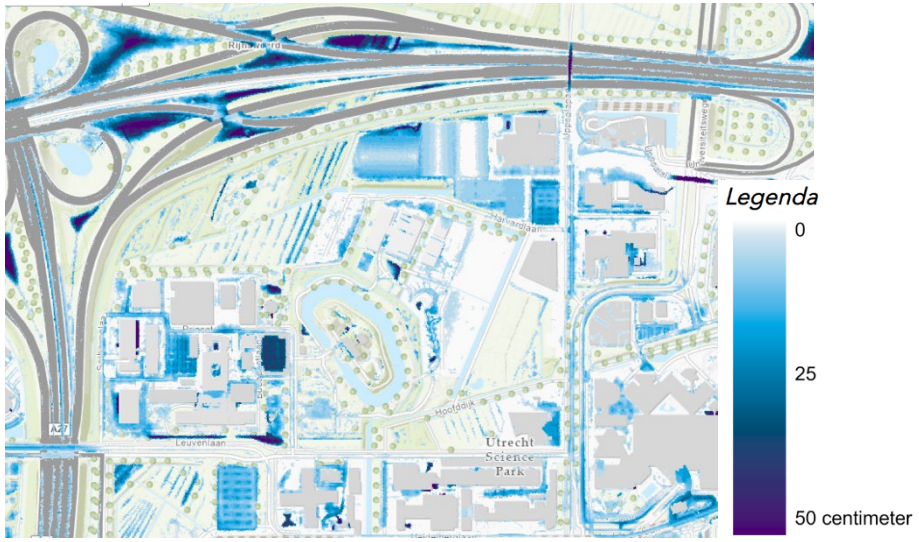
De busverbinding kent in alternatieven A en B twee nieuwe busbanen van Westraven naar de rotonde onder de A12 bij Laagravenseweg (zie Figuur 4). Het vergroten van het verhard oppervlak zorgt ervoor dat deze een negatieve impact hebben op de omgeving. De busbaan is gesitueerd tussen de A12 en het Liesboschpad. Het Liesboschpad kleurt nu al blauw op de wateroverlastkaart. De hogergelegen busbaan kan om die reden wateroverlast op het Liesboschpad verhogen.

Figuur 5: Wateroverlast ter hoogte van het Liesboschpad waar een nieuwe busbaan beoogd is in alternatieven A en B.

Op de Waterlinieweg wordt in alternatieven A en B ten opzicht van C en D het minste extra verharding toegevoegd. In A en B wordt alleen in het zuidelijke deel van de Waterlinieweg asfalt toegevoegd. Bij alternatieven C en D is op de Waterlinieweg het meeste oppervlak aan extra rijbanen voorzien. Dit gaat ten koste van het huidige groen, waardoor het waterdoorlaatbare oppervlak verkleint.

In het Utrecht Science Park (vanaf nu afgekort tot USP) zorgen alternatieven A en C voor de meest negatieve impact op de waterdoorlatendheid van de bodem. Hier zal de oksel van de A27-A28 worden gebruikt (Figuur 6). De afname van groen vermindert de opname van water in de bodem. Op deze plek is het effect mogelijk beperkt, aangezien er voldoende waterdoorlaatbaar oppervlak in de omgeving is,

waar water naartoe kan afstromen. Om dit te kunnen vaststellen is een modelstudie vereist. Alternatieven B en D volgen de bestaande infrastructuur en leveren geen extra wateroverlast op. Wel laat het model hier al waterophoping zien bij een hevige regenbui, wat voor overlast kan zorgen voor de bus.



Figuur 6: Wateroverlast ter hoogte van het Utrecht Science Park met beide mogelijke tracés (zuidelijk is de Leuvenlaanvariant en noordelijk de okselvariant)

Tram 22

Tram 22 kent ruimtelijk alleen veranderingen bij de Koningsweg en Laan van Maarschalkerweerd. Bij alternatief A neemt het verhard oppervlak af ter hoogte van de tramoverweg door de knip voor autoverkeer. In de andere alternatieven wordt een fietstunnel aangelegd en ook het autoverkeer geknipt. Het profiel kan verkleinen en er komt meer ruimte voor groen waardoor hier de effecten verminderen. Alternatief D heeft daarnaast een onderdoorgang voor autoverkeer bij de Laan van Maarschalkerweerd. Bij de te ontwerpen onderdoorgangen dient wel rekening te worden gehouden met mogelijke wateroverlast. Op dit moment is daar nagenoeg geen wateroverlast volgens de modelkaarten.

Conclusie

Het onderstaande schema toont de beoordeling van de verschillende alternatieven op het criterium wateroverlast. Alternatief D wordt als meest negatief gezien. Dit heeft onder andere te maken met de grote hoeveelheid extra infrastructuur die nodig is voor de Papendorplijn, de hoeveelheid bovengrondse trambaan bij de Merwedelijn en voor busbanen langs de Waterlinieweg. Alternatieven A en C zijn vooral negatief bij de busmaatregelen Waterlinieweg en USP door grote hoeveelheid extra verharding.

Lijn	Verandering wateroverlast			
Alternatief	**A**	**B**	**C**	**D**
Merwede	0	0	0	-
Papendorp	+	0	-	--
Busmaatregelen Waterlinieweg en USP	--	-	--	--
Tram 22	+	+	+	+
Totaal	0	0	-	--

In de beschouwing is vooral gekeken naar het potentieel toe- of afname van wateroverlast op basis van aanpassingen in verharding en de op dit moment aanwezige wateroverlast volgens modelkaarten. In een vervolgstadium van het project wordt geadviseerd een nadere analyse te verrichten op wateroverlast om de grootte van het effect beter in te schatten.

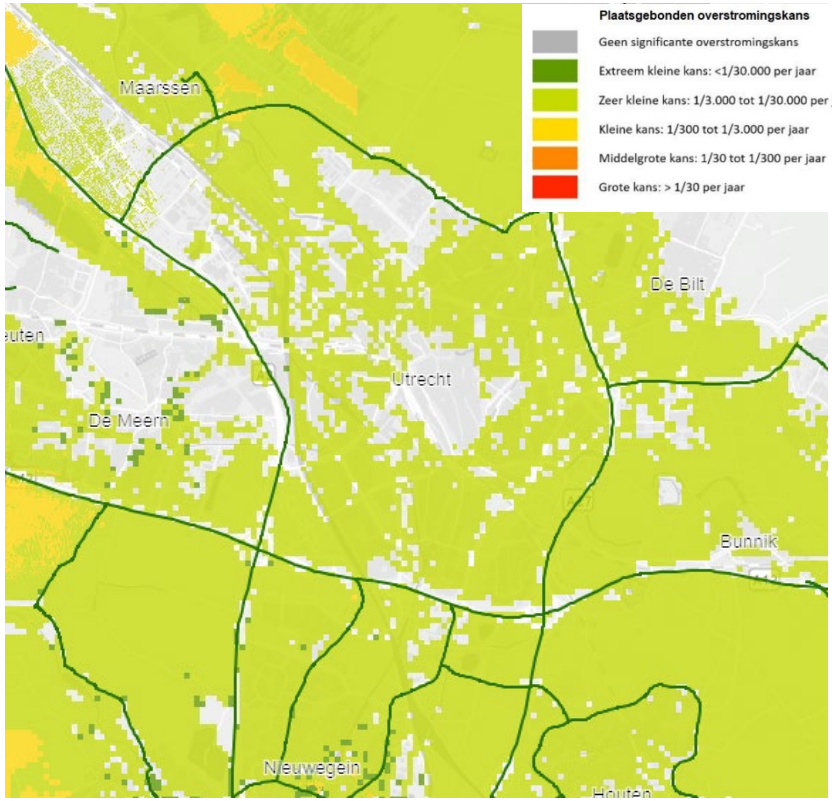
Mitigerende maatregelen

Compenserende maatregelen zijn noodzakelijk om de toename aan verharding te compenseren en te zorgen dat water op straat gelijk blijft of verminderd. Mitigerende maatregelen zijn mogelijk zoals het toevoegen van groen in de omgeving, het laten afstromen van water naar de omgeving het toepassen van groen in de trambaan en het toepassen van infiltratievoorzieningen onder de infrastructuur. Ook hiervoor is nadere analyse vereist om in te schatten op welke plekken deze te adviseren zijn. Een andere mogelijkheid voor het beperken van de wateroverlast op de tram- en busbanen en haltes te beperken is door deze verhoogd aan te

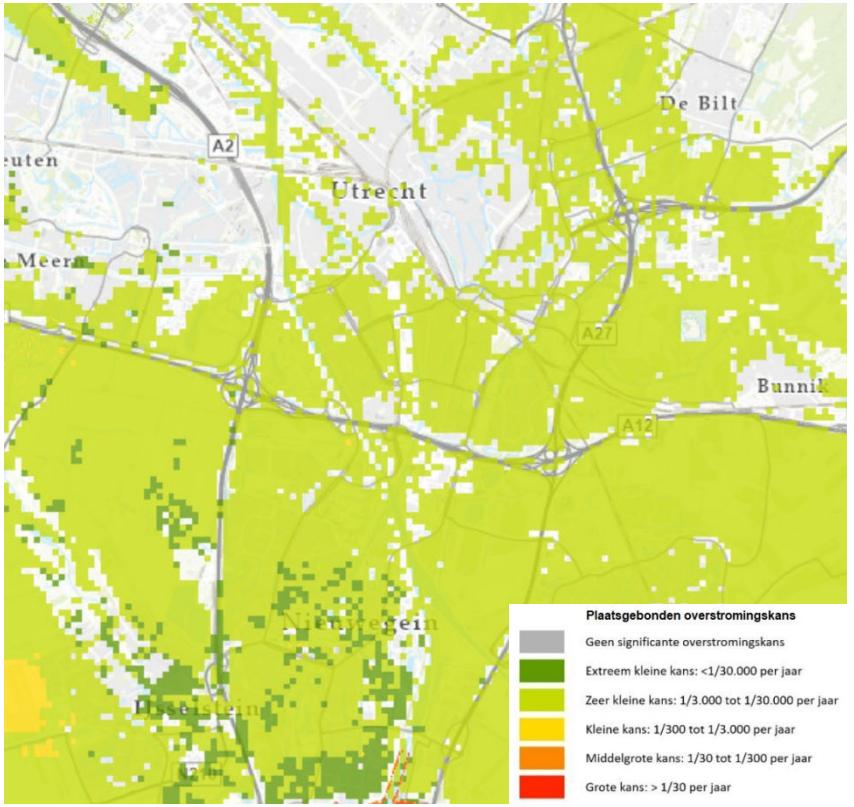
leggen. Deze optie zorgt echter wel dat meer water naar de omgeving afstroomt. Een goede afwaterings- of infiltratievoorziening is dan nodig om afwenteling naar de omgeving te voorkomen.

4.2 Overstromingen

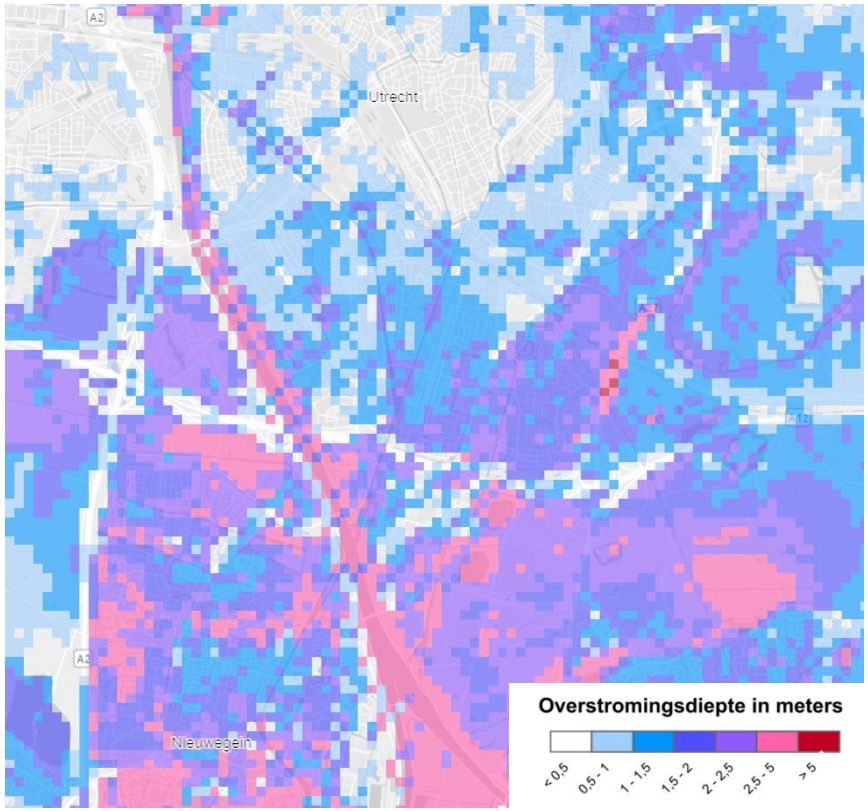
Onder overstromingen worden overstromingen vanuit grote waterlichamen geschaard. Overstromingen kunnen in uitzonderlijke gevallen voorkomen in Utrecht van rivieren als de Lek, de Vecht en de Kromme Rijn en uit het Amsterdam-Rijnkanaal.



Figuur 7: Overstromingskans van 20 cm waterdiepte voor de omgeving van Utrecht. (bron: klimaatportaal Provincie Utrecht).



Figuur 8: Overstromingskans van 50 cm waterdiepte voor de omgeving van Utrecht. (bron: klimaatportaal Gemeente Utrecht).



Figuur 9: Maximale overstromingsdiepte in meters (bron: klimaatportaal Provincie Utrecht)

Voor het grondgebied van de gemeenten Utrecht en Nieuwegein is slechts een zeer kleine kans op overstroming met een kans van 1/3.000 tot 1/30.000. Door deze kleine kans en slechts geringe effecten tijdens een overstroming vormt dit geen onderscheidend criterium voor het beoordelen van de bouwstenen en de alternatieven.

Lijn	Verandering impact Overstromingen			
Alternatief	**A**	**B**	**C**	**D**
Score	0	0	0	0

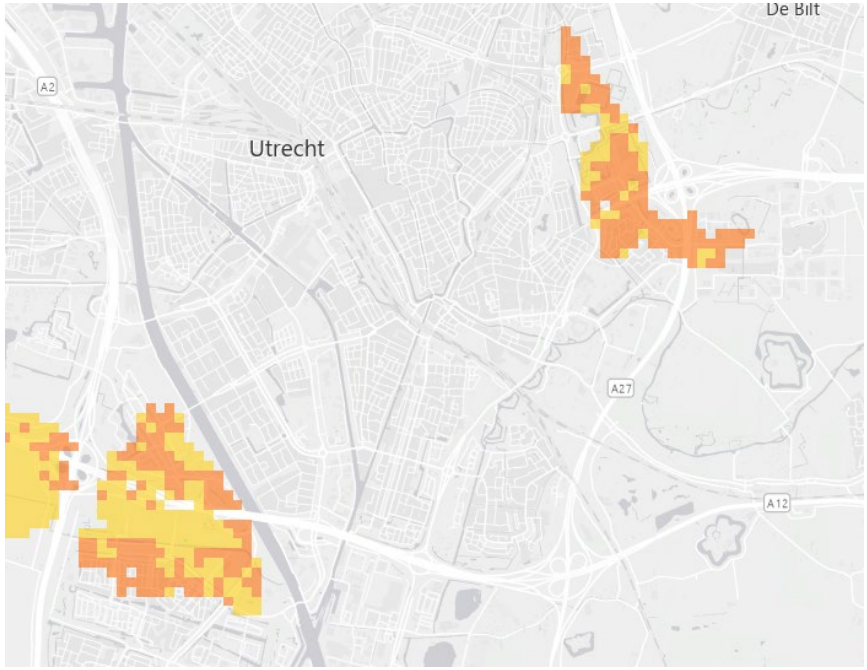
Mitigerende maatregelen

Gevolgen kunnen voornamelijk beperkt worden door de ov-lijnen op die op bovengronds gelegen zijn verhoogd aan te leggen. De ondergrondse lijnen hebben vooral rekening te houden met de plaatsen waar het water vanaf het maaiveld de tunnel in kan. Dit is voornamelijk bij de tunnelmonden en de haltes. Ook hier kan door middel van hoogte de gevolgen beperkt worden. Bij haltes kunnen tijdelijke waterkerende elementen ook volstaan. Op een aantal plaatsen komen op maaiveld ook e-installaties te staan, bijvoorbeeld ventilatie van tunnels en de ondergrondse haltes. Het is in deze fase nog niet bekend waar deze precies komen te staan. Schade kan voorkomen worden door deze op hoogte te plaatsen.

4.3 Droogte (bodemdaling)

Droogte ontstaat wanneer er minder water in het systeem bij komt dan dat er verdampt en wegvloeit. Droogte kan leiden tot bodemdaling als gevolg van oxidatie en inklinking van de bodem. In het kader van deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar twee hoofdaspecten: effecten van bodemdaling op het project en de bijdrage van het project aan droogte door de toe- of afname van waterdoorlaatbaar oppervlak.

Bodemdaling als gevolg van droogte



Figuur 10: Aanvullende bodemdaling door klimaatverandering (bron: Klimaatportaal Provincie Utrecht)

De bovenstaande kaart geeft de aanvullende kans op bodemdaling weer. Daarbij komen duidelijk twee aandachtsgebieden naar voren: Rijnsweerd/USP en Papendorp/Nieuwegein Galecopperzoom. Het gaat hier om een aanvullende bodemdaling van 0-10 cm. De effecten hiervan op de infrastructuur zijn gering. De Papendorplijn van alternatieven C en D kunnen hinder ervaren van de bodemdaling. Ditzelfde geldt voor de Merwedelijn in alternatief A. Verschilzettingen kunnen ontstaan tussen kunstwerk en de rest van de infrastructuur wat schade met zich mee kan brengen. Ditzorgt voor extra beheer en onderhoud.

In alle alternatieven van de busmaatregelen Waterlinieweg en USP passeert de buslijn het gebied Rijnsweerd, waar een bodemdaling wordt gesignaleerd van max 10 cm. De verwachting is, dat de bodemdaling op de buslijnen een gering effect heeft.

Invloed van het project op droogte

In hoofdstuk 4.1 Wateroverlast is ingegaan op de toename van verharding en dus afname van waterdoorlaatbaar oppervlak. De conclusie van dit onderdeel is daardoor vergelijkbaar en is daarom niet even uitvoerig beschreven.

Alternatief A kent extra verharding bij de Merwedelijn in Nieuwegein en bij de buslijn onder de A12 en in het USP. Aan de andere kant neemt verharding af door het deels opruimen van de bestaande SUNIJ-lijn. Alternatief B heeft de nagenoeg geen extra verharding bij de Merwedelijn, maar kent bij de Waterlinieweg wel hetzelfde uitgangspunt als alternatief A met de nieuwe busbanen parallel aan de A12. Alternatief C heeft zeer beperkt extra verharding bij de Merwedelijn, maar kent bij de Papendorplijn wel extra verharding. Daarnaast heeft het bij de buslijn op de waterlinieweg substantieel meer verharding in vergelijking met alternatieven A en B. In het USP het uitgangspunt van de oksel. Alternatief D heeft bij de Merwedelijn meer nieuwe verharding dan de overige alternatieven. Daarbovenop wordt er zeer veel verharding toegevoegd bij de Papendorplijn. Bij de buslijn is in dit alternatief vooral extra verharding voorzien langs de Waterlinieweg, vergelijkbaar aan alternatief C op deze plek.

Conclusie

Doordat in alle alternatieven de nodige extra verharding nodig is, zorgt dit voor alle alternatieven voor een negatieve score. Alternatieven A, C en D

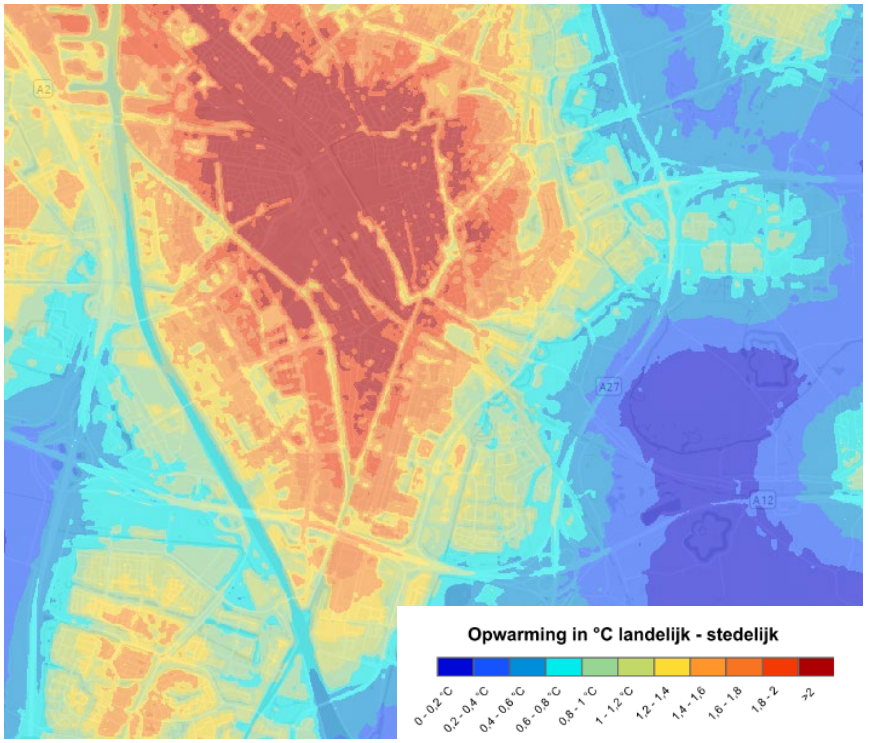
hebben daarnaast ook nog locaties die mogelijk te maken krijgen met verschilzettingen. De onderstaande tabel laat de beoordeling zien van de verschillende alternatieven.

Lijn	Verandering Droogte			
Alternatief	**A**	**B**	**C**	**D**
Merwede	-	0	0	--
Papendorp/SUNIJ	+	0	-	--
Busmaatregelen Waterlinieweg en USP	--	-	--	-
Tram 22	0	0	0	0
Totaalscore	**-**	**-**	**--**	**--**

Het is mogelijk om de effecten van droogte te mitigeren door goede infiltratievoorzieningen mee te ontwerpen. Voorbeeld zijn het toepassen van een groene trambaan waarin water alsnog de bodem in kan gaan, het laten afstromen van water naar de omgeving wanneer dit mogelijk is en het toevoegen van infiltratievoorzieningen onder de infrastructuur.

4.4 Hitte

Extreme hitte kan ernstige gevolgen hebben voor de leefbaarheid van de stad en de gezondheid van inwoners. Het stedelijk hitte-eiland effect versterkt dit probleem onder andere door invloeden van de grote hoeveelheid warmtevasthoudende (steenachtige) materialen en warmteproducerende activiteiten, zoals alle machines en motoren die in de stad werkzaam zijn. De belangrijkste aandachtspunten bij hitte zijn hitte absorberende materialen (verharding ten opzicht van vegetatie en water) en schaduwelementen (zoals bomen). Specifiek dient er rekening te worden gehouden met de locaties van technische installaties. Locaties van technische installaties zijn nog niet opgenomen in het huidige ontwerp, maar grof kan wel worden gesteld, dat er technische installaties in de buurt van de haltes gesitueerd zijn en bij de tunnelmonden. In dit onderdeel wordt zowel gekeken naar bijdrage aan dit grotere stedelijk hitte-eilandeffect van de ontwerpen als de kleinschaligere bijdrage aan gevoelstemperatuur in openbare verblijfsruimte en voet- en fietspaden.



Figuur 11: Stedelijk hitte-eilandeffect van Utrecht en Nieuwegein.

Op de bovenstaande kaart (Figuur 8) is te zien dat de stad Utrecht een typisch hitte-eilandeffect vertoont, waarbij het centrum meer dan 2 graden warmer is dan het landelijk gebied buiten de stad. Verschillende structuren in de stad zijn herkenbaar als koelere plekken zoals de kanalen en grotere parken. De verschillende tracés van de MIRT-verkenning OV en Wonen kunnen de effecten mogelijk verergeren door toename van verhard oppervlak. Tegelijkertijd kan het ontwerp van een alternatief ook een positief effect hebben doordat de mate van verharding afneemt.

Merwedelijn

De ondergrondse ligging van de Merwedelijn laat het verhard oppervlak niet toenemen op straat. Deze delen hebben daardoor minder impact op het vasthouden van de warmte. Dit is vanzelfsprekend het meest voordelig bij alternatief A, die tot aan Nieuwegein ondergronds ligt. In Nieuwegein zorgt het alternatief wel voor meer verhard oppervlak door extra verharding langs de A.C. Verhoefweg. Bovendien tast dit alternatief het groen aan, dat langs het Amsterdam-Rijnkanaal ligt Dit kan de hittestress op deze plek laten toenemen. Dit heeft specifiek op deze locatie negatieve gevolgen voor het fietspad langs de A.C. Verhoefweg. Daarnaast versterkt de toename aan verharding het hitte-eilandeffect van Nieuwegein. Tegelijkertijd wordt een deel van de huidige SUNIJ-lijn verwijderd in dit alternatief in Nieuwegein wat per saldo voor minder verharding zorgt.

Alternatief B en C zijn hebben een kleiner effect op hittestress. De lijnen zijn minder lang ondergronds, maar sluiten direct aan op de bestaande tramstructuur en zorgen niet direct voor toenemende verhardingen tasten de groenstructuren niet aan.

Alternatief D komt bovengronds ter hoogte van de Merwedekanaalzone en zorgt op de Europalaan voor meer verharding. Zeker gezien dit in een sterk verstedelijkte locatie is, heeft dit negatieve effecten voor omwonenden. Bovendien kan het ook resulteren in het verminderen van het aantal bomen. Variant D2 kent een halte op het maaiveld bij Utrecht Centraal, waardoor er verharding bij de Jaarbeurs wordt toegevoegd, ten koste van groen. Tot slot worden in alternatief D de toe- en afritten van de A12 weggehaald, wat weer voor een afname in verharding zorgt.

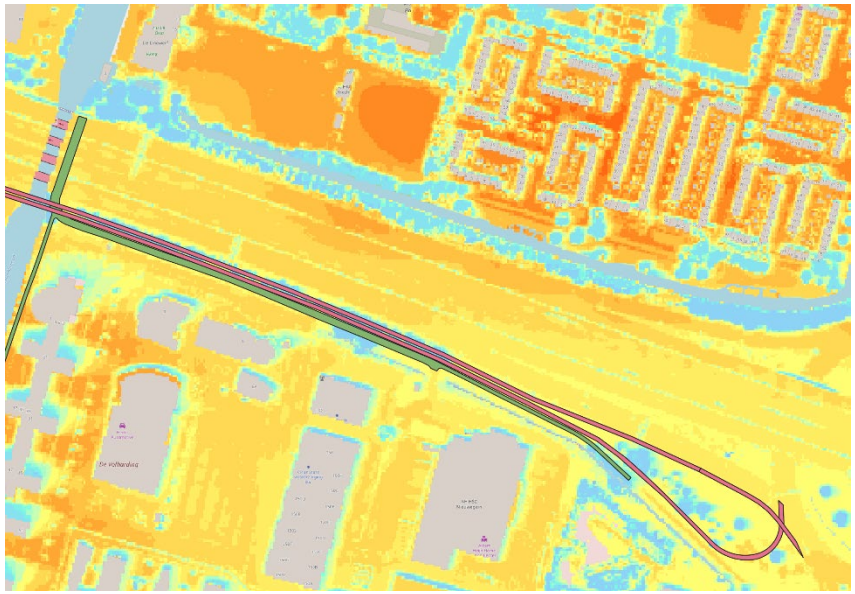
Een extra nadeel van de ondergrondse ligging bij hitte is de ventilatie die nodig is in de tunnel en bij de haltes. Deze installaties stralen warmte uit op straat en vormen daardoor een extra bron van hittestress. Het meest nadelig is dit effect richting de binnenstad waar het al warmer is vanwege het hitte-eilandeffect. Dit is van toepassing op alle alternatieven, maar is meer negatief bij de alternatief met de meeste haltes, namelijk variant D1.

Papendorplijn/SUNIJ-lijn

Het opruimen van de SUNIJ-lijn zorgt voor afname van verharding in alternatief A. Dit gebeurt zowel bij de Europalaan als in Nieuwegein. De Papendorplijn/SUNIJ-lijn is onveranderd in alternatief B ten opzichte van de huidige situatie. In zowel C en D zorgt de Papendorplijn voor de nodige extra verharding door de aanleg van de traminfrastructuur. Beide alternatieven hebben daardoor een negatieve impact op hittestress. In het geval van alternatief C valt de impact betrekkelijk mee, doordat deze is ingepast op de bestaande businfrastructuur. In alternatief D wordt de meeste nieuwe traminfrastructuur aangelegd in het gebied van Papendorp en langs de Papendorpseweg – A.C. Verhoefweg. Met de ontwikkelplannen van Papendorp in het achterhoofd heeft deze afname van groene open ruimte een negatief effect voor de hittestress in het gebied. Daarentegen wordt ook een deel van de huidige SUNIJ-lijn verwijderd tussen 24 Oktoberplein en Europaplein.

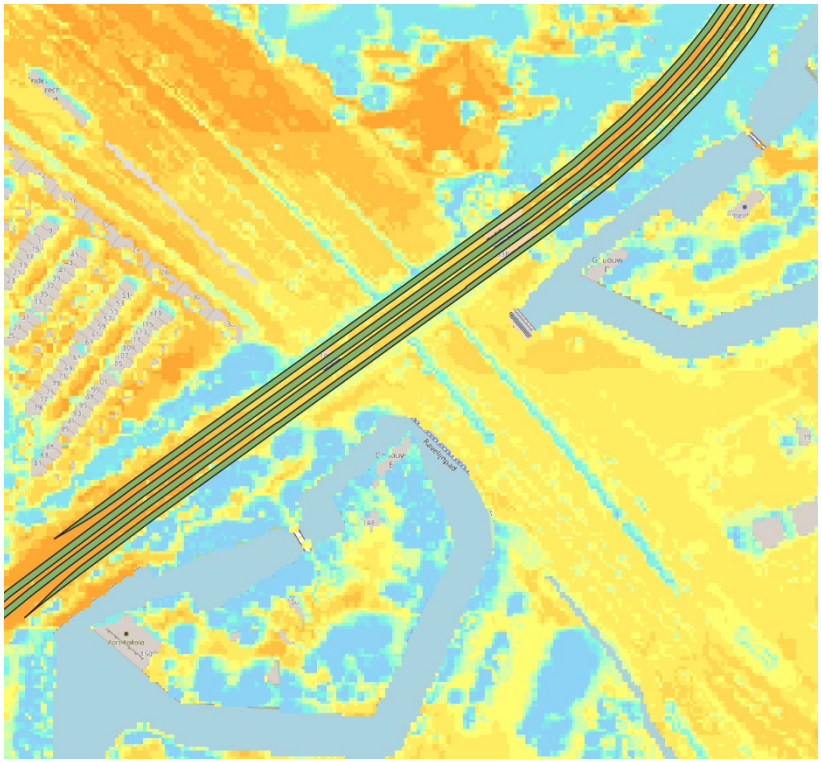
Busmaatregelen Waterlinieweg en USP

De busmaatregelen Waterlinieweg en USP kenen een aantal locaties, waar extra asfalt wordt toegevoegd in de verschillende alternatieven. Dit heeft een negatief effect op hittestress door het meer vasthouden van warmte op deze locaties en de kap van bomen. Voor zowel alternatief A en B komt er een busbaan te liggen aan de zuidzijde van de A12 vanaf de Mauritiuslaan in Westraven naar het Knooppunt Laagraven. Nu ligt hier een groene barrière, die daarvoor plaats moet maken en dus een verergering van hittestress op deze locatie. Dit kan een negatieve impact hebben op de fietsers op het Liesboschpad en de kantoormedewerkers in het bedrijventerrein.



Figuur 12: Hittestresskaart met gevoelstemperatuur op een hete zomerdag. Geprojecteerd zijn de busbaan (oranje lijn) onder de A12 en het fietspad Liesboschpad (groene lijn).

Langs de Waterlinieweg zelf wordt in alle alternatieven een busbaan toegevoegd nabij het Knooppunt Laagraven. In het geval van alternatieven C en D is deze busbaan langer. Aangezien deze busbaan in de middenberm is gelokaliseerd, hoeven er geen bomen te worden gekapt. De bomen aan weerszijden van de weg zorgen nu voor een sterke hittebufferende functie, waardoor de effecten van hitte van deze weg op de omgeving beperkt blijven.



Figuur 13: Hittestress langs de waterlinieweg ter hoogte van de kruising met de spoorbundel. Geprojecteerd is alternatief C, de buitenste banen zijn nieuw aan te leggen busbanen.

Meer ten noorden ter hoogte van de kruising met de sporen worden in alternatieven C en D aan beide zijden rijbanen toegevoegd. Met name aan de westzijde nabij het Herculesplein moet veel groen verdwijnen en bomen worden gekapt voor de aanleg van deze rijbanen. De maatregelen hebben daardoor een negatieve impact op hittestress.

Het laatste aandachtspunt van de lijn Waterlinieweg is bij het USP. In alternatieven A en C wordt gebruikgemaakt van de oksel van de A27-A28. Deze omgeving is nu gevuld met bomen die moeten wijken voor de busbaan. De toename van verharding en afname van groen en bomen zorgt voor een toename in hittestress op deze locatie. De toename van

hitte kan negatieve effecten hebben voor de gebruikers van de sportfaciliteiten aan de Uppsalalaan en de gebruikers van de laboratoria en faculteiten aan de Sorbonnelaan.

Tram 22

Tram 22 heeft vooral impact op hittestress ter hoogte van de Koningsweg. Hier wordt in alternatieven B,C en D een fietstunnel aangelegd. De invloed op hitte is beperkt. In alle alternatieven wordt er een knip gelegd in het autoverkeer op de Koningsweg. In de alternatieven A, B en C komt er ook een knip in de Laan van Maarschalkerweerd. Dit heeft op deze locatie positieve gevolgen voor hittevorming afkomstig van het autoverkeer. In alternatief D komt er een nieuwe onderdoorgang voor autoverkeer bij de schuine kruising tussen de trambaan en Laan van Maarschalkerweerd.

Conclusie

In de onderstaande tabel is de beoordeling gegeven van het onderdeel hittestress. Met name alternatief D scoort slecht door de grote hoeveelheid extra verharding bij de Papendorplijn, wel neemt ook een deel van de verharding af door het verwijderen van de bestaande SUNIJ-lijn. Daarnaast kennen alternatieven C en D veel verwijdering van groen langs de Waterlinieweg voor de busbaan. Alternatieven A en C hebben de negatieve score vooral te danken door de impact op het groen bij de busmaatregelen Waterlinieweg en USP.

Lijn	Verandering hittestress			
Alternatief	**A**	**B**	**C**	**D**
Merwede	+	0	0	-
Papendorp	+	0	-	--
Busmaatregelen Waterlinieweg en USP	--	-	--	-
Tram 22	0	0	0	-
Totaal	0	0	-	--

Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen tegen hittestress kunnen zowel op de trambaan als in de omgeving van de infrastructuur genomen worden. In de trambaan kan gras worden aangebracht en waar dat mogelijk is kan direct naast de trambaan bomen worden geplant. Een groene invulling kan de hittestress verminderen. Bij voorkeur worden bomen toegepast omdat deze het effect van hittestress het beste kunnen verminderen omdat deze zowel schaduw afgeven, koeler zijn dan verharding en voor verdamping zorgen. Bij de keuze van bomen dient er gelet te worden dat deze diep kunnen wortelen om de kans op omvallen bij storm te beperken. Daarnaast mogen bomen ook geen opdruk van de trambaan veroorzaken, waardoor enige terughoudendheid met het plaatsen van bomen nodig is. Specifieke aandachtsgebieden voor deze hittebeperkende maatregelen zijn haltelocaties en voet- en fietsverbindingen. Het toepassen van de mitigerende maatregelen verlaagt de scores en kan zelfs leiden tot verbetering ten opzichte van de referentiesituatie.

4.5 Conclusie klimaateffecten

In het onderstaande tabel zijn de conclusies van de voorgaande paragrafen samengevoegd tot een totaalbeoordeling van de verandering van klimaateffecten op de ontwerpalternatieven. Daaruit komt naar voren dat alternatief D de meest negatieve impact heeft op klimaateffecten omdat hier de meeste verharding wordt toegevoegd in de Merwedelijn, de Papendorplijn en de busmaatregelen Waterlinieweg en USP. Alternatief B aan de andere kant heeft een zeer beperkte invloed op de klimaateffecten omdat er in dit alternatief veel gebruikt gemaakt wordt van de bestaande infrastructuur en er dus weinig verandert ten opzichte van de referentiesituatie.

	A	B	C	D
Wateroverlast	0	0	-	--
Overstromingen	0	0	0	0
Droogte	-	-	--	--
Hitte	0	0	-	--
Eindoordeel	0	0	-	--

5 Klimaatadaptatie

Naast gevolgen voor klimaateffecten heeft de toevoeging van infrastructuur ook impact op de kansen voor klimaatadaptieve maatregelen. In dit onderdeel wordt daarom de mogelijkheid van kansen in de ontwerpalternatieven onderzocht op gebied van het verminderen van de effecten van wateroverlast, overstromingen, droogte en hitte (bijvoorbeeld de ruimte voor extra groen, beperking gevolgen van overstromingen).

Centraal staat de vraag: 'welke alternatieven bieden ruimte om de infrastructuur, de naastgelegen of zelfs vrijgekomen ruimte klimaatadaptief in te richten?' Met het juiste ontwerp kan infrastructuur bovendien een positieve impact aan de huidige omgeving hebben. Per lijn is aangegeven, welke klimaatadaptieve maatregelen er nuttig en mogelijk zijn. Er is specifiek op de volgende mogelijkheden gelet:

- Komt er ruimte vrij of neemt ruimte af voor mogelijke klimaatadaptieve maatregelen zoals meer groen en oppervlaktewater.
- Specifieke kansen op de elementen van de infrastructuur waarbij gedacht kan worden aan groene invulling van trambaan, groene of blauwe daken op haltes, klimaatadaptieve inrichting van haltes en het toepassen van infiltratievoorzieningen onder de infrastructuur.

<u>Merwedelijn</u>

Alternatieven A & B liggen het langst ondergronds. Bovengronds zijn er geen verandering van de ruimtelijke structuur waardoor er in deze alternatieven geen ruimte af of bij komt voor klimaatadaptieve maatregelen. Alternatief A heeft in Nieuwegein wel een negatief effect door de afname van ruimte door toevoeging van bovengrondse trambaan bij de A.C. Verhoefweg. Daar staat tegenover dat per saldo er meer verharding afneemt van de huidige SUNIJ-lijn van Westraven tot Zuilenstijn. Alternatief C heeft slechts een kort bovengrondse nieuwe trambaan. Alternatief D heeft enkele honderden meters meer nieuwe bovengrondse trambaan.

Door diepere ligging bij de geboorde tunnel, zijn er bij boren meer kansen voor het groeien van grotere bomen doordat wortels dieper kunnen raken. De gegraven tunnel ligt doorgaans slechts op 1,5 tot 2 meter diep ten opzichte van het maaiveld wat voor veel bomen voldoende diepte is. Waardoor het effect op in de toekomst te planten bomen beperkt is. De alternatieven C & D met gegraven tunnel bieden ruimte voor infiltratievoorzieningen als meekoppelkans bij het opnieuw aanleggen van de bovengrondse infrastructuur.

Op de haltes is er ruimte voor klimaatadaptieve inrichting, denk aan groen dak en plaatsen van bomen. Daarnaast kan de bovengrondse trambaan groen worden ingevuld bijvoorbeeld met gras in en om het spoor zoals Figuur 12.

Figuur 14: Voorbeeld van groene invulling van trambaan in Utrecht

<u>Papendorplijn/SUNIJ-lijn</u>

In alternatief A ontstaat er veel ruimte voor klimaatadaptieve maatregelen door het weghalen van verharding van de bestaande SUNIJ-lijn vanaf het zuidelijke deel van de Europalaan. Bij de Papendorplijn zijn nagenoeg geen veranderingen bij alternatief B. Daar blijft de huidige SUNIJ-lijn behouden. Alternatieven C en D hebben echter wel een grote impact op de ruimte en verminderen de kansen voor klimaatadaptieve maatregelen. Alternatief D heeft veruit de grootste impact op de hoeveelheid ruimte door de grote hoeveelheid nieuwe trambaan, die wordt aangelegd en heeft daardoor de meest negatieve impact. Wel wordt een deel van de huidige SUNIJ-lijn verwijderd, wat weer kansen biedt voor klimaatadaptieve inrichting. Dit levert nieuwe ruimte op in het profiel. Dit weegt echter niet op tegen de grote hoeveelheid nieuwe trambaan.

Voor zowel C en D zijn er meekoppelkansen bij de aanleg van de nieuwe trambaan en haar haltes. De extra haltes bieden de mogelijkheid tot klimaatadaptief inrichten van de halte door middel van een groene omgeving en vegetatie op de halte. Daarnaast biedt een trambaan ook de mogelijkheid om de trambaan groen in te vullen met vegetatie tussen de rails. Ook kan waar dit nodig is met infiltratievoorzieningen zoals infiltratiekratten het waterbufferende vermogen van de bodem verhoogd worden.

Busmaatregelen Waterlinieweg en Utrecht Science Park

De Waterlinieweg kent op drie delen van het tracé toevoegingen van nieuwe busbaan. De eerste is de busbaan ten zuiden van de A12 van Westraven naar verkeersplein Laagraven in alternatieven A en B. De tweede toevoeging vindt plaats op de Waterlinieweg, dat vindt in elk alternatief plaats, maar in alternatieven C en D beduidend meer. Voor bijna 2 kilometer wordt de Waterlinieweg in deze alternatieven aan beide zijden verbreed. Tenslotte wordt in het USP een extra busbaan toegevoegd bij alternatieven A en C. Al met al neemt de hoeveelheid busbaan het meeste toe in alternatieven A en C. Dit zorgt ervoor dat in deze locaties de ruimte voor nieuwe klimaatadaptieve maatregelen afneemt.

Mogelijkheden voor klimaatadaptieve maatregelen op of aan de infrastructuur zijn beperkt bij de busmaatregelen Waterlinieweg en USP. Bushaltes vormen een aandachtspunt, deze staan op hete dagen veel in de zon en kunnen daardoor onprettig zijn voor wachtenden. De bushaltes kunnen in ieder geval klimaatadaptief worden ingericht met in ieder geval een abri voor schaduwwerking en groen in de directe omgeving van de haltes. Daarnaast kan onder de busbaan infiltratievoorzieningen worden toegevoegd wanneer waterophoping op deze locatie wordt verwacht en er geen ruimte is in de directe omgeving om het water te laten infiltreren. De busbaan kan ook gemakkelijk met groen worden ingericht zoals de onderstaande sfeerimpressie laat zien (Figuur 15).

Figuur 15: Sfeerimpressie van een groene busbaan (bron gemeente Groningen)

Tram 22

Bij Tram 22 zijn slechts kleine aanpassingen. De onderdoorgang en de versmalling van het profiel leveren extra ruimte op. De extra ruimte is echter beperkt waardoor de beoordeling voor alle alternatieven neutraal (0) is.

Conclusie

Het onderstaande schema geeft de scores weer van de verschillende alternatieven. In alternatief D neemt de ruimte voor eventuele klimaatadaptieve maatregelen het meeste af gevolgd door A en C. Alternatief B kenmerkt zich door redelijk beperkte invloed op de

bovengrondse ruimte, voornamelijk bij de busmaatregelen Waterlinieweg en USP is ruimte nodig zijn voor de inpassing van de busbaan.

Lijn	Potentie klimaatadaptieve maatregelen			
Alternatief	**A**	**B**	**C**	**D**
Merwede	+	+	0	-
Papendorp	+	0	-	--
Busmaatregelen Waterlinieweg en USP	--	-	--	-
Tram 22	0	0	0	0
Totaal	0	0	-	--

6 Conclusie

De alternatieven zijn in de voorgaande hoofstukken beoordeeld op verandering van wateroverlast, overstromingen, droogte en hittestress. Daarnaast is ook de potentie voor klimaatadaptieve maatregelen verkend. De scores op deze criteria worden per alternatief getoond in het onderstaande schema. Doorslaggevend voor de beoordelingen was de toename van verhard oppervlak en afname van groen. Alternatief D heeft de meest impact gevolgd door A en C. Alternatief B heeft een zeer beperkte invloed op criteria voor het onderdeel klimaat en komt daardoor als meest voordelige alternatief naar voren. Alternatief D scoort het meest negatief door de grote hoeveelheid extra verharding van de trambaan bij de Papendorplijn. Daarnaast hebben ook de busmaatregelen Waterlinieweg en USP en de Merwedelijn hun impact op de negatieve score. Bij alternatief A gaat het vooral om de extra verharding bij de Merwedelijn en de busmaatregelen Waterlinieweg en USP.

	A	B	C	D
Klimaateffecten water	0	0	-	--
Hittestress	0	0	-	--
Potentie voor klimaatadaptieve maatregelen	0	0	-	--
Eindoordeel	0	0	-	--

Aanbeveling

Deze studie geeft slechts op kwalitatieve wijze aan wat de verandering is van klimaateffecten op basis van aanpassingen van landgebruik. Zeker op het gebied van wateroverlast is het moeilijk vast te stellen wat de precieze effecten zijn met een kwalitatieve beoordelingsmethode. Om de effecten van wateroverlast en hittestress goed in beeld te krijgen wordt aangeraden om simulaties op de ontwerpen uit te voeren.

Colofon

Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Uitgave	Movares Nederland B.V.
Ondertekenaar	-
Projectteam	-
Projectnummer	MN004535
Kenmerk	-
Versie	0.1
Datum	-

© 2023, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.