



Geohydrologisch onderzoek Noordelijke Randweg Utrecht

Geohydrologische effectberekeningen NRU

Zaaknummer NRU 4135403

Versie 1.0 definitief

Gemeente Utrecht

4 juni 2018

Project
Opdrachtgever

Geohydrologisch onderzoek Noordelijke Randweg Utrecht
Gemeente Utrecht

Document

Geohydrologische effectberekeningen NRU
Zaaknummer NRU 4135403
Versie 1.0 definitief

Status
Definitief 02

Datum
4 juni 2018

Referentie
105579/18-008.654

Projectcode
Projectleider
Projectdirecteur

105579
ir. T.H. van Wee
ir. R.P.N. Pater

Auteur(s)
Gecontroleerd door
Goedgekeurd door

F.G. Versteegen MSc
ir. T.H. van Wee
ir. T.H. van Wee

Paraaf

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Hoogoorddreef 15
Postbus 12205
1100 AE Amsterdam
+31 (0)20 312 55 55
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	M.e.r.-procedure	7
1.3	Deelrapporten	8
1.4	Dit deelrapport	8
1.5	Leeswijzer	8
2	VOORGENOMEN ACTIVITEIT	9
2.1	Plangebied en studiegebied	9
2.1.1	Plangebied	9
2.1.2	Studiegebied	10
2.2	Onderzochte Tracévarianten	10
3	RELEVANTE WET EN REGELGEVING	12
3.1	Wetgeving	12
3.2	Beleid	12
3.2.1	Europees beleid	12
3.2.2	Rijksbeleid	12
3.2.3	Provinciaal beleid	14
3.2.4	Regionaal beleid	15
3.2.5	Gemeentelijk beleid	15
3.3	Procedures	16
3.3.1	Vergunningsplicht	16
3.3.2	M.e.r.-plicht	17
4	BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN	18
4.1	Maaiveldhoogte	18
4.2	Bebouwing en Rijksmonumenten	19
4.3	Waterhuishouding	20
4.3.1	Waterbeheerders	20
4.3.2	Oppervlaktewaterhuishouding	20

4.3.3	Afwatering en peilen	20
4.4	Waterkwaliteit en bodemverontreinigingen	21
4.5	Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie	23
4.6	Grondwaterstand en stijghoogte	26
4.7	Onttrekkingen en grondwaterbeschermingsgebieden	29
4.8	Archeologische waarden	29
4.9	Landgebruik en landbouw	30
4.10	Natuur	33
5	UITGANGSPUNTEN	35
5.1	Inleiding	35
5.2	Bouwfaserings- en tijdsduur bemaaling	35
5.3	Afmetingen van de toeritten en vereiste verlaging per toerit	36
5.3.2	Ghandiplein	37
5.3.3	Henri Dunantplein	38
5.3.4	Robert Kochplein	39
5.4	Door te rekenen bemalingsvarianten/scenario's	40
5.5	In te stellen bemalingsniveaus en totale bemalingsduur per variant	41
6	ONDERZOEKSMETHODIEK	42
6.1	Methode effectbepaling	42
6.2	Beoordelingskaders	42
6.2.1	Gebouwen en Rijksmonumenten	42
6.2.2	Natuur	43
6.2.3	Landbouw	43
6.2.4	Archeologie	43
6.2.5	Waterwingebieden/grondwaterbeschermingsgebieden	44
6.2.6	Waterkwaliteit/bodemverontreinigingen	44
7	BEOORDELING VARIANTEN	46
7.1	Debiet en waterbezwaar	46
7.2	Grondwatereffecten	46
7.2.1	Verlagingen variant 2a(1) - Ghandiplein	47
7.2.2	Verlagingen variant 2b(1) - Dunantplein	48
7.2.3	Verlagingen variant 2c1 - Kochplein	50
7.2.4	Verlagingen variant 2d1 - Ghandi- en Dunantplein	52
7.2.5	Verlagingen variant 2d2 - Ghandi- en Kochplein	53
7.2.6	Verlagingen variant 2d3 - Dunant- en Kochplein	56
7.2.7	Verlagingen variant 2e - Ghandi-, Dunant- en Kochplein	58
7.3	Gebouwen en rijksmonumenten	59

7.3.1	Analyse aantal zettingsgevoelige gebouwen met meer dan 0,50 m verlaging	59
7.3.2	Waardering effect	61
7.3.3	Zettingsanalyse	61
7.4	Natuur	61
7.4.1	Areaal beïnvloed gebied Natura 2000	61
7.4.2	Areaal beïnvloed gebied grondwaterafhankelijke natuur	62
7.4.3	Waardering effect	64
7.5	Landbouw	64
7.5.1	Invloed op droogtegevoelige landbouw	64
7.5.2	Waardering effect	66
7.6	Archeologie	67
7.6.1	Areaal beïnvloed gebied aanwezige archeologische waarden	67
7.6.2	Waardering effect	67
7.7	Onttrekkingen	68
7.7.1	Drinkwaterwinningen	68
7.7.2	Overige onttrekkingen	68
7.7.3	Waardering effect	68
7.8	Waterkwaliteit en bodemverontreinigingen	69
7.8.1	Aanwezige verontreinigingen	69
7.8.2	Waardering effect	69
7.9	Overzichtstabel met waarderingen	70
8	CONCLUSIE	71
9	BEANTWOORDING ADVIESVRAGEN EN MOGELIJKE MITIGERENDE MAATREGELEN	73
9.1	Beantwoording adviesvragen	73
9.1.1	Adviesvraag 1 en 5- funderingen en aandachtspanden	73
9.1.2	Adviesvraag b2 - grondwaterbeschermingsgebied	74
9.1.3	Adviesvraag 3 - effect op aangrenzende natuurgebieden en archeologische verwachtingswaarde, en kaders.	74
9.1.4	Adviesvraag 4 - beïnvloeding verkeerspleinen onderling	74
9.1.5	Adviesvraag 5 - verlagingen met maximaal 'negatief (-)' effect	74
9.2	Mitigerende en compenserende maatregelen	75
10	LEEMTEN IN KENNIS	77
11	REFERENTIES	79
	Laatste pagina	79

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Beschrijving grondwatermodel	10
II	Geotechnische analyse risico zettingen panden gagelpolder	14

INLEIDING

1.1 Aanleiding

In 2010 hebben het Rijk, provincie en de gemeente besloten te Noordelijke Randweg Utrecht (NRU) op te waarderen. In 2014 is door de gemeenteraad van Utrecht vastgesteld dat de NRU aangepast gaat worden naar 80 km/u, 2 keer 2 rijstroken en drie ongelijkvloerse kruisingen, waarvan minimaal één verdiept. Op basis van deze uitgangspunten zijn verschillende tracévarianten ontwikkeld. In dit deelrapport Geohydrologisch onderzoek wordt ingegaan op de relevante geohydrologische effecten van deze tracévarianten. Deze rapportage is een onderliggend document van het Milieueffectrapport.

Een betere doorstroming

De NRU is belangrijk voor de bereikbaarheid van de stad. Het verkeer op de NRU staat dagelijks in de file. Dit heeft negatieve effecten op de verkeersafwikkeling en verkeersveiligheid in de wijk. Als het vast staat op de NRU, kiezen automobilisten voor een route door de stad waar veel mensen langs wonen. Om de verkeersdoorstroming op de NRU te verbeteren is besloten om de huidige verkeerspleinen te vervangen door ongelijkvloerse kruisingen. Het doorgaande verkeer op de NRU rijdt bij die rotondes, Robert Kochplein (hierna te noemen: Kochplein), het Henri Dunantplein (hierna te noemen: Dunantplein) en Gandhiplein via een onderdoorgang of over een viaduct.

Een gezonde leefomgeving

De files zetten de leefbaarheid voor bewoners van Overvecht onder druk. De vernieuwing van de NRU biedt kansen om de leefomgeving te verbeteren. De hoofdrijbaan van de NRU krijgt geluid reducerend asfalt waardoor de geluidhinder langs de NRU gemiddeld genomen afneemt. De luchtkwaliteit langs de weg verbetert, ondanks de toename van verkeer op de NRU, aanzienlijk als gevolg van de verschoning van verkeer.

Verbinding van stad en land

De vernieuwing van de NRU biedt kansen om logische en aantrekkelijke voetgangers- en fietsroutes tussen Overvecht en het Noorderpark te maken. Deze routes komen bij de ongelijkvloerse aansluitingen van de stedelijke verbindingswegen op de NRU en daar tussen. De verbindingen voor fietsers en voetgangers zullen hierdoor sterk verbeteren en veiliger worden.

1.2 M.e.r.-procedure

Als onderdeel van de planontwikkeling en de besluitvorming is een Milieueffectrapport (MER) opgesteld. Hiermee krijgen de milieueffecten een volwaardige plaats in de besluitvorming over het bestemmingsplan voor de NRU. In het MER zijn de verkeers-, milieu- en omgevingseffecten van de aanpassingen aan de NRU in beeld gebracht. Bij de afweging ten aanzien van de keuze voor een tracévariant worden deze effecten in de besluitvorming meegenomen. In het hoofdrapport MER staat een uitgebreide beschrijving van de procedure en de eerder genomen relevante besluiten en projectgeschiedenis.

1.3 Deelrapporten

Voor het opstellen van het MER worden meerdere deelrapporten en onderliggende onderzoeken uitgevoerd. Hieronder een overzicht van de deelrapporten en de belangrijkste onderliggende onderzoeken.

- hoofdrapport;
- samenvatting;
- deelrapport verkeer;
- deelrapport geluid;
- deelrapport luchtkwaliteit;
- deelrapport ruimtelijke kwaliteit:
 - heritage Impact Assessment;
 - bomeninventarisatie;
- deelrapport Bodem en Water en archeologie:
 - archeologisch booronderzoek;
 - geohydrologisch onderzoek;
- deelrapport externe veiligheid;
- deelrapport flora en fauna:
 - flora en faunawetonderzoek;
 - bomeninventarisatie;
- passende beoordeling.

1.4 Dit deelrapport

Voorliggende rapportage betreft het deelrapport Geohydrologische effectberekening NRU dat als onderliggend document van het MER dient. Effecten van de aanleg van de opgewaardeerde NRU op het grondwater en de verschillende geohydrologische aspecten worden in dit rapport in beeld gebracht.

1.5 Leeswijzer

- hoofdstuk 2 beschrijft de voorgenomen activiteit;
- hoofdstuk 3 beschrijft de relevante wet en regelgeving;
- hoofdstuk 4 beschrijft de huidige situatie en autonome ontwikkelingen;
- hoofdstuk 5 beschrijft de gehanteerde uitgangspunten;
- hoofdstuk 6 beschrijft de gehanteerde onderzoeksmethodiek;
- hoofdstuk 7 presenteert de beoordeling van de (bemalings)varianten;
- hoofdstuk 8 beschrijft de conclusies;
- hoofdstuk 9 geeft antwoorden op adviesvragen en presenteert mogelijke mitigerende maatregelen;
- hoofdstuk 10 beschrijft de leemte in kennis.

2

VOORGENOMEN ACTIVITEIT

De voorgenomen activiteit van de NRU is:

- realiseren van drie ongelijkvloerse kruisingen in combinatie met een rotonde op maaiveld. In elk geval zal er op minimaal één locatie de NRU als onderdoorgang aangelegd worden.¹ Het streven van de gemeente Utrecht is om drie onderdoorgangen aan te leggen;
- daarbij bestaat de hoofdrijbaan uit twee maal twee rijstroken en is de maximumsnelheid op de hoofdrijbaan 80 km per uur;²
- voor leefbaarheid (geluid en lucht) wordt gestreefd naar zo veel mogelijk verbetering ten opzichte van de referentiesituatie;
- een goede ruimtelijke inpassing van de NRU, waarbij rekening gehouden wordt met de karakteristiek van de stadsrand (raamwerk Overvecht, Gageldijk, Nieuwe Hollandse Waterlinie (NHW) alsmede de beoogde uitstraling van de weg.

2.1 Plangebied en studiegebied

De fysieke locatie van de vernieuwde NRU staat centraal in dit onderzoek, maar er wordt ook gekeken naar de effecten van de NRU op de directe omgeving. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen studiegebied en plangebied.

2.1.1 Plangebied

Het plangebied is het gebied waarvoor het bestemmingsplan gewijzigd moet worden.

¹ Besluiten gemeente, provincie en het rijk over de hele ring Utrecht: [https://www.ikgaverder.nl/documenten/Raadsbesluit Gemeente Utrecht \(2014\) https://www.utrecht.nl/wonen-en-leven/verkeer/verkeersprojecten/noordelijke-randweg-utrecht/achtergrond/](https://www.ikgaverder.nl/documenten/Raadsbesluit%20Gemeente%20Utrecht%20(2014)%20https://www.utrecht.nl/wonen-en-leven/verkeer/verkeersprojecten/noordelijke-randweg-utrecht/achtergrond/)

² Besluit Voorkeursalternatief Planstudie Ring Utrecht (2010) https://www.provincie-utrecht.nl/publish/pages/292910/voorkeursalternatief_planstudie_ring_utrecht.pdf

Afbeelding 2.1 Plangebied NRU



2.1.2 Studiegebied

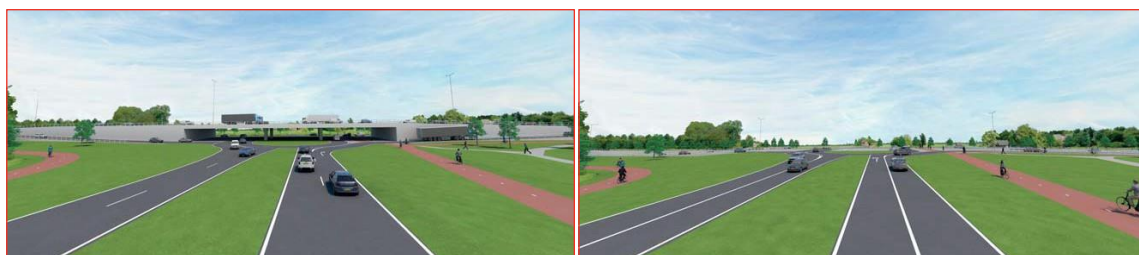
Het studiegebied is het gebied waarbinnen effecten als gevolg van de vernieuwing van de NRU optreden. Het studiegebied kan per thema verschillen, zoals verkeersaantrekkende werking op andere wegen, geluids- en luchtkwaliteitseffecten op omwonenden en natuur. Het studiegebied voor bepaalde thema's is ruimer dan het plangebied.

2.2 Onderzochte Tracévarianten

De doorstroming wordt verbeterd door de kruisingen op de NRU ongelijkvloers te maken. Een ongelijkvloerse kruising bestaat ofwel uit een viaduct of uit een onderdoorgang. Daarnaast zijn er bij het Kochplein nog mogelijkheden om zowel een kort als een lang viaduct of onderdoorgang te maken. De milieueffecten zijn steeds integraal bekeken op tracéniveau. Daarbij zijn in totaal 9 varianten met verschillende combinaties van viaducten en onderdoorgangen beschouwd. In paragraaf 6.3 van het hoofdrapport MER zijn deze varianten uitgebreider beschreven.

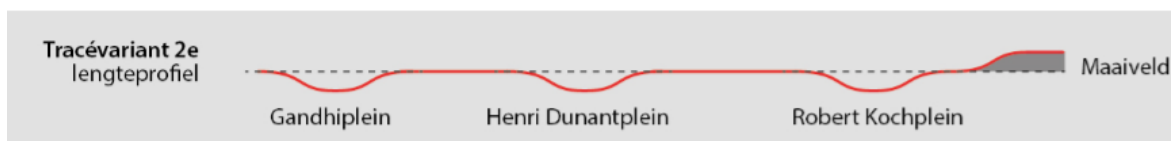
De tracévarianten verschillen van elkaar ten aanzien van het aantal onderdoorgangen. Er zijn tracévarianten met één, twee of drie onderdoorgangen. Ook verschillen de tracévarianten ten aanzien van de pleinen waar deze onderdoorgangen zich bevinden en in het wel of niet verlengen van de onderdoorgang en/of viaduct bij het Kochplein. Ook de ligging van de dwarsverbindingen voor langzaam verkeer verschilt per tracévariant.

Afbeelding 2.2 Voorbeeld Einsteindreef: NRU in een onderdoorgang(links) of op een viaduct (rechts)

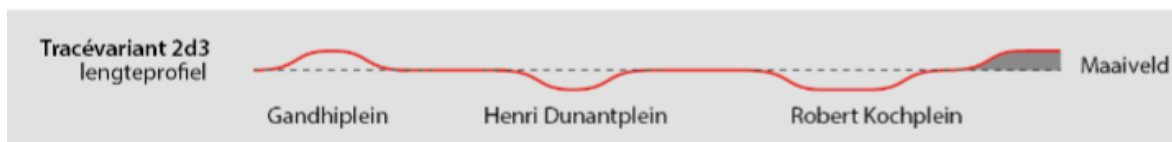


Op de volgende bladzijde zijn de varianten schematisch weergegeven.

Variant met drie onderdoorgangen



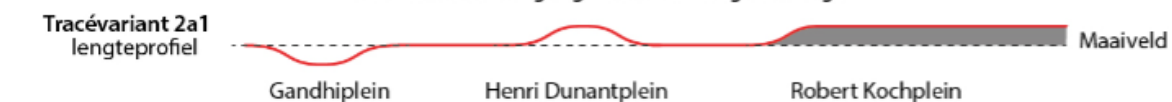
Variant met twee onderdoorgangen



Variant met een onderdoorgang



Gandhi onderdoorgang + Koch verhoogd verlengd



Dunant onderdoorgang



Dunant onderdoorgang + Koch verhoogd verlengd



Koch onderdoorgang verlengd



RELEVANTE WET EN REGELGEVING

3.1 Wetgeving

Met name relevant zijn de Waterwet en Besluit bodemkwaliteit. De belangrijkste onderwerpen hieruit zijn:

- bodemverontreiniging;
- kwaliteit oppervlaktewater;
- kwantiteit oppervlaktewater;
- grondwaterkwaliteit.

De belangrijkste aanvullende regelgeving vormen het al eerder genoemde Besluit Lozingen Buiteninrichtingen en de keur van het waterschap. In waterwin- en grondwater-beschermingsgebieden van grondwaterwinningen voor drinkwater gelden op grond van de Provinciale Milieuverordening de volgende regels:

- in een waterwingebied zijn alleen activiteiten mogelijk die betrekking hebben op drinkwaterwinning;
- in een grondwaterbeschermingsgebied gelden verschillende uitvoeringsbesluiten: Besluit inrichtingen, Besluit licht verontreinigde grond, Besluit buisleidingen, Besluit verharding en gebouwen, Besluit boringen en funderingen, Besluit meststoffen, Besluit bodemwarmtewisselaars;
- in de 100-jaarsaandachtzone gelden geen extra milieuregels. Stimuleringsbeleid richt zich bij de toets op ruimtelijke ontwikkelingen op stap-vooruit en standstill-principe. De NRU valt enkel binnen het 100 jaars aandachtsgebied.

3.2 Beleid

3.2.1 Europees beleid

Sinds 22 december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. De Europese Kaderrichtlijn water stelt doelen voor een goede ecologische en chemische toestand van het oppervlaktewater en het grondwater. De Europese Kaderrichtlijn heeft, waar het de gemeente betreft, consequenties voor riolering, afkoppelen, toepassing van bouwmaterialen en het ruimtelijke beleid. Er worden ecologische en fysisch-chemische doelen geformuleerd die afhankelijk zijn van de functie van een watergang.

3.2.2 Rijksbeleid

Water

Het Nationaal Waterplan 2016-2021 is de opvolger van het Nationaal Waterplan 2009-2015. Het bevat de hoofdlijnen van het nationaal waterbeleid en de aspecten van het ruimtelijk beleid die daartoe behoren.

Belangrijke onderdelen van dit plan zijn:

- het rijksbeleid dat voortvloeit uit de deltabeslissingen (waterveiligheid, zoetwatervoorziening en ruimtelijke adaptatie);
- ontwerp Beleidsnota Noordzee;

- de verankering van afspraken die betrekking hebben op water vanuit energie (Energieakkoord), natuur (Natuurvisie), internationale inzet (Internationale Waterambitie) en bestuurlijke verhoudingen (Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, Bestuursakkoord Water en Deltaprogramma);
- voldoen aan de Europese eisen voor waterkwaliteit, overstromingsrisico's en het mariene milieu door geactualiseerde plannen en maatregelenprogramma's op te nemen.

In het NWP is ook het advies van de Deltacommissie verwerkt. Voor veiligheid staat de risicobenadering centraal. Naast het voorkomen van overstromingen vraagt ook het beperken van gevolgen van overstromingen aandacht. Hiervoor is de Beleidslijn grote rivieren en de PKB Ruimte voor de Rivier van belang. De rijkswateren worden beheerd door Rijkswaterstaat.

Binnen de watertoets treedt het Rijk op als adviseur voor initiatiefnemers van ruimtelijke plannen met betrekking tot de rijkswateren en de nationale belangen in de zin van de Wro. In de MER-procedure moet de watertoets doorlopen worden, waarbij vanuit het Rijk (als initiatiefnemer) advies wordt gevraagd bij de waterschappen.

Besluit Lozingen Buiteninrichtingen van juli 2011

Voor de afvoer van afstromend wegwater geldt de regelgeving uit het Besluit Lozingen Buiteninrichtingen van juli 2011. Voor provinciale en rijkswegen geldt dat het afstromende wegwater bij voorkeur verwerkt moet worden door infiltratie in de bodem. Alleen als infiltratie in de bodem niet mogelijk is, is directe lozing op oppervlaktewater toegestaan. Bij tunnels en verdiept gelegen weggedeelten is voorzuivering van het hemelwater noodzakelijk voordat het op oppervlaktewater of in de bodem geloosd mag worden (artikel 3.4 en 3.5).

Een nadere uitwerking van het beleid voor het behandelen van afstromend wegwater is opgesteld door de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW, 2002). De CIW adviseert het gebruik van ZOAB, het periodiek reinigen van de vluchtstrook en het bij voorkeur gecontroleerd infiltreren van wegwater in de berm met uitzondering van kwetsbare gebieden. Het 'gecontroleerd infiltreren' wordt in het rapport nader toegelicht. De CIW vervolgt dat het aan de provincies is om extra maatregelen te nemen met het oog op de bescherming van het drinkwater.

Het beleid voor het omgaan met afstromend wegwater in grondwaterbeschermingsgebieden is geregeld in de provinciale milieuverordening. De verordening eist dat er geen afstromend wegwater wordt geïnfilteerd in het grondwaterbeschermingsgebied. Een wegtracé buiten het grondwaterbeschermingsgebied heeft de voorkeur, gezien vanuit het belang van de drinkwatervoorziening. Als dat niet mogelijk is, kan met adequate voorzieningen (best bestaande technieken) het risico van de weg tot verwaarloosbaar teruggebracht worden. De provinciale milieuverordening is er daarom op gericht de resterende risico's van verhardingen en gebouwen verwaarloosbaar te maken, onder meer door het tegengaan van infiltratie van vervuild water en bescherming van afsluitende grondlagen. Voor de uitwerking van best bestaande technieken wordt verwezen naar het rapport 'Afstromend wegwater' van de CIW.

Bodem

Besluit bodemkwaliteit

Sinds 2008 is het Besluit bodemkwaliteit in werking getreden. Het doel van het Bbk is duurzaam bodembeheer. Dat wil zeggen: een balans tussen bescherming van de bodemkwaliteit voor mens en milieu, én gebruik van de bodem voor maatschappelijke ontwikkelingen zoals woningbouw of aanleg van wegen.

Het Besluit bodemkwaliteit omvat regels voor de toepassing van grond, baggerspecie en bouwstoffen en stelt kwaliteitseisen aan de uitvoering van bodemwerkzaamheden.

Vanuit het Besluit bodemkwaliteit is voor het project NRU van belang dat binnen het studiegebied bekeken dient te worden waar zich bodemverontreinigingen bevinden.

Wet bodembescherming

De Wet bodembescherming (Wbb) stelt regels om de bodem te beschermen. De Wbb maakt duidelijk dat grondwater een onderdeel van de bodem is. Daarnaast worden de sanering van verontreinigde bodem en grondwater door middel van de Wbb geregeld. Ook lozingen in of op de bodem kunnen op grond van de Wbb worden gereguleerd.

Achtergrond bij Wet bodembescherming

De Wet bodembescherming (Wbb) is op 1 januari 1987 inwerking getreden.

De Wbb beoogt een effectieve bescherming te bieden voor de bodem en het zich daar in bevindende grondwater. Enerzijds bevat deze wet bepalingen ter regulering van handelingen die een bedreiging vormen voor de bodem en het grondwater. Anderzijds moeten bestaande verontreinigingen worden aangepakt en gesaneerd of beheerd.

In geval van een grootschalige en complexe grondwaterverontreiniging, vaak in oudere binnensteden en industriegebieden, bleek saneren naar individueel geval door diverse oorzaken (juridisch, technisch en/of financieel) niet haalbaar en milieuhygiënisch niet doelmatig. Meestal is de verontreiniging verspreid over een aanzienlijk gebied en veroorzaakt door een groot aantal bronnen. Voor dergelijke situaties biedt de Wbb een gebiedsgerichte aanpak. Vanuit de Wbb is voor het project NRU van belang dat binnen het studiegebied bekeken wordt waar er bestaande bodemverontreinigingen in het gebied aanwezig zijn en of sanering hiervan nodig is. Verder dient voorkomen te worden dat nieuwe bodemverontreinigingen ontstaan als gevolg van de geplande activiteiten.

3.2.3 Provinciaal beleid

Water

Provinciale Waterplan 2010-2015 is nog niet vervangen. Hierin wordt provinciaal waterbeleid vastgelegd. Het waterplan richt zich op waterveiligheid, kwaliteit en kwantiteit, gebruik en beleving. Ook is aandacht voor de klimaatveranderingen. Uitgangspunt is dat in de winter meer regen valt. Dit kan betekenen dat in de stedelijke omgeving meer grondwateroverlast kan ontstaan en op de flanken van de Utrechtse Heuvelrug meer kwel op treedt. Ook gaan klimaatscenario's uit van drogere zomers, waardoor de wateraanvoer/verdeling een grotere rol gaat spelen.

Grondwaterbescherming en stiltegebieden

Ten noorden van de NRU ligt het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan. Om de waterkwaliteit van de waterwinning te beschermen zijn hiervoor regels vastgelegd in de Provinciale Milieuverordening (PMV). Rondom deze gebieden zijn vier type grondwaterbeschermingszones van kracht met ieder hun eigen regels:

- waterwingebieden: Alle winningen hebben een waterwingebied, op deze locatie staan de winputten. Deze locaties eindigen waar het grondwater tenminste 60 dagen nodig heeft om de filters van de winning te bereiken. In waterwingebieden is in principe niets toegestaan. Enkele uitzonderingen zijn opgenomen in de PMV, deze hebben betrekking op activiteiten van het drinkwaterbedrijf en onderhoudswerkzaamheden;
- grondwaterbeschermingsgebieden: De grondwaterbeschermingsgebieden liggen als een schil rond de waterwingebieden. De buitengrens van de grondwaterbeschermingsgebieden is de lijn, van waar het grondwater een periode van 25 jaar nodig heeft om de winputten te bereiken (de 25-jaars zone). Het grondwater kan direct vanaf het maaiveld beïnvloed worden. Vanwege de hydrologische kwetsbaarheid is een aantal bedrijven en activiteiten gereguleerd in de PMV. De meeste activiteiten beneden de dieptegrens (40 m -mv) zijn verboden;
- boringsvrije zones: Boringsvrije zones hebben een ondergrond met een aaneengesloten slecht doordringbare kleilaag, hieronder bevinden zich de filters van de winning. Deze gebieden zijn minder kwetsbaar voor verontreinigingen en aantastingen dan grondwaterbeschermingsgebieden. De regels voor de boringsvrije zone moeten voorkomen dat de beschermende kleilaag doorboord wordt. Deze zone is niet aanwezig bij het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan;

- 100-Jaarsaandachtsgebieden: Het 100-jaarsaandachtsgebied ligt als een schil rond het grondwaterbeschermingsgebied. Het totale gebied van de 3 zones (waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones) omvat de 100-jaarszone rondom de winning. In de 100-jaarsaandachtsgebieden zijn geen specifieke regels van toepassing, hier geldt de bijzondere zorgplicht. Naast de bijzondere zorgplicht is een stimuleringsbeleid ingezet en moet altijd rekening gehouden worden met het drinkwaterbelang.

3.2.4 Regionaal beleid

Water

Het beleid van de waterschappen AGV en hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) is verwoord in waterbeheerplannen. Deze plannen zijn gericht op de thema's Veiligheid, Voldoende water en Schoon water. Het beleid van het waterschap AGV is verwoord in het Waterbeheerplan van AGV 2016-2021. Voor waterschap HDSR is het beleid vastgelegd in 'Waterkoers 2016-2021'. Naast de beleidsplannen hanteren de waterschappen de keur. De keur is een verordening met de regels die een waterschap hanteert bij de bescherming van waterkeringen, watergangen en bijbehorende kunstwerken. Als er (bouw)werkzaamheden uitgevoerd worden in de nabijheid van een water of een dijk, heeft degene die dat wil doen een keurvergunning of keurontheffing van het waterschap nodig. Het waterschap onderzoekt hoe en wat de nadelige gevolgen zijn voor het water of voor de dijken. Zijn de gevolgen acceptabel, dan wordt onder strikte voorwaarden een vergunning of ontheffing afgegeven. Voor sommige werkzaamheden zijn algemene regels beschikbaar. Als aan deze regels wordt voldaan, is er geen vergunning of ontheffing nodig, waarbij de werkzaamheden wel bij het waterschap moeten worden gemeld. In de keur staan ook de regels die gelden voor de compensatie aan berging in oppervlaktewater die nodig is als gevolg van het aanbrengen van verhard oppervlak die versnelde regenwaterafvoer veroorzaakt en het watersysteem extra zou belasten.

Een belangrijk project voor het NRU-plangebied is het project Schoon en ecologisch water voor waterlichaam Maartensdijk en de Vecht. Dit project wil het waterlichaam chemisch en ecologisch verbeteren. Het gaat om water dat via het waterlichaam Maartensdijk (parallel aan de A27 op enkele honderden meters afstand) naar de Vecht stroomt en ter hoogte van de Moldaudreef en het Robert Kochplein het wegtracé kruist.

3.2.5 Gemeentelijk beleid

Water

Het gemeentelijk hemelwater- en oppervlaktewaterbeleid is vastgelegd in het: Plan Gemeentelijke watertaken Utrecht 2016-2019 inclusief achtergronddocument. Hierin is de watercompensatie en de aanpak van hemelwaterlozingen beschreven, inclusief het klimaatbeleid.

Wijkwaterplan Overvecht: Hierin komen de streefbeelden en knelpunten voor het water in de wijk evenals een uitvoeringsprogramma om knelpunten op te lossen en streefbeelden te realiseren. De gemeente Utrecht en HDSR werken samen aan schoner en gezonder water. Beide partijen nemen samen maatregelen om urgente knelpunten op te lossen, zoals wateroverlast, grootschalige vissterfte, blauwalg, botulisme en stank.

Bodem: Nota bodembeheer 2012-2022

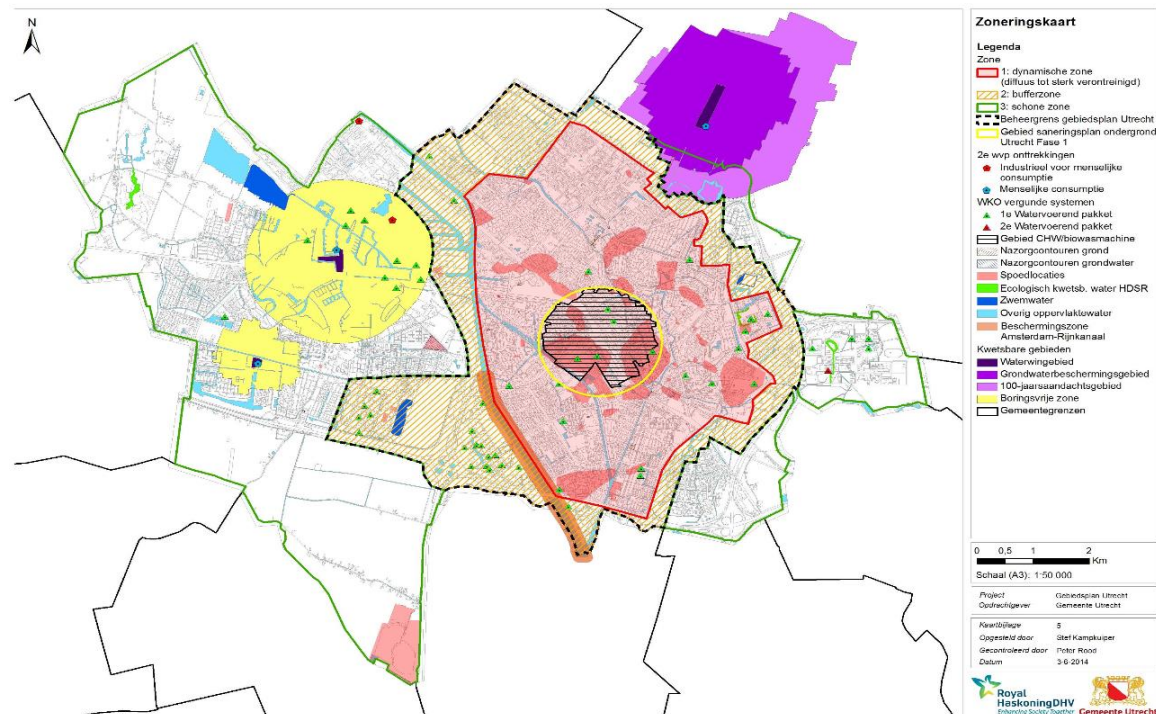
Werkzaamheden in de bodem, zoals de aanleg van riolering en bouwwerkzaamheden, hebben invloed op het grondwater en op de bodem zelf. Bij het wegpompen van grondwater kan verontreiniging zich verder verspreiden. Vandaar dat bij een project vaak een saneringsplan nodig is.

Gebiedsplan gebiedsgericht grondwaterbeheer

Vanaf 2016 is het gebiedsplan voor grondwater van kracht. Daarmee is het niet langer nodig om voor alle werkzaamheden een apart saneringsplan te maken. Dit geeft nieuwe mogelijkheden en bespaart tijd en geld. Voor de gebiedsgerichte aanpak staan het beschermen, verbeteren en benutten van de ondergrond centraal. Er staat in hoe we willen omgaan met grondwater en hoe we de ondergrond efficiënter kunnen gebruiken.

Afbeelding 3.1 toont de grenzen van het gebiedsplan. Het projectgebied van de NRU valt gedeeltelijk binnen de beheersgrens. Voor het gedeelte dat buiten het gebiedsplan valt is afstemming met bevoegd gezag nodig.

Afbeelding 3.1 Grenzen gebiedsplan Utrecht [ref. 6]



3.3 Procedures

3.3.1 Vergunningsplicht

Onderstaande bepalingen gelden binnen het beheersgebied van hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, volgens de vigerende keur.

Artikel 3.9 Watervergunning lozen en onttrekken

- 1 het is verboden zonder vergunning van het college water te lozen in en te onttrekken aan een oppervlaktewaterlichaam;
- 2 voor lozingen met drainagemiddelen met het oog op de ontwatering van gronden en subinfiltratie geldt het verbod in het eerste lid uitsluitend in door het college aangegeven gebieden.

Artikel 3.10 Watervergunning onttrekken van grondwater en infiltreren in de bodem

- 1 het is verboden zonder vergunning van het college grondwater te onttrekken of in de bodem te infiltreren, indien de hoeveelheid te onttrekken of te infiltreren water meer bedraagt dan 10 m³ per uur;
- 2 het is verboden zonder vergunning van het college grondwater te onttrekken met het oog op ontwatering van gronden in de gebieden als bedoeld in artikel 3.9, tweede lid;
- 3 het is verboden grondwater te onttrekken ten behoeve van het permanent drooghouden of beschermen van ondergrondse bouwwerken;
- 4 geen vergunning krachtens het eerste lid is vereist, indien het betreft het onttrekken van grondwater uitsluitend voor:
 - 1 bronbemaling, indien de hoeveelheid te onttrekken grondwater minder bedraagt dan 100 m³ per uur en de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden, het onttrekkingsstelsel zich niet dieper dan

-
- 9 meter beneden het maaiveld bevindt en de verlaging van de grondwaterstand of van de stijghoogte van het grondwater bij het drooghouden van bouwputten of sleuven niet meer is dan 30 cm beneden het kritische punt van de bouwput of de sleuf;
 - 2 grondwatersanering, indien de pompcapaciteit 25 m³ per uur of minder is en de onttrekking niet langer duurt dan 5 jaar;
 - 3 beregening, bevoeiing of veedrenking, indien de pompcapaciteit 60 m³ per uur of minder is, met uitzondering van beregeningen of bevoeiingen voor de glastuinbouw en kunstgrasvelden, met dien verstande dat onttrekking niet is toegestaan indien in voldoende mate van oppervlaktewater gebruik kan worden gemaakt en onttrekking van grondwater uit het tweede watervoerend pakket niet is toegestaan indien in voldoende mate van grondwater in het eerste watervoerend pakket gebruik kan worden gemaakt;
 - 4 een proef, gericht op het meten van de benodigde hoeveelheid te onttrekken grondwater zonder dat er feitelijk wordt gewerkt, indien de hoeveelheid te onttrekken grondwater minder bedraagt dan 100.000 m³ per maand en de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden;
 - 5 een noodvoorziening.

Artikel 3.11 Meldplicht onttrekken grondwater

Voor zover er geen vergunningplicht geldt op grond van artikel 3.10 meldt degene die grondwater onttrekt dit aan het college, uiterlijk 2 weken voor de aanvang van de onttrekking.

Indien het debiet van de onttrekking minder is dan 100 m³/uur en de onttrekking duurt minder lang dan 6 maanden, dan is geen vergunning vereist.

Voor onttrekkingen binnen het beheersgebied van Amstel, Gooi en Vecht geldt in alle gevallen van een grondwateronttrekking voor de aanleg van een werk een vergunningsplicht, zie onderstaand kader.

Artikel 4.15 Verboden handelingen in grondwater

- 1 het is verboden zonder vergunning van het bestuur grondwater te onttrekken of water te infiltreren in een grondwaterlichaam;
 - 2 het eerste lid is niet van toepassing op het onttrekken van grondwater ten behoeve van het drooghouden van kelders en kruipruimten van op het moment van inwerkingtreden van de Keur 2009 bestaande woningen en gebouwen;
 - 3 het is verboden zonder vergunning van het bestuur grondwater te onttrekken door middel van constructies volgens polderprincipe.
-

3.3.2 M.e.r.-plicht

In het Besluit MER 1994 (gewijzigd per 1 april 2011) is de onttrekking van grondwater MER-plichtig als 10 miljoen kubieke meter water of meer per jaar wordt onttrokken. De MER-beoordelingsplicht geldt indien meer dan 1,5 miljoen kubieke meter grondwater of meer per jaar wordt onttrokken dan wel geïnfiltrerd.

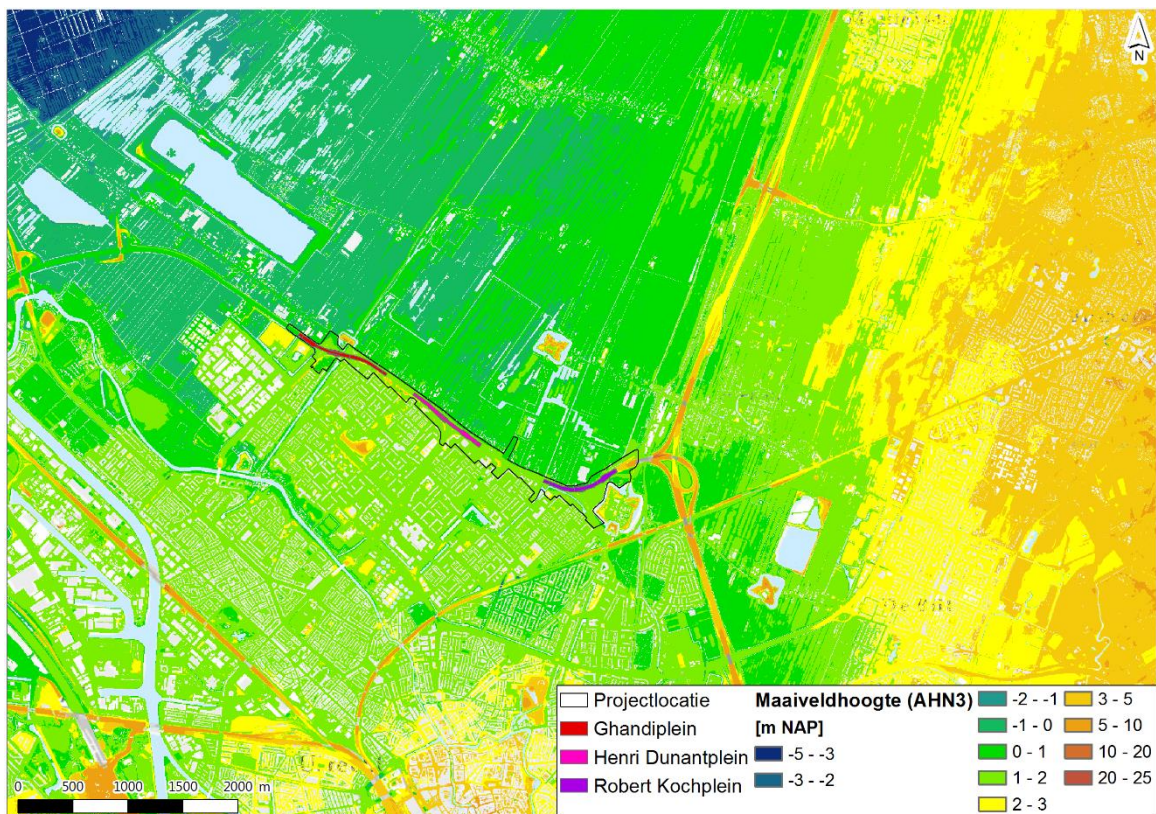
4

BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN

4.1 Maaiveldhoogte

Als maaiveldhoogte wordt het AHN3 aangehouden. Afbeelding 4.1 toont de maaiveldhoogte van de projectlocatie en de wijdere omgeving. Deze verloopt van circa NAP +15 m aan de oostzijde tot circa NAP -4 m ten noordwesten van de projectlocatie. De projectlocatie zelf kent een maaiveldniveau van circa NAP +1 m à NAP +2 m.

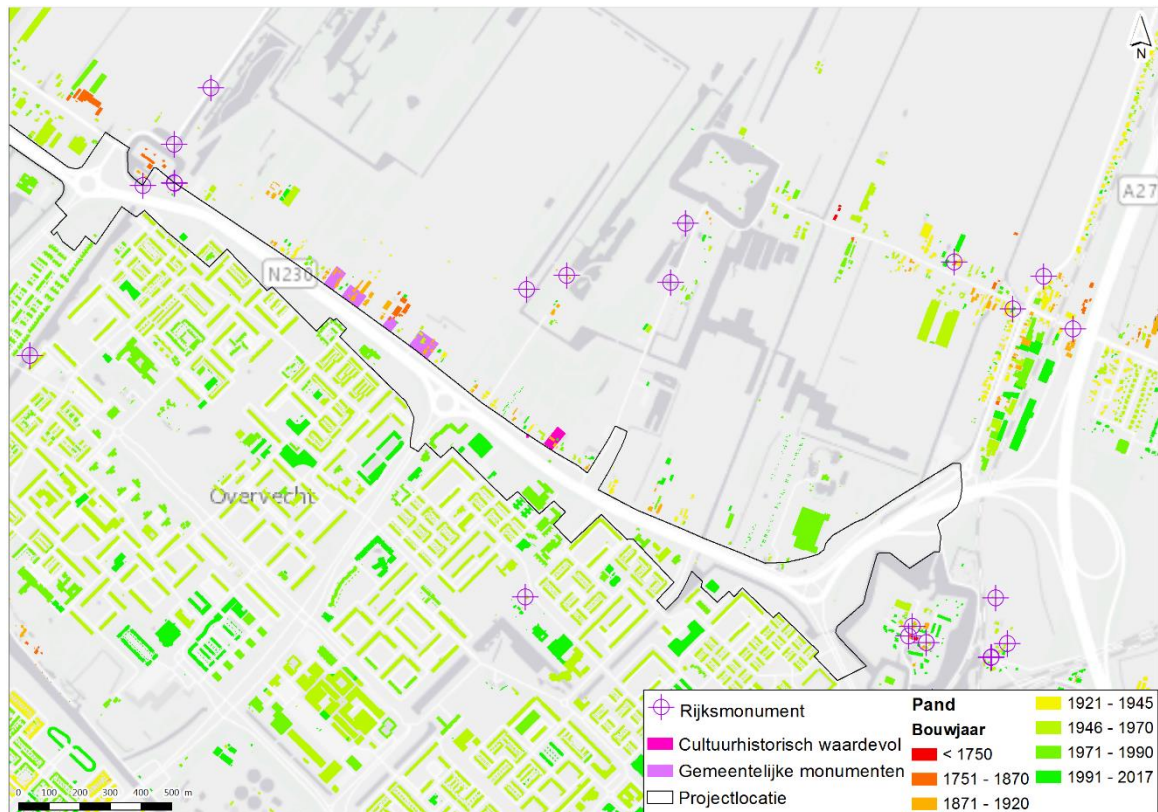
Afbeelding 4.1 Maaiveldhoogte (AHN3) bij projectlocatie en omgeving



4.2 Bebouwing en Rijksmonumenten

Voor de aanwezige bebouwing wordt uitgegaan van de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). Deze is gedownload en op onderstaande kaart zijn de aanwezige panden in de omgeving van de projectlocatie weergegeven. Met een kleurschaal is de ouderdom van de panden weergegeven. Verder zijn de locaties van rijks- en gemeentelijke monumenten op de kaart aangegeven. Hiervoor is uitgegaan van de dataset beschikbaar op het Dataportaal Nederlandse Overheid (via <https://data.overheid.nl/data/dataset/rijksmonumenten/>).

Afbeelding 4.2 Ligging en bouwjaar panden volgens BAG, en locaties rijksmonumenten volgens dataportaal Rijksoverheid



Aan de zuidkant van de projectlocatie zijn met name naoorlogse panden te vinden. Noordelijk van de projectlocatie bevinden zich oudere 18- en 19^e-eeuwse panden.

Funderingsonderzoek

Voor de kenmerken van de fundering wordt uitgegaan van het beschikbare funderingsonderzoek [ref. 2]. Hierin is per object aangegeven om wat voor bouwobject het gaat, wat het bouwjaar van het pand is, hoe het pand gefundeerd is en wat de funderingsdiepte van het pand is.

4.3 Waterhuishouding

4.3.1 Waterbeheerders

In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de relevante waterbeheerders van de NRU en directe omgeving.

Tabel 4.1 Waterbeheerders en taken

Waterbeheerder	Taken
gemeente Utrecht	zorgplicht voor inzameling en verwerking hemelwater, voorkomen van structurele grondwateroverlast grondwaterzorgplicht) en onderhoud voor het kleinere stedelijk (oppervlakte)water. Eigenaar en beheer diverse sloten, voor dit project m.n. het oppervlaktewater rond Fort Blauwkapel
hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden	bevoegd gezag oppervlaktewater en grondwater in de ondiepe ondergrond. NRU ligt binnen de gemeente Utrecht in beheergebied HDSR. AGV beheert Klopvaart en gebied ten noorden van Gageldijk en ten westen van Anthoniedijk
ProRail	onderhoud oppervlaktewater langs het spoor voor zover dit eigendom is van ProRail
provincie Utrecht	bevoegd gezag grondwaterkwantiteit en kwaliteit(diepe ondergrond), toezichthouder waterschappen

4.3.2 Oppervlaktewaterhuishouding

Belangrijke gebieden vanuit hydrologisch perspectief zijn:

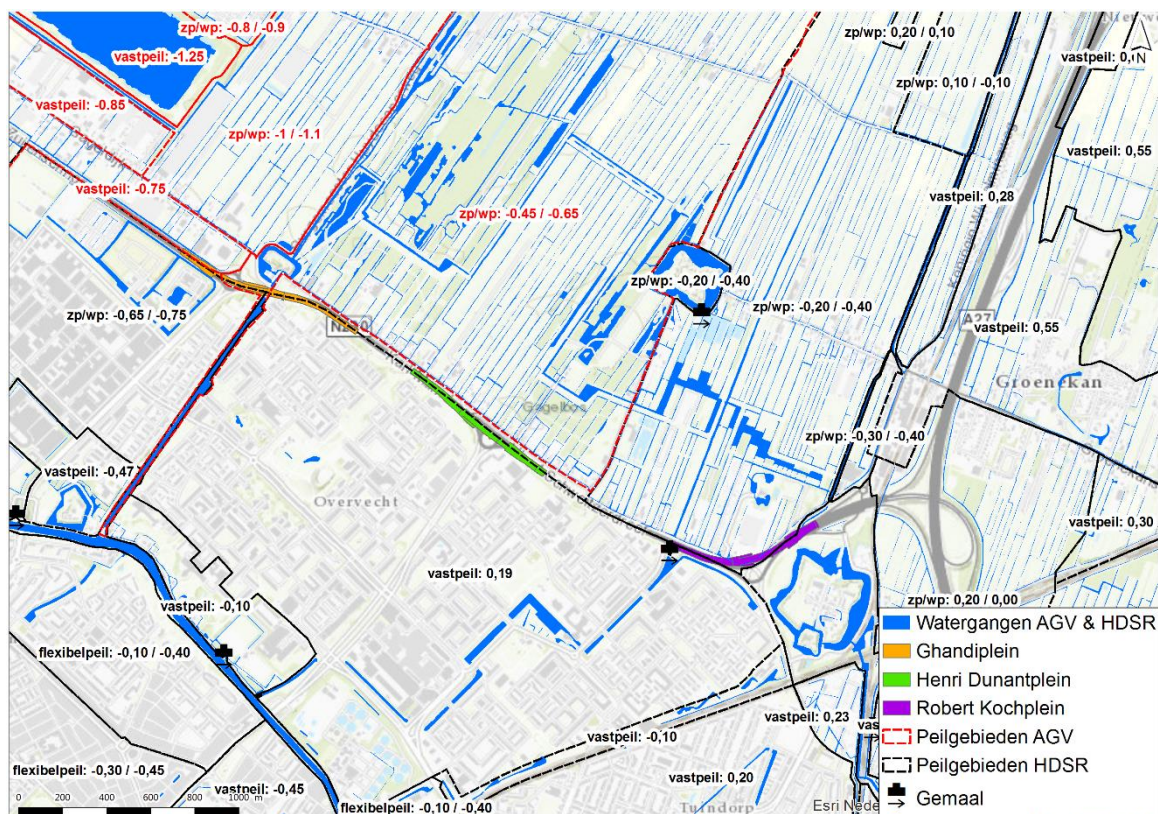
- de plassen en de polders rond Maarseveen ten noorden van de NRU zijn in gebruik als natuur- en landbouwgebieden en maken onderdeel uit van het Noorderpark en/of het Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen;
- de beschermingszones voor de drinkwaterwinning in de Bethunepolder (Waternet) en ten westen van Groenekan de waterwinning Groenekan (Vitens). Een deel van de ring loopt door de beschermingszones rondom deze winningen;
- een groot aantal historische forten (De Gagel en Blauwkapel, Ruijgenhoek op kortere en grotere afstand van de NRU).

4.3.3 Afwatering en peilen

Het plangebied van de NRU ligt in de beheergebieden van AGV en HDSR. De polders van AGV die grenzen aan het plangebied van de NRU zijn de Polder Maarsseveen-Westbroek (peil nabij NRU ZP NAP -0,60 m/WP NAP -0,75 m) en Polder Achttienhoven (ZP NAP -0,45 m/WP NAP -0,65 m). De Klopvaart zorgt voor de afvoer van de polder Achttienhoven naar de Vecht en heeft hetzelfde peil als de polder. Ter hoogte van het Ghandiplein/fort Ruigenhoek ligt op de Sint Anthoniedijk de grens tussen Polder Achttienhoven (AGV) en de Ruigenhoeksche Polder (HDSR, ZP NAP -0,20 m/WP -0,40 m). Naar het oosten toe worden de oppervlaktewaterpeilen hoger door de ligging van de Utrechtse Heuvelrug waardoor gemiddeld de stroming in noordwestelijke richting is. Het waterpeil in Overvecht is een vast peil van NAP +0,19 m. In Overvecht-Noord ligt het peil lager (ZP NAP -0,65 m/WP NAP -0,75 m).

Afbeelding 4.3 toont de peilgebieden en de gehanteerde peilen waarvan wordt uitgegaan.

Abbeelding 4.3 Peilgebieden AGV en HDSR (ligging watergangen AGV is opgevraagd)



4.4 Waterkwaliteit en bodemverontreinigingen

De waterkwaliteit in het Noorderpark, inclusief de Maarseveense plassen, is goed. De macrofauna en de ecologische toestand is goed en ook is er sprake van relatief lage nutriënten-gehalten. In de polder Ruigenhoek wordt op het grondgebied van Recreatieschap de Stichtse Groenlanden door het waterschap een circulatiesysteem aangelegd om de waterkwaliteit te verbeteren. Het gebied kan ook gebruikt worden als retentie van gebiedseigen water en voor extra opslag tijdens piekafvoer. In polder Ruigenhoek zijn, als onderdeel van de KRW, natuurvriendelijke oevers aangelegd.

De Bodemkwaliteitskaart laat zien dat de projectlocatie als licht verontreinigd moet worden beschouwd. Uit verkennend onderzoek is gebleken dat er incidenteel verontreinigingen in de bodem zijn aangetroffen. Het gaat om de volgende locaties (zie afbeelding 4.4):

- in de weilanden rond Gageldijk (Ruigenhoek) zijn toemaakdekken aangetoond. Dit betekent dat er incidenteel sterke zware metalen in de bodem aanwezig zijn;
- de bodem rondom het benzinstation aan de Albert Schweitzerdreef is een lichte verhoging van MBTE aangetoond;
- ter plaatse van omgeving Theemsdreef 7 is een VOCL (Vluchtige OrganoChloor- verbindingen en Vinyl Chloride) grondwaterverontreiniging aanwezig. Deze stof heeft een mobiel karakter en kan bij grote grondwateronttrekkingen worden verplaatst;
- de grond en grondwater is, op een paar verontreinigingssspots na, licht verontreinigd;
- indicatief is in het puin plaatselijk asbest aangetoond. Er is geen reden tot uitvoeren van nader asbestonderzoek.

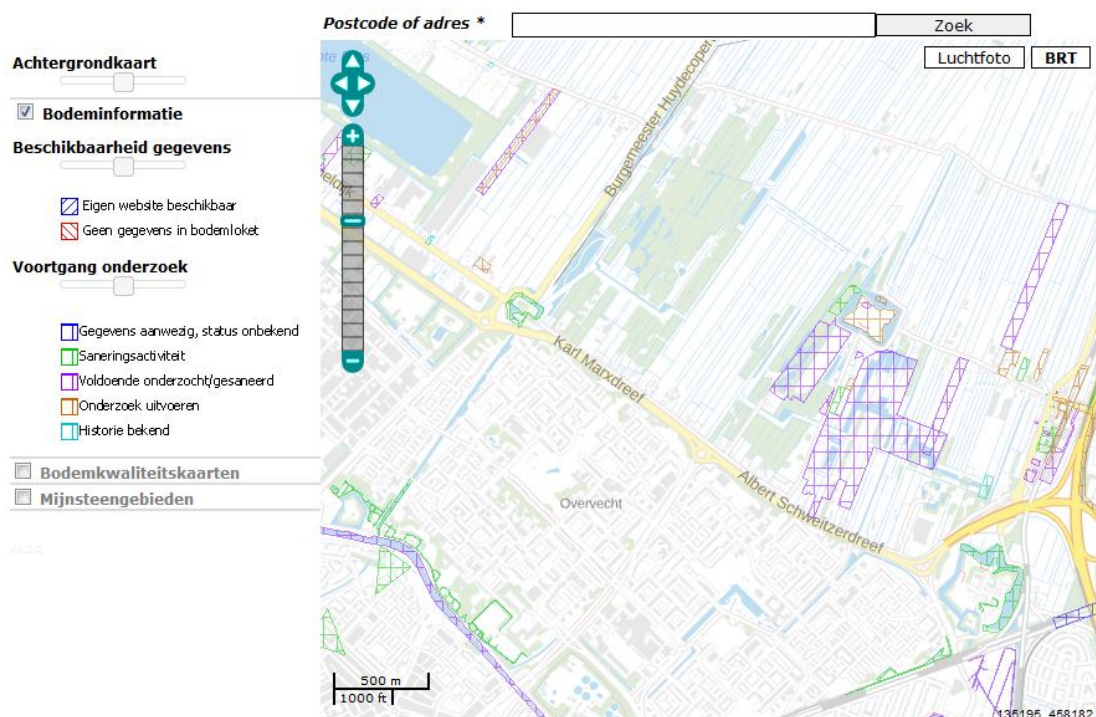
Afbeelding 4.4 Locaties met bodemverontreinigingen



In het Gebiedsplan van de gemeente Utrecht, geldig voor een deel van de projectlocatie, staat dat verontreinigingspluimen wel mogen bewegen als gevolg van grondwateronttrekkingen, maar dat de bron niet verplaatst mag worden.

De grens van het Gebiedsplan wordt gevormd door de N230 (Karl Marxdreef/Albert Schweitzerdreef). Via Bodemloket is gekeken wat er aan bodemverontreinigingen noordelijk van de N230 gelegen is. Afbeelding 4.5 toont deze.

Kaart

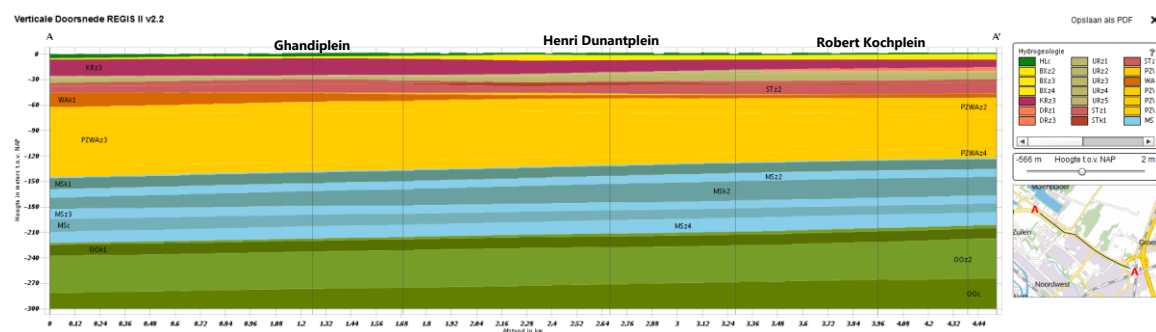


Er zijn bij de forten saneringsactiviteiten bekend (Fort Blauwkapel en Fort de Gagel). Bij het fort in Groenekan is in Bodemloket de classificatie 'onderzoek uitvoeren' opgegeven. Verder zijn er voornamelijk 'voldoende onderzocht/gesaneerde' locaties bekend in Bodemloket.

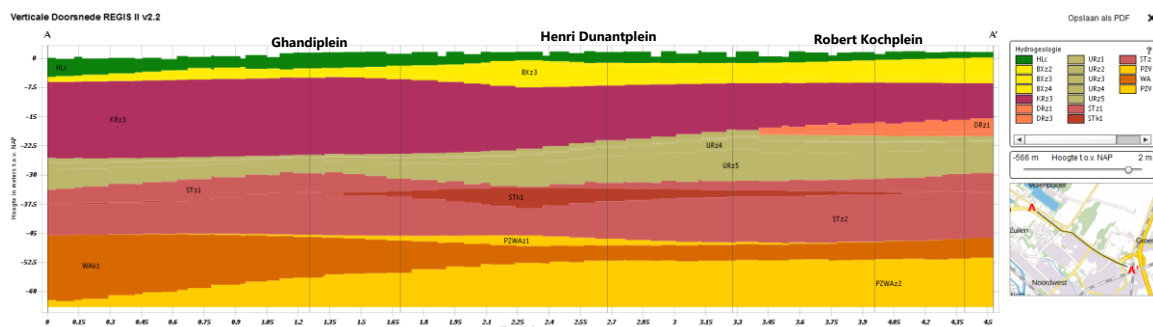
4.5 Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie

Voor de bodemopbouw is uitgegaan van het REGIS v2.2 ondergrondmodel. Afbeelding 4.6 tot en met afbeelding 4.8 tonen de ondergrond bij de projectlocatie.

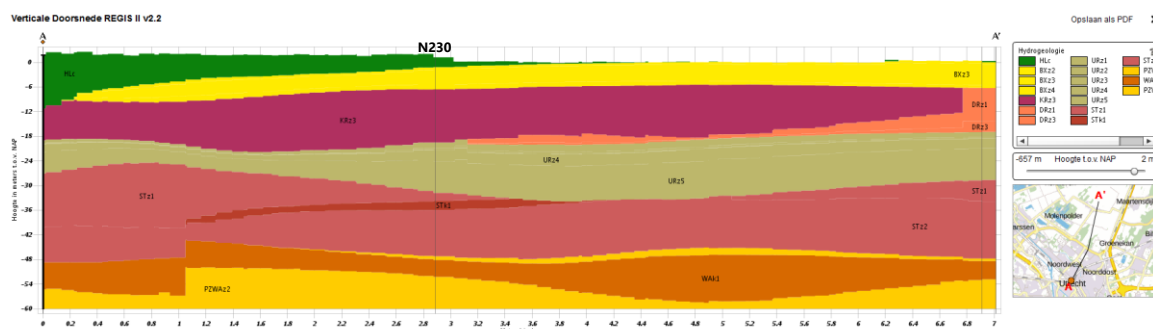
Afbeelding 4.6 Dwarsdoorsnede west-oost REGIS v2.2 ondergrondmodel - diep



Abbeelding 4.7 Dwarsdoorsnede west-oost REGIS v2.2 ondergrondmodel - ondiep



Abbeelding 4.8 Dwarsdoorsnede zuid-noord REGIS v2.2 ondergrondmodel - ondiep

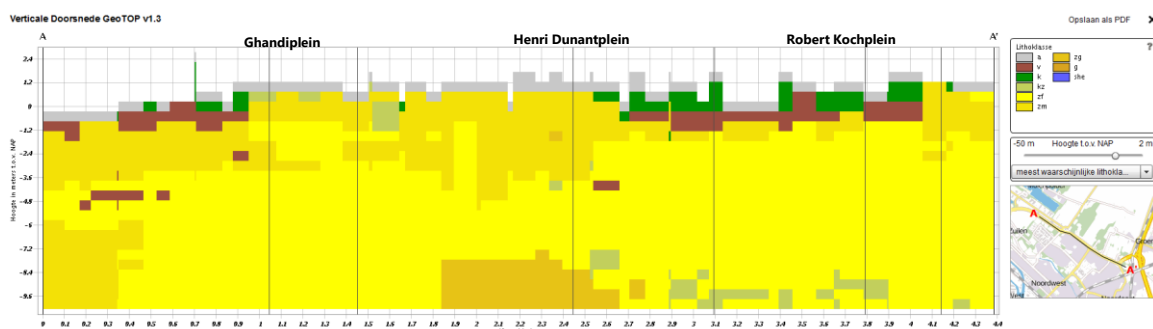


De doorsneden laten zien dat de ondergrond bij de pleinen met name uit zandlagen onder een Holocene deklaag bestaat. Tot circa NAP -45 m zijn zandlagen behorende tot de formaties van Bontel, Kreftenheye, Drente, Urk en Sterksel aanwezig. Ter hoogte van het Henri Dunantplein wordt nog een kleilaag behorende tot de Formatie van Sterksel aangetroffen. Deze is echter niet vlakdekkend aanwezig.

De kleilaag van de Waalre formatie is de eerste scheidende laag. Onder deze laag bevindt zich nog een dik zandpakket (circa 80 m dik) behorende tot de Formatie van Peize en Waalre. Daaronder ligt de geohydrologische basis: de mariene kleilagen van de Formatie van Maassluis.

Om de lithologie van de Holocene deklaag te bepalen, is gebruik gemaakt van het GeoTOP v1.3 model. Onderstaande afbeelding toont de langsdoorsnede langs de NRU.

Abbeelding 4.9 Lithologie Holocene deklaag en bovenste deel watervoerend pakket



Uit de doorsnede volgt dat de deklaag voornamelijk bestaat uit zandige lagen, classificatie matig tot fijn. Lokaal, met name ter plaatse van het Robert Kochplein, worden ook klei en veenlagen aangetroffen.

Beschrijving bodemopbouw op basis van lokaal bodemonderzoek

Naast regionale ondergrondmodellen is er ook lokaal bodemonderzoek uitgevoerd [ref. 5]. In de rapportage van het bodemonderzoek is een beschrijving van de lokale bodemopbouw gegeven:

‘De maaiveldhoogte ter plaatse van de noordelijke randweg varieert tussen de NAP +1,7 m ter plaatse van de Albert Schweitzerdreef en Karl Marxdreef tot NAP +0,3 m voor de weilanden ten noorden hiervan (bron: AHN). Onder de wegen is sprake van een zandcunet met een dikte van 0,5 tot 1,5 meter. De bodem bestaat tot een diepte van 1,5 tot 2,0 m –mv. uit klei en veen waarna vervolgens tot 49 m –mv. matig fijn tot grof zand aangetroffen wordt. Dit zandpakket betreft het eerste watervoerend pakket. De eerste scheidende laag bestaat uit kleiafzettingen en wordt aangetroffen tussen de 49 en 54 m –mv.’

Op basis van de REGIS v2.2 en GeoTOP v1.3 ondergrondmodellen én het lokale bodemonderzoek is een geohydrologische schematisatie opgesteld. Deze is in tabel 4.2 opgenomen.

Tabel 4.2 Geohydrologische schematisatie NRU

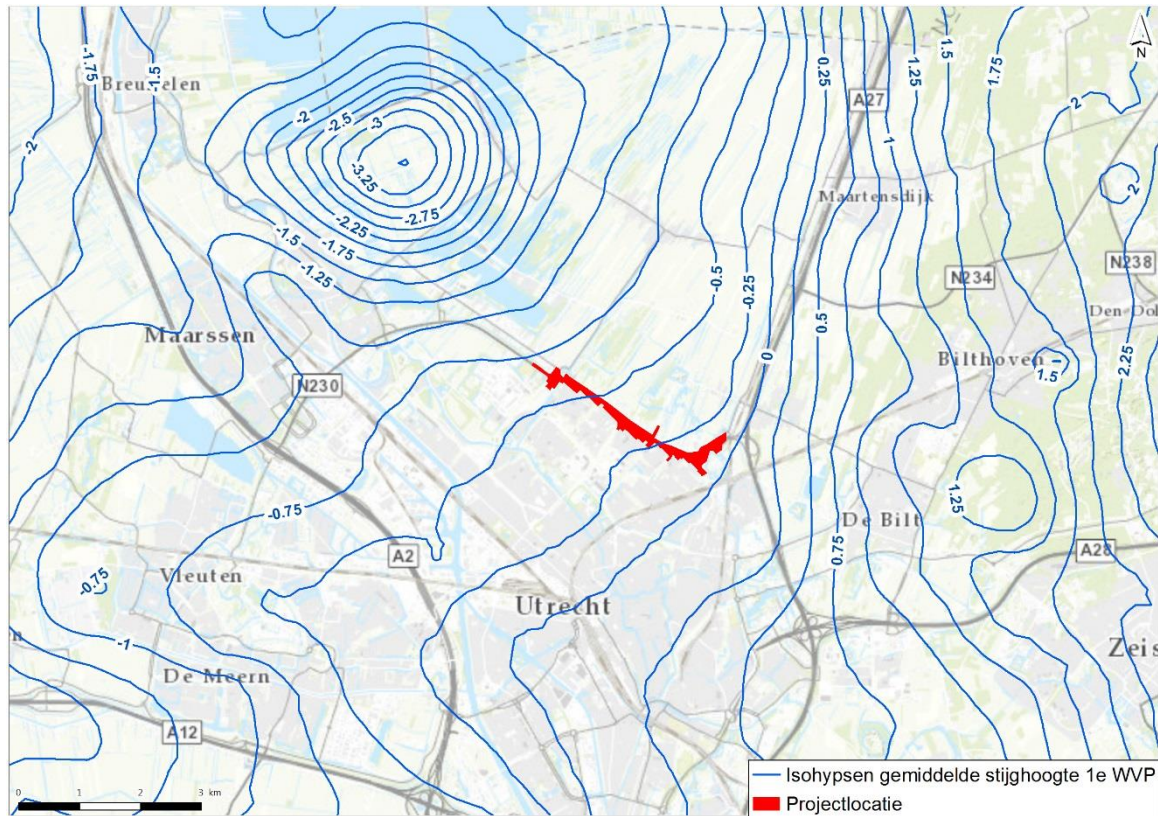
Van (m NAP)	Tot (m NAP)	Lithologie	Formatie	Geohydrologie
+1,7 à +0,3	0 à -2	matig tot fijn zand met lokaal klei- en veenlagen	holocene afzettingen	deklaag
0 à -2	-47	matig fijn zand lokaal: kleilaag	formaties van Bostel, Kreftenheye, Drente, Urk en Sterksel	1 ^e watervoerende pakket
-47	-52	klei	formatie van Waalre	1 ^e scheidende laag
-52	-140	matig fijn tot grof zand	formatie van Peize Waalre	2 ^e watervoerende pakket
-140	dieper	afwisselend klei en zandlagen	formatie van Maassluis	geohydrologische basis

Voor de geohydrologische parameters wordt uitgegaan van het REGIS v2.2 model. Dit wordt verder beschreven in bijlage I (Beschrijving grondwatermodel).

4.6 Grondwaterstand en stijghoogte

Via het Provinciaal Georegister zijn de isohypsen van de gemiddelde stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket beschikbaar. De kaart in afbeelding 4.9 toont deze.

Afbeelding 4.10 Isohypsen gemiddelde stijghoogte 1^e watervoerende pakket



Uit de kaart volgt een gemiddelde stijghoogte van circa NAP 0 m tot NAP -0,25 m bij het Robert Kochplein, NAP -0,25 m tot NAP -0,5 m bij het Henri Dunantplein en NAP -0,5 tot circa NAP -0,75 m bij het Ghandiplein. De stroming in het 1^e watervoerende pakket is west/noordwestelijk gericht, in de richting van de diepere polders.

Maatgevende stijghoogte ten behoeve van de bemalingsberekeningen

Voor de bemalingsberekeningen wordt de maatgevende stijghoogte afgeleid. De benodigde verlaging van de bemaling wordt bepaald door de maatgevende stijghoogte en de niveaus van de onderdoorgangen.

Daarvoor wordt gebruikt gemaakt van beschikbare grondwatermetingen in DINO-loket en aangeleverde peilbuisdata uit het meetnet van de gemeente Utrecht. Afbeelding 4.11 toont de beschikbare peilbuizen.

Projectlocatie

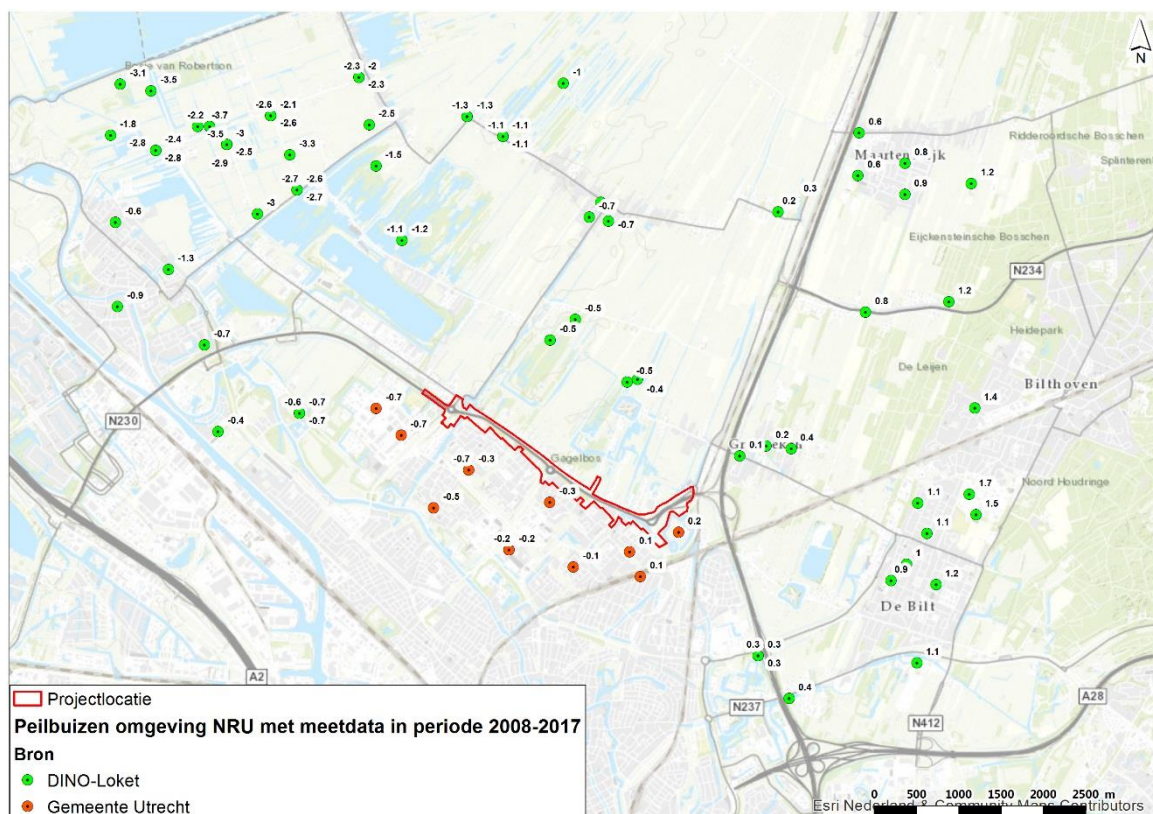
Peilbuizen omgeving NRU met meetdata in periode 2008-2017

Bron

- DINO-Loket
- Gemeente Utrecht

27 | 79 Witteveen+Bos | 105579/18-008.654 | Definitief 02

Afbeelding 4.12 Gemiddelde van peilbuismetingen in periode 2008-2017



Op basis van het gemiddelde van de peilbuismetingen is per locatie (verkeersplein) bepaald wat het maatgevende niveau is. Dit is van belang om te kunnen bepalen wat het bemalingsniveau wordt.

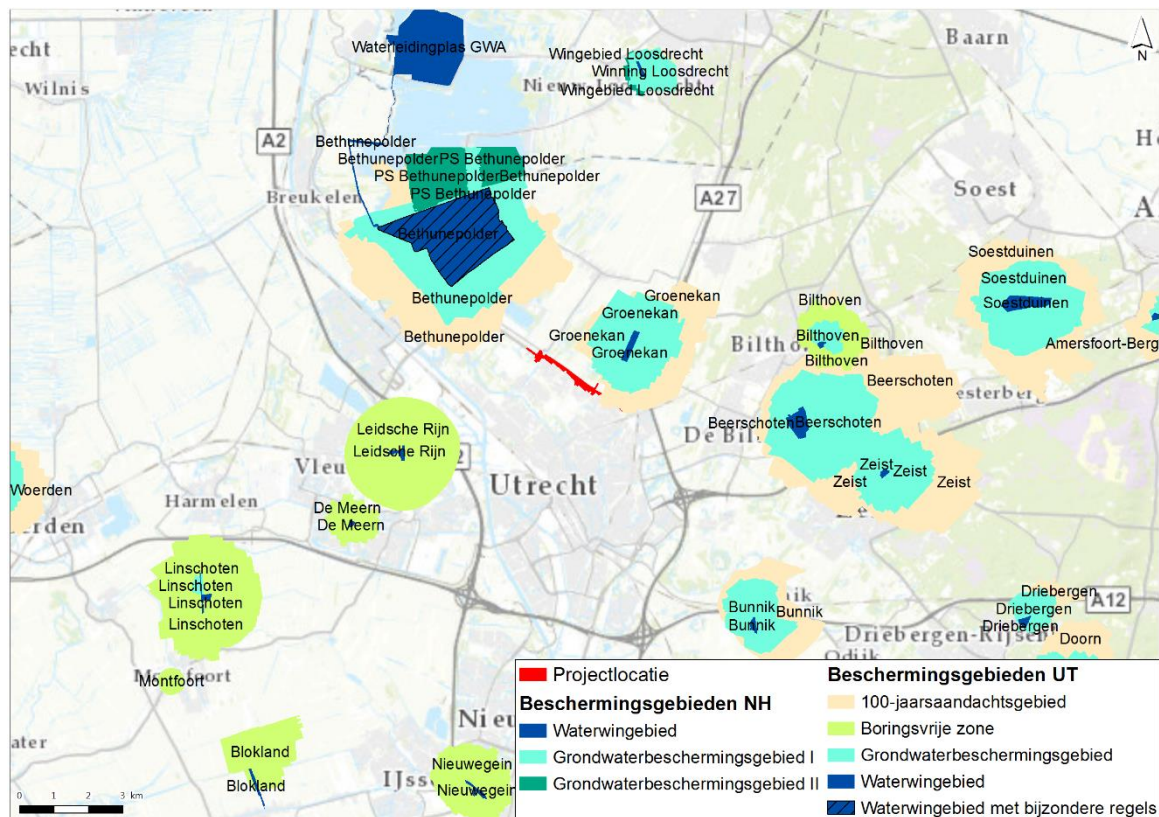
Tabel 4.3 Maatgevende grondwaterstand per locatie

Locatie	Maatgevende stijghoogte (m NAP)	Op basis van
Ghandiplein	-0,5	op basis van beschikbare peilbuismetingen
Henri Dunantplein	-0,3	op basis van beschikbare peilbuismetingen
Robert Kochplein	0,1	op basis van beschikbare peilbuismetingen

4.7 Onttrekkingen en grondwaterbeschermingsgebieden

In de omgeving van de projectlocatie bevinden zich meerdere grondwaterbeschermingsgebieden. Deze zijn weergegeven op afbeelding 4.13.

Afbeelding 4.13 Grondwaterbeschermingsgebieden in omgeving van projectgebied

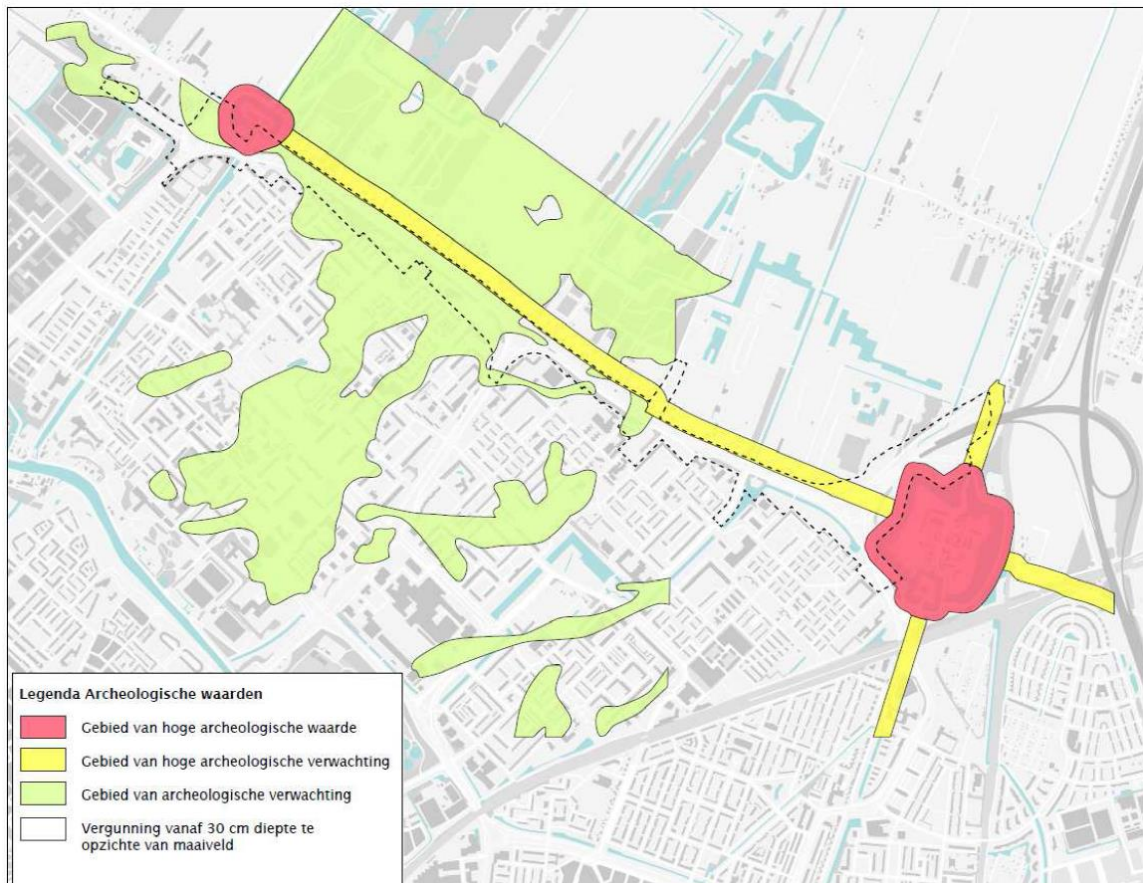


4.8 Archeologische waarden

Binnen het plangebied NRU is op dit moment geen archeologische vindplaats uit de prehistorie, Romeinse tijd of (post)middeleeuwen bekend. Voor een groot deel ligt de NRU in een zone met een 'archeologische verwachting' (groen), zie afbeelding 4.6. Dit betekent dat er een reële kans is op het aantreffen van archeologische waarden. In dit deel van Utrecht betreft het voornamelijk dekzandruggen uit de laatste ijstijd die vervolgens (deels) zijn afgedekt door een dunne laag veen. De kans is groot dat op dergelijke dekzandruggen bewoningssporen uit het mesolithicum (midden-steentijd, 8800 – 4900 voor Chr.) en neolithicum (nieuwe steentijd, 5300 – 2000 voor Chr.) worden aangetroffen. De NRU ligt in het oosten voor een deel in een wit gebied. Dit betekent dat voor deze delen geen sprake is van een archeologische verwachting. Direct ten zuiden van deze oostelijke delen werden in 2016 bij de archeologische begeleiding van de rioolaanleg rond de nieuwbouw van het Gerrit Rietveld College echter diverse kuilen en paalkuilen aangetroffen in een ongestoord bodemprofiel. De ouderdom van deze sporen wordt nog onderzocht, maar er kan uit worden gegaan van een prehistorische datering. Dit betekent dat er ook voor de witte gebieden rekening gehouden moet worden met de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen.

Op het kruispunt van de Sint Anthoniedijk en de Gageldijk zijn ten zuiden van de Gageldijk resten van (post)middeleeuwse bebouwing te verwachten. Ter plaatse van de 2 forten is er een hoge verwachting van archeologische waarden.

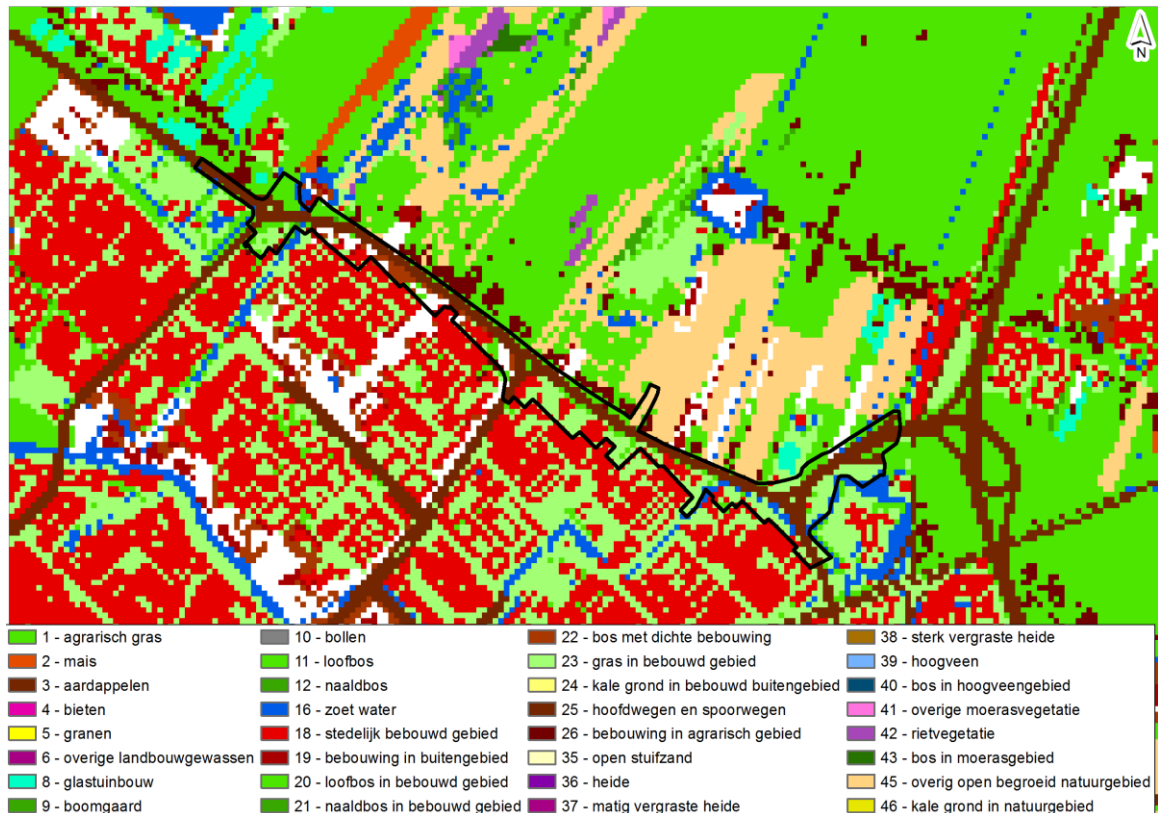
Afbeelding 4.14 Archeologische Waardenkaart [ref. 3]



4.9 Landgebruik en landbouw

Afbeelding 4.15 toont het landgebruik in de omgeving van het projectgebied op basis van het LGN6 bestand. Het referentiejaar van dit bestand is 2007/2008, waardoor het landgebruik lokaal kan afwijken van de huidige situatie. Het geeft echter een goed beeld van de voornaamste typen landgebruik in de omgeving van de NRU. Aan de noordzijde van het projectgebied komt voornamelijk 'agrarisch gras' en 'overig open begroeid natuurgebied'. Aan de zuidkant zijn alleen stedelijke landgebruiken aanwezig.

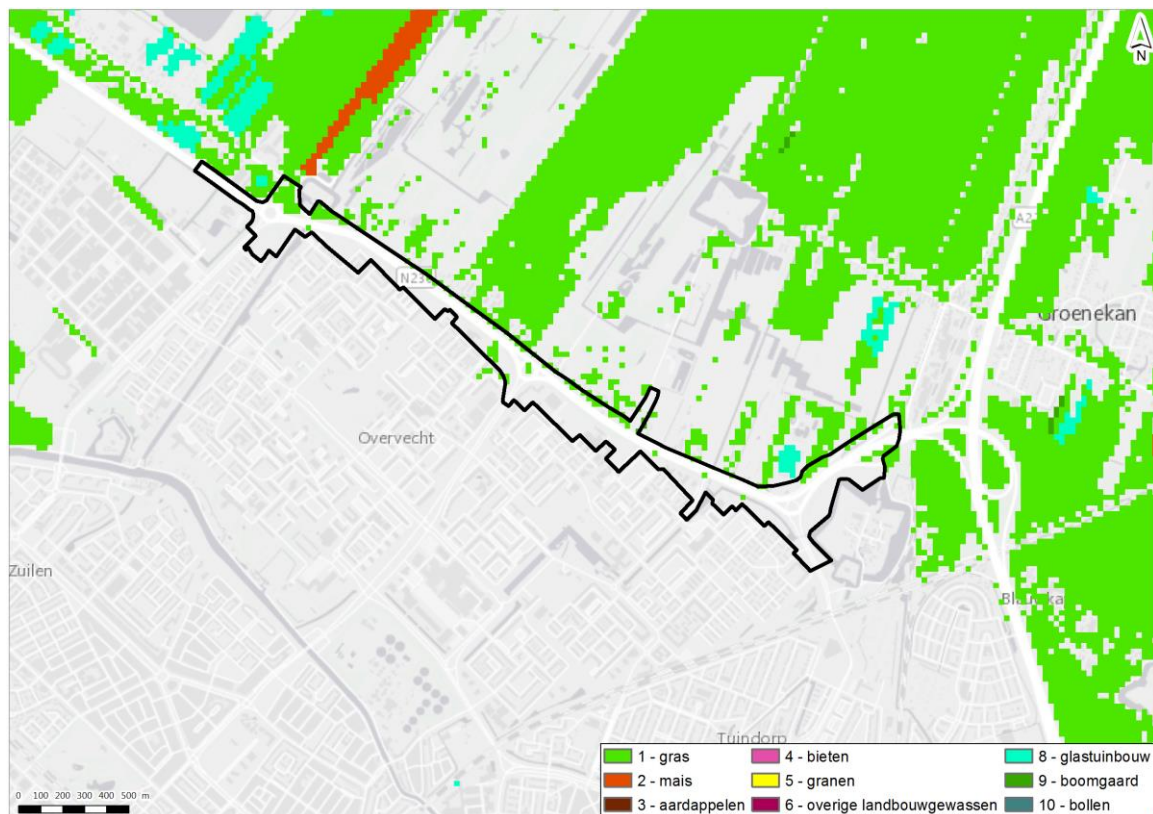
Afbeelding 4.15 Landgebruik in omgeving van projectgebied op basis van LGN6



Ter hoogte van het Ghandiplein komt aan de noordzijde een perceel voor waar maïs wordt verbouwd (akkerbouw). Qua landbouw komt er dus lokaal akkerbouw voor en verder voornamelijk grasland.

Afbeelding 4.16 toont het voorkomen van alleen de landbouw. Te zien is dat op een aantal percelen, met name ter hoogte van Ghandiplein, glastuinbouw voorkomt. Het als glastuinbouw aangewezen perceel bij het Kochplein betreft een tuincentrum. Overige landbouwgewassen, zoals aardappelen, bieten en granen, komen niet voor in de omgeving van het projectgebied.

Afbeelding 4.16 Voorkomen landbouw op basis van LGN6



4.10 Natuur

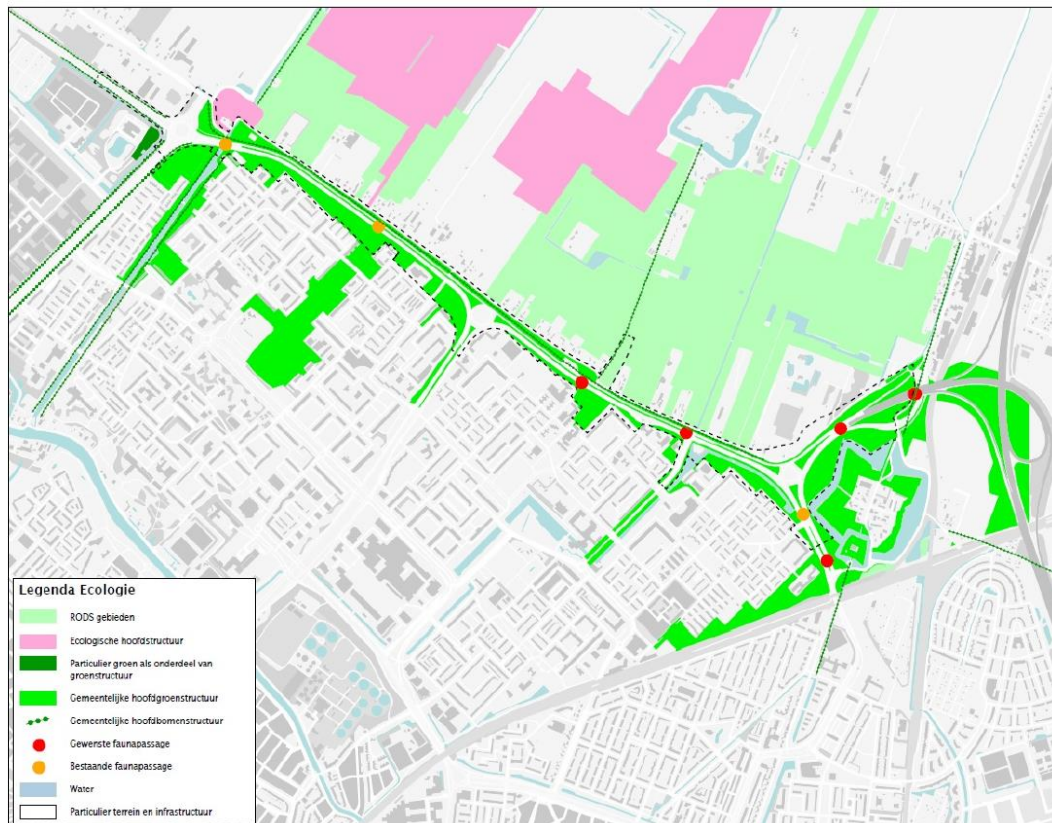
In de directe omgeving van het projectgebied ligt Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen (afbeelding 4.17). Belangrijkste kenmerk van het Natura 2000-gebied is een rijke schakering van typen van moeras en moerasvegetaties. Het is een belangrijk broedgebied voor broedvogels van rietmoerassen (Roerdomp, Purperreiger) en zeer belangrijk voor broedvogels van moerassen met veel waterriet en lange oeverlijnen (Woudaap, Grote karekiet). Ook van enig belang als broedgebied voor enkele andere moeras- en watervogels (Porseleinhoen, Zwarte stern, IJsvogel).

Verder zijn er natuurgebieden behorende tot het NNN en RODS gelegen (afbeelding 4.18).

Afbeelding 4.17 Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen



Afbeelding 4.18 Natuurgebieden omgeving NRU



5

UITGANGSPUNTEN

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de uitgangspunten op basis waarvan de bemalingsberekeningen zijn uitgevoerd. De bemalingsberekeningen zijn uitgevoerd met een grondwatermodel. De beschrijving van het grondwatermodel is opgenomen in bijlage I. De uitgangspunten ten aanzien van het ontwerp van de onderdoorgangen, de bouwfaseringen en de verschillende varianten zijn in dit hoofdstuk beschreven.

5.2 Bouwfasering en tijdsduur bemaling

In de bemalingsberekeningen is uitgangspunt dat een onderdoorgang (verkeersplein) in één keer volledig wordt aangelegd. Er wordt gestart met de aanleg van het diepste gedeelte, die binnen een gesloten bouwkuip wordt aangelegd. Vervolgens worden de toeritten aangelegd. Voor de aanleg van de toeritten worden bemalingen toegepast.

Er is een faseringsonderzoek aangeleverd [ref. 4]. Daaruit zijn de volgende uitgangspunten ten aanzien van de bouwfasering gehaald:

- bij aanleg van een onderdoorgang werkt een aannemer van diep naar ondiep. Eerst wordt de bouwkuip voor het diepe gedeelte aangelegd. Vervolgens worden de toeritten hier naar toe aangelegd;
- voor de aanleg van de toeritten worden grondwaterbemalingen toegepast. Hierbij is uitgangspunt dat er maximaal tot 2,5 m grondwaterstandverlaging ingesteld kan worden. Dit is gebaseerd op ervaring met bemalingen in Utrecht en omgeving én op basis van geotechnisch expert judgement over de maximaal haalbare verlaging;
- elke onderdoorgang (Ghandi-, Dunant- en Kochplein) heeft meerder toeritten: hoofdtoeritten en zijtoeritten;
- in tabel 5.1 zijn de te onderscheiden werkstappen voor het aanleggen van alle toeritten van één onderdoorgang beschreven.

Tabel 5.1 Werkstappen aanleg toeritten (alle toeritten van onderdoorgang) en duur

Werkstap	Omschrijving	Bemaling nodig?	Duur (werkweken)
1	plaatsen damwanden	nee	niet relevant voor bemaling
2	plaatsen (anker)palen	nee	niet relevant voor bemaling
3	ontgraven	nee (natte ontgraving)	niet relevant voor bemaling
4	instellen gewenst bemalingsniveau	ja, start bemaling	1
5	koppen snellen van palen	ja	4
6	aanbrengen grondverbetering	ja	3
7	aanbrengen werkvloer	ja	4

Werkstap	Omschrijving	Bemaling nodig?	Duur (werkweken)
8	wapening vlechten	ja	12
9	beton storten	ja	3
10	uitharden beton	ja	6
11		stop bemaling	
totaal			~33 weken ~8 maanden bemalingstijd

Voor de berekening van het waterbezwaar wordt uitgegaan van een duur van 8 maanden bemalingstijd per onderdoorgang.

5.3 Afmetingen van de toeritten en vereiste verlaging per toerit

De bemalingen zijn voorzien voor de aanleg van de toeritten van de onderdoorgangen. De onderdoorgangen zelf worden met behulp van onderwaterbeton aangelegd, waardoor hiervoor geen onttrekkingen nodig zijn. De afmetingen van de onderdoorgangen en de toeritten zijn nog variabel, afhankelijk van de bemalingsberekeningen. In overleg met de gemeente is besproken dat een haalbare verlaging van de grondwaterstand maximaal circa 2,5 m is.

De in dit hoofdstuk beschreven uitgangspunten zijn op basis van het nu beschikbare ontwerp:

- Ghandplein: tekening 141.0000.01_C&B.010-003_a.pdf;
- Henri Dunantplein: tekening 141.0000.01_C&B.010-004_a.pdf;
- Robert Kochplein: tekening 141.0000.01_C&B.010-003_a.pdf.

Voor elk plein zijn uit de ontwerptekening de voor de bemaling relevante onderdelen en kenmerken gehaald en op overzichtskaartjes weergegeven. Deze paragraaf beschrijft per onderdoorgang de ontwerpkenmerken.

Uitgangspunten constructiedikte

Op de ontwerptekeningen is het niveau van de bovenkant van de constructie weergegeven. Om het in te stellen bemalingsniveau af te leiden, is de constructiedikte nodig. De constructiedikte bestaat uit:

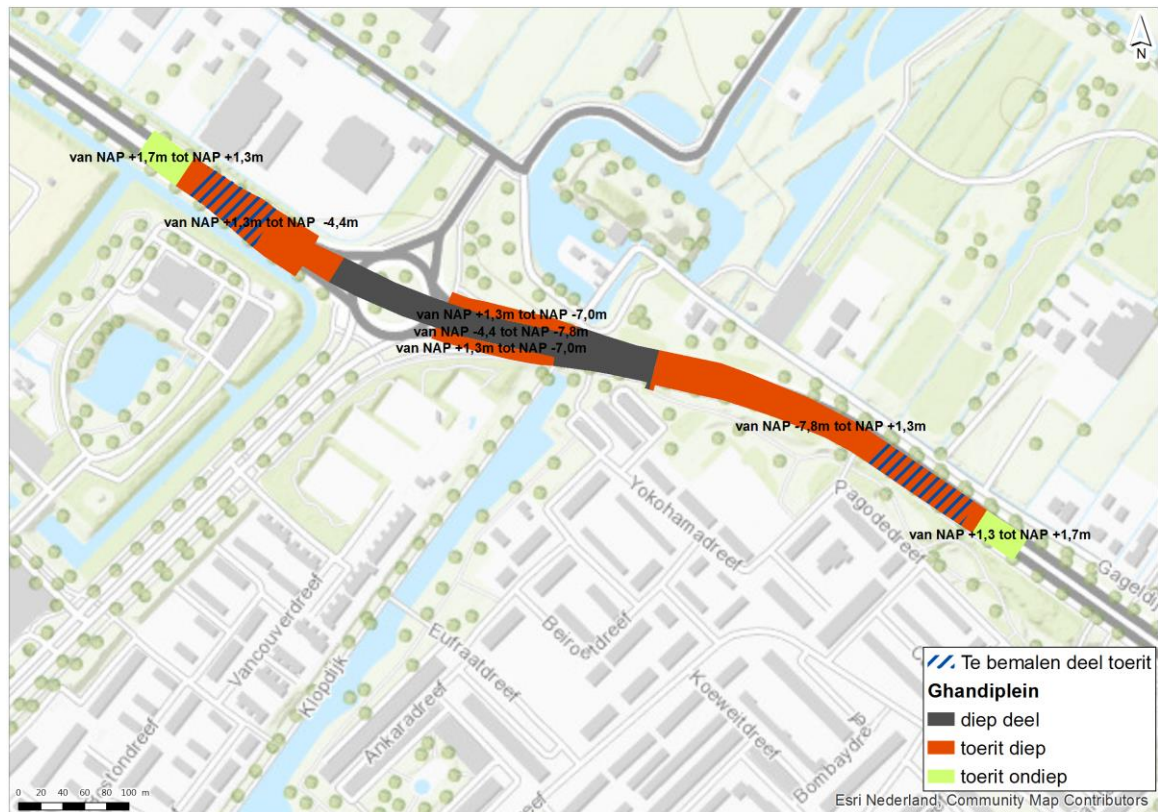
- grondverbetering van 0,3 m;
- daarop een betonvloer van 0,8 m;
- en daarop het wegdek van 0,2 m.

De constructiedikte is daarmee 1,3 m dik. Voor het instellen van de bemaling geldt nog een buffer van 0,3 m. Het in te stellen bemalingsniveau komt daarmee 1,6 m onder het niveau dat in de ontwerptekeningen is aangegeven.

5.3.2 Ghandiplein

Afbeelding 5.1 en tabel 5.2 tonen de kenmerken van het Ghandiplein.

Afbeelding 5.1 Ghandiplein



Tabel 5.2 Kenmerken ontwerp Ghandiplein

Onderdeel	Lengte (m)	Breedte (m)	Bovenkant constructie diepste punt bij 2,5 m verlaging gws (m NAP)	In te stellen bemalingsniveau op diepste punt ¹ (m NAP)	Benodigde verlaging t.o.v. maatgevende stijghoogte (m)
toerit ondiep deel west	45	31	+1,3	-0,3	0
te bemalen deel toerit west	75	43	-1,6	-3,0	2,5
diep deel toeritten west + gesloten deel/tunnel + diep deel toeritten oost			-7,8	geen bemaling, aanleg binnen gesloten bouwkuip	
te bemalen deel toerit oost	100	30	-1,6	-3,0	2,5
toerit ondiep deel oost	45	25	+1,3	-0,3	0

¹ Bemalingsniveau = bovenkant constructie - constructiedikte - bemalingsbuffer (0,3 m).

5.3.3 Henri Dunantplein

Afbeelding 5.2 en tabel 5.3 tonen de kenmerken van het Henri Dunantplein.

Afbeelding 5.2 Henri Dunantplein



Tabel 5.3 Kenmerken ontwerp Henri Dunantplein

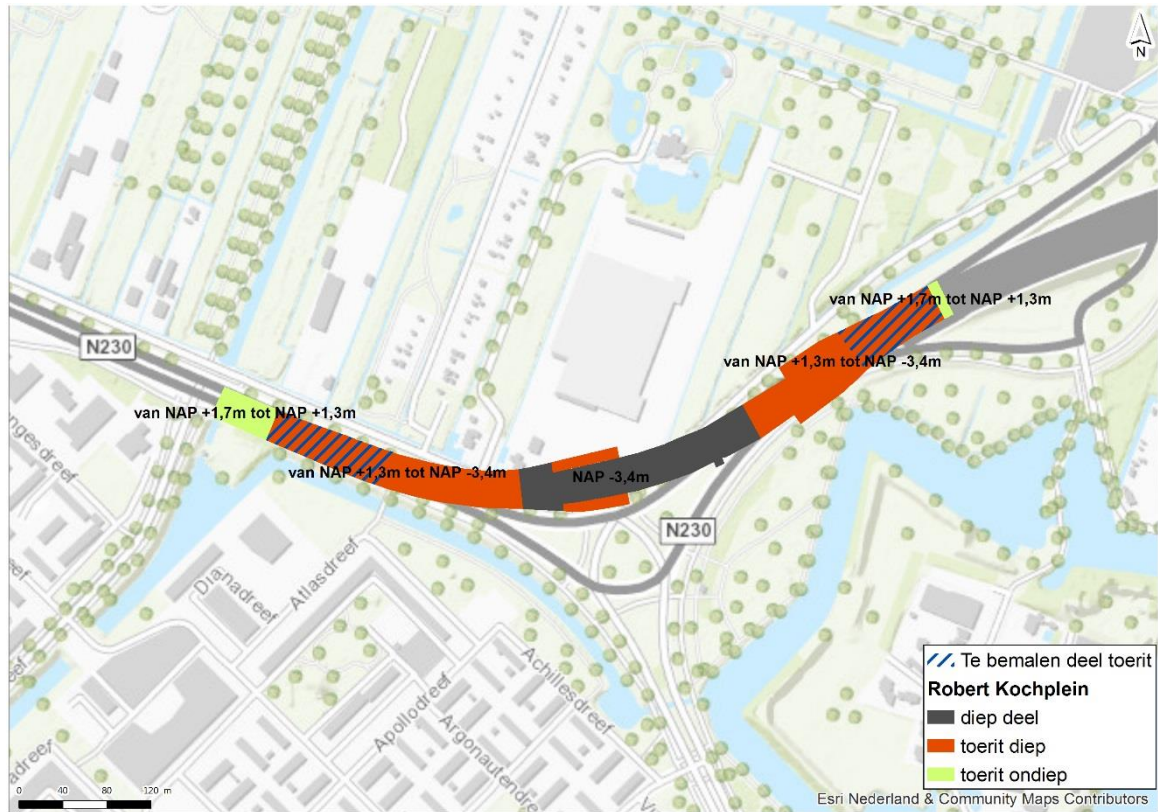
Onderdeel	Lengte (m)	Breedte (m)	Bovenkant constructie diepste punt bij 2,5 m verlaging gws (m NAP)	In te stellen bemalingsniveau op diepste punt ¹ (m NAP)	Benodigde verlaging t.o.v. voorlopig maatgevende stijghoogte (m)
toerit ondiep deel west	45	25	+1,3	-0,3	0
te bemalen deel toerit west	150	35	-1,2	-2,8	2,5
diep deel toeritten west + gesloten deel/tunnel + diep deel toeritten oost			-3,4	geen bemaling, aanleg binnen gesloten bouwkuip	
te bemalen deel toerit oost	100	45	-1,2	-2,8	2,5
toerit ondiep deel oost	45	35	+1,3	-0,3	0

¹ Bemalingsniveau = bovenkant constructie - constructiedikte - bemalingsbuffer (0,3 m).

5.3.4 Robert Kochplein

Afbeelding 5.3 en tabel 5.4 tonen de kenmerken van het Robert Kochplein.

Afbeelding 5.3 Robert Kochplein



Tabel 5.4 Kenmerken ontwerp Robert Kochplein

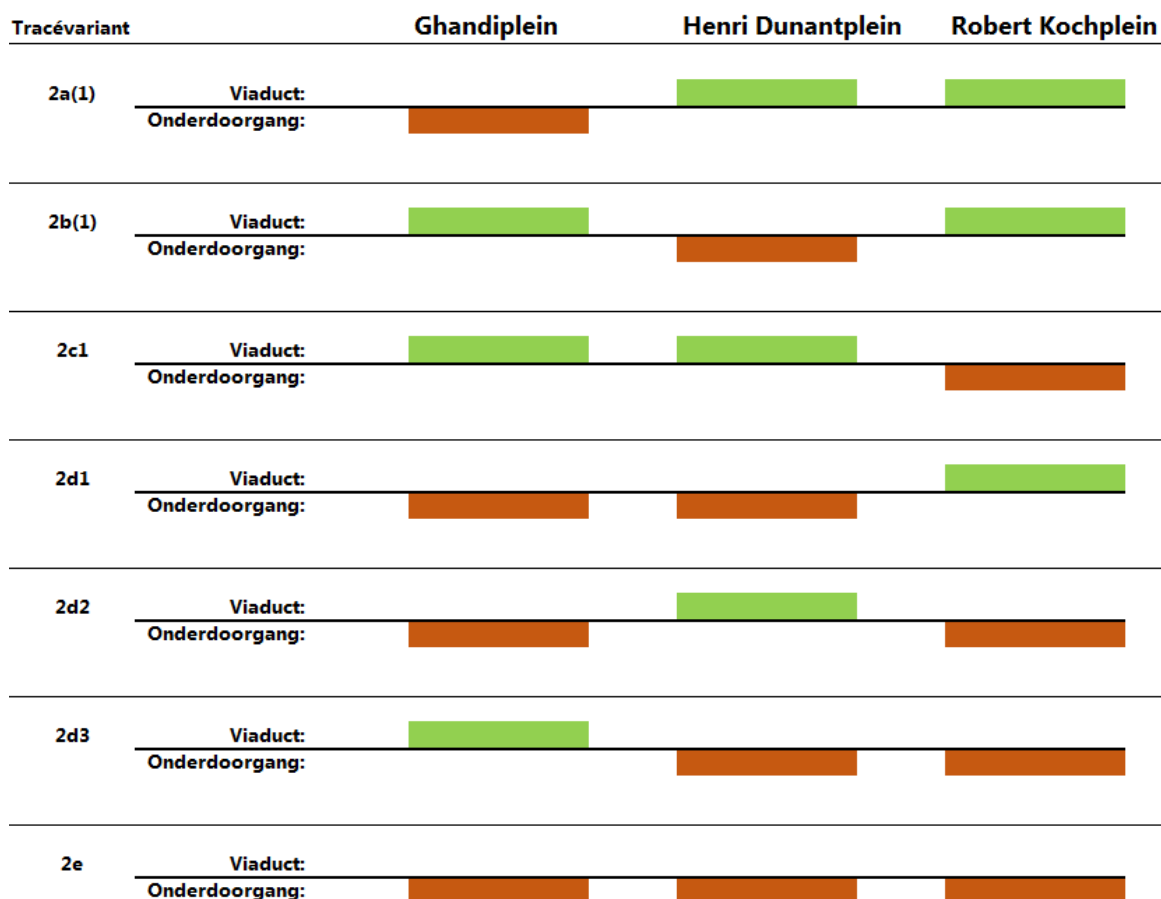
Onderdeel	Lengte (m)	Breedte (m)	Bovenkant constructie diepste punt (m NAP)	In te stellen bemalingsniveau op diepste punt ¹ (m NAP)	Benodigde verlaging t.o.v. voorlopig maatgevende stijghoogte (m)
toerit ondiep deel west	55	30	+1,3	-0,3	0
te bemalen deel toerit west	115	35	-0,8	-2,4	2,5
diep deel toeritten west + gesloten deel/tunnel + diep deel toeritten oost			-3,4	geen bemaling, aanleg binnen gesloten bouwkuip	
te bemalen deel toerit oost	100	50	-0,8	-2,4	2,5
toerit ondiep deel oost	10	35	+1,3	-0,3	0

¹ Bemalingsniveau = bovenkant constructie - constructiedikte - bemalingsbuffer (0,3 m).

5.4 Door te rekenen bemalingsvarianten/scenario's

Er zijn verschillende varianten mogelijk met viaducten en onderdoorgangen. In afbeelding 5.4 zijn alle tracévarianten (10) schematisch weergegeven. Er is bij een aantal tracévarianten onderscheid tussen een kort of lang viaduct (bijvoorbeeld bij variant 2a1/2a, en bij 2b1/2b). Voor de effectbepaling van de bemalingen is dit niet onderscheidend. Deze zijn daarom niet apart meegenomen als bemalingsvarianten. In afbeelding 5.5 zijn schematisch de verschillende varianten/combinaties van onderdoorgangen en viaducten weergegeven. Eerst met 1 onderdoorgang, vervolgens 2 onderdoorgangen en de laatste variant als alle 3 de pleinen als onderdoorgang worden aangelegd.

Afbeelding 5.4 Varianten met onderdoorgangen/viaducten



Er zijn dus 7 verschillende varianten waarbij een grondwateronttrekking in de uitvoeringsfase nodig is:

- 3 varianten met elk 1 plein als onderdoorgang;
- 3 varianten met 2 pleinen als onderdoorgang (Ghandi- + Dunantplein; Ghandi- + Kochplein; Dunant- + Kochplein);
- 1 variant met alle 3 de pleinen als onderdoorgang.

5.5 In te stellen bemalingsniveaus en totale bemalingsduur per variant

In tabel 5.5 is voor de verschillende varianten aangegeven welke bemalingsniveaus zijn aangehouden. Uitgangspunt daarbij is een verlaging van 2,5 m ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand.

Voor de duur van de bemaling is uitgegaan van 8 maanden in alle varianten. Uitgangspunt is dus dat de werkzaamheden niet langer of korter duren wanneer de onderdoorgangen tegelijkertijd worden aangelegd. Dit kan in de praktijk anders zijn, maar voor het vergelijken van de varianten is eenzelfde bemalingsduur aangehouden.

Tabel 5.5 bemalingsniveaus en bemalingsduur bij verschillende varianten

Variant	Aantal onderdoorgangen	Naam plein	In te stellen bemalingsniveau bij 2,5 m verlaging (m NAP)	Totale bemalingsduur
2a(1)	1	Ghandiplein	-3,0	8 maanden
2b(1)	1	Dunantplein	-2,8	8 maanden
2c1	1	Kochplein	-2,4	8 maanden
2d1	2	Ghandi- & Dunantplein	-3,0 & -2,8	8 maanden
2d2	2	Ghandi- & Kochplein	-3,0 & -2,4	8 maanden
2d3	2	Dunant- & Kochplein	-2,8 & -2,4	8 maanden
2e	3	Ghandi- & Dunant- & Kochplein	-3,0 & -2,8 & -2,4	8 maanden

6

ONDERZOEKSMETHODIEK

6.1 Methode effectbepaling

Er zijn verschillende belangen waarop de berekende effecten worden getoetst:

- gebouwen en rijksmonumenten;
- natuur;
- landbouw;
- archeologie;
- waterwingebieden/grondwaterbeschermingsgebieden;
- waterkwaliteit/bodemverontreinigingen.

Omdat voor de verschillende belangen de impact van een (tijdelijke) verlaging verschillend is, is voor elk van de belangen een beoordelingskader opgesteld waarop wordt getoetst.

De opgestelde beoordelingskaders bestaan uit de klassen '--' (groot negatief effect), '-' (negatief effect), '0/-' (gering negatief effect) en '0' (geen verandering). Er is geen onderscheid gemaakt naar positieve effecten, omdat er van grondwaterstandsverlagingen geen positieve effecten uitgaan.

6.2 Beoordelingskaders

6.2.1 Gebouwen en Rijksmonumenten

Het beoordelingskader voor gebouwen en Rijksmonumenten is gebaseerd op het aantal zettingsgevoelige gebouwen en Rijks- of gemeentelijke monumenten binnen het gebied waar sprake is van een verandering van de grondwaterstand van meer dan 0,5 m ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand.

Hierbij wordt opgemerkt dat er wat betreft de ligging van de zettingsgevoelige panden een leemte in kennis is. Dit is verder toegelicht in hoofdstuk 10 (Leemten in kennis).

Tabel 6.1 Beoordelingskader gebouwen en rijksmonumenten

Waardering	Omschrijving	Classificatie
--	groot negatief effect	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = > 20
-	negatief effect	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = 10 - 20
0/-	gering negatief effect	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = 1 - 10
0	geen verandering	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = 0

6.2.2 Natuur

Er zijn 2 beoordelingskaders natuur opgesteld:

- aantal hectare beïnvloed gebied Natura 2000-gebied. Opgemerkt wordt dat in Natura 2000-gebied geen effect mag zijn. Dit betekent dat elke m² beïnvloed gebied als zeer negatief wordt gewaardeerd;
- aantal hectare beïnvloed gebied van grondwaterafhankelijke natuur (NNN, weidevolgels).

Tabel 6.2 Beoordelingskader Natura 2000

Waardering	Omschrijving	Classificatie
---	groot negatief effect	> 0,05 m verlaging
-	negatief effect	-
0/-	gering negatief effect	-
0	geen verandering	verlaging < 0,05 m

Tabel 6.3 Beoordelingskader NNN, weidevogels

Waardering	Omschrijving	Classificatie
---	groot negatief effect	> 100 ha beïnvloed* gebied
-	negatief effect	50 - 100 ha beïnvloed gebied
0/-	gering negatief effect	1 - 50 ha beïnvloed gebied
0	geen verandering	< 1 ha beïnvloed gebied

* Beïnvloed gebied is het gebied waar een grondwaterstandsverandering van >0.05 m is berekend.

6.2.3 Landbouw

Het beoordelingskader voor de landbouw is gebaseerd op het aantal hectare beïnvloed gebied van droogtegevoelige landbouw. Daarnaast is gekeken naar het effect op droogteschade van de verlagingen van de grondwaterstand. Op basis van de Help200x tabellen van Alterra [ref. 7].

Tabel 6.4 Beoordelingskader droogtegevoelige landbouw

Waardering	Omschrijving	Classificatie
---	groot negatief effect	> 50 ha beïnvloed gebied & toename droogtestress > 5 %
-	negatief effect	> 50 ha beïnvloed gebied & toename droogtestress < 5 %
0/-	gering negatief effect	1 - 50 ha beïnvloed gebied & toename droogtestress < 5 %
0	geen verandering	< 1 ha beïnvloed gebied & toename droogtestress < 5 %

6.2.4 Archeologie

Het beoordelingskader voor archeologische waarden is gebaseerd op het aantal hectare beïnvloed gebied met aanwezige archeologische waarden met middelhoge en hoge verwachtingen. Als maat voor de eventuele invloed wordt de verwachte verlaging (mate en duur) beneden de historische laagste

grondwaterstand als maat gehanteerd. Daarnaast wordt als de mogelijkheid tot het nemen van mitigerende maatregelen om de archeologische waarden te beschermen als criterium toegepast. Wanneer een locatie met hoge archeologische verwachting of waarde slecht bereikbaar is (i.e. in het open veld gelegen is) voor het nemen van mitigerende maatregelen, dan wordt een negatieve beoordeling toegekend.

Tabel 6.5 Beoordelingskader archeologie

Waardering	Omschrijving	Classificatie
---	groot negatief effect	verlaging onder historisch laagste grondwaterstand in archeologisch hoog waardevol gebied en geen of beperkt mitigerende maatregelen mogelijk
-	negatief effect	verlaging onder historisch laagste grondwaterstand in archeologisch hoog waardevol gebied, geen of beperkt mitigerende maatregelen mogelijk
0/-	gering negatief effect	verlaging onder historisch laagste grondwaterstand in gebied hoge archeologische waarde en/of archeologische verwachting, mitigerende maatregelen mogelijk
0	geen verandering	verlaging boven historisch laagste grondwaterstand of buiten archeologisch waardevol gebied

6.2.5 Waterwingebieden/grondwaterbeschermingsgebieden

Dit beoordelingskader kijkt naar de bedreiging van de bemaling voor drinkwaterwinning(en). De bedreiging op de kwaliteit van de drinkwaterwinning wordt kwalitatief beoordeeld aan de hand van de verschillend gedefinieerde beschermingszones. Het waterwingebied kent de strengste regels ten aanzien van activiteiten in de ondergrond. In het omliggende grondwaterbeschermingsgebied zijn activiteiten onder voorwaarden toegestaan, mits de activiteiten boven de vastgestelde dieptegrens blijven. Voor de nabijgelegen grondwaterbeschermingsgebieden (Groenekan en Bethunepolder) is deze vastgesteld op 40 m -mv. Indien dit het geval is, wordt de beoordeling verdiept door de feitelijke risico's voor de drinkwaterwinning en de grondwaterkwaliteit te beschrijven. Als invloedsgebied is in deze uitgegaan van een verlaging van minimaal 10 cm van de stijghoogte.

Tabel 6.6 Beoordelingskader waterwingebieden/grondwaterbeschermingsgebieden

Waardering	Omschrijving	Classificatie
---	groot negatief effect	Invloedsgebied reikt tot in waterwingebied
-	negatief effect	Invloedsgebied reikt tot in grondwaterbeschermingsgebied en activiteit tot onder de dieptegrens (40 m -mv)
0/-	gering negatief effect	Invloedsgebied reikt tot in grondwaterbeschermingsgebied, activiteit boven de dieptegrens (40 m -mv)
0	geen verandering	invloedsgebied blijft buiten beschermde gebieden

6.2.6 Waterkwaliteit/bodemverontreinigingen

Voor het beoordelen van het effect van de bemaling op waterkwaliteit en bodemverontreinigingen wordt gekeken naar het mogelijk verplaatsen van verontreinigingen die buiten het gebiedsplan gelegen zijn. Er wordt dan met name gelet op de aanwezigheid van het waterwingebied.

Tabel 6.7 Beoordelingskader waterkwaliteit/bodemverontreinigingen

Waardering	Omschrijving	Classificatie
++	groot negatief effect	bemaling resulteert in verplaatsing van bodem/water verontreiniging(en) die buiten het gebiedsplan gelegen zijn, met negatieve gevolgen voor overige belangen (zoals een verontreiniging die het grondwaterbeschermingsgebied in komt en drinkwater winning bedreigt)
+	negatief effect	-
0/-	gering negatief effect	verlaging resulteert in verplaatsing van bodem/water verontreiniging(en) die buiten het gebiedsplan gelegen zijn, zonder dat dit direct negatieve gevolgen heeft voor overige belangen
0	geen verandering	bemaling heeft geen effect op bodemverontreinigingen die buiten het gebiedsplan gelegen zijn.

7

BEOORDELING VARIANTEN

In dit hoofdstuk zijn de varianten beoordeeld. Eerst is een overzicht gegeven van de berekende debieten en het waterbezwaar per variant. Vervolgens zijn de effecten van de bemalingen op de omgeving op kaarten weergegeven. Op basis van de verlagingscontouren en de beoordelingskaders zoals beschreven in hoofdstuk 6 zijn de varianten vervolgens gewaardeerd.

7.1 Debiet en waterbezwaar

Tabel 7.1 toont de berekende debieten en waterbezwaar voor de bemalingen van de verschillende varianten.

Tabel 7.1 debieten en waterbezwaar voor verschillende varianten

Variant	Aantal onderdoorgangen	Naam plein	Berekend debiet (m ³ /dag)	Berekend debiet (m ³ /maand)	Totale bemalingsduur [maanden]	Totaal waterbezwaar [m ³ / jaar]
2a(1)	1	Ghandiplein	3.773	115.076	8	920.608
2b(1)	1	Dunantplein	3.780	115.290	8	922.320
2c1	1	Kochplein	3.755	114.527	8	916.216
2d1	2	Ghandi- & Dunantplein	7.127	217.373	8	1.738.984
2d2	2	Ghandi- & Kochplein	7.400	225.700	8	1.805.600
2d3	2	Dunant- & Kochplein	7.212	219.966	8	1.759.728
2e	3	Ghandi-, Dunant- & Kochplein	10.500	320.250	8	2.562.000

De MER-plicht geldt bij een onttrekking van 10 miljoen kubieke meter water of meer per jaar. Vanaf een onttrekking van 1,5 miljoen kubieke meter grondwater of meer per jaar geldt een MER-beoordelingsplicht.

Bij de varianten waar één onderdoorgang wordt aangelegd is het waterbezwaar lager dan de beoordelingsplicht. Vanaf de varianten waarbij twee onderdoorgangen worden aangelegd geldt de MER-beoordelingsplicht.

7.2 Grondwatereffecten

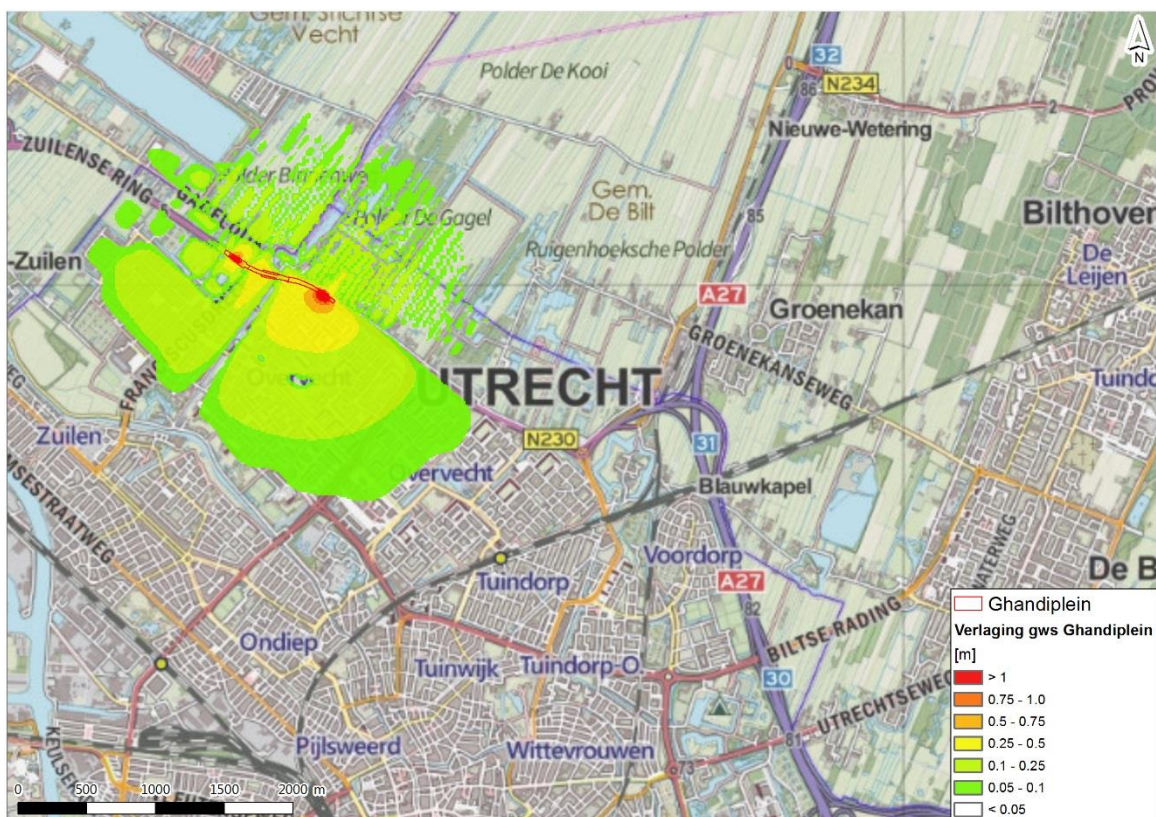
De effecten op de grondwaterstand en stijghoogte zijn in afbeeldingen 7.1 tot en met 7.14 per variant weergegeven.

7.2.1 Verlagen variant 2a(1) - Ghandiplein

Afbeelding 7.1 toont de berekende verlaging van de freatische grondwaterstand als gevolg van de bemaling bij het Ghandiplein. Te zien is dat aan de zuidkant van de N230 de verlagingcontouren verder reiken dan aan de noordkant. Aan de zuidkant dempt het effect uit over een afstand van circa 1.500 m. Aan de noordkant over een afstand van circa 1.000 m. De verlaging is aan de zuidkant groter. Dit komt omdat aan de zuidkant minder oppervlaktewater aanwezig is dan aan de noordkant. De aanwezigheid van oppervlaktewater remt het effect op de freatische grondwaterstand, doordat er voeding vanuit de watergangen mogelijk is. Het effect van de watergangen is duidelijk waarneembaar in de verlagingcontouren, zowel aan de noord- als aan de zuidkant.

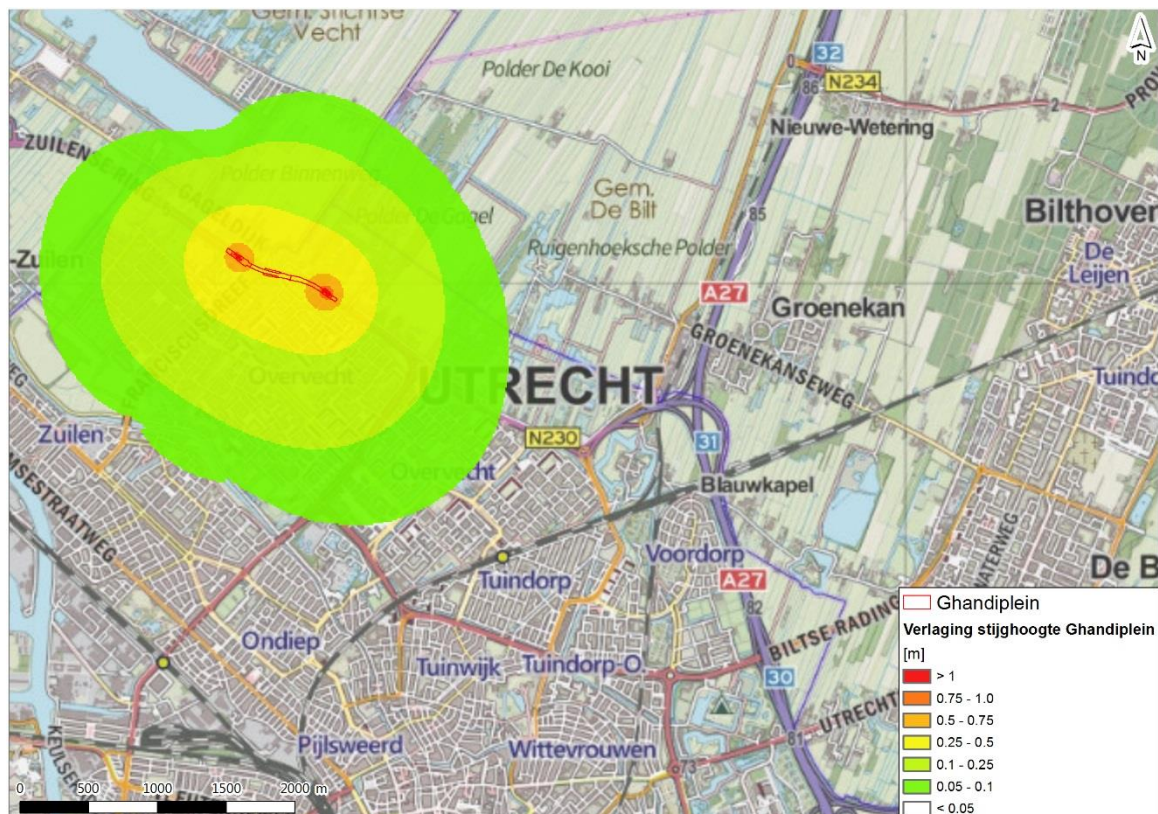
De verlagingcontouren van de bemaling bij de westelijke toerit zijn als gevolg van de aanwezigheid van oppervlaktewater ook kleiner dan de verlagingcontouren van de bemaling bij de oostelijke toerit.

Afbeelding 7.1 Berekende verlagingen freatische grondwaterstand bij een stationaire verlaging van 2,5 m



Afbeelding 7.2 toont de berekende verlaging van de stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket. Het effect wordt aan de noordwest zijde enigszins geremd als gevolg van de aanwezigheid van de Maarseveense plassen. Aan de zuidkant wordt het effect iets uitgedempt als gevolg van de aanwezigheid van de Vecht.

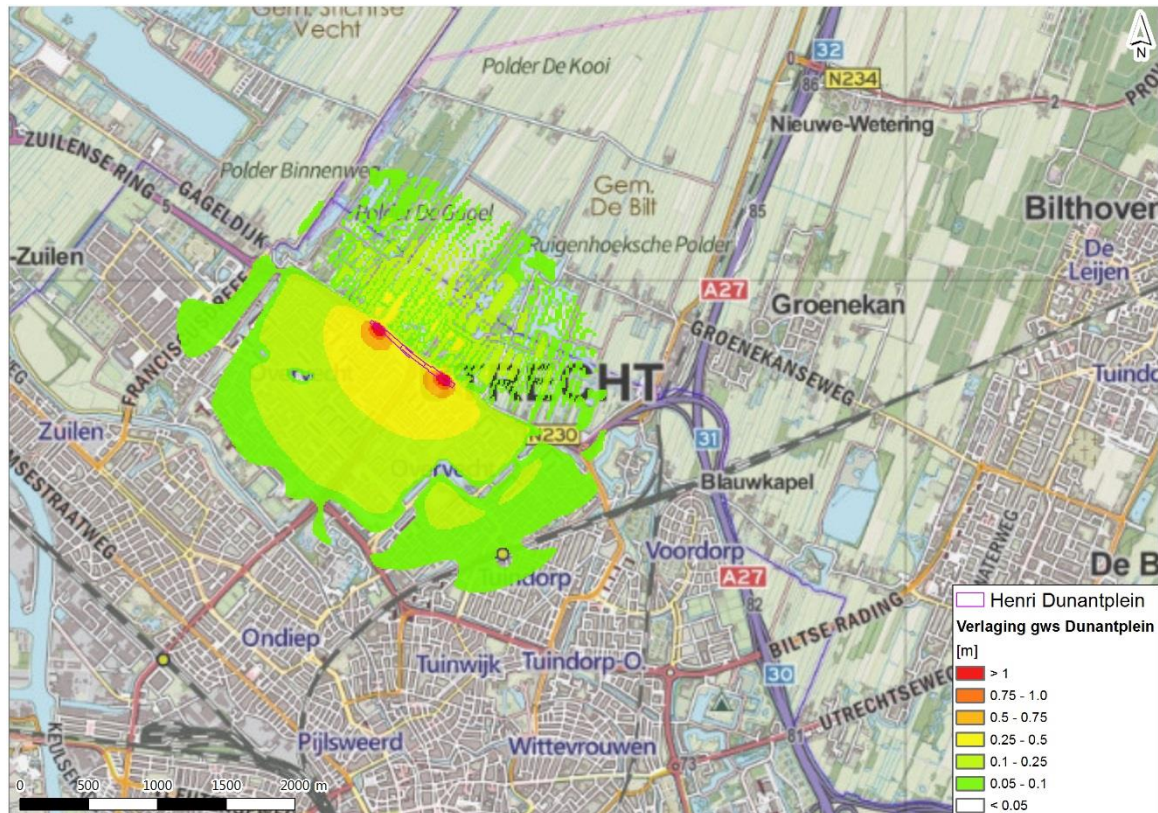
Afbeelding 7.2 Berekende verlagingen stijghoogte bij een stationaire verlaging van 2,5 m



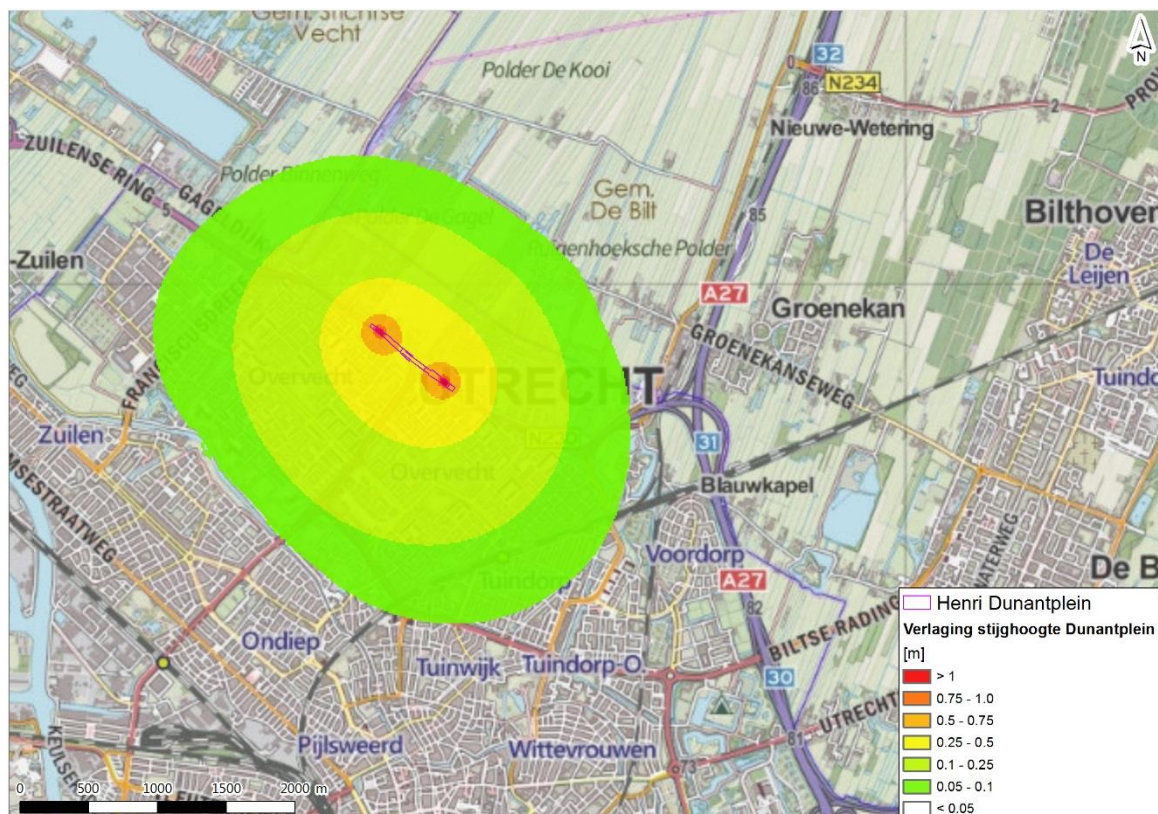
7.2.2 Verlagingen variant 2b(1) - Dunantplein

Afbeelding 7.3 toont de berekende verlaging van de freatische grondwaterstand als gevolg van de bemaling bij het Dunantplein. Ook hier is te zien dat aan de zuidkant van de N230 de verlagingcontouren verder reiken dan aan de noordkant. Aan de zuidkant dempt het effect uit over een afstand van circa 1.300 m. Aan de noordkant over een afstand van circa 1.000 m. Het effect van de aanwezige watergangen is duidelijk waarneembaar in de verlagingcontouren, zowel aan de noord- als aan de zuidkant (bijvoorbeeld de ligging van de watergangen langs de Moldaudreef). Het effect kan voorbij watergangen reiken doordat de stijghoogte in het onderliggende 1^e watervoerende pakket verder reiken (zie afbeelding 7.4). Dat werkt dan door in de freatische grondwaterstand.

Afbeelding 7.3 Berekende verlagingen freatische grondwaterstand bij een stationaire verlaging van 2,5 m



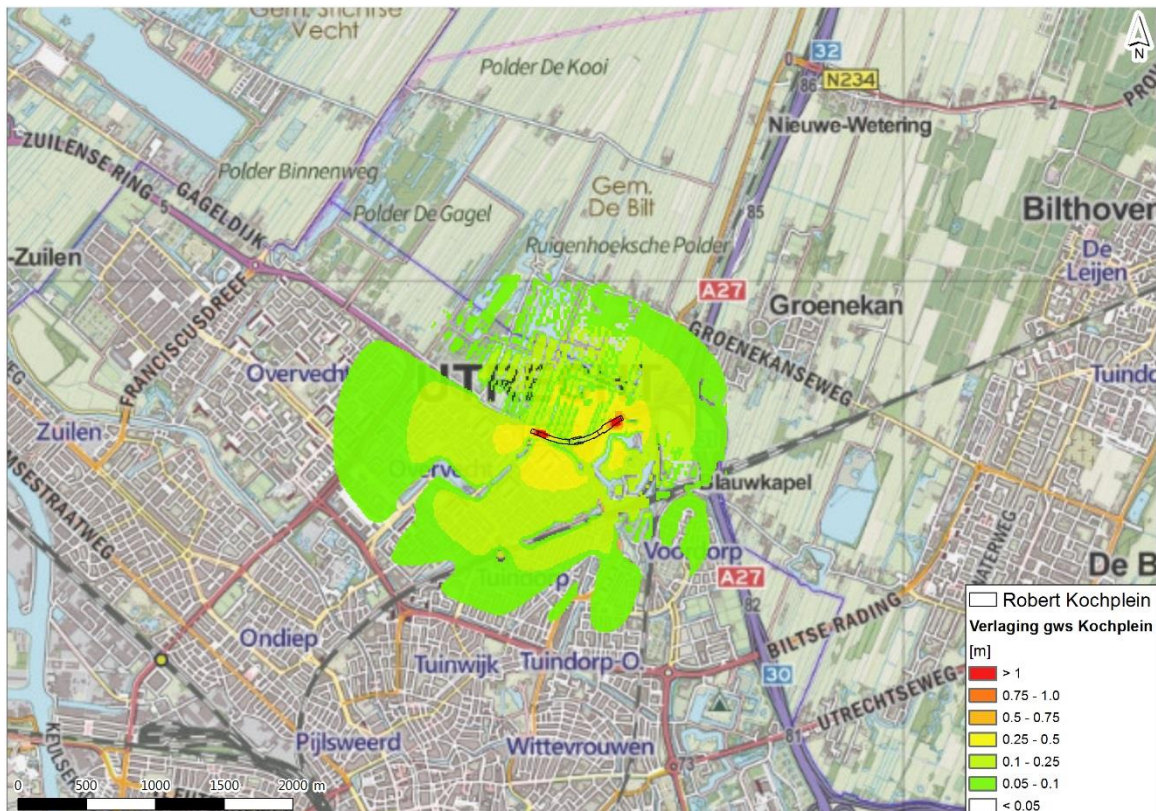
Afbeelding 7.4 Berekende verlagingen stijghoogte bij een stationaire verlaging van 2,5 m



7.2.3 Verlagen variant 2c1 - Kochplein

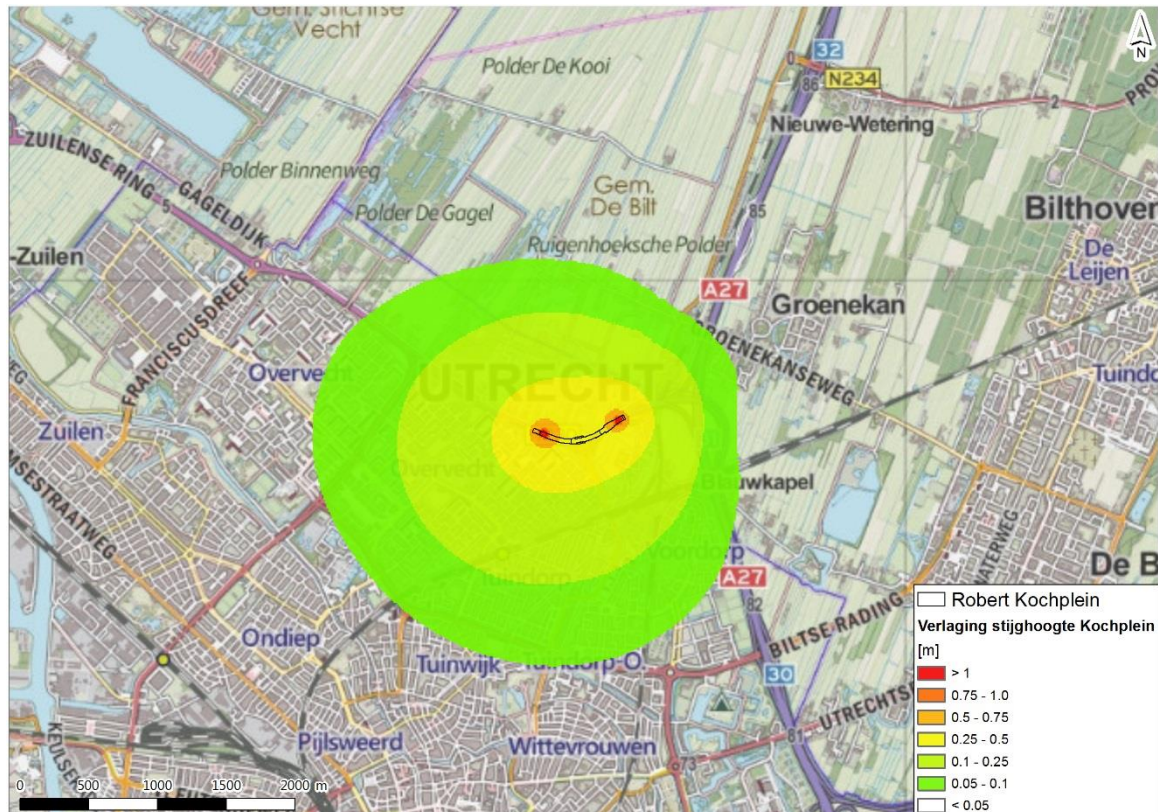
Afbeelding 7.5 toont de berekende verlaging van de freatische grondwaterstand als gevolg van de bemaling bij het Kochplein. De verlaging van de freatische grondwaterstand wordt direct rondom de bemalingen (toeritten) beperkt als gevolg van de aanwezigheid van oppervlaktewater. De watergangen rondom fort Blauwkapel zijn duidelijk terug te zien in de verlagingcontouren van de freatische grondwaterstand. Door de aanwezigheid van het oppervlaktewater reikt het effect wat minder ver dan de verlagingcontouren van de andere onderdoorgangen: circa 800 tot 1.000 m. Behalve in de westelijke richting, waar de minste watergangen gelegen zijn en het effect uitdempt over circa 1.200 m.

Afbeelding 7.5 Berekende verlagingen freatische grondwaterstand bij een stationaire verlaging van 2,5 m



Afbeelding 7.6 toont de berekende verlaging van de stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket. Te zien is dat het effect aan de oostzijde iets minder ver uitstrekt dan in de andere richtingen. Dit komt door de aanwezigheid van een zone met een iets lagere doorlatendheid van het 1^e watervoerende pakket. Het invloedsgebied reikt circa 1.600 m rondom de bemalingen.

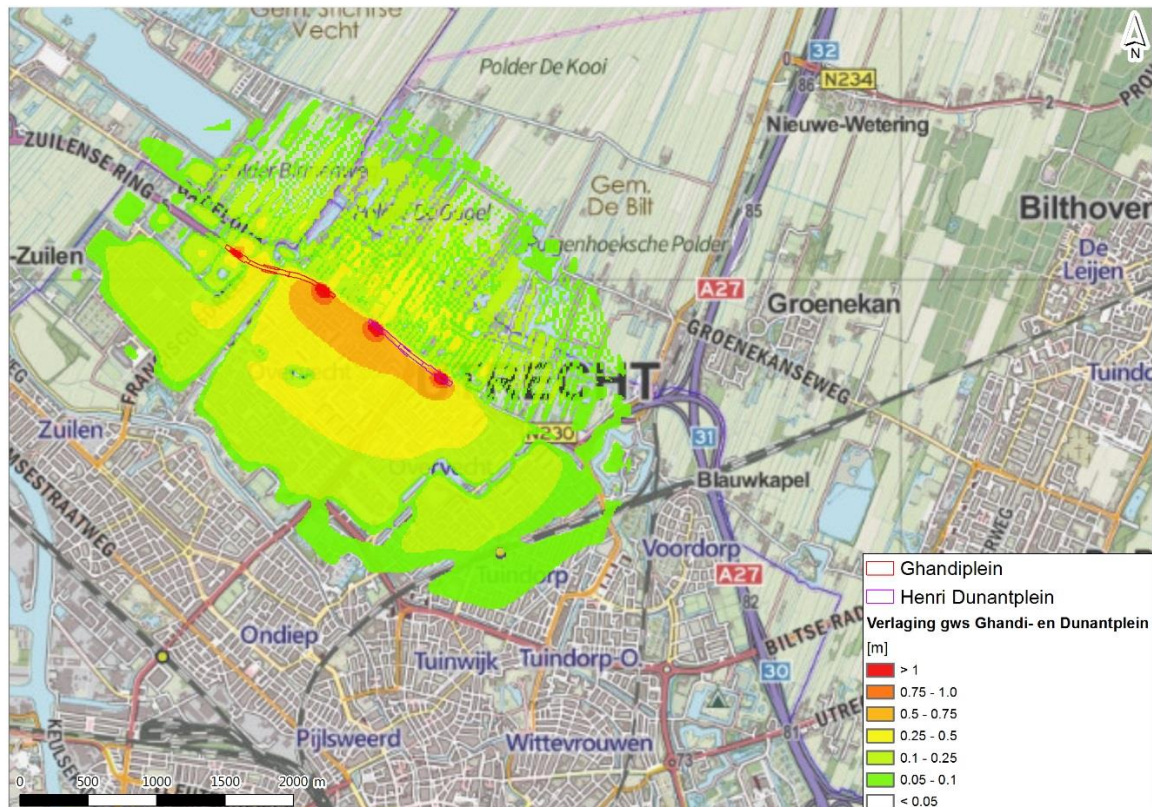
Afbeelding 7.6 Berekende verlagingen stijghoogte bij een stationaire verlaging van 2,5 m



7.2.4 Verlagen variant 2d1 - Ghandi- en Dunantplein

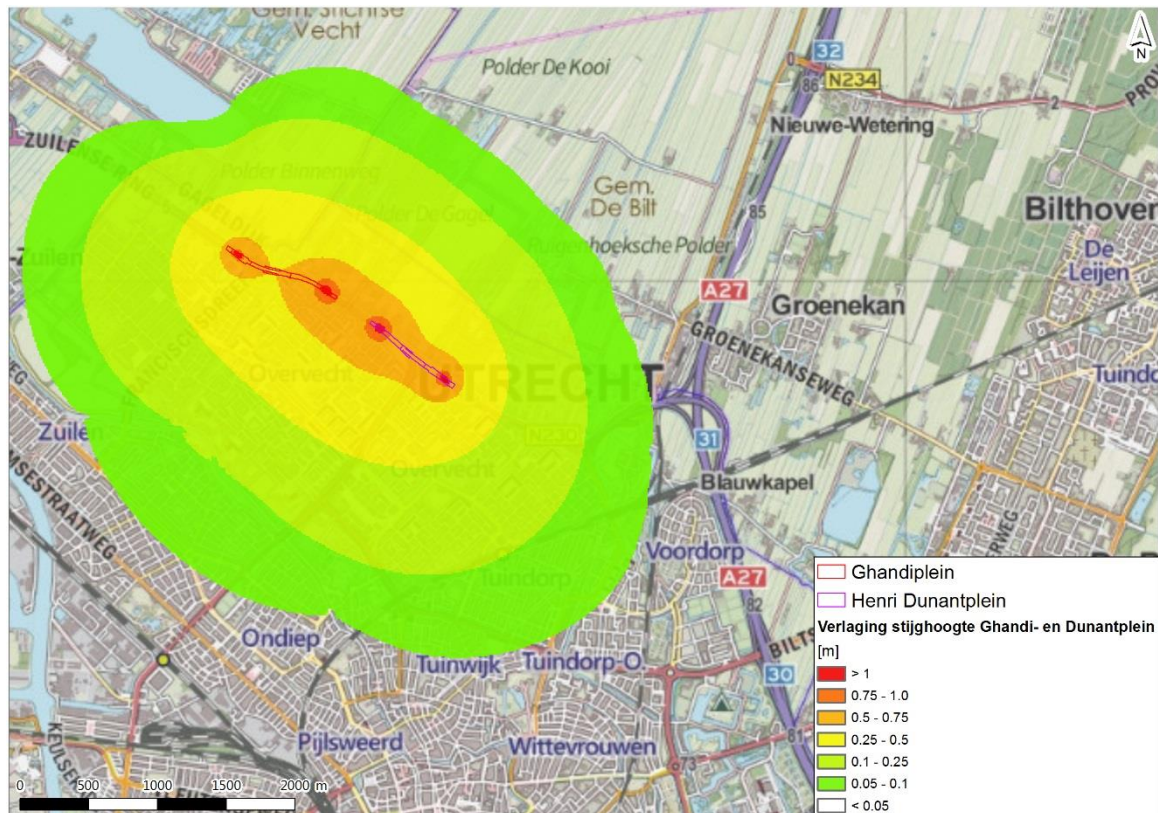
Afbeelding 7.7 toont het gecombineerde effect van de bemalingen bij het Ghandi- en Dunantplein op de freatische grondwaterstand. Het effect strekt zich circa 1.400 m uit in alle richtingen vanaf de bemalingen. De ligging van oppervlaktewater is duidelijk waarneembaar in de verlagingcontouren.

Afbeelding 7.7 Berekende verlagingen freatische grondwaterstand bij een stationaire verlaging van 2,5 m



Afbeelding 7.8 geeft de berekende verlaging van de stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket. Hierin is ook het effect van de Maarsseveense plassen te zien als een lichte knik in de verlagingcontour.

Afbeelding 7.8 Berekende verlagingen stijghoogte bij een stationaire verlaging van 2,5 m



7.2.5 Verlagingen variant 2d2 - Ghandi- en Kochplein

Afbeelding 7.9 toont de berekende verlaging van de freatische grondwaterstand als gevolg van de bemalingen bij Ghandi- en Kochplein. Het gecombineerde effect van de bemalingen is vergelijkbaar met de som van de effecten van de individuele bemalingen.

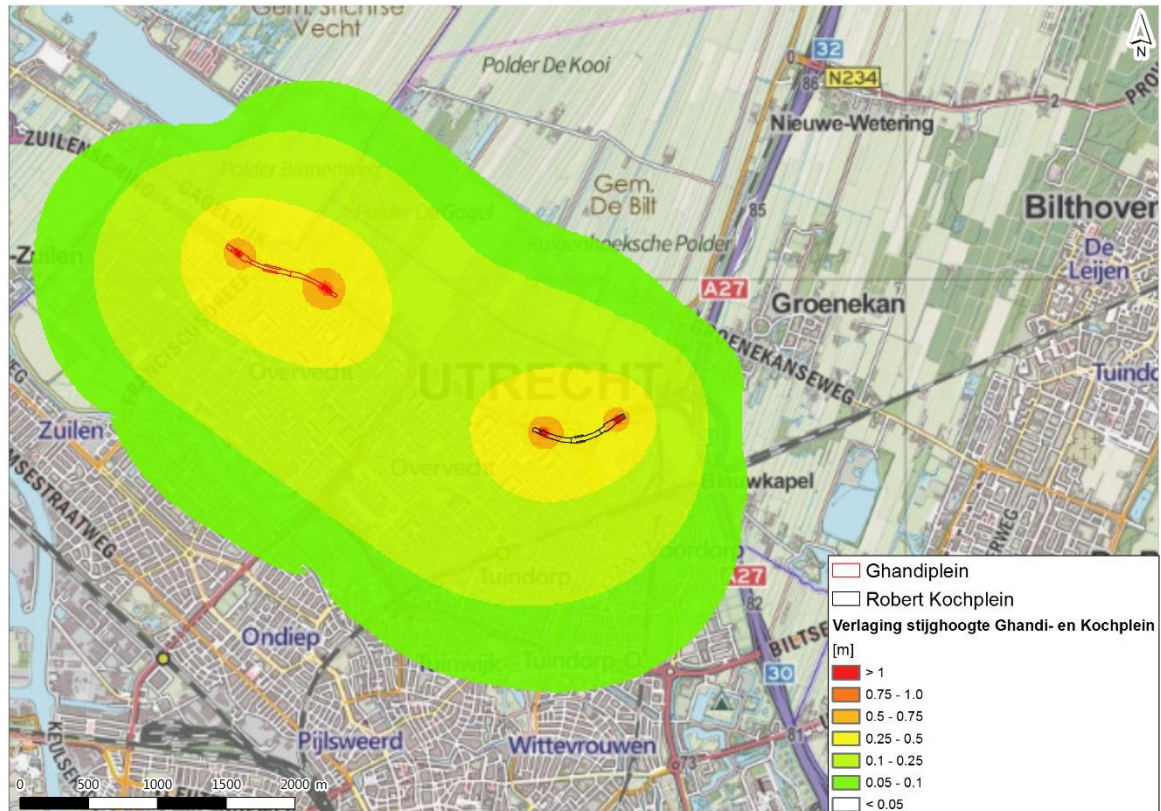
The map shows the Groenekan area, a greenfield site for a new residential development. The proposed Ghandi- and Robert Kochplein are indicated by red lines. The map is color-coded to show the extent of the green space, with a legend in the bottom right corner. The legend includes a scale bar from 0 to 2000 meters and a north arrow.

Legend:

- Ghandi-plein (red line)
- Robert Kochplein (red line)
- Verlaging gws Ghandi- en Kochplein [m]
 - > 1 (dark red)
 - 0.75 - 1.0 (red)
 - 0.5 - 0.75 (orange)
 - 0.25 - 0.5 (yellow)
 - 0.1 - 0.25 (light green)
 - 0.05 - 0.1 (green)
 - < 0.05 (dark green)

Afbeelding 7.10 geeft de berekende verlaging van de stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket. Ook hier is te zien dat het effect van de gecombineerde bemalingen vergelijkbaar is met de som van het effect van de individuele bemalingen.

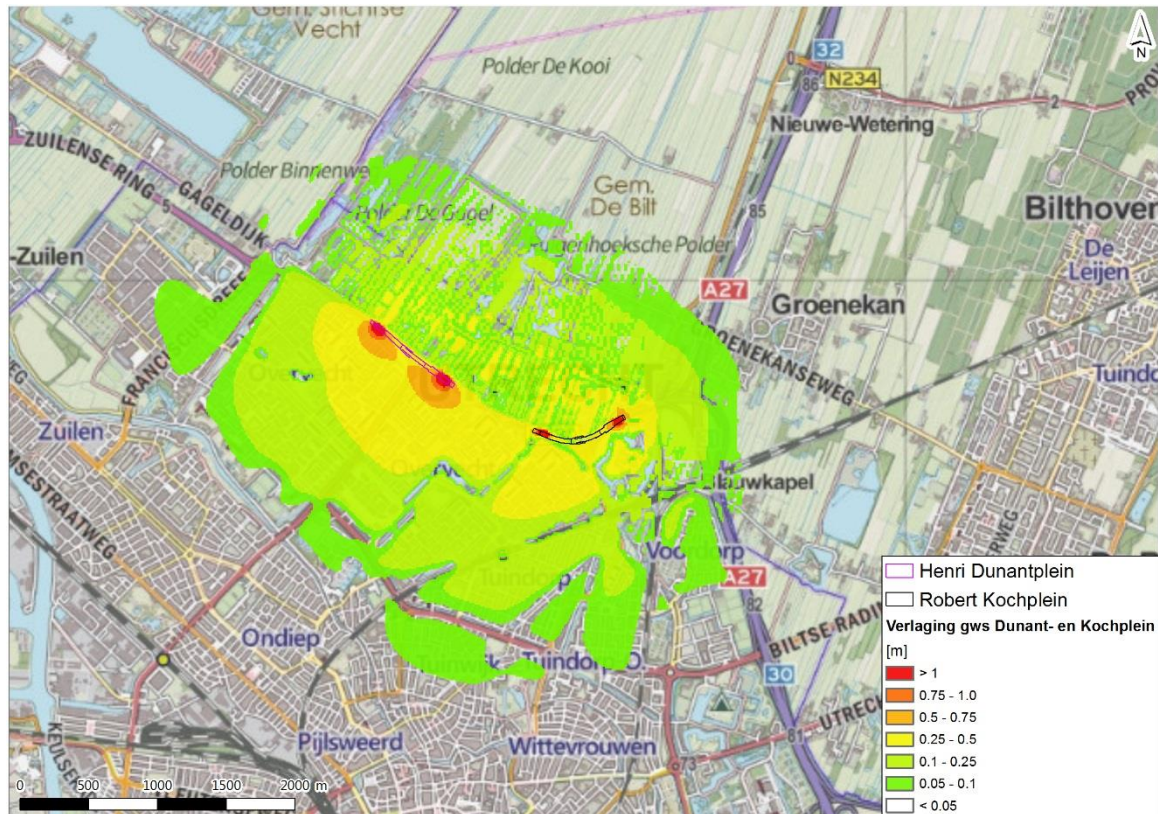
Afbeelding 7.10 Berekende verlagingen stijghoogte bij een stationaire verlaging van 2,5 m



7.2.6 Verlagen variant 2d3 - Dunant- en Kochplein

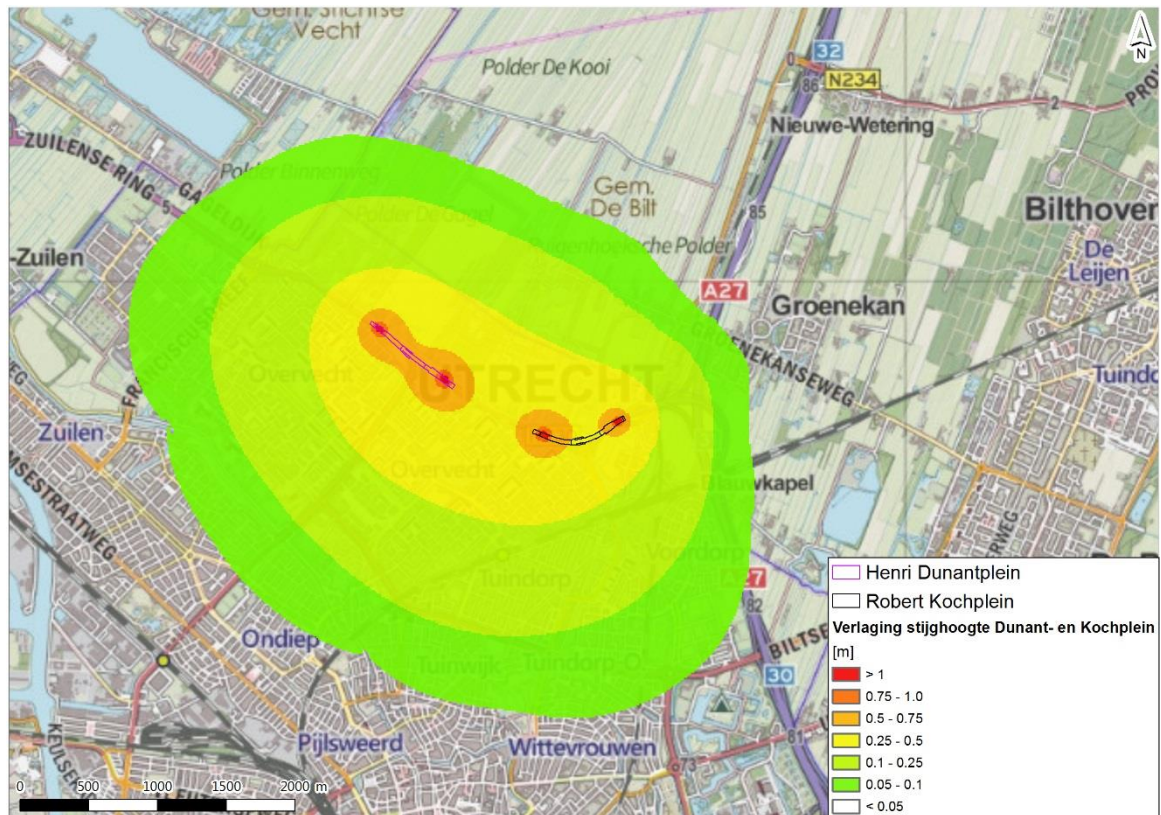
Afbeelding 7.11 geeft de berekende verlagingen van de freatische grondwaterstand als gevolg van de bemalingen bij Dunant- en Kochplein.

Afbeelding 7.11 Berekende verlagingen freatische grondwaterstand bij een stationaire verlaging van 2,5 m



Afbeelding 7.12 toont de berekende verlaging van de stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket.

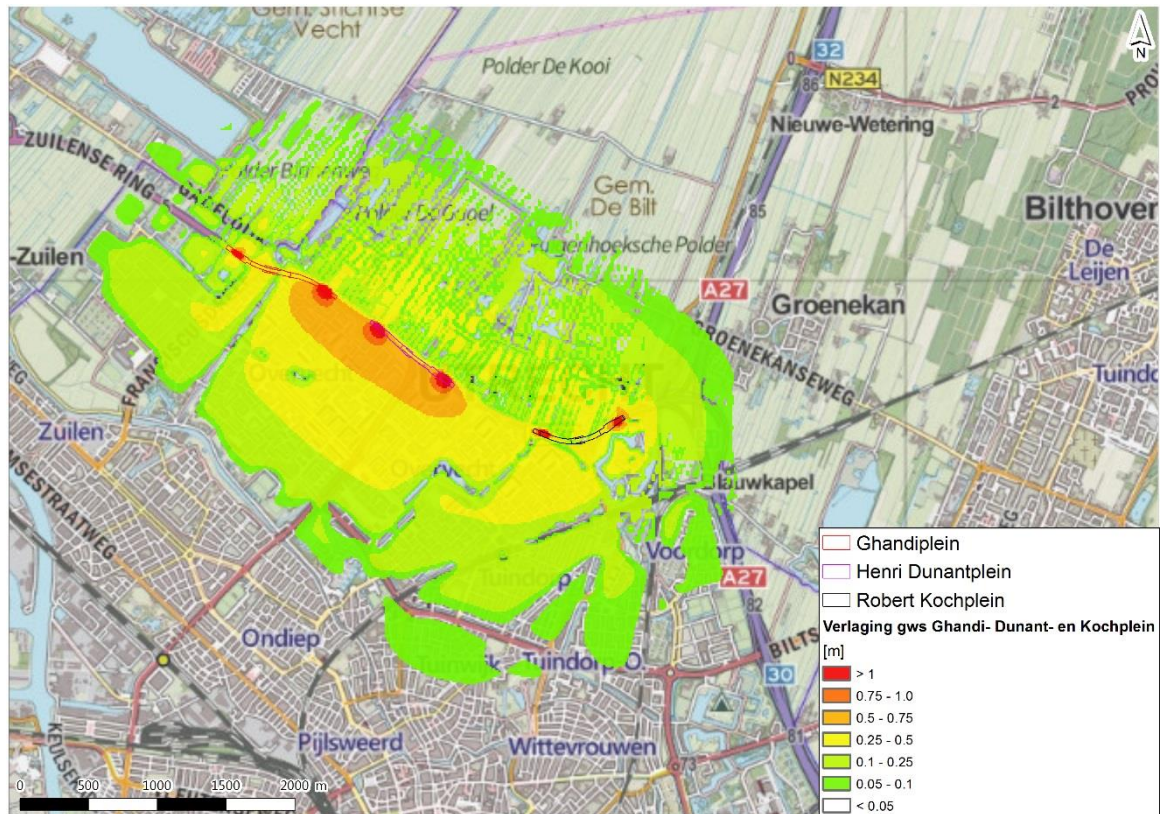
Afbeelding 7.12 Berekende verlagingen stijghoogte bij een stationaire verlaging van 2,5 m



7.2.7 Verlagen variant 2e - Ghandi-, Dunant- en Kochplein

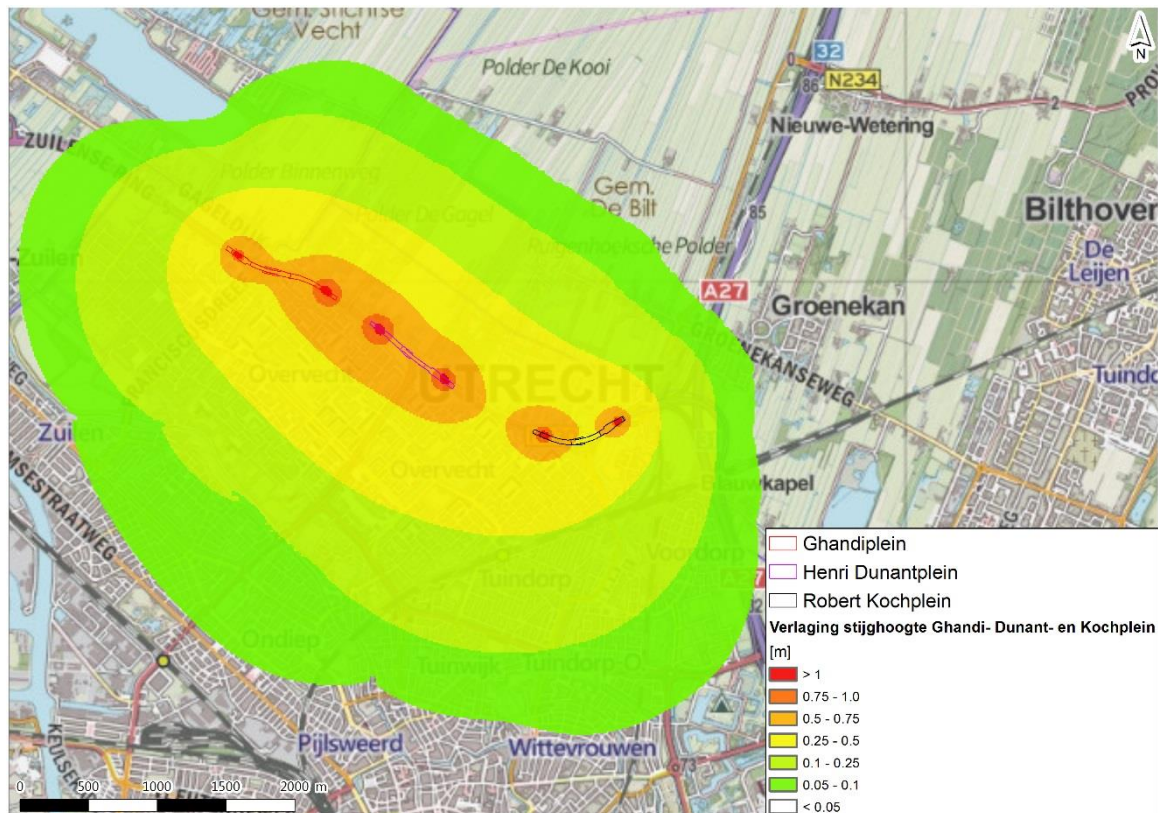
Afbeelding 7.13 toont de berekende verlaging van de freatische grondwaterstand als gevolg van bemalingen bij alle drie de onderdoorgangen.

Afbeelding 7.13 Berekende verlagingen freatische grondwaterstand bij een stationaire verlaging van 2,5 m



Afbeelding 7.14 toont de berekende verlaging van de stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket.

Afbeelding 7.14 Berekende verlagingen stijghoogte bij een stationaire verlaging van 2,5 m



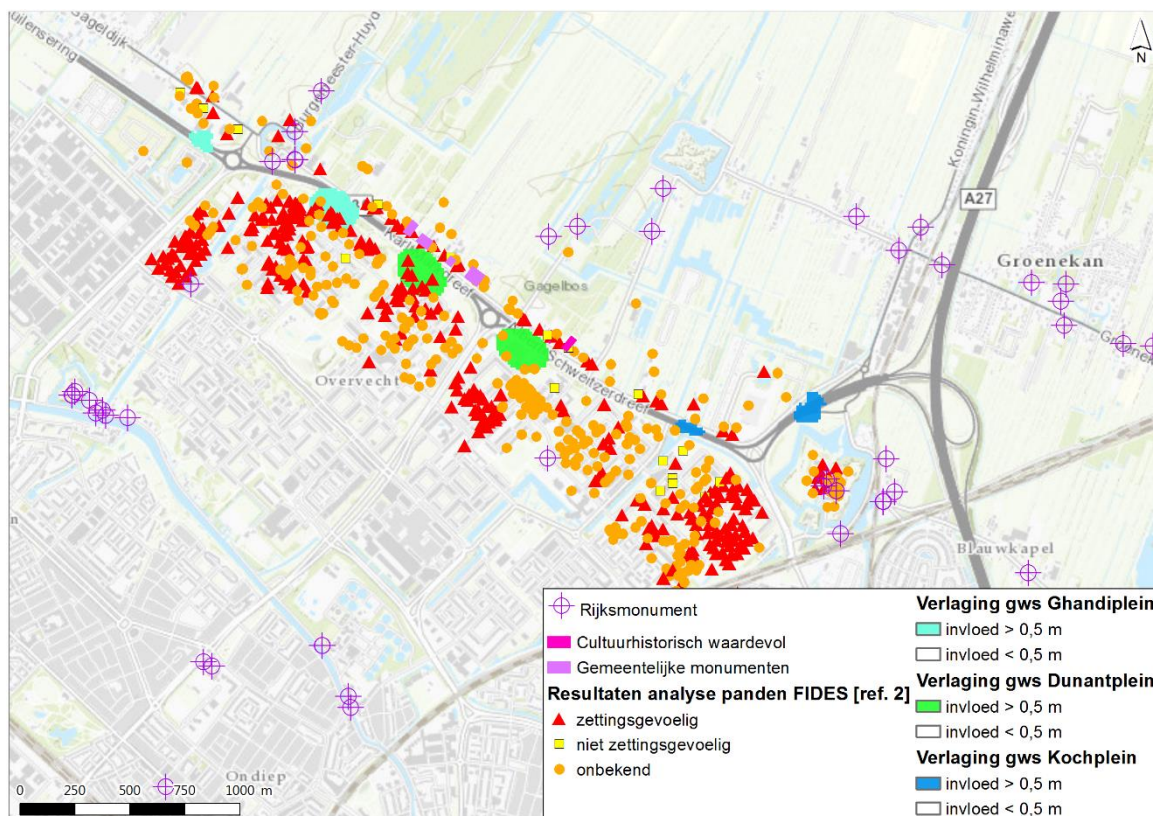
7.3 Gebouwen en rijksmonumenten

Deze paragraaf beschrijft de waardering van de effecten van de verschillende varianten op gebouwen en rijksmonumenten.

7.3.1 Analyse aantal zettingsgevoelige gebouwen met meer dan 0,50 m verlaging

Voor elke variant is bepaald hoeveel zettingsgevoelige gebouwen en rijksmonumenten binnen de 0,50 m verlagingcontour van de freatische grondwaterstand liggen. Voor de ligging van zettingsgevoelige bebouwing is uitgegaan van de door FIDES [ref. 2] aangegeven zettingsgevoelige panden. Deze zijn in afbeelding 7.15 weergegeven met een rode driehoek. In de afbeelding zijn ook de 0,5 m verlagingcontouren van de verschillende onderdoorgangen weergegeven.

Abbeelding 7.15 Resultaat analyse FIDES naar zettingsgevoelige panden in de omgeving van de NRU [ref. 2]



Voor elke variant is het aantal zettingsgevoelige panden en het aantal monumenten (rijks of gemeentelijk) binnen de 0,5 m verlagingsscontour bepaald. Dit is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 7.2 Aantal zettingsgevoelige panden binnen verlagingsscontour

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
aantal zettingsgevoelige panden binnen 0,5 m verlagingsscontour	11	11	0	68	15	11	77
aantal monumenten binnen 0,5 m verlagingsscontour	0	0	0	0	0	0	0
totaal aantal zettingsgevoelige panden	11	11	0	68	15	11	77

Uit de analyse volgt dat er geen monumenten binnen de 0,5 m verlagingsscontour gelegen zijn. Ook valt op dat bij de verlaging van het Kochplein geen zettingsgevoelige panden binnen het 0,5 m invloedsgebied gelegen zijn. Dit komt enerzijds doordat het invloedsgebied van de bemalingen hier kleiner zijn dan bij de andere onderdoorgangen, en anderzijds zijn in de directe omgeving van dit plein - volgens [ref. 2] - weinig panden gelegen.

7.3.2 Waardering effect

In onderstaande tabel is de waardering van de effecten voor de verschillende varianten opgenomen. Hierbij wordt benadrukt dat deze waardering volgens de scoringstabel is opgesteld, en deze scoringstabel heeft tot doel onderscheid te maken tussen de verschillende varianten en ten opzichte van elkaar. In volgende sub paragraaf wordt ingegaan op het absolute effect op de panden. Hiervoor is een geotechnische analyse uitgevoerd welke als bijlage bij dit rapport is opgenomen. Omdat de gegevens van de funderingen van de panden binnen het invloedsgebied niet compleet zijn is het niet mogelijk om een absolute score te koppelen aan de verschillende varianten. Immers, als nabij één onderdoorgang toevallig meer bekend is van de funderingen dan zal deze slechter scoren dan daar waar er minder bekend is. Zie hiervoor verder hoofdstuk 10 (Leemten in kennis). Daarom is voor onderdeel Gebouwen en Rijksmonumenten een meer relatieve scoringsmethodiek aangehouden.

Tabel 7.3 Waardering effect gebouwen en rijksmonumenten

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
gebouwen en rijksmonumenten	-	-	0	---	-	-	---

Uit de vergelijking volgt dat de onderdoorgang bij het Kochplein het minste invloed heeft op de panden en rijksmonumenten. De combinaties van de onderdoorgangen bij het Ghandiplein en Dunantplein hebben relatief het meeste effect.

7.3.3 Zettingsanalyse

Van de zettingsgevoelige panden langs de Gageldijk, aan de noordzijde van de NRU, is bepaald wat het effect van de berekende verlagingen is op het risico op het optreden van zettingen. Op adresniveau is de maximale verlaging van de grondwaterstand bepaald. Vervolgens is gekeken wat deze maximale verlaging voor een mogelijk effect heeft op het optreden van zettingen. Van een aantal aandachtspanden is vervolgens gekeken naar het verschil in verlaging tussen de voorkant en de achterkant van het pand, om te bepalen wat het risico is op het optreden van schade aan het pand. Deze analyse is opgenomen in de notitie 'geotechnische analyse Noordelijke Randweg Utrecht', welke als bijlage II bij dit rapport is gevoegd.

De conclusie van deze analyse is dat de maximaal berekende mogelijk optredende zetting bij panden langs de Gageldijk 11 mm betreft. Het maximale zettingsverschil tussen de voor- en achterkant van een pand is berekend op XX mm. In Bijlage II is geconcludeerd dat het risico op schade hiermee zeer beperkt is, echter het is niet uit te sluiten. Aanbevolen wordt daarom om altijd monitoring van de panden uit te voeren, vooraf aan uitvoering, tijdens uitvoering en na de uitvoering.

7.4 Natuur

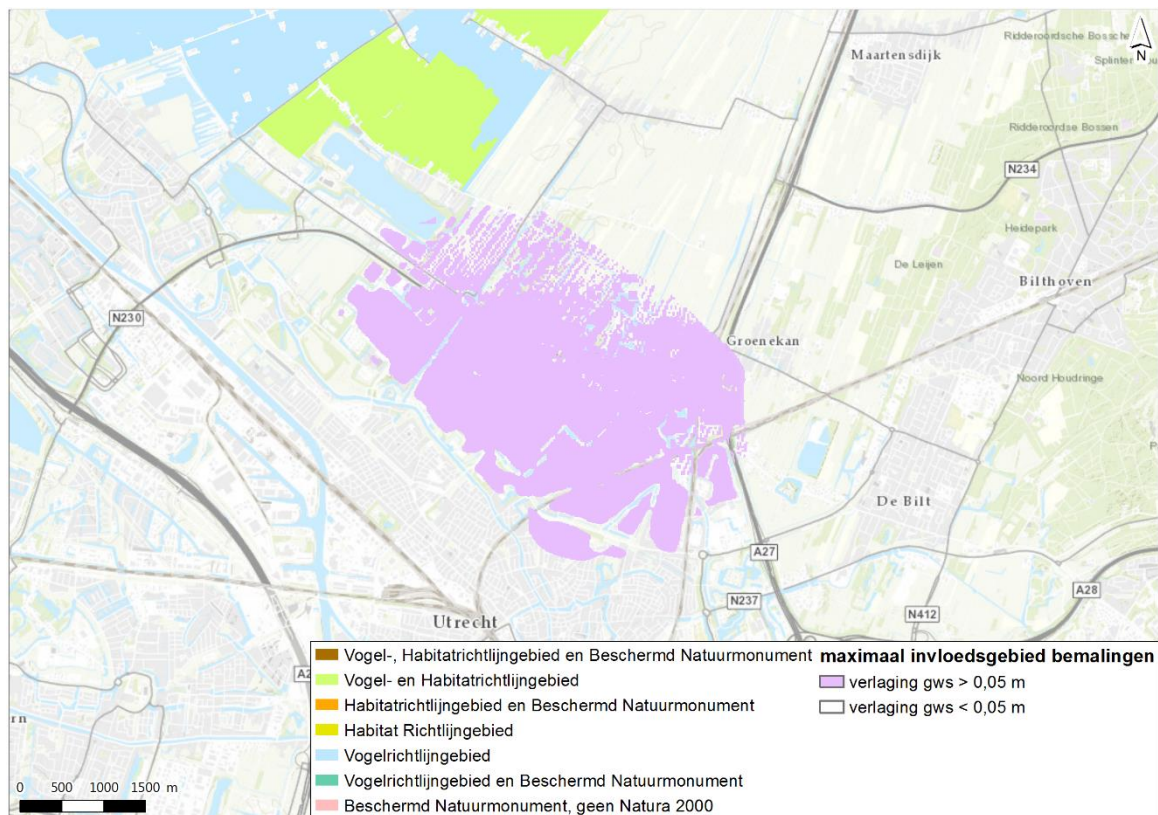
Deze paragraaf beschrijft de waardering van de effecten van de verschillende varianten op natuur.

7.4.1 Areaal beïnvloed gebied Natura 2000

Voor het Natura 2000-gebied geldt dat elk effect op de grondwaterstand hier zeer ongewenst is. Daarom is per variant gekeken of de contour van het minimaal berekend effect (>0,05 m) op de freatische grondwaterstand tot in het Natura 2000-gebied reikt. Afbeelding 7.16 toont het maximale invloedsgebied

(gecombineerd effect van bemalingen bij alle drie de onderdoorgangen) in relatie tot de ligging van het Natura 2000-gebied.

Afbeelding 7.16 ligging N2000-gebied in relatie tot maximaal berekend invloedsgebied van de bemalingen.

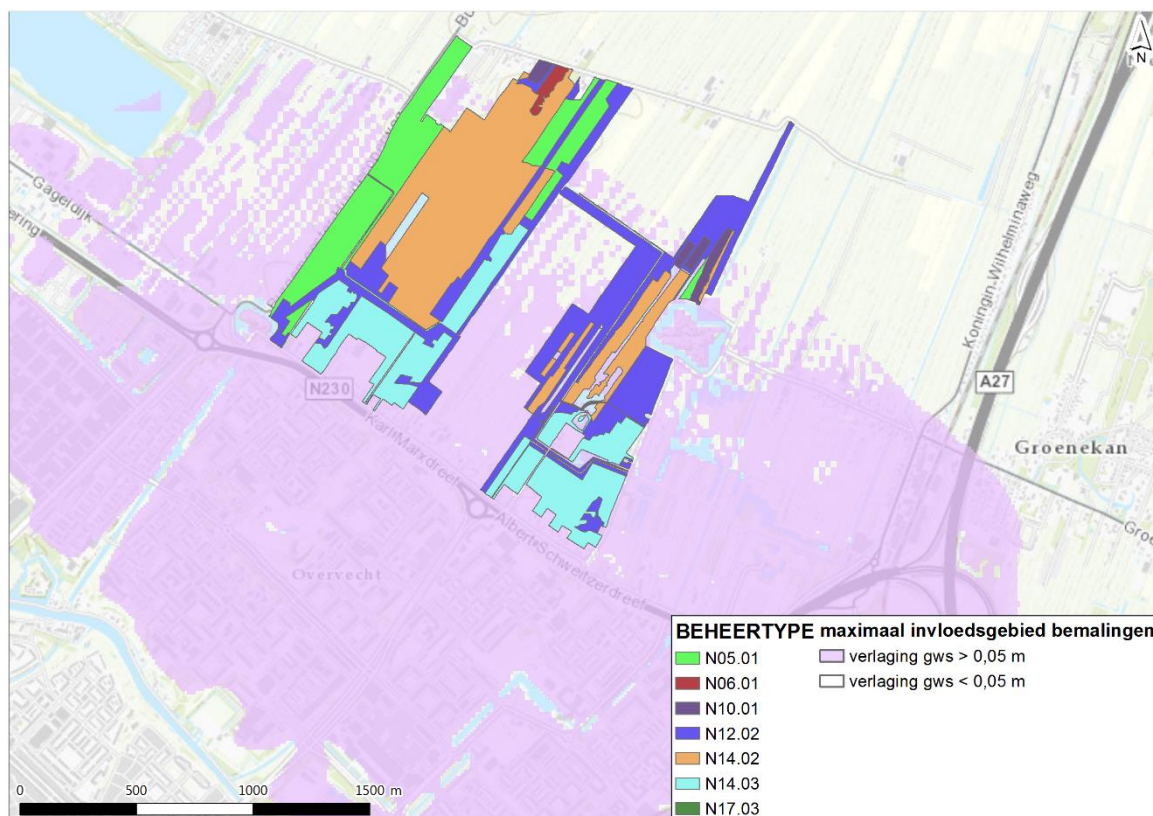


Uit de afbeelding volgt dat bij geen van de varianten het berekende invloedsgebied tot in het Natura 2000-gebied reikt. Daarom wordt voor alle varianten het effect op Natura 2000-gebied als '0' gescoord.

7.4.2 Areaal beïnvloed gebied grondwaterafhankelijke natuur

Voor de overige natuurgebieden is gekeken naar de oppervlakte grondwaterafhankelijke natuur dat binnen de 0,05 m verlagingcontour van de freatische grondwaterstand valt. Om de ligging van de grondwaterafhankelijke natuur te bepalen, is gekeken naar de Natuurbeheertypen kaart. De kaart in afbeelding 7.16 toont de ligging van de natuur behorende bij het Natuurnetwerk Nederland (NNN).

Afbeelding 7.17 Ligging natuur en voorkomende beheertypen van het NNN



Onderstaande tabel geeft aan of de voorkomende beheertypen gevoelig zijn voor grondwaterstandsveranderingen.

Tabel 7.4 Overzicht voorkomende beheertypen en relatie met grondwater

Beheertype code	Beheertype	Gevoelig voor verlaging grondwaterstand?
N05.01	Moeras	Ja. Deze vegetaties staan doorgaans permanent in het water; als er een droge periode is, dan zakken grondwaterstanden niet of nauwelijks beneden maaiveld. Daarbij dienen de grondwaterstanden 's zomers niet verder weg te zakken dan gemiddeld ca. 25 cm onder maaiveld.
N06.01	Veenmosrietland en moerasheide	Ja. De gemiddelde grondwaterstand in het najaar zakt maximaal tot 40 cm onder het maaiveld, behoudens eventuele periodieke droogteperiodes. In de nattere delen liggen de grondwaterstanden tussen 0 en 20 cm.
N10.01	Nat schraalland	Ja. Gedurende de winter het grondwaterpeil tenminste op of rond het maaiveld (0-20 cm. beneden maaiveld) en 's zomers slechts oppervlakkig uitdrogen.
N12.02	Kruiden- en faunairijk grasland	Minder kritisch ten opzichte van tijdelijke (beperkte) grondwaterstandsverlagingen.
N14.02	Hoog- en laagveenbos	Ja. Dit beheertype komt voor op permanent natte, venige gronden waar de grondwaterstand in de winter op of aan maaiveld staat en in de zomer slechts ondiep wegzakt.
N14.03	Haagbeuken- en Essensbos	Minder kritisch ten opzichte van tijdelijke (beperkte) grondwaterstandsverlagingen.
N17.03	Park- en Stinzebos	Minder kritisch ten opzichte van tijdelijke (beperkte) grondwaterstandsverlagingen.

Voor de grondwatergevoelige natuur is gekeken naar het oppervlakte beïnvloed gebied bij de verschillende varianten. In deze analyse is aangenomen dat een verandering van de grondwaterstand van minimaal 0,05 m nadelig is voor de grondwatergevoelige natuur. Vanwege de bemalingsduur van 8 maanden per onderdoorgang is aangenomen dat de bemalingsduur zeer waarschijnlijk ook de grondwaterstand in het groeiseizoen beïnvloed. Toch wordt hier benadrukt dat de berekende verlaging niet per definitie tot een verslechtering van de condities leidt. Dit hangt af van de mate van verlaging, de condities in de huidige situatie (zonder bemaling) en het klimaat ten tijde van de verlaging. Om de varianten toch kwalitatief te kunnen scoren, en ten opzichten van elkaar te kunnen vergelijken is in het oppervlakte in tabel 7.4 opgenomen.

Tabel 7.5 Beïnvloeding natuur door bemalingen voor de verschillende varianten

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
invloed in gebied Natura 2000	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
areaal beïnvloed gebied grondwaterafhankelijke natuur (ha.)	48	75	18	108	96	84	113

7.4.3 Waardering effect

In onderstaande tabel is de waardering van de effecten voor de verschillende varianten opgenomen. Hierbij wordt benadrukt dat deze waardering volgens de scoringstabel is opgesteld, en deze scoringstabel heeft tot doel onderscheid te maken tussen de verschillende varianten en ten opzichte van elkaar. Zoals hierboven beschreven hangt het absolute effect van de verlaging van meerdere factoren af die in deze fase van het onderzoek nog niet te scoren zijn.

Tabel 7.6 Waardering effect natuur

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
Natura 2000	0	0	0	0	0	0	0
grondwaterafhankelijke natuur	0/-	-	0/-	--	-	-	--

7.5 Landbouw

Deze paragraaf beschrijft de waardering van de effecten van de verschillende varianten op landbouw.

7.5.1 Invloed op droogtegevoelige landbouw

Bepalen droogtegevoeligheid voorkomende landbouwtypen

Het effect op de landbouw is bepaald door te bepalen welke droogtegevoelige landbouwtypen er binnen het invloedsgebied voorkomen. Om vast te stellen welke voorkomende landbouwtypen droogtegevoelig zijn is gekeken naar de Help200x tabellen van Alterra [ref. 7]. Via deze tabellen kan worden bepaald wat de nat-, droogte- en combinatieschade is bij gegeven landgebruik, bodemtypen en grondwaterstanden. Voor de grondwaterstanden dienen de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ingevoerd te worden. Deze zijn vlakdekkend beschikbaar via de webkaart van de

Provincie Utrecht [ref. 8]. Via het Provinciaal Georegister is de bodemkaart beschikbaar. Op basis van deze informatie zijn de gegevens voor de Gagelpolder bepaald. Hierbij wordt opgemerkt dat er vlakdekkend is gekeken om een algemene analyse uit te voeren. Lokaal kan de situatie daarom wel afwijken.

In de Gagelpolder geldt overwegend een grondwatertrap II. Dit betekent een GHG ondieper dan 40 cm - maaiveld en een GLG tussen 50 en 80 cm - maaiveld. Op basis van de webkaarten beschikbaar via [ref. 8] is af te leiden dat de GHG in het gebied gemiddeld circa 35 cm onder maaiveld ligt en de GLG gemiddeld circa 80 cm onder maaiveld.

De voorkomende bodemtypen zijn aan de noordkant van de projectlocatie (Gagelpolder, daar waar de landbouw gelegen is) Hn21, hVz en zVp.

In onderstaande tabel is voor de verschillende aanwezige landbouwtypen en bodemtypen de schades weergegeven, zoals bepaald met de Help200x tabellen. Naast grasland en maïs komt er lokaal (bij Ghandiplein) ook glastuinbouw voor volgens de LGN6 kaart. Dit wordt niet als droogtegevoelige landbouw geclassificeerd omdat de grondwaterstand doorgaans gereguleerd wordt onder kassen. Glastuinbouw is ook geen onderdeel van de Help200x applicatie. Daarom is dit landbouwtype niet opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 7.7 landbouwtypen, bodemtype en theoretische nat- en droogteschade op basis van [ref. 7]

Landbouwtypen	Bodemtype	Theoretische natschade	Theoretische droogteschade
agrarisch gras (grasland zonder herinzaaikosten)	Hn21	2 %	2 %
	hVz	6 %	4 %
	zVp	2 %	1 %
maïs	Hn21	11 %	1 %
	hVz	15 %	2 %

Uit de analyse volgt dat voor maïs de grondwaterstand relatief hoog is: er wordt hier relatief veel natschade berekend. Voor grasland is er zowel sprake van theoretische natschade als droogteschade in de huidige situatie.

Bepalen effect bemalingen op landbouwtypen

Een verlaging van de grondwaterstand als gevolg van de bemalingen kan resulteren in een afname van de theoretische natschade. Dit is geen nadelig effect. Echter het kan ook leiden tot een toename van de theoretische droogteschade. Dit kan nadelig zijn. Om te bepalen in hoeverre hier sprake van is, is gekeken naar de maximale berekende verlagingen. In het perceel waar volgens de LGN6 kaart maïs wordt verbouwd is dit maximaal 15 cm. In de percelen waar agrarisch gras voorkomt is de maximaal berekende verlaging 25 cm.

Onderstaande tabel toont de theoretische nat- en droogteschade bij een GHG van 60 cm -mv en een GLG van 105 cm -mv voor het agrarisch gras, en een GHG van 50 cm -mv en een GLG van 95 cm -mv voor maïs.

Tabel 7.8 landbouwtypen, bodemtype en theoretische nat- en droogteschade op basis van [ref. 7].

Landbouwtypen	bodemtype	Theoretische natschade	Theoretische droogteschade
agrarisch gras (grasland zonder herinzaaikosten)	Hn21	0 %	4 % (toename +2 %)
	hVz	1 %	7 % (toename +3 %)
	zVp	0 %	1 % (geen verandering)
maïs	Hn21	5 %	1 % (geen verandering)
	hVz	7 %	2 % (geen verandering)

Uit de tabel volgt dat er voor agrarisch gras een toename van de theoretische droogteschade van 2 à 3 % wordt berekend. Voor maïs wordt geen verandering in de theoretische droogteschade verwacht.

Er wordt voor het bepalen van het effect van de bemalingen op de landbouw daarom alleen gekeken naar het agrarisch gras dat binnen het invloedsgebied van de bemalingen valt. Het invloedsgebied is hierbij gedefinieerd als het gebied waar de bemalingen tot een verlaging van de grondwaterstand van 5 cm leiden.

Conclusie effect bemalingen op droogtegevoelige landbouw

Tabel 7.9 toont de oppervlakte grondwaterafhankelijke landbouw (agrarisch gras) dat per variant binnen het invloedsgebied valt.

Tabel 7.9 Oppervlakte grondwaterafhankelijke landbouw binnen invloedsgebied, per variant

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
oppervlakte droogtegevoelige landbouw (ha)	46	42	37	87	95	90	122

7.5.2 Waardering effect

Tabel 7.10 toont de waardering van het effect volgens het beoordelingskader.

Tabel 7.10 Waardering effect landbouw

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
droogtegevoelige landbouw	0/-	0/-	0/-	-	-	-	-

7.6 Archeologie

Deze paragraaf beschrijft de waardering van de effecten van de verschillende varianten op archeologie.

7.6.1 Areaal beïnvloed gebied aanwezige archeologische waarden

Het effect op de archeologie is gebaseerd op het aantal hectare beïnvloed gebied met aanwezige archeologische waarden met middelhoge en hoge verwachtingen. Voor de ligging van archeologische waarden van middelhoge en hoge verwachtingen is uitgegaan van de Archeologische Waardenkaart (zie afbeelding 4.14). Op basis van deze kaart zijn er twee locaties waar sprake is van hoge archeologische waarde: bij Fort de Gagel en bij Fort Blauwkapel. Er is sprake van beïnvloeding als de grondwaterstand als gevolg van de bemaling onder de historisch laagste grondwaterstand komt. Omdat het onbekend is wat op deze locaties de historisch laagste grondwaterstand is geweest, wordt vanaf een verlaging van meer dan 0,2 m de kans op een verlaging beneden de historisch laagste grondwaterstand reëel geacht.

Opgemerkt wordt dat langs de N230 gebied van hoge archeologische verwachting ligt: dit betreft het zandbed waarop de huidige N220 gelegen is. De werkzaamheden van alle varianten zullen plaatsvinden in dit zandbed. Er wordt uitgegaan van het uitvoeren van een gedegen archeologisch onderzoek voordat wordt overgegaan tot aanleg van de onderdoorgangen.

In tabel 7.13 is de analyse gepresenteerd.

Tabel 7.11 Analyse archeologie

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
verlaging bij Fort de Gagel > 0,2 m	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
verlaging bij Fort Blauwkapel > 0,2 m	nee	nee	ja	nee	ja	ja	ja

In het beoordelingskader is verder onderscheid gemaakt naar de mogelijkheid voor het nemen van mitigerende maatregelen op de locaties van de archeologische waarde of verwachting. Uitgangspunt voor mitigerende maatregelen is de bereikbaarheid van het waardevolle gebied voor het nemen van maatregelen. Zowel Fort de Gagel als Fort Blauwkapel zijn goed bereikbaar voor het kunnen nemen van mitigerende maatregelen. Daarom wordt er maximaal als 'beperkt negatief effect (0/-)' gescoord en niet als 'groot negatief effect (-)'.

7.6.2 Waardering effect

Tabel 7.12 toont de waardering van het effect volgens het beoordelingskader.

Tabel 7.12 Waardering effect Archeologie

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
archeologie	0	0	0/-	0	0/-	0/-	0/-

7.7 Onttrekkingen

Deze paragraaf beschrijft de waardering van de effecten van de verschillende varianten op onttrekkingen.

7.7.1 Drinkwaterwinningen

Het effect op de drinkwaterwinningen is beoordeeld op basis van de ligging van de grondwaterbeschermingsgebieden, zoals opgenomen in afbeelding 4.13. Per variant is bepaald of het invloedsgebied (i.e. minimaal 10 cm verlaging van de stijghoogte) tot in het waterwingebied reikt, in het grondwaterbeschermingsgebied of helemaal buiten de beschermde gebieden blijft. Dit is in tabel 7.10 weergegeven.

Tabel 7.13 Oppervlakte grondwaterbeschermingsgebied binnen 5 cm invloedscontour verlaging stijghoogte

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
invloedsgebied tot in waterwingebied Groenekan?	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja
invloedsgebied tot in grondwaterbeschermingsgebied Groenekan?	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja

7.7.2 Overige onttrekkingen

Voor de overige onttrekkingen is gekeken naar de database van de provincie Utrecht en de provincie Noord-Holland, voor de ligging van overige onttrekkingen. Er is binnen het invloedsgebied (minimaal 10 cm verlaging stijghoogte) twee WKO-systemen gelegen: Marnix Academie en Oudlaan. Deze vallen alleen bij uitvoering van variant 2e (alle drie de onderdoorgangen) binnen het invloedsgebied. In de andere varianten liggen deze buiten het invloedsgebied onttrekkingen. Hierbij wordt opgemerkt dat de bekende onttrekkingen WKO-systemen betreffen. Bij deze systemen wordt warmte en koude opgeslagen in het grondwater, waarbij warmte en koude bellen in de ondergrond gevormd worden. Van de WKO-systemen zijn alleen de locaties bekend, maar niet de ligging en grootte van de warmte en koude bellen. Het is daarom niet bekend of deze worden beïnvloed door de bemaling.

7.7.3 Waardering effect

Tabel 7.14 toont de waardering van het effect op de drinkwaterwinningen volgens het beoordelingskader.

Tabel 7.14 Waardering effect drinkwaterwinningen

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
onttrekkingen drinkwaterwinning	0	0/-	0/-	0/-	0/-	--	--

Tabel 7.15 toont de waardering van het effect op de overige onttrekkingen volgens het beoordelingskader.

Tabel 7.15 Waardering effect overige onttrekkingen

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
overige onttrekkingen	0	0	0	0	0	0	-

7.8 Waterkwaliteit en bodemverontreinigingen

Deze paragraaf beschrijft de waardering van de effecten van de verschillende varianten op waterkwaliteit en bodemverontreinigingen.

7.8.1 Aanwezige verontreinigingen

Uit afbeelding 4.4 is bekend dat er binnen het projectgebied verontreinigingen gelegen zijn. Deze liggen verspreid over het gebied, en komen bij alle drie de locaties voor. Deze verontreinigingslocaties zullen als gevolg van de werkzaamheden gesaneerd moeten worden. Er wordt daarom niet gescoord op deze locaties.

Wel is er gekeken naar de ligging van de (bekende) verontreinigde locaties buiten het gebiedsplan (noordelijk van N230), op basis van het Bodemloket. De via Bodemloket bekende verontreinigingslocaties liggen stroomafwaarts ten opzichte van de bemalingen en de drinkwaterwinning. Het is daarom onwaarschijnlijk dat als gevolg van een bemaling een verontreinigingspluim het waterwingebied in wordt getrokken. Wel is het niet onwaarschijnlijk dat de pluimen verplaatsen als gevolg van de bemalingen. Er is gecontroleerd of het invloedsgebied tot een perceel reikt met status 'saneringsactiviteit', 'onderzoek uitvoeren' of 'historie bekend' in Bodemloket. Bij alle varianten is dit het geval. Daarom is voor alle varianten een gering negatief effect gescoord. Dit betekent dat in alle gevallen overleg met bevoegd gezag noodzakelijk is.

7.8.2 Waardering effect

Tabel 7.16 toont de waardering van het effect op de overige onttrekkingen volgens het beoordelingskader.

Tabel 7.16 Waardering effect waterkwaliteit en bodemverontreinigingen

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
Waterkwaliteit en bodemverontreiniging	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

7.9 Overzichtstabel met waarderingen

Tabel 7.17 toont de overzichtstabel met daarin alle scores per variant.

Tabel 7.17 Overzichtstabel

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
gebouwen en rijksmonumenten	-	-	0	--	-	-	--
natuur - Natura 2000	0	0	0	0	0	0	0
natuur - grondwaterafhankelijke natuur	0/-	-	0/-	--	-	-	--
landbouw	0/-	0/-	0/-	-	-	-	-
archeologie	0	0	0/-	0	0/-	0/-	0/-
onttrekkingen - drinkwaterwinningen	0	0/-	0/-	0/-	0/-	--	--
onttrekkingen - overige onttrekkingen (WKO)	0	0	0	0	0	0	-
Waterkwaliteit en bodemverontreiniging	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

8

CONCLUSIE

In deze rapportage zijn de effecten van de aanleg van de opgewaardeerde NRU op het grondwater en de verschillende geohydrologische aspecten in beeld gebracht. Het gaat dan om de effecten van de bemalingen die voorzien zijn voor het aanleggen van de toeritten van de onderdoorgangen Ghandiplein, Dunantplein en Kochplein.

Er zijn in totaal 7 varianten getoetst aan 8 criteria. Tabel 8.1 toont de overzichtstabel met daarin het overzicht van alle gescoorde criteria per variant.

Omdat voor de verschillende belangen de impact van een (tijdelijke) verlaging verschillend is, is voor elk van de belangen een apart beoordelingskader opgesteld waarop is getoetst. De opgestelde beoordelingskaders bestaan uit de klassen '--' (groot negatief effect), '-' (negatief effect), '0/-' (gering negatief effect) en '0' (geen verandering). Er is geen onderscheid gemaakt naar positieve effecten, omdat er van grondwaterstandsverlagingen geen (onderscheidende) positieve effecten uitgaan.

Tabel 8.1 Overzichtstabel scores varianten

Locatie onderdoorgang (G = Ghandi / D = Dunant / K = Koch)	G	D	K	G+D	G+K	D+K	G+D+K
Variant	2a(1)	2b(1)	2c1	2d1	2d2	2d3	2e
gebouwen en rijksmonumenten	-	-	0	--	-	-	--
natuur - Natura 2000	0	0	0	0	0	0	0
natuur - grondwaterafhankelijke natuur	0/-	-	0/-	--	-	-	--
landbouw	0/-	0/-	0/-	-	-	-	--
archeologie	0	0	0/-	0	0/-	0/-	0/-
onttrekkingen - drinkwaterwinningen	0	0/-	0/-	0/-	0/-	--	--
onttrekkingen - overige onttrekkingen (WKO)	0	0	0	0	0	0	-
Waterkwaliteit en bodemverontreiniging	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

Hieronder is per criteria de samenvatting van de analyse uit hoofdstuk 7 beschreven.

Niet onderscheidende criteria: 'Natura 2000' en 'waterkwaliteit en bodemverontreiniging'

Het criteria Natura 2000 is niet onderscheidend: alle varianten scoren hier neutraal op, want geen van de berekende invloedsgebieden van de bemalingen reikt tot in het Natura 2000-gebied. Ook het criteria waterkwaliteit en bodemverontreiniging is niet onderscheidend. Alle varianten scoren hier een gering negatief effect.

Gebouwen en rijksmonumenten

Voor gebouwen en rijksmonumenten scoort de variant waarbij alleen het Kochplein als onderdoorgang wordt aangelegd het beste. De varianten waarbij zowel Ghandi- als het Dunantplein gelijktijdig worden aangelegd scoort hiervoor het slechtst. Bij dit criteria is een belangrijke kanttekening dat deze score onvolledig is, vanwege een leemte in kennis van de locatie van zettingsgevoelige panden. Dit is verder beschreven in het hoofdstuk Leemten in Kennis.

Grondwaterafhankelijke natuur

Voor de grondwaterafhankelijke natuur scoren de varianten Ghandiplein en Kochplein het minst negatief. De variant Dunantplein, welke het dichtst bij de aanwezige natuur van het Natuurnetwerk Nederland gelegen is, scoort hier negatiever. Daardoor scoren alle varianten met het Dunantplein er in negatiever dan de varianten zonder het Dunantplein.

Landbouw

Voor het effect op de landbouw is gekeken naar de droogtegevoelige landbouwtypen. Uit een analyse naar de droogteschades van aanwezige landbouwtypen is gebleken dat alleen het aanwezige grasland (agrarisch gras) bij langdurige verlaging van de grondwaterstand (beperkt) negatieve effecten te verwachten zijn (toename droogteschade < 5%). Vervolgens is gekeken naar het oppervlakte agrarisch gras binnen de zone waar de grondwaterstand verlaagd. Er is in de score daardoor duidelijk het effect van het aantal onderdoorgangen terug te zien: de varianten met één onderdoorgang scoren gering negatief, de varianten met twee onderdoorgangen scoren 'negatief' en de variant met drie onderdoorgangen scoort 'groot negatief effect'.

Archeologie

Bij het criteria archeologische waarden valt op dat alle varianten met het Kochplein er in gering negatief effect scoort, terwijl zonder Kochplein een neutraal effect wordt gescoord. Dat komt doordat nabij het Kochplein het Fort Blauwkapel gelegen is, wat een hoge archeologische waarde heeft. Als gevolg van de bemalingen bij de toeritten van deze onderdoorgang is de berekende verlaging van de freatische grondwaterstand hier meer dan 0,2 meter. Daarmee wordt het niet onwaarschijnlijk geacht dat de grondwaterstand onder de historisch laagste grondwaterstand kan komen.

Onttrekkingen en drinkwaterwinningen

Voor het criteria drinkwaterwinningen scoort variant Ghandiplein neutraal, terwijl de overige varianten negatiever scoren. Dit komt omdat Ghandiplein het verst van drinkwaterwinning Groenekan gelegen is. Voor de varianten waarin Dunantplein en Kochplein tegelijk worden aangelegd is een groot negatief effect gescoord, omdat het invloedsgebied dan tot in het waterwingebied reikt. Voor de overige onttrekkingen geldt dat alleen in geval van de variant met drie onderdoorgangen tegelijk bemalen geldt dat het invloedsgebied tot bij een WKO onttrekking reikt, waardoor deze variant negatief scoort. Opgemerkt wordt dat de ligging van de warmte- en koudebellen van de WKO-systemen niet bekend is.

BEANTWOORDING ADVIESVRAGEN EN MOGELIJKE MITIGERENDE MAATREGELEN

Dit hoofdstuk gaat in op beantwoording van adviesvragen en voorgestelde mitigerende maatregelen.

9.1 Beantwoording adviesvragen

De volgende adviesvragen zijn opgenomen in de aanbidding [ref. 9] , waar in deze paragraaf antwoord op wordt gegeven:

- 1 wanneer is er invloed op de funderingen? Welke verlaging ter plekke van de fundering zijn gedurende welke periode is mogelijk? En met welk debiet per maand?
- 2 wat is het effect op het grondwaterbeschermingsgebied (en waterwingebied)? Met welke beleidskaders dient rekening te worden gehouden?
- 3 wat is het effect op de aangrenzende natuurgebieden en gebieden met archeologische verwachtingswaarde? Met welke kaders dient rekening te worden gehouden?
- 4 bij welke debiet zijn er per plein mogelijk relaties met onttrekkingen bij andere pleinen: Wat voor gevolgen heeft dit voor de bouwwijze? Kunnen de onderdoorgangen gelijktijdig aangelegd (onder welke voorwaarden dan), hoeveel tijd mag er tussen de aanleg van de onderdoorgangen zitten om elkaar niet te beïnvloeden?
- 5 beschrijving van benodigd onderzoek van de ca. 10 aandachtspanden. Voor deze betreffende panden wordt een in te zetten aanvullend onderzoeksplan beschreven, hetgeen ook in het kader van deze opdracht zal worden doorlopen. Gedachten gaan uit naar een totaal van ca. 10 aandachtspanden binnen de 0,5 m GWS-verlagingscontour. Rijksmonumenten worden bij voorbaat al tot aandachtspand benoemd. Het veldwerk vormt geen onderdeel van deze aanbidding. Gedacht kan worden aan specifiek grondonderzoek, lintvoegmeting of funderingsinspectie;
- 6 in hoofdstuk 7 zijn de scores gegeven tot 'groot negatief effect (--)' . Gevraagd is in beeld te brengen tot welke verlagingcontour er maximaal een negatief (-) effect is, zodat bepaald kan worden tot welke diepte er met onderwaterbeton gewerkt moet worden. Dit is overigens voor het MER verder niet relevant, maar wel voor de aanbesteding.

9.1.1 Adviesvraag 1 en 5- funderingen en aandachtspanden

Invloed op funderingen ontstaat wanneer er sprake is van verlaging van de grondwaterstand in zettingsgevoelige grondlagen tot onder de historisch laagst voorgekomen grondwaterstand. Zettingsgevoelige lagen zijn grondlagen welke (deels) bestaan uit organische stof. Meest zettingsgevoelige grondsoort is veen, maar ook klei zet. Wat op specifieke locaties mogelijk is aan grondwaterstandsverlagingen hangt dus af van bodemsoort (grondopbouw) en de historisch laagst voorgekomen grondwaterstand. Hier is verder op ingegaan in bijlage II van deze notitie: geotechnische analyse zettingsgevoelige panden. Daarin is voor de (bekende) zettingsgevoelige panden in de Gagelpolder gekeken welke mate van zettingen kunnen optreden bij de maximaal berekende grondwaterstandsverlaging. Ook is voor een aantal geselecteerde 'aandachtspanden' gekeken naar het effect van (mogelijk optreden van) ongelijke zettingen onder een pand: als er bijvoorbeeld aan de voorkant van het pand een grotere grondwaterstandsverlaging wordt berekend dan aan de achterkant, kan de bodem onder het pand ongelijk gaan zetten. Deze analyse is ook opgenomen in bijlage II.

9.1.2 Adviesvraag 2 - grondwaterbeschermingsgebied

Uit de bemalingsommen volgt dat de verlagingcontouren tot in het grondwaterbeschermingsgebied komen. In het geval van variant 2e (alle drie de onderdoorgangen tegelijkertijd aanleggen) komt het effect tot in het waterwingebied. De provincie Utrecht heeft in een Provinciale Milieuverordening (PMV, 2013) het beleid ten aanzien van het beschermen van drinkwaterwinningen vastgelegd. In de PMV zijn vier typen grondwaterbeschermingszones opgenomen ter bescherming van waterwinningen. Op <https://www.provincie-utrecht.nl/onderwerpen/alle-onderwerpen/provinciale/regelsgrondwaterbesc/> zijn per type beschermingszone de geldende regels beknopt beschreven. De vier typen beschermingszones zijn (van dichtbij de winning naar verder weg van de winlocatie): waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zones en 100-jaarsaandachtsgebieden. In geval van het berekende invloedsgebied wordt tot in het grondwaterbeschermingsgebied een effect berekend. In de PMV zijn regels opgesteld, onder andere voor boringen, grond- en funderingswerken. Zo geldt er een dieptegrens, in dit geval van 40 m -mv. Beneden de dieptegrens zijn de meeste activiteiten verboden.

9.1.3 Adviesvraag 3 - effect op aangrenzende natuurgebieden en archeologische verwachtingswaarde, en kaders.

Het effect van de bemalingen op de natuurgebieden is beschreven in paragraaf 7.4.. Voor het mogen onttrekken van grondwater is een onttrekkingsvergunning nodig. Bevoegd gezag voor deze vergunning is het waterschap. Het projectgebied NRU ligt gedeeltelijk in het beheersgebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht, en gedeeltelijk in het beheersgebied van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Er dient daarom rekening gehouden te worden met de kaders zoals die in de Keur van deze waterschappen zijn vastgelegd.

9.1.4 Adviesvraag 4 - beïnvloeding verkeerspleinen onderling

Uit de effectcontouren van de bemalingsommen volgt dat de bemalingen bij de huidig doorgerekende verlagingen van 2,5 m in elkaars invloedsgebied zitten. Op basis van de berekende verlagingcontouren is er in geval van gelijktijdig aanleggen (en bemalen) van onderdoorgangen sprake van onderlinge beïnvloeding. De verlagingcontouren overlappen in dat geval. In dit rapport zijn ook varianten waarbij meerdere onderdoorgangen gelijktijdig worden bemalen gescoord. Daaruit blijkt dat deze varianten gemiddeld wel iets negatiever scoren, wat met name verklaard wordt door het grotere invloedsgebied (en dus meer mogelijk zettingsgevoelige panden binnen invloedsgebied, meer mogelijk grondwaterafhankelijke natuur en droogtegevoelige landbouw binnen het invloedsgebied).

9.1.5 Adviesvraag 5 - verlagingen met maximaal 'negatief (-)' effect

Om te bepalen bij welke verlaging er maximaal een negatief effect wordt gescoord is eerst gekeken welke criteria een groot negatief effect gescoord hebben. Dat zijn de volgende:

- gebouwen en rijksmonumenten;
- natuur - grondwaterafhankelijke natuur;
- landbouw;
- onttrekkingen - drinkwaterwinningen.

Gebouwen en rijksmonumenten

Voor het criteria gebouwen en rijksmonumenten wordt conform het beoordelingskader een groot negatief effect ('--') gescoord bij meer dan 20 zettingsgevoelige panden binnen het invloedsgebied, waarbij als invloedsgebied een grotere verlaging van 0,5 m wordt aangehouden. Uit verkennende berekeningen volgt dat bij een verlaging van 1,75 m of minder er in alle gevallen (alle varianten) minder dan 20 zettingsgevoelige panden binnen het 0,5 m invloedsgebied liggen.

Grondwaterafhankelijke natuur

Voor grondwaterafhankelijke natuur wordt conform het beoordelingskader een groot negatief effect ('--') gescoord bij meer dan 100 hectare grondwaterafhankelijke natuur binnen het 0,05 m invloedsgebied. Uit verkennende berekeningen volgt dat vanaf een verlaging van 2,2 m voor alle varianten het oppervlakte grondwaterafhankelijke natuur binnen het invloedsgebied minder is dan 100 hectare.

Landbouw

Voor landbouw wordt conform het beoordelingskader een groot negatief effect ('--') gescoord bij meer dan 100 hectare droogtegevoelige landbouw binnen het 0,05 m invloedsgebied. Bij de huidig doorgerkende verlaging van 2,5 wordt voor variant 2e (alle drie de onderdoorgangen) een groot negatief effect gescoord. Uit verkennende berekeningen volgt dat vanaf een verlaging van 1,75 m voor variant 2e het oppervlakte droogtegevoelige landbouw binnen het invloedsgebied minder is dan 100 hectare.

Onttrekkingen - drinkwaterwinningen

Voor de drinkwaterwinningen wordt conform het beoordelingskader een groot negatief effect ('--') gescoord als het invloedsgebied (in deze >0,1 m verlaging van de stijghoogte) tot in het waterwingebied Groenekan reikt. Bij de huidig ingevoerde verlaging (2,5) is dit het geval bij variant 2d3 en 2e. Dit zijn de varianten met de bemalingen het dichtst bij het waterwingebied gelegen. Uit verkennende berekeningen volgt dat vanaf een verlaging van 2,1 m voor deze varianten het 0,1 m invloedsgebied buiten het waterwingebied blijft.

9.2 Mitigerende en compenserende maatregelen

Infiltratiekanaal/watergang

Om het invloedsgebied te beperken kan gedacht worden aan toepassen van een infiltratiekanaal. De berekende verlagingsscontouren laten duidelijk het effect van oppervlaktewater zien. Daar waar oppervlaktewater gelegen is, wordt het effect op de freatische grondwaterstand beperkt. Als mitigerende maatregel kan dus gedacht worden aan het aanleggen van een (tijdelijke) goed infiltrerende watergang direct langs de locatie waar bemalen wordt. Het onttrokken grondwater kan (deels) geloosd worden op deze watergang. Dat water infiltreert dan en zorgt voor grondwateraanvulling waardoor het effect van de bemaling wordt ingeperkt. Dit zorgt overigens wel voor een verhoging van het debiet, als gevolg van het rondpompen van water. Daarbij kan het moeilijk zijn de watergang goed infiltrerend te houden omdat de bodemmatrix van de watergang als gevolg van de neerwaartse flux kan dichtslaan met fijne deeltjes.

Retourbemaling

Een andere mitigerende maatregel is het toepassen van retourbemalingen. Het onttrokken grondwater wordt dan via retourputten terug de grond in gepompt. De retourputten kunnen direct langs de bemalingen worden gezet, ze kunnen echter ook juist in de buurt van kwetsbare objecten worden geplaatst om juist daar negatieve effecten van een grondwaterstandverlaging te beperken of voorkomen.

Monitoring

De huidige effectbeschrijvingen zijn gedaan op basis van berekende grondwaterstandverlagingen. In de praktijk kunnen effecten altijd afwijken van de uitkomsten van modelberekeningen, omdat een grondwatermodel een (vereenvoudigde) schematisatie van de werkelijkheid is. Daarom is het belangrijk om een monitoringsplan op te stellen en uit te voeren. Monitoring dient voorafgaand aan het werk opgestart te worden, het liefst minimaal één jaar van te voren. In de omgeving van het werk, en zeker op locaties van kwetsbare objecten, dienen peilbuizen geplaatst te worden waarmee minimaal dagelijks maar bij voorkeur uurlijks de freatische grondwaterstand én stijghoogte kan worden bemeten. Als er één jaar voorafgaand aan het werk hoogfrequent is bemeten kan de nulsituatie worden vastgesteld. Op basis van die vastgestelde nulsituatie kan dan tijdens uitvoering van het werk het effect van de bemalingen op de grondwaterstand en stijghoogte worden bepaald. Eventueel mitigerende maatregelen kunnen in relatie tot de monitoringsresultaten worden afgesteld.

Compenserende maatregelen

Naast mitigerende maatregelen kunnen compenserende maatregelen nodig of gewenst zijn. Hierbij moet met name worden gedacht aan opbrengstderving van landbouw. Met programma Waternood of Waterwijzer moet dan het effect van bemalingen op de gewasopbrengst worden bepaald. Op basis van de uitkomst van deze berekeningen kan compensatie, in overleg met betrokken partijen, worden vastgesteld. De Waternood methode is hiervoor de geijkte methode. Waterwijzer is een nieuw ontwikkelde versie en zal Waternood op den duur vervangen. Het is nog onbekend wanneer de overgang plaatsvindt. Voor dit project is dus nog onbekend welke van deze twee methoden toegepast moet worden.

LEEMTEN IN KENNIS

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste leemten in kennis genoemd. Van de volgende onderwerpen is tijdens het opstellen van dit rapport gebleken dat er sprake is van leemte in kennis:

- funderingen en zettingsgevoeligheid;
- landgebruik in omgeving van projectlocatie;
- verontreinigingen buiten het Gebiedsplan;
- warmte- en koudebellen van WKO-systemen binnen berekend invloedsgebied.

Hieronder is per onderwerp ingegaan op de leemte in kennis.

Funderingen en zettingsgevoeligheid

Voor het bepalen waar zettingsgevoelige panden staan is gebruik gemaakt van het onderzoek van FIDES [ref. 2]. In dit onderzoek is van een groot aantal panden vastgesteld dat deze zettingsgevoelig zijn. Van die panden is in dat onderzoek de funderingswijze bepaald. Maar niet van alle zettingsgevoelige panden is de funderingswijze vastgelegd. Deze gegevens zijn niet compleet. Daarbij zijn ook vele panden in de omgeving van het projectgebied als 'onbekend' geclassificeerd. Van deze panden is niet bekend of deze zettingsgevoelig zijn, en ook is de funderingswijze onbekend. Er is voor dit onderzoek uitgegaan van de als 'zettingsgevoelige' panden. Onder de als 'onbekend' geclassificeerde panden zullen ook zettingsgevoelige panden zijn. Het is daarom belangrijk om - vòòr uitvoering van het werk, en ook voor start van de monitoring, beter in beeld te hebben welke panden zettingsgevoelig zijn.

De varianten zijn in dit rapport wel gescoord op het criterium 'gebouwen en rijksmonumenten', waarvoor het aantal zettingsgevoelige panden binnen het invloedsgebied is gescoord. Het is bij het lezen van dit rapport belangrijk te realiseren dat de dataset van de zettingsgevoelige panden niet compleet is. Daardoor is het niet mogelijk om een absolute score te koppelen aan de verschillende varianten. Immers, als nabij één onderdoorgang toevallig meer bekend is van de funderingen dan zal deze eerder slechter scoren dan daar waar er minder bekend is.

Landgebruik

Voor het bepalen van welke landbouw er in het gebied voorkomt is nu het LGN6 bestand gebruikt. Dit bestand heeft als referentiejaar 2007/2008. Er is thans een LGN7 bestand beschikbaar, met als referentiejaar 2012. Het LGN7 is echter niet in bezit en daardoor niet toegepast. Maar ook het LGN7 is inmiddels relatief oud. Het type landbouw dat in de omgeving van het projectgebied voorkomt is van belang om vast te stellen waar droogtegevoelige landbouw voorkomt. Dit is weer van invloed op eventuele compenserende maatregelen. Er dient daarom een inventarisatie in het veld uitgevoerd te worden om van de landbouwpercelen in en om het projectgebied het landgebruik vast te stellen.

Verontreinigingen buiten het Gebiedsplan

Een deel van het projectgebied valt binnen het Gebiedsplan van de gemeente Utrecht. Binnen dat gebied geldt dat verontreinigingspluimen verplaatst mogen worden. De grens van het Gebiedsplan ligt bij de N230. Eventueel aan de noordkant gelegen verontreinigingen vallen dus niet onder het Gebiedsplan. In Bodemloket zijn een aantal locaties bekend waar mogelijk verontreinigingen in de ondergrond aanwezig zijn. Hierover dient afstemming plaats te vinden met het bevoegd gezag(gemeente Utrecht).

Warmte- en koudebellen van WKO-systemen binnen berekend invloedsgebied

Binnen het berekende invloedsgebied van de bemalingen op de stijghoogte, is een WKO-systeem gelegen. Bij deze systemen wordt warmte en koude opgeslagen in het grondwater, waarbij warmte en koude bellen in de ondergrond gevormd worden. Van de WKO-systemen zijn alleen de locaties bekend, maar niet de ligging en grootte van de warmte en koude bellen. Het is daarom niet bekend of deze worden beïnvloed. De grootte van deze bellen en de kenmerken van het WKO-systeem moeten voorafgaand aan de bemaling worden bepaald. Vervolgens kan het effect van de bemaling op het rendement van het systeem worden berekend en kan in overleg met de eigenaar zo nodig compensatie worden vastgesteld.

REFERENTIES

- 1 MER Noordelijke Randweg Utrecht, deelrapport Bodem en water, 2 juni 2017.
- 2 Aangepaste eindrapportage funderingsonderzoek t.b.v. project Noordelijke Randweg te Utrecht, FIDES Expertise, versie 1.1, 28 maart 2018.
- 3 MER Noordelijke Randweg Utrecht, deelrapport Ruimtelijke Kwaliteit, 23 juni 2017.
- 4 Verkenning bouw- en faseringsvarianten NRU, gemeente Utrecht, 20 december 2016.
- 5 Verkennend milieuhygiënisch en geotechnisch bodemonderzoek Noordelijke Randweg Utrecht (NRU), Antea Group, definitief revisie 02, 23 januari 2017, projectnummer 412266.
- 6 Gebiedsplan gebiedsgericht grondwaterbeheer en visie op duurzaam gebruik van de ondergrond, Gemeente Utrecht, hoofdrapport, 29 april 2015.
- 7 Help200x tabellen, geraadpleegd via online applicatie beschikbaar op <http://help200x.alterra.nl/>.
- 8 Webkaart provincie Utrecht. Themakaarten geraadpleegd via <https://webkaart.provincie-utrecht.nl/viewer/app/Webkaart>.
- 9 Aanbieding geohydrologisch onderzoek NRU, Witteveen+Bos, 7 december 2017.

Bijlage(n)



BIJLAGE: BESCHRIJVING GRONDWATERMODEL

I.1 Inleiding

Deze bijlage beschrijft de uitgangspunten voor het uitvoeren van de bemalingsberekeningen. Deze worden uitgevoerd met een 3D-stationair grondwatermodel. In overleg met HDSR is bepaald dat voor deze berekening een nieuw grondwatermodel wordt opgesteld, gebaseerd op beschikbare datasets en tools, zoals het REGIS v2.2 lagenmodule. De invoer van het topsysteem is aangeleverd door HDSR en AGV.

Deze werkwijze wijkt af van hetgeen in de offerte is beschreven, namelijk dat er gerekend zal worden met het regionale model HYDROMEDAH. De reden hiervoor is dat HYDROMEDAH (nog) niet de meest recente gegevens bevat.

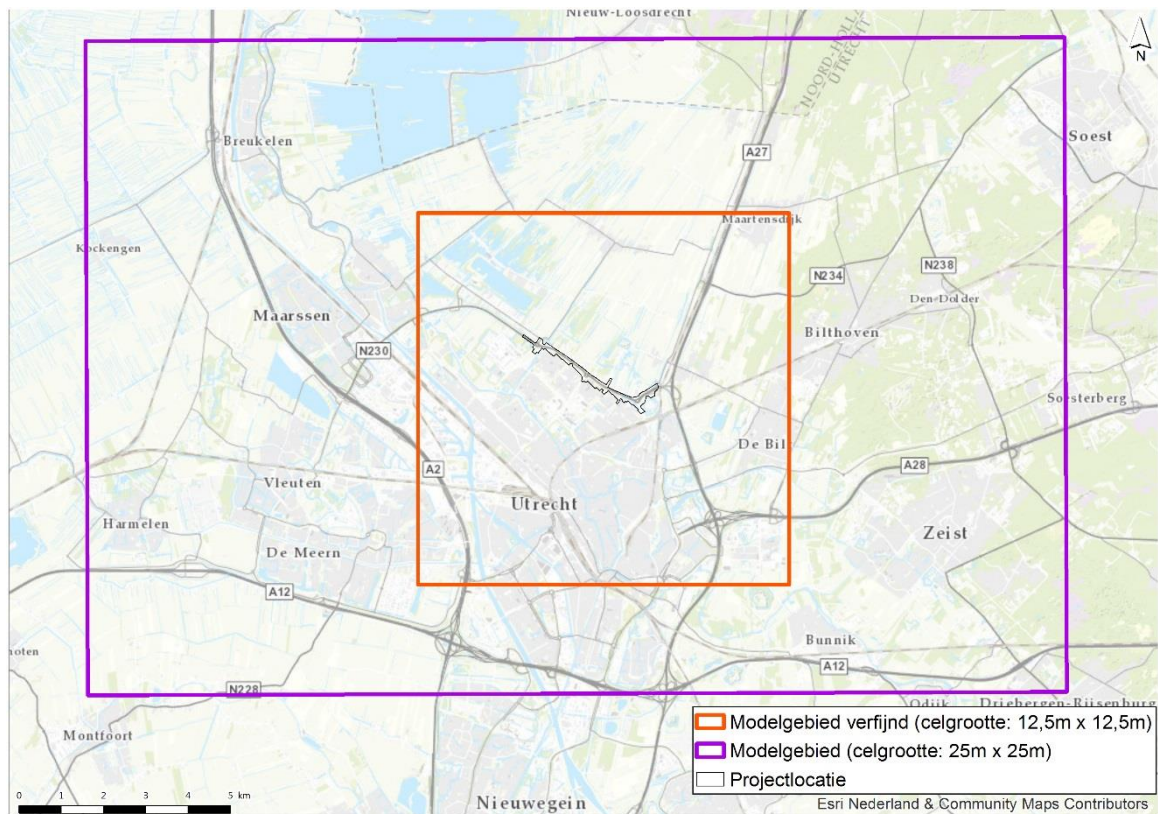
I.2 Modelversie

Ten opzichte van rapport concept 01 is het grondwatermodel verfijnd en aangepast. Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op de horizontale doorlatendheid en de verticale weerstand van de bovenste modellagen (laag 1 en 2). Uit de gevoeligheidsanalyse is gebleken dat het model sterk gevoelig is voor de deklaagweerstand. Daarop is de oorspronkelijke deklaagweerstand vergeleken met het aangeleverde bodemonderzoek. De oorspronkelijke deklaagweerstand was relatief hoog ten opzichte van de in het grondonderzoek aangetroffen klei en veendiktes. Daarop is het model aangepast door de deklaagweerstand met 0,5 te vermenigvuldigen. De modelprestaties (vergelijking berekend ten opzichte van gemeten) zijn daardoor verbeterd (gemiddelde fout is afgenomen). Daarom is gerekend met het aangepaste model, met de lagere deklaagweerstand. Consequentie daarvan is dat de berekende effecten van de bemalingen ten opzichte van de voorgaand gepresenteerde effecten (in concep01 rapport) zijn toegenomen.

I.3 Uitsnede modelgebied en verfijning

Het modelgebied is gekozen dat de modelranden niet van invloed zijn op de verlagingscontouren. Afbeelding I.1 toont het modelgebied. Het middelste deel van het modelgebied, rondom de projectlocatie is verfijnd.

Afbeelding I.1 Opzet modelgebied



Het model bestaat in het verfijnde deel uit modelcellen van 12,5 x 12,5 m en is opgebouwd uit 10 modellagen.

I.4 Modelperiode

Er wordt stationair gerekend (niet tijdsafhankelijk). Voor het vaststellen van invoerwaarden is de modelperiode 2008-2017 gekozen.

I.5 Modelschematisatie

De modelschematisatie is gebaseerd op de lagenmodule van REGIS v2.2, zoals beschikbaar via het NHI. Met deze tool worden de REGIS v2.2 lagen omgezet in modellagen, en worden geohydrologische parameters toegekend. Deze tool is de meest recente tool en daarmee te verkiezen boven het gedateerde HYDROMEDAH-model.

Als ondergrens is de Formatie van Maassluis gekozen. Deze kleilaag is uniform aanwezig en geldt voor dit onderzoek als geohydrologische basis. Hieronder is de schematisatie weergegeven.

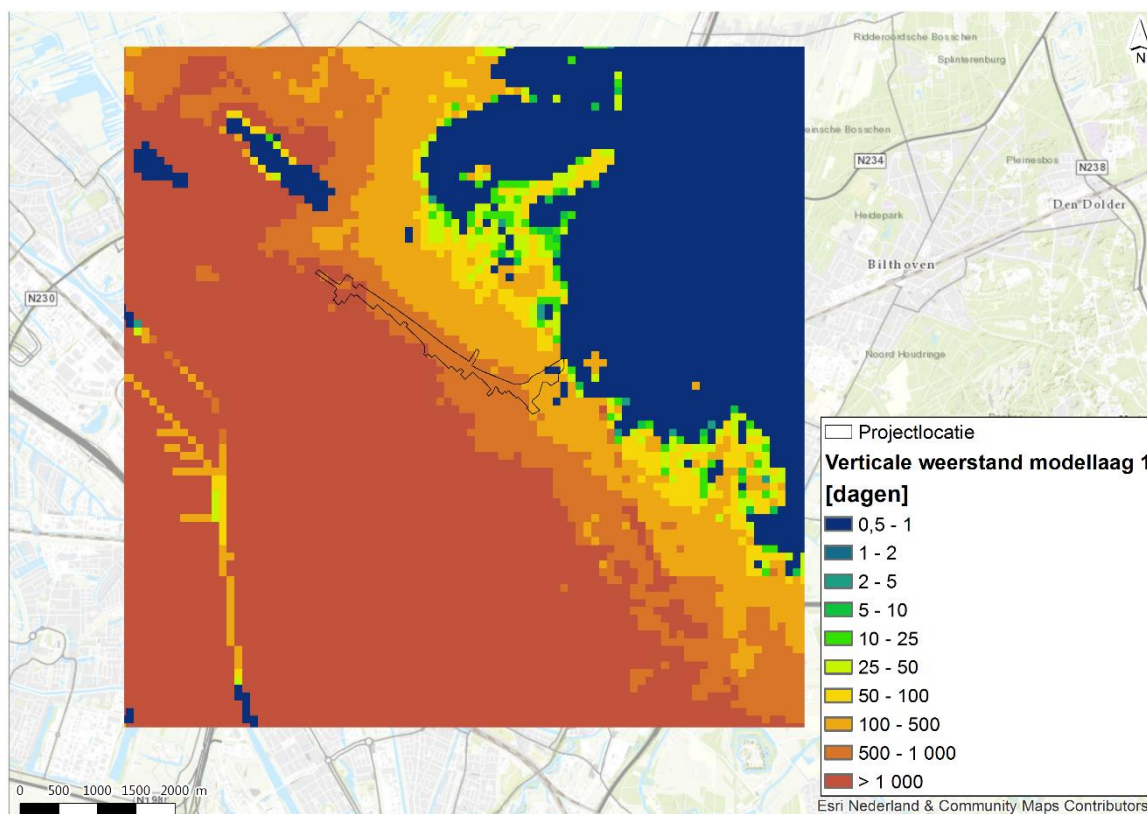
Tabel I.1 Modelschematisatie

Van (m NAP)	Tot (m NAP)	Lithologie	Formatie	Geohydrologie	Modellaag
+2	-5	matig tot fijn zand met lokaal klei- en veenlagen.	holocene afzettingen	deklaag	1
-5	-45	matig fijn zand lokaal: kleilaag	formaties van Boxtel, Kreftenheye, Drente, Urk en Sterksel	1 ^e watervoerende pakket	2, 3, 4, 5 en 6
-45	-50	klei	formatie van Waalre	1 ^e scheidende laag	7
-50	-160	matig fijn tot grof zand	formatie van Peize Waalre, Formatie van Maassluis (zand)	2 ^e watervoerende pakket	8, 9, 10
-160	dieper	afwisselend klei en zandlagen	formatie van Maassluis (klei)	geohydrologische basis	-

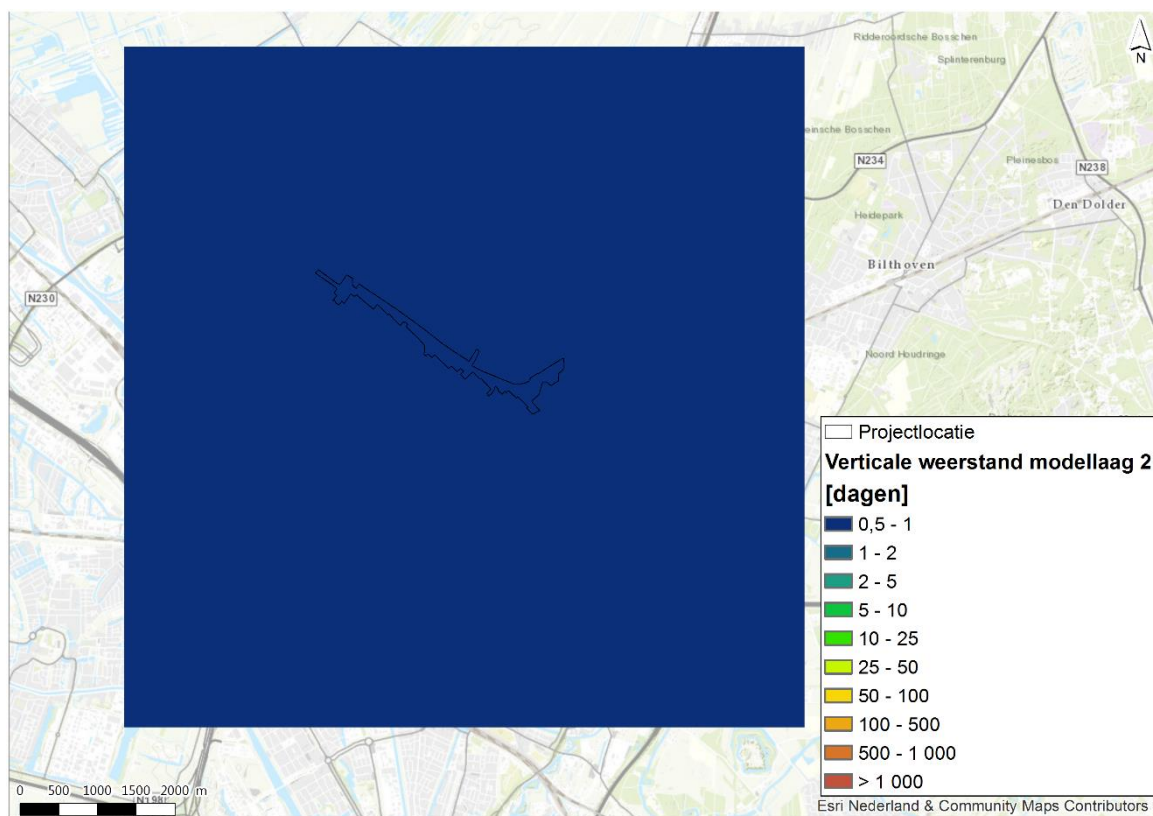
I.6 Modelparameters

Voor het invoeren van de bemalingen en de werking van het model zijn de invoerparameters van de bovenste modellagen het meest relevant. In afbeeldingen I.2 tot en met I.6 zijn de invoerwaarden (horizontale doorlatendheid en verticale weerstand) van de bovenste modellagen gepresenteerd.

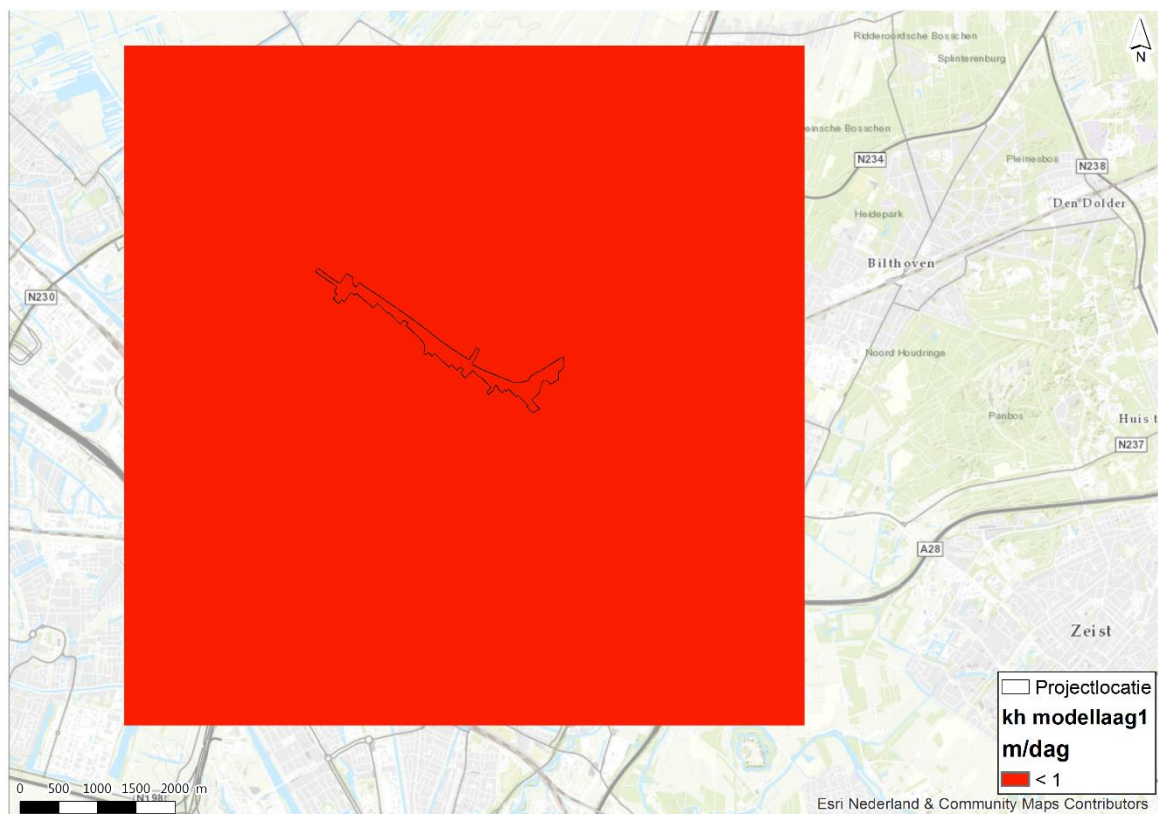
Afbeelding I.2 Verticale weerstand modellaag 1 (deklaag)



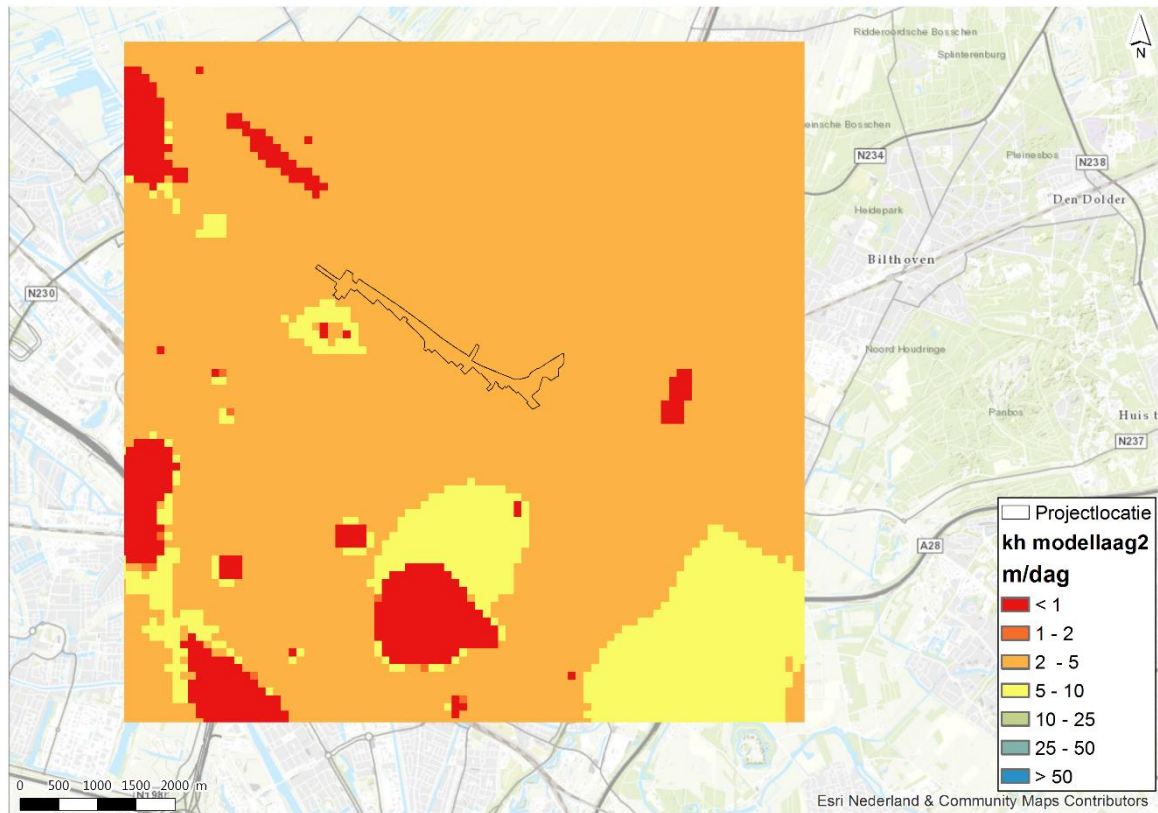
Afbeelding I.3 Verticale weerstand modellaag 2 (watervoerend pakket)



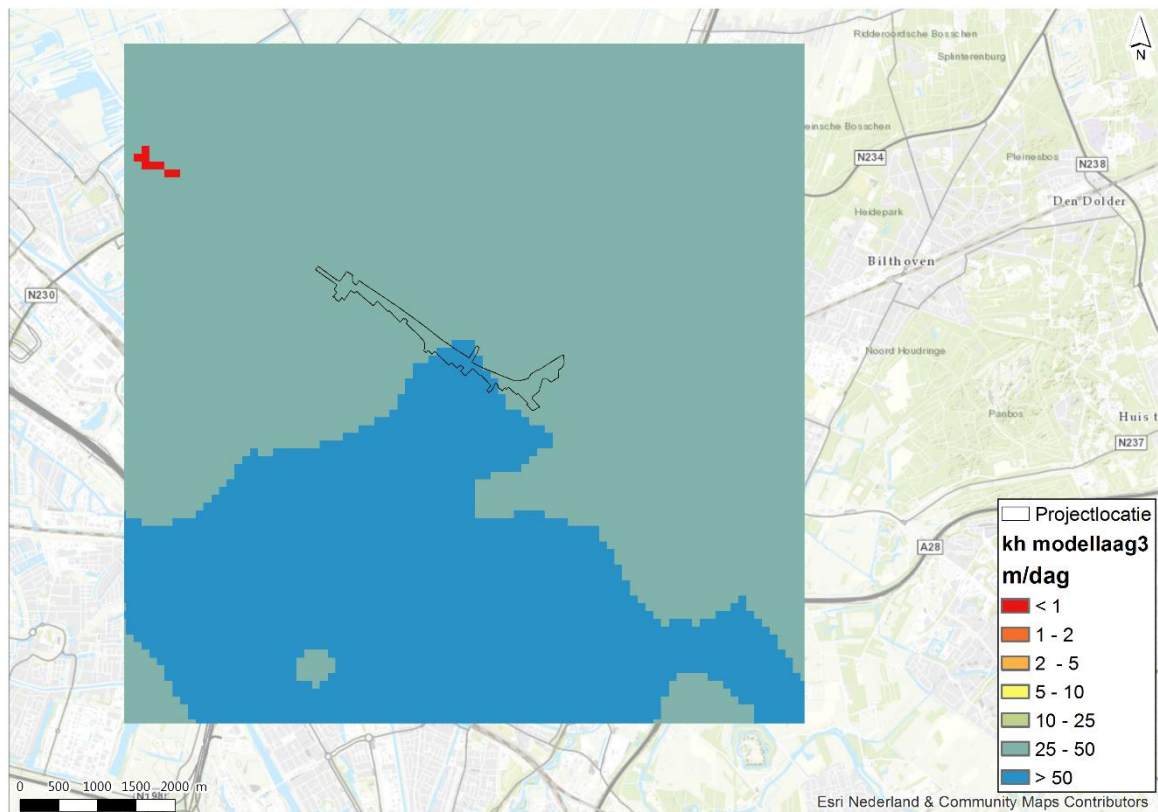
Afbeelding I.4 Horizontale doorlatendheid modellaag 1 (deklaag)



Afbeelding I.5 Horizontale doorlatendheid modellaag 2 (watervoerend pakket, Boxtel zanden)



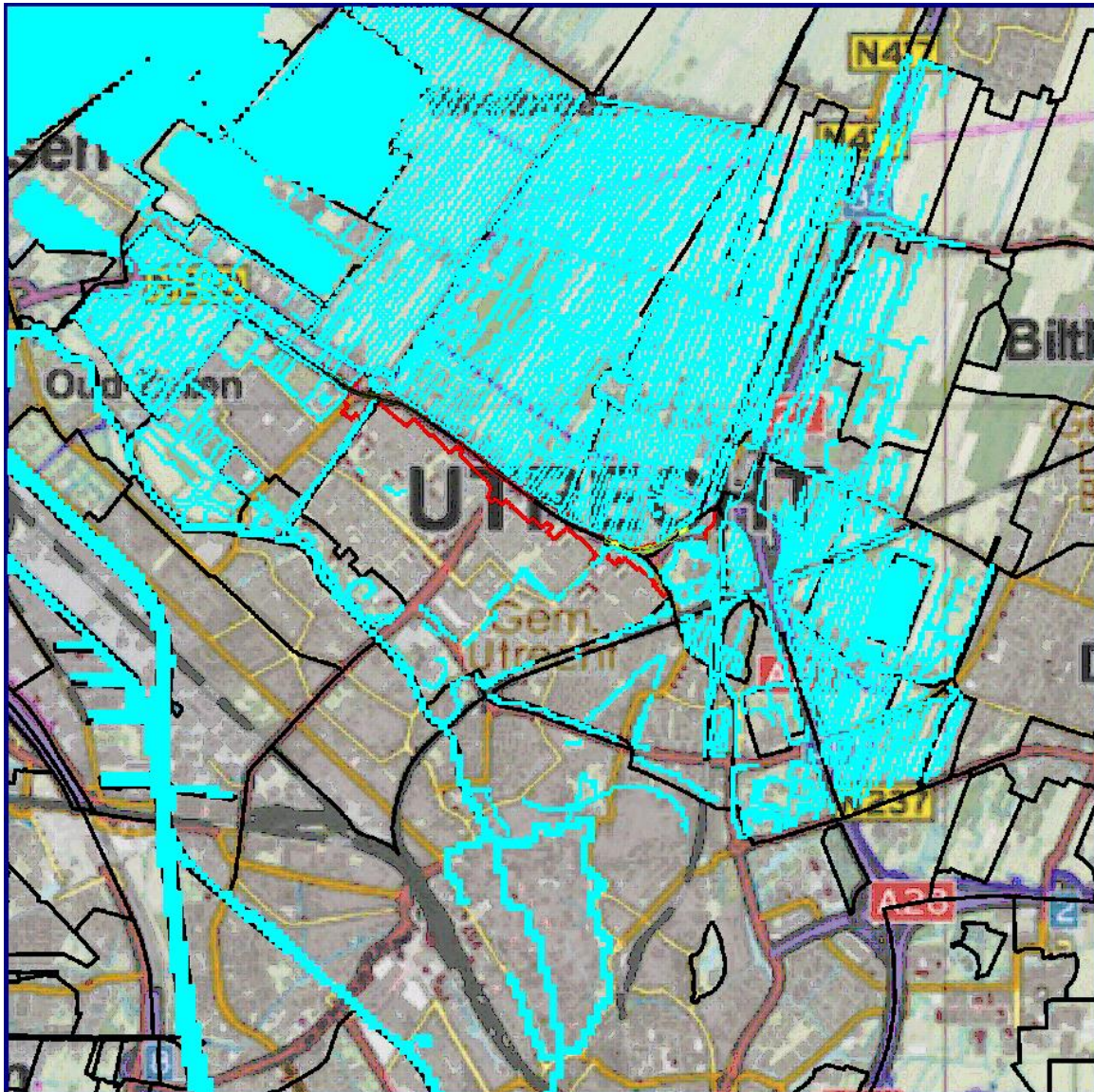
Afbeelding I.6 Horizontale doorlatendheid modellaag 3 (watervoerend pakket, Kreftenheye zanden)



I.7 Topsysteem - watergangen

De watergangen zijn ingevoerd conform de peilen en ligging van de watergangen zoals aangeleverd door AGV en HDSR (zie ook afbeelding 4.3). Omdat er stationair wordt gerekend, zijn de gemiddelde peilen (gemiddelde tussen zomer- en winterpeil) ingevoerd. Als bodemweerstand is uitgegaan van een in- en uittreeweerstand van circa 5 dagen (uitgaande van een watergang van 2 m breedte). Als bodemhoogte is gemiddeld circa 1 m onder de waterlijn aangehouden. Behalve voor de grotere watergangen (Amsterdam Rijnkanaal, Vecht), deze kennen een bodemniveau van enkele meters onder de waterlijn en snijden in tot in het watervoerende pakket.

Afbeelding I.7 Watergangen ingevoerd in het grondwatermodel, weergegeven in blauw. In omliggende peilvakken (langs de randen van het verfijnde modelgebied) zijn peilen middels een General Head Boundary vlakdekkend ingevoerd. Daarvoor is een weerstand van 100 dagen aangehouden



I.8 Topsysteem - neerslag/verdamping

De neerslag en verdamping is ingeladen via het NHI Dataportaal. Op deze site is een langjarig gemiddelde grondwateraanvulling berekend door MetaSWAP. Hierin wordt rekening gehouden met verschillend landgebruik. De aanvulling is in het grondwatermodel ingevoerd.

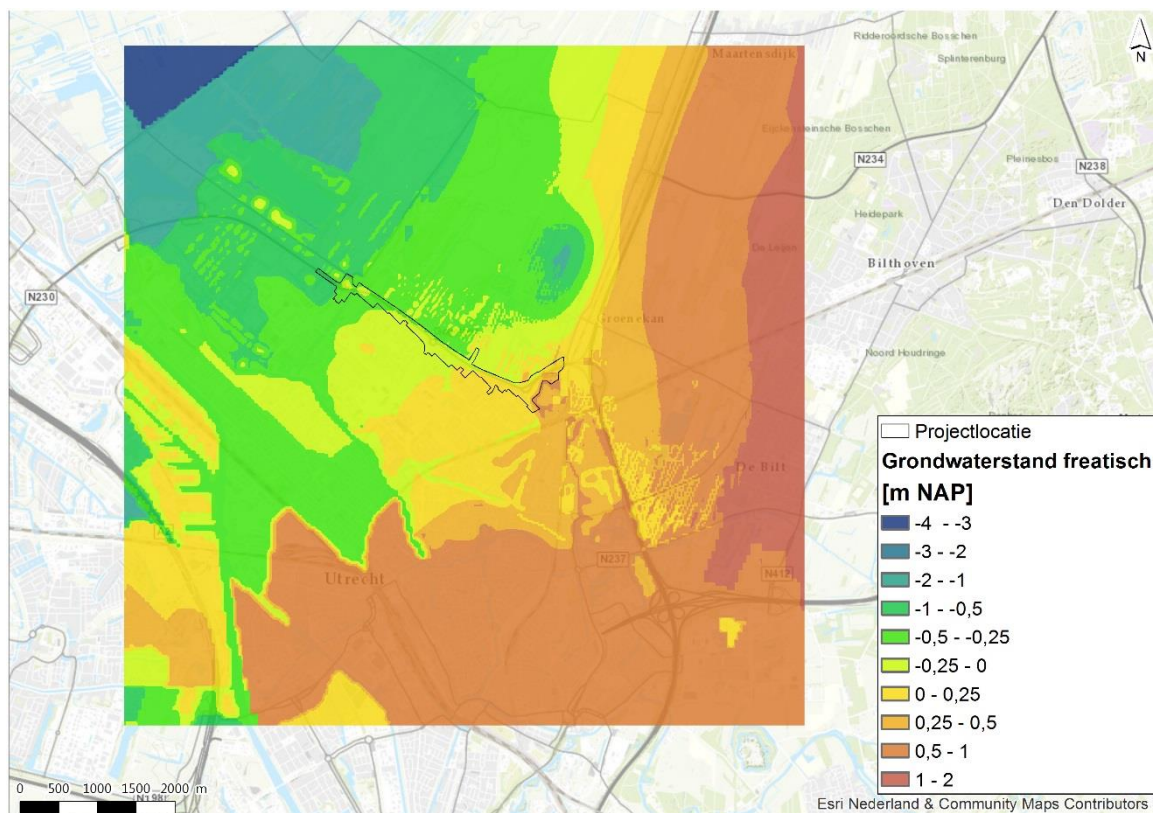
I.9 Grondwateronttrekkingen

Bij de provincies (Noord-Holland, Utrecht) zijn de gegevens van de grondwateronttrekkingen opgevraagd. De jaardebieten van de jaren 2012 tot en met 2016 zijn ontvangen. Hiervan is een gemiddeld jaardebiet bepaald. Behalve debieten zijn ook de filterdieptes aangeleverd. Op basis daarvan is bepaald in welke modellaag de onttrekking zich bevindt. Vervolgens is met behulp van luchtfoto's gekeken naar de putconfiguratie, en zijn de onttrekkingen in het model ingevoerd in de betreffende modellaag en op de betreffende locaties.

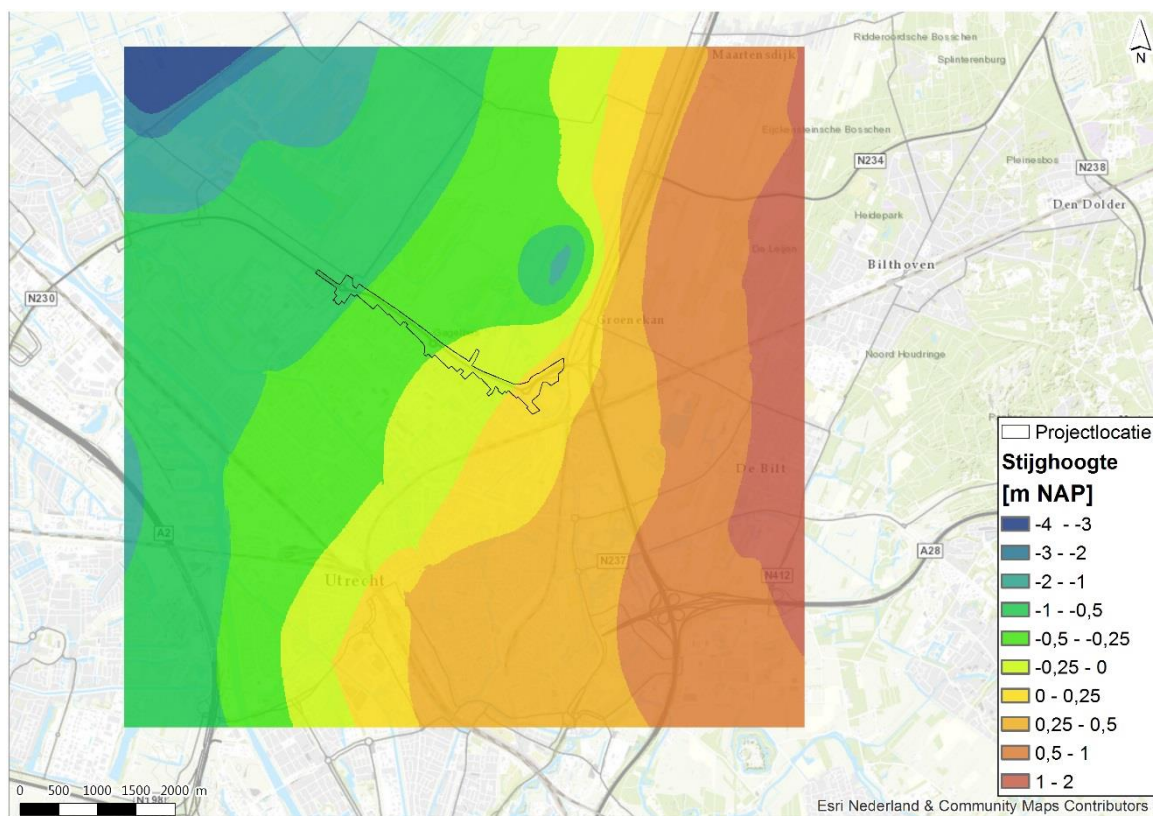
I.10 Referentiesituatie - berekende grondwaterstand en stijghoogte

Afbeelding I.8 geeft de berekende freatische grondwaterstand weer voor de referentiesituatie, in het verijnde deel van het grondwatermodel. Afbeelding I.9 de berekende stijghoogte.

Afbeelding I.8 Berekende freatische grondwaterstand met het referentiemodel



Afbeelding I.9 Berekende stijghoogte met het referentiemodel



In het stijghoogtepatroon is het effect van de onttrekking van Groenekan waarneembaar, evenals een verlaging bij de noordwestelijk gelegen polders.

I.11 Controle referentiemodel aan peilbuismetingen

Er is een gemiddelde situatie geschematiseerd. Dus gemiddelde neerslag, verdamping, waterpeilen. De berekende grondwaterstanden zijn vervolgens gevalideerd aan gemiddeld gemeten grondwaterstanden binnen de gekozen modelperiode (2008 - 2017). Er is een peilbuisselectie gemaakt van peilbuizen die binnen die periode betrouwbare meetreeksen hebben.

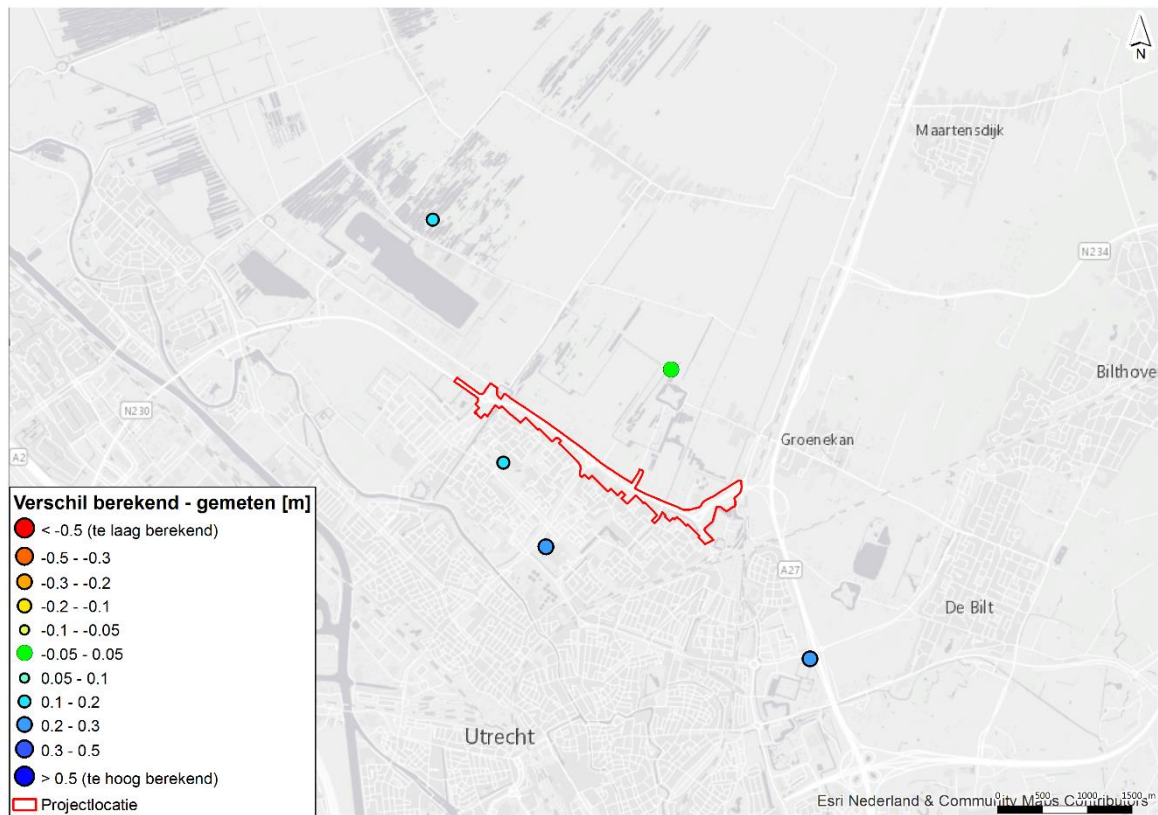
Tabel I.2 toont het verschil tussen gemeten en berekende grondwaterstanden.

Tabel I.2 Statistieken grondwatermodel

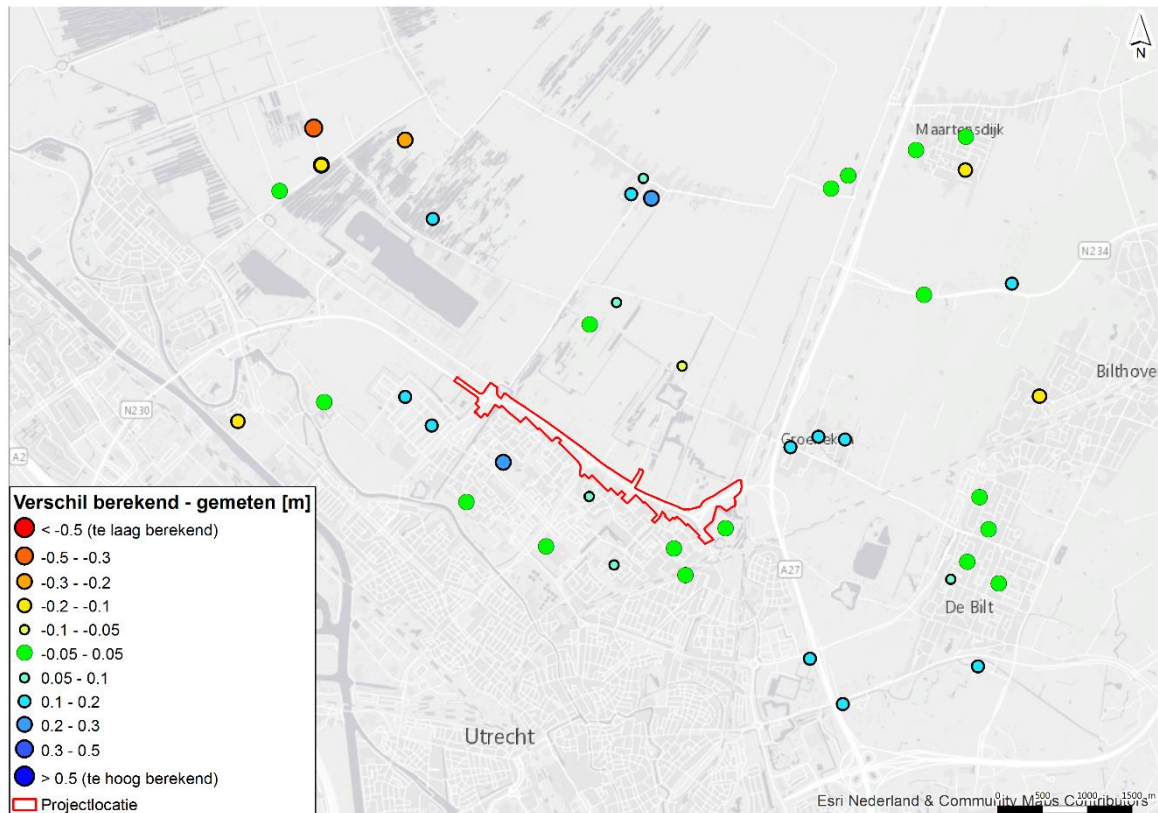
Statistiek	Verskil (m)	Absoluut verschil (m)
gemiddeld verschil tussen berekend - gemeten (freatisch)	0,16	0,16
gemiddeld verschil tussen berekend - gemeten (stijghoogte)	0,03	0,11

De verschillen tussen gemeten en berekende grondwaterstand en stijghoogte zijn in afbeelding I.10 en afbeelding I.11 weergegeven.

Afbeelding I.10 Verschil tussen berekende grondwaterstand en gemiddelde van gemeten grondwaterstand



Afbeelding I.11 Verskil tussen berekende stijghoogte en gemiddelde van gemeten stijghoogte



I.12 Conclusie grondwatermodel

Het model presteert in de omgeving van de projectlocatie gemiddeld goed. Wat verder weg van de projectlocatie, aan de noordwestelijke kant van het model zitten grotere verschillen tussen berekend en gemeten. De gemiddelde afwijking over de peilbuizen die de stijghoogte meten is -0,03 m. Het gemiddeld absolute verschil is 0,11 m. Gezien de grote variatie (verhang) in stijghoogte binnen het modelgebied (minimaal is circa NAP -4 m, maximaal is circa NAP +2 m, dus verloop van 6 m binnen modelgebied), is het berekende verschil tussen berekend en gemeten acceptabel (vuistregel is dat het absoluut verschil minder dan 5 % van variatie binnen modelgebied mag zijn, in dit geval is dat circa 2 %).



BIJLAGE: GEOTECHNISCHE ANALYSE RISICO ZETTINGEN PANDEN GAGELPOLDER

NOTITIE

Onderwerp	Geotechnische analyse
Project	Geohydrologisch onderzoek NRU
Opdrachtgever	Gemeente Utrecht
Projectcode	105579
Status	Definitief 02
Datum	4 juni 2018
Referentie	105579/18-008.649
Auteur(s)	R. Sawhney MSc

Gecontroleerd door	ir.drs. R.E.P. de Nijs CEng
Goedgekeurd door	ir. T.H. van Wee
Paraaf	

Bijlage(n)	Theoretische zettingen panden Gagelpolder
------------	---

Aan	Gemeente Utrecht	R. Evelein
Kopie	Gemeente Utrecht	D. Visscher, J. van der Woude

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Vanwege de grote verkeersdruk op de Noordelijke Rondweg Utrecht (NRU) en de hiermee gepaard gaande overlast voor de bewoners van de wijk Overvecht heeft de Raad besloten drie ongelijkvloerse kruisingen te maken waarvan minimaal één verdiept. De drie kruisingen betreffen het Robert Kochplein, het Henri Dunantplein en het Gandhiplein. In afbeelding 1.1 ligging is het plangebied weergegeven, met de ligging van de verkeerspleinen.

Afbeelding 1.1 Ligging plangebied



1.2 Doel notitie

In deze notitie wordt de grondzetting bepaald die kan optreden als gevolg van grondwateronttrekkingen in de uitvoeringsfase, bij aanleg van een onderdoorgang. Daarnaast wordt het effect van zettingsverschil op een aantal aandachtspanden bepaald. Deze notitie geldt als bijlage II bij het rapport 'Geohydrologische effectberekening NRU - zaaknummer 4135403'.

2 REFERENTIES

Voor onderhavig document is gebruik gemaakt van de volgende documentatie.

Normen en standaarden

- 1 NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels.

Grondonderzoek

- 2 Verkennend milieuhygiënisch en geotechnisch bodemonderzoek Noordelijke Randweg Utrecht (NRU), definitief revisie 02 - 23 januari 2017.

Software

- 3 D-Settlement versie 17.1 (Build 1.3); 2017; Deltares systems; Delft.

Rapport

- 4 Geohydrologisch onderzoek Noordelijke Randweg Utrecht - Geohydrologische effectberekeningen NRU - Groeidocument, 9 januari 2018.

- 5 Geohydrologisch onderzoek Noordelijke Randweg Utrecht - Uitgangspuntenrapport, 9 januari 2018.
- 6 Geohydrologisch onderzoek Noordelijke Randweg Utrecht - Geohydrologische effectberekening NRU - zaaknummer NRU 4135403, 26 maart 2018.

Publicatie

- 7 Boscardin, M. D., and Cording, E. J (1989). Building response to excavation-induced settlement. Journal of Geotechnical Engineering 115.
- 8 Skempton, A W and MacDonald, D H (1956). Allowable settlement of buildings. Proc Inst Civ Engrs, Part III, Vol 5, pp 727-768.

3 UITGANGSPUNTEN

3.1 Bodemopbouw en geotechnische parameters

Voor de zettingenanalyse is het bemaalen gebied verdeeld in 2 secties namelijk de Overvecht zijde en de Gagelpolder. De Overvecht zijde betreft in hoofdzaak recente, onderheide betonskeletbouw, waar met een algemene analyse kan worden volstaan. De objecten in de Gagelpolder zijn oudere panden, welke meer analyse vereisen.

De gelaagdheid (grondlagen) is bepaald op basis van beschikbare sonderingen die zijn uitgevoerd nabij de voorgestelde locatie van de 3 pleinen, namelijk Robert Kochplein, Henri Dunantplein en Gandhiplein [ref. 2].

Omdat de sonderingen en boringen alleen beschikbaar zijn langs de NRU, zijn ook de beschikbare boringen vanuit DINloket geanalyseerd om zo een beter beeld te krijgen van het bodemprofiel aan de 2 zijden van de randweg, dat wil zeggen Overvecht zijde en Gagelpolder. Op basis van de beschikbare boringen en de sonderingen zijn de bodemparameters afgeleid. Gezien het brede bereik van conusweerstand, (q_c -waarden) is de conusweerstand zo gekozen dat dit leidt tot de meest conservatieve resultaten.

3.1.1 Overvecht

De grondparameters zijn bepaald op basis van de NEN9997-1. Tabel 3.1 toont per bodemlaag van het bodemprofiel de aangehouden parameterwaarden voor de Overvecht zijde. De gemiddeld aangehouden grondwaterstand bedraagt NAP -0,5 m.

Tabel 3.1 Overzicht grondopbouw en grondparameters (Overvecht zijde)

Grondlaag	b.k. laag (NAP m)	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kN/m ²)
zand, schoon, los	1,5	17 / 19	30,0	0
zand, schoon, matig	-26,0	18 / 20	32,5	0

3.1.2 Gagelpolder

De grondparameters zijn bepaald op basis van de NEN9997-1. Tabel 3.2 toont per bodemlaag van het bodemprofiel de aangehouden parameterwaarden voor de Gagelpolder. Het bodemprofiel is gebaseerd op een maatgevend boorprofiel. Dit profiel is opgenomen in afbeelding 3.1. De gemiddeld aangehouden grondwaterstand bedraagt NAP -0,20 m, gebaseerd op geohydrologische analyse.

Tabel 3.2 Overzicht grondopbouw en grondparameters (Gagelpolder)

Grondlaag	b.k. laag (NAP m)	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ (kN/m ³)	φ' (°)	c' (kN/m ²)
klei, zwak zandig, slap	0,3	19 / 21	35,0	0
veen, slap	-0,3	18 / 20	32,5	0
zand, schoon, los	-0,9	17 / 19	30,0	0
zand, schoon, matig	-26,0	18 / 20	32,5	0

Afbeelding 3.1 Maatgevend boorprofiel voor Gagelpolder ten behoeve van zettingsanalyse

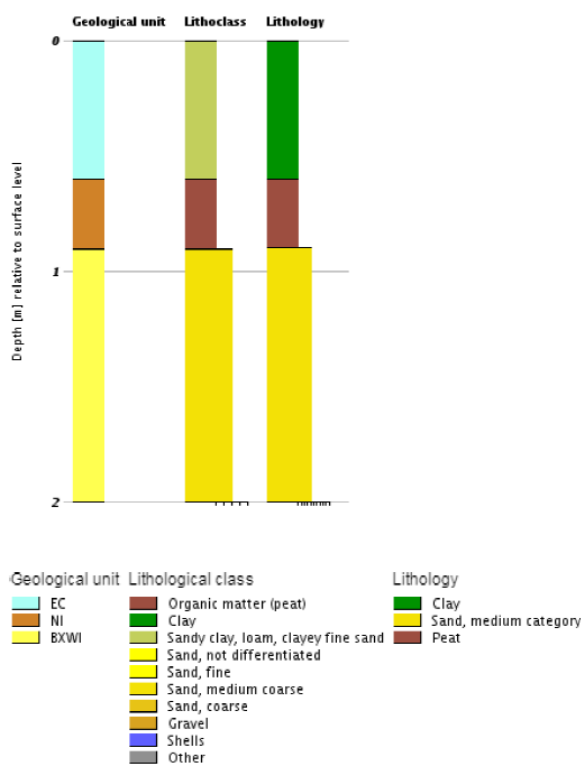
Borehole description and interpretation GeoTOP v1.3

Identification: B31H2138

Coordinates: 135740, 460030

Surface level: 0.30 m

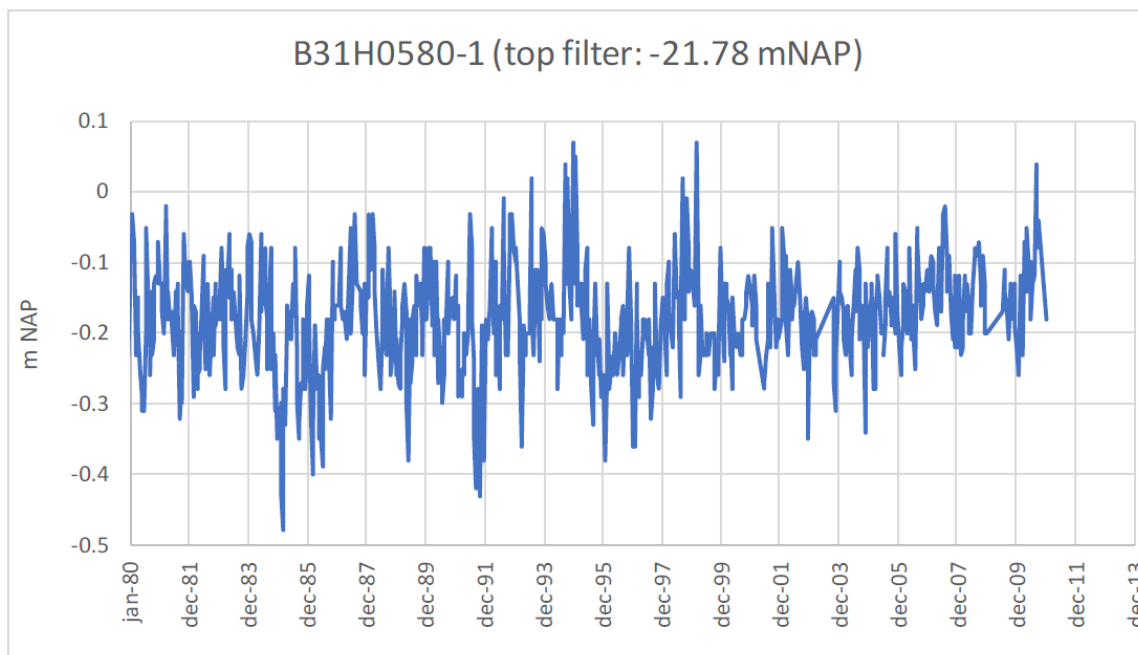
Depth relative to surface level: 0.00 m - 2.00 m



3.2 Fluctuaties van het grondwater

Van de peilbuis gelegen langs de Albert Schweitzerdreef (tussen Robert Kochplein en Henri Dunantplein) zijn de metingen hieronder weergegeven. De gemeten stijghoogte fluctueert grofweg tussen minimaal NAP -0,5 m en maximaal NAP +0,1 m. Dit is weergegeven in afbeelding 3.2. Op basis hiervan wordt pre-overburden pressure van 5 [kN/m²] meegenomen in de analyse.

Afbeelding 3.2 Meetreeks peilbuis B31H0580 [ref. 5]



3.3 Verlagen grondwaterstand als gevolg van bemalingen ten behoeve aanleg toeritten

Overvecht zijde

Aan de Overvecht zijde wordt uitgegaan van een maximale verlaging van de grondwaterstand van 1 m ter hoogte van zettingsgevoelige panden.

Gagelpolder

De verlagingen van de grondwaterstand zijn per locatie van zettingsgevoelige panden ingevoerd. Op die manier is per (bekende) zettingsgevoelig pand het effect van de verlagingen op mogelijke zettingen bepaald.

4 THEORIE

Het gewicht van het bovenliggende materiaal boven een watervoerende laag is de totale spanning, verticaal naar beneden. De totale spanning σ , wordt in evenwicht gehouden door de waterdruk in de aquifer laag, u , en door de effectieve spanning σ' , die is ontwikkeld vanuit het aquifer bodemskelet, verticaal naar boven.

Tijdens bemalen zal door de verlaging van de waterdruk, de effectieve stress, ontwikkeld door het bodemskelet, toenemen. Deze lagere waarde van waterdruk en hogere waarde van effectieve spanning resulteert in samendrukking en verdichting van de grond en de korrelmatrix.

Hoeveel de bodem zal vervormen of comprimeren, is ook afhankelijk van de hoeveelheid belasting waaraan het bodemskelet eerder is blootgesteld.

5 ZETTING ANALYSE

Voor het inschatten van het risico op optreden van zettingen als gevolg van de bemaling is gebruik gemaakt van softwarepakket D-settlement, versie 16.1.

5.1 Berekeningsparameters

De samendrukkingseigenschappen van de grond zijn bepaald op basis van NEN9997-1. In tabel 5.1 wordt de beschrijving gegeven van samendrukkingseigenschappen van elke bodemlaag weergegeven.

Tabel 5.1 Aangehouden samendrukkingseigenschappen van de grondlagen

Grondlaag	Pre-overburden pressure (POP) [kN/m ²]	Reloading/swelling ratio (RR)	Compression ratio (CR)	Coefficient of secondary compression (Ca)
klei, zwak zandig, matig	5,0	0,0767	0,2300	0,0092
veen, slap	5,0	0,1533	0,4600	0,0230
zand, schoon, los	5,0	0,0038	0,0115	0
zand, schoon, matig	5,0	0,0013	0,0038	0

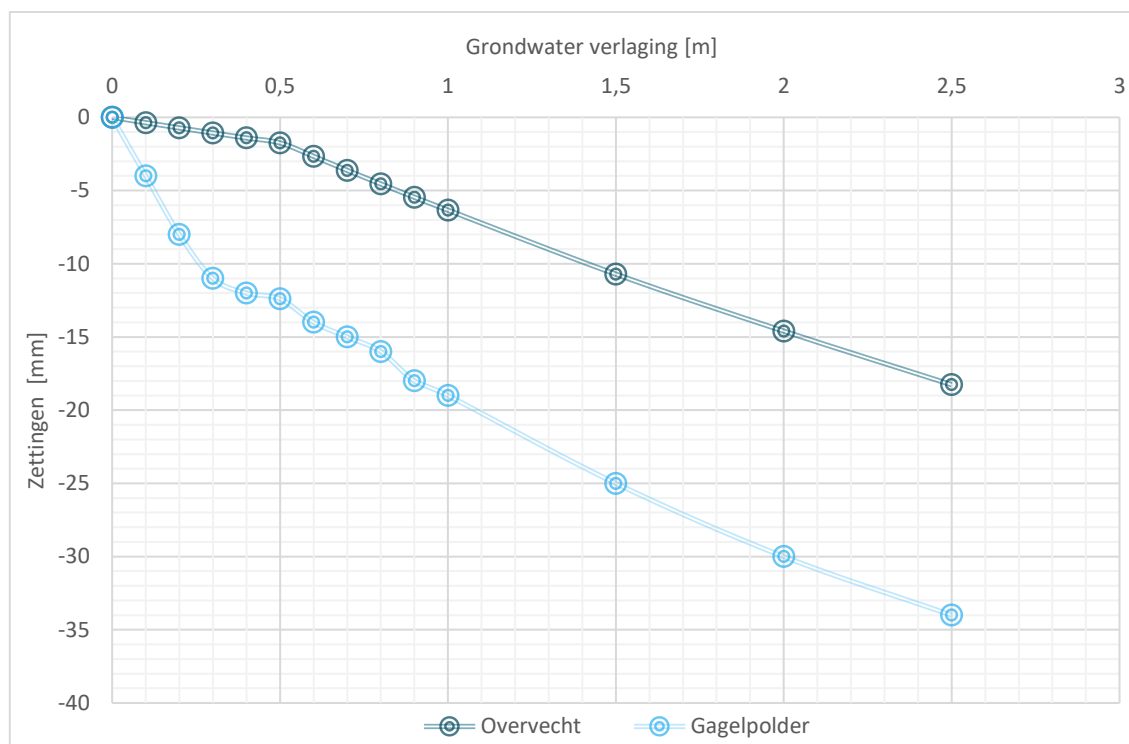
5.2 Berekeningsprocedure

De inschatting van de zettingen worden berekend op basis van de berekeningen van NEN-Bjerrum en het consolidatiemodel van Darcy. De eindzetting wordt berekend voor een duur van 180 dagen (6 maanden).

5.3 Resultaten

De resultaten van de berekeningen met D-settlement zijn gepresenteerd in afbeelding 5.1.

Afbeelding 5.1 Plot van relatie tussen grondwaterverlaging en zettingen op 2 locaties (Overvecht zijde en Gagelpolder)



De maximaal berekende verlagingen van de grondwaterstand bij zettingsgevoelige panden is aan de Overvecht zijde 0,75 m. Uit de berekeningen volgt dat bij die verlaging van de grondwaterstand de maximaal berekende theoretische zetting circa 4 mm is.

Voor de panden in de Gagelpolder is in detail gekeken naar het effect van de verlagingen op mogelijke (theoretische) zettingen. Er is een lijst opgesteld met zettingsgevoelige panden [ref. 2]. Van deze panden is per adres bepaald wat het effect is van de verlagingen conform varianten 1, 2 en 3 (bemalingen Ghandi-, Dunant- en Kochplein) door uit afbeelding 5.1 de berekende theoretische zetting af te lezen bij de berekende verlaging. Het resultaat is opgenomen in bijlage I van dit document. De maximaal berekende theoretische zetting is 11 mm.

6 ZETTINGSVERSCHIL BIJ AANDACHTSPANDEN

De aandachtspanden en rijksmonumenten zijn geïdentificeerd op basis van de zettingsanalyse. In totaal zijn er 10 zettingsgevoelige objecten als aandachtspand aangemerkt. Voor deze panden is het zettingsverschil berekend. Dit is gedaan om het risico van structurele schade aan de panden als gevolg van bemaling te identificeren.

Om het zettingsverschil te bepalen, is eerst per pand het verschil in berekende verlaging van de grondwaterstand aan de voor- en achterzijde vastgesteld. Op basis van het verschil in grondwaterverlaging op de plaats van het object is de zetting uitgelezen uit de grafiek. Vervolgens is het zettingsverschil berekend.

In deze berekening is het funderingsniveau aangehouden op 0,8 m beneden maaiveld en is de aldaar aangehouden bodemopbouw opgenomen in de berekening. Het is daarbij in de praktijk aannemelijk dat voorafgaande aan de bouw een bodemverbetering is uitgevoerd, maar daar wordt in het kader van de risicobeschouwing voornamelijk niet van uitgegaan. Een pandschouw en/of (hand)boring kan uitsluitsel geven.

De waarden en het resultaat van de analyse is voor de aandachtspanden en rijksmonumenten beschreven in respectievelijk sectie 6.1 en sectie 6.2.

6.1 Panden

In tabel 6.1 zijn de berekende grondwaterstandsverlagingen per aandachtspand weergegeven.

Tabel 6.1 Berekende grondwaterstandsverlaging per pand, voor de voor- en achterzijde

Adres	Object	Grondwaterstand (reference) [m NAP]	Max. verlaging (s_{max}) [m]	Min. verlaging (s_{min}) [m]
Gageldijk 182	bedrijfspan	-0,32	-0,32	-0,15
Gageldijk 94 en a	woningen	-0,23	-0,28	-0,2
Gageldijk 95	woning	-0,23	-0,28	-0,2
Gageldijk 3a	oprit -afrit	-0,03	-0,27	-0,05
Kapelweg 6	woning	0,43	-0,26	-0,24
Kapelweg 10	gebouw	0,41	-0,28	-0,2

In tabel 6.2 zijn de zettingsverschil waarden weergegeven per aandachtspand.

Tabel 6.2 Kritische zettingsgevoelige panden - zettingsverschil

Adres	Max. zetting (s_{max}) [mm]	Min. zetting (s_{min}) [mm]	Zettingsverschil (Δ) [mm]
Gageldijk 182	7,0	5,0	2,0
Gageldijk 94 en a	9,0	8,0	1,0
Gageldijk 95	9,0	8,0	1,0
Gageldijk 3A	14,0	3,0	11,0
Kapelweg 6	23,0	21,0	2,0
Kapelweg 10	23,0	17,0	6,0

Het maximale berekende zettingsverschil is 11 mm, bij Gageldijk 3A.

6.2 Rijksmonumenten

In tabel 6.3 zijn de maximum en minimum grondwaterverlaging waarden weergegeven voor de zettingsgevoelige rijksmonumenten.

Tabel 6.3 Berekende grondwaterstandsverlaging per pand, voor de voor- en achterzijde

Adres	Object	Grondwaterstand (reference) [m NAP]	Max. verlaging (s_{max}) [m]	Min. verlaging (s_{min}) [m]
Kapelweg 11	woonhuis	-0,32	-0,32	-0,15
Kapelweg 25	woonhuis	-0,23	-0,28	-0,2
Kapeldwarsweg 21	kerk	-0,23	-0,28	-0,2

In tabel 6.4 zijn de zettingsverschil waarden weergegeven per rijksmonumenten.

Tabel 6.4 Kritische zettingsgevoelige Rijksmonumenten - zettingsverschil

Adres	Max. zetting (s_{max}) [mm]	Min. Zetting (s_{min}) [mm]	Zettingsverschil(Δ) [mm]
Kapelweg 11	21,0	17,0	4,0
Kapelweg 25	21,0	18,0	3,0
Kapeldwarsweg 21	13,0	2,0	11,0

Het maximale berekende zettingsverschil is 11 mm, bij de Kapeldwarsweg 21. Dit is een relatief groot verschil in zetting voor de geringe 'aandrijving' (i.e. de verlaging van de grondwaterstand). Een kerk is een relatief zwaar gebouw, zodat de initiële spanning beneden de fundering al wel vrij hoog zal zijn en daarmee het bijkomende effect van de verlaging minder zal zijn dan de berekende zettingen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat grondverbetering is toegepast bij het maken van de fundering van de kerk. Een pandschouw en/of (hand)boring kan hierover uitsluitsel geven.

7 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

De mate van schade aan een gebouw als gevolg van zetting van de ondergrond hangt af van de mate van optredende rek en/of relatieve rotatie in het gebouw. De maximale toegelaten relatieve rotatie van constructies in open skeletbouw, skeletbouw met wanden, dragende wanden of doorgaande metselwerkwanden is waarschijnlijk niet hetzelfde maar varieert waarschijnlijk tussen ongeveer 1:200 en 1:300. Voor veel constructies is een totale maximale relatieve rotatie van 1:500 toelaatbaar (NEN9997-1:2012 art. 2.4.9 en appendix H [ref. 1]). Voor bestaande bouw wordt echter een strenger criterium aanbevolen, om initiële scheefstand te onderkennen. Het criterium 1/750 wordt toepasbaar geacht voor monumentaal metselwerk woonhuizen. De herkomst wordt navolgend toegelicht.

Skempton en MacDonald (1969) [ref. 8] hebben een schadecriterium vastgesteld. Het is gebaseerd op de zettingsverschil (Δ) en de afstand tussen 2 punten (L). Op basis van hun onderzoek is geconcludeerd dat de grenswaarde van Δ/L voor het veroorzaken van scheuren in wanden en scheidingswanden 1/300 is en dat de waarden van Δ/L groter dan 1/150 structurele schade zullen veroorzaken. Skempton en MacDonald adviseerden om ' Δ/L ' boven de 1/500 te vermijden en als het bijzonder gewenst was om schade aan een pand te voorkomen, zou dit cijfer wel eens kunnen worden verlaagd tot 1/1.000.

De analyse levert een maximale zettingsverschil van 11 mm op slechts 2 adressen. Deze 2 kritische adressen (namelijk Gageldijk 3A en Kapeldwarsweg 21) hebben beide een maximaal berekend zettingsverschil van 11 [mm]. Dit betreft 2 'grotere' panden: een kerk (rijksmonument) en het pand van het tuincentrum Overvecht. De lengte van deze panden is > 10 m waarmee ze dus voldoen aan het criterium van Δ / L gelijk aan minder dan 1/1.000 (en ook criterium van 1: 500 voorgeschreven door NEN9997 -1: 2012 [ref. 1]).

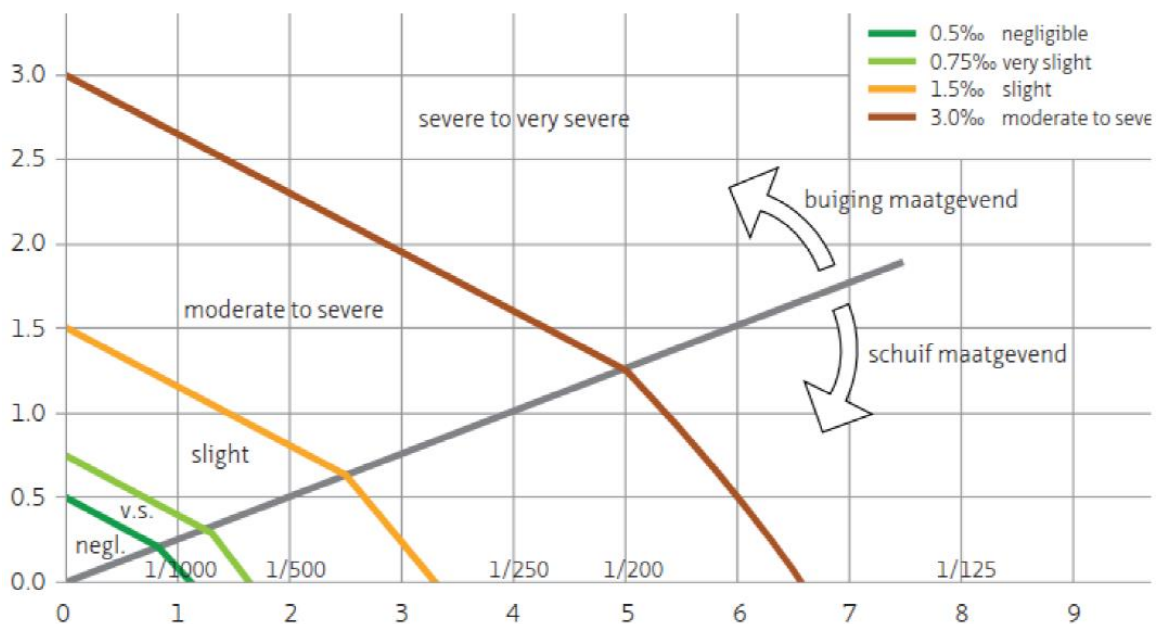
Op basis van deze (verkenkende) analyse is er dus wel risico op het optreden van zettingen en zettingsverschil. Het risico op het optreden van schade aan het pand als gevolg van het zettingsverschil wordt als relatief laag inschat. Hierbij worden de volgende kanttekeningen gemaakt: het bodemprofiel en de parameters die bij de analyse zijn gebruikt, zijn gebaseerd op de sonderingen ter plaatse van de Randweg N230 en boring van DINO-loket. Het gedetailleerde bodemonderzoek is niet aanwezig voor de beide zijden van de N230, dat wil zeggen Gagelpolder en Overvecht. Lokaal kan de bodemopbouw dus afwijken van de gehanteerde bodemopbouw. Bovendien kan de horizontale en verticale permeabiliteit van grond sterk variëren over de regio. Dit kan een aanzienlijke impact hebben op de zettingen. Daarom wordt aanbevolen om sowieso een monitoringsplan op (te laten) stellen waarbij alle zettingsgevoelige panden binnen de berekende invloedsgebieden plus alle aanwezige (rijks)monumenten gemonitord worden op zettingen.

Daarnaast wordt aanbevolen een meer gedetailleerde analyse uit te voeren in combinatie met de actieve monitoring. Daarmee kan de mate van schade aan de gebouwen worden bepaald met behulp Boscarding & Cordin (1989) methode [ref. 7].

In deze methode, afhankelijk van de mate van opgetreden relatieve rotatie en/of horizontale rek kan een beeld van de mate van opgetreden schade worden verkregen met afbeelding 7.1. Vervolgens geeft tabel 7.1 een beschrijving van het type schade en de consequenties.

Ook het uitvoeren van een pandschouw op initiële schade en scheefstand wordt aanbevolen. Een verzakt gebouw kan immers de noodzaak tot beheersmaatregelen verhogen.

Afbeelding 7.1 Toetsing relatieve rotatie (hoekverdraaiing) (x-as) en horizontale rek (y-as) aan grenswaarden bebouwing, geldig voor een L/H verhouding van 1 [ref. 7]



Tabel 7.1 Schadeklassen bebouwing (metselwerk) [ref. 7]

Beschrijving	Schadeklasse
negl./ verwaarloosbaar	0
v.s./ zeer lichte schade	1
slight/ lichte schade	2
moderate/ matige schade	3
severe/ ernstige schade	4
very severe/ zeer ernstige schade	5

Actieve monitoring helpt bij het bepalen van deze parameters om schade te voorkomen. Verschillende technieken kunnen worden geïmplementeerd om beweging te monitoren; van het installeren van op afstand bewaakte inclinometers, waar een aanzienlijke grondbeweging wordt vermoed, tot eenvoudige scheurbewaking, die de bewegingsrichting kan bepalen en of beweging gaande is. Ook nauwkeurigheidswaterpassingen op vooraf aangebrachte meetboutjes worden aanbevolen.

Om schade te voorkomen, moeten remediërende maatregelen van tevoren worden overwogen. Als een bepaald drempelniveau (veiligheidsniveau) wordt overschreden, kan de oplossing bestaan uit de installatie van retourbemaling op kritieke locaties (of gebouwen).

Tot slot dient de vastlegging van de initiële en actuele conditie van de belendende panden niet alleen voor de projectbewaking. Ook vermeende schade kan objectief worden beoordeeld.



BIJLAGE: THEORETISCHE ZETTINGEN PANDEN GAGELPOLDER

Adres	Groundwater level RI	Dewatering (rounded off)				Zettingen [m]		
		Ghandi2	Dunant3	Koch4	Ghandi22	Dunant33	Koch44	
Gageldijk 123A	-0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gageldijk 123A	-0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gageldijk 125	-0.68	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	0.00	
Gageldijk 167	-0.35	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	0.00	
Burgemeester Huydecoperweg 1	-0.82	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	0.00	
Gageldijk 192	-0.43	-0.20	0.00	0.00	0.008	0.00	0.00	
Gageldijk 182	-0.32	-0.30	0.00	0.00	0.011	0.00	0.00	
Gageldijk 104C	-0.28	-0.20	-0.10	0.00	0.008	0.004	0.00	
Gageldijk 99	-0.33	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	0.00	
Gageldijk 100A	-0.30	-0.20	-0.10	0.00	0.008	0.004	0.00	
Gageldijk 101	-0.31	-0.20	-0.10	0.00	0.008	0.004	0.00	
Gageldijk 103	-0.37	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	0.00	
Gageldijk 91A	-0.32	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 91A	-0.30	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 93	-0.41	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 94A	-0.23	-0.10	-0.30	0.00	0.004	0.011	0.00	
Gageldijk 95	-0.23	-0.10	-0.30	0.00	0.004	0.011	0.00	
Gageldijk 96	-0.30	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	0.00	
Gageldijk 97	-0.34	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	0.00	
Gageldijk 97A	-0.36	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	0.00	
Gageldijk 91	-0.30	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 84A	-0.39	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 84B	-0.32	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 86	-0.32	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	0.00	
Gageldijk 86B	-0.41	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 86A	-0.34	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 3A	0.03	0.00	-0.10	-0.30	0.00	0.004	0.011	
Gageldijk 12	-0.08	0.00	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	
Gageldijk 83	-0.25	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	0.00	
Gageldijk 83A	-0.22	0.00	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	
Gageldijk 4	-0.05	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	
Gageldijk 4A	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	
Gageldijk 4F - 4G	0.01	0.00	-0.10	-0.20	0.00	0.004	0.008	
Gageldijk 8	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	0.00	0.004	0.004	
Gageldijk 10	-0.12	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.004	
Kapelweg 11	0.45	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	
Kapelweg 6	0.43	0.00	-0.10	-0.30	0.00	0.004	0.011	
Kapelweg 29	0.44	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	
Kapelweg 31	0.46	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	
Kapelweg 8	0.43	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	
Kapelweg 10	0.41	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00	0.011	
Kapelweg 33	0.33	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	
Kapelweg 33	0.33	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	
Kapelweg 2A	0.44	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.008	

