



Actualisatie MER A27/A12

Ring Utrecht

Deelrapport 'Bouwmethode met schermwand ter plaatse van verdiepte ligging A27'

Rijkswaterstaat - Grote Projecten en Onderhoud

5 maart 2020

Project Actualisatie MER A27/A12 Ring Utrecht
Document Deelrapport 'Bouwmethode met schermwand ter plaatse van verdiepte ligging A27'
Status Concept 02
Datum 5 maart 2020
Referentie 104369/20-005.634

Opdrachtgever Rijkswaterstaat - Grote Projecten en Onderhoud
Projectcode 104369
Projectleider ir. J.S. de Leeuw
Projectdirecteur ir. O.G. Schepers

Auteur(s) M.C. Asschert MSc, drs. E. van Ek
Gecontroleerd door ir. T.H. van Wee
Goedgekeurd door ir. J.S. de Leeuw

Paraaf

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
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 veelevoudigd 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

0	SAMENVATTING	1
1	ACTUALISATIE MER A27/A12 RING UTRECHT	7
1.1	Voorgeschiedenis	7
1.2	Aanleiding	8
1.3	Doel dit rapport	8
1.4	Bestuurlijke randvoorwaarden	9
1.5	Wettelijk kader	9
1.6	Projectmatig kader	9
1.7	Leeswijzer	9
2	NADERE UITWERKING VARIANT 'BOUWMETHODE BEMALING MET SCHERMWAND'	10
2.1	Noodzaak en doel bemalingsvariant met schermwand	10
2.2	Ligging en diepte schermwand	11
2.3	Onderzochte situaties diepe schermwand verdiepte ligging	13
2.3.1	Bouw, fase 1: aanleg schermwand	13
2.3.2	Bouw, fase 2: wegverbreding in verdiepte ligging met schermwand	15
2.3.3	Gebruiksfase: eindsituatie na realisatie wegverbreding in verdiepte ligging met schermwand	17
3	METHODE	18
3.1	Overzicht milieueffecten	18
3.2	Beoordelingskader met relevante toetsingscriteria	19
3.2.1	Verkeer	19
3.2.2	Geluid	20
3.2.3	Luchtkwaliteit	20
3.2.4	Natuur	21
3.2.5	Bodem	22
3.2.6	Water	22
3.2.7	Ruimtelijke kwaliteit	23
3.2.8	Landschap en cultuurhistorie	24
3.2.9	Archeologie	24
3.3	Uitwerking bestuurlijke randvoorwaarden	25
3.3.1	Grondwater i.r.t. bomen in Amelisweerd	25

3.3.2	Licht en geluid (omwonenden en natuur)	27
3.3.3	Bouwlogistiek	28
4	REFERENTIESITUATIE VOOR GRONDWATER EN NATUUR	29
4.1	Nieuwste en gewijzigde inzichten	29
4.1.1	Pomp- en retourbemaalingsproeven	29
4.1.2	(Veld)onderzoek Waalre-klei (WAK1)	30
4.1.3	Calamiteitenonttrekking t.p.v. waterproductielocatie Cornelis Biemond te Nieuwegein	32
4.1.4	Grondwaterstandsmetingen	34
4.1.5	Vitaliteitsonderzoek Amelisweerd	35
4.2	Referentiesituatie grondwater	39
4.2.1	Grondwatermodel	39
4.2.2	Grondwaterstanden	42
4.3	Referentiesituatie bos en stedelijk groen (Amelisweerd, Lunetten incl. park de Koppel)	47
4.3.1	Nadere uitwerking referentiesituatie Amelisweerd	47
5	MILIEUEFFECTEN IN DE GEBRUIKSFASE (EINDSITUATIE)	53
5.1	Inleiding	53
5.2	Verkeer	53
5.3	Geluid	53
5.4	Luchtkwaliteit	53
5.5	Water	53
5.5.1	Grondwatereffecten	54
5.5.2	Risico op zettingen bij gebouwen	57
5.5.3	Ontwatering	59
5.5.4	Landbouw	61
5.5.5	Grondwaterbeschermingsgebieden	62
5.5.6	Waterhuishouding	62
5.6	Natuur	63
5.6.1	Beschermde gebieden	63
5.6.2	Bos en stedelijk groen (bos Amelisweerd, lunetten incl. park De Koppel)	64
5.6.3	Beschermde fauna	67
5.7	Bodem	67
5.8	Ruimte en ruimtelijke kwaliteit	68
5.9	Landschap en cultuurhistorie	68
5.10	Archeologische waarden	68
6	MILIEUEFFECTEN TIJDENS BOUWFASE	71
6.1	Inleiding	71
6.2	Verkeer	72
6.2.1	Effecten op het Hoofdwegennet (HWN)	72

6.2.2	Effecten op het onderliggende wegennet (OWN)	73
6.2.3	Bouwverkeer	75
6.2.4	Omgevingsproces	77
6.3	Geluid (omwonenden)	78
6.3.1	Aanleg schermwand	78
6.3.2	Realisatie wegverbreding	79
6.4	Luchtkwaliteit	80
6.5	Water	80
6.5.1	Grondwatereffect	80
6.5.2	Risico op zettingen bij gebouwen	84
6.5.3	Ontwateringsdiepte	89
6.5.4	Landbouw	92
6.5.5	Grondwaterbeschermingsgebieden	93
6.5.6	Waterhuishouding	94
6.6	Natuur	95
6.6.1	Beschermde gebieden	96
6.6.2	Bos en stedelijk groen (bos Amelisweerd incl. Park de Koppel)	98
6.6.3	Beschermde fauna	101
6.7	Bodem	105
6.8	Ruimte en ruimtelijke kwaliteit	107
6.8.1	Ruimtegebruik bij maken schermwand	107
6.8.2	Kabels en leidingen	107
6.9	Landschap en cultuurhistorie	108
6.10	Archeologische waarden	109
7	OPTIMALISATIE VAN DE BOUWMETHODE BEMALING MET SCHERMWAND	111
7.1	Maatregelen grondwater	111
7.1.1	Optimalisatie retourbemaling aandachtsgebied Amelisweerd	111
7.1.2	'Drain'maatregel Amelisweerd	113
7.2	Maatregelen geluid	115
7.3	Maatregelen licht Amelisweerd	115
7.4	Maatregelen beheersing uitvoeringsrisico's	115
8	MONITORING	117
8.1	Grondwater	117
8.2	Natuur	117
8.3	Gebouwen	117
9	REFERENTIES	119
	Laatste pagina	119

0

SAMENVATTING

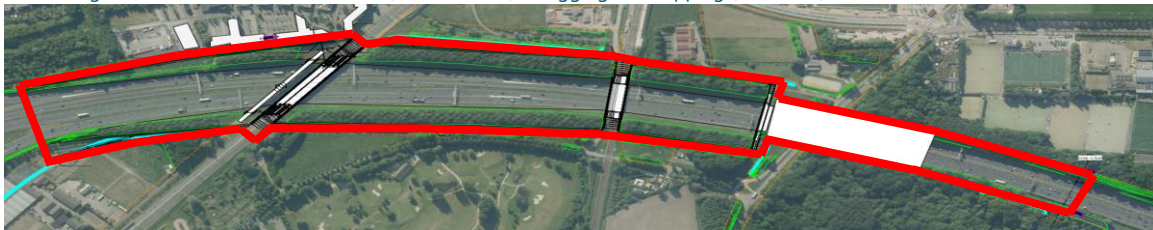
Rijkswaterstaat heeft in 2016 een Milieueffectrapport (MER) opgesteld om de milieugevolgen van het project A27/A12 Ring Utrecht in beeld te brengen. Door vernietiging van het Tracébesluit dient het MER op een aantal onderdelen worden geactualiseerd. Door de actualisatie is het mogelijk de nieuwste (gewijzigde) inzichten mee te nemen over de mogelijke bouwmethoden bij de verdiepte ligging. In deze samenvatting van de actualisatie van het MER leest u:

- waar de actualisatie betrekking op heeft;
- de noodzaak van de schermwand;
- wat het doel is van het rapport;
- een toelichting op de bouwmethode bemaling met schermwand;
- de relevante randvoorwaarden uit de bestuurlijke stuurgroep;
- welke nieuwe inzichten zijn opgedaan;
- de milieueffecten van de bouwmethode bemaling met schermwand in vergelijking tot de referentiesituatie;
- de mitigerende maatregelen.

Waar heeft de actualisatie betrekking op

De actualisatie heeft betrekking op de schermwand rond de verdiepte ligging met folie- en bakconstructie. Door toepassing van een diepe schermwand rondom de folie- en bakconstructie ontstaat een polderconstructie, waarmee de A27 binnen de polderconstructie verbreed kan worden. Een bovenaanzicht van de schermwand is in afbeelding 0.1 opgenomen. De schermwand is ca. 3,7 km lang en wordt geheel gesloten uitgevoerd.

Afbeelding 0.1 Bovenaanzicht schermwand (rode contour) en ligging overkapping (witte vlak)



Noodzaak bemalingsvariant met schermwand

Uit nader onderzoek in 2016-2019 naar de mogelijk bouwmethode gebleken dat alle methoden belangrijke nadelen kennen. Dit onderzoek bestond uit risicoanalyses, nadere technische uitwerking van varianten, analyse van omgevingseffecten en praktijkonderzoek zoals aanvullend grondonderzoek en een grootschalige pompproef. Bij de sleufmethode, persmethode en de groutmethode is gebleken dat het risico op schade aan de folie aanzienlijk is, met niet-herstelbare lekkage als gevolg. Bij de wateropzetmethode bestaat zelfs een risico op 'progressief falen': het doorgaand bezwijken van de folie, waarbij onvoldoende tijd zal zijn om dit proces te stoppen. De A27 zal dan in korte tijd volledig onder water komen te staan met zeer grote schade als gevolg (geen verkeer meer mogelijk).

De bouwmethode met tijdelijke grondwaterstandsverlaging de meest geschikte, echter om de grondwatereffecten beheersbaar te maken is een waterremmende schermwand nodig rond de foliepolder en bakconstructie. De schermwand is een beheersmaatregel van de bemalingsvariant.

Doel van het rapport

Dit deelrapport van de MER-actualisatie beschrijft de milieueffecten van de bouwmethode 'bemaling' met de schermwand. Het resultaat is een beschrijving van de milieueffecten voor de volgende situaties:

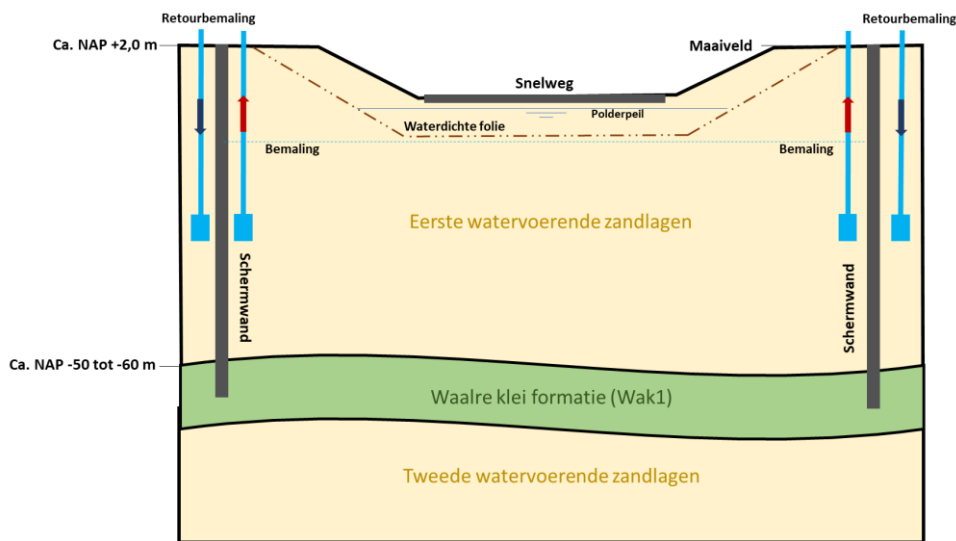
- na realisatie, de gebruiksfase. Dit is de eindsituatie na realisatie wegverbreding in verdiepte ligging met schermwand;
- de realisatiefase:
 - aanleg schermwand (aanbrengen van het scherm);
 - wegverbreding in verdiepte ligging met schermwand (bemaling van de polder).

Toelichting bouwmethode schermwand met bemaling

Een schermwand is waterremmende constructie die tot grote diepte rond het werk wordt aangebracht. De wand zal uit verschillende secties met andere eigenschappen bestaan. De schermwand dient dan te worden aangebracht tot in de waterremmende laag op circa 65 á 70 meter diepte.

Eerst wordt 3,7 km lange schermwand aangelegd met behulp van freesmachines. Na circa 15 maanden is de schermwand gesloten en gereed. Tijdens de aanleg van de schermwand is geen grondwateronttrekking nodig. Voor het benodigde (werk)water wordt drinkwater gebruikt, afkomstig van het drinkwaterleidingnet van Vitens. Na het gereed komen van de schermwand kan de realisatie van de wegverbreding starten. Voor de realisatie van de wegverbreding wordt middels een bemaling binnen de schermwanden een tijdelijke polder gecreëerd met een grondwaterstand van NAP- 6 m, zie afbeelding 0.2.

Afbeelding 0.2 Doorsnede met bemalingsput- en retourput ter hoogte van de folieconstructie



Hiervoor wordt de grondwaterstand binnen de tijdelijke polder met 6,5 meter verlaagd gedurende circa 18 maanden. De grondwaterstandsverlaging in de polder heeft ondanks de schermwand een uitstraling naar de omgeving (vanwege lekkage door schermwand en door de Waalre klei formatie). Het onttrokken grondwater kan vanwege de waterkwaliteit niet worden geloosd op het oppervlaktewater. Vanwege bovenstaande twee redenen is gekozen voor een 100 % retourbemaling. De retourputten worden eveneens geplaatst in het eerste watervoerend zandpakket binnen de TB-grens en binnen de werkgrenzen.

In de eindsituatie wordt de tijdelijke polder opgeheven, er vindt dan geen (retour)bemaling meer plaats. In de eindsituatie blijft de schermwand over de volledige 3,7 km in de bodem.

Effectenbeoordeling

De milieueffecten van de bouwmethode bemaling met de schermwand zijn uitgewerkt voor de bouwfase (aanleg schermwand, realisatie wegverbreding in de verdiepte ligging) en de gebruiksfase (eindsituatie) na gereed komen van de werkzaamheden. In dit rapport zijn alleen voor de schermwand relevante milieueffecten nader uitgewerkt. De effecten van de schermwand zijn in berekend en beoordeeld aan de hand van de criteria uit de beoordelingskaders. De beoordeling op de criteria is gedaan ten opzichte van de referentiesituatie. Onderstaande tabel 0.1 geeft een overzicht van de wijze van beoordelen.

Tabel 0.1 Beoordelingsschaal

	Score				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Oordeel ten opzichte van de huidige situatie	++	+	0	-	--

Randvoorwaarden BSG

In samenspraak met de Bestuurlijke Stuurgroep (BSG) en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) zijn eisen en randvoorwaarden opgesteld om de uitvoering beheerst te laten verlopen en om potentieel negatieve effecten op de omgeving te voorkomen. De in de BSG vastgestelde bestuurlijke randvoorwaarden zijn van toepassing op alle mogelijke bouwmethoden en worden als eis opgenomen in het contract voor de aanbesteding. De relevante randvoorwaarden in relatie tot de schermwand zijn vervolgens nader gespecificeerd voor een aantal aspecten zoals grondwater in relatie tot waardevol groen (landgoed Amelisweerd), licht en geluid (omwonenden en natuur) en bouwlogistiek.

Nieuwste inzichten

Een beter inzicht in de bodemopbouw is verkregen door een in 2018 uitgevoerde pompproef, nader (veld)onderzoek in 2019 naar het voorkomen van de slecht doorlatende afzettingen van de Waalreklei Formatie op ca. 65 m-mv, en de analyse van de calamiteiten onttrekking ter plaatse van waterproductielocatie Cornelis Biemond te Nieuwegein door Waternet in 2019.

Deze nieuwe inzichten zijn verwerkt in een ondergrondmodel, die de basis vormde voor de ontwikkeling van een modelinstrumentarium voor de berekening van de huidige (referentie)situatie alsmede van de hydrologische effecten als gevolg van de bouwvariant met schermwanden. Op basis van monitoring van grondwaterstanden is actueler inzicht verkregen in het grondwaterregime (incl. droge zomers van 2018 en 2019). Een beter inzicht in de huidige vitaliteit van de bomen in Amelisweerd is verkregen door een in 2018/2019 uitgevoerd onderzoek.

Milieueffecten van de schermwand voor de eindsituatie

De milieueffecten van de schermwand zoals deze in de eindsituatie (gebruiksfase) optreden zijn in dit rapport geïnventariseerd. In tabel 2. is de effectbeoordeling voor de eindsituatie overzichtelijk gepresenteerd.

Tabel 0.2 Overzichtstabel effectbeoordeling eindsituatie schermwand

Milieuaspect / criteria	Score	
	Voor mitigatie	Na mitigatie
(Bouw)verkeer / doorstroming	nvt	nvt
Geluid / geluidsbelasting omgeving	nvt	nvt
Luchtkwaliteit / jaargemiddelde concentratie NO ₂ , PM ₁₀ en PM _{2,5}	nvt	nvt
Water		nvt
Grondwaterkwantiteit:		nvt
- grondwatereffect	0	
- zettingen	0	
- ontwatering	0	
- landbouw	0	
Grondwaterbeschermingsgebieden	0	nvt
Waterhuishouding / doorsnijding	0	nvt
Natuur /		nvt
Beschermde gebieden	0	nvt
Bos en stedelijk groen (Bos Amelisweerd, Lunetten incl. Park De Koppel)	0	nvt
Beschermde fauna	0	nvt
Bodem /		nvt
Beïnvloeding bodemkwaliteit	0	nvt
Beïnvloeding WKO-systemen	0	nvt
Ruimtelijke kwaliteit / ruimtebeslag	0	nvt
Landschap en cultuurhistorie / verandering openheid en zichtlijnen	0	nvt
Archeologie / beïnvloeding archeologische verwachtingswaarden	0	nvt

Milieueffecten van de schermwand voor de bouwfase

De milieueffecten van de schermwand zoals deze in de bouwfase optreden zijn in dit rapport geïnventariseerd. In tabel 0.3 is de effectbeoordeling overzichtelijk gepresenteerd.

Tabel 0.3 Overzichtstabel effectbeoordeling bouwfase schermwand

Milieuaspect / criteria	Score		
	Voor mitigatie	Na mitigatie	
(Bouw)verkeer / doorstroming	-	-	
Geluid / geluidsbelasting omgeving	-	0	
Luchtkwaliteit / jaargemiddelde concentratie NO ₂ , PM ₁₀ en PM _{2,5}	0	nvt	
Water			
	Grondwaterkwantiteit:		
	- grondwatereffect	0	nvt
	- zettingen	0	nvt
	- ontwatering	0	nvt
	- landbouw	0	nvt
	Grondwaterbeschermingsgebieden	0	nvt
	Waterhuishouding / doorsnijding	0	nvt
Natuur /			
	Beschermde gebieden	-	0*
	Bos en stedelijk groen (Bos Amelisweerd, Lunetten incl. Park De Koppel)	-	0
	Beschermde fauna	-	0*
Bodem /			
	Beïnvloeding bodemkwaliteit	0	nvt
	Beïnvloeding WKO-systemen	0	nvt
Ruimtelijke kwaliteit / ruimtebeslag	0	nvt	
Landschap en cultuurhistorie / verandering openheid en zichtlijnen	0	nvt	
Archeologie / beïnvloeding archeologische verwachtingswaarden	0	nvt	

* Nader onderzoek moet uitwijzen of dit haalbaar is.

Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen zijn nodig:

- hand aan de kraan -principe door optimale verdeling retourdebiet op de retourputten over de verschillende retourvelden. Sturing op boven- en ondergrenzen van het grondwaterregime;
- geluidsbeperkende maatregelen;
- aanpassing de spectrale compositie en de reikwijdte van de verlichting.

Hand aan de kraan-principe

In dit rapport wordt een uitwerking gepresenteerd van een bemalingsvariant met retourbemaling. Hiervoor zijn specifieke keuzes gemaakt, nader uitgewerkt en gepresenteerd met als uitgangspunt om de omgevingseffecten te beperken. Door de keuze voor een schermwand is echter de mogelijkheid ontstaan om nauwkeurig te sturen waar het onttrokken grondwater in de bodem geretourneerd wordt. Door tijdens de uitvoering van het project de omgevingsbeïnvloeding nauwgezet te volgen, kan 'met de hand op de kraan' bepaald worden waar meer of minder grondwater in de bodem wordt teruggeleid. Zo kan de omgevingsbeïnvloeding nog verder worden teruggebracht als nu ontworpen is en kan actief worden ingegrepen, bv. door meer water te retourneren dichtbij Amelisweerd in droge zomers.

Bij een retourbemaling wordt het opgepompte grondwater in de nabijheid weer in de bodem teruggebracht. Bij een bemaling wordt middels een aantal verticale grondwaterputten het grondwater onttrokken. Het onttrokken grondwater uit deze deepwells wordt verzameld in een transportleiding die het vervolgens het grondwater richting de

retourvelden transporteert, waar het weer in de bodem wordt geïnfiltrerd. Om de omgevingseffecten zo veel mogelijk te beperken zijn de retourputten ruimtelijk rondom de bemaling gesitueerd, zowel aan de oost, zuid, west- en noordzijde.

Middels een verdeler op de transportleiding (en de aftakkingen) kan gestuurd worden hoeveel water in elke put wordt geïnfiltrerd. Als uit monitoring van de grondwaterstanden blijkt dat bijsturing nodig is, dan is dat eenvoudig regelen. Dit wordt het Hand aan de kraan-principe genoemd. Elke gewenste verdeling kan eenvoudig worden ingeregeld, eventueel kunnen ook nog diepere zandlagen worden gebruikt om grondwater in te infiltreren.

Het Hand aan de kraan-principe biedt ook mogelijkheden om real-time op grondwaterstanden te sturen bij actuele meteorologische omstandigheden, bijvoorbeeld bij droogte (actief peilbeheer op basis van monitoring). Zo kan het systeem zelfs ingezet worden om exogene negatieve effecten te verzachten gedurende de realisatiefase. Dit staat echter los van de mitigatie van de hydrologische effecten als gevolg van de schermwand.

Monitoring

Om de grondwatereffecten van de ingreep goed te kunnen monitoren en om de gedefinieerde boven- en ondergrenswaarden goed te kunnen bewaken wordt het huidige grondwatermeetnet uitgebreid met waarnemingspunten in het freatische en het eerste en tweede watervoerend pakket.

Ook wordt monitoring toegepast om de eventuele zettingen bij gebouwen te kunnen meten.

1

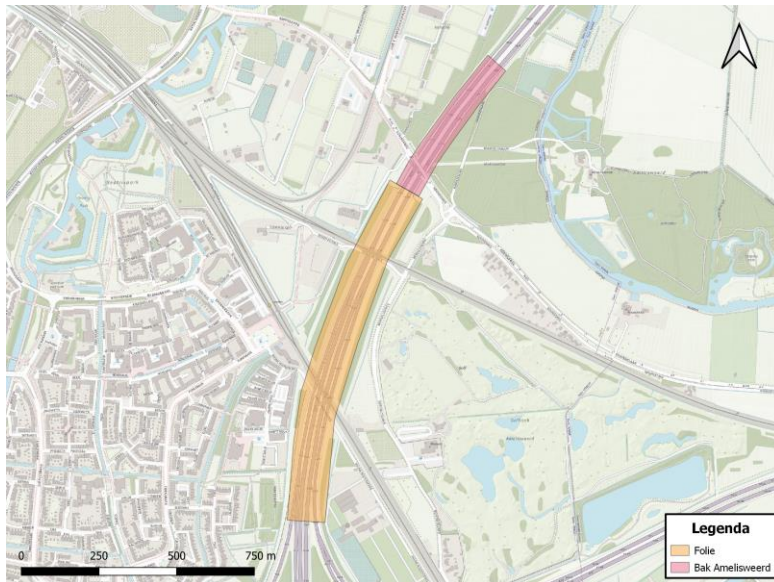
ACTUALISATIE MER A27/A12 RING UTRECHT

1.1 Voorgeschiedenis

In het MER A27/A12 Ring Utrecht Tweede Fase, Sweco (maart 2016), wordt in hoofdstuk 16 ingegaan op het bouwproces van het bouwen boven de folie (ter plaatse van de verdiepte ligging). De verdiepte ligging van de A27 ter hoogte van Amelisweerd is hierin een bijzonder aandachtspunt. Door de verdiepte ligging ligt de weg onder het niveau van het grondwater. Een verdiepte ligging zonder waterkerende voorziening is niet mogelijk omdat de A27 anders onder water zou lopen. Bij aanleg van de (verdiepte) ligging van de A27 bij Amelisweerd is destijds gekozen voor een waterkerende folie die een minipolder creëert voor de A27. Omdat een dergelijke constructie relatief veel ruimte in beslag neemt, is ter hoogte van het bos Amelisweerd gekozen voor een betonnen kunstwerk (bak). De betonnen bak en folie zijn aan elkaar verbonden om het opwellen van grondwater op dit grensvlak te voorkomen.

De ligging en omvang van het folie vormt een randvoorwaarde voor de verbreding van de A27; deze dient plaats te vinden binnen de 'foliepolder' en vormt daarmee een technische uitdaging punt voor de bouw. Uitgangspunt bij alle bouwwijzen was derhalve dat de folie onaangetast op zijn plaats blijft liggen. De ligging van de folie is onderstaand aangegeven.

Afbeelding 1.1 Ligging folie en betonnen bak



Bij de verbreding van de weg binnen de foliepolder bestaat het risico dat de folie stuk gaat tijdens de werkzaamheden. Dat zou ertoe leiden dat de A27 tijdelijk onder water komt te staan. Om het risico van het falen van de folie te voorkomen is uitgebreid onderzoek verricht naar mogelijke bouwmethoden en de

mogelijkheden daarin om de risico's van het bouwen binnen de folie te beperken. In essentie zijn er twee principes om het scheuren van de folie gedurende de bouw te voorkomen:

- 1 borging van voldoende dekking/gewicht boven de folie zodat openbarsten wordt voorkomen;
- 2 wegpompen van grondwater onder de folie om de druk van onderaf weg te nemen.

Vijf bouwmethodes zijn onderzocht:

- wateropzetmethode (1^e principe);
- sleufmethode (1^e principe);
- persmethode (1^e principe);
- groutmethode (1^e principe);
- methode met tijdelijke verlaging van de grondwaterdruk (bemaling) (2^e principe).

Het MER biedt de ruimte voor de uitvoering van deze 5 bouwmethoden.

1.2 Aanleiding

De noodzaak om een nieuw Tracébesluit (TB) op te stellen ten gevolge van de vernietiging van het TB2016 en TB 2018 (Raad van State, 17 juli 2019) was de directe aanleiding om de reeds opgestelde MER te actualiseren. Daarnaast is het nu mogelijk bij deze actualisatie de nieuwste (gewijzigde) inzichten en gegevens mee te nemen. Op basis hier hiervan is besloten ook de 5 bouwmethoden nogmaals tegen het licht te houden.

Voor de verbreding ter plaatse van de Verdiepte Ligging A27 ten zuiden van de Koningsweg (binnen de foliepolder(s)) blijkt de bouwmethode met tijdelijke grondwaterstandsverlaging de meest geschikte (zie nadere toelichting in paragraaf 2.1). Om de (omgevings)effecten beheersbaar te maken is een schermwand nodig rond de foliepolder en bakconstructie. Een schermwand is waterremmende constructie die tot grote diepte rond het werk wordt aangebracht. De wand zal uit verschillende secties met andere eigenschappen bestaan. De schermwand dient dan te worden aangebracht tot in de waterremmende laag op circa 65 á 70 meter diepte. Binnen de schermwanden wordt middels een bemaling met meerdere onttrekkingsputten een tijdelijke polder gecreëerd met een lagere grondwaterstand. Door de aanwezigheid van de schermwand zal de grondwaterstand in de omgeving (buiten de schermwanden) veel minder beïnvloed worden door de grondwaterstandverlaging in de bouwfase. Hierdoor neemt het risico op omgevingseffecten naar verwachting af tot aanvaardbare proporties. Dat wordt in dit rapport nader toegelicht en onderbouwd.

In het kader van de actualisatie van het MER is het nodig dat de bouwmethode met bemaling nader wordt uitgewerkt met de variant binnen deze methode, bestaande uit het gebruik van een diepe schermwand, zodat inzicht wordt verkregen in de milieueffecten.

1.3 Doel dit rapport

Ten behoeve van het TB-2020 wordt een MER-actualisatie opgesteld. Dit deelrapport van de MER-actualisatie beschrijft de milieueffecten van de bouwmethode 'bemaling' met de diepe schermwand. Het resultaat is een beschrijving van de milieueffecten voor de volgende situaties:

- na realisatie, de gebruiksfase. Dit is de eindsituatie na realisatie wegverbreding in verdiepte ligging met diepe schermwand;
- de realisatiefase:
 - aanleg diepe schermwand (aanbrengen van het scherm);
 - wegverbreding in verdiepte ligging met diepe schermwand (bemaling van de polder).

1.4 Bestuurlijke randvoorwaarden

Voor het project Ring Utrecht is een Bestuurlijke Stuurgroep (BSG) ingericht waarin de directe omgevingspartijen bij de verdiepte ligging (gemeente Utrecht, gemeente De Bilt, gemeente Houten, gemeente Bunnik, gemeente Nieuwegein, provincie Utrecht, Rijkswaterstaat) zijn vertegenwoordigd. In samenspraak met de BSG en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden zijn eisen en randvoorwaarden opgesteld om de uitvoering beheerst te laten verlopen en om potentieel negatieve effecten op de omgeving te voorkomen. De in de BSG vastgestelde bestuurlijke randvoorwaarden zijn van toepassing op alle mogelijke bouwmethoden en worden als eis opgenomen in het contract voor de aanbesteding.

In hoofdstuk 3 worden deze randvoorwaarden nader toegelicht. De randvoorwaarden vormen de input voor het beoordelingskader voor de beoordeling van de milieueffecten.

1.5 Wettelijk kader

Voor een project als de Ring Utrecht gelden tientallen wettelijke- en beleidsmatige kaders. Een aantal daarvan is in grote mate bepalend voor de uitwerking van bouwmethode met bemaling. Daarnaast zijn ze bepalend voor de beoordelingscriteria op basis waarvan de bouwmethode wordt beoordeeld. De wettelijke kaders zijn reeds toegelicht in het MER rapport Tweede Fase.

1.6 Projectmatig kader

De effectbeschrijving heeft betrekking op de uitwerking van de bouwmethode met een tijdelijke bemaling voor de verbreding ter plaatse van de Verdiepte Ligging. De omgevingseffecten van deze tijdelijke bemaling worden in deze bouwmethode gemitigeerd door het vooraf aanbrengen van een diepe schermwand.

1.7 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een nadere uitwerking gegeven van de variant bemaling met diepe schermwand. In hoofdstuk 3 volgt de beschrijving van het beoordelingskader. Hoofdstuk 4 presenteert de nieuwste gegevens en inzichten en de referentiesituatie. Vervolgens worden in de hoofdstukken 5 en 6 de milieueffecten beschreven van de beschouwde projectfasen. De mogelijkheden voor optimalisatie van de bouwmethode met schermwand is in hoofdstuk 7 opgenomen. Het voorstel voor monitoring wordt tot slot in hoofdstuk 8 gepresenteerd.

2

NADERE UITWERKING VARIANT 'BOUWMETHODE BEMALING MET SCHERMWAND'

2.1 Noodzaak en doel bemalingsvariant met schermwand

Voor de verbreding ter plaatse van de Verdiepte Ligging A27 ten zuiden van de Koningsweg (binnen de foliepolder(s)) zijn een zeer groot aantal (bouw)varianten onderzocht. De meest kansrijke vijf zijn nader uitgewerkt. Ook is het OTB op basis van deze vijf basisvarianten opgesteld, te weten:

- wateropzetmethode;
- sleufmethode;
- persmethode;
- groutmethode;
- methode met tijdelijke verlaging van de grondwaterdruk (bemaling).

In de periode 2016-2019 heeft nader onderzoek plaatsgevonden naar deze basisvarianten. Dit onderzoek bestaat uit risicoanalyses, nadere technische uitwerking van varianten, analyse van omgevingseffecten en praktijkonderzoek zoals aanvullend grondonderzoek en een grootschalige pompproef. Uit dit onderzoek is gebleken dat alle basisvarianten belangrijke nadelen kennen. Dit heeft ertoe geleid dat de schermwand als beheersmaatregel aan de bemalingsvariant is toegevoegd.

Bij de sleufmethode, persmethode en de groutmethode is gebleken dat het risico op schade aan de folie aanzienlijk is, met niet-herstelbare lekkage als gevolg. Bij de wateropzetmethode bestaat zelfs een risico op 'progressief falen': het doorgaand bezwijken van de folie, waarbij onvoldoende tijd zal zijn om dit proces te stoppen. De A27 zal dan in korte tijd volledig onder water komen te staan met zeer grote schade als gevolg (geen verkeer meer mogelijk). Nadere uitwerking van de sleufmethode heeft aangetoond dat deze praktisch niet realiseerbaar is, omdat er op een aantal locaties onvoldoende afstand zit tussen folie en de bovenzijde ontgraving en de methode niet veilig te bouwen is vanwege de zeer beperkte werkruimte in de sleuf. De persmethode kan niet over de volle lengte worden ingezet, waardoor alsnog deels andere, niet wenselijk geachte technieken nodig zijn. Ook is de benodigde techniek nog nooit in deze vorm toegepast. Daardoor is het risicoprofiel onacceptabel hoog en niet bruikbaar als referentievariant. De groutmethode bestaat uit het maken van vele tienduizenden groutinjecties om het talud te 'verstenen'. Bij het injecteren van het grout dient voldoende afstand tot de folie te worden aangehouden om te voorkomen dat deze beschadigd raakt. Vanwege tolerantie op de ligging van de folie resteert daarbij niet overal voldoende ruimte voor het groutlichaam en kan de stabiliteit met deze variant niet gegarandeerd worden en is de variant niet haalbaar.

Na bovenstaande analyse blijft enkel de bemalingsvariant over. Een in 2018 uitgevoerde pompproef met bemalen en aansluitende analyse heeft aangetoond dat bij deze methode zeer grote hoeveelheden water verpompt moeten worden. Dit zorgt zonder maatregelen voor onacceptabele beïnvloeding van de omgeving. Ook is er een risico op progressief falen bij uitvallen van de pompen. Er is dus een beheersmaatregel nodig om toch veilig te kunnen werken, met beperkte mate van omgevingsbeïnvloeding. Daarom is een beheersmaatregel ontwikkeld om de bemalingsvariant toch mogelijk te maken in de vorm van een schermwand. De methode is identiek aan de eerder genoemde bemalingsvariant, maar nu met een waterremmende schermwand rondom de foliepolder en bakconstructie. Zo worden de omgevingseffecten significant verlaagd en daarmee het projectrisico's beheersbaar gemaakt.

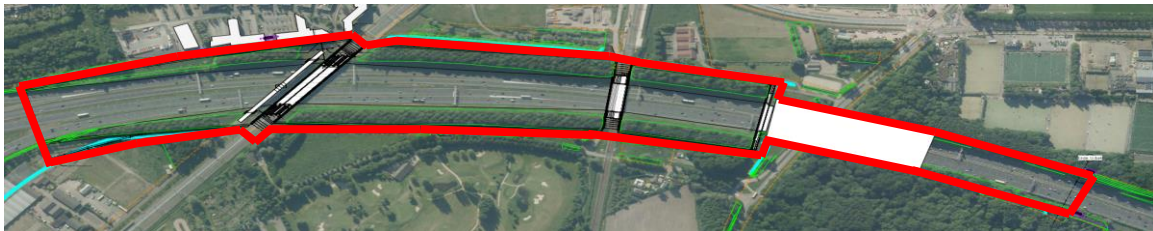
Deze wand wordt tot in de waterremmende kleilaag op grote diepte aangebracht. Binnen de schermwanden wordt middels een bemaling een kunstmatige polder gecreëerd met een lagere grondwaterstand (polderconstructie). De diepe schermwand vormt zo dus een beheersmaatregel van de bemalingsvariant om de omgevingseffecten te minimaliseren. Tevens wordt zo het risico op progressief falen weggenomen.

2.2 Ligging en diepte schermwand

Ligging

Voor de verbreding van de A27 ter plaatse van de Verdiepte ligging tussen de knooppunten Lunetten en Rijnsweerd wordt een tijdelijke toepassing van een polderconstructie gebruikt. De polderconstructie ontstaat door toepassing van een diepe schermwand rondom de folie- en bakconstructie. Een bovenaanzicht van de schermwand is in afbeelding 2.1. opgenomen. De schermwand is ca. 3,7 km lang en dient geheel gesloten te worden uitgevoerd. Hoewel de schermwand in beginsel alleen noodzakelijk is voor de uitvoering van de verbreding in de foliepolder, kan de schermwand niet gesloten worden aan de noordzijde van deze polder omdat daar de betonnen bak van de verdiepte ligging aanwezig is. Daarnaast moet het scherm ook reiken tot boven de heersende grondwaterstand in de omgeving om effectief te zijn. Dit betekent dat de wegkruising niet in de verdiepte ligging kan plaatsvinden, maar op een locatie waar de weg van nature boven de grondwaterstand ligt. Derhalve wordt de schermwand doorgezet rond de bakconstructie. Hierdoor kan 'werk met werk' gemaakt worden omdat de schermwand ter hoogte van de overkapping constructief wordt uitgevoerd en zo tevens de functie van permanente grondkerende constructie, die bij de verbreding van de bak nodig is, kan vervullen.

Afbeelding 2.1 Bovenaanzicht schermwand (rode contour) en ligging overkapping (witte vlak)



Kruisingen schermwand

Tijdens aanleg kruist de schermwand bestaande infrastructuur:

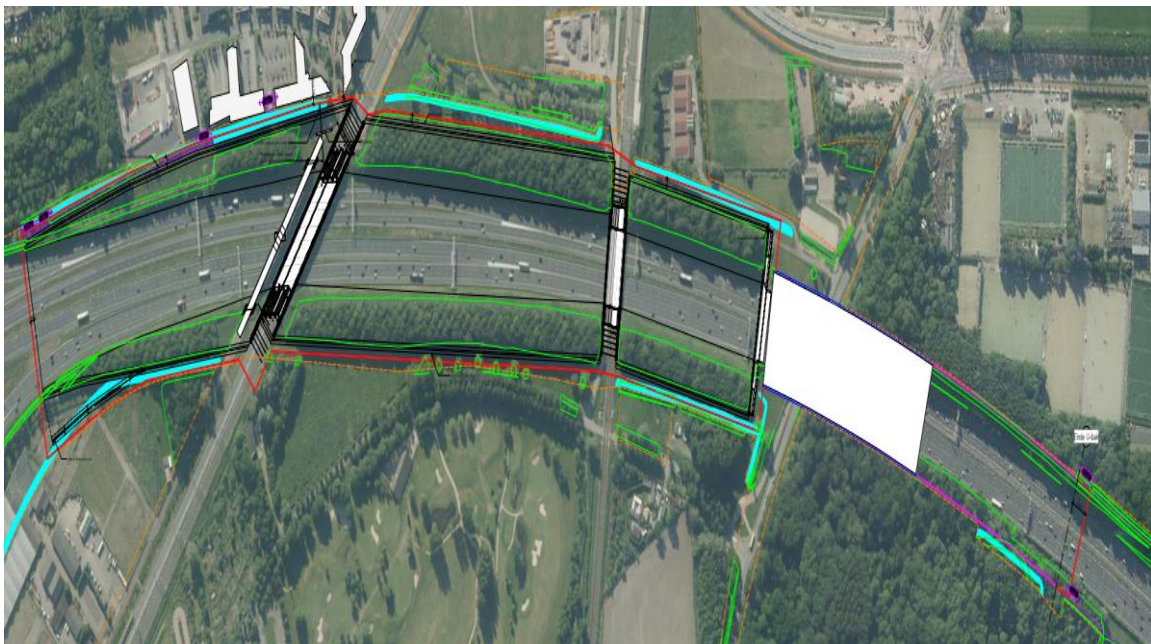
- A27 noordzijde (ter hoogte van Amelisweerd/Kromme Rijn) en A27 zuidzijde (nabij knoppunt Lunetten);
- Spoorlijn Utrecht-Arnhem (Viaduct Mereveld) en spoorlijn Utrecht-Den Bosch (Viaduct De Knapschinkel);
- Onderliggend wegennet (OWN):
 - Koningsweg;
 - Nieuwe Houtenseweg;
 - Tussen de Rails (viaductencomplex Mereveld).

Diepte schermwand

De diepte van de schermwand is afhankelijk van de diepte van voorkomen van een slecht doorlatende kleilaag onder de folie. De eerste meters onder het maaiveld bestaat uit een holocene deklaag, overwegend bestaande uit klei- en of veenlaagjes. Rond het tracé van de A27 is deze laag aanzienlijk dunner door de aanwezigheid van de verdiepte ligging van de A27. Onder deze deklaag bevindt zich het 1^e watervoerend pakket, een circa 60 m dikke zandlaag. Deze laag bestaat uit zowel fijn als grof zand met enkele grindige lagen en is relatief goed doorlatend. Het 1^e watervoerend pakket wordt aan de onderkant begrensd door een circa 15 á 20 m dikke slecht doorlatende laag van de Waalre Kleiformatie (Wak1). Deze formatie bestaat overwegend uit klei, leem en veen (maar ook uit zandige trajecten). In de formatie komen ook zandige geulopvullingen voor in het projectgebied. Onder deze scheidende laag bevindt zich het 2^e watervoerend pakket, bestaande uit een 40 tot 50 m dikke zandlaag.

De schermwand zal tot in de formatie van de Waalre Klei aangebracht moeten worden. Op basis van grondgegevens is afgeleid dat deze formatie minimaal op 65 m-NAP ligt. Om onderloopsheid van de schermwand te voorkomen zal de schermwand voldoende moeten worden ingebed in de waterremmende kleilaag. De formatie is een rivierafzetting van vroeg-pleistocene ouderdom. De 15 á 20 meter dikke formatie van Waalre-klei kan worden beschouwd als een scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerende pakket. De diepte van deze laag kent een verloop. De bovenkant ligt aan de noordkant van de betonbak op circa NAP -50 m, halverwege op circa NAP -60 m en aan de zuidkant van de folieconstructie op circa NAP -55 m. Aangezien de waterremmende laag niet homogeen is, zal de inbeddingsdiepte van de schermwand kunnen variëren tussen ca. NAP -55 m tot ca. NAP -73 m. Voor nu wordt uitgegaan van ca. NAP -65 m, zie afbeelding 2.2. Veiligheidshalve wordt nu een inbeddingsdiepte van tenminste 2,5 m in de Waalreklei formatie aangehouden.

Afbeelding 2.2 Schematische doorsnede ter plaatse van de folie



De Verdiepte ligging bestaat uit 3 verschillende, afzonderlijke folie vakken (I, II en III) en een deel in een betonbak (t.h.v. Amelisweerd), zie afbeelding 2.3. De betonbak wordt in de toekomstige verbrede situatie over een deel van de lengte voorzien van een dak. De schermwand vormt de waterdichte/waterremmende wand van de bouwkuip. Deze schermwand bevindt zich rondom de folieconstructie en de betonnen bak. Er zijn een viertal wandtypes voorzien:

- 1 Cement-bentonietwand (CB-wand) 800 mm t.b.v. de waterremmendheid constructieve functie;
- 2 Ongewapende diepwand 800 mm (ter plaatse van spoor kruisingen); Er dienen waterremmende, niet constructieve wanden te worden aangebracht. Normaliter zou dit een CB-wand zijn, maar vanwege de gewenste hoge verhardingssnelheid (de wanden worden gerealiseerd in een treinvrije periode) worden die vervangen door beton. Daarmee is dit een ongewapende diepwand geworden;
- 3 Gewapende diepwand 1.500 mm (ten behoeve van en ter plaatse van het dak Amelisweerd). Hier heeft de wand drie functies: 1) waterremmende constructie, 2) grondkerende constructie en 3) dragen van het dak;
- 4 CB-wand 800 mm met 15 m afgehangen damwand (open deel betonnen bak, ofwel U-bak) t.b.v. de waterremmendheid en de grondkerende constructie.

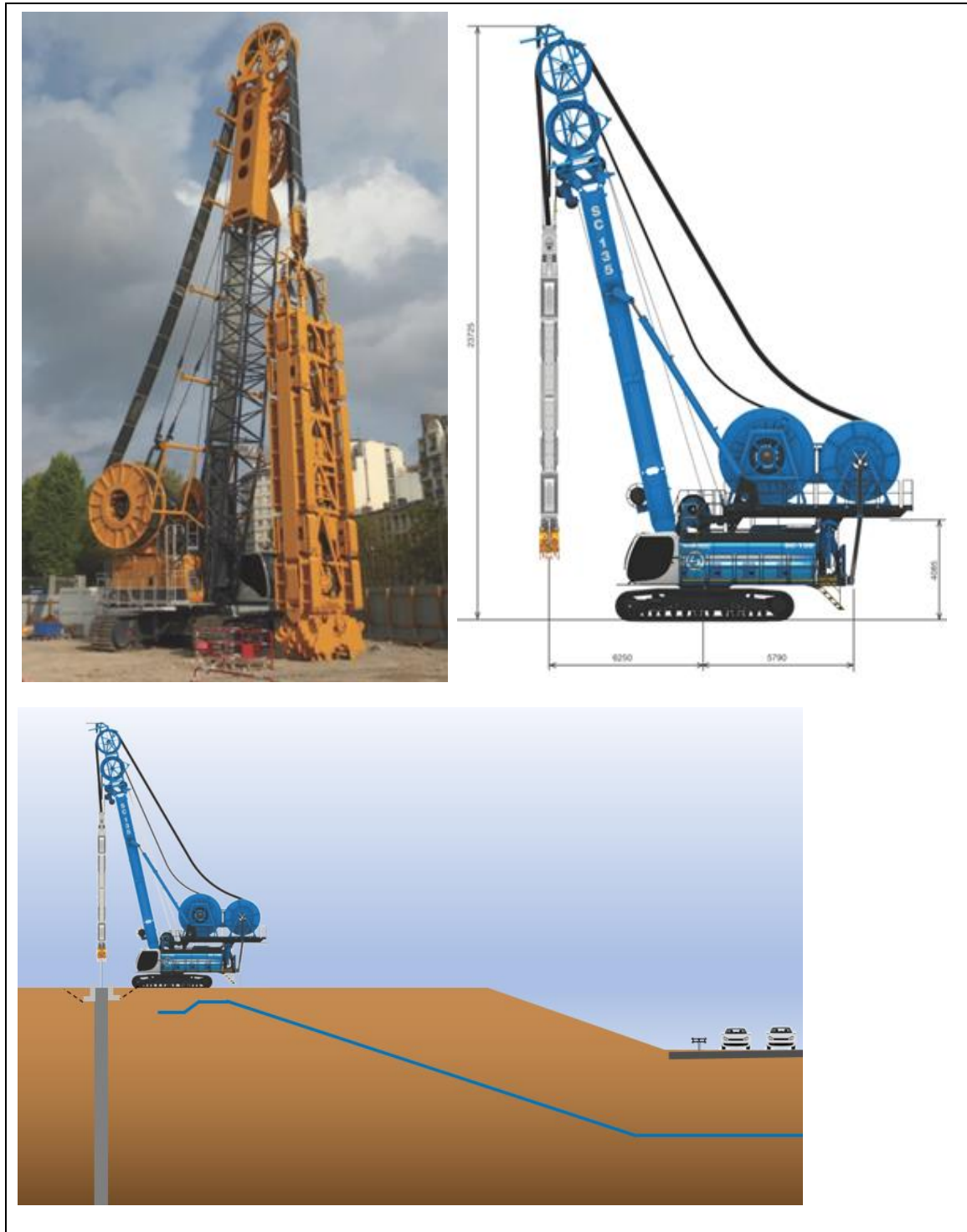
per week. In de planning wordt echter wat buffer ingebouwd voor o.a. onderhoud en wordt een doorlooptijd van 15 strekkende meter per machine per week aangehouden. De totale aanlegtijd van de schermwand wordt geraamd op circa 15 maanden.

Werkwijze

Voor het aanbrengen van 1 paneel moet er ca. 156 m³ grond worden afgevoerd, uitgaande van een paneel van 3 meter breed, 0,8 meter dik en 65 meter lang. De eerste ca. 4 meter per paneel wordt met een knijper ontgraven en ter plaatse in een vrachtwagen geladen, het restant van de diepte van een paneel wordt gefreesd en per pijplijn afgevoerd naar een scheidingsinstallatie op de werkterreinen. De vrijkomende grond wordt overdag vanaf de werkterreinen per as afgevoerd.

Bentoniet en cement worden dagelijks als vaste stof per as aangeleverd, en on-site gemixt tot steunvloeistof (bentonietsuspensie) of cement-bentoniet en vervolgens verpompt naar de sleuf. Voor het mixen van de bentonietsuspensie en cement-bentoniet is water nodig. Hiervoor wordt drinkwater gebruikt, afkomstig van het drinkwaterleidingnet van Vitens. Er is hiervoor geen bemaling nodig. Per paneel is ruwweg 900 liter water per m³ cement-bentoniet wand nodig of in het geval een diepwand 160 liter water per m³ en, uitgaande van 2x hergebruik van bentonietsuspensie, is ca. 500 liter water nodig per m³ ontgraven grond. Dat resulteert in een waterverbruik van in totaal 256.000 m³, of gemiddeld ca. 600 m³ per dag.

Afbeelding 2.4 Voorbeelden freesmachine



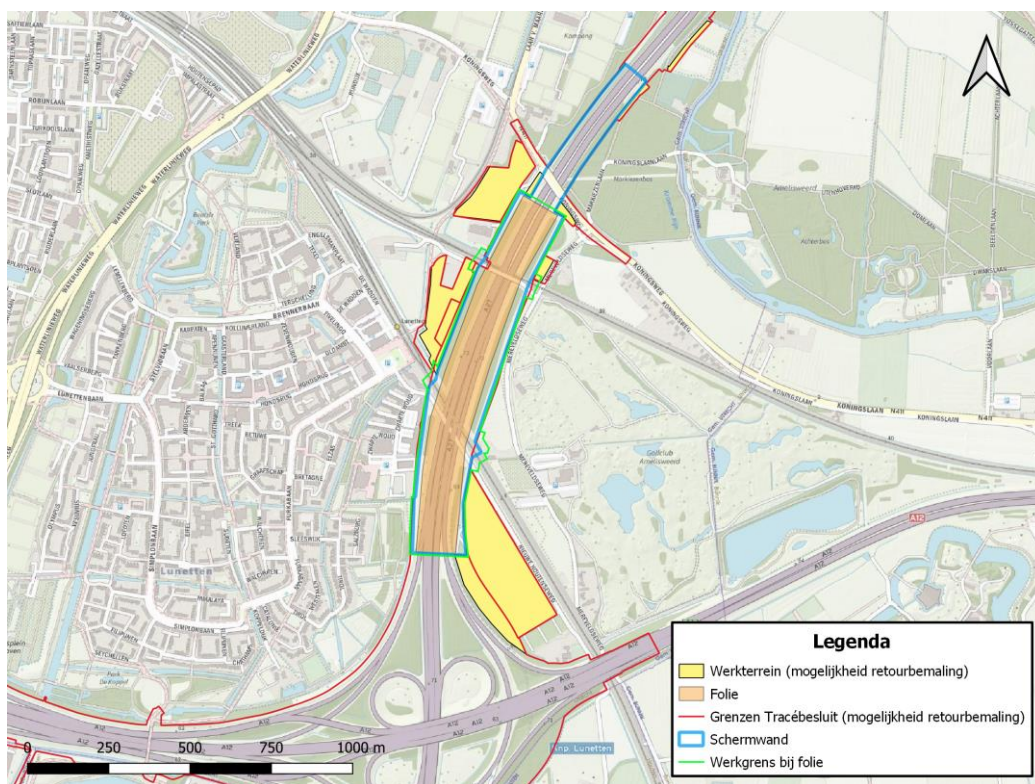
2.3.2 Bouw, fase 2: wegverbreding in verdiepte ligging met schermwand

Na aanleg van de schermwand kan worden gestart met de wegverbreding. Hiervoor wordt middels een bemaling binnen de schermwanden een polder gecreëerd met een grondwaterstand van NAP- 6 m, een verlaging van 6,5 meter t.o.v. huidig grondwaterpeil. Door het verlagen van de grondwaterstand onder de folieconstructie kan de grond boven de folieconstructie veilig ontgraven worden zonder het gevaar voor het opbarsten van de folieconstructie. Het verlagen van de grondwaterstand onder de folie kan door middel van

onttrekkingsputten, die gesitueerd zijn tussen de folie constructie en de schermwand (zie ook afbeelding 2.2). De bemalingsputten dienen in het eerste watervoerende zandpakket te worden geplaatst.

De grondwaterstandsverlaging in de polder heeft ondanks de schermwand een geringe invloed naar de omgeving (omdat de schermwand niet volledig waterondoorlatend is kan een kleine lekkage optreden). Daarnaast mag het onttrokken grondwater vanwege de waterkwaliteit niet worden geloosd op het oppervlaktewater (eis Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden). Vanwege bovenstaande twee redenen is gekozen voor een 100 % retourbemaling als mitigerende maatregel om de effecten van de bemaling te beperken. Hierbij wordt al het onttrokken grondwater weer in de bodem geïnfiltrerd. De infiltratie- of retourputten worden eveneens geplaatst in het eerste watervoerend zandpakket binnen de TB-grens en binnen de werkerreinen, zie afbeelding 2.5. De retourputten zijn nodig aan beide kanten rondom de schermconstructie om de grondwatereffecten van de bemaling op de omgeving te minimaliseren. De effecten zijn beschreven in hoofdstuk 6.

Afbeelding 2.5 Mogelijke gebiedslocaties retourbemaling (binnen TB-grens en binnen de werkgrenzen)



Kader: hand aan de kraan-principe

In dit rapport wordt een uitwerking gepresenteerd van een bemalingsvariant met retourbemaling. Hiervoor zijn specifieke keuzes gemaakt, nader uitgewerkt en gepresenteerd met als uitgangspunt om de omgevingseffecten te beperken. Door de keuze voor een schermwand is echter de mogelijkheid ontstaan om nauwkeurig te sturen waar het onttrokken grondwater in de bodem geretourneerd wordt. Door tijdens de uitvoering van het project de omgevingsbeïnvloeding nauwgezet te volgen, kan 'met de hand op de kraan' bepaald worden waar meer of minder grondwater in de bodem wordt teruggeleid. Zo kan de omgevingsbeïnvloeding nog verder worden teruggebracht als nu ontworpen is en kan actief worden ingegrepen, bv. door meer water te retourneren dichtbij Amelisseweerd in droge zomers.

Bij een retourbemaling wordt het opgepompte grondwater in de nabijheid weer in de bodem teruggebracht. Bij een bemaling wordt middels een aantal verticale grondwaterputten het grondwater onttrokken. Een grondwaterput

(diepwell) is een PVC buis met perforatie en met een diameter van circa 0,25 meter. Het onttrokken grondwater uit deze diepwells wordt verzameld in een transportleiding die het vervolgens het grondwater richting de retourvelden transporteert. De retourvelden bestaan ook uit een aantal verticale putten (veelal een orde 2 á 3 meer dan het aantal onttrekkingsputten) waar het onttrokken water in wordt geïnfiltrerd. Om de omgevingseffecten zo veel mogelijk te beperken zijn de retourputten ruimtelijk rondom de bemaling gesitueerd, zowel aan de oost, zuid, west- en noordzijde.

Middels een verdeler op de transportleiding (en de aftakkingen) kan gestuurd worden hoeveel water in elke put wordt geïnfiltrerd. Zo kan er gekozen worden in aan alle zijden (oost, zuid, west en noord) evenveel te infiltreren, ofwel 25 % van het onttrokken grondwater. Maar als uit monitoring van de grondwaterstanden blijkt dat bijsturing nodig is (bijvoorbeeld 30 % naar de zuid-, west- en noordzijde, en 10 % naar de oostzijde), dan is dat eenvoudig regelen. Dit wordt het Hand aan de kraan-principe genoemd. Elke gewenste verdeling kan eenvoudig worden ingeregeld, eventueel kunnen ook nog diepere zandlagen worden gebruikt om grondwater in te infiltreren. Bij de aanvraag van een grondwatervergunning in het kader van de Waterwet dient dit principe voor retourbemaling van de Verdiepte ligging nader te worden uitgewerkt.

Het Hand aan de kraan-principe biedt ook mogelijkheden om real-time op grondwaterstanden te sturen bij actuele meteorologische omstandigheden, bijvoorbeeld bij droogte (actief peilbeheer op basis van monitoring). Zo kan het systeem zelfs ingezet worden om exogene negatieve effecten te verzachten gedurende de realisatiefase. Dit staat echter los van de mitigatie van de hydrologische effecten als gevolg van de schermwand.

Voorbeeld retourput



2.3.3 Gebruiksfase: eindsituatie na realisatie wegverbreding in verdiepte ligging met schermwand

Voor de realisatie wordt uitgegaan van een toepassing van een tijdelijke polder met een schermwand. In de eindsituatie wordt de tijdelijke polder opgeheven, er vindt geen (retour)bemaling meer plaats. In de eindsituatie wordt tevens de schermwand aan de bovenzijde verwijderd tot circa 2 meter onder maaiveld (eis aan de aannemer), zodat toekomstig bodemgebruik (ruimtebeslag) niet gehinderd wordt. Alleen waar de schermwand als gewapende diepwand wordt uitgevoerd, wordt de wand onderdeel van de constructie, zonder extra ruimtebeslag. Het verwijderen van de schermwand over de volledige diepte is vanwege de grote diepte en lengte niet realistisch. Naast de eis om de wand tot 2 meter onder maaiveld te verwijderen geldt de aanvullende eis dat ter plaatse van watergangen de schermwand tot tenminste 0,50 meter onder de geprojecteerde onderhoudsdiepte verwijderd wordt, zodat het onderhoud aan watergangen (baggeren) onbelemmerd kan plaatsvinden. De effecten zijn beschreven in hoofdstuk 5.

3

METHODE

In dit rapport wordt de bouwmethode bemaling met de schermwand nader uitgewerkt voor de bouwfase (aanleg schermwand, realisatie wegverbreding in de verdiepte ligging) en de gebruiksfase (eindsituatie) na gereed komen van de werkzaamheden. In dit rapport zijn alleen voor de schermwand relevante milieueffecten nader uitgewerkt. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de te beschrijven milieueffecten en het beoordelingskader met de toetsingscriteria.

3.1 Overzicht milieueffecten

In het MER A27/A12 Ring Utrecht Tweede Fase zijn diverse milieuaspecten getoetst:

- verkeer;
- geluid;
- luchtkwaliteit;
- externe veiligheid;
- natuur;
- bodem;
- water;
- ruimte en ruimtelijke kwaliteit;
- landschap en cultuurhistorie;
- archeologie.

De beoordeling van de schermwand vraagt om een bredere afweging op andere milieueffecten. Immers de aanleg van de schermwand in de bouwfase geschiedt 24/7 waardoor er sprake kan zijn van effecten op de omgeving als gevolg van de bouwlampen (licht) bij de freesmachines. Daarom is het aspect licht toegevoegd aan de beoordeling.

Op welke effecten wordt getoetst is in tabel 3.1 weergegeven met een groen vinkje. Met een rood kruis is aangegeven waarop niet wordt getoetst, omdat de effecten voor dat milieuaspect voor de betreffende fase, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, niet relevant zijn. Voor de volledigheid, de benoemde aspecten kunnen in het kader van de wegverbreding van de A12 en A27 in zijn totaliteit, wel relevant zijn. Deze zijn in het MER A27/A12 Ring Utrecht Tweede Fase beschreven.

Tabel 3.1 Overzicht relevante milieueffecten uitwerking (retour)bemaling met diepe schermwand voor de Verdiepte Ligging

Milieuaspect	Bouwfase		Gebruiksfase
	Aanleg schermwand	Realisatie wegverbreding	Eindsituatie
(Bouw)verkeer	✓	✗	✗
Geluid	✓	✓	✗
Luchtkwaliteit	✓	✗	✗
Externe veiligheid ¹	✗	✗	✗
Natuur	✓	✓	✓
Bodem	✓	✓	✗
Water	✓	✓	✓
Ruimtelijke kwaliteit	✓	✗	✗
Landschap en cultuurhistorie	✓	✗	✗
Archeologie	✓	✓	✓

¹ Er vindt in zijn geheel geen beoordeling plaats op het milieuaspecten externe veiligheid omdat dat dit milieuaspect, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, niet relevant is : bij de aanleg van de schermwand worden geen gevaarlijke stoffen toegepast.

Omdat voor de verschillende belangen de impact van de bouwmethode met schermwand verschillend is, is voor elk van de milieuaspecten een beoordelingskaders gebruikt waarop wordt getoetst. Dit beoordelingskader is overgenomen uit de MER Tweede fase.

3.2 Beoordelingskader met relevante toetsingscriteria

Dit rapport volgt de structuur van het beoordelingskader van het bestaande MER 2^e fase. Per milieuaspect wordt in onderstaande tabel het beoordelingskader met alleen voor de uitwerking van de schermwand relevante toetsingscriteria gepresenteerd.

3.2.1 Verkeer

In tabel 3.2 zijn de voor het aspect verkeer de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.2 Relevante toetsingscriteria verkeer

Aspect	Criterium	Operationalisatie
(Bouw)verkeer	Doorstroming	- Hoofdwegennet (HWN): - aantal dagen verkeershinder - Onderliggend wegennet (OWN): aantal dagen verkeershinder

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Beoordeling verkeer

Criterium aspect Verkeer	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Doorstroming HWN	nvt	nvt	0 -3 dagen verkeershinder	3- 10 dagen	> 10 dagen
Doorstroming OWN	nvt	nvt	0 -7 dagen verkeershinder	1-20 weken, alternatieven beschikbaar	> 20 weken, alternatieven beschikbaar

3.2.2 Geluid

In tabel 3.4 zijn de voor het aspect geluid de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven. Deze criteria zijn t.b.v. van de schermwand aangescherpt naar 'voldoen aan de regelgeving'.

Tabel 3.4 Relevante toetsingscriteria geluid

Aspect	Criterium	Operationalisatie
Geluid	geluidsbelasting omgeving	Toetsing aan regelgeving

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Beoordeling geluid

Criterium aspect Geluid	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
geluidsbelasting	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet aan regelgeving	Voldoet niet aan regelgeving - mitigerende maatregel nodig	Voldoet niet aan regelgeving - mitigerende maatregelen niet mogelijk

3.2.3 Luchtkwaliteit

In tabel 3.6 zijn de voor het aspect luchtkwaliteit de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.6 Relevante toetsingscriteria luchtkwaliteit

Aspect	Criterium	Operationalisatie
Luchtkwaliteit	jaargemiddelde concentratie NO ₂ , PM ₁₀ en PM _{2,5}	Toe/afname concentratie

(Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.7.

Tabel 3.7 Beoordeling luchtkwaliteit

Criterium aspect Verkeer	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Toe-/afname jaargemiddelde concentratie NO ₂ , PM ₁₀ en PM _{2,5}	> 10% van de gevoelige bestemmingen heeft een verbetering van meer dan 1,2 µg/m ³ (NO ₂) / 0,4 µg/m ³ (fijn stof)	5-10% van de gevoelige bestemmingen heeft een verbetering van meer dan 1,2 µg/m ³ (NO ₂) / 0,4 µg/m ³ (fijn stof)	Minder dan 5% van de gevoelige bestemmingen heeft een verbetering van meer dan 1,2 µg/m ³ (NO ₂) / 0,4 µg/m ³ (fijn stof)	5-10% van de gevoelige bestemmingen heeft een verslechtering van meer dan 1,2 µg/m ³ (NO ₂) / 0,4 µg/m ³ (fijn stof)	> 10% van de gevoelige bestemmingen heeft een verslechtering van meer dan 1,2 µg/m ³ (NO ₂) / 0,4 µg/m ³ (fijn stof)

3.2.4 Natuur

In tabel 3.8 zijn de voor het aspect natuur de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.8 Relevante toetsingscriteria natuur

Aspect	Criterium	Operationalisatie
Natuur	Beschermde gebieden (Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland)	Ruimtebeslag, stikstofdepositie, visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen
	Bos/stedelijk groen (bos Amelisweerd, Lunetten incl. Park de Koppel)	Hydrologie/grondwater, vitaliteit bomen
	Beschermde fauna ¹	Visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen

¹ wijkt af van het MER Tweede Fase omdat de bouwfase met aanleg schermwand vraagt om een nadere uitwerking in lichteffecten op Amelisweerd. Omdat er ook grondwatereffecten in Amelisweerd kunnen optreden worden de overige effecten in Amelisweerd kwantitatief beschouwd.

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.9.

Tabel 3.9 Beoordeling natuur

Criterium aspect Natuur	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Beschermde gebieden (Natura 2000,	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen/vrijwel geen effect	Gering negatief effect door ruimtebeslag, stikstofdepositie	Groot negatief effect door ruimtebeslag, stikstofdepositie

Criterium aspect Natuur	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Natuurnetwerk (Nederland)				e, visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen	e, visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen
Bos/stedelijk groen (bos Amelisweerd, Lunetten incl. Park de Koppel)	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen significant effect	Gering negatief effect op hydrologie/gro ndwater en vitaliteit bomen	Groot negatief effect op hydrologie/gro ndwater en vitaliteit bomen
Beschermde fauna	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen significant effect	Gering negatief effect door visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen	Groot negatief effect door visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen

3.2.5 Bodem

In tabel 3.10 zijn de voor het aspect bodem de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.10 Relevante toetsingscriteria bodem

Aspect	Criterium	Operationalisatie
bodem	Beïnvloeding bodemkwaliteit	Kwalitatief, op basis van aantal/omvang verontreinigde locaties in projectgebied.
	Beïnvloeding WKO-systemen	Kwalitatief, op basis van grondwaterstroming(snelheid) bij (eventueel) omliggende WKO-systemen

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.11

Tabel 3.11 Beoordeling bodem

Criterium aspect Verkeer	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Beïnvloeding bodemkwaliteit	Grote verbetering	Matige verbetering	Geen of vrijwel geen verandering	Matige verslechtering	Grote verslechtering

3.2.6 Water

In tabel 12 zijn de voor het aspect water de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.12 Relevante toetsingscriteria water

Aspect	Criterium	Operationalisatie
Water	Waterhuishouding	Kwalitatieve beoordeling (doorsnijding) waterstructuur
	Grondwaterkwantiteit/-kwaliteit	- Kwantitatieve beoordeling grondwaterstand ¹ - Kwalitatieve beoordeling m.b.t. grondwaterkwaliteit
	Grondwaterbeschermingsgebieden	Kwalitatieve beoordeling

¹ wijkt af van het MER Tweede Fase omdat de bouwfase met (retour)bemaling vraagt om een uitwerking in grondwatereffecten in de omgeving en daarmee inzicht in mogelijk effecten op landbouw en zettingen/ontwatering bij gebouwen.

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling per deelgebied is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.13

Tabel 3.13 Beoordeling Water

Criterium aspect Water	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
waterhuishouding (doorsnijding)	Grote verbetering	Matige verbetering	Vrijwel geen verandering	Matige verslechtering	Grote verslechtering
Grondwaterkwantiteit/-kwaliteit:	Grote verbetering	Matige verbetering	Vrijwel geen verandering	Matige verslechtering	Grote verslechtering
grondwaterbeschermingsgebieden	Sterke beperking risico verontreiniging	Matige beperking risico verontreiniging	Kleine of geen verandering	matige vergroting risico verontreiniging	Sterke vergroting risico verontreiniging

3.2.7 Ruimtelijke kwaliteit

In tabel 3.14 zijn de voor het aspect Ruimtelijke kwaliteit de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.14 Relevante toetsingscriteria ruimtelijke kwaliteit

Aspect	Criterium	Operationalisatie
ruimtelijk kwaliteit	ruimte beslag	Aantal ha

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.15.

Tabel 3.15 Beoordeling ruimtelijke kwaliteit

Criterium aspect ruimte	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
	N.v.t.	N.v.t.	0- 2 ha	2 - 5 ha	> 5 ha

3.2.8 Landschap en cultuurhistorie

In tabel 3.16 zijn de voor het aspect Landschap en cultuurhistorie de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.16 Relevante toetsingscriteria landschap en cultuurhistorie

Aspect	Criterium	Operationalisatie
Landschap	Verandering in openheid en zichtlijnen - kappen van bomen - geluidsscherm - grote zichtbare installaties op het werkterrein	Kwalitatief

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.17.

Tabel 3.17 Beoordeling landschap en cultuurhistorie

Criterium aspect landschap	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Landschap - openheid en zichtlijnen	Sterke verbetering	Matige verbetering	Kleine of geen verandering	Matige verslechtering	Sterke verslechtering

3.2.9 Archeologie

In tabel 3.18 zijn de voor het aspect archeologie de (voor de schermwand relevante) gehanteerde toetsingscriteria en de wijze van operationalisatie weergegeven.

Tabel 3.18 Relevante toetsingscriteria archeologie

Aspect	Criterium	Operationalisatie
archeologie	beïnvloeding van gebieden met hoge/middelhoge archeologische verwachtingswaarde	ha doorsnijding

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 3.19.

Tabel 3.19 Beoordeling archeologie

Criterium aspect Verkeer	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
beïnvloeding van gebieden met hoge/middelhoge archeologische verwachtingswaarde	N.v.t.	N.v.t.	0 ha	0-1 ha	> 1 ha

Klimaatverandering

Naast de effecten die te maken hebben met het watersysteem wordt er in dit rapport ook (kwalitatief) in de gebruiksfase (permanente situatie) gekeken naar het effect die de bouwmethode met schermwand bij een veranderend klimaat kan hebben. Ofwel, wordt door de verandering van het klimaat (toename neerslagintensiteit, langdurige droogte) het berekende grondwatereffect als gevolg van de schermwand groter (verslechtering) of juist kleiner (verbetering).

3.3 Uitwerking bestuurlijke randvoorwaarden

In samenspraak met de Bestuurlijke Stuurgroep (BSG) en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) zijn eisen en randvoorwaarden opgesteld om de uitvoering beheerst te laten verlopen en om potentieel negatieve effecten op de omgeving te voorkomen. De in de BSG vastgestelde bestuurlijke randvoorwaarden zijn van toepassing op alle mogelijke bouwmethoden en worden als eis opgenomen in het contract voor de aanbesteding.

Er zijn randvoorwaarden opgesteld voor (Rijkswaterstaat, oktober 2018 en mei 2019):

- Ruimte en ruimtelijke kwaliteit.
- Bodem en water.
- Natuur en ecologie.
- Woon- en leefmilieu.
- Cultuurhistorie.
- Economisch grondgebruik.

De in de BSG vastgestelde bestuurlijke randvoorwaarden zijn van toepassing op alle mogelijke bouwmethoden en zijn als eis opgenomen in het contract voor de aanbesteding.

De relevante randvoorwaarden in relatie tot de schermwand zijn vervolgens nader gespecificeerd voor een aantal aspecten voor (Rijkswaterstaat, oktober 2018 en mei 2019):

- grondwater in relatie tot waardevol groen (landgoed Amelisweerd);
- licht en geluid (omwonenden en natuur);
- bouwlogistiek.

In deze paragraaf worden deze randvoorwaarden nader toegelicht. Deze randvoorwaarden zijn zo nodig al verwerkt in het beoordelingskader.

3.3.1 Grondwater i.r.t. bomen in Amelisweerd

Tijdens de realisatiefase

Voor het bos Amelisweerd worden eisen gesteld aan grondwaterbeïnvloeding. De aanvullende eisen zijn gericht op het beheersen van het eerste watervoerende pakket (1^e wvp), en daarmee niet (direct) op het freatisch grondwaterpeil, omdat de impact van de bouwmethode ook direct op het 1^e wvp inwerkt.

Beheersmaatregelen zijn gericht op het actief compenseren van grondwater door inbrengen (retourneren) of onttrekken van grondwater in het 1^e watervoerend pakket, direct buiten de schermwand, zie paragraaf 7.1.1 en 7.1.2.

Boven- en ondergrenzen grondwaterstanden

Als vertrekpunt worden de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) van de grondwatercontourkaarten van de Gemeente Utrecht uit 2013 gehanteerd als de boven- en ondergrenzen. Veelal zijn momenteel actuelere en meer gebied gebonden meetgegevens voorhanden. Aan de hand van beschikbare peilbuizen zal bij aanbesteding van het project een analyse gemaakt worden over de periode 2011-2020 van de grenzen die 2 % van de tijd onderschreden en 98% van de tijd overschreden worden. Deze actuele gegevens zullen in de plaats komen van de Boven- en Ondergrenzen uit de grondwatercontourkaarten van de Gemeente Utrecht.

- Er worden onder- en - bovengrenzen afgeleid op basis van de 2 % en 98 % waarden;
- Er wordt onderscheid gemaakt tussen winter (geen groeiseizoen) en voorjaar en zomer (beide groeiseizoen). De grens tussen groeiseizoen en geen groeiseizoen moet nog nader worden vastgesteld.
- Met behulp van de meetreeksen en het ontwikkelde grondwatermodel worden de Boven- en Ondergrenzen vlakdekkend gemaakt;
- Er worden nog een aanvullende eisen geformuleerd om te borgen dat de aannemer zo veel mogelijk de natuurlijke fluctuaties volgt, zodat de aannemer niet de beschikbare bandbreedte onnodig gaat opvullen. Ook wordt mogelijk gemaakt dat in perioden van droogte het grondwater juist wordt aangevuld.

Kwaliteit grondwater bij retourneren

De kwaliteit en de eigenschappen van grondwater dat wordt geretourneerd in de bodem, dient overeen te komen met de kwaliteit en eigenschappen van het grondwater in de natuurlijke situatie zoals dat voorkomt op de diepte waar het water in de bodem ingebracht wordt. In het bijzonder dient hierbij aandacht besteed te worden aan de eisen voor het zuurstofgehalte, ijzergehalte en ontgassing van het infiltratiewater, omdat zuurstof in combinatie met ijzer en gassen zorgen voor risico's op verstopping van de retourfilters. De exacte uitwerking van de eis wordt nader vorm gegeven in overleg met Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden (HDSR).

Monitoring

De aannemer richt een monitoringnetwerk in dat geschikt is om de complexe grondwatersituatie rond de verdiepte ligging, en in het bijzonder het Bos Amelisweerd, te monitoren. Het systeem moet real-time, online inzicht bieden in de actuele freatische grondwaterstanden en stijghoogten van het 1e watervoerend pakket. Met dit systeem kan de aannemer dan direct ingrijpen om de stijghoogte (en daarmee de grondwaterstand) bij te sturen indien nodig.

Het systeem moet metingen verrichten met een frequentie van minimaal 1x per uur per meetpunt. Het systeem dient de meetreeksen 1x per uur volgens een nader te bepalen protocol in een nader te bepalen bestandsformaat automatisch te uploaden op een server van opdrachtgever. Elk meetpunt dient individueel op elk moment op afstand uitleesbaar te zijn. Het systeem moet een beschikbaarheid kennen van 98 % per meetpunt, waarbij een meetpunt maximaal 48 uur aaneengesloten niet-beschikbaar mag zijn. Hierbij geldt een maximum van 20 % van de meetpunten die gelijktijdig niet-beschikbaar mogen zijn. Naast monitoring van grondwaterstanden worden periodieke visuele waarnemingen uitgevoerd door een European Tree Technician gecertificeerde deskundige om de toestand van de bomen in het bos Amelisweerd te monitoren.

Na realisatie, tijdens de gebruiksfase

Maximale opstuwing

Ten gevolge van de realisatie van constructies (o.a. schermwand) voor de verbreding van de A27 kan een zekere mate van opstuwing (oostzijde, Amelisweerd) en verlaging (westzijde, Maarschalkerweerd) ontstaan. Deze opstuwing/verlaging wordt contractueel beperkt tot maximaal 10 cm op de Tracégrens (en dus steeds minder buiten het projectgebied) van de Ring Utrecht. Deze 10 cm is de praktische vertaling van 'geen significante verandering' uit de BSG memo (d.d.10 oktober 2018). Na de realisatie wordt er gemeten om vast te stellen of er grote afwijkingen zijn dan de afgesproken 10 cm. Als blijkt dat de afwijkingen groter zijn zullen aanvullende maatregelen worden ontworpen worden om deze eis alsnog te borgen, zie paragraaf 7.1.2.

Monitoring

Na beëindiging van actieve grondwaterbeïnvloeding door bemalingen, wordt door Rijkswaterstaat nog 5 jaar gemonitord met een uitgedunde, maar adequate set peilbuizen, ook in meetfrequentie. Deze eis wordt nader uitgewerkt in overleg met de provincie, HDSR en de gemeente Utrecht.

3.3.2 Licht en geluid (omwonenden en natuur)

Licht

Voor het voorkomen van lichthinder tijdens de werkzaamheden is een aanvullende contracteis geformuleerd: Bouwlampen dienen zodanig opgesteld dat verlichting naar de bodem straalt en er geen hinderlijke uitstraling van verlichting is (hetgeen te vergelijken is met reguliere wegverlichting).

Geluid omwonenden

Ten aanzien van de geluideffecten op omwonenden is nader onderzoek gedaan naar de effecten van de bouwmethode (Sweco, september 2019). De geluideffecten worden in de volgende hoofdstukken van dit rapport nader toegelicht en onderbouwd. Conclusie uit de akoestische berekeningen is dat zonder een mobiel geluidsscherm bij een aantal panden in de nacht (en vaak ook in de avond) een overschrijding van de limiet plaatsvindt. Met een mobiel geluidsscherm of een containerwand is er geen overschrijding van de geluidslimieten. De toekomstig aannemer zal moeten voldoen aan de geluidslimieten en zo nodig gepaste maatregelen nemen.

Tussen Rijkswaterstaat en de gemeente Utrecht zijn aanvullend afspraken gemaakt over de toepassing van de 'Handhaafinstructie geluidhinder veroorzaakt door bouw- sloop- en renovatiewerkzaamheden' en een aantal aanvullend door toekomstig opdrachtnemer uit te voeren akoestische onderzoeken in relatie tot bouwlawaai en laagfrequent geluid.

A.

Ten aanzien van de geluidsniveaus tijdens de werkzaamheden voor de bouw van de diepwand dient voldaan te worden aan de 'Handhaafinstructie geluidhinder veroorzaakt door bouw- sloop- en renovatiewerkzaamheden' Gemeente Utrecht, vastgesteld 24 februari 2015. In de Handhaafinstructie is voor zowel de avond- als de nachtperiode een tabel 'ontheffingsregime' opgenomen. Bij de toepassing van de Handhaafinstructie is met de gemeente overeengekomen dat deze tabellen zo gelezen mogen worden dat geluidsniveaus lager dan aangegeven in de betreffende linkerkolom onbepaald mogen plaats vinden. Continue bronnen zoals aggregaten worden afzonderlijk van de tabellen beoordeeld zoals opgenomen in de handhaafinstructie. De aannemer is verantwoordelijk voor het aanvragen en naleven van de geluidsontheffing.

B.

Door middel van een akoestisch onderzoek dient vooraf aangetoond te worden dat aan de geluideisen voor bouwlawaai kan worden voldaan. Dit onderzoek dient minimaal 6 weken voor start werkzaamheden ter acceptatie aan Rijkswaterstaat te worden aangeboden. Zo snel mogelijk, maar uiterlijk 1 week, na start van de werkzaamheden dient in de representatieve bedrijfssituatie door middel van geluidmeting geverifieerd te worden of aan de uitgangspunten van het vooraf uitgevoerde akoestisch onderzoek wordt voldaan. Alle akoestische onderzoeken worden uitgevoerd volgens de 'Handleiding Meten en rekenen industrielawaai' (HMRI, internet uitgave 2004). Zowel de mobiele bronnen als bronnen op het werkterrein moeten beoordeeld worden.

Indien gedurende het bouwtraject nieuwe of andere apparatuur of bouwtechniek wordt ingezet is deze eis onverminderd van toepassing vanaf het moment dat gebruik wordt gemaakt van nieuwe of andere apparatuur of bouwtechniek

Indien blijkt dat ten opzichte van het eerdere onderzoek wijzigingen in de eerder genoemde uitgangspunten zijn opgetreden wordt binnen een week na het aanleveren van de eerdere rapportage een aanvullende

rapportage met mogelijke maatregelen en voorzieningen aangeleverd. Voorzieningen en maatregelen die voorgesteld worden moeten voldoen aan de criteria van Best Beschikbare Technieken.

C.

Door middel van een akoestisch onderzoek vooraf en metingen achteraf dient aangetoond te worden dat de eventuele scheidingsinstallaties t.b.v. de bouw van de diepwanden die zich op de werkterreinen begeven geen laagfrequent geluid produceren waardoor binnen in woningen de Vercammen-curve wordt overschreden. Met de Vercammen-curve wordt bedoeld de toetswaarde en meetprocedure als opgenomen in de publicatie: 'Vercammen MLS, Heringa PH. Laagfrequent geluid; grenswaarden, overdracht en meten. Nijmegen: Adviesbureau Peutz & ass., 1990. Rapport R 548-13.1990', zie tabel hieronder.

Tabel 3.20 Toetswaarden Vercammen

	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	Hz
Vercammen 3-10% (binnen)	86	82	77	70	65	59	55	50	46	42	39	36	dB
Geluidwering standaard gevel	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	dB
Vercammen 3-10% vertaald naar buiten voor de gevel	91	88	84	78	74	69	66	62	59	56	54	53	dB

Geluid natuur

Ten aanzien van geluidseffecten op natuur is een onderzoek uitgevoerd in Sweco (september 2019). Met behulp van veldwerk is geïnventariseerd welke beschermde soorten voorkomen in het invloedsgebied (het gebied waarbinnen de geluidbelasting met 1dB of meer toeneemt als gevolg van de bouwmethode). Op basis van beschikbare kennis over soorten en geluid is beoordeeld/ingeschat in hoeverre de aangetroffen soorten geluidgevoelig zijn. De geluidseffecten op natuur (en eventuele noodzakelijke mitigerende maatregelen) worden in de volgende hoofdstukken in dit rapport nader toegelicht en onderbouwd.

3.3.3 Bouwlogistiek

De aanpak is gericht op het zoveel mogelijk beperken van de hinder als gevolg van bouwverkeer. Deze is verder uitgewerkt op basis van de nieuwe bouwwijze A27 verdiepte ligging. Uitgangspunt van de aanpak is de (top)eis dat alle bouwverkeer via het hoofdwegennet (HWN) moet plaatsvinden. Indien dit voor specifieke werkzaamheden niet mogelijk mocht zijn moet aannemer dit onderbouwen, de beoogde routes via het onderliggende wegennet (OWN) in beeld brengen en voorafgaand aan de werkzaamheden ter goedkeuring voorleggen aan de betreffende wegbeheerders. Daarnaast gelden enkele specifieke eisen, bv dat het werkterrein 'voormalige stadskwekerij' alleen via het hoofdwegennet mag worden ontsloten. Daarnaast worden gegadigden via het gunningscriterium leefkwaliteit en milieu boven op de contracteisen uitgedaagd de hinder als gevolg van bouwverkeer te minimaliseren. In het kader van de inkoopstrategie wordt in afstemming met de gemeente en provincie bij de voorbereiding van de aanbesteding nader uitgewerkt hoe dit op een adequate wijze is geborgd.

4

REFERENTIESITUATIE VOOR GRONDWATER EN NATUUR

4.1 Nieuwste en gewijzigde inzichten

Door de actualisatie van de MER en de nieuwe procedure van de TB2020 is het mogelijk de nieuwste (gewijzigde) inzichten en gegevens mee te nemen voor wat betreft de huidige situatie. Zo is er beter inzicht verkregen in de ondergrond (bodempopbouw), grondwaterstanden en de vitaliteit van het bos Amelisweerd. Voor wat betreft de autonome ontwikkeling is uitgegaan van de huidige situatie, aangevuld met de inzichten uit het MER Tweede Fase.

Een beter inzicht in de bodempopbouw is verkregen door een in 2018 uitgevoerde pompproef, nader (veld)onderzoek in 2019 naar het voorkomen van de slecht doorlatende afzettingen van de Waalreklei Formatie (WAK1) op ca 65 m-mv, en de analyse van de calamiteiten onttrekking ter plaatse van waterproductielocatie Cornelis Biemond te Nieuwegein door Waternet in 2019. Deze nieuwe inzichten zijn verwerkt in een ondergrondmodel, die de basis vormde voor de ontwikkeling van een modelinstrumentarium voor de berekening van de huidige (referentiesituatie) alsmede van de hydrologische effecten als gevolg van de bouwvariant met schermwanden. Op basis van monitoring van grondwaterstanden is actueler inzicht verkregen in het grondwaterregime (incl. droge zomers van 2018 en 2019).

Een beter inzicht in de huidige vitaliteit van de bomen in Amelisweerd is verkregen door een in 2018/2019 uitgevoerd onderzoek door Deltares in samenwerking met specialisten van Wageningen Environmental Research (WEnR), Copijn Boomspecialisten B.V. en VanderSat B.V. (WEnR, december 2018) (Deltares, februari 2019) (Deltares, november 2019)

Bovenstaande nieuwe inzichten zijn in de volgende paragrafen gebruikt en toegelicht.

4.1.1 Pomp- en retourbemalingsproeven

Samenvatting

In het kader van het geohydrologisch onderzoek voor het project A27 Ring Utrecht van Rijkswaterstaat zijn door Deltares in de eerste helft van 2018 pompproeven, stopproeven en retourproeven uitgevoerd op het terrein Tussen de Rails en deze proeven zijn tevens geanalyseerd. Het geohydrologisch onderzoek is ingezet na afstemming met belanghebbenden in het kader van de vergelijking van uitvoeringsmethoden met gebruik van bemalingsvarianten met of zonder retourbemaling, dan wel mét of zónder schermwand. (Deltares, november 2018)

Ten behoeve van de proeven zijn in het eerste watervoerende pakket 2 pompputten, 1 traditionele retourput, 2 DSI retourstrengen en tientallen peilbuizen geplaatst. Tevens zijn 4 diepe pulsboringen tot circa NAP – 75 à 78 m gemaakt. De uitgevoerde boringen geven aan dat de zandlaag van de Formaties van Kreftenheije en Urk boven in het eerste watervoerend pakket bestaat uit grof zand waarin lokaal grindige lagen aanwezig zijn. Deze zandlaag is meer doorlatend dan het zand van de Formatie van Sterksel die hieronder voorkomt in het. Boven in de Formatie van Sterksel komen lokaal kleiige lenzen voor op wisselende diepte.

Het watertype in het eerste watervoerende pakket is anoxisch (ofwel zuurstofarm) grondwater van een calcium(magnesium)bicarbonaat houdend watertype, met een hoog ijzergehalte. De verwachting dat het grondwater in-situ zuurstofloos (anoxisch) is, hangt samen met de aanwezigheid van ammonium en afwezigheid van nitraat in het grondwater. Omdat de variatie van de concentraties over de diepte gering is op de onderzoek locatie, mag worden aangenomen dat hier geen verschil bestaat tussen ondiep en diep grondwater in het eerste watervoerende pakket.

Resultaat

Uit de pompproeven zijn de waarden van geohydrologische parameters afgeleid. De uitgevoerde proeven kenden het volgende resultaat

- het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket bleek hoger dan eerst was afgeleid, namelijk $2400 \pm 300 \text{ m}^2/\text{dag}$;
- de weerstand van de Waalre-klei formatie (Wak1) is groot (naar verwachting 2.000 dagen) en is mogelijk nog groter;
- de bergings-coëfficiënt is klein (naar verwachting $1,5 \cdot 10^{-3}$) zodat de reactiesnelheid van de grondwaterstijghoogte op veranderingen van onttrekkingen groot is;
- ook in de weerstand van de toplaag (naar verwachting 100 tot 250 dagen) zit een behoorlijk spreiding aangezien de locatie gesitueerd is op een overgang van een zandige toplaag in het oosten naar een gebied met komklei in het westen.

Uit de retourproef werden de volgende conclusies getrokken:

- op een traditionele retourput kon niet meer dan $50 \text{ m}^3/\text{uur}$ worden teruggebracht;
- uitgaande van een goede beheersing van verstoppingsprocessen kan per klassieke retourput waarschijnlijk niet meer dan $100 \text{ m}^3/\text{uur}$ worden teruggebracht in de ondergrond;
- de retourbemaling had te kampen met verstopping door ontgassing, die werd veroorzaakt door vrijkomen van gassen bij te lage drukken in het retourleidingsstelsel;
- verstopping als gevolg van hoge ijzer- en kalkgehalten trad bij het toegepaste gesloten retour(leiding)stelsel niet op. Klassieke retourstelsels moeten zo worden ingericht dat verstopping door ijzernerslag en ontgassing wordt voorkomen, zodat de druk in de putten niet te hoog wordt;
- de capaciteit van DSI-retourstelsels waarin door hogere druk gasverstopping een minder grote rol speelt, komt uit op een debiet van 10 tot $30 \text{ m}^3/\text{uur}$ per filter in een streng die uit 8 filters was opgebouwd. De benodigde onderhoudsfrequentie van DSI-systemen kon binnen de beschikbare onderzoekstijd niet worden achterhaald.

4.1.2 (Veld)onderzoek Waalre-klei (Wak1)

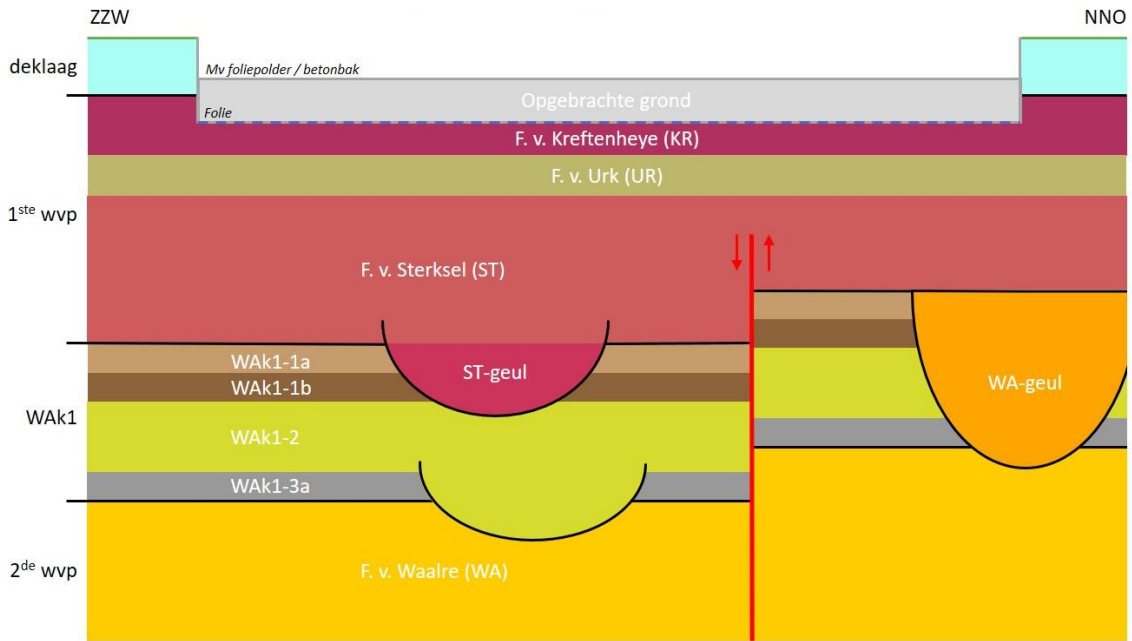
Samenvatting

De Waalre-klei formatie bevindt zich op een diepte van circa 58 á 70 m-NAP. Het maaiveld ligt circa 2 meter boven NAP. Om onderloopsheid van de schermwand te voorkomen wordt de schermwand tot in de Waalre-klei formatie (circa 65 á 70 m-NAP) aangebracht. De 15 á 20 meter dikke laag met slecht doorlatende afzettingen in de top van de Waalre Klei formatie (Wak1) vormt een scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerende pakket. Om het verloop van de Waalre-klei tot een diepte van -80 meter in kaart te brengen, naast en onder de snelweg, is aanvullend grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit diepe sonderingen en diepe boringen met peilbuizen. Met dit grondonderzoek is meer inzicht verkregen in de dikte van de Wak1 formatie en de geulstructuren daarin.

Resultaat

Uit dit grondonderzoek bleek dat de Wak1 niet overal consistent is, er zijn lokaal watervoerende verstoringen aanwezig als gevolg van geulen. Deze geulen doorsnijden de kleilaag gedeeltelijk (Sterksel-geul) of geheel (Waalre-geul) (zie afbeelding 4.1) waardoor de verticale weerstand tegen grondwaterstroming afneemt. In tabel 4.1 zijn de grondlagen van Wak1 beschreven. De horizontale verbreiding van de geulen binnen de polderconstructie is in afbeelding 4.2 weergegeven. Hieruit blijkt dat een relatief groot deel van de polderconstructie is gekenmerkt door aanwezigheid van de geulen, en daardoor belangrijk is voor de effectberekeningen.

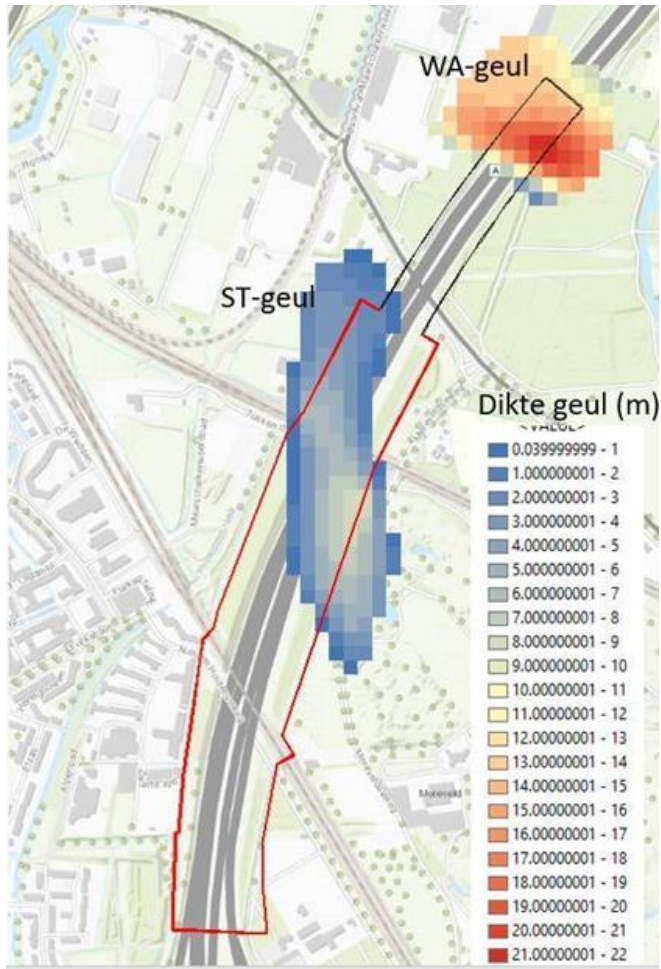
Afbeelding 4.1 Conceptueel ondergrondmodel met de geulen in de Waalre Klei (WAK1) (bron Deltares)



Tabel 4.1 Beschrijving Wak1 in ondergrondmodel

Laag	Beschrijving laag (Bron Deltares)
WAK 1, eenheid 1a	Grijze tot groengrijze leem, zeer homogeen, structuurloos
WAK 1, eenheid 1b	Grijze gelaagde siltige klei met enkele decimeters dikke lemige en fijnzandige inschakelingen
WAK 1, eenheid 2	Heterogeen, afwisseling van glimmerhoudend fijn zand, klei en veen. De basis van de 0,5 tot 2 m dikke fijn zandlagen is erosief. Het zand bevat cm-schaal horizontale gelaagdheid en soms graafgangen en wortelresten
WAK 1, eenheid 3a	Klei en veen met enkele dunne zandlagen. In de top van de klei is vaak een dunne bodem ontwikkeld. Klei is doorworteld
Waalre Geul (WA)	Geulstructuur die vnl. opgevuld is met fijn zand. In de geulen komen lagen voor die grotendeels bestaan uit verspoelde kleibrokken
Sterksel Geul (ST)	Geulstructuur die vnl. opgevuld is met fijn zand. In de geulen komen lagen voor die grotendeels bestaan uit verspoelde kleibrokken

Afbeelding 4.2 Horizontale verbreiding geulen binnen de Waalre formatie (bron Deltares)



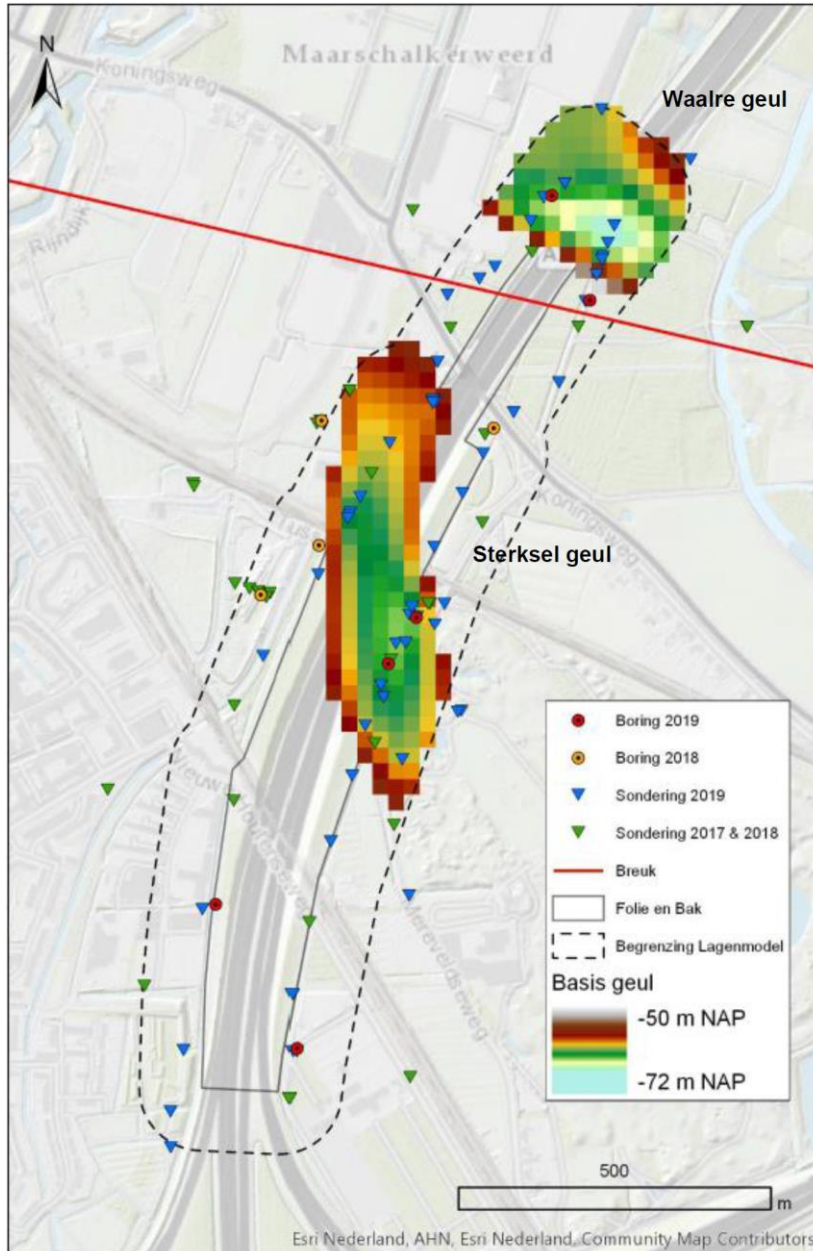
4.1.3 Calamiteitenonttrekking t.p.v. waterproductielocatie Cornelis Biemond te Nieuwegein

samenvatting

In 2019 is ten behoeve van de bouw van modelinstrumentarium, informatie uit boringen en sonderingen verwerkt in een update van de geologische karakterisatie en kartering van de Waalre Klei formatie en het eerste watervoerend pakket rondom de projectlocatie. De ligging van de geulstructuren is getoond in de afbeeldingen 4.3 en 4.4.

In juni 2019 heeft een zogenoemde calamiteitenonttrekking ter plaatse van waterproductielocatie Cornelis Biemond te Nieuwegein plaatsgevonden in verband met verontreinigingen op het Lekkanaal. Bij deze calamiteit heeft Waternet de mogelijkheid om grondwater te onttrekken uit het tweede watervoerende pakket, op enkele kilometers ten zuidwesten van het projectgebied A27. De onttrekking is gestart op 1 juni 2019 om 5:08 en is gestopt op 4 juni 2019 om 13:06. De onttrekking is daarmee circa 3 dagen in bedrijf geweest (met een gemiddeld debiet van 4.300 m³/uur). De interpretatie van deze calamiteitenwinning (vergelijken van de berekende en gemeten stijghoogtes boven en onder de Waalre-klei) heeft nader inzicht gegeven in de bandbreedte van de weerstand van de Waalre Klei (WAK1) ter plaatse van het projectgebied A27.

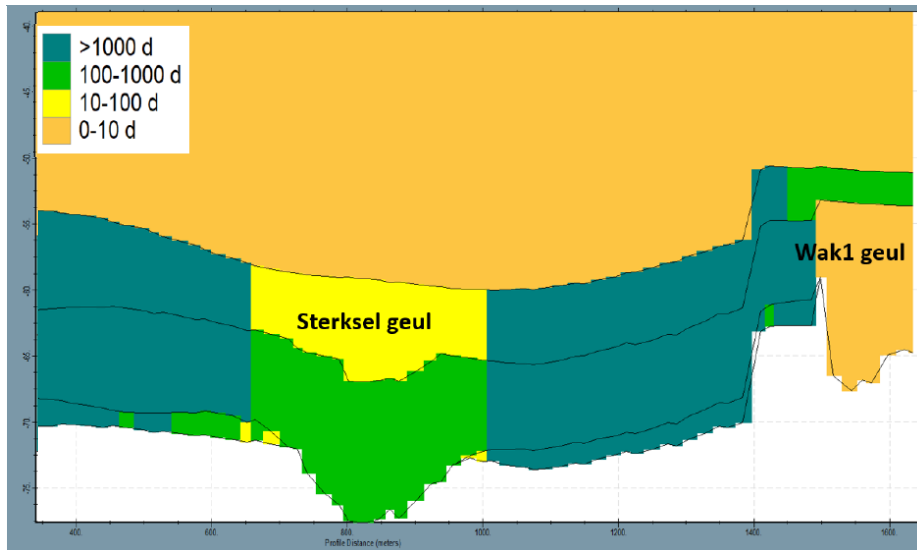
Afbeelding 4.3 Bovenaanzicht ligging geulstructuren binnen de Waalre formatie (bron Deltares)



Resultaat

De interpretatie van de calamiteitenonttrekking heeft geleid tot plausibele verwachtingswaarden en ondergrenzen van de bodemweerstand in de geulstructuren. Voor de Waalre geul volgt als schatting voor de maximale, gemiddelde en minimale weerstand respectievelijk circa 3.280, 380 en 80 dagen. Voor de Sterksel geul zijn deze waarden respectievelijk circa 11.070, 770 en 60 dagen. Deze waarden zijn verwerkt in het ondergrondmodel, zie afbeelding 4.4.

Afbeelding 4.4 Geulstructuren verwerkt in de ondergrondschematisering van het A27 lagenmodel (verwachtingswaarde weerstand)

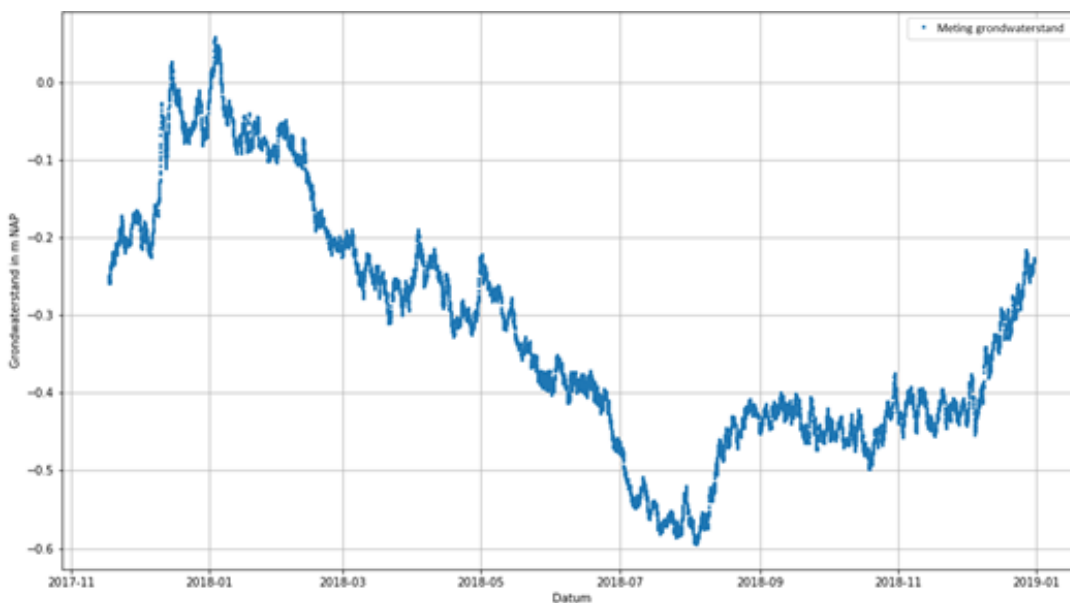


4.1.4 Grondwaterstandsmetingen

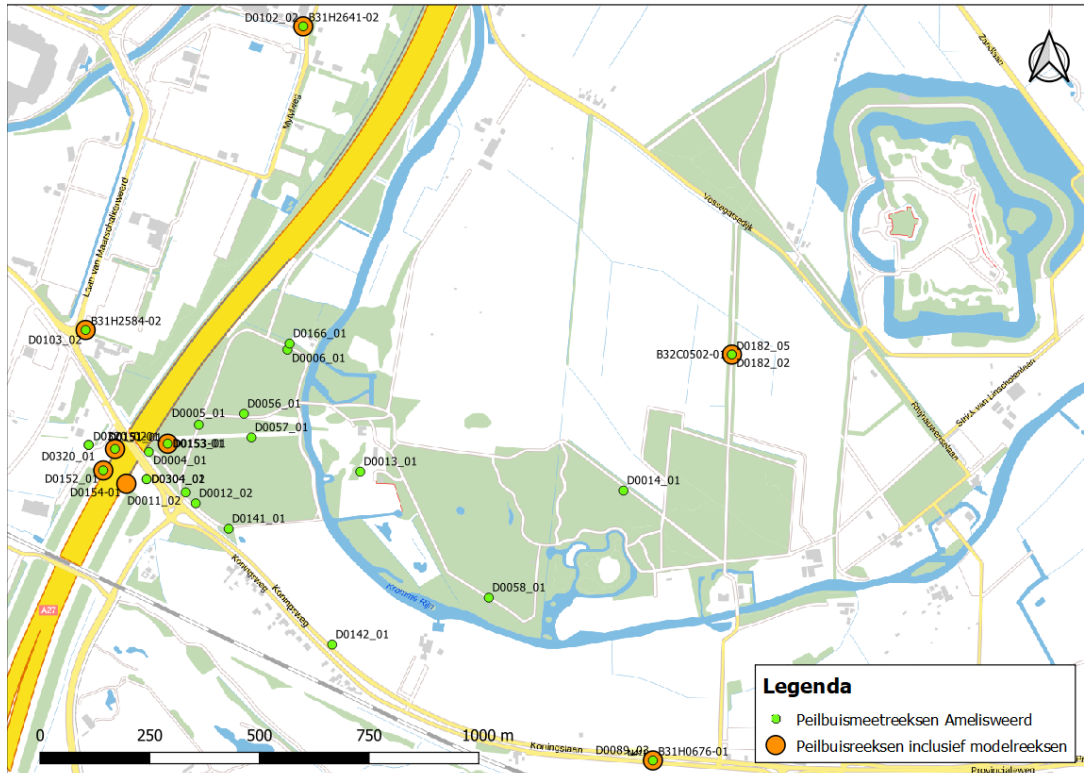
In het projectgebied is huidig een meetnet aanwezig. Dit meetnet omvat metingen in freatisch, eerste en tweede watervoerend pakket, zie afbeelding 4.6.

In afbeelding 4.5 is een voorbeeld van één van de peilbuizen gegeven met zijn meetreeks (tot begin 2019). Deze heeft de droge zomer van 2018 doorgemeten. Uiteraard wordt er doorgemeten en wordt er continue data verzameld. Dit betekent, dat op het moment de meetreeksen data bevatten tot begin januari 2020. Naast de peilbuizen geïnstalleerd rond eind 2017 en gegevens afkomstig van Dinoloket is gedurende de meetperiode het meetnet in het gebied Amelisweerd ook verder uitgebreid.

Afbeelding 4.5 Voorbeeld meting peilbuis Amelisweerd (incl. meting droge zomer 2018)



Afbeelding 4.6 Peilbuizen peilbuismeetnet in en rond Amelisweerd



4.1.5 Vitaliteitsonderzoek Amelisweerd

Samenvatting

In Amelisweerd komen waardevolle elementen voor zoals eiken/essenbos, stinzenbeplanting en paddenstoelen. De vitaliteit van de bomen is afhankelijk van de grondwaterstand en de fluctuaties hierin. Bij verhoging van de grondwaterstand kan er zuurstofloosheid in de wortelzone optreden wat een negatief effect heeft op de vitaliteit. Bij verlaging van de grondwaterstand kan verdroging c.q. droogtestress optreden wat een negatief effect heeft op de vitaliteit. Paddenstoelen kunnen een belangrijke rol spelen in de afbraak van blad en levering van mineralen. De plantenvegetatie in Amelisweerd lijkt niet afhankelijk te zijn van de grondwaterstand. Er worden geen effecten van de verbreding van de A27 op de plantenvegetatie en paddenstoelen verwacht. Afgesproken is de focus te leggen op vitaliteit van de bomen.

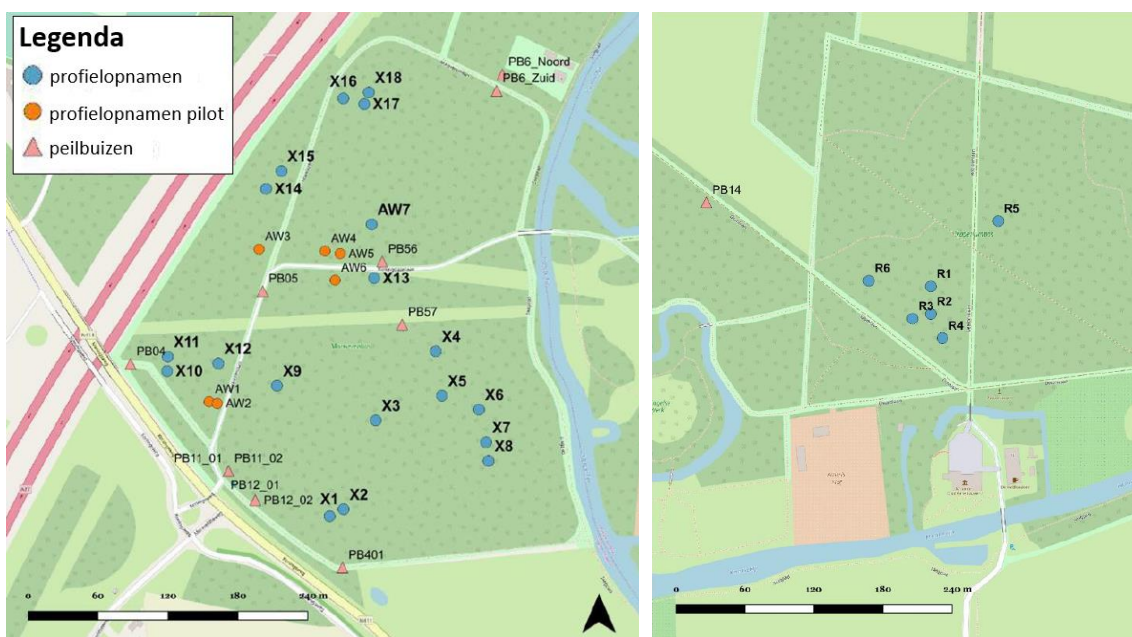
Voor Amelisweerd geldt dat er een relatief groot areaal aan gesloten bos en boslanen aanwezig is, met een groot aantal oude (vaak > 150 jaar), dikke monumentale bomen. In het plan van aanpak 'Effecten Waardevol Groen' is besloten de analyse gefaseerd uit te voeren. Het rapport beschrijft de resultaten van fase 2a: vaststellen nulsituatie en autonome ontwikkeling van het bos. In de zomer van 2018 is een aantal deelonderzoeken uitgevoerd om de kwetsbaarheid van het bos voor grondwaterstandsverandering te analyseren. De deelonderzoeken betreffen: 1) de bodem; 2) het grondwater; 3) de vitaliteit en groei-ontwikkeling van de bomen en 4) een jaarringonderzoek. Er zijn 25 bomen in het Markiezenbos op Nieuw Amelisweerd en 6 bomen in het Trapezium-bos op Oud Amelisweerd geselecteerd (= referentie) voor nader onderzoek. Het onderzoek is gericht op drie soorten: beuk (*Fagus sylvatica*), gewone es (*Fraxinus excelsior*) en zomereik (*Quercus robur*). (Deltares, februari 2019)

Resultaat

Bodem: Per boom is een profielsleuf gegraven om bodemeigenschappen te karteren zodat de kritieke z-afstand (Zk) en het vochtleverend vermogen kan worden afgeleid. De kritieke z-afstand is de maximale afstand tussen het grondwater en de onderkant van de effectieve wortelzone, waarover een flux van 2 mm/dag nog net mogelijk is. In het algemeen is de profielopbouw vanaf maaiveld een overgang van lichte klei in de bovengrond naar zware klei in de ondergrond, waaronder weer een zandlaag ligt. De zwaardere kleilaag kan zeer stagnerend werken voor vocht/regenwater van bovenaf, maar ook een belemmering zijn voor de wortels. Er komt op korte afstand een grote variatie voor in begin- en einddiepte van de verschillende textuurlagen. Op 72 cm-mv tot 180 cm-mv begint de zandlaag bestaande uit grof en soms leemhoudend zand. De kritieke z-afstand (Zk) varieert sterk met de profielopbouw en de diepte van de GLG. Het Markiezenbos heeft gemiddeld een grotere kritieke z-afstand dan het Trapeziumbos (respectievelijk 115 en 67 cm).

Grondwater: Begin 2018 zijn diverse peilbuizen geplaatst in en rondom het Markiezenbos in Amelisweerd (afbeelding 4.5). In deze peilbuizen wordt continue de grondwaterstand gemeten. De (korte) meetreeksen zijn gebruikt om het verloop van de grondwaterstanden te duiden en een vergelijking te maken tussen de laagste gemeten grondwaterstand en de kritische grondwaterstand voor de vochtvoorziening.

Afbeelding 4.7 Ligging peilbuizen (driehoekjes) en geselecteerde bomen met profielopnamen uit een pilot (oranje) en aanvullende opnamen (blauw) in het Markiezenbos (links) en het Trapeziumbos (rechts). In het Markiezenbos worden effecten verwacht van de wegverbreding.



Het maaiveld aan de oostkant ligt rond de 1,6 tot 1,8 m+NAP en de westkant ligt hoger, tussen de 2,0 en 2,4 m+NAP. De maximale gemeten grondwaterstand in het Markiezenbos in 2018 bevond zich overwegend tussen 0,7 en 1,0 m+NAP, op de meeste plekken onder de onderkant van de kleiige bovenlaag. De laagst gemeten grondwaterstand in de droge zomer van 2018, bevond zich rond de 0,4 m+NAP. De laagste meting in peilbuis PB04 direct langs de A27 in het westen lag op 0,2 m+NAP en in de peilbuizen rond de Kromme Rijn in het oosten hoger tussen de 0,4 en 0,5 m+NAP. De grondwaterstand in het Markiezenbos neemt af met een toename van de afstand tot de Kromme Rijn. Dit duidt op zomer infiltratie van water vanuit de Kromme Rijn. Naast deze zomer infiltratie is waarschijnlijk ook regionale kwel vanuit de Utrechtse heuvelrug van belang voor het bufferen van de grondwaterstand.

Vernatting is in delen van het bos een aandachtspunt. De grond is hier in de wintermaanden regelmatig zompig en er heersen omstandigheden die voor veel boomsoorten ongunstig zijn. Het gaat hierbij vooral op het centrale deel van het Markiezenbos waar de populier is aangeplant. Op basis van het veldonderzoek is geconstateerd dat dit waarschijnlijk het gevolg is van de zeer compacte kleilaag die op sommige plekken vrij ondiep is aangetroffen. In natte tijden stagneert regenwater op deze laag en kan niet of slechts heel langzaam naar beneden infiltreren. Droogteverschijnselen en -schades bij bomen binnen het Markiezenbos zijn in het verleden niet gemeld of beschreven.

Vitaliteit en groeiontwikkeling van de bodem: Elke geselecteerde boom is in het veld op verschillende boomtechnische parameters onderzocht. Het gaat om afmetingen (stamdikte, boomhoogte, kroondiameter, hoogte van de onderste primaire en secundaire kroontakken) en conditie. Uit alle veldkenmerken is de vitaliteit van de boom afgeleid. De meeste onderzochte bomen vallen qua conditie binnen de categorieën goed en voldoende. Slechts enkele exemplaren zijn ingedeeld binnen de categorie matig. Dit conditiebeeld is representatief voor grote delen van de onderzochte zones binnen het onderzochte Markiezenbos en het Trapeziumbos.

Jaarringonderzoek: Per boom is een jaarringanalyse uitgevoerd. De jaarringreeks van een boom bevat informatie over de leeftijd en de groeidynamiek van een boom. Abrupte veranderingen van het groeiniveau (meerjarige groeidepressies of groeisputten) duiden op veranderingen in omgevingscondities (veranderingen in grondwaterstanden of vrijstelling) die invloed hebben op de algehele vitaliteit van de bomen.

- analyse van de korte en lange termijn groeidynamiek van eiken, essen en beuken in het Markiezenbos en Trapeziumbos in Amelisweerd laat geen verband zien met de verlaging van grondwaterstanden in de jaren 1980 of de verhoging van het peil in de Kromme Rijn eind jaren 1990;
- de jaarringpatronen van alle onderzochte bomen wijzen niet op een verlaagde vitaliteitsstatus in de laatste decennia of jaren.

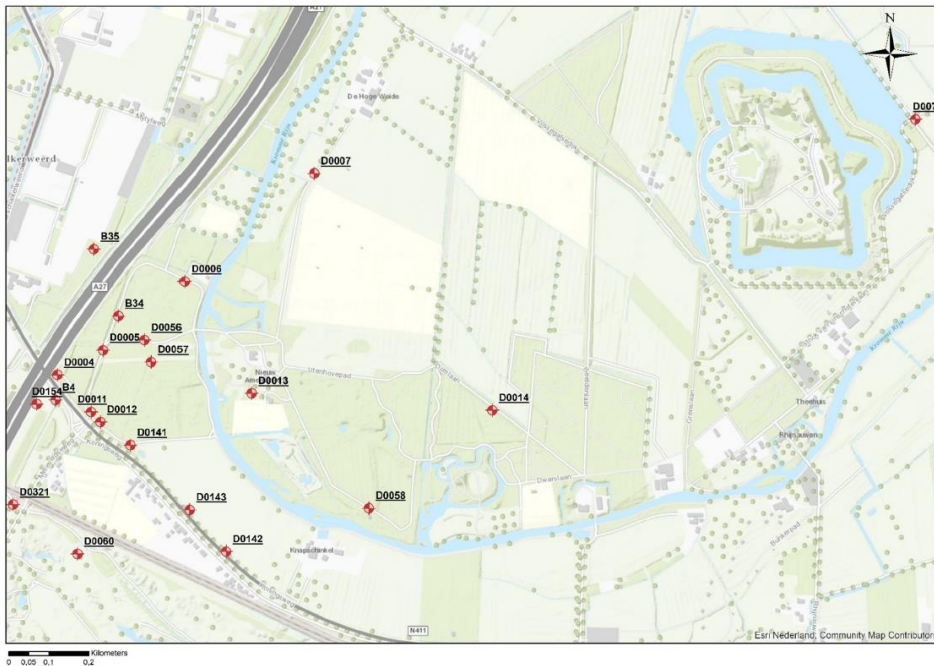
Samenvatting rapport Deltares (februari, 2019)

Deltares (februari, 2019) doet verslag van metingen aan 25 bomen in het Markiezenbos op Nieuw Amelisweerd en 6 bomen in het Trapezium-bos op Oud Amelisweerd (= referentie) voor het bepalen van de nul situatie en de autonome ontwikkeling van het bos. Deze metingen zijn in 2019 voortgezet en uitgebreid (Deltares, november 2019). Vanwege de vernietiging van het Tracébesluit is besloten de werkzaamheden te beperken tot activiteiten gericht op het volgen van de natuurlijke ontwikkelingen in 2019 en 2020 na de uitzonderlijke droogte in 2018.

In het kader van de monitoring in 2019 zijn bij dezelfde 30 bomen op meerdere momenten in het groeiseizoen waarnemingen gedaan betreffende de bladstand, de groei binnen de kroon, de vorming van dood hout en andere opvallende aspecten waaruit af te leiden valt hoe een boom zich ontwikkelt. Van alle 30 bomen die binnen het onderzoek en de monitoring worden gevolgd is een factsheet samengesteld met de boomtechnische gegevens (nulopname juni 2018), de ontwikkelingen in 2019, de opbouw van de bodem en het wortelstelsel en de ontwikkeling van de groeiringsdiktes

Op een viertal locaties (AW2, AW7, X1 en X14) zijn in oktober 2018 bodemsondes geplaatst met 6 meetringen per sonde om het verloop van de bodemvochtgehalten in de tijd te kunnen monitoren. Tevens zijn deze locaties voorzien van een ondiep peilfilter. In 2019 is het grondwatermeetnet rond de A27 Verdiepte Ligging verder uitgebreid (afbeelding 4.6). In deze peilbuizen wordt continue (elk uur) de grondwaterstand gemeten.

Afbeelding 4.8 Overzicht monitoring netwerk grondwaterstanden Amelisweerd en directe omgeving in 2019



Resultaat

De lange en vrij extreme droogte in de zomer van 2018 leidde geruime tijd niet tot zichtbare effecten binnen het bos, maar vanaf eind juli waren vooral in het zuidwestelijke en westelijke deel van het Markiezenbos her en der symptomen te zien die mogelijk veroorzaakt waren door droogte(stress). Wat de essen betreft was er door het hele Markiezenbos verdeeld sprake van een vrij hoge aantastingsdruk door de essentaksterfte. Aan de terugstervende kronen van veel exemplaren is te zien dat de ziekte hier al vele jaren leidt tot achteruitgang en sterfte. Het door het hele Markiezenbos aangetroffen beeld rond essentaksterfte kon niet gerelateerd worden aan droogtestress.

In de nazomer 2018 lieten met name beuken symptomen zien van droogtestress. In 2019 kwamen de de beuken in 2019 opvallend goed en vroeg in blad. Het goede conditiebeeld weerspiegelt zich ook in de resultaten van de jaarringmetingen.

De eiken begonnen in het voorjaar in het hele Markiezenbos vrij laat met uitlopen. De bladontwikkeling liep vervolgens zeer traag en leidde bij veel exemplaren tot een opmerkelijk beeld. Vooral in de hogere kroondelen bleef het blad na de eerste fase van openvouwen als het ware stilstaan. In de loop van de zomer trokken veel eiken geleidelijk nog bij. Ondanks de matige bladstand bleef de vorming van dood hout beperkt. In de (visuele) conditiebeoordeling hebben de eiken vergelijkbaar als in 2018 gescoord.

Net als de eiken kwamen de essen vrij laat en met vertraging in blad. Eind mei was dit proces nog niet afgesloten en was het blad bij veel essen nog klein en licht. Pas begin augustus was er sprake van een 'normaal' beeld. In totaal zijn diverse essen qua conditie iets lager ingeschaald dan in 2018.

In 2019 viel verder op dat in de zoom aan de zuidwestkant van het Markiezenbos diverse beuken staan die snel achteruitgaan en waar kroonsterfte in enige omvang plaatsvindt. Hier zet de ontwikkeling door die zich al in 2018 had aangeduid. De droogtestress door de vrij extreme weersomstandigheden in 2018 is hier naar verwachting een factor geweest.

Analyse van de jaarringen laten zien dat beuken en essen in 2019 een herstel van de groei laten zien, ondanks dat de droogte en het vochttekort van de bodem tot in het voorjaar van 2019 stand hield. De eiken laten gemiddeld geen duidelijke negatieve groeireactie in 2018 zien. De essen reageren wel met een groeidepressie op de droge condities in 2018, maar minder sterk dan de beuk.

Het gemeten bodemvochtgehalte blijven op alle locaties gedurende het gehele jaar nagenoeg onder de 0.5 m³/m³, uitgezonderd locatie X14. Voor locatie X14 treedt (bijna) volledige verzadiging op vanaf een diepte van 80 cm onder maaiveld en is het hoogst gedurende de zomermaanden. Dit wordt veroorzaakt doordat de grondwaterstand tot begin augustus op deze locatie ondieper is dan 100 cm onder maaiveld.

Het gebied direct ten oosten van de A27 ligt ca. 0,5 m lager dan de rest van het landgoed waardoor de grondwaterstand dicht onder maaiveld ligt. Dit is ook zichtbaar uit de metingen bij locatie X14 waar de bewortelingsdiepte van de gemonitorde zomereik (Quercus) tot in het grondwater reikt. De bomen in dit gebied zijn als gevolg van deze landschappelijke eigenschap mogelijk kwetsbaarder voor vernatting van het gebied.

4.2 Referentiesituatie grondwater

4.2.1 Grondwatermodel

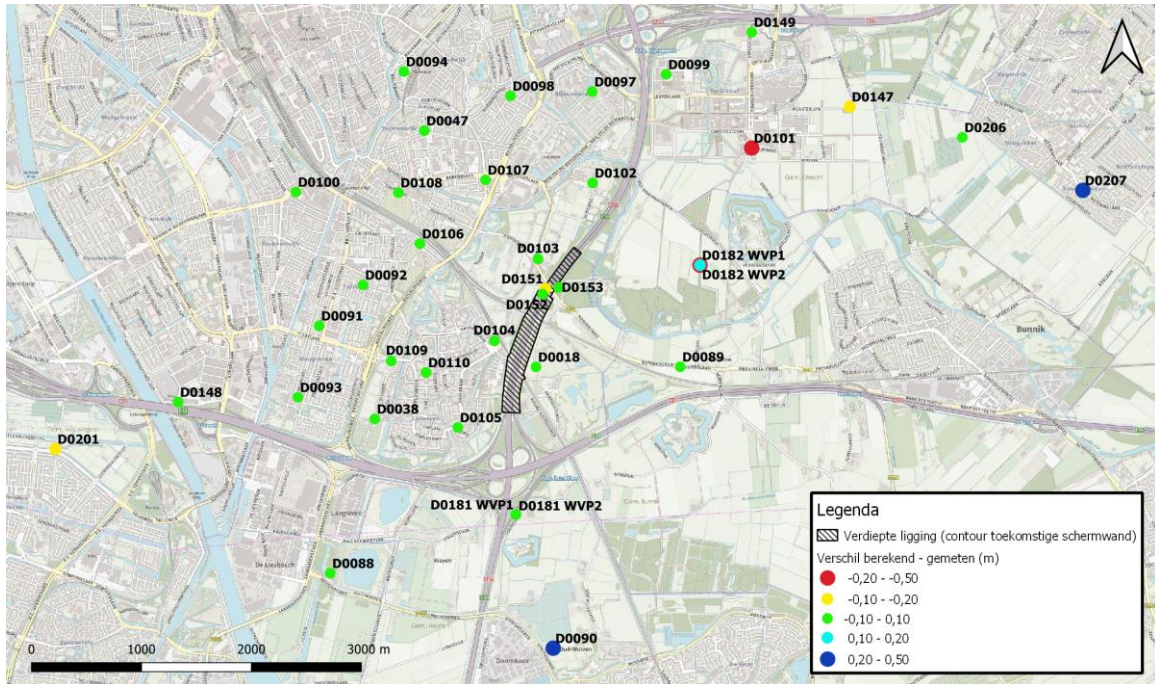
De interactie tussen grond- en oppervlaktewaterstanden is gesimuleerd met een grondwatermodel. Voor de huidige situatie (en daarna het doorrekenen van de variant met schermwand) is een grondwatermodel ontwikkeld. De modellering is uitgevoerd met het software pakket IMOD. IMOD is een Grafische User Interface afkomstig van Deltares en maakt gebruik van MODFLOW-2005. MODFLOW-2005 is één van de meest gebruikte grondwatermodelleringsoftware technieken in de wereld en algemeen geaccepteerd binnen het vakgebied van de geohydrologie.

Er is gebruik gemaakt van het Ondergrondmodel van Deltares. In dit Ondergrondmodel zijn de nieuwste inzichten uit de pompproef, onderzoeken naar de geulen in kleilaag (Wak1) en de calamiteitenproef verwerkt. Het ontwikkelde grondwatermodel is getoetst aan de beschikbare gemiddelde meting van peilbuizen met een minimale reeks van 3 jaar tussen 2008 en 2018. De modelperiode loopt van 2005 tot en met 2017. Als eerste toets van deze reeksen is de gemiddelde meting bepaald en vergeleken de het berekent gemiddelde voor de huidige situatie. De resultaten van de toets gemeten versus berekend is gegeven in Afbeelding 4.9 en Afbeelding 4.10. Slechts enkele peilbuizen op de bollenkaart, op grotere afstand van het focusgebied van de verdiepte ligging, tonen een afwijking groter als +/- 20 centimeter. De bollenkaart presenteert in het overgrote deel van de peilbuizen een kleine berekende afwijking van +/- 10 centimeter (groene stippen). De grafiek toont eveneens een goede overeenkomst van gemeten en berekend over alle peilbuizen.

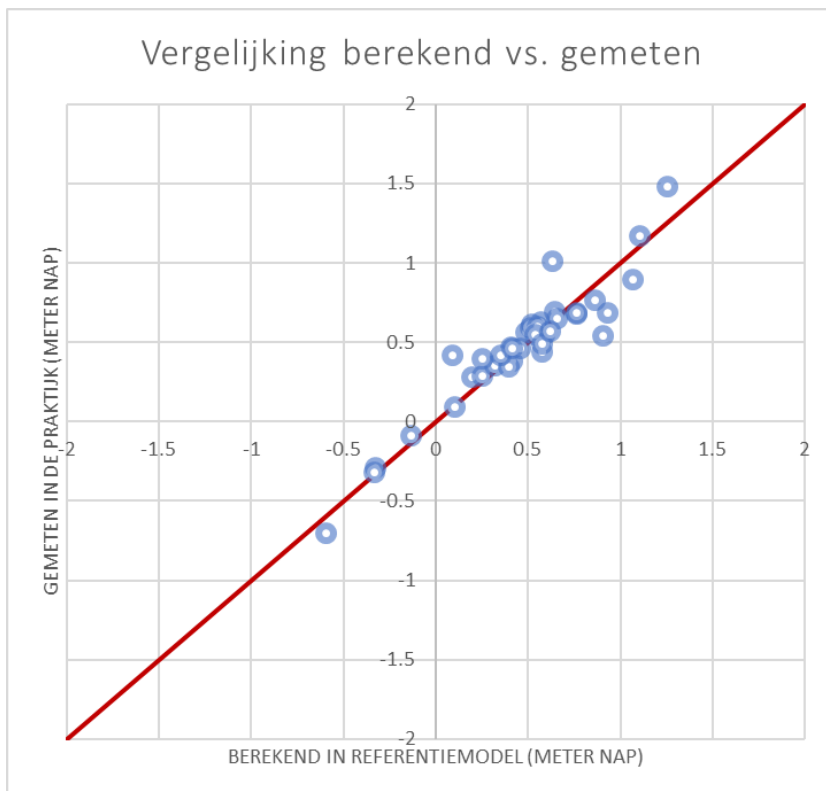
Een tweede toets van het model is gebaseerd op de metingen in de watervoerende pakketten tijdens de calamiteiten onttrekking ter plaatse van waterproductielocatie Cornelis Biemond te Nieuwegein. De tweede toetsing is uitgevoerd aan de hand van de berekende en gemeten stijghoogte in de diepe peilbuisfilters rond de Verdiepte Ligging, zie Afbeelding 4.11. In Tabel 4.2 zijn de gemeten en berekende stijghoogte in het eerste en tweede watervoerend pakket weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de berekende stijghoogten goed overeenkomen met de metingen, het verschil bij alle peilbuizen is kleiner dan 0,1 m. Hierbij wordt de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket hoger berekend dan gemeten en in het tweede watervoerend pakket is dit andersom (de berekende stijghoogte is lager dan de gemeten waarde).

Vanwege het geringe verschil tussen de gemeten en berekende stijghoogte voor beide toetsen (<0,1 m) is het grondwatermodel geschikt voor de effectberekeningen. Het grondwatermodel rekent zeer nauwkeurig en voor de beoordeling van effecten wordt gewerkt met het superpositiebeginsel, waardoor afwijkingen in de regel een orde kleiner zijn.

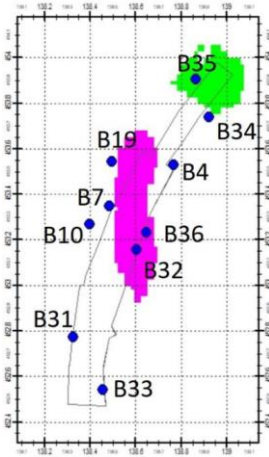
Afbeelding 4.9 Bollenkaart peilbuizen rondom verdiepte liggen watervoerend pakket 1 en 2



Afbeelding 4.10 Grafiek gemiddelde gemeten waarde langjarige reeksen (minimaal 3 jaar) versus referentiemodel



Afbeelding 4.11 Locatie diepe peilbuisfilters t.p.v. Verdiepte Ligging A27 (bron Deltares)



Tabel 4.2 Gemeten en berekende stijghoogte tijdens de calamiteitenproef

Peilbuis	Gemeten (m NAP)	Berekend (m NAP)	Vershil (m)
WVP1 (B4, B7, B10, B19 en B31 gedurende einde calamiteiten onttrekkingsdebiet; B31, B34 en B35 na herstelperiode)			
B4	0,52	0,62	+0,10
B7	0,47	0,53	+0,06
B10	0,42	0,51	+0,09
B19	0,49	0,54	+0,05
B31	0,37	0,40	+0,03
B33	No data	-	-
B34	0,54	0,61	+0,07
B35	0,47	0,49	+0,02
WVP2 (B7, B10, B19 en B31 gedurende einde calamiteiten onttrekkingsdebiet; B34 en B35 na herstelperiode)			
B7	-0,70	-0,75	-0,05
B10	-0,80	-0,81	-0,01
B19	-0,53	-0,60	-0,07
B31	-1,07	-1,08	-0,01
B33	No data	-	-
B34	-0,49	-0,52	-0,03
B35	-0,41	-0,47	-0,06

De Gemiddeld Laagste Grondwaterstanden (GLG) en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GHG) zijn af te leiden uit de modellering. Deze GxG's zijn gebaseerd op de modelperiode 2005 tot en met 2017. Deze periode omvat zowel zeer natte, zeer droge als gemiddelde weerjaren.

Weerstand in de geulen

Door de interpretatie van de calamiteitenwinning en resultaten uit geologisch en geotechnisch onderzoeken heeft Deltares verwachtings- en minimale waarden van de doorlatendheden binnen de geulstructuren van de Waalreklei formatie (WAK1) kunnen afleiden. De verwachtingswaarden en minimale waarden voor de weerstanden binnen de geulstructuren zijn vermeld in onderstaande tabel.

Tabel 4.3 Verwachtings- en minimale weerstanden voor de geulen in de Waalreklei formatie (WAK1)

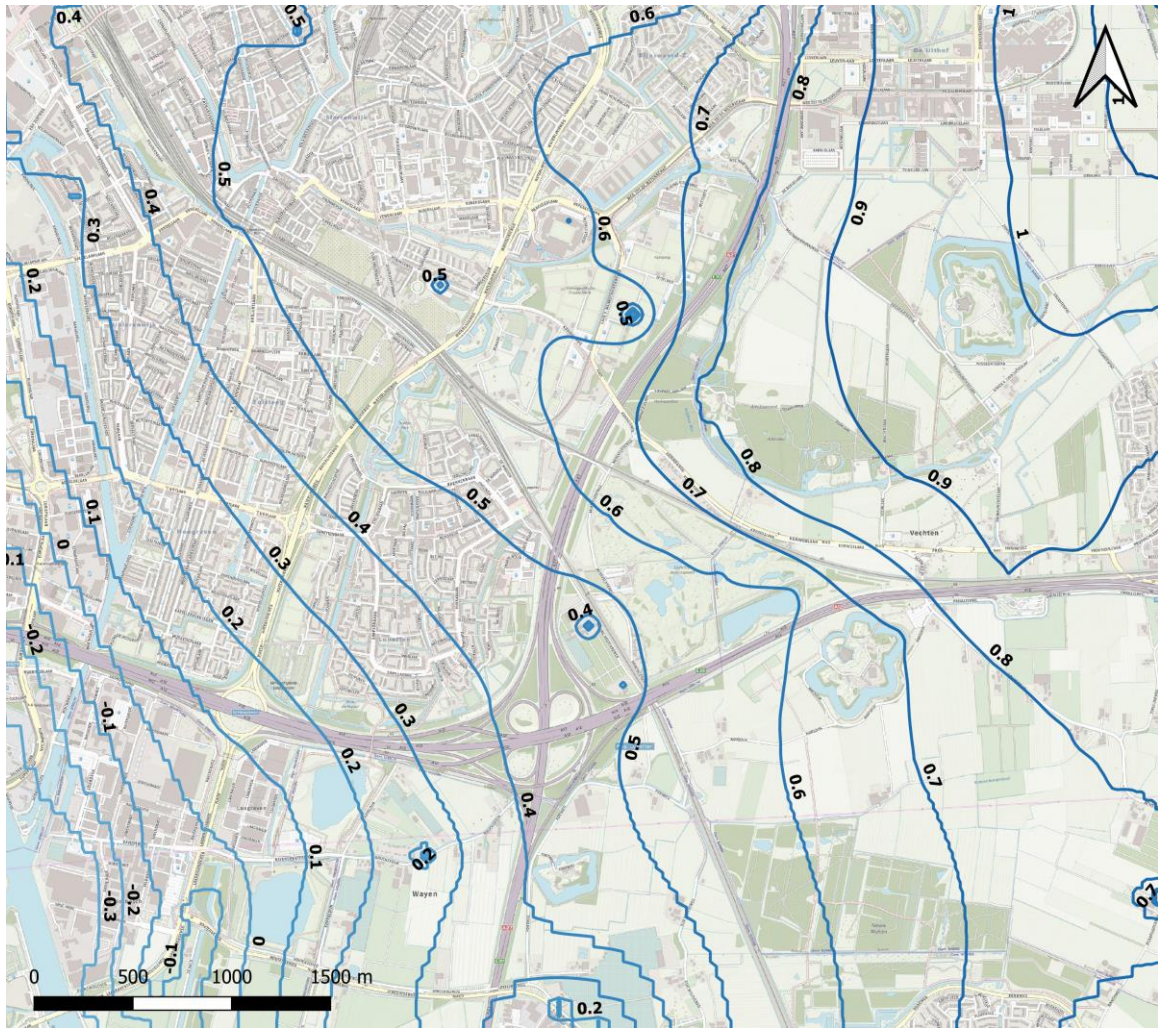
	verwachtingswaarde	minimale waarde (worst-case)
Waalre geul	380 dagen	80 dagen
Sterksel geul	770 dagen	60 dagen

4.2.2 Grondwaterstanden

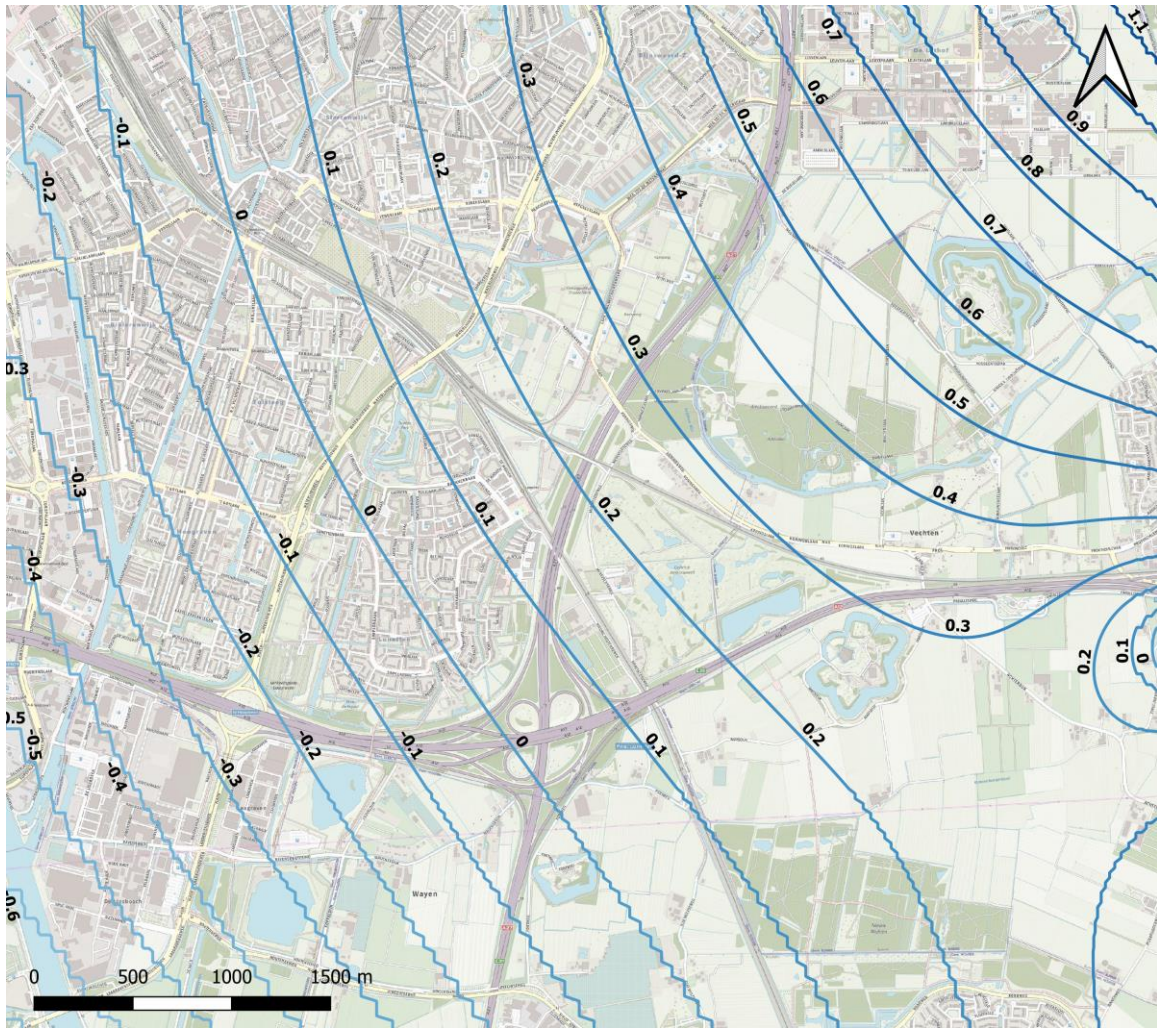
Het ontwikkelde (mer-)model beschrijft de huidige situatie en is gebruikt als referentie voor de effectbepaling van de schermwand. In deze referentiesituatie vindt de realisering van het project A27/A12 Ring Utrecht niet plaats. De huidige situatie vormt het referentiepunt voor de effectbeschrijvingen en -vergelijkingen.

De met het grondwatermodel berekende gemiddelde stijghoogten (GG) zijn weergegeven in afbeelding 4.6 en 4.7. In de afbeeldingen 4.8 en 4.9 zijn de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) gepresenteerd (middels standaard berekening GxG's: middeling 3 hoogste en 3 laagste per over de modeljaren).

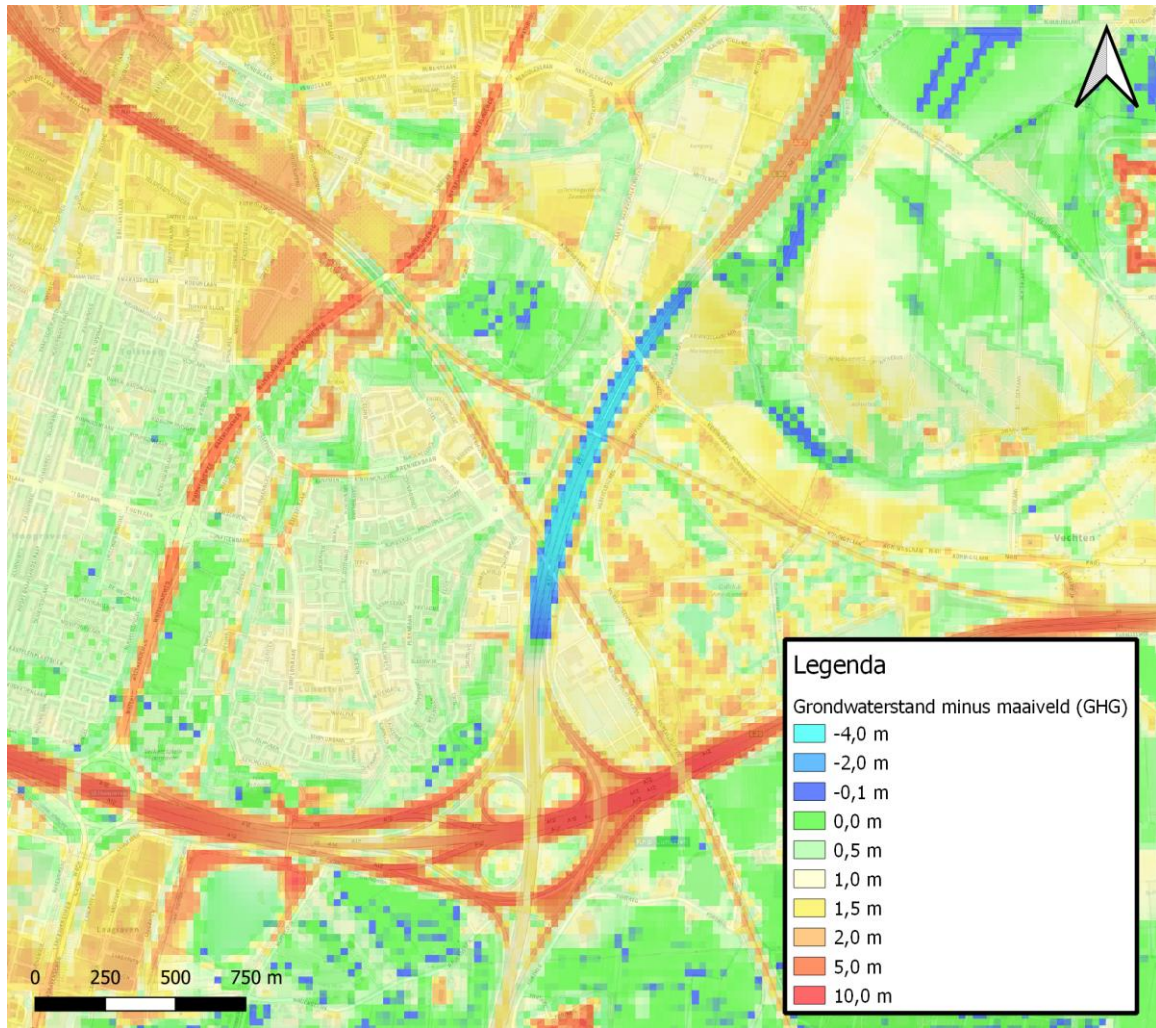
Afbeelding 4.12 Gemiddelde stijghoogte (GG) eerste watervoerend pakket in m NAP (referentiesituatie)



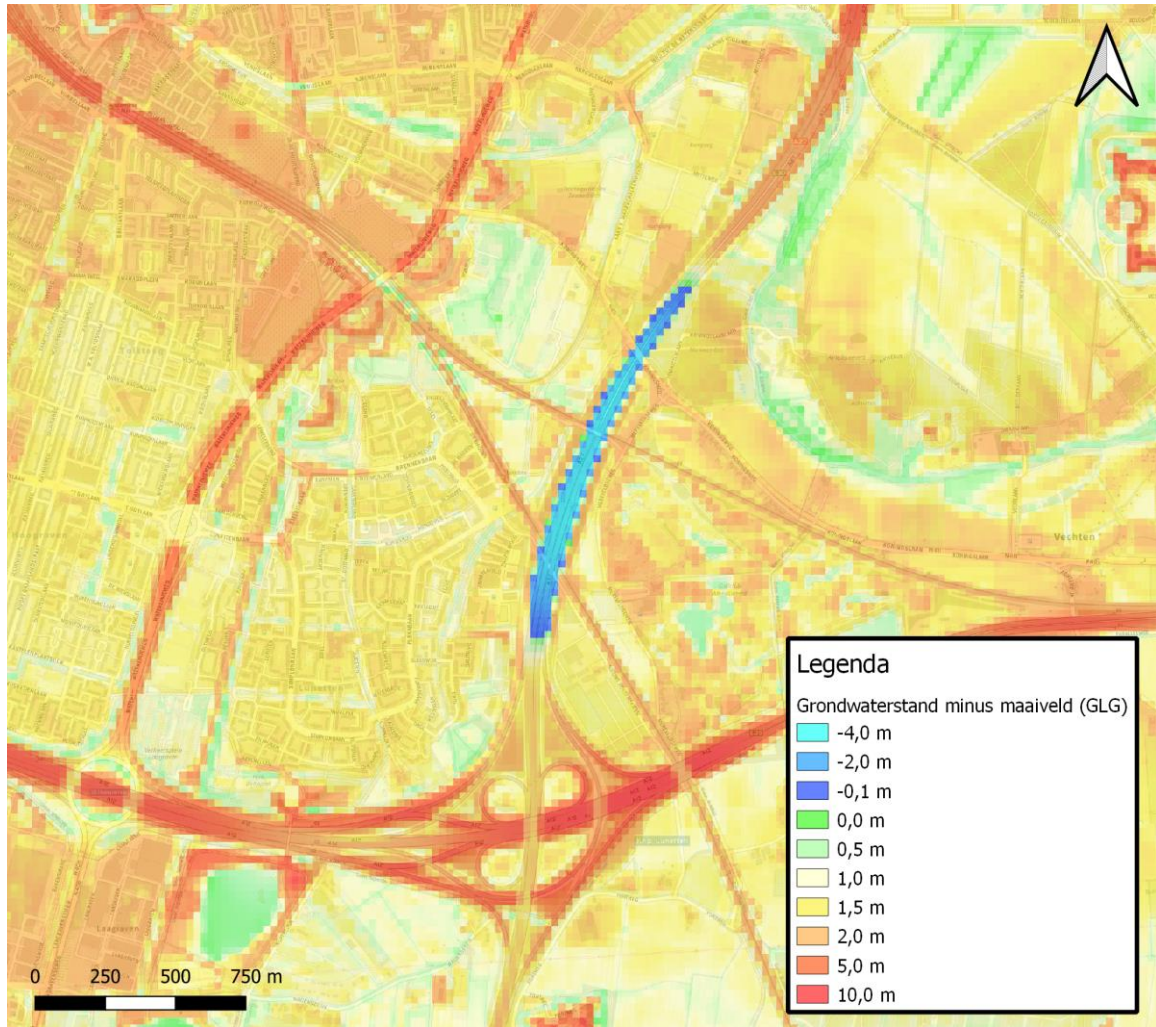
Afbeelding 4.13 Gemiddelde stijghoogte (GG) tweede watervoerend pakket in m NAP (referentiesituatie)



Afbeelding 4.14 Berekende GHG in m -mv (referentiesituatie)



Afbeelding 4.15 Berekende GLG in m -mv (referentiesituatie)



4.3 Referentiesituatie bos en stedelijk groen (Amelisweerd, Lunetten incl. park de Koppel)

De referentiesituatie voor bos en stedelijk groen richt zich op het bos Amelisweerd en de wijk Lunetten met stedelijk groen en Park de Koppel.

Amelisweerd

Langs het tracé ligt het 200 jaar oude landgoed Amelisweerd. Het westelijk deel, wat grenst aan de A27, heet het Markiezenbos wat wordt gedomineerd door oude exemplaren (zomer)eik, beuk en gewone es. Sinds 2010 is in het Markiezenbos sprake van de ziekte 'essentaksterfte' waardoor gewone es afsterft. Op de vrij gevallen plekken breidt gewone esdoorn zich uit.

Het Markiezenbos wordt in het oosten begrenst door de Kromme rij. Het Markiezenbos staat op een laag rivierklei bovenop een (grof) zandpakket. Soms is de zandlaag leemhoudend. De begindiepte van de zandlaag varieert sterk, van 72 cm-mv tot 180 cm-mv. De kleilaag kan bestaan uit zeer zware klei waarop regenwater blijft stagneren. Hier kunnen ongunstige groeiomstandigheden ontstaan voor het bos, met name na natte wintermaanden.

De grondwaterstand varieert afhankelijk van de hoogte van het maaiveld en ligt gemiddeld circa 1,5 m beneden maaiveld. De gemiddelde variatie in grondwaterstanden is relatief klein (verschil minimale en maximale waarde circa 0,5 m) vermoedelijk doordat het uitzakken van grondwaterstanden wordt gebufferd door regionale kwel vanuit de Utrechtse heuvelrug en door infiltratie vanuit de Kromme rij gedurende zomerperioden.

Park de Koppel

Park de Koppel ligt meer zuidelijk bij knooppunt Lunetten. Het is een zeer jong parkbos wat ligt in een natuurlijke laagte (oud-Wulverbroekwetering). Door de lage ligging van het maaiveld is de bodem in delen van het park veelal nat.

Stedelijk groen

De situatie voor stedelijk groen rondom het tracé varieert sterk met delen die qua maaiveld relatief laag liggen tot delen op oude verdedigingswerken, buiten het bereik van de regionale grondwaterstand.

4.3.1 Nadere uitwerking referentiesituatie Amelisweerd

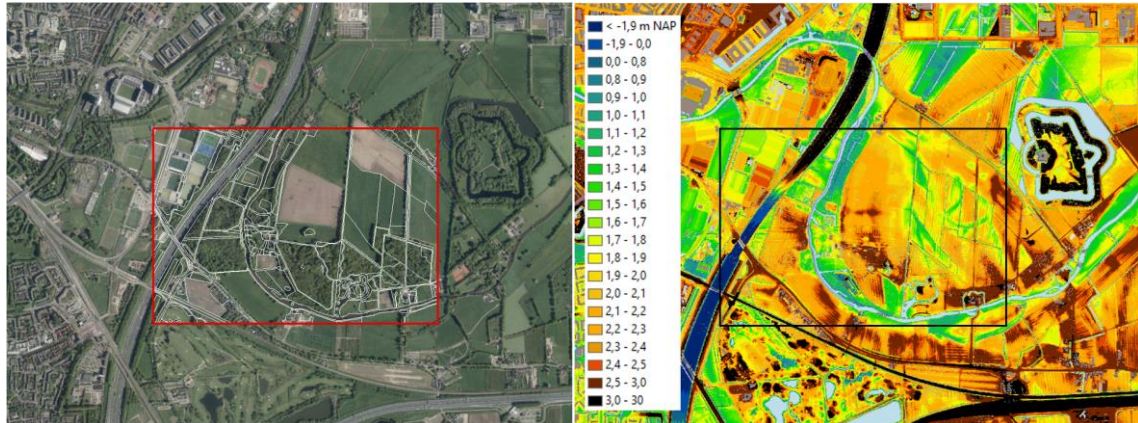
De referentiesituatie voor het aandachtsgebied Amelisweerd richt zich op het bos Amelisweerd. Voor het in beeld brengen van de referentiesituatie en de effecten van de schermwand in de gebruiksfase en de bouwfase wordt gebruik gemaakt van de meest recente versie van de Waterwijzer Natuur (WWN) Waterwijzer Natuur (Waternood berekening)¹. De WWN bevat een voorspellingsmodule waarmee gevolgen van veranderingen hydrologie vertaald kunnen worden naar effecten op de vegetatie, de zo genaamde doelrealisatiescore (DS), zie ook het kader aan het einde van deze paragraaf. Om de doelrealisaties voor terrestrische natuur te kunnen berekenen, is een koppeling gelegd tussen de verschillende beheertypen en de hydrologische variabelen die de ontwikkeling van die vegetatie bepalen.

Het projectgebied is aangegeven in afbeelding 4.16. In het natuurbeheerplan 2019 van provincie Utrecht komen er verschillende natuurtypen voor binnen het projectgebied (afbeelding 4.17). Het gaat om vier verschillende bostypen en een grasland. N12.02 is een graslandtype wat verder buiten beschouwing is gelaten omdat het een weinig kritisch type is als het gaat voor wat betreft grondwaterstandsregime en voedselrijkdom. Daarmee wordt niet gezegd dat het grasland niet waardevol zou zijn en geen bijzondere plantensoorten bevat.

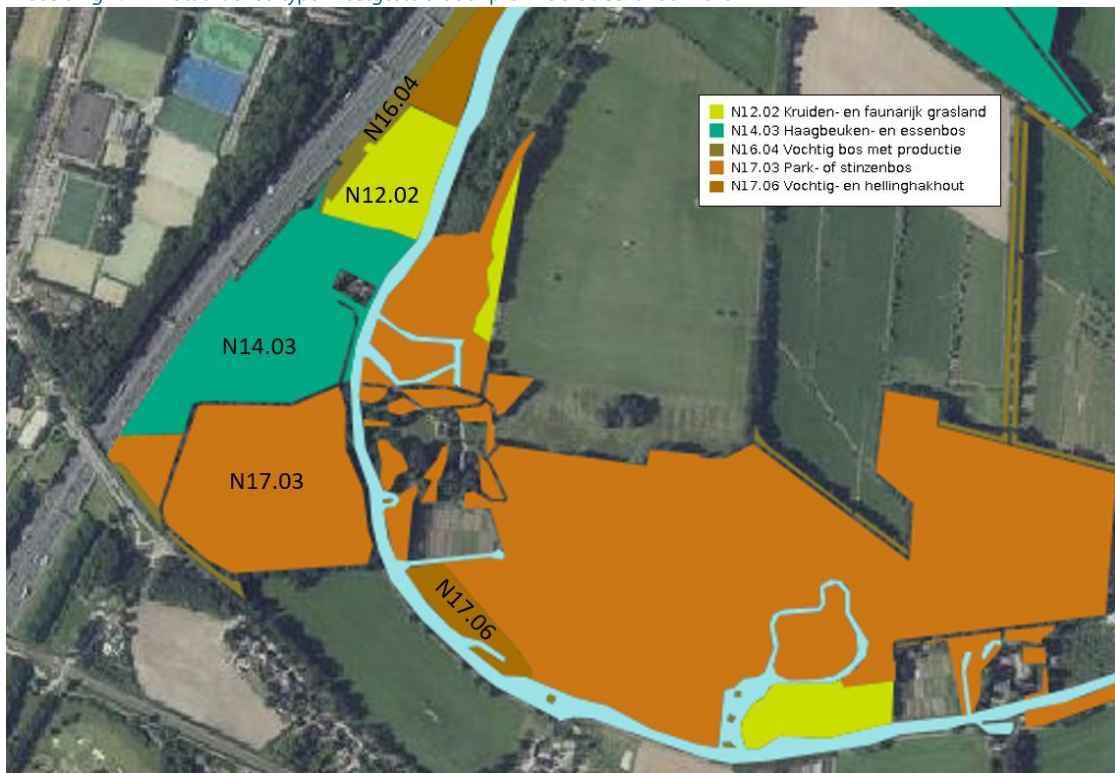
¹ <https://waterwijzer.nl/achtergronden/de-waterwijzer-natuur>

Van de vier bostypen is alléén voor haagbeuken- en essenbos (N14.03) binnen Waterlood de samenhang met hydrologische randvoorwaarden vastgesteld. Dit natuur beheertype grenst ook het dichtst aan tegen de A27.

Afbeelding 4.16 Projectgebied (rode box) voor effectbepaling op Bos Amelisweerd. Links: luchtfoto, en rechts: maaiveld (AHN3)



Afbeelding 4.17 Natuurbeheertypen vastgesteld door provincie Utrecht voor 2019



Nagegaan is of vanuit BIJ12, een uitvoeringsorganisatie voor de twaalf provincies, ook informatie wordt verschaft over milieu- en watercondities voor natuurbeheertypen onderscheiden in het projectgebied. Ook hier bleek alléén voor haagbeuken- en essenbos (N14.03) randvoorwaarden te zijn aangegeven. BIJ12 geeft aan dat haagbeuken- en essenbos voor komt op vochtige, basenrijke bodems. Meestal staat de grondwaterstand echter dieper of is er hooguit sprake van tijdelijke schijngrondwaterspiegels als gevolg van een slecht doorlatende leem- of kleigrond. De grondwaterstand is dus heel variabel. Op de zandgronden wordt de zuurgraad bepaald door hoge grondwaterstanden. Zijn de waterstanden te laag dan verzuren de bossen. De bovengrond kan licht verzuurd zijn, maar de ondergrond (vanaf ca 2 dm) is altijd basenrijk en

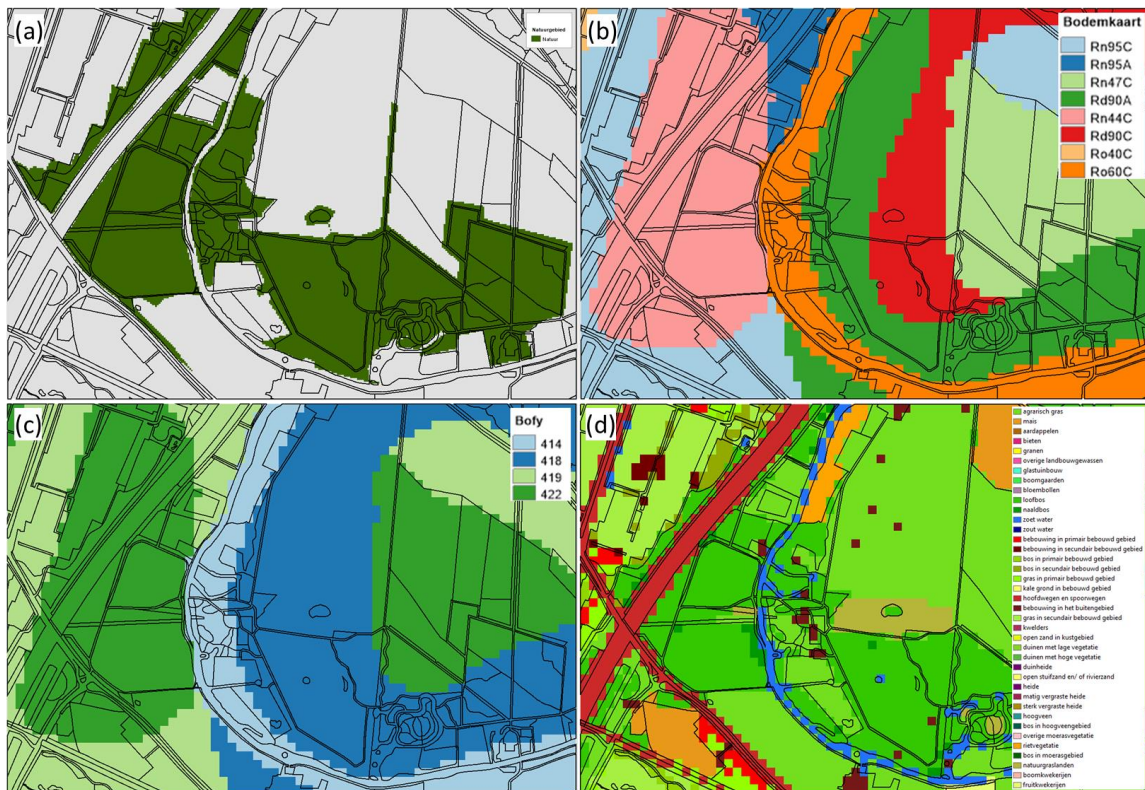
minimaal matig zuur (pH 4,5-5,5) en in de rijkst ontwikkeld vormen zwak zuur tot basisch (pH > 5,5). Het bos Amelisweerd staat evenwel op rivierkleigrond, deels kalkhoudend, deels kalkloos. De pH dient > 5,5 te zijn voor een goede kwaliteit van het bos.

Aan de westzijde van de A27 komt ook bos voor, maar dit is niet aangemerkt als natuurbeheertype. De standaardschematisatie van Waterwijzer natuur laat dit bos ook buiten beschouwing. Om toch potentiële effecten hier te kunnen onderscheiden is de aanwezigheid van bos opnieuw geschematiseerd. Al dit bos is aangegeven als N14.03 zodat voor dit areaal een Waterwijzer berekening mogelijk is. Door het hele bosareaal als N14.03 aan te merken worden de berekeningen als een bovenschatting gezien van de ecologisch effecten.

De invoer voor de Waterwijzer natuur bestaat onder meer uit:

- natuurgebied: het areaal waar een natuureffectberekening wordt uitgevoerd (aangepast: raster 5x5 m);
- bodemeenheden cf de bodemkaart 1:50.000 verrasterd naar 25x25 m;
- bodemfysische eenheden (afgeleid van de bodemkaart 1:50.000);
- landelijk grondgebruiksdatabank 6 (25x25 m).

Afbeelding 4.18 Verschillende invoerlagen voor Waterwijzer natuur. (a) het natuureaal waarvoor natuureffectberekeningen worden uitgevoerd, (b) bodemkaart, (c) bodemfysische eenheden¹ en (d) LGN6. Voor de effectberekening is het areaal in (a) dus volledig toegekend aan het natuurbeheertype N14.03



¹ Betekenis bodemcodering:

Bodemkaart 1:50.000 (alle eenheden zijn rivierkleigronden zonder minerale eerdlaag): Rn95C - Poldervaaggrond, roest- en grijze vlekken beginnend binnen 50 cm, kalkloos, Rn95A - Poldervaaggrond, roest- en grijze vlekken beginnend binnen 50 cm, kalkhoudend, Rn47C - Poldervaaggrond, roest- en grijze vlekken beginnend binnen 50 cm, kalkloos, met zware laag, soms zware ondergrond, Rn90A - Ooivaaggronden, geen roest- en grijze vlekken binnen 50 cm, kalkhoudend, Rn44C - Poldervaaggrond, roest- en grijze vlekken beginnend binnen 50 cm, kalkloos, met zware ondergrond, Rd90C - Ooivaaggronden, geen roest- en grijze vlekken binnen 50 cm, kalkloos, Ro40C - Nesvaaggronden, kalkloos, geen indeling, Ro60C - Nesvaaggronden, kalkloos, geen indeling.

Bodemfysische eenheden (BOFEK2012): 414 - Zavel en lichte klei met zware tussenlaag, 418 - Zware zavel homogeen profiel (marin en fluviatiel), 419 - Zware zavel homogeen profiel (vooral fluviatiel), 422 - Zware klei (fluviatiel, komgronden)

Met het geohydrologisch model zijn voor de referentiesituatie GXG kaarten berekend met een uitvoerresolutie van 25 bij 25 m. Het gaat om GHG, GVG, GLG, GG (zie kader voor definities) en kwelfluxen over de eerste scheidende laag. Een toelichting op de parameters is opgenomen in het onderstaande kader.

Toelichting op betekenis GXG waarden

GHG - gemiddeld hoogste grondwaterstand en geeft een indicatie van de grondwaterstand in de winter over een langere periode

GVG - gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand: en geeft een indicatie van de grondwaterstand in het voorjaar over een langere periode

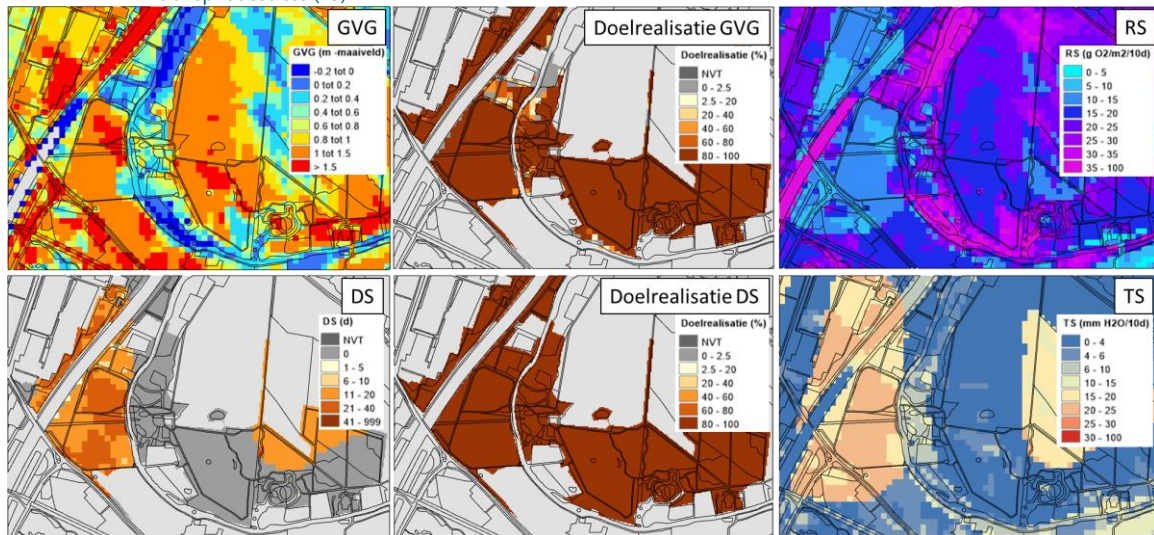
GLG - gemiddeld laagste zomergrondwaterstand: en geeft een indicatie van de grondwaterstand in de zomer over een langere periode

GG - Gemiddelde grondwaterstand, vaak het gemiddelde van de GHG en de GLG.

Alle informatie is verrasterd naar 5x5 m zodat op dit niveau een Waterwijzer berekening kon worden uitgevoerd. Voor de natuureffect berekening is GVG van belang om te toetsen of condities te nat worden. De GLG wordt gebruikt in combinatie met meteorologische condities en bodemfysische eenheden om de droogtestress (DS) te bepalen. Met Waterwijzer is ook zuurstofstress (RS) en transpiratiestress (TS) bepaald. De resultaten staan aangegeven in afbeelding 4.19.

De GVG is mede een afspiegeling van de ligging van het maaiveld. Relatief lage delen zijn nat. Dit geldt vooral voor een klein deel in het noorden van Amelisweerd en voor de gronden langs de Kromme Rijn. De waarden bepaald voor de A27 dienen te worden genegeerd. Dit is een artefact. Voor een klein deel in het noorden van Amelisweerd is de GVG te hoog voor een optimale doelrealisatie. Op de bodemfysische eenheid 422 (Zware klei (fluviatiel, komgronden)) is met de GLG in de referentiesituatie droogtestress berekend. De doelrealisatie voor DS (= droogtestress) is evenwel 100% omdat de berekende droogtestress niet voorbij de 25 dagen komt. De uitkomsten voor zuurstofstress zijn consistent met de resultaten voor GVG (hoge zuurstofstress daar waar de GVG dicht bij maaiveld komt), en de resultaten voor transpiratiestress zijn consistent met de resultaten voor droogtestress (transpiratiestress op de zware klei, bodemfysische eenheid 422).

Afbeelding 4.19 Referentiesituatie: GVG, doelrealisatie GVG, droogte stress (DS), doelrealisatie DS, zuurstofstress (RS) en transpiratiestress (TS)



Kader: Waterwijzer natuur berekening

De Waterwijzer Natuur (WWN)¹ is een instrument dat kan worden gebruikt om vast te stellen in hoeverre de waterhuishouding aansluit bij bestaande vegetatiedoelen, om te beoordelen of vegetatiedoelen haalbaar zijn onder een ander klimaat, om (nieuwe) locaties te vinden die hydrologisch geschikt zijn voor natuurontwikkeling, en voor het optimaliseren van de waterhuishouding ten behoeve van de natuur. Er zijn drie type berekeningen mogelijk:

1. Toetsen (Waterlood)
2. Klimaatrobuust toetsen (Waterlood+)
3. Voorspellen (Probe)

Bij de toepassing in de mer A27 / A12 is alleen gebruik gemaakt van optie 1 (toetsen volgens Waterlood) voor de beoordeling. Optie 2 (Klimaatrobuust toetsen) is ook uitgevoerd, maar meer als een controlestep dan dat de resultaten ook daadwerkelijk zijn gebruikt bij de beoordeling.

Optie 1: Toetsen (Waterlood)

De Waterlood methode² is al in gebruik sinds eind jaren 90. Het is een standaard methode om te bepalen of de hydrologische randvoorwaarden (grondwaterstandsregime, kwel) passen met een beoogd natuurdoel. Er wordt daarbij alleen gekeken naar de waterhuishouding. Voedselrijkdom en zuurgraad worden niet beschouwd.

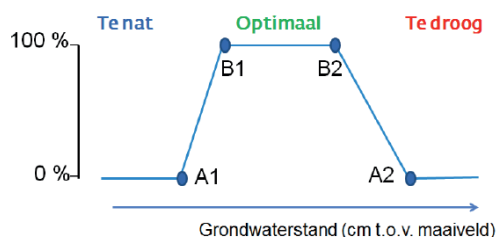
Doelrealisatie

De mate waarin de waterhuishouding voldoet voor een natuurdoel wordt uitgedrukt in de mate van doelrealisatie. De doelrealisatie is 100% wanneer de functie zonder enige hydrologische beperking kan worden vervuld, en 0 wanneer de hydrologische condities zodanig zijn dat de functie niet kan worden vervuld. Per hydrologische stuurvariabele (GVG, GLG, droogtestress) wordt daarmee aangegeven bij welke waarden het vegetatietype of doelttype kan voorkomen en bij welke waarden het type optimaal voorkomt. Het zijn eenvoudige lineaire functies, waarvan de vorm wordt bepaald door de volgende parameters:

- a1 buitengrens waar beneden het type niet meer kan voorkomen
- b1 knikpunt waar boven het type optimaal voorkomt, dwz. dat de waterhuishouding geen beperking vormt voor de ontwikkeling of handhaving van het type
- b2 knikpunt waar beneden het type optimaal voorkomt
- a2 buitengrens waar boven het type niet meer kan voorkomen

Een voorbeeld van een doelrealisatiefunctie is weergegeven in afbeelding Bl.1.

Afbeelding B.20 Voorbeeld van een doelrealisatiefunctie. De functies zijn er voor de grootheden GVG, GLG en droogtestress DS. Vermenigvuldiging van de afzonderlijk de doelrealisaties leidt tot de totale doelrealisatie.



In de toepassing voor de mer is gebruik gemaakt van doelrealisatiefuncties voor de stuurvariabelen GVG en droogtestress (DS). Er bleek alleen een doelrealisatiefunctie beschikbaar voor N14.03 (haagbeuken- en essenbos).

Doelrealisatiefunctie GVG

De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) is bepalend voor de zuurstofvoorziening aan het begin van het groeiseizoen. Bij voorjaarsgrondwaterstanden rond maaiveld is de zuurstofvoorziening zo slecht dat alleen aan natte omstandigheden aangepaste planten kunnen overleven. Bijvoorbeeld riet, zeggen en biezen, die in staat zijn om door middel van luchtwoefels zuurstof naar de

¹ <https://waterwijzer.nl/achtergronden/de-waterwijzer-natuur> Zie ook: Witte et al., 2018. De waterwijzer natuur: instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op terrestrische natuur. STOWA rapport 2018-44, ISBN 978.90.5773.809.8

² Zie Runhaar en Hennekens - Hydrologische Randvoorwaarden Natuur (2015)

wortels te transporteren. Voor veel grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen zijn hoge voorjaarsgrondwaterstanden gewenst. Voor N14.03 kan te hoge grondwaterstanden tot zuurstofstress leiden wat negatief is voor de bosvitaliteit.

Doelrealisatiefunctie DS

Hierbij is de stuurvariabele het gemiddeld aantal dagen droogtestress ofwel het aantal dagen dat de vochtspanning in de bovengrond dichtbij of op het verwelkingspunt ligt. Als er gemiddeld veel dagen met droogtestress zijn kunnen alleen aan droogte aangepaste soorten overleven. Bijvoorbeeld planten die water opslaan in hun weefsels (vetplanten) of eenjarige die in herfst en voorjaar groeien en de zomerperiode in de vorm van zaad overleven. Vegetaties met droogteminnende soorten als Buntgras, Struikheide, Zandhoornbloem en Zandzegge komen voor op plekken met veel droogtestress. Grazige vegetaties met vochtminnende soorten als Veldzuring, Kamgras en Pinksterbloem daarentegen komen voor op plekken waar slechts incidenteel droogtestress optreedt. De grondwaterstand is in combinatie met de bodemopbouw en de hoeveelheid neerslag is bepalend voor het al dan niet optreden van droogtestress. In ons klimaat treedt droogtestress vooral op humus- en leemarme zandgronden met een diepe grondwaterstand (dieper dan 1 à 2 m, precieze diepte hangt af van korrelgrootte en hoeveelheid leem en humus). Het is lastig om de droogtestress op een standplaats rechtstreeks te bepalen op basis van metingen. In het Waterlood-instrumentarium wordt daarom de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) gebruikt om –in combinatie met gegevens over bodemopbouw en neerslagoverschot- de droogtestress te schatten.

Optie 2: Klimaatrobuust toetsen (Waterlood+)

In optie 1 (Waterlood) is de GVG een indirecte maat voor de beschikbaarheid van zuurstof in de bodem. Deze maat is niet klimaatrobuust omdat hij onvoldoende rekening houdt met veranderingen in weersgesteldheid, zoals het verschuiven van het neerslagpatroon en het vervroegen van het groeiseizoen. Ook houdt hij geen rekening met de grotere zuurstofbehoefte van plantenwortels bij een hogere bodemtemperatuur. In het model PROBE, dat ook in de Waterwijzer Natuur is ondergebracht, is een maat ontwikkeld die wel klimaatrobuust is: de zuurstofstress RS. Waterwijzer Natuur kan deze maat berekenen voor verschillende klimaatscenario's en zichtjaren. Omdat RS toch al wordt berekend, is het logisch binnen Waterlood de GVG door deze maat te vervangen. Voor de droogtestress DS in Waterlood geldt een iets ander verhaal: deze maat is weliswaar op processen gebaseerd die door het klimaat worden beïnvloed, maar deze is niet bekend voor klimaatscenario's. Voor PROBE is wel een robuuste droogtemaat ontwikkeld die Waterwijzer Natuur voor verschillende klimaatscenario's en zichtjaren kan berekenen: de transpiratiestress TS. In de toepassing voor de mer A27 / A12 is de RS en TS en de doelrealisatie RS en TS berekend voor het huidige klimaat. De resultaten bleken niet wezenlijk te verschillen van de eerder behaalde resultaten met Waterlood (doelrealisatie GVG, doelrealisatie DS). Aangezien de Waterlood+ resultaten niet tot andere uitkomsten leiden zijn ze niet betrokken bij de beoordeling voor de mer.

5

MILIEUEFFECTEN IN DE GEBRUIKSFASE (EINDSITUATIE)

5.1 Inleiding

Voor de realisatie van de wegverbreding wordt uitgegaan van een toepassing van een tijdelijke polder met een schermwand tot minimaal NAP-65 m. In de eindsituatie wordt de tijdelijke polder opgeheven, er vindt dan geen (retour)bemaling meer plaats. In de eindsituatie blijft de schermwand over de volledige 3,7 km in de bodem. Door de schermwand kan barrièrewerking optreden. Dit betekent dat de schermwand de grondwaterstroming kan beïnvloeden met als gevolg dat de grondwaterstand kan veranderen. Stroomopwaarts van de schermwand (de oostzijde) kan de grondwaterstand dan hoger worden door opstuwning, benedenstrooms (aan de westzijde) juist lager. Een verandering van de grondwaterstand (opstuwning of juist verlaging) kan lokaal negatieve effecten hebben. Daar waar mogelijk wordt de schermwand tot ten minste 2 m onder maaiveld geheel verwijderd of geperforeerd zodat toekomstig bodemgebruik niet gehinderd wordt.

In de volgende paragrafen zijn de effecten van de diverse milieuaspecten geanalyseerd. Qua milieuaspecten is niet exact de volgorde uit het MER 2e fase gehanteerd, omdat voor de bouwmethode met schermwand een ingreep is in het grondwatersysteem. Vandaar dat effectbeschrijving op water naar voren is gehaald.

5.2 Verkeer

In de eindsituatie zijn er voor dit milieuaspect verkeer, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, geen effecten. Het oordeel op het criterium verkeer is daarom neutraal.

5.3 Geluid

In de eindsituatie zijn er voor dit milieuaspect geluid, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, geen effecten. Het oordeel op het criterium geluid is daarom neutraal.

5.4 Luchtkwaliteit

In de eindsituatie zijn er voor dit milieuaspect luchtkwaliteit, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, geen effecten. Het oordeel op het criterium luchtkwaliteit is daarom neutraal.

5.5 Water

Onder het criterium grondwaterkwantiteit gaat het om:

- grondwatereffecten (barrière vorming), zie paragraaf 5.5.1;
- zettingen bij gebouwen, zie paragraaf 5.5.2;
- ontwatering bij gebouwen, paragraaf 5.5.3;
- effect op landbouw paragraaf 5.5.4.

Het criterium grondwaterbeschermingsgebieden gaat over de beïnvloeding van de kwaliteit van het grondwater in het grondwaterbeschermingsgebied (paragraaf 5.5.5). Onder het criterium waterhuishouding gaat het om de doorsnijding het oppervlaktewater. Blijven de watergangen op een goede wijze met elkaar verbonden? Dat is opgenomen in paragraaf 5.5.6.

5.5.1 Grondwatereffecten

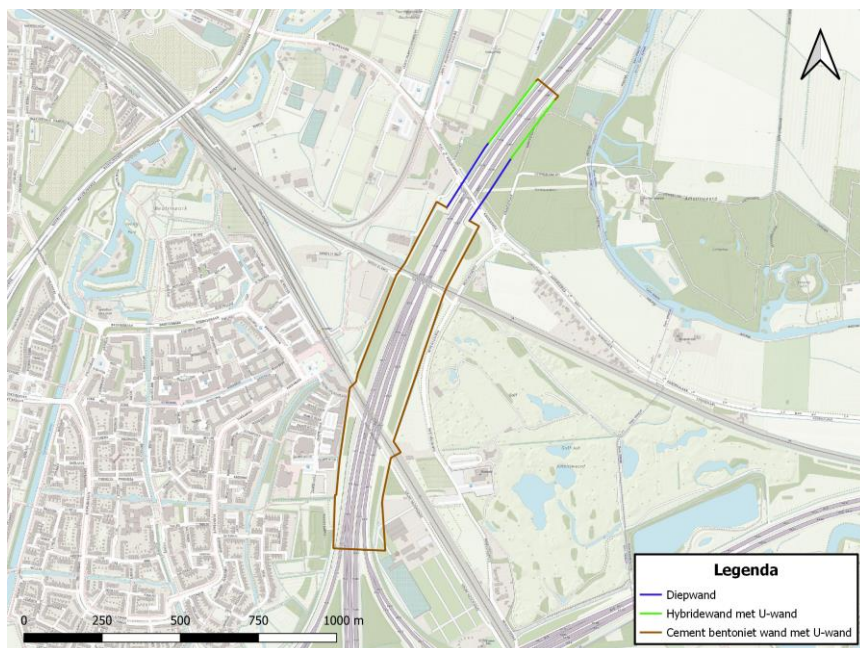
Voor de berekening van de mogelijke effecten in de eindsituatie met schermwand is in het grondwatermodel een schermwand over de volledige lengte van 3,7 km tot in de Waalreklei formatie gemodelleerd met weerstand tegen grondwaterstroming gegeven in tabel 5.1. De locaties van de verschillen in eigenschappen van de schermwand zijn gegeven in afbeelding 5.1.

De locaties met een diepwand hebben een onderscheid in weerstand over de diepte. Er wordt uitgegaan van een potentieel lagere weerstand van de diepwand op een grotere diepte. Vanaf circa 40 meter minus maaiveld is er grotere onzekerheid over het potentiële lek van de wand. Dit wordt opgevangen door een verlaging van de ingeschatte weerstand van de diepwand op grotere diepte. Vanaf 40 meter inbrengdiepte wordt 400 dagen weerstand ingeschat in plaats van de 4000 dagen in de eerste 40 meter inbrengdiepte ten opzichte van maaiveldniveau (zie tabel 5.1).

Tabel 5.1 Weerstand schermwand m.b.t. horizontale grondwaterstroming 'lek' (locaties weergeven in Afbeelding 5.1)

Type wand	Weerstand
Cement-bentoniet wand met U-wand	900 dagen
Diepwand tot circa 40 m minus maaiveld	4000 dagen
Diepwand vanaf circa 40 meter minus maaiveld tot inbrengdiepte	400 dagen
Hybridewand met U-wand	900 dagen

Afbeelding 5.1 Overzicht locaties verschillende eigenschappen schermwand.

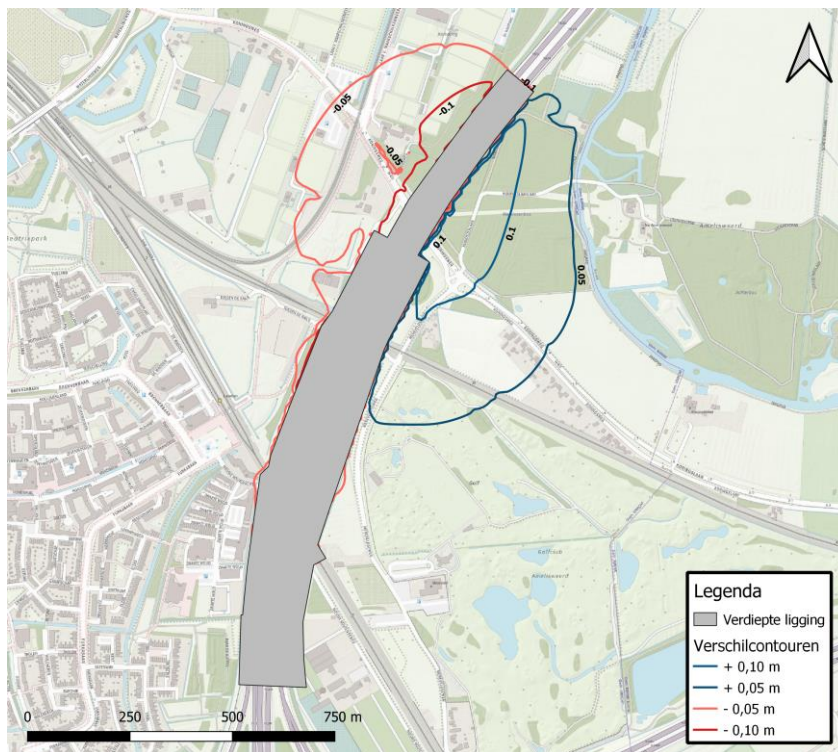


Voor deze eindsituatie met de schermwand is een modelberekening uitgevoerd. De resultaten van de berekening zijn weergegeven in afbeelding 5.2, afbeelding 5.3 en afbeelding 5.4. Voor de eindsituatie met de schermwand wordt aan de oostzijde een stijging van de freatische grondwaterstand berekend van circa 0,10 meter dicht bij de schermwand. Aan de westzijde wordt een verlaging van de grondwaterstand van 0,05-0,10 meter berekend dicht bij de schermwand. Dit geldt ook voor de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.

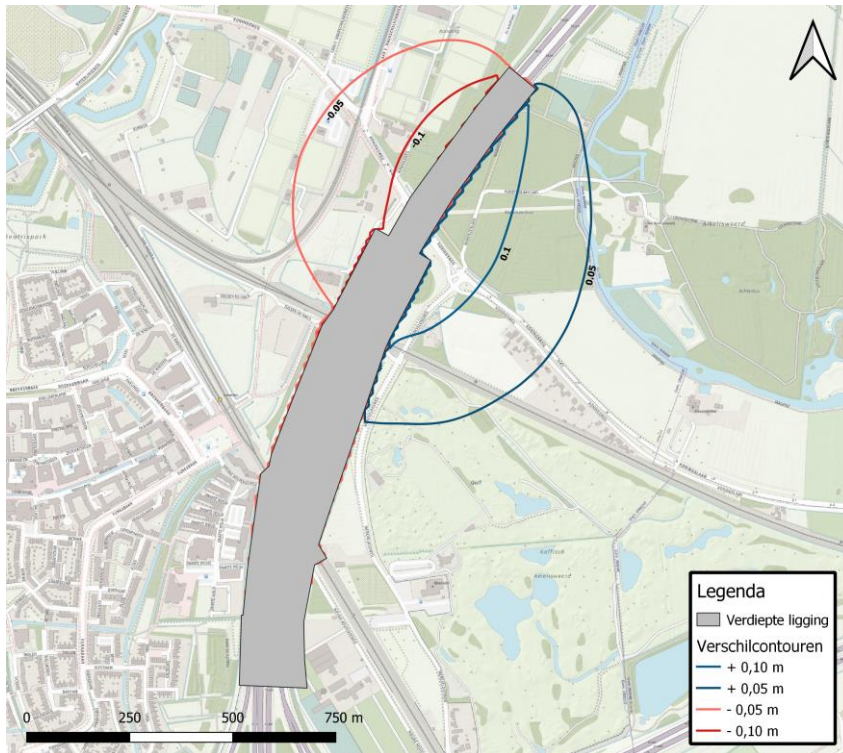
Uit een modelberekening inclusief en exclusief een afgraving van de eerste 2 meter van de schermwand resulteert een mogelijk hydrologisch effect van orde grootte enkele centimeters in zowel de freatische grondwaterstand als resulterende stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.

De grondwatereffecten zijn alleen aan de noordzijde van de bak aanwezig. Deze opstuwing aan de oostzijde en verlagingen aan de westzijde na uitvoering zijn te verklaren, doordat de schermwand aanwezig blijft. Enkel de noordzijde ondervindt een grondwatereffect, omdat de stromingsrichting daar richting de schermwand loopt. Aan de zuidzijde van de verdiepte ligging ligt de stromingsrichting uit de referentiesituatie richting het zuiden. Dit is weergegeven in afbeelding 5.4.

Afbeelding 5.2 Verandering freatische grondwaterstand (Opstuwing/verlaging grondwaterstand) t.o.v. referentiesituatie, weerstand scherm conform tabel 5.1

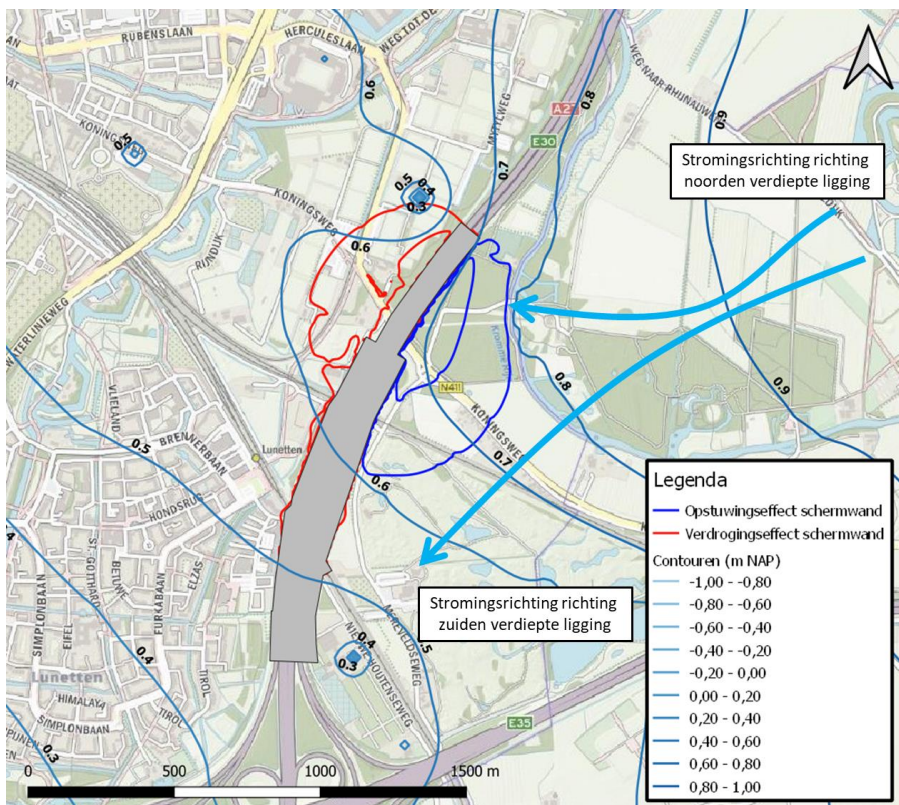


Afbeelding 5.3 Verandering stijghoogte in het eerste watervoerend pakket (Opstuwung/verlaging stijghoogte) t.o.v. referentiesituatie



Voor de eindsituatie met de schermwand wordt in het tweede watervoerend pakket geen verandering van de stijghoogte berekend.

Afbeelding 5.4 Locaties opstuwung/verlaging na uitvoering in relatie tot stromingsrichting in het eerste watervoerend pakket bij de referentiesituatie



Door toepassing van de schermwand ontstaat binnen de schermwanden een apart grondwaterregime. Dit grondwaterregime is afhankelijk van de uitwisseling van grondwaterstroming door de Waalre klei formatie (WaK1), de schermwand en grondwateraanvulling. De grondwateraanvulling door neerslag (of verdamping) kan alleen plaatsvinden op het relatief kleine oppervlak tussen de uiteinden van de folie en de schermwand. De hoeveelheid aanvulling is beperkt, omdat bij een (piek)neerslag het overschot af stroomt over het talud richting het wegooppervlak. Deze neerslag komt terecht binnen de folieconstructie en wordt afgepompt via het drainagesysteem binnen de folie. Het restant van de neerslag, welke onder de folieconstructie eindigt oefent een zeer beperkte invloed op de grondwaterstand onder het folie binnen de schermwand.

Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 5.2

Tabel 5.2 Beoordeling grondwatereffect

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Barrièrewerking	nvt	nvt	-10 tot +10 cm	10-20 cm	> 20 cm

De eindsituatie met diepe schermwand heeft geen significante effecten op het grondwater (veranderingen kleiner dan 10 cm). Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (barrièrewerking) is daarom neutraal.

Invloed klimaatverandering op de berekende grondwatereffecten

Door het KNMI wordt verwacht dat het klimaat in Nederland verandert, hiervoor zijn verschillende klimaat-scenario's. Deze scenario's hebben gemeen dat de neerslagintensiteit toeneemt en de droogte in de zomer langduriger worden. Hevige neerslagintensiteit (piekbuien) heeft niet direct een invloed op het grondwater-systeem in het watervoerend pakket. Dit is een traag reagerend systeem op de grondwateraanvulling (in termen van dagen). Hevige piekbuien kunnen wel kortstondig (in termen van uren) leiden tot wateroverlast (water op straat).

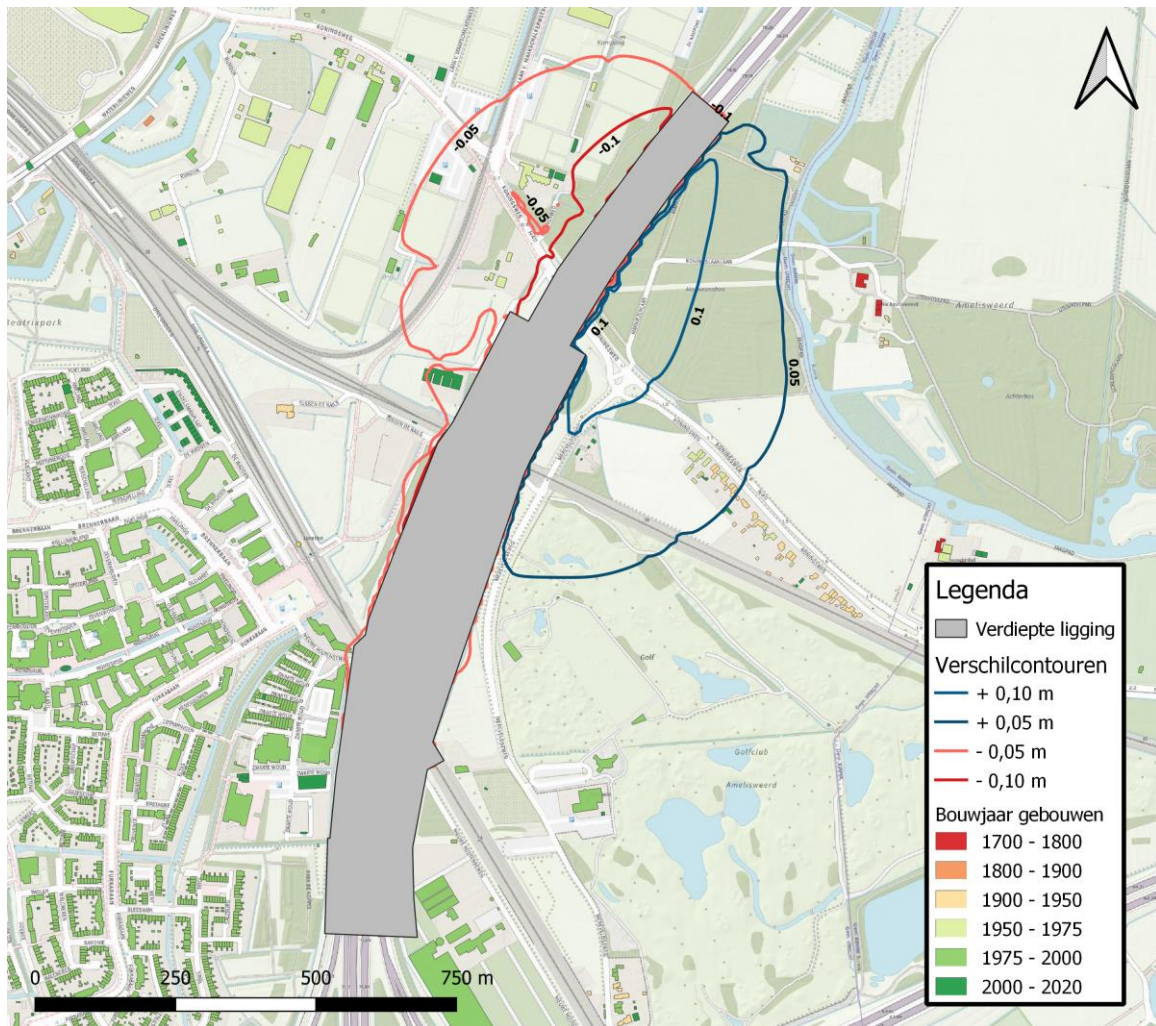
Langdurige droogte heeft wel een duidelijk merkbare invloed op de grondwaterstanden. Door de droogte zakken de grondwaterstanden steeds verder uit. Als door klimaatverandering de droogteperioden langer worden is de verwachting dat de grondwaterstanden kunnen dalen tot onder de historisch laagste grondwaterstanden.

Aan de oostzijde (Amelisweerd) wordt dan het berekende grondwatereffect (een stijging) in combinatie met de klimaatverandering juist kleiner. Dit betekent een verbetering. Aan de westzijde (o.a. sportvelden) wordt dan het berekende grondwatereffect (een daling) in combinatie met de klimaatverandering juist groter. Dit betekent een verslechtering vanuit grondwaterperspectief.

5.5.2 Risico op zettingen bij gebouwen

Zettingen aan slappe lagen in de bodem (klei en veen) kunnen optreden bij grondwaterstandsverlagingen (en niet bij grondwaterstandsverhogingen). De grondwaterstandsverlaging bij bebouwing en infrastructuur is kleiner dan 5 cm, derhalve er is geen risico op (ongelijkmatige) zettingen en dus schade aan woningen.

Afbeelding 5.5 Verandering freatische grondwaterstand in eindsituatie met gebouwen uit BAG



Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect op zettingen naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 5.3

Tabel 5.3 Beoordeling zettingen bij gebouwen als gevolg grondwaterstandsverlaging

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Zettingen bij gebouwen als gevolg van grondwaterstands verlaging	N.v.t.	N.v.t.	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = 0	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = 1 - 20	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = >20

De eindsituatie met diepe schermwand heeft geen effecten zettingen bij panden. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (zettingen) is daarom neutraal.

5.5.3 Ontwatering

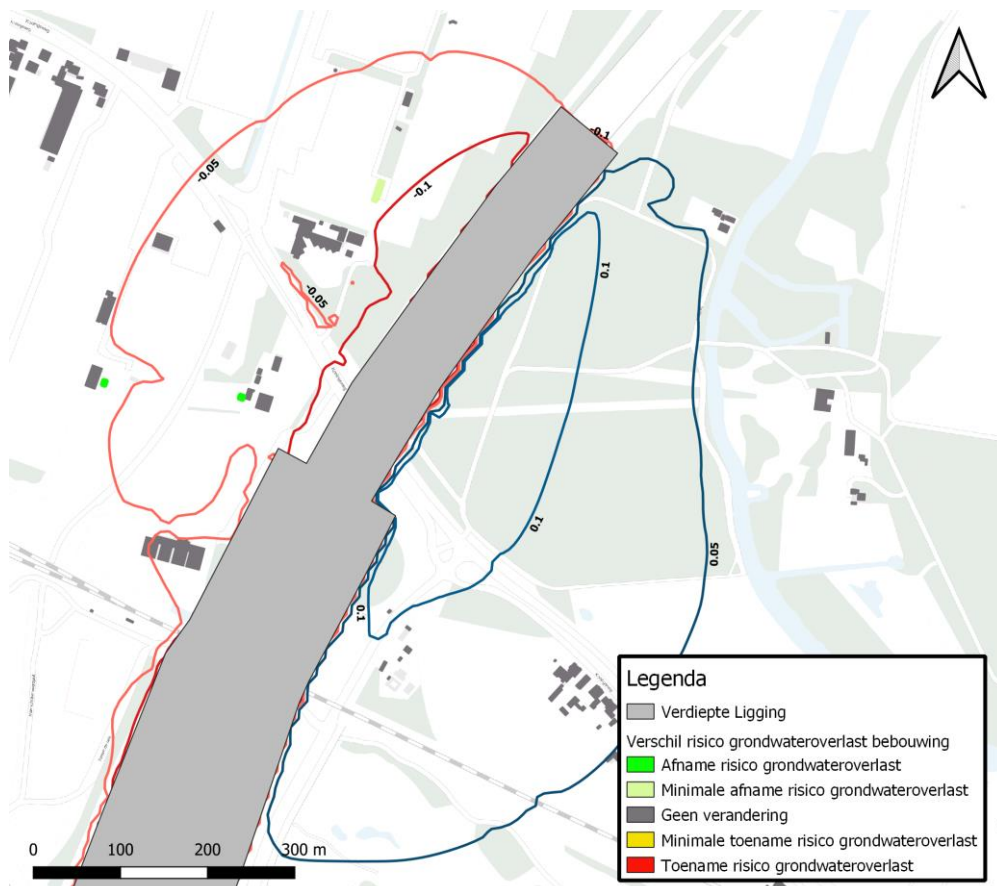
Door stijging van de grondwaterstand neemt de ontwateringsdiepte bij gebouwen en infrastructuur af. De ontwateringsdiepte wordt bepaald met behulp van de GHG, de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Hierbij is de volgende classificatie voor de verandering in categorie van ontwateringsdiepte gehanteerd:

- er is geen wijziging van het risico op grondwateroverlast ten opzichte van de referentiesituatie (grijze kleur);
- er is een afname van het risico op grondwateroverlast, waarbij initieel een ontwateringsdiepte kleiner als 70 centimeter aanwezig was (licht groen of groen);
- er is een toename van het risico op grondwateroverlast, waarbij initieel een ontwateringsdiepte groter als 70 centimeter aanwezig was (oranje);
- in het geval van een rode kleur is de grondwaterstand in het scenario verplaatst naar een GHG ondieper dan 50 cm-mv : onvoldoende (rood).

Opgemerkt wordt dat deze methode en classificatie een indicatieve benadering is gebaseerd op een modelmatig berekende GHG en de AHN. De daadwerkelijke ontwateringsdiepte en eventueel risico op (toename van grondwateroverlast kan alleen worden vastgesteld met meting van de grondwaterstand (peilbuiswaarnemingen), meting diepte van de kruipruimte/kelder en inmeting van het maaiveld (beide door waterpassing t.o.v. in m NAP) ter plaatse.

Aan de hand van de berekende verandering van de GHG is de ontwateringsdiepte bij de gebouwen indicatief in beeld gebracht. In afbeelding 5.6 is de ontwateringsdiepte en de verandering als gevolg van de aanwezigheid schermwand weergegeven. Aan de noordwestzijde van de bak is enkel één pand aanwezig met een risicoafname van grondwateroverlast. In de eindsituatie verandert het risico op grondwateroverlast niet.

Afbeelding 5.6 Verandering freatische grondwaterstand in eindsituatie inclusief effect op grondwateroverlast bij bebouwing

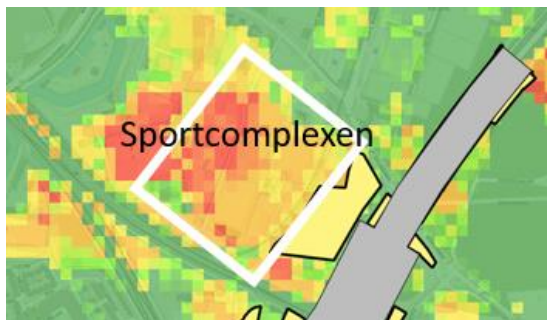


Naast grondwateroverlast op het gebied van bebouwing is grondwateroverlast op het gebied van infrastructuur en de sportcomplexen aan de noordwestzijde beschouwd (afbeelding 5.7). De berekende ontwateringsdieptes zijn gegeven in

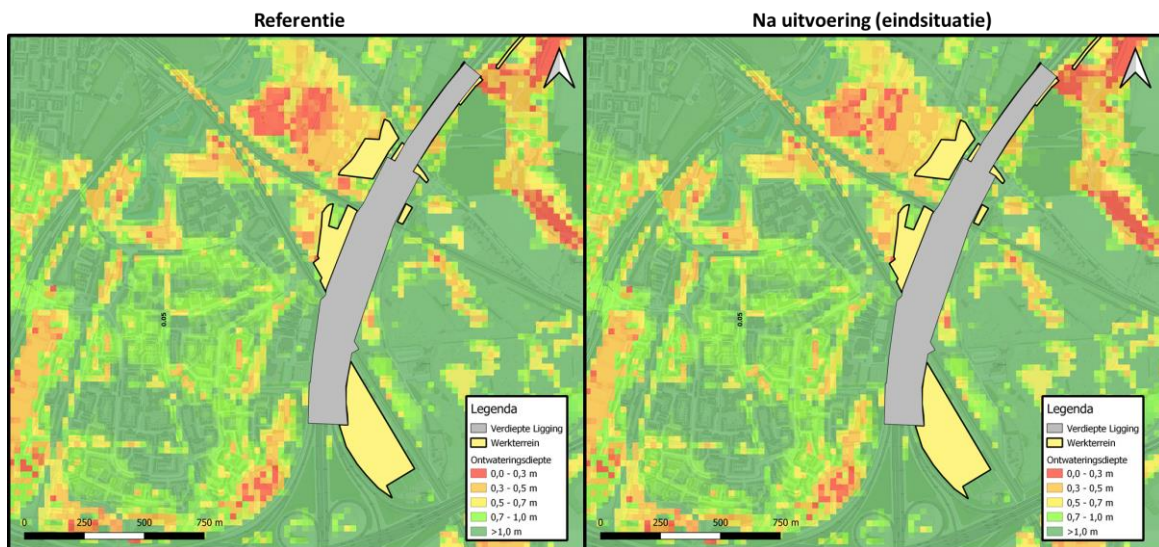
afbeelding 5.8.

Uit de resultaten volgt een verbetering van de situatie bij de sportcomplexen. De huidige situatie bij de sportcomplexen beschrijft een kleine ontwateringsdiepte. Een kleine toename in ontwateringsdiepte vindt plaats na uitvoering. Onder de sportcomplexen zijn geen kelders gerealiseerd en de sportvelden zijn voorzien van drainagesystemen. Een toenemend risico op grondwateroverlast bij infrastructuur en de sportcomplexen is uitgesloten.

Afbeelding 5.7 Locatie sportcomplexen nabij verdiepte ligging.



Afbeelding 5.8 overzicht minimale ontwateringsdieptes referentiesituatie versus eindsituatie



Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect op de ontwateringsdiepte bij gebouwen naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 5.4.

Tabel 5.4 Beoordeling ontwatering gebouwen

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Ontwatering bij gebouwen	N.v.t	N.v.t	0-5 panden en gebouwen	6-10 panden en gebouwen	> 10 panden en gebouwen

Eindsituatie

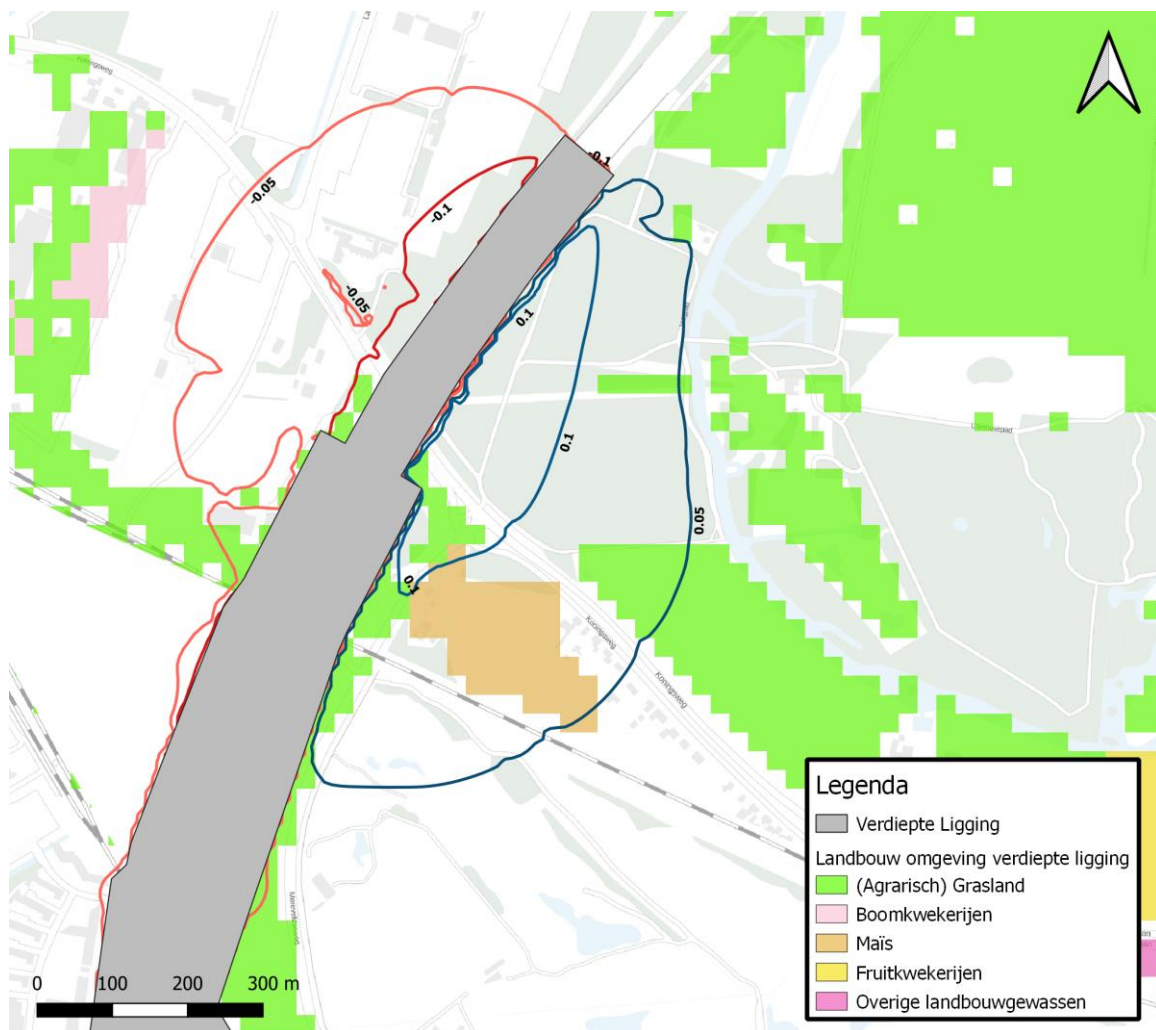
Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
			binnen gebied waar sprake is van toename grondwaterstan d > 0,3 m	binnen gebied waar sprake is van toename grondwaterstan d > 0,3 m	binnen gebied waar sprake is van toename grondwaterstan d > 0,3 m

De eindsituatie met diepe schermwand heeft geen significant effecten op de ontwatering bij de panden. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (ontwatering) is daarom neutraal.

5.5.4 Landbouw

Afbeelding 5.9 geeft de verlaging- en verhogingscontouren weer ten opzichte van de landsgebruikkaart. Ten opzichte van de landbouw gebieden worden niet of nauwelijks verhogingen en verlagingen groter als 10 centimeter berekend. Dit blijft onder de 10 hectare aan totaal oppervlak. Een effect op de landbouw wordt niet verwacht in de eindsituatie.

Afbeelding 5.9 Verlaging- en verhogingscontouren ten opzichte van de aanwezige landbouw in de eindsituatie



Eindsituatie

Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect op de landbouwkundige opbrengst naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 5.5.

Tabel 5.5 Beoordeling landbouwkundige effecten

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Landbouw	N.v.t.	N.v.t.	< 10 ha beïnvloed gebied & verandering grondwater- stand >20 centimeter	10 - 50 ha beïnvloed gebied & verandering grondwater- stand >20 centimeter	> 50 ha beïnvloed gebied & verandering grondwater- stand >20 centimeter

De eindsituatie met diepe schermwand heeft geen significant effecten op landbouwkundige opbrengst. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (landbouw) is daarom neutraal.

5.5.5 Grondwaterbeschermingsgebieden

De drinkwaterwinningen zijn aanwezig in het tweede watervoerende pakket. Er zijn geen grondwatereffecten in het tweede watervoerend pakket. Een effect op de drinkwaterwinningen en grondwaterbeschermingsgebieden worden niet verwacht voor de eindsituatie.

Voor de (nadere) uitwerking van het effect op de grondwaterbeschermingsgebieden naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 5.6.

Tabel 5.6 Beoordeling grondwaterbeschermingsgebieden

Criterium water	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
grondwaterbeschermingsgebieden	Invloedsgebied blijft ruim buiten beschermde gebieden	Invloedsgebied blijft buiten beschermde gebieden	Invloedsgebied reikt tot in grondwaterbeschermingsgebied, activiteit boven de dieptegrens (40 m -mv)	Invloedsgebied reikt tot in grondwaterbeschermingsgebied en activiteit tot onder de dieptegrens (40 m -mv)	Invloedsgebied reikt tot in waterwingebied

De eindsituatie met diepe schermwand heeft geen effecten op grondwaterschermingsgebieden. Het oordeel op het criterium grondwaterbeschermingsgebied is daarom neutraal.

5.5.6 Waterhuishouding

Het oppervlaktewatersysteem kan ten gevolge van de aanleg van de schermwand een aantal tijdelijke aanpassingen krijgen. Er zijn geen complete doorsnijdingen van het systeem aanwezig. In de eindsituatie kan het oppervlaktewatersysteem naar oorspronkelijke staat hersteld worden. De eerste twee meter van de schermwand wordt verwijderd, waardoor waterlopen verplaatst kunnen worden naar hun oorspronkelijke positie. In dit geval ondervindt het oppervlaktewatersysteem geen effecten in de eindsituatie. Het oppervlaktewatersysteem is namelijk hersteld naar zijn oorspronkelijke staat.

Voor de vertaling van het effect op de waterhuishouding naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 5.7.

Tabel 5.7 Beoordeling waterhuishouding

Criterium water	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
waterhuishouding (doorsnijding)	Grote verbetering	Matige verbetering	Vrijwel geen verandering	Matige verslechtering	Grote verslechtering

De eindsituatie met diepe schermwand heeft geen effecten op doorsnijding van de waterhuishouding. Het oordeel op het criterium waterhuishouding is daarom neutraal.

5.6 Natuur

Onder het criterium natuur gaat het om:

- Beschermde gebieden (Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland), zie 5.6.1;
- Bos en stedelijk groen, zie 5.6.2;
- Beschermde fauna, zie 5.6.3.

5.6.1 Beschermde gebieden

Natura2000

Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied is Oostelijke Vechtplassen. Dit gebied ligt op een afstand van ca. 8 km van het werkgebied. Gezien deze afstand kunnen significant negatieve effecten van de bouwwerkzaamheden door ruimtebeslag, stikstofdepositie, visuele verstoring en verstoring door geluid en trillingen op voorhand worden uitgesloten. Het oordeel op dit criterium is daarom neutraal (0).

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

In de eindsituatie zijn er geen significante effecten op Natuurnetwerk Nederland gebieden (Amelisweerd) door extra ruimtebeslag, visuele verstoring, geluid, trillingen of stikstofdepositie. De effecten op de vitaliteit van Amelisweerd als gevolg van geohydrologische beïnvloeding in de eindsituatie wordt beschreven in paragraaf 5.6.2.

Tabel 5.11 Beoordeling beschermde gebieden

Criterium aspect Natuur	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Beschermde gebieden (Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland)	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen/vrijwel geen effect	Gering negatief effect door ruimtebeslag, stikstofdepositie, visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen	Groot negatief effect door ruimtebeslag, stikstofdepositie, visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen

5.6.2 Bos en stedelijk groen (bos Amelisweerd, lunnetten incl. park De Koppel)

De berekeningen hebben zich geconcentreerd op het aandachtsgebied Amelisweerd. Voor stedelijk groen en Park de Koppel geldt dat geen significante effecten zullen optreden in de gebruiksfase (eindsituatie). Dit blijkt uit afbeelding 5.3.

Aandachtsgebied Amelisweerd

Het hydrologisch effect van de ingreep is onderzocht voor aandachtsgebied Amelisweerd. Alleen daar wordt in enige mate het grondwater beïnvloed in de eindsituatie. Bij de effectbeoordeling van de bomen in Amelisweerd is gebruik gemaakt de Waterwijzer Natuur. Er is binnen Waterwijzer Natuur gebruik gemaakt van de optie voor een waternoodberekening zodat de doelrealisatie voor de uitgangssituatie kan worden vergeleken met de aanlegfase, bouwfase en eindsituatie van de ingreep. Het Markiezenbos maakt onderdeel uit van het NNN en is grotendeels getypeerd als N14.03 (Haagbeuken- en essenbos). Voor dit doeltype is het mogelijk een doelrealisatie te bepalen op basis van GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand) en droogtestress. Alleen voor GVG gaven de berekeningen een afname in doelrealisatie aan voor de lager geleden delen van het Markiezenbos.

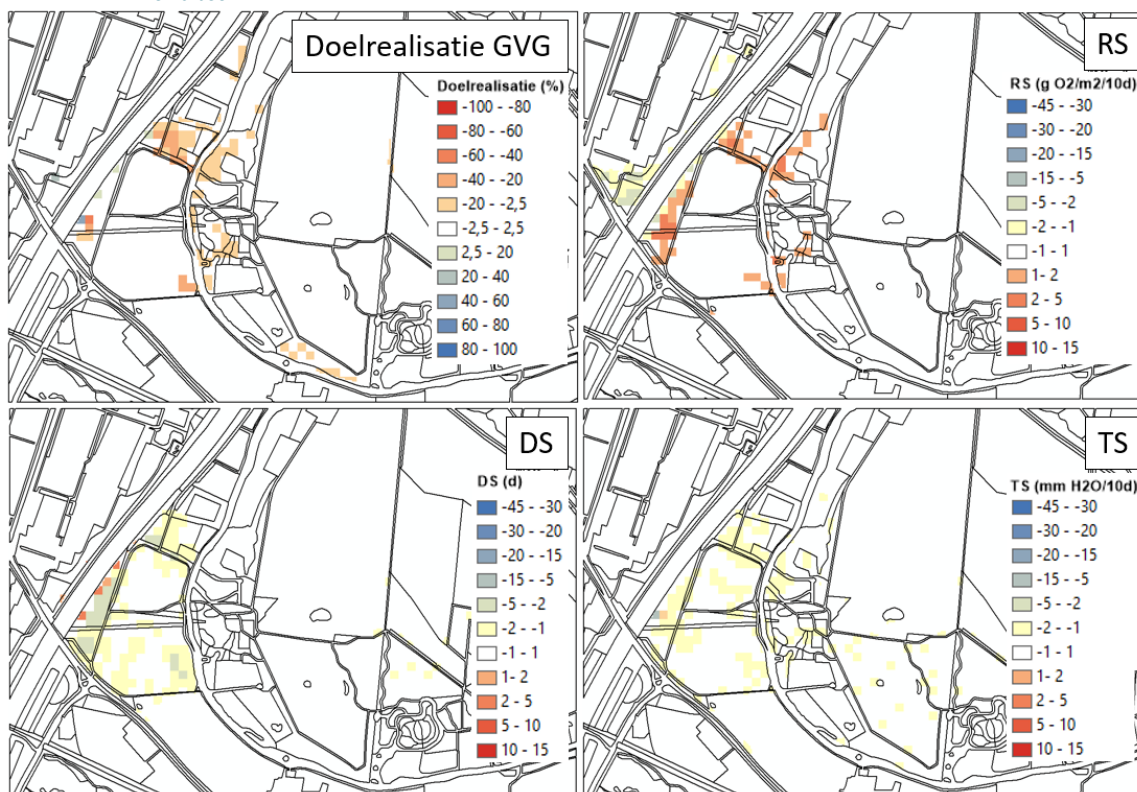
Het effect is bepaald als het verschil tussen een de eindsituatie en de referentiesituatie. Als bovenschatting van het natuureffect is al het bos getypeerd als N14.03 (Haagbeuken- en essenbos). Er is een doelrealisatie-functie met knikpunten beschikbaar voor GVG en droogtestress. De knikpunten staan vermeld in tabel 5.1. Als de waarde tussen B1 en B2 ligt dan is de doelrealisatie 100 %. Als de waarde lager is dan A1 of groter dan A2 dan is de doelrealisatie 0 %. Tussen A1 en B1 en tussen B2 en A2 varieert de doelrealisatie tussen de 100 en 0 %.

Tabel 5.8 Doelrealisatiefuncties voor N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

	A1	B1	B2	A2
GVG [cm tov maaiveld]	10	30	999	999
DS [dagen]	-9999	-9999	25	40

De resultaten van de effectberekening staan weergegeven in afbeelding 5.9. Er is sprake van enige afname in doelrealisatie als gevolg van een hogere GVG in het noordelijk deel van Amelisweerd. Zuurstofstress neemt aan de oostzijde van de A27 binnen Amelisweerd wat toe.

Afbeelding 5.10 Verandering in doelrealisatie GVG, droogtestress (cf Waterlood), zuurstofstress en transpiratiestress voor de eindfase



Beoordeling hydrologische effecten Amelisweerd

De effecten van de veranderingen in de grondwaterstand op het bos Amelisweerd zijn beoordeeld. Als maat is voor de effecten is daarbij gebruik gemaakt van de verandering in doelrealisatie voor de GVG en de droogtestress (DS). Met Waterwijzer Natuur kan ook de doelrealisatie voor zuurstofstress (RS) en transpiratiestress (TS) worden berekend. De uitkomsten voor doelrealisatie RS en TS (meer klimaatrobuuste parameters) leveren evenwel vergelijkbare resultaten op als Waterlood omdat de berekeningen ook het huidige klimaat betreffen.

De beoordelingscriteria zijn gebaseerd op een combinatie van het areaal dat verandert (ten opzichte van het totale bosareaal) en de mate en richting waarin de verandering optreedt. De onderstaande scoringscriteria zijn opgesteld.

- score '++' : >2,5 % van het oppervlak toename van doelrealisatie met 75-100 %
- score '+' : <2,5 % van het oppervlak toename van doelrealisatie met 75-100 %
>2,5 % van het oppervlak toename van doelrealisatie met 25-75 %
- score '0' : 95 % van het oppervlak toename van doelrealisatie met 75-100 %
- score '-' : <2,5 % van het oppervlak afname van doelrealisatie met 75-100 %
>2,5 % van het oppervlak afname van doelrealisatie met 25-75 %
- score '--' : >2,5 % van het oppervlak afname van doelrealisatie met 75-100 %

score hydrologische effecten Amelisweerd

De verandering in doelrealisatie is geclassificeerd volgens de onderstaande tabel (negatieve waarde is een afname in doelrealisatie).

Tabel 5.9 Classificatie score

code	verandering doelrealisatie	score	oordeel
1	75-100 %	++	zeer positief

Eindsituatie

code	verandering doelrealisatie	score	oordeel
2	50 - 75 %	+	positief
3	25 - 50 %	+	positief
4	0 - 25 %	0	neutraal
5	-25 - 0 %	0	neutraal
6	-50 - -25 %	-	negatief
7	-75 - -50 %	-	negatief
8	-100 - -75 %	--	zeer negatief

Vervolgens zijn de rasters ingedeeld naar deze 8 klassen en is nagegaan wat het aandeel in oppervlak is per klasse ten opzichte van het totale bosareaal (afbeelding 4.16a, 64 ha). De resultaten staan aangegeven in de onderstaande tabel. Voor droogtestress is geen significante verandering in doelrealisatie berekend.

Tabel 5.10 Scoringstabel

code	1	2	3	4	5	6	7	8
Gebruiksfase	-	-	-	93 %	6 %	1 %	-	-

Tabel 5.11 Beoordeling bos en stedelijk groen

Criterium aspect Natuur	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Bos/stedelijk groen	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen significant effect	Gering negatief effect op hydrologie/grondwater en vitaliteit bomen	Groot negatief effect op hydrologie/grondwater en vitaliteit bomen

In de eindsituatie is er voor het criterium bos en stedelijk groen in relatie tot de schermwand geen significant effect. Het oordeel op dit criterium is daarom neutraal (0).

5.6.3 Beschermde fauna

Tabel 5.12 Beoordeling beschermde fauna

Criterium aspect Natuur	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Beschermde fauna	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen significant effect	Gering negatief effect door visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen	Groot negatief effect door visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen

In de eindsituatie zijn er geen significant negatieve effecten op beschermde fauna door ruimtebeslag, visuele verstoring, geluid, trillingen of stikstofdepositie. Het oordeel op dit criterium is daarom neutraal (0).

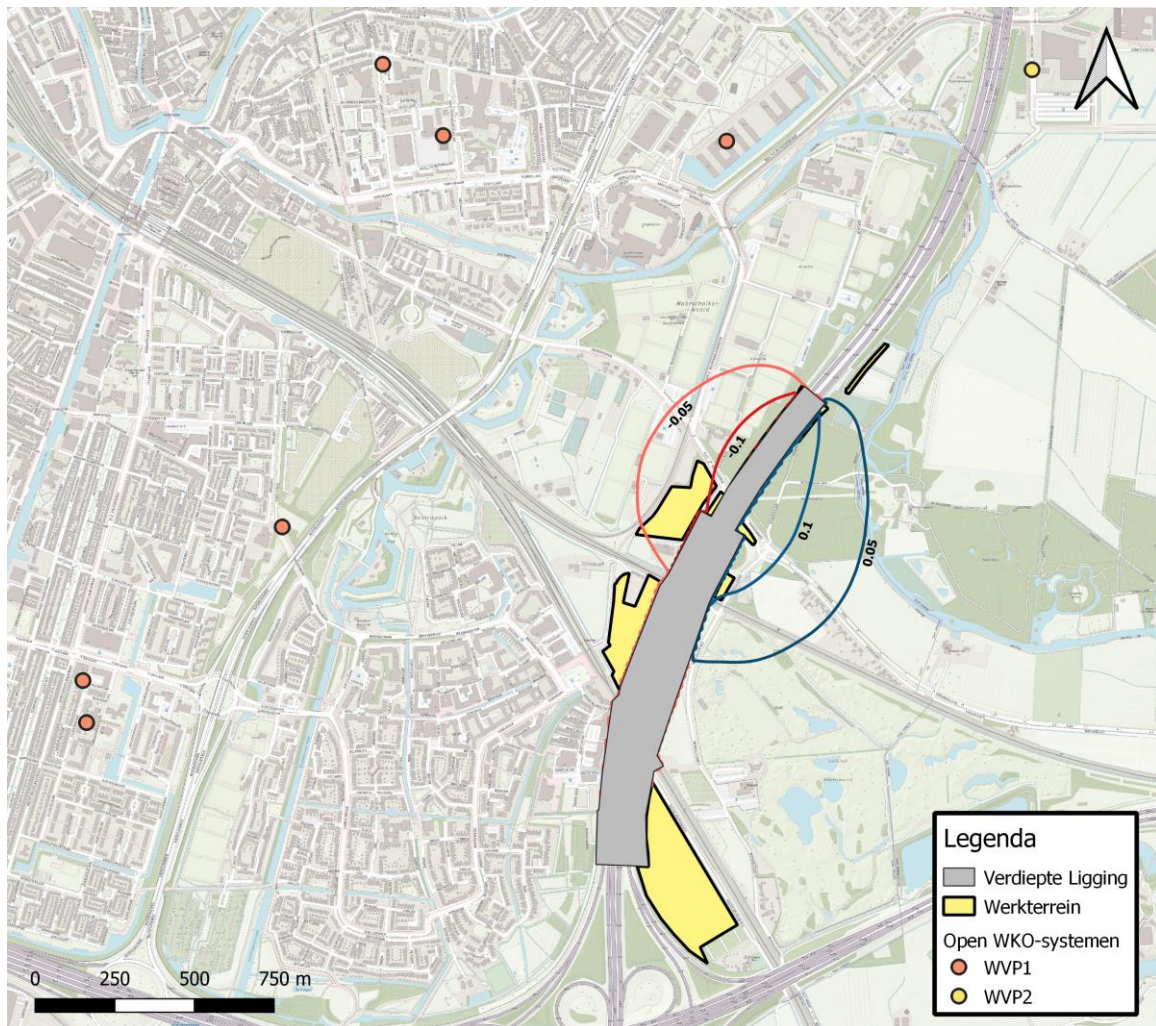
5.7 Bodem

Binnen het invloedsgebied van het grondwatereffect zijn geen bodem- en grondwater verontreinigingen bekend. Derhalve heeft de schermwand geen effect op verontreinigingen in de omgeving.

Bodemenergiesystemen

De locaties en diepteligging van de bodemenergie systemen zijn gegeven in afbeelding 5.11. Enkel de open systemen (WKO, ofwel Warmte- en Koude Opslag) zijn beschouwd, aangezien de gesloten systemen geen effecten van grondwaterstromingsveranderingen ondervinden. De WKO-systemen in het eerste watervoerend pakket liggen buiten het hydrologisch invloedsgebied van de eindsituatie met schermwand. Het tweede watervoerend pakket ondervindt in de eindsituatie geen veranderingen ten opzichte van de referentiesituatie. Een effect op de WKO-systemen wordt in de eindsituatie niet verwacht.

Afbeelding 5.11 Locaties WKO-systemen ten opzichte van stijghoogteveranderingen eerste watervoerend pakket in eindsituatie



De eindsituatie met diepe schermwand heeft geen effecten op de bodem. Het oordeel op het criterium bodem scoort neutraal (0).

5.8 Ruimte en ruimtelijke kwaliteit

In de eindsituatie zijn er voor dit milieuspect ruimtelijk kwaliteit, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, geen effecten. Het oordeel op het criterium ruimtelijke kwaliteit is daarom neutraal (0).

5.9 Landschap en cultuurhistorie

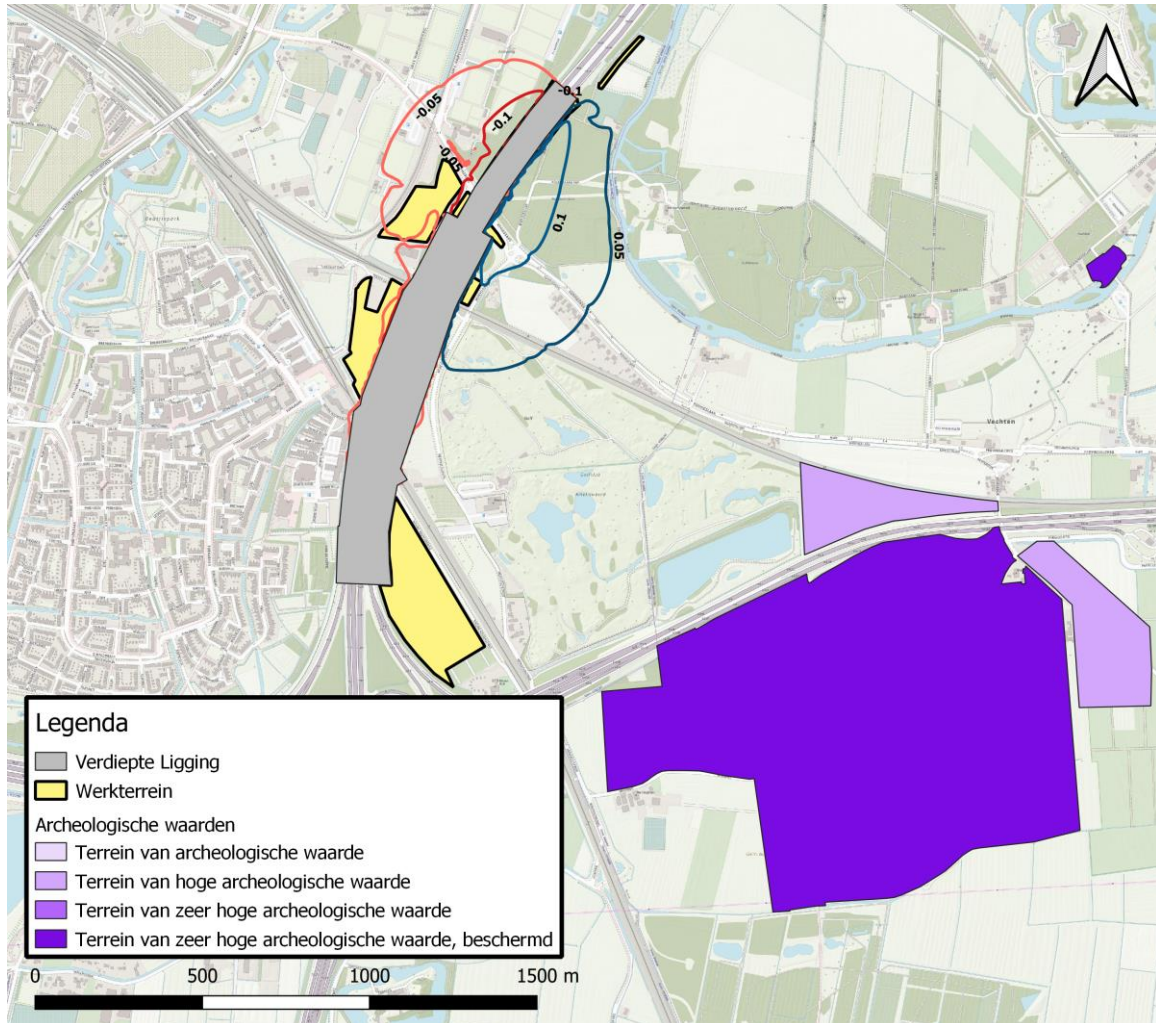
In de eindsituatie zijn er voor dit milieuspect landschap en cultuurhistorie, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, geen effecten. Het oordeel op het criterium landschap en cultuurhistorie is daarom neutraal.

5.10 Archeologische waarden

Verlagingen van de grondwaterstanden ter plaatse van archeologische waarden kan leiden tot oxidatie en daarmee schade van dergelijke archeologische waarden. In afbeelding 5.12 zijn de locaties van de archeologische waarden weergegeven ten opzichte van contouren van de freatische grondwaterstandsverandering in de eindsituatie. De contouren raken geen archeologische waarden.

In de eindsituatie zijn er voor dit milieuaspect archeologie, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, geen effecten te verwachten. Het oordeel op het criterium archeologie (doorsnijding) is daarom neutraal.

Afbeelding 5.12 Locatie archeologische waarden ten opzichte van fretische grondwaterstandsveranderingen in de eindsituatie.
(Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2020)



Eindsituatie

Tabel 5.13 Effectbeoordeling eindsituatie schermwand

Milieuaspect / criteria	Score	
	Voor mitigatie	Na mitigatie
(Bouw)verkeer / doorstroming	nvt	nvt
Geluid / geluidsbelasting omgeving	nvt	nvt
Luchtkwaliteit / jaargemiddelde concentratie NO ₂ , PM ₁₀ en PM _{2,5}	nvt	nvt
Water		
Grondwaterkwantiteit:		nvt
- grondwatereffect	0	
- zettingen	0	
- ontwatering	0	
- landbouw	0	
Grondwaterbeschermingsgebieden	0	nvt
Waterhuishouding / doorsnijding	0	nvt
Natuur /		
Beschermde gebieden	0	nvt
Bos en stedelijk groen (Bos Amelisweerd, Lunetten incl. Park De koppel)	0	nvt
Beschermde fauna	0	nvt
Bodem /		
Beïnvloeding bodemkwaliteit	0	
Beïnvloeding WKO-systemen	0	
Ruimtelijke kwaliteit / ruimtebeslag	0	nvt
Landschap en cultuurhistorie / verandering openheid en zichtlijnen	0	nvt
Archeologie / beïnvloeding archeologische verwachtingswaarden	0	nvt

6

MILIEUEFFECTEN TIJDENS BOUWFASE

6.1 Inleiding

Aanleg schermwand

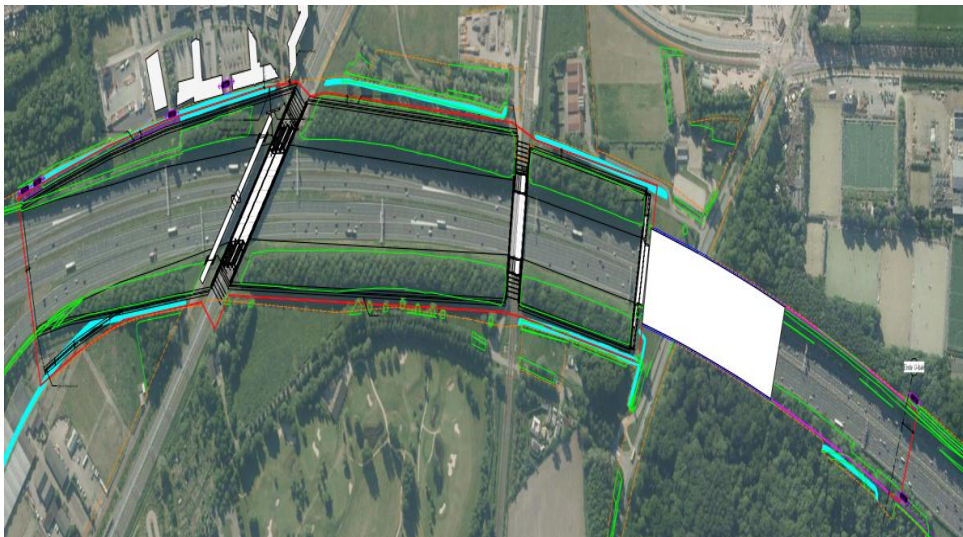
De 3,7 km lange schermwand wordt aangelegd met behulp van 4 freesmachines (productie 15 m/machine/week). De freesmachines starten elk op een andere plaats. Na circa 15 maanden is de schermwand gesloten en gereed. Tijdens de aanleg van de schermwand is geen grondwateronttrekking nodig. Voor het benodigde (werk)water wordt drinkwater gebruikt, afkomstig van het drinkwaterleidingnet van Vitens (zie hoofdstuk 2).

realisatie wegverbreding

Na het gereed komen van de schermwand kan de realisatie van de wegverbreding starten. Voor de realisatie van de wegverbreding wordt middels een bemaling binnen de schermwanden een tijdelijke polder gecreëerd met een grondwaterstand van NAP- 6 m, zie afbeelding 6.1. Hiervoor wordt de grondwaterstand binnen de tijdelijke polder met 6,5 meter verlaagd gedurende circa 18 maanden.

De grondwaterstandsverlaging in de polder heeft ondanks de schermwand een uitstraling naar de omgeving (vanwege lekkage door schermwand en bodem (WAK1)). Daarnaast mag het onttrokken grondwater vanwege de waterkwaliteit niet worden geloosd op het oppervlaktewater (eis Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden). Vanwege bovenstaande twee redenen is gekozen voor een 100 % retourbemaling als mitigerende maatregel om de effecten van de bemaling te beperken. De retourputten worden eveneens geplaatst in het eerste watervoerend zandpakket binnen de TB-grens en binnen de werkgrenzen, zie afbeelding 6.1.

Afbeelding 6.1 Doorsnede met bemalingsput- en retourput ter hoogte van de folieconstructie



In de volgende paragrafen zijn de effecten van de diverse milieuaspecten in de bouwfase geanalyseerd. Qua milieuaspecten is niet exact de volgorde uit het MER 2e fase gehanteerd, omdat voor de bouwmethode met schermwand een ingreep is in het grondwatersysteem. Vandaar dat effectbeschrijving op water naar voren is gehaald. Voor elk milieuaspect is de maatgevende situatie beschouwd, zodat inzicht wordt gekregen in de maximale effecten

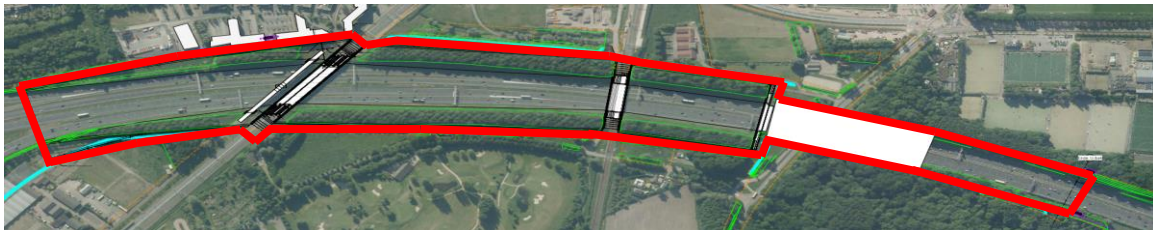
6.2 Verkeer

Maatgevend voor de verkeerseffecten is de situatie tijdens de aanleg van de schermwand. De realisatie van de diepe schermwand heeft effecten op verkeerskundig gebied. In deze paragraaf worden deze verkeerseffecten op zowel het hoofdwegennet (HWN) als het onderliggende wegennet (OWN) en de onderbouwing voor de gemaakt keuzes kort belicht. Tevens wordt een indicatie gegeven van de te verwachten transportbewegingen op de werkterreinen Stadskwekerij en Koningsweg.

6.2.1 Effecten op het Hoofdwegennet (HWN)

De realisatie van de diepe schermwand van cement- bentoniet (CB-wand) betekent ook dat de diepwand de A27 aan zowel de noord- als zuidzijde van de te creëren 'polder' de A27 moet kruisen. Hiervoor is het noodzakelijk de A27 voor een korte meerdaagse periode in beide richtingen in zijn geheel af te sluiten (zie onderstaande afbeelding).

Afbeelding 6.2 Bovenaanzicht schermwand (rode contour) met doorsnijding A27 en kruisende onderliggende verbindingen



Noodzaak en bekeken alternatieven

De doorsnijding van de A27 aan de zuidzijde is vanwege de gescheiden rijbanen en/of verbindingswegen relatief eenvoudig te faseren zonder forse capaciteitsreducties.

De doorsnijding aan de noordzijde is wat betreft fasering echter veel lastiger omdat hier sprake is van 2 direct aan elkaar grenzende rijbanen.

Ten aanzien van de fasering van de doorsnijding van de A27 aan de noordzijde, zijn er 2 mogelijkheden, namelijk:

- 1 een 9-daagse volledige afsluiting van de A27 tussen de knooppunten Rijnsweerd en Lunetten (dus gelijktijdig zowel in noordelijke als zuidelijke richting). In deze 9-daagse periode worden de wanden aan beide zijden geplaatst;
- 2 voor ongeveer 1 maand maar 2 rijstroken per rijrichting beschikbaar voor het verkeer i.p.v. de huidige 4 rijstroken in zuidelijke richting en de huidige 6 rijstroken in noordelijke richting.

Vanuit het oogpunt van het beperken van de verkeershinder (MinderHinder) is in het kader van de referentiefasering gekozen voor mogelijkheid 1. Hieraan ligt ten grondslag:

- De communicatieboodschap richting weggebruikers en omgeving is veel duidelijker te brengen bij een volledige afsluiting dan bij een gedeeltelijke afsluiting.

- Wanneer een weg gedeeltelijk, met een beperkt aantal rijstroken, open blijft zal de drijfveer voor automobilisten om hun reisgedrag aan te passen veel kleiner zijn. De kans op langdurige zeer ernstige hinder op het netwerk is daarmee veel groter.
- De gesommeerde verwachte verkeershinder bij 'langdurige' gedeeltelijke afsluiting is hoger dan de gesommeerde verwachte verkeershinder bij een kortdurende volledige afsluiting.
- De effectiviteit van inzet van Mobiliteitsmaatregelen en communicatie is naar verwachting bij kortdurende afsluiting hoger dan bij een langdurige gedeeltelijke afsluiting. Reizigers zijn eerder bereid om een aantal dagen een ander vervoermiddel of tijdstip te kiezen (of zelfs vakantie) dan om dit gedrag gedurende langere tijd uit te voeren.

Ten aanzien van de eventuele mogelijkheid om de afsluiting in zuidelijke richting iets te bekorten geldt dat dit onwenselijk is. De communicatieboodschap richting weggebruikers en omgeving is veel duidelijker te brengen bij een gelijke duur van de afsluiting in noordelijke- en zuidelijke richting.

Verkeerskundige effecten

Op basis van een kwalitatieve analyse van de (mogelijke) uitstraling en netwerkeffecten kan met enige zekerheid worden gesteld dat de netwerkeffecten in nagenoeg de gehele provincie Utrecht merkbaar zullen zijn. Er zal sprake zijn van ernstige verkeershinder, zeker overdag van 5:30 tot 20:00. Er wordt ingezet het langeafstandsverkeer op het HWN met de landelijke regelscenario's om te leiden. Dat houdt in dat zowel de A1, A2, A12 als de A30 nog zwaarder belast zullen worden.

Het regionale verkeer zal gedurende de afsluiting van de A27 (nog) meer gebruik gaan maken van het provinciale wegennet, met name de N237, N224, N226, N227 en N411.

Het (lokale) verkeer zal zonder specifieke beheersmaatregelen massaal gebruik gaan maken van de Waterlinieweg, Koningsweg en de doorgaande routes door Zeist (mogelijk ook de Koelaan tussen Bunnik en Zeist). Dit wordt met een gezamenlijke MinderHinderaanpak voorkomen.

MinderHinderaanpak

Gedurende de bouwfase wordt een MinderHinderaanpak ingezet om de verkeershinder voor de weggebruiker zo veel mogelijk te minimaliseren. Deze MinderHinderaanpak zal in ieder geval bestaan uit:

- Zware inzet op communicatie.
- Zware inzet op (gericht) mobiliteitsmanagement (gericht op specifieke doelgroepen).
- Waar mogelijk alternatieve vervoerswijzen verbeteren, bijvoorbeeld inzet op (extra-)OV, fiets.
- Gericht toepassen van verkeersmanagement.
- Daar waar mogelijk gewenste alternatieve routes faciliteren; waar noodzakelijk maatregelen treffen tegen gebruik van ongewenste routes.

6.2.2 Effecten op het onderliggende wegennet (OWN)

De realisatie van de diepwand betekent ook dat de diepwand de kruisende verbindingen op het OWN, feitelijk de oost-west verbindingen over de te creëren 'polder', moet kruisen. Hiervoor is het noodzakelijk deze verbindingen voor een korte periode in zijn geheel af te sluiten. Het betreft:

- 1 De Koningsweg (N411).
- 2 Tussen de Rails.
- 3 Nieuwe Houtenseweg.

Voor Tussen de Rails en de Nieuwe Houtenseweg geldt dat deze naast spoorverbindingen liggen (respectievelijk de verbinding Utrecht – Arnhem en Utrecht – 's Hertogenbosch).

De beoogde afsluitingen (op basis van de referentiefasering) zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Bouwfase (aanleg schermwand en realisatie wegverbreding)

Tabel 6.1 Afsluitingen

Verbinding	Beoogde afsluiting
Koningsweg	2 x weekendafsluiting
Tussen de Rails	1 x 7 dagen Afsluiting is gekoppeld aan treinvrije periode (TVP) T.b.v. het kruisen met het spoor Mereveld wordt uitgegaan van een 7-daagse TVP
Nieuwe Houtenseweg:	Maximaal 19 weken (verdeeld over 3 periodes met een tussenperiode van minimaal 3 maanden).

Alternatieve routes

Genoemde afsluitingen betreffen de maximale duur van de afsluitingen die zijn opgenomen als contracteis. In het contract is tevens opgenomen dat er gedurende de realisatie geen sprake mag zijn van gelijktijdige afsluitingen van parallelle routes. Er is daarmee altijd een alternatieve route beschikbaar met zeer beperkte omrijdtijden. In onderstaande tabel zijn de alternatieve routes weergegeven.

Tabel 6.2 Alternatieve routes

Verbinding	Beschikbare alternatieve route	Omrijdtijd (fiets)	Omrijdtijd (auto)
Koningsweg	Tussen de Rails (fiets) A12 (auto)	3 minuten	3, zie onder (1)
Tussen de Rails	Koningsweg (fiets) Nieuwe Houtenseweg (fiets)	3 minuten	nvt
Nieuwe Houtenseweg	Fietsbrug de Koppel (A12) (fiets) Tussen de Rails / Mereveldseweg Koningsweg (auto)	2 tot 4 minuten	Zie onder (2) Tabel 6.3

- (1) Voor de Koningsweg geldt dat de omrijdtijd (auto) sterk afhankelijk is van de specifieke herkomst en bestemming. Genoemde omrijdtijd betreft de (voorbeeld)route Bunnik centrum –Utrecht Stadionlaan.
- (2) Voor de Nieuwe Houtenseweg geldt dat de tijdelijke omleidingsroute voor auto-bestemmingsverkeer (bijvoorbeeld Listerboerderij) meerdere omleidingsroutes beschikbaar zijn.

Tabel 6.3 Alternatieve routes voor Nieuwe Houtenseweg

Verbinding	Beschikbare alternatieve route	Omrijdtijd (auto) (3)
Nieuwe Houtenseweg	Vanuit noordelijke richting (Koningsweg) via Mereveldseweg, Fortweg en Oude Mereveldseweg	8 minuten
	Vanuit zuidelijke richting (N409) via Fortweg en Oude Mereveldseweg	5 minuten

- (1) Genoemde omrijdtijden betreft de (voorbeeld)routes Utrecht ('t Goyplein – Listerboerderij)

Samen met de betrokken aannemer wordt na gunning bekeken of de duur van de afsluiting van de nog kan worden ingekort.

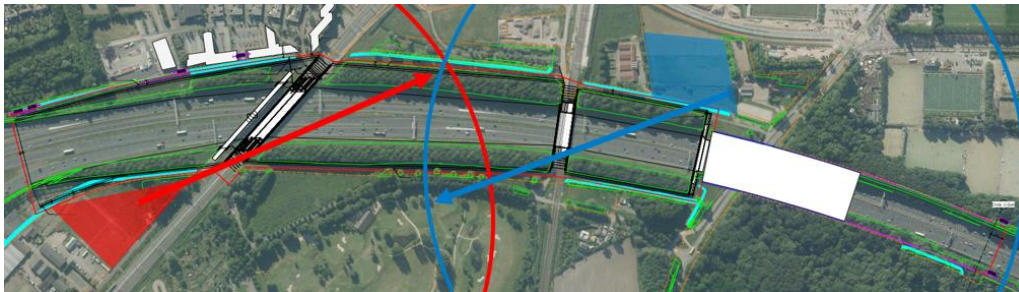
6.2.3 Bouwverkeer

In deze paragraaf een indicatie gegeven van de te verwachten transportbewegingen op de werkterreinen Stadskwekerij en Koningsweg. De aantallen transporten betreffen de transporten van en naar het werkterrein aan de Koningsweg en voormalige Stadskwekerij, er kan nog geen uitspraak worden gedaan waar deze transporten vandaan komen / naar toe gaan. Wel kan worden aangegeven dat het werkterrein voormalige stadskwekerij alleen via het HN wordt ontsloten (via contracteisen) en dat het werkterrein Koningsweg alleen via het OWN (Utrecht f Bunnik) kan worden ontsloten. Hier worden afspraken over vastgelegd met betreffende wegbeheerders

Werkterreinen

Binnen het tracé van de verdiepte ligging zijn een tweetal werkterreinen gesitueerd, in afbeelding 6.3 is in het rood het werkterrein 'Voormalige Stadskwekerij' en in het blauw werkterrein 'Koningsweg' globaal weergegeven. Voor de transportbewegingen wordt ervan uit gegaan Koningsweg gebruikt wordt voor de gehele betonbak en 50 % van de wanden in Foliepolder, het overige deel gaat naar de Stadskwekerij.

Afbeelding 6.3 Verdeling aan en afvoer werkterreinen



Model 'Rijksweg 27 folie totaal' is gebruikt voor het bepalen van het aantal strekkende meters schermwand ter plaatste van de verdiepte ligging. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.4.

Tabel 6.4 Strekkende meter wand

Oude Stadskwekerij	m ¹	m ³
CB-wand	1200	1200x0,8x76= 72960
Ongewapende diepwand	75	75x1,5x76= 8550
Koningsweg	m ¹	m ³
CB-wand	1.290	1.200x0,8x76= 78.432
Ongewapende diepwand	75	75x1,5x76= 8.550
Gewapende diepwand	480	480x1,5x76= 51.300
CB-wand met afgehangen diepwand	500	500x0,8x76= 57.000

Transportbewegingen Oude Stadskwekerij

Voor het bepalen van het aantal transporten zijn de hoeveelheden uit Tabel 6.4 omgezet in m³ grond en tonnen bouwmaterialen. Door deze vervolgens te delen door de gemiddelde inhoud van een voertuig is bepaald hoeveel transportbewegingen er plaatsvinden voor het maken van de CB-wand en de ongewapende diepwand die vanuit werkterrein Oude Stadskwekerij bevoorrad worden:

- Diepwanden. Voor de diepwanden is 75m¹ die gebouwd wordt en af en aangevoerd wordt vanuit de Oude Stadskwekerij. Hierbij wordt uitgegaan van 6 meter per dag, dus een totaal van 13 dagen (<1 maand). In totaal gaan er t.b.v. het maken van de diepwanden 1138 transporten in 13 dagen, dit komt neer op een gemiddelde van 91 transporten per dag;
- CB-wanden. Voor de CB-wand is 1200m¹ die gebouwd wordt af en aangevoerd wordt vanuit de Oude Stadskwekerij. Hierbij wordt uitgegaan van 6m per dag, dus een totaal van 200 dagen (7 maanden). In totaal gaan er t.b.v. het maken van de CB-wanden 5468 transporten in 200 dagen, dit komt neer op een gemiddelde van 27 transporten per dag.

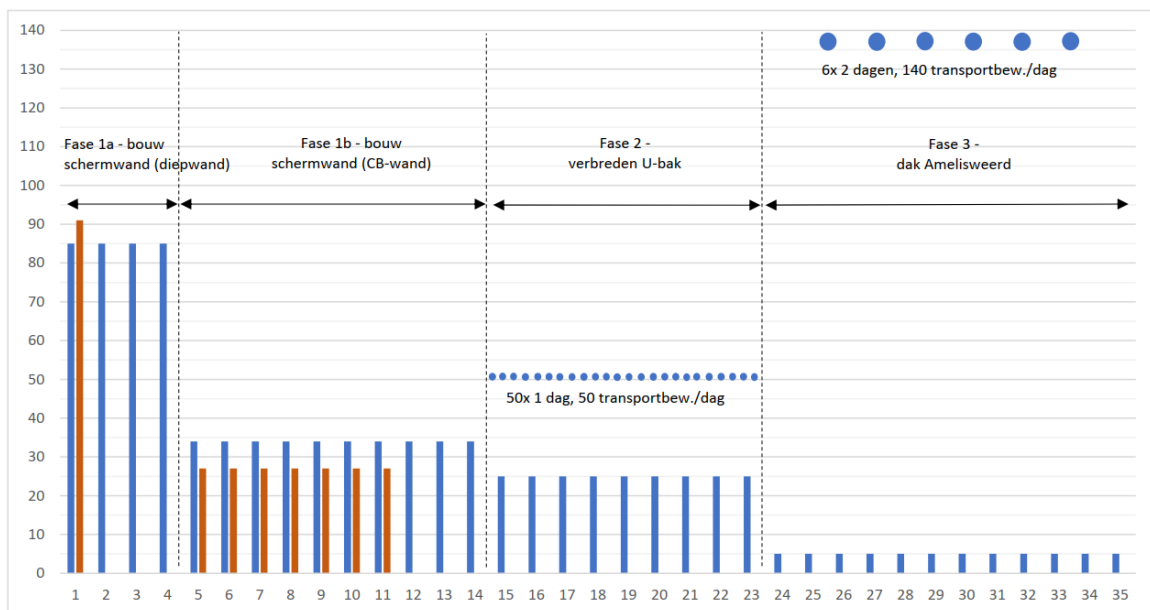
Transportbewegingen Koningsweg

Voor het bepalen van het aantal transporten t.b.v. de wanden zijn de hoeveelheden uit Tabel 6.4 omgezet in m³ grond en tonnen bouwmaterialen. Door deze vervolgens te delen door de gemiddelde inhoud van een voertuig is bepaald hoeveel transportbewegingen er plaatsvinden voor het maken van de wanden die vanuit werkkerrein Koningsweg bevoorrad worden:

- Fase 1a diepwanden. Voor de diepwanden is in totaal 555m¹ (450+75) wand die gebouwd wordt en af en aangevoerd wordt vanuit de Koningsweg. Hierbij wordt uitgegaan van 6 meter per dag, dus een totaal van 93 dagen (3 maanden). In totaal gaan er t.b.v. het maken van de diepwanden 7969 transporten in 93 dagen, dit komt neer op een gemiddelde van 85 transporten per dag;
- CB-wanden. Voor de CB-wanden is in totaal 1790m¹ (1290+500) wand die gebouwd wordt en af en aangevoerd wordt vanuit de Koningsweg. Hierbij wordt uitgegaan van 6m per dag, dus een totaal van 298 dagen (10 maanden). In totaal gaan er t.b.v. het maken van de CB-wanden 10172 transporten in 298 dagen, dit komt neer op een gemiddelde van 34 transporten per dag;
- Verbreden U-bak. Er vindt voor de U-bak over een periode van 9 maanden gemiddeld 25 transporten plaats per dag. Daarnaast gedurende de betonstort 50x1 dag waarop 25 transporten extra plaatsvinden;
- Dak Amelisweerd. Er vindt voor de het Dak van Amelisweerd over een periode van 12 maanden gemiddeld 5 transporten plaats per dag. Daarnaast gedurende de betonstort 6x2 dagen waarop 135 transporten extra plaatsvinden.

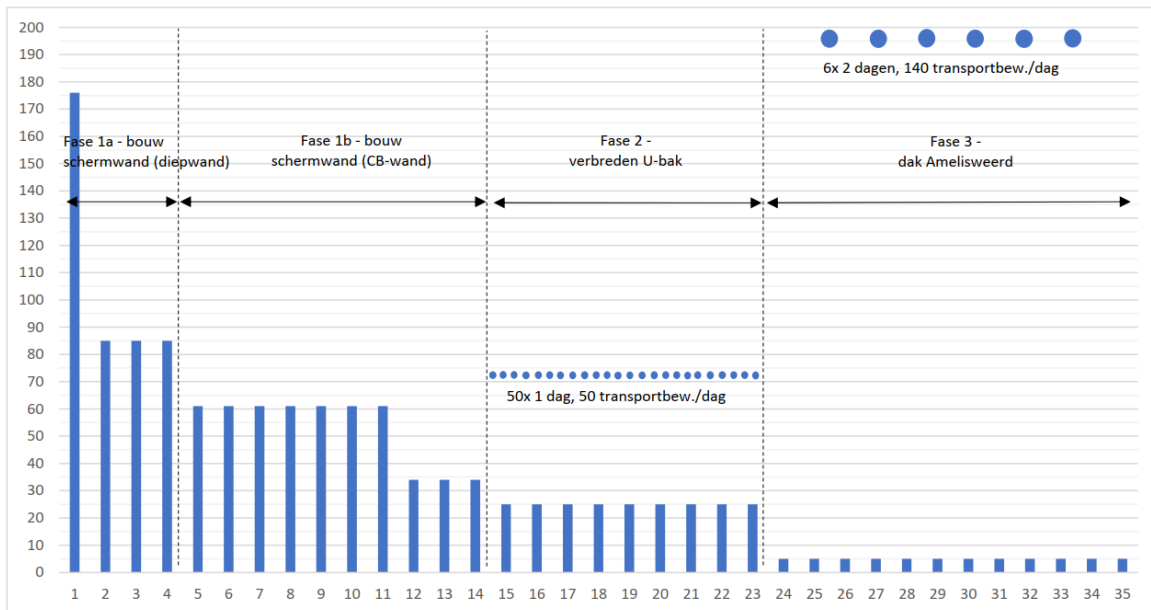
Onderstaande afbeelding toont het aantal transportbewegingen grafisch per werkkerrein. Op de horizontale as is de bouwtijd in maanden weergegeven, op de verticale as de transportbewegingen per dag.

Afbeelding 6.4 Transportbewegingen per werkkerrein per maand (oranje = Oude Kwekerij, blauw = Koningsweg)



Onderstaande afbeelding toont het totaal aantal transportbewegingen grafisch. Op de horizontale as is de bouwtijd in maanden weergegeven, op de verticale as de transportbewegingen per dag.

Afbeelding 6.5 Overzicht Totale transportbewegingen t.b.v. de verdiepte ligging per maand



6.2.4 Omgevingsproces

Voor het tot stand komen van de contracteisen ten aanzien van beschikbaarheid van de kruisende verbindingen is een intensief omgevingsproces met betrokken gemeenten (wegbeheerders) doorlopen. De afspraken in dit kader worden vastgelegd in de realisatieovereenkomsten.

Beoordeling

Voor de vertaling van het effect op verkeer naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.5

Tabel 6.5 Beoordeling verkeer

Criterium aspect Verkeer	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Doorstroming HWN	nvt	nvt	0 dagen verkeershinder	0- 5 dagen	> 5 dagen
Doorstroming OWN	nvt	nvt	0 -7 dagen verkeershinder	1-20 weken, alternatieven beschikbaar	> 20 weken, alternatieven beschikbaar

De bouwmethode met diepe schermwand heeft effecten op het verkeer. Het oordeel op het criterium verkeer scoort zowel voor het HWN als voor het OWN negatief.

6.3 Geluid (omwonenden)

6.3.1 Aanleg schermwand

De aanleg van de schermwand kan geluidseffecten hebben op de woningen in de (nabije) omgeving, bijvoorbeeld in de wijk Lunetten, langs de Koningsweg en langs de Mereveldseweg. Middels een akoestisch onderzoek van RHDHV (april 2019) zijn de effecten van de aanleg van de schermwand beschreven op de geluidbelasting in de omgeving, zowel van de aanlegactiviteiten afzonderlijk als de cumulatieve geluidbelasting met het wegverkeer.

Uitgangspunten

In deze paragraaf zijn de uitgangspunten voor de bronnen in de representatieve bedrijfssituatie beschreven:

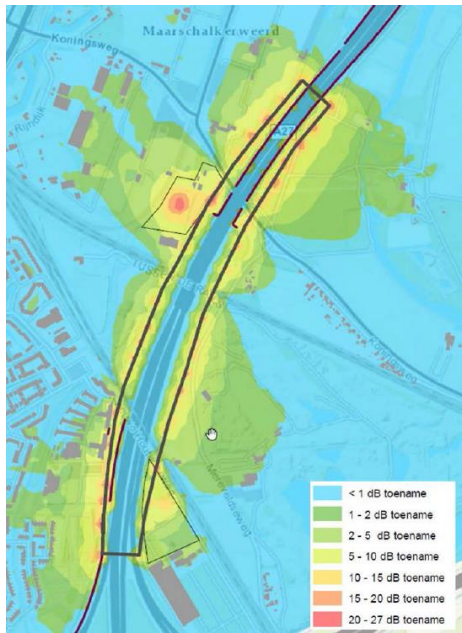
- Freesmachines. Het frezen van de sleuven voor de diepwanden wordt uitgevoerd met freesmachines. Het geluidvermogen van de machines bedraagt 103 dB(A). Bij de aanleg van de diepwanden zijn gedurende langere tijd maximaal vier freesmachines in het gebied actief, die continue in bedrijf zijn (24 uur per dag, 7 dagen per week). Aan beide zijden van de A27 bevinden zich elk 2 freesmachines, die elke dag één sleuf van 3 meter breed maken en zich dan verplaatsen naar de volgende te maken sleuf.
- Werkterreinen. Op de werkterreinen zijn scheidingsinstallaties geplaatst om het materiaal dat vrijkomt tijdens het frezen te scheiden van het gebruikte bentoniet. De installaties hebben een geluidvermogen van 95 dB(A) en zijn het gehele etmaal in bedrijf. Op de werkterreinen zijn waterzuiveringsinstallaties aanwezig om het grondwater dat tijdens het frezen vrijkomt te zuiveren. De waterzuiveringsinstallaties hebben een geluidvermogen van 76 dB(A) en zijn het gehele etmaal in bedrijf.
- Buisleidingen. De grond die vrijkomt bij het frezen wordt afgevoerd naar de scheidingsinstallatie met buisleidingen. Het geluidvermogen van dit leidingtracé bedraagt 72 dB(A) per 10 meter en is het gehele etmaal werkzaam.
- Bouwverkeer. Dagelijks wordt materiaal aan- en afgevoerd met vrachtwagens (zie ook paragraaf 6.2.3).

Resultaat

Op basis van de geformuleerde uitgangspunten zijn de berekeningen van de geluidsemisies t.g.v. de werkzaamheden voor de aanleg van een diepwand uitgevoerd (zie o.a. afbeelding 6.10):

- Resultaat toetsing aan richtwaarden Circulaire Bouwlawaaï
De geluidniveaus als gevolg van de bouwwerkzaamheden blijven op de meeste locaties beneden de richtwaarde van 60 dB(A) in de dagperiode uit de Circulaire Bouwlawaaï, met uitzondering van het geluidniveau bij Koningsweg 141. Als de freesmachine zich dicht bij deze locatie bevindt, is het geluid van deze machine bepalend en vindt er een overschrijding van 6 dB(A) plaats.
- Resultaat toetsing aan grenswaarden handhaafinstructie.
Op een drietal locaties worden de grenswaarden uit de Handhaafinstructie overschreden: in de omgeving van de Koningsweg, bij de Mereveldseweg en in de omgeving van het Nieuwe Houtensepad. De duur van de overschrijdingen is sterk afhankelijk van de fasering van de werkzaamheden. De maximale overschrijding bedraagt 16 dB(A) bij de Koningsweg 141, in de nachtperiode.
- Resultaat toetsing werkterreinen
De grenswaarde worden, als gevolg van de geluidemissie van de werkterreinen, alleen bij de woningen rond het werkterrein aan de Koningsweg overschreden. Hier vindt een overschrijding van 8 en 5 dB(A) in respectievelijk de dag- en nachtperiode plaats. In de dagperiode draagt het inblazen van bentoniet in de silo's in hoge mate bij, in de nachtperiode is de scheidingsinstallatie bepalend.
- Invloed Amelisweerd
In een deel van Amelisweerd is toename minder dan 1 dB, in de direct nabijheid van de werkzaamheden is de toename meer dan 5 dB. Die situatie op in de eerste 35 weken van de werkzaamheden, als twee frezen actief zijn aan weerszijden van de bestaande open bak.

Afbeelding 6.6 Vergelijking cumulatieve geluidssituatie met bouwlawaai t.o.v. situatie zonder bouwlawaai (RHDHV, april 2019)



Geluidsbeperkende mitigerende maatregelen

Met het treffen van tijdelijke afscherpende voorzieningen dienen alle overschrijdingen van de grenswaarden in alle periodes te worden voorkomen. Een rij met gestapelde zeecontainers is, zowel voor de freesmachines als voor werkterrein, een goede mogelijkheid om een dergelijke afscherming vorm te geven. Als alternatief kan voor de freesmachines een mobiel scherm, met een breedte van 12 meter en een hoogte tot 9 meter, worden gebruikt dat met de machines mee wordt verplaatst.

6.3.2 Realisatie wegverbreding

Het grondwater in de polderconstructie wordt onttrokken uit grondwaterputten met elektrisch onderwaterpompen. Deze maken geen noemenswaardig geluid. Voor de stroomvoorziening wordt naar verwachting geluidsarme en milieuvriendelijke aggregaten ingezet. Derhalve worden geen negatieve geluidseffecten op de omgeving verwacht als gevolg van de retourbemaling met schermwand.

Beoordeling

Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.6.

Tabel 6.6 Beoordeling geluid

Criterium aspect Geluid	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
geluidbelasting	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet aan regelgeving	Voldoet niet aan regelgeving - mitigerende maatregel nodig	Voldoet niet aan regelgeving - mitigerende maatregelen niet mogelijk

In de bouwfase zijn er geluidseffecten (overschrijding grenswaarden) op de woningen in de omgeving. Het oordeel op het criterium overschrijding grenswaarden is daarom negatief. Er is een mitigerende maatregel nodig om het negatieve effect van de bouwmethode op de woningen in de omgeving te mitigeren. De maatregel omvat een afschermdende voorziening.

De bouwmethode met diepe schermwand heeft in de bouwfase met de mitigerende maatregel (geluidscherm tot 12 meter hoogte) geen geluidseffecten (overschrijding grenswaarden) op de woningen in de omgeving. Het oordeel op het criterium overschrijding grenswaarden is daarom neutraal.

6.4 Luchtkwaliteit

Het extra bouwverkeer als gevolg van de aanleg van de schermwand en de 4 freesmachines kunnen leiden tot extra emissies van NO_x en fijn stof. Wanneer 4 freesmachines tegelijkertijd aan het werk zijn wordt indicatief ingeschat dat ca. 180 transporten per dag kunnen plaatsvinden (onder één transportbeweging wordt een heen en terugreis van een voertuig verstaan). De A27 / A12 is een van de meest intensief bereden stukken snelweg van Nederland met ca. 200.000 passerende auto's per dag. De toename van het aantal transporten bedraagt hiermee ca. 0,1 %. Kwalitatief wordt ingeschat dat daarmee de emissies ook zijn (zeer) klein zijn t.o.v. dagelijks verkeer (en de daarbij horende emissies) op de A27/A12.

Beoordeling

In de bouwfase zijn voor dit milieuaspect luchtkwaliteit, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, de effecten (zeer) klein. Het oordeel op het criterium luchtkwaliteit is daarom neutraal.

6.5 Water

Onder het criterium grondwaterkwantiteit gaat het om:

- grondwatereffecten (a.g.v. retourbemaling), zie paragraaf 6.5.1;
- zettingen bij gebouwen, zie paragraaf 6.5.2;
- ontwatering bij gebouwen, paragraaf 6.5.3;
- effect op landbouw paragraaf 6.5.4.

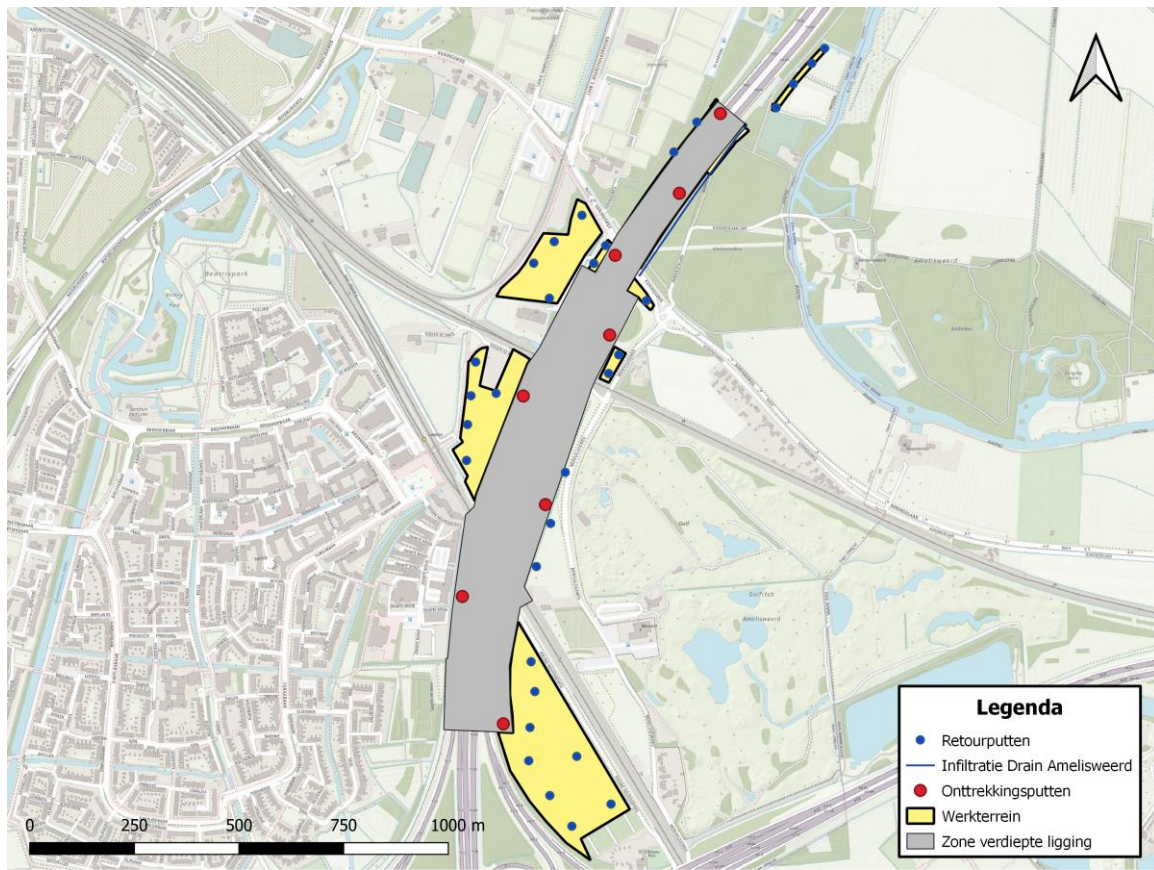
Het criterium grondwaterbeschermingsgebieden gaat over de beïnvloeding van de kwaliteit van het grondwater in het grondwaterbeschermingsgebied (paragraaf 6.5.5). Onder het criterium waterhuishouding gaat het om de doorsnijding het oppervlaktewater. Blijven de watergangen op een goede wijze met elkaar verbonden? Dat is opgenomen in paragraaf 6.5.6.

6.5.1 Grondwatereffect

Maatgevend voor de grondwatereffecten is de situatie tijdens de (retour)bemaling die benodigd is voor de realisatie van de wegverbreding. Voor de situatie dat de polder binnen de diepe schermwand over de gehele lengte wordt bemalen tot het veilige niveau van NAP-6 m (verlaging van 6,5 meter) gedurende 18 maanden is een berekening met het grondwatermodel uitgevoerd. Hierbij is uitgegaan van een worst case situatie m.b.t. de debietberekening en voor berekening van het grondwatereffect op de omgeving.

Het onttrekkingsdebiet voor de benodigde bemaling is berekend met het grondwatermodel, waarbij rekening is gehouden met een 100 % retourbemaling. Voor de effectberekening is het retourdebiet gelijkmatig verdeeld over de retourbemalingsputten en een infiltratiedrain. De locaties van de putten en infiltratiedrain in het grondwatermodel worden gegeven in afbeelding 6.7. Er wordt geretourneerd in het 1e watervoerend pakket, gelijkmatig over het dieptetraject tussen NAP-10 en -25 m.

Afbeelding 6.7 Locaties putten



Berekend bemalingsdebiet

In tabel 6.7 zijn de berekende bemalingsdebieten met retourbemaling weergegeven. In geval van de worst case situatie (m.b.t. weerstand van de geulen in de Waalrelei formatie en weerstand van de schermwand) bedraagt het bemalingsdebiet maximaal 680 m³/uur dat (rekenkundig) onttrokken wordt met 8 putten.

Opgemerkt wordt dat hiervoor een vergunning bij HDSR moet worden aangevraagd en bij het maximale debiet van 680 m³/uur tevens een MER moet worden gevoegd bij de aanvraag.

Tabel 6.7 Berekend bemalingsdebiet (incl. 100% retourbemaling) (weerstand geulen WAK1 Tabel 4.1, , weerstand schermwand overall 250 dagen)

Weerstand in de geulen	Totaal Debiet (m ³ /uur)	Lek door schermwand (m ³ /uur)	Kwel door Waalre klei (m ³ /uur)
Verwacht	360	292	68
Mimimaal (=worst-case)	680	258	422

Berekend verandering grondwaterstand en stijghoogte

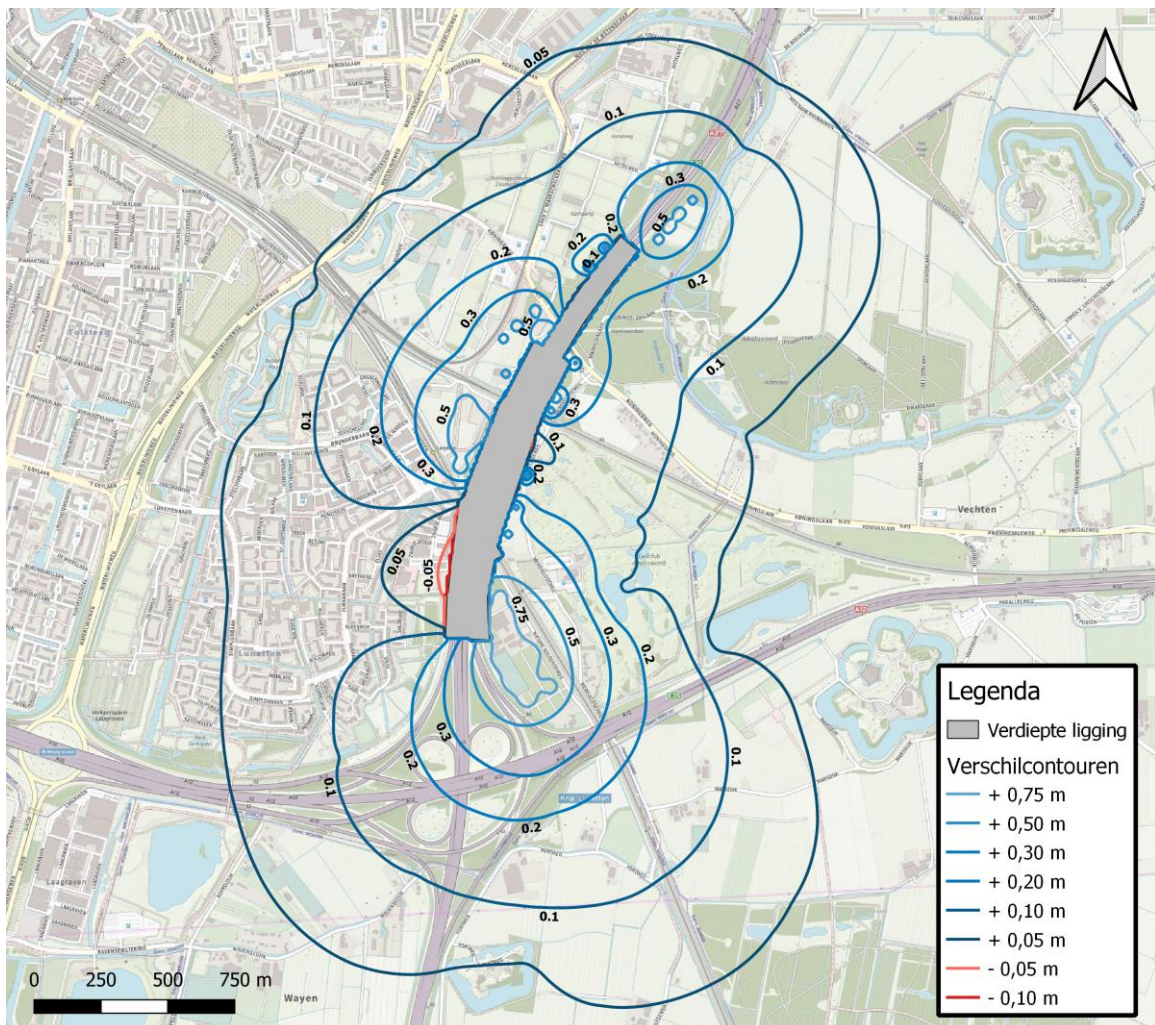
De door het grondwatermodel berekende veranderingen van de freatische grondwaterstand en de stijghoogten als gevolg van de retourbemaling zijn weergegeven in afbeelding 6.8, afbeelding 6.9 en afbeelding 6.10.

Uit de verandering van de stijghoogte volgt dat er voornamelijk sprake is van een stijging in het eerste watervoerend pakket. Er is sprake van een verhoging, omdat het onttrokken grondwater uit zowel het eerste

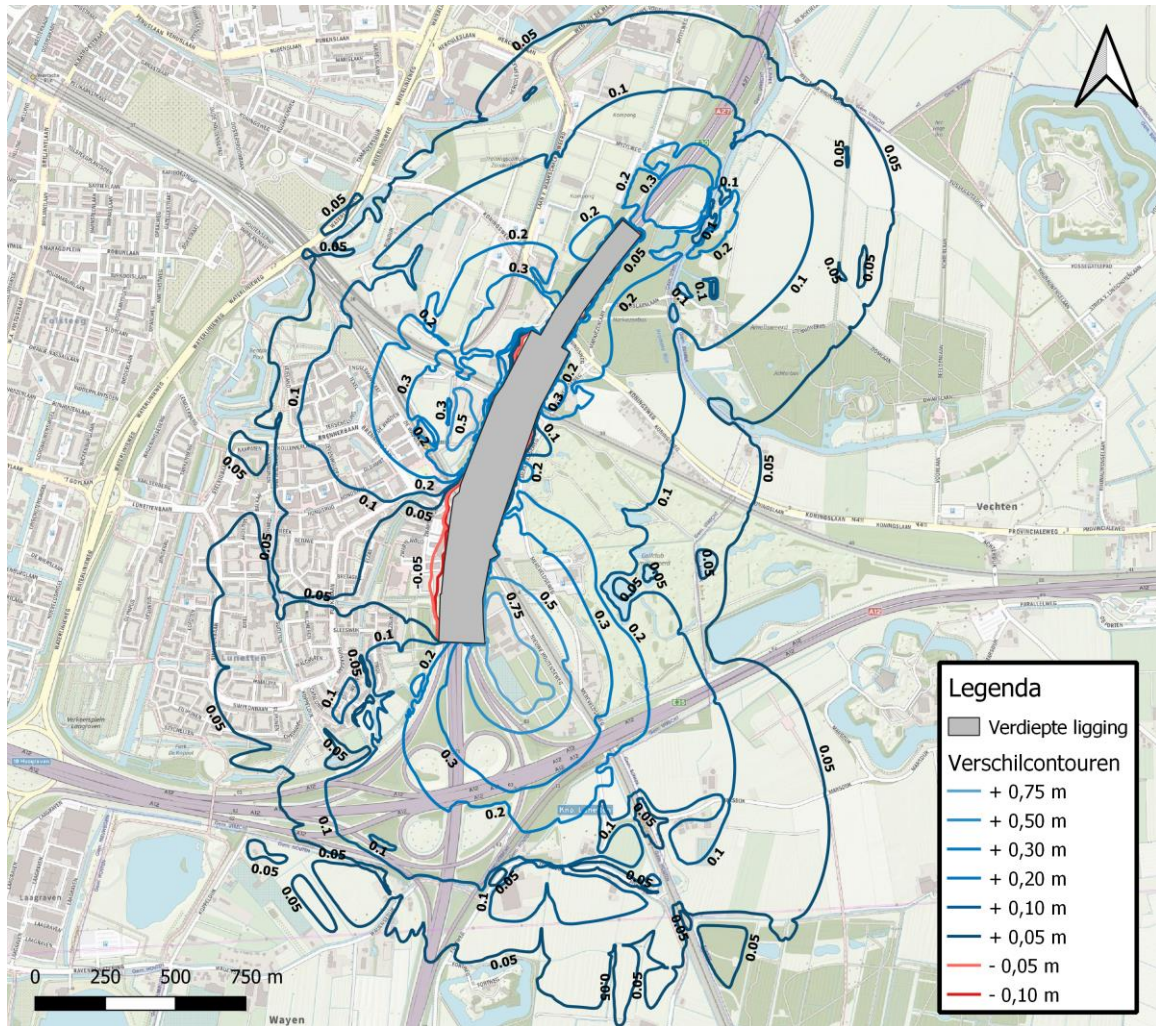
(lek door schermwand) als tweede watervoerend pakket (kwel door de Waalreklei formatie afkomstig is, terwijl al het grondwater in het eerste watervoerend pakket wordt geretourneerd. Het invloedsgebied (5 cm veranderingscontour) varieert van 750 meter tot ruim ca. 1 km.

In het tweede watervoerend pakket is sprake van een daling van de grondwaterstand. Deze wordt verklaard door het water wat ten gevolge van de onttrekking in de verdiepte ligging door de Waalreklei formatie opwaarts stroomt. Het invloedsgebied in het tweede watervoerend pakket (5 cm veranderingscontour) varieert van ca. 2,5 meter tot ca. 4,5 km.

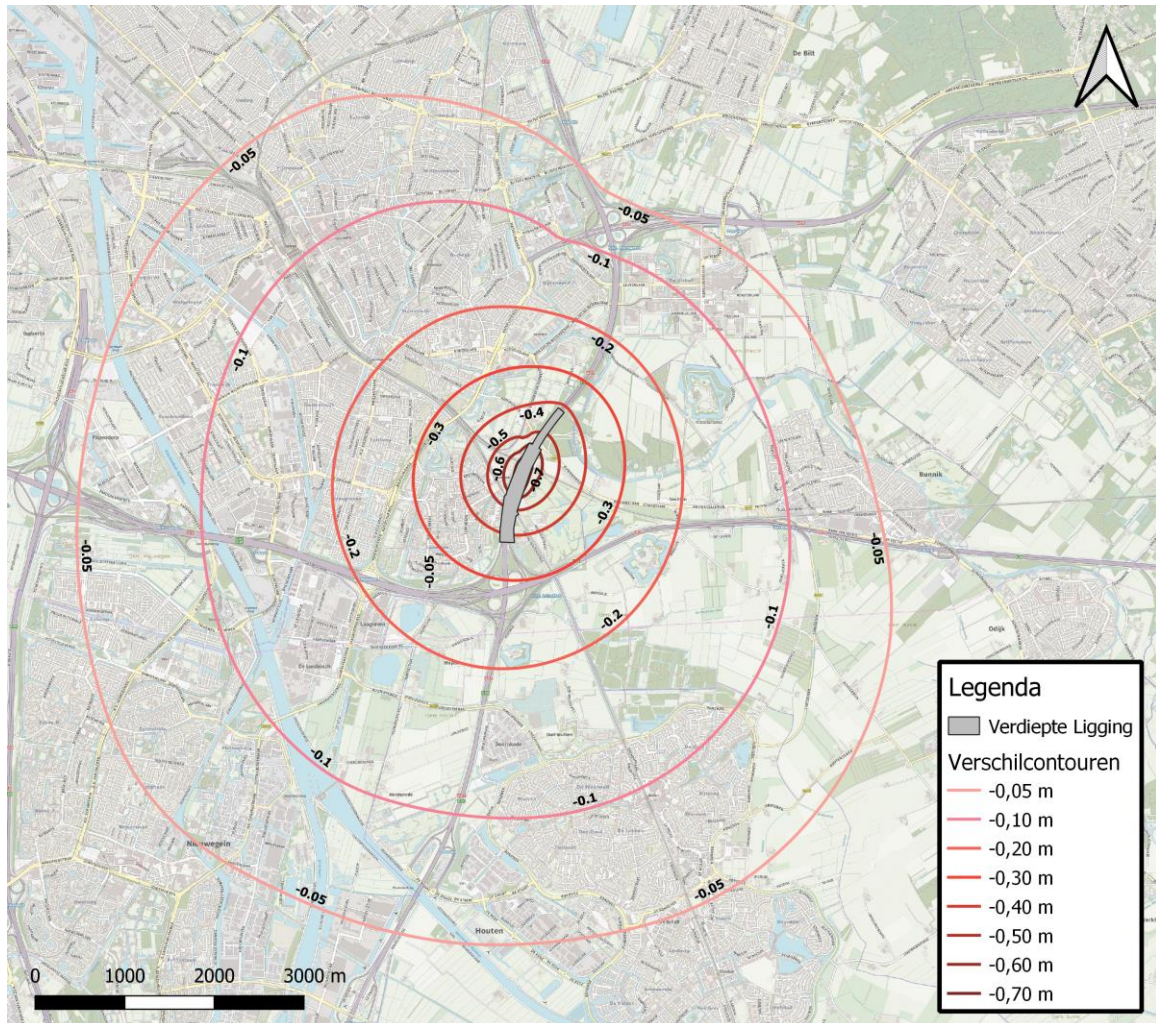
Afbeelding 6.8 Verandering stijghoogte eerste watervoerend pakket (worst case weerstand geulen in Waalre-Klei tabel 4.1) (schermwand 250 dagen weerstand), blauw = stijging, rood = daling



Afbeelding 6.9 Verandering freatische grondwaterstand (worst case weerstand geulen in Waalre-Klei tabel 4.1) (schermwand 250 dagen weerstand)



Afbeelding 6.10 Verandering stijghoogte tweede watervoerend pakket (worst case weerstand geulen in Waalre-Klei formatie tabel 4.1) (schermwand 250 dagen weerstand)



De tijdelijke grondwatereffecten in de bouwfase als gevolg van de retourbemaling met diepe schermwand zijn op zich niet afzonderlijk beoordeeld. Wel zijn (afgeleide) effecten van de grondwatereffecten beoordeeld op risico op zettingen bij gebouwen, afname van ontwatering bij gebouwen, en afname van de landbouwkundige opbrengst van agrarische percelen. Deze beoordelingen zijn in de volgende paragrafen uitgevoerd.

6.5.2 Risico op zettingen bij gebouwen

Voor gebouwen zijn een aantal risico's die kunnen optreden:

- 1 er kan een risico zijn op verzakkingen ondergrond door de aanleg van de schermwand;
- 2 er kan een risico zijn op schade aan het gebouw door ontgraving en bemaling in de polder;
- 3 er kan een risico zijn op zettingsschade door verlaging van de grondwaterstand en aanwezigheid van zettingsgevoelige bodemlagen zoals klei of veen;

Deze risico's op effecten zijn beschreven in onderstaande.

Ad. 1. Risico op schade aan gebouwen door aanleg schermwand

Mogelijk effect

De schermwand bestaat uit verticaal gegraven panelen die onderling op elkaar aansluiten. Deze panelen worden gegraven met een freesmachine die de grond afvoert onder gelijktijdige toevoer van een steunvloeistof (een suspensie van bentoniet en water). Nadat het paneel de einddiepte heeft bereikt, wordt het opgevuld met een cementbentoniet mengsel of beton onder gelijktijdige verdringing van de steunvloeistof, welke weer wordt afgevoerd. Als gevolg van deze installatie methode kunnen zettingen van de ondergrond ontstaan. Naarmate deze zetting groter en de zettingshelling steiler wordt neemt de kans op schade aan gebouwen, infrastructuur en/of kabels en leidingen toe. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat er geen schade aan gebouwen en (overige) objecten zoals wegen mag optreden als gevolg van de realisatie van het project.

Het mogelijke effect zettingen in de ondergrond (bv door ontgravingen) is het optreden van scheefstand, trekspanningen of het horizontaal of verticaal verplaatsen van een object. Om dit effect te beheersen worden door Rijkswaterstaat strenge eisen gesteld. Deze eisen worden gesteld om effecten die tot schade kunnen leiden uit te sluiten. Deze eisen worden gesteld aan de gecombineerde scheefstand en buiging van een pand.

Effect op gebouwen in de straat Zwarte Woud

Rond het Zwarte Woud staan enkele panden dicht op de te realiseren schermwand. De panden zijn maatgevend voor alle panden in het gebied rond de schermwand. Daarom zijn ter plaatse analyses uitgevoerd naar de impact van de realisatie van de schermwand.

Uit zettingsberekeningen volgt dat de omgeving rond de schermwand kleine zetting ondergaat. Doordat de zettingen op grote diepte ontstaan is de uiteindelijke invloed op de panden (gefundeerd op staal; Afbeelding 6.11) gering. Uit oogpunt van scheefstand en trekspanningen zullen de panden 'verwaarloosbare' schade op lopen als gevolg van de werkzaamheden, conform de internationaal erkende en gebruikte criteria van 'Burland' (schade categorie 0). Grenswaarden voor de horizontale verplaatsing in de ondergrond ter plaatse van paalfunderingen zijn in de literatuur niet voorhanden. Wel is in de NEN-EN 1997-1 aangegeven dat voor afzonderlijke funderingen in normale gevallen een totale zakking van maximaal 50 mm acceptabel is. Een grotere zakking kan evenwel acceptabel zijn mits de relatieve rotatie beperkt blijft en geen problemen met huisaansluitingen van nutsleidingen ontstaan. Ook hieraan wordt voldaan.

Voor de (nadere) uitwerking zetting als gevolg van de ontgraving van de schermwand naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.8.

Tabel 6.8 Beoordeling zettingen bij gebouwen in Zwarte Woud als gevolg ontgraving schermwand

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Zettingen bij gebouwen d.m.v. ontgraving schermwand	N.v.t.	N.v.t.	Zettingklasse 0 cf burland	Zettingklasse 1 cf burland	Zettingklasse >1 cf burland

De bouwfase heeft geen effecten op zettingen bij gebouwen in het Zwarte Woud als gevolg van de ontgraving van de schermwand. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (zettingen) is daarom neutraal.

Ad. 2. Risico op schade aan gebouwen door ontgraving en bemaling in de tijdelijke polder

Mogelijk effect

Als gevolg van de tijdelijke grondwaterstandsverlagingen door de bemaling of door ontgravingen kunnen zettingen van de ondergrond ontstaan. Naarmate deze zetting groter en de zettingshelling steiler wordt neemt de kans op schade aan gebouwen, infrastructuur en/of kabels en leidingen toe. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat er geen schade aan gebouwen en (overige) objecten mag optreden als gevolg van de realisatie van het project. Dit houdt in dat er geen ontoelaatbare effecten bij gebouwen, woningen en infrastructuur (wegen, riolering) mogen optreden, bijvoorbeeld a.g.v. grondwaterstands-verandering (inklinking) of ontgravingen (zettingen, scheefstand).

Mogelijke effecten zijn:

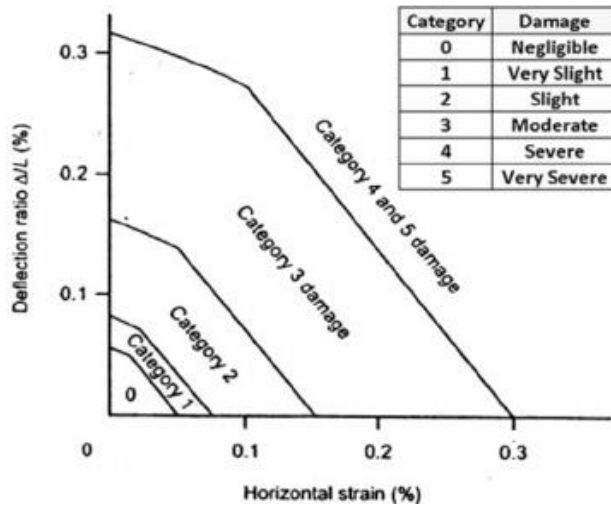
- Zettingen in de ondergrond (bv door ontgravingen) met als gevolg scheefstand, trekspanningen of het horizontaal of verticaal verplaatsen van een object.
- Zettingen door consolidatie (door grondwaterstandverlaging) met als gevolg scheefstand, buiging of het horizontaal of verticaal verplaatsen van een object.
- Constructieve aantasting van panden door droogvallen van houten palen (door grondwaterstandverlaging).

Om dergelijke effecten te beheersen worden door Rijkswaterstaat strenge eisen gesteld (contractuele eisen aan de aannemer). Deze eisen worden gesteld om effecten die tot schade kunnen leiden uit te sluiten. Deze eisen worden gesteld aan de gecombineerde scheefstand en buiging van een pand, de grondwaterstanden en het droogvallen van houten paalfundaties.

Effecten op zettingen Zwarte Woud

Rond het Zwarte Woud staan enkele panden dicht op de te realiseren schermwand. De panden zijn maatgevend voor alle panden in het gebied rond de schermwand. Daarom zijn hier analyses uitgevoerd naar de impact van de grondwaterstandverlaging binnen de schermwanden en de ontgraving binnen de foliepolder.

Uit de analyse volgt dat de omgeving rond de schermwand zetting ondergaat. Doordat de zettingen op grote diepte ontstaan is de uiteindelijke invloed op de panden gering. Uit oogpunt van scheefstand en trekspanningen zullen de panden 'verwaarloosbare' schade op lopen als gevolg van de werkzaamheden, conform de internationaal erkende en gebruikte criteria van 'Burland' (schade categorie 0). Grenswaarden voor de horizontale verplaatsing in de ondergrond ter plaatse van paalfunderingen zijn in de literatuur niet voorhanden. Wel is in de NEN-EN 1997-1 aangegeven dat voor afzonderlijke funderingen in normale gevallen een totale zakking van maximaal 50 mm acceptabel is. Een grotere zakking kan evenwel acceptabel zijn mits de relatieve rotatie beperkt blijft en geen problemen met huisaansluitingen van nutsleidingen ontstaan. Ook hieraan wordt voldaan.



Voor de (nadere) uitwerking zetting als gevolg van de ontgraving een bemaling naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.9.

Tabel 6.9 Beoordeling zettingen bij gebouwen Zwarte Woud als gevolg ontgraving en bemaling

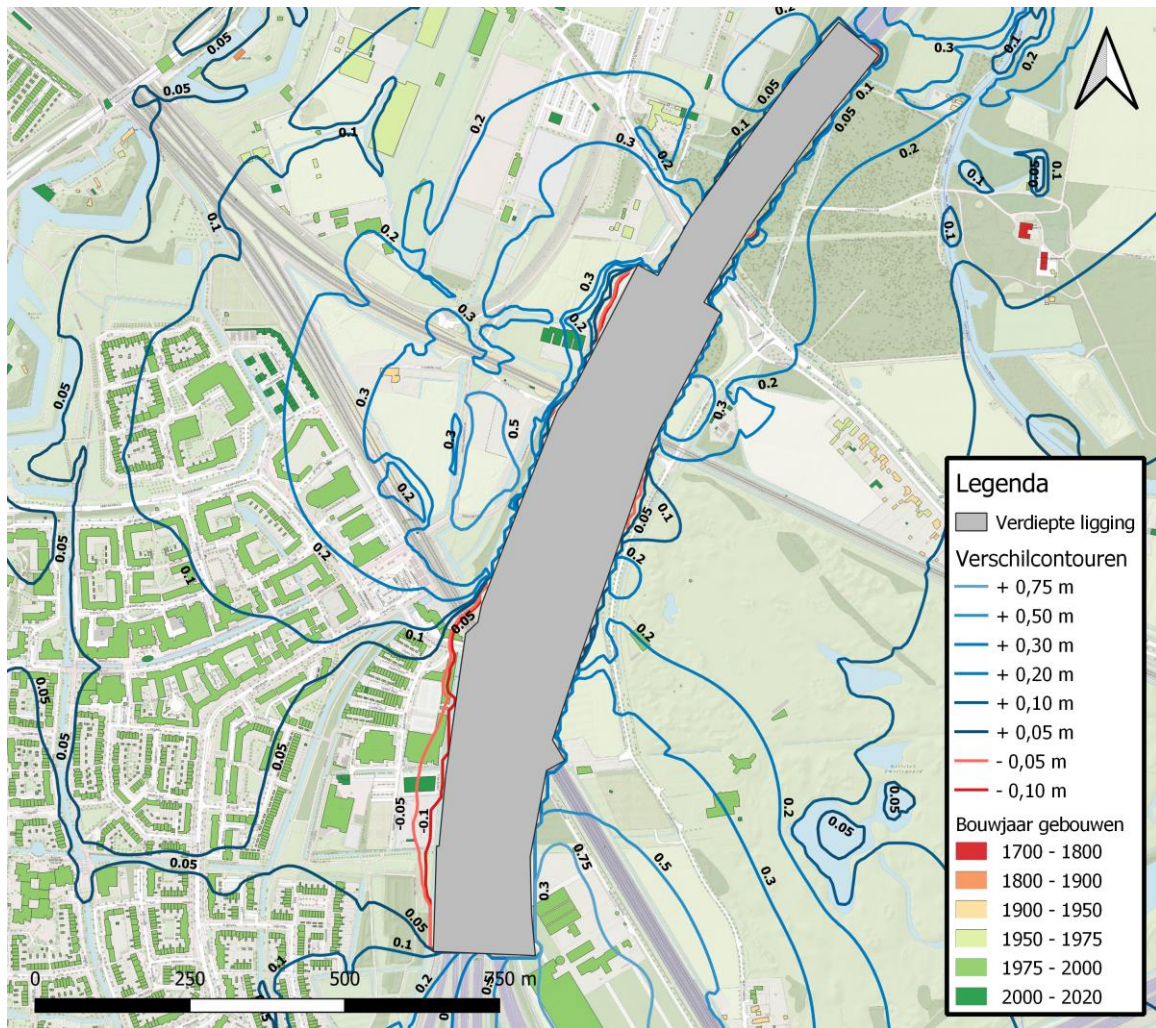
Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Zettingen bij gebouwen d.m.v. ontgraving en bemaling	N.v.t	N.v.t.	Zettingklasse 0 cf burland	Zettingklasse 1 cf burland	Zettingklasse >1 cf burland

De bouwfase met diepe schermwand (ontgravingen achter de wand en bemaling) heeft geen zettingen bij panden in het Zwarte Woud. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (zettingen) is daarom neutraal.

Ad. 3. Risico op zettingen

Zettingen aan slappe lagen in de bodem (klei en veen) kunnen optreden bij grondwaterstandsverlagingen (en niet bij grondwaterstandsverhogingen). De grondwaterstandsverlaging bij bebouwing en infrastructuur is kleiner dan 5 cm (alleen dicht langs de schermwand) , derhalve er is geen risico op (ongelijkmatige) zettingen en dus schade aan gebouwen en infrastructuur.

Afbeelding 6.11 Verandering freatische grondwaterstand met de gebouwen uit de BAG (worst case weerstand en Waalre-klei)



Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect op zettingen naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.10

Tabel 6.10 Beoordeling zettingen bij gebouwen als gevolg grondwaterstandsverlaging

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Zettingen bij gebouwen als gevolg van grondwaterstands verlaging	N.v.t.	N.v.t.	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = 0	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = 1 - 20	aantal zettingsgevoelige panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van verandering grondwaterstand > 0,5 m = > 20

De bouwfase met diepe schermwand heeft als gevolg van de retourbemaling geen effecten zettingen bij bebouwing in de omgeving. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (zettingen) is daarom neutraal.

6.5.3 Ontwateringsdiepte

Door stijging van de grondwaterstand neemt de ontwateringsdiepte bij gebouwen en infrastructuur af. De ontwateringsdiepte wordt bepaald met behulp van de GHG, de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Hierbij is de volgende classificatie voor de verandering in categorie van ontwateringsdiepte gehanteerd:

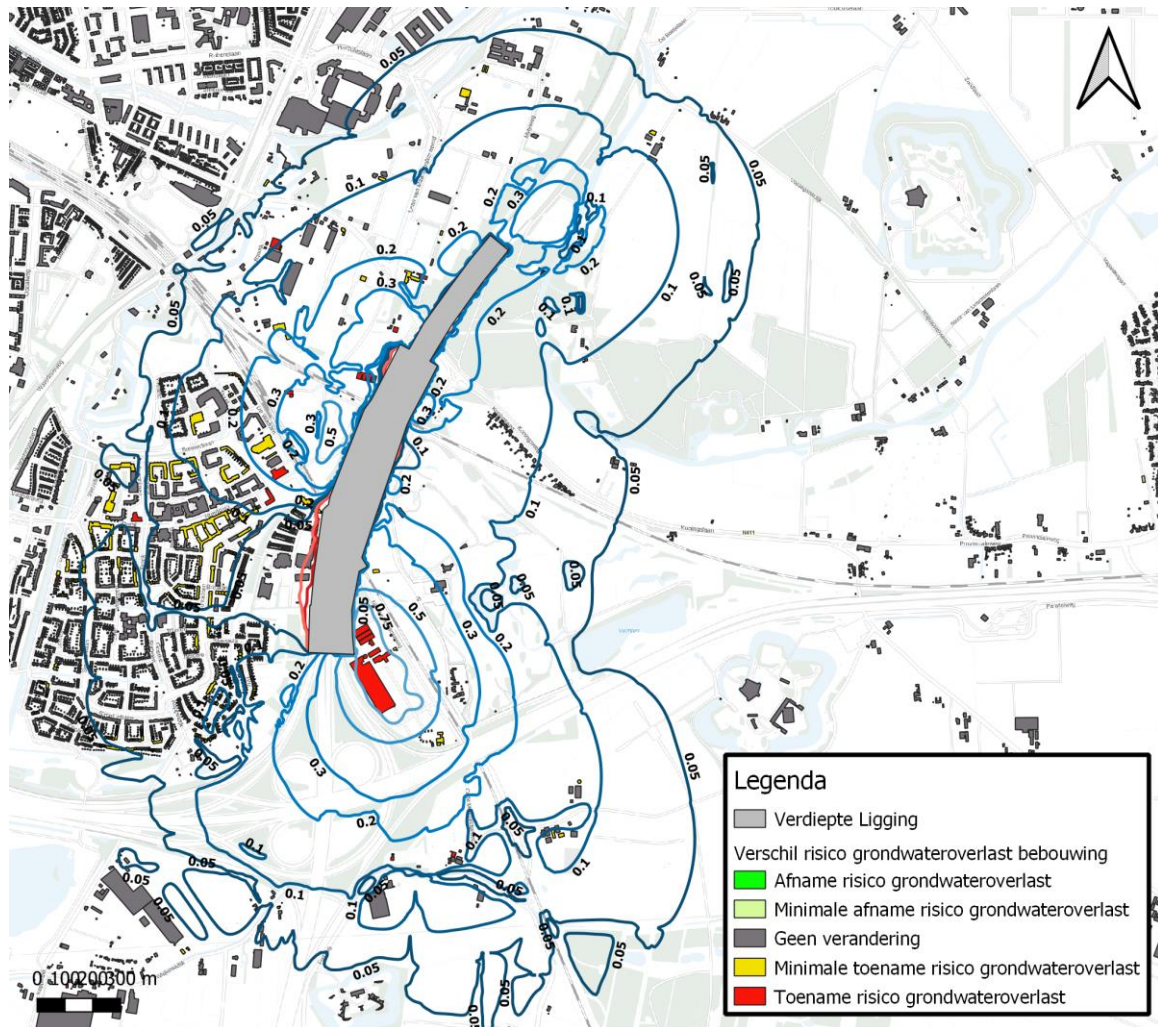
- Er is geen wijziging van het risico op grondwateroverlast ten opzichte van de referentiesituatie (grijze kleur).
- Er is een afname van het risico op grondwateroverlast, waarbij initieel een ontwateringsdiepte kleiner als 70 centimeter aanwezig was (licht groen of groen).
- Er is een toename van het risico op grondwateroverlast, waarbij initieel een ontwateringsdiepte groter als 70 centimeter aanwezig was (oranje).
- In het geval van een rode kleur is de grondwaterstand in het scenario verplaatst naar een GHG ondieper dan 50 cm-mv : onvoldoende (rood).

Opgemerkt wordt dat deze methode en classificatie een indicatieve benadering is gebaseerd op een modelmatig berekende GHG en de AHN. De daadwerkelijke ontwateringsdiepte en eventueel risico op (toename van grondwateroverlast kan alleen worden vastgesteld met meting van de grondwaterstand (peilbuiswaarnemingen), meting diepte van de kruipruimte/kelder en inmeting van het maaiveld (beide door waterpassing t.o.v. in m NAP) ter plaatse.

In afbeelding 6.12 is een overzicht gegeven van het effect van de freatische grondwaterstandsveranderingen op het risico van grondwateroverlast bij bebouwing. Deze kaart is gebaseerd op een vergelijking tussen de referentiesituatie en de situatie gedurende de bouwfase. De grondwaterstandsverhogingen hebben een effect op de afname van de ontwateringsdiepte en daarmee op het risico op grondwateroverlast. Voornamelijk aan de westzijde van de verdiepte ligging in Lunetten zijn een aantal gebouwen aanwezig met een minimale toename op het risico van grondwateroverlast. Een aantal van circa 5 gebouwen ondervindt een berekende toename van het risico op grondwateroverlast en hebben een rode kleur. De ontwateringsdiepte onder deze gebouwen is berekend op een niveau kleiner als 0,5 meter minus maaiveld.

De bebouwing met het risico op een berekend niveau kleiner als 0,5 meter minus maaiveld zijn met een mitigerende maatregel binnen een veilige marge te krijgen. Met behulp van een optimalisatieslag van de retourbemaling (Hand aan de kraan-principe) kan een risico op grondwateroverlast worden uitgesloten. Zie hoofdstuk 7.

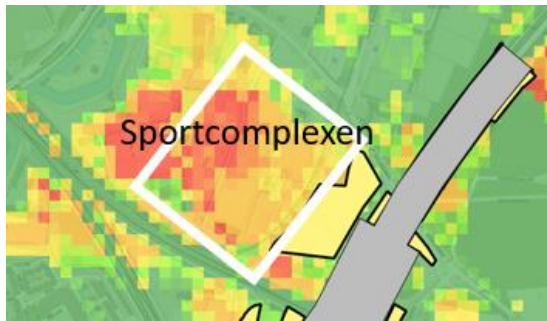
Afbeelding 6.12 Verandering freatische grondwaterstand in aanlegfase wegverbreding incl. effect grondwateroverlast bij bebouwing



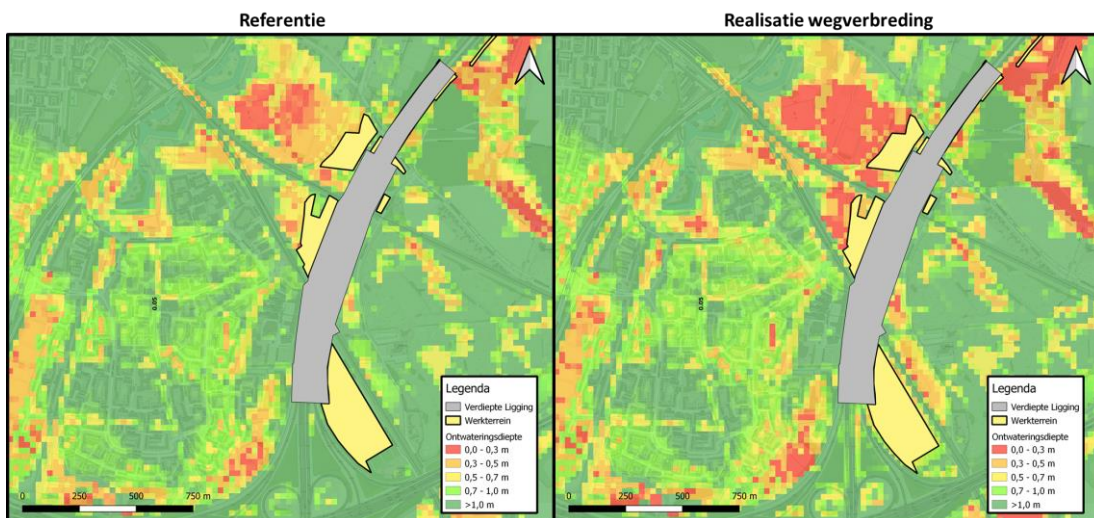
Naast grondwateroverlast op het gebied van bebouwing is grondwateroverlast op het gebied van infrastructuur en de sportcomplexen aan de noordwestzijde beschouwd (afbeelding 6.11). De berekende ontwateringsdieptes zijn gegeven in Afbeelding 6.14. Uit de berekende minimale ontwateringsdieptes volgt, dat geen risico voor grondwateroverlast optreedt rondom infrastructuur van zowel de spoor- als andere wegen. De sportcomplexen ondervinden een effect van grondwaterstandsverhoging. Deze grondwaterstandsverhoging resulteert in een minimale ontwateringsdiepte van 0,0 tot en met 0,3 meter, indien het sportcomplex geen drainagesysteem bevat. Dit is wel een gebruikelijke toepassing bij dergelijke sportvoorzieningen. Met een drainagesysteem is er geen risico tot grondwateroverlast bij deze sportvelden

De afname van de ontwateringsdiepte kan worden gemitigeerd met behulp van de maatregel 'Hand aan de kraan' (zie hoofdstuk 2 en ook hoofdstuk 7).

Afbeelding 6.13 Locatie sportcomplexen nabij verdiepte ligging



Afbeelding 6.14 overzicht minimale ontwateringsdieptes referentiesituatie versus bouwfase



beoordeling

Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect op de ontwateringsdiepte bij gebouwen naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.11.

Tabel 6.11 Beoordeling ontwatering gebouwen

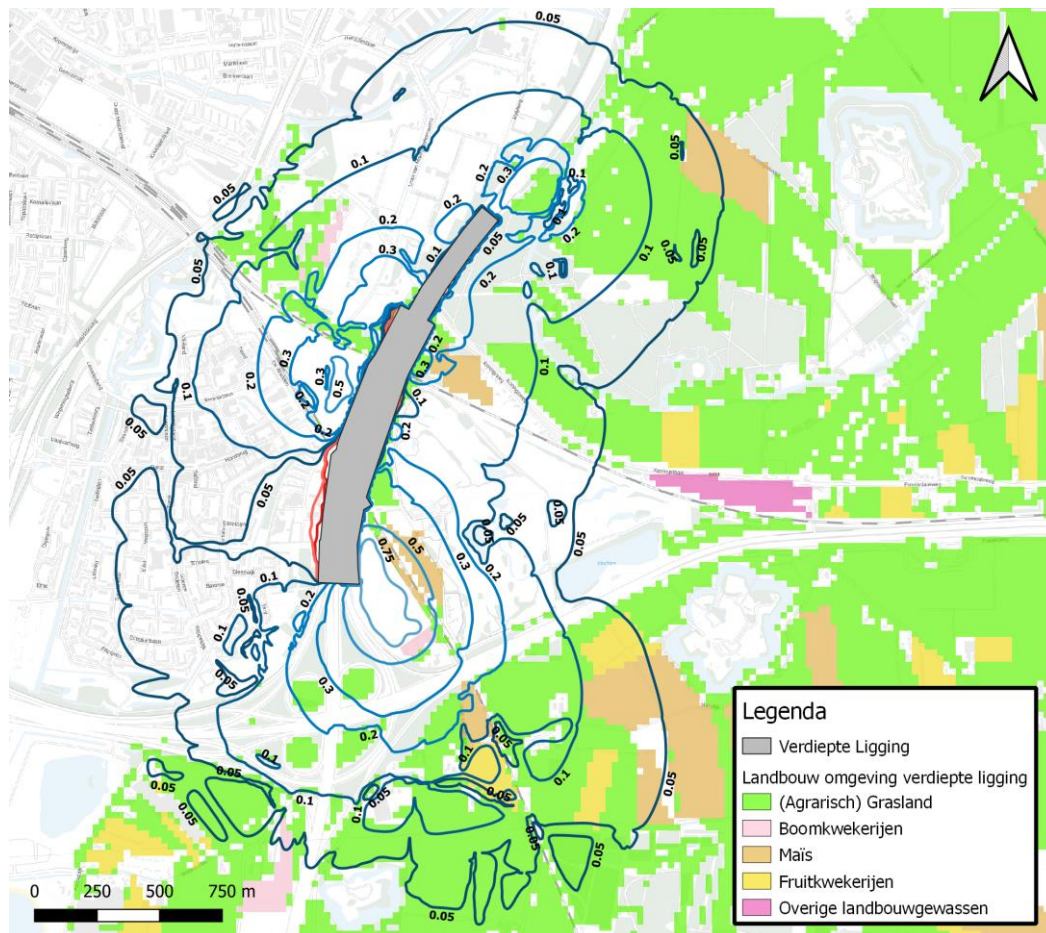
Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Ontwatering bij gebouwen	N.v.t	N.v.t	< 5 panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van toename grondwaterstand > 0,3 m	6-10 panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van toename grondwaterstand > 0,3 m	> 10 panden en gebouwen binnen gebied waar sprake is van toename grondwaterstand > 0,3 m

De bouwfase met diepe schermwand heeft een effecten op de ontwatering bij 5 panden. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (ontwatering) is daarom neutraal

6.5.4 Landbouw

Afbeelding 6.15 geeft de verlagings- en verhogingscontouren ten opzichte van de landsgebruikskaart weer. Ten opzichte van de landbouw gebieden wordt bij circa 8 ha een verhogingen groter als 20 centimeter berekend. De landbouw ondervindt slechts een minimale invloed van de verlagings- en verhogingscontouren.

Afbeelding 6.15 Verlagings- en verhogingscontouren ten opzichte van de aanwezig landbouw in de bouwfase



beoordeling

Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect op de landbouwkundige opbrengst naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.12.

Tabel 6.12 Beoordeling landbouw

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
landbouw	N.v.t	N.v.t	< 10 ha beïnvloed gebied & verandering grondwater-	10 - 50 ha beïnvloed gebied & verandering grondwater-	> 50 ha beïnvloed gebied & verandering grondwater-

Bouwfase (aanleg schermwand en realisatie wegverbreding)

Criterium grondwater- kwantiteit	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
			stand >20 centimeter	stand >20 centimeter	stand >20 centimeter

De bouwfase met diepe schermwand wordt minder dan 10 ha van agrarische percelen beïnvloedt. Het oordeel op het criterium grondwaterkwantiteit (landbouw) is daarom neutraal

6.5.5 Grondwaterbeschermingsgebieden

De onttrekkingen in de waterwingebieden hebben betrekking op het tweede watervoerende pakket. Een effect vanuit het eerste watervoerend pakket is uitgesloten. Afbeelding 6.16 geeft een overzicht voor het tweede watervoerende pakket. Ten oosten van de verdiepte ligging ondervindt het waterwingebied een tijdelijke verlaging van circa 10 centimeter. Het grondwaterbeschermingsgebied ligt maximaal tussen de 10 en 15 centimeter contour. Ten zuiden van de verdiepte ligging ligt het waterwingebied maximaal tussen de 5 en 10 centimeter contour. Deze contouren betreffen een tijdelijk effect. De betreffende verlagingen leiden niet tot het droogvallen van de onttrekkingsfilters. De stromingsrichting ter plaatse van het waterwingebied met zijn grondwaterbeschermingsgebied wordt minimaal beïnvloed.

De verlagingen hebben een tijdelijke invloed op de stromingsrichting van het grondwater in het tweede watervoerend pakket. In de maximale verlagingssituatie blijft de stromingsrichting net richting het zuidwesten stromen. De stromingsrichting wijzigt niet, waardoor een effect op grondwaterkwaliteit met betrekking tot de wingebieden niet wordt verwacht.

Beoordeling

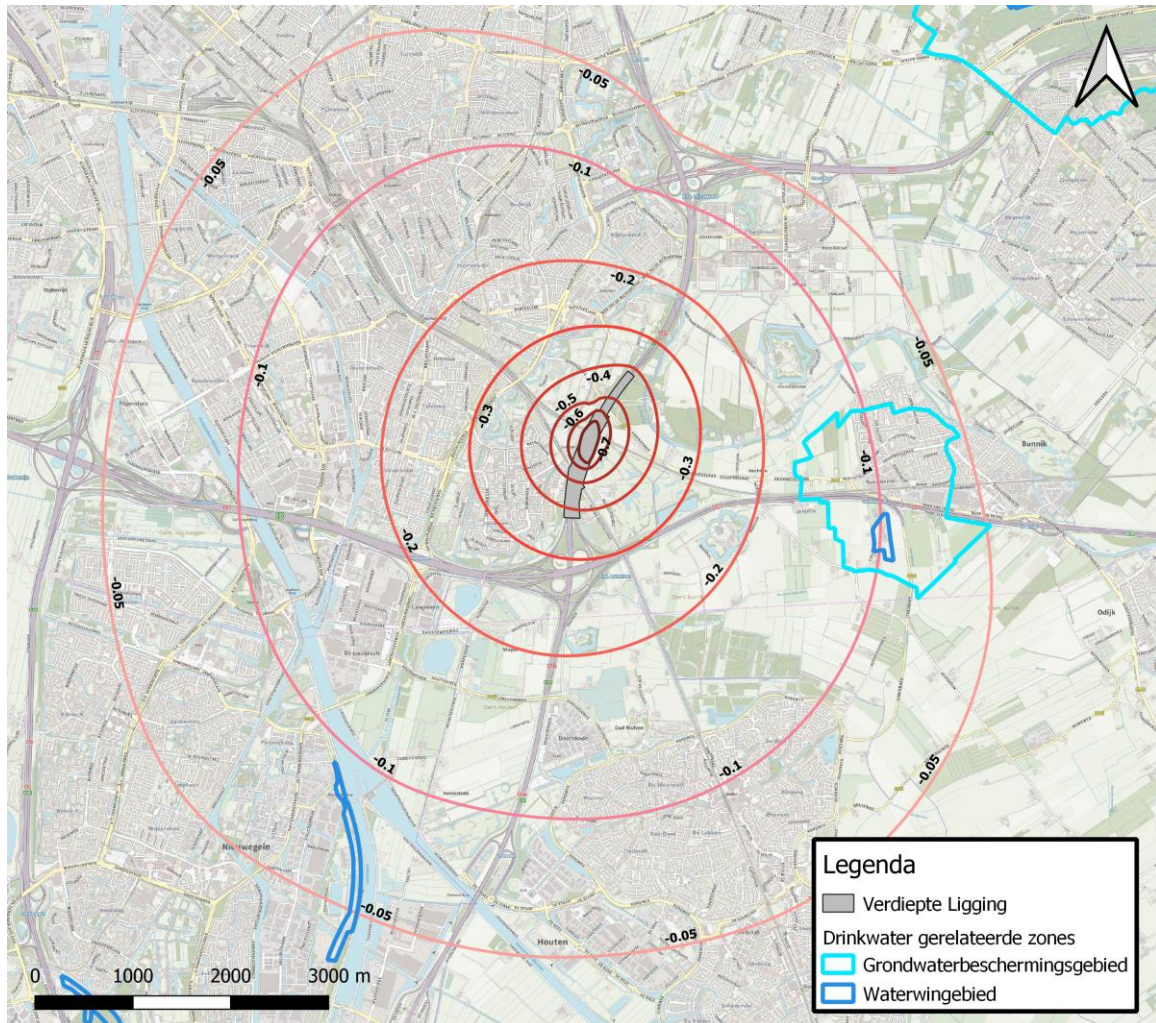
Voor de (nadere) uitwerking van het effect op de grondwaterbeschermingsgebieden naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.13.

Tabel 6.13 Beoordeling grondwaterbeschermingsgebieden

Criterium water	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
grondwaterbesche rmingsgebieden	Invloedsgebied blijft ruim buiten beschermde gebieden	Invloedsgebied blijft buiten beschermde gebieden	Invloedsgebied reikt tot in grondwaterbesc hermingsgebied , activiteit boven de dieptegrens (40 m -mv)	Invloedsgebied reikt tot in grondwaterbesc hermingsgebied en activiteit tot onder de dieptegrens (40 m -mv)	Invloedsgebied reikt tot in waterwingebied

De bouwmethode bemaling met diepe schermwand heeft geen significante effecten op deze grondwaterbeschermingsgebieden. Het oordeel op het criterium grondwaterbescherming is daarom neutraal (0).

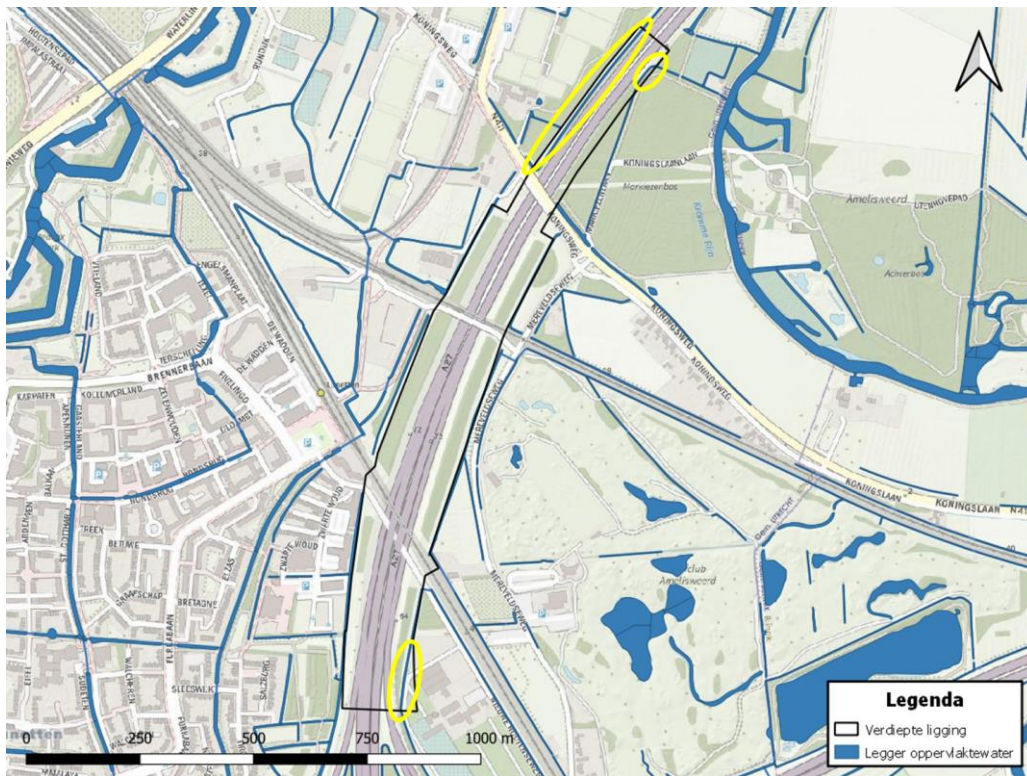
Afbeelding 6.16 Locaties grondwaterbeschermingsgebieden en drinkwaterwingsgebieden ten opzichte van stijghoogteveranderingen tweede watervoerend pakket in aanlegfase wegverbreding



6.5.6 Waterhuishouding

In afbeelding 6.17 is een overzicht gegeven van de legger van HDSR ten opzichte van de beoogde locatie van de schermwand. Drie locaties zijn omcirkeld waar het oppervlaktewatersysteem snijdt met de schermwand. Deze waterlopen dienen opgeschoven te worden om een doorlopend oppervlaktewatersysteem te behouden. Er zijn geen onoverzienbare doorsnijdingen van het oppervlaktewatersysteem aanwezig. Naast kleine aanpassingen aan de drie weergegeven locaties en aandacht voor het oppervlaktewater op korte afstand van de schermwand is geen verder effect op het oppervlaktewatersysteem aanwezig.

Afbeelding 6.17 Oppervlaktesysteem inclusief locaties met overlap locatie schermwand (geel gearceerd)



Voor de bouwfase wordt het oppervlaktewatersysteem aangepast, zodat deze ook naar behoren functioneert. Geen aanvullende effecten op het oppervlaktewatersysteem vinden plaats gedurende de bouwfase.

Beoordeling

Voor de vertaling van het effect op de waterhuishouding naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.14.

Tabel 6.14 Beoordeling waterhuishouding

Criterium water	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
waterhuishouding (doorsnijding)	Grote verbetering	Matige verbetering	Vrijwel geen verandering	Matige verslechtering	Grote verslechtering

De bouwfase met diepe schermwand heeft geen effecten op doorsnijding van de waterhuishouding. Het oordeel op het criterium waterhuishouding is daarom neutraal.

6.6 Natuur

Mogelijke effecten van verstoring van fauna tijdens de bouwactiviteiten zijn beschreven en getoetst aan de beschermingskaders van de Wet natuurbescherming en het NNN (Sweco, 2019).

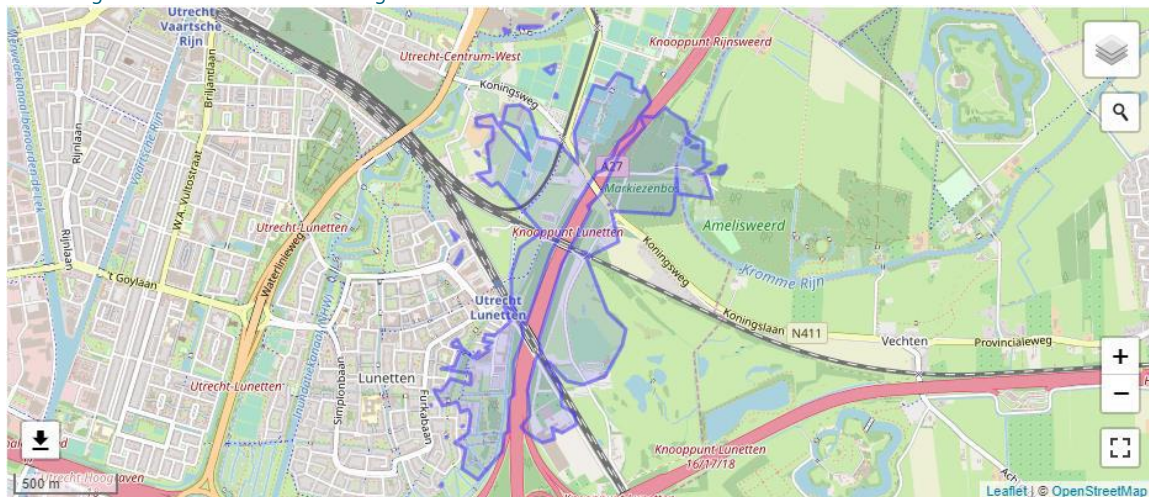
Door middel van veldonderzoek (uitgevoerd in de periode 16-25 mei 2019) en bureauonderzoek is vastgesteld welke beschermde soorten in de omgeving, onder andere het landgoed Amelisweerd en het

gebied Maarschalkerweerd, voorkomen. Vervolgens is op basis van beschikbare wetenschappelijke publicaties en expert judgement voor iedere soort of soortgroep beoordeeld tot welke negatieve effecten de bouwwerkzaamheden kunnen leiden. Daarbij is ingegaan op de aspecten: visuele verstoring (optische verstoring, verstoring door kunstmatige nachtelijke verlichting), geluid en trillingen.

Onderzocht is of de effecten zijn te mitigeren met tijdelijke bronmaatregelen. Waar dit niet mogelijk is, zal voor significante effecten een ontheffing Wet natuurbescherming nodig zijn en/of zullen er compenserende maatregelen genomen moeten worden. Daarbij is aangesloten bij het Mitigatie- en compensatieplan Ring Utrecht.

In de rapportage van Sweco (2019) is nader beschreven hoe de omvang van het te onderzoeken gebied is bepaald. Begrenzing door de 42 dB(A)- of 47 dB(A)-contour, die in de regel in studies naar effecten op respectievelijk bos- en weidevogels wordt gehanteerd, is in dit geval niet mogelijk gebleken, omdat het geluidsniveau in de situatie zonder bouwactiviteiten nergens onder 55 dB(A) ligt in de nabijheid van het gebied waar de bouwactiviteiten zullen plaatsvinden. Als grens van het onderzoeksgebied is daarom gekozen voor de contour waar de bouwactiviteiten zullen leiden tot een toename van het geluid met 1 dB(A) ten opzichte van de bestaande situatie. Een geluidstoename van geringer dan 1 dB(A) wordt als niet waarneembaar beschouwd en zal geen negatieve effecten op fauna tot gevolg hebben.

Afbeelding 6.18 Kaart van het onderzoeksgebied met 1 dB contour.



In afbeelding 6.18 is het onderzoeksgebied opgenomen waarbinnen er minimaal 1 dB toename aan geluid op zal treden ten gevolge van de bouwactiviteiten, hier aangegeven als het gebied binnen de blauwe belijning.

Naast mogelijke effecten van verstoring van fauna zijn ook mogelijke effecten op de vitaliteit van bos en stedelijk groen onderzocht aan de hand van de hydrologische situatie en grondwaterpeil.

Onder het criterium natuur gaat het om:

- Beschermde gebieden (Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland), zie 6.6.1;
- Bos en stedelijk groen, zie 6.6.2;
- Beschermde fauna, zie 6.6.3.

6.6.1 Beschermde gebieden

Natura2000

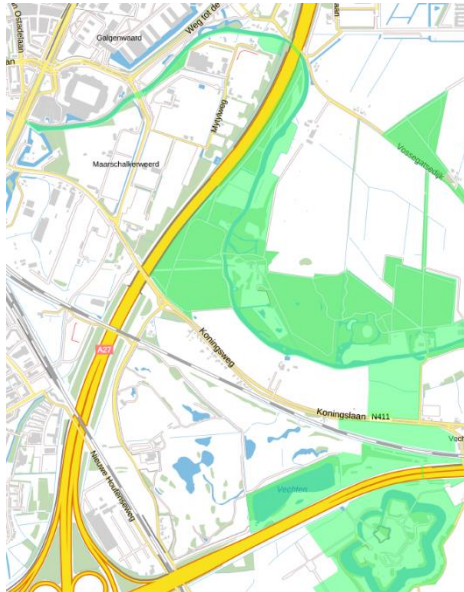
Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied is Oostelijke Vechtplassen. Dit gebied ligt op een afstand van ca. 8 km van het werkgebied. Gezien deze afstand kunnen significant negatieve effecten van de

bouwwerkzaamheden door ruimtebeslag, visuele verstoring en verstoring door geluid en trillingen op voorhand worden uitgesloten.

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

In 2019 is onderzocht of verstoring door de bouwactiviteiten kan leiden tot (tijdelijke) aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) en tot negatieve effecten op de natuurwaarden in de omgeving, onder andere het landgoed Amelisweerd en het gebied Maarschalkerweerd. Hiertoe zijn de mogelijke effecten van verstoring door de bouwactiviteiten - geluid, trillingen en visuele verstoring - in kaart gebracht (Sweco, 2019). De bouwmethode heeft geen effect op het ruimtebeslag.

Afbeelding 6.19 Ligging van het Natuurnetwerk Nederland in de omgeving van de bouwactiviteiten.



Significant negatieve effecten van geluidsverstoring en in mindere mate visuele verstoring door de bouwactiviteiten kunnen niet op voorhand worden uitgesloten voor vogels (zie hieronder bij Beschermden soorten voor de soorten die dit betreft). Onder deze soorten bevinden zich geen provinciale aandachtsoorten ten behoeve van het NNN.

Verstoring door de bouwwerkzaamheden op relatief korte afstand (circa 100 m) van de locatie van de bouwactiviteiten kan leiden tot een veranderde soortensamenstelling van de in het gebied voorkomende soorten vleermuizen. Vanwege de beperkte afstand waarover deze effecten plaats zullen vinden, zullen de bouwactiviteiten geen significant effect op de aantallen per soort of de soortensamenstelling en daarmee op het NNN hebben. Het is echter niet uit te sluiten dat geluid significant negatieve effecten van verstoring zal veroorzaken op de aanwezige kraamverblijfplaats van gewone grootoorvleermuis (zie hieronder bij Beschermden soorten). Gewone grootoorvleermuis is een provinciale aandachtsoort.

Van de soortgroep reptielen komt alleen de ringslang voor in het onderzoeksgebied. Verstoring door trillingen, geluid of visuele verstoring als gevolg van de geplande werkzaamheden op de ringslang is naar verwachting beperkt, maar significant negatieve effecten tijdens de winterrust kunnen niet op voorhand worden uitgesloten. De ringslang is een provinciale aandachtsoort en iconsoort. Winterverblijfplaatsen zijn jaarrond beschermd.

Ook de overige soortgroepen (grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vissen, ongewervelden) kunnen nabij de bouwactiviteiten verstoring van geluid en nachtelijke verlichting ondervinden. Vanwege de beperkte afstand waarover deze effecten plaats zullen vinden, zullen de bouwactiviteiten geen significant effect op de aantallen per soort of de soortensamenstelling en daarmee op het NNN hebben.

Voor het aspect trillingen worden geen of zeer geringe effecten verwacht vanwege de zeer trillingsarme bouwmethode.

Geohydrologische effecten op Natuurnetwerk Nederland (specifiek Amelisweerd) worden in paragraaf 6.6.2 toegelicht.

Beoordeling

Voor de vertaling van het effect op de Natura2000 en NNN naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.15.

Tabel 6.15 Beoordeling beschermde gebieden

Criterium aspect Natuur	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Beschermde gebieden (Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland)	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen/vrijwel geen effect	Gering negatief effect door ruimtebeslag, stikstofdepositie, visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen	Groot negatief effect door ruimtebeslag, stikstofdepositie, visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen

Op dit moment wordt een beleidslijn/instructie ontwikkeld hoe om te gaan met stikstofemissie tijdens de bouwfase (PM).

Significant negatieve effecten op wezenlijke waarden en kenmerken van het NNN, specifiek op de kraamkolonie van gewone grootoorvleermuis en op overwinteringsplaatsen van ringslang, kunnen niet worden uitgesloten. Mitigerende maatregelen zijn noodzakelijk om deze effecten te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. Voor nadere toelichting zie bij 6.6.3 Beschermde fauna.

Zonder mitigerende maatregelen is het oordeel op het criterium 'aantasting en verstoring van beschermde gebieden' negatief (-). Mitigerende maatregelen zullen een groot deel van de negatieve effecten wegnemen. Nader onderzoek moet uitwijzen of met mitigerende maatregelen de effecten volledig (neutraal) kunnen worden voorkomen.

6.6.2 Bos en stedelijk groen (bos Amelisweerd incl. Park de Koppel)

Op een vergelijkbare wijze als voor de eindfase is ook gekeken naar de hydrologische effecten op aandachtsgebied Amelisweerd tijdens de bouwfase. Tijdens deze fase is sprake van een sterkere mate van vernatting (verhoogde GVG) over een groter areaal binnen het Markiezenbos. Dit treedt vooral op in de lager gelegen delen dicht tegen de A27 aan.

Voor stedelijk groen en Park de Koppel zijn geen effectenberekeningen uitgevoerd. Wel is de mate van beïnvloeding van grondwaterstand berekend. Ter plaatse van Park de Koppel zijn grondwaterstandsverhogingen berekend van 5 tot 10 centimeter. Deze grondwaterstandsverhogingen leiden tot een geringe afname van de ontwatering. Park de Koppel bevat in de huidige situatie al een kleine ontwateringsdiepte (0- 30 cm, zie afbeelding 6.14). Een negatief effect op Park de Koppel en omliggend gemeentelijk groen wordt door de verhoging van 5-10 cm niet verwacht.

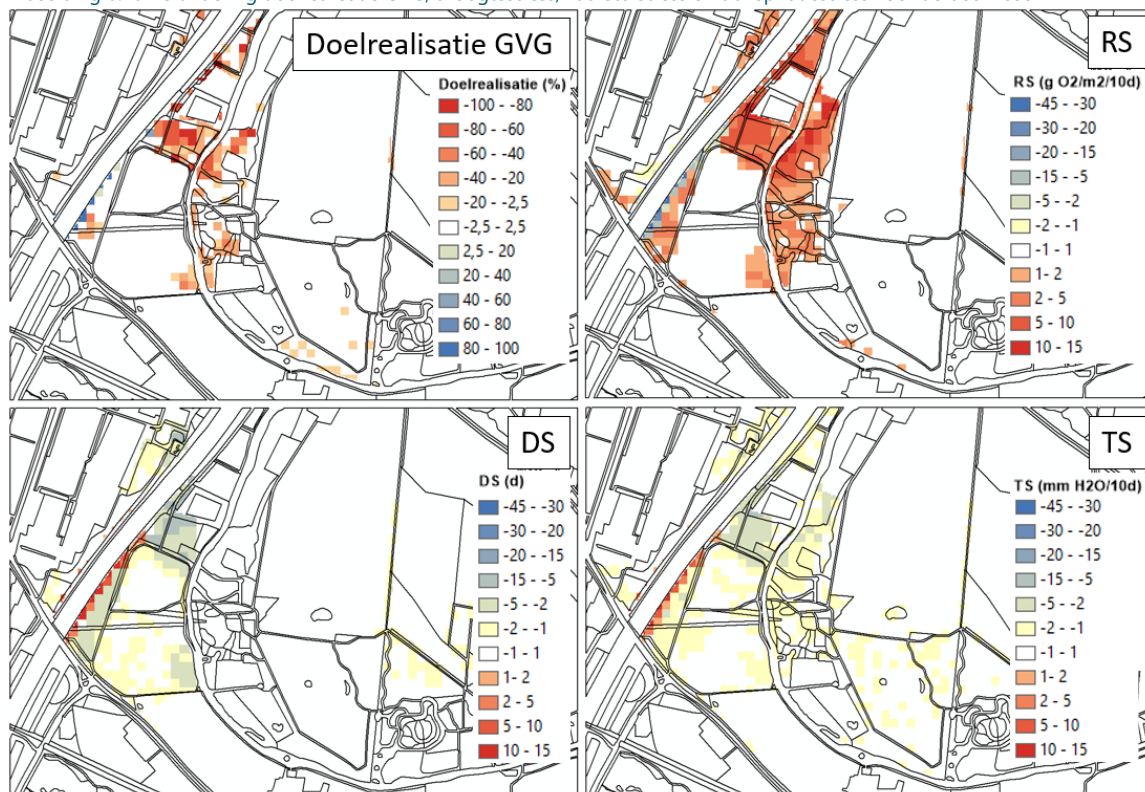
hydrologische effecten bomen Amelisweerd

Bij de effectbeoordeling van de bomen in Amelisweerd is gebruik gemaakt de Waterwijzer Natuur (WWN), zoals omschreven in paragraaf 4.3. De WWN bevat een voorspellingsmodule waarmee gevolgen van veranderingen hydrologie vertaald kunnen worden naar effecten op de bomen.

Het effect is bepaald als het verschil tussen een de bouwfase en de referentiesituatie. De veranderingen in grondwaterstand in de bouwfase staan weergegeven in afbeelding 6.6.

De effecten van de veranderingen in de grondwaterstand op het bos Amelisweerd als gevolg van de bouwfase zijn beoordeeld. Als maat is voor de effecten is daarbij vooral gebruik gemaakt van de verandering in doelrealisatie voor de GVG, droogtestress (DS), de doelrealisatie voor zuurstofstress (RS) en transpiratiestress (TS). In afbeelding 6.14. is het resultaat weergegeven. Uit dit resultaat blijkt dat een grondwaterstandsstijging van ca. 10-20 cm kan leiden tot een afname van droogtestress en transpiratiestress. De cellen die een toename laten zien in droogtestress zijn een artefact als gevolg van de gehanteerde resolutie van het geohydrologisch model.

Afbeelding 6.20 Verandering doelrealisatie GVG, droogtestress, zuurstofstress en transpiratiestress voor de bouwfase



Beoordeling

De effecten van de veranderingen in de grondwaterstand op het bos Amelisweerd zijn beoordeeld. Als maat is voor de effecten is daarbij gebruik gemaakt van de verandering in doelrealisatie voor de GVG en de droogtestress (DS). Met Waterwijzer Natuur kan ook de doelrealisatie voor zuurstofstress (RS) en transpiratiestress (TS) worden berekend. De uitkomsten voor doelrealisatie RS en TS (meer klimaatrobuste parameters) leveren evenwel vergelijkbare resultaten op als Waterlood omdat de berekeningen ook het huidige klimaat betreffen.

De beoordelingscriteria zijn gebaseerd op een combinatie van het areaal dat verandert en de mate en richting waarin de verandering optreedt. De onderstaande scoringscriteria zijn opgesteld.

- score '+++' : 2,5% van het oppervlak toename van doelrealisatie met 75-100%
- score '+' : <2,5% van het oppervlak toename van doelrealisatie met 75-100%

Bouwfase (aanleg schermwand en realisatie wegverbreding)

- score '0' : >2,5% van het oppervlak toename van doelrealisatie met 25-75%
- score '-' : 95% van het oppervlak toename van doelrealisatie met 75-100%
- score '--' : <2,5% van het oppervlak afname van doelrealisatie met 75-100%
- score '---' : >2,5% van het oppervlak afname van doelrealisatie met 25-75%
- score '----' : >2,5% van het oppervlak afname van doelrealisatie met 75-100%

score hydrologische effecten Amelisweerd

De verandering in doelrealisatie is geclassificeerd volgens de onderstaande tabel (negatieve waarde is een afname in doelrealisatie).

Tabel 6.156 Classificatie score

code	verandering doelrealisatie	score	oordeel
1	75-100%	++	zeer positief
2	50 - 75 %	+	positief
3	25 - 50 %	+	positief
4	0 - 25 %	0	neutraal
5	-25 - 0 %	0	neutraal
6	-50 - -25 %	-	negatief
7	-75 - -50 %	-	negatief
8	-100 - - 75 %	--	zeer negatief

Vervolgens zijn de rasters ingedeeld naar deze 8 klassen en is nagegaan wat het aandeel in oppervlak is per klasse ten opzichte van het totale bosareaal (afbeelding 4.16a, 64 ha). De resultaten staan aangegeven in de onderstaande tabel. Voor droogtestress is geen significante verandering in doelrealisatie berekend.

Tabel 6.17 Scoringstabel

code	1	2	3	4	5	6	7	8
bouwfase	-	-	-	89 %	4 %	3 %	2 %	1 %

Beoordeling

Voor de vertaling van de effecten op bos en stedelijk groen naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.18.

Tabel 6.18 Beoordeling bos en stedelijk groen

Criterium aspect	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Natuur					
Bos/stedelijk groen	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen significant effect	Gering negatief effect op hydrologie/grondwater en vitaliteit bomen	Groot negatief effect op hydrologie/grondwater en vitaliteit bomen

Uitgaande van de resultaten en de beoordelingscriteria wordt het effect van de bouwfase op aandachtsgebied Amelisweerd als negatief (-) beoordeeld vanwege toename in zuurstofstress/natschade. Dit negatieve effect kan worden gemitigeerd door gebruik te maken van retourbemaling volgens het 'hand aan de kraan'-principe. Met deze maatregel stuurt men op de grondwaterstand zodat deze niet buiten het bereik komt van het natuurlijk langjarig bereik aan grondwaterstanden.

In bouwfase is er voor het criterium stedelijk groen en park de Koppel, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, weinig effect. Het oordeel op dit criterium is daarom negatief (-). De effecten kunnen eventueel verder worden gemitigeerd door gebruik te maken van retourbemaling volgens het 'hand aan de kraan'-principe. Met deze maatregel stuurt men op de grondwaterstand zodat deze niet buiten het bereik komt van het natuurlijk langjarig bereik aan grondwaterstanden.

Zonder mitigerende maatregelen wordt de bouwfase beoordeeld als negatief (-). Met mitigerende maatregelen wordt de bouwfase beoordeeld als neutraal (0).

Mitigerende maatregel

Er is een mitigerende maatregel nodig om het negatieve effect van de bouwmethode op de bomen in Amelisweerd te mitigeren. De maatregel omvat de optimalisatie van het te retourneren bemalingswater volgens het Hand aan de kraan-principe, zie hoofdstuk 2, en een uitwerking hiervan in hoofdstuk 7.

De bouwmethode retourbemaling met diepe schermwand heeft met de mitigerende maatregelen (Hand aan de kraan-principe) geen ecohydrologisch effecten op de bomen in Amelisweerd. Het oordeel op het criterium effecten op aandachtsgebied Amelisweerd is daarom neutraal (0).

6.6.3 Beschermde fauna

Het wel of niet optreden van significante effecten is in eerste instantie afhankelijk van de directe of indirecte effecten op populatieniveau. Indien er sprake is van effecten op populatieniveau, dan is de significantie hiervan afhankelijk van de Staat van Instandhouding (Svl) van de betreffende soort. Als de verstoring van wezenlijke invloed is op de Svl van de soort dan kan dat leiden tot overtreding van de Wet natuurbescherming.

Broedvogels

Significant negatieve effecten van geluidsverstoring, en in mindere mate visuele verstoring, op de Svl van de braamsluiper, fitis, glanskop, grauwe vliegenvanger, grote lijster, heggenmus, houtduif, huismus, huiswaluw, matkop, spreeuw, staartmees, tuinfluiter, wielewaal en witte kwikstaart en op mogelijk voorkomende

vogelsoorten met een jaarrond beschermd nest zijn bij de toename van geluid als gevolg van de bouwwerkzaamheden in het onderzoeksgebied niet op voorhand uit te sluiten.

Grondgebonden zoogdieren

Zowel beschermde als vrijgestelde grondgebonden zoogdieren kunnen verstoord worden door de bouwactiviteiten. Met name nachtelijke verlichting zou de foerageefficiëntie van verschillende soorten negatief kunnen beïnvloeden. Deze effecten zullen echter over beperkte afstand optreden, terwijl er veelal geschikte uitwijkmogelijkheden voor de dieren aanwezig zijn. Significant negatieve effecten van verstoring door trillingen, geluid of visuele verstoring als gevolg van de geplande werkzaamheden op de populaties van vrijgestelde zoogdiersoorten en van de beschermde das, eekhoorn, steenmarter en boommarter kunnen daarmee op voorhand worden uitgesloten.

Vleermuizen

In het onderzoeksgebied komen verschillende soorten vleermuizen (potentieel) voor: baardvleermuis, gewone grootoorvleermuis, franjestaart, gewone dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis, ruige dwergvleermuis, watervleermuis, meervleermuis. Van gewone grootoorvleermuis zijn twee kraamkolonies bekend in bomen in het onderzoeksgebied op enkele tientallen meters tot ca. 200 m van de A27. Niet uitgesloten kan worden dat geluid als gevolg van de bouwwerkzaamheden significant negatieve effecten van verstoring zal veroorzaken op de aanwezige kraamverblijfplaats van gewone grootoorvleermuis. Voor de overige (potentieel) voorkomende soorten vleermuizen kan verstoring door de bouwwerkzaamheden op relatief korte afstand (circa 100 m) van de locatie van de bouwactiviteiten leiden tot een veranderde soortensamenstelling.

Omdat verstoring door geluid, licht en trillingen reeds tamelijk wijdverspreid binnen het leefgebied van de vleermuizen in het onderzoeksgebied optreedt, waaronder verlichting langs vliegroutes, de beperkte afstand waarover effecten van geluid en verlichting plaats kunnen vinden, terwijl over het algemeen grote oppervlaktes worden gebruikt om te foerageren, zijn de effecten op soortensamenstelling echter naar verwachting beperkt. Vanwege de beperkte afstand waarover de effecten plaats zullen vinden, kunnen significante effecten door geluid, trillingen of visuele verstoring als gevolg van de geplande werkzaamheden op de populaties van overige soorten vleermuizen op voorhand worden uitgesloten.

Reptielen

De ringslang komt verspreid voor in de omgeving van het plangebied. Aan weerszijden van de A27 zijn populaties aanwezig. Met name in Nieuw Amelisweerd en verspreid over Maarschalkerweerd zijn waarnemingen gedaan. Verstoring door trillingen, geluid of visuele verstoring als gevolg van de geplande werkzaamheden op de ringslang is naar verwachting beperkt.

Broeihopen zijn niet aangetroffen. Voor foerageer- of paringsgebied zijn voldoende uitwijkmogelijkheden waar er geen verstoring ten gevolge van de bouwactiviteiten zal optreden. Verstoring van winterverblijfplaatsen kan echter niet worden uitgesloten; hoewel er op veel locaties rond de Kromme Rijn geschikt overwinteringsgebied aanwezig is, zal er ook gebruik gemaakt kunnen worden van locaties op korte afstand aan weerszijden van de A27. Winterverblijfplaatsen zijn jaarrond beschermd.

Amfibieën

De bruine kikker en kleine watersalamander komen verspreid door het onderzoeksgebied voor, terwijl de gewone pad is aangetroffen bij de A12 / A27 knooppunt Lunetten. Bruine kikker en gewone pad kunnen nabij de bouwactiviteiten verstoring van geluid en nachtelijke verlichting ondervinden. Significant negatieve effecten door verstoring door trillingen, geluid of visuele verstoring op de populaties van bruine kikker, gewone pad en de kleine watersalamander kunnen echter op voorhand worden uitgesloten.

Vissen

Van de in ons land beschermde vissoorten komt alleen de grote modderkruiper (potentieel) voor in het onderzoeksgebied. Deze vissoort is een provinciale aandachtsoort en iconsoort. Naast de grote modderkruiper zijn in eerder onderzoek alleen algemene, niet-beschermde vissoorten aangetroffen, waaronder bittervoorn, kleine modderkruiper, driedoornige en tiendoornige stekelbaars,

rietvoorn en zeelt (Zweers 2019). Binnen het werkgebied bevindt zich geen geschikt habitat van de grote modderkruiper dat mogelijk door geluid, verlichting of trillingen verstoord zou kunnen worden, zodat negatieve effecten van verstoring als gevolg van de geplande werkzaamheden op de grote modderkruiper op voorhand worden uitgesloten.

Ongewervelden

De gevlekte witsnuitlibel is de enige beschermde soort van ongewervelden die (potentieel) in het onderzoeksgebied voorkomt. De soort is aandacht- en iconsoort in het provinciale soortenbeleid. In recent onderzoek voor het tracébesluit is de soort echter niet aangetroffen (Zweers 2019).

Negatieve effecten door verstoring door trillingen, geluid of visuele verstoring als gevolg van de geplande werkzaamheden op ongewervelden worden op voorhand uitgesloten.

Beoordeling

Voor de vertaling van de effecten op de beschermde fauna naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.19.

Tabel 6.19 Beoordeling beschermde fauna

Criterium aspect Natuur	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Beschermde fauna	Groot positief effect	Beperkt positief effect	Geen significant effect	Gering negatief effect door visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen	Groot negatief effect door visuele verstoring, verstoring door geluid en trillingen

Significant negatieve effecten op NNN en beschermde soorten door visuele verstoring (optische verstoring, verlichting) worden gemitigeerd door het plaatsen van een dicht hekwerk of scherm naast de locatie van de bouwwerkzaamheden en door toepassing van gerichte verlichting in het rode spectrum.

Door het plaatsen van een scherm en/of bronmaatregelen zullen ook de effecten van geluid worden beperkt. Significant negatieve effecten op NNN en beschermde soorten als gevolg van verstoring door geluid kunnen op voorhand echter niet geheel worden uitgesloten. Nader onderzoek is noodzakelijk om te kunnen beoordelen of deze effecten door maatregelen kunnen worden gemitigeerd.

Zonder mitigerende maatregelen is het oordeel op het criterium 'visuele verstoring en verstoring door geluid en trillingen' op beschermde natuurwaarden negatief (-). Nader onderzoek moet uitwijzen of effecten volledig kunnen worden voorkomen (0).

Mitigerende maatregelen

Voor bovenbeschreven soorten, waar significante versturende effecten van de bouwactiviteiten in het kader van het NNN of de Wet natuurbescherming niet kunnen worden uitgesloten, moeten mitigerende maatregelen worden genomen. Op basis van het onderzoek naar effecten van de bouwactiviteiten zien we de volgende kansrijke maatregelen waarmee significant negatieve effecten kunnen worden voorkomen of zoveel mogelijk beperkt.

De maatgevende geluidsbron is het diesel-hydraulische powerpack welke in of op de freesmachine geplaatst is. De frees zelf is relatief stil en bevindt zich in de grond tijdens het frezen. Hulpmaterieel is in veel mindere mate actief, heeft een lager bronvermogen en is derhalve niet maatgevend.

Afbeelding 6.21 Locatie powerpack in rood weergegeven (primaire geluidsbron)



De beoordeling van te verwachten negatieve effecten resulteert in een advies over toe te passen mitigerende maatregelen. Bij toepassing van deze mitigerende maatregelen kunnen significant negatieve effecten deels worden voorkomen of tenminste beperkt:

- Het doorvoeren van aanvullende geluidsreducerende bronmaatregelen bij het freesmaterieel bij bouwactiviteiten;
- Het plaatsen van dichte hekwerken of een scherm langs de route waar de vrachtwagens langs zullen rijden voor de aan- en afvoer van materiaal zou met name de optische verstoring van meerdere soorten fauna (o.a. vogels, vleermuizen, reeën) grotendeels kunnen voorkomen. Daarnaast zal het ook de effecten van geluid en nachtelijke verlichting kunnen beperken;
- Effecten van verstoring door nachtelijke verlichting zal worden beperkt door aan de aannemer voor te schrijven dat alleen gericht verlicht mag worden binnen het rode spectrum van het licht. Het gebruik van vleermuisvriendelijke bouwverlichting met rood in plaats van wit of groen licht is naar verwachting een effectieve mitigerende maatregel tegen verstoring door nachtelijke verlichting van vleermuizen.

Nader onderzoek

Nader onderzoek is noodzakelijk om zekerheid te verkrijgen dat met de mitigerende maatregelen significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten:

1. Om verstoring van de winterrust in de periode 1 november tot medio maart door geluid te voorkomen, zou door een deskundige de aanwezigheid van rustende of overwinterende ringslangen moeten worden gecontroleerd voordat de bouwwerkzaamheden starten. Bij aantreffen zouden de ringslangen buiten het verstoord gebied moeten worden geplaatst. Bij aanwezigheid van een winterverblijf is ontheffing op de verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming nodig. Daarnaast zouden geschikte rustlocaties buiten de begrenzing van het geluidsverstoord gebied aangelegd kunnen worden;
2. Nader onderzocht zou moeten worden of en voor welke vogelsoorten de landelijke staat van instandhouding in het geding zou zijn ten gevolge van de verstoring door de bouwwerkzaamheden;
3. Voor soorten die mogelijk verstoord zullen worden door de bouwactiviteiten zou nader onderzoek moeten uitwijzen tot op welke hoogte er voor deze soorten voldoende uitwijkmogelijkheden naar geschikt leefgebied zijn in de directe omgeving van het onderzoeksgebied, waardoor negatieve effecten gemitigeerd zouden kunnen worden;

Dit onderzoek wordt de komende periode (vanaf voorjaar 2020) uitgevoerd.

Indien blijkt dat de bouwactiviteiten van wezenlijke invloed zijn op de staat van instandhouding, moet ontheffing worden aangevraagd en moeten compenserende maatregelen getroffen worden.

6.7 Bodem

Binnen het invloedsgebied van de grondwaterstandsveranderingen zijn geen bodem- en grondwater verontreinigingen bekend. Derhalve heeft de bemaling met schermwand geen effect op verontreinigingen in de omgeving.

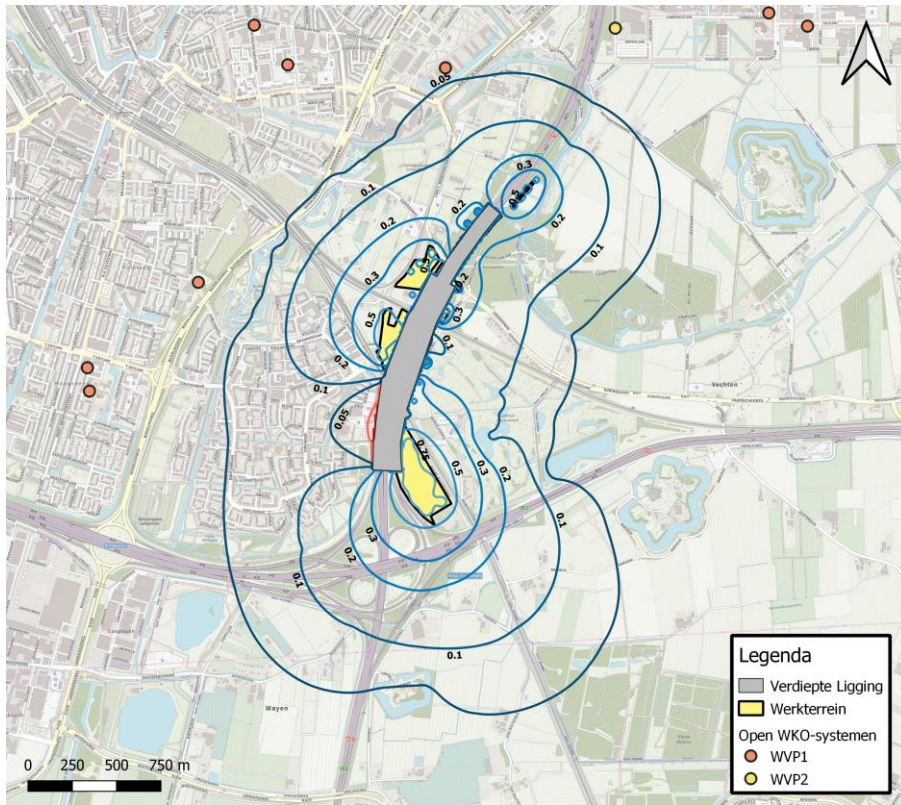
Bodemenergiesystemen

De locaties en diepteligging van de bodemenergie-systemen zijn gegeven in afbeelding 6.222 en afbeelding 6.23. Enkel de open bodemenergie-systemen (de warmte-koude opslag systemen, ofwel de WKO's) zijn beschouwd, aangezien de gesloten systemen geen effecten van grondwaterstromingsveranderingen ondervinden. De WKO - systemen in het eerste watervoerend pakket liggen buiten het hydrologisch invloedsgebied (5 cm grondwaterstandsverandering) van de (retour)bemaling in de bouwfase.

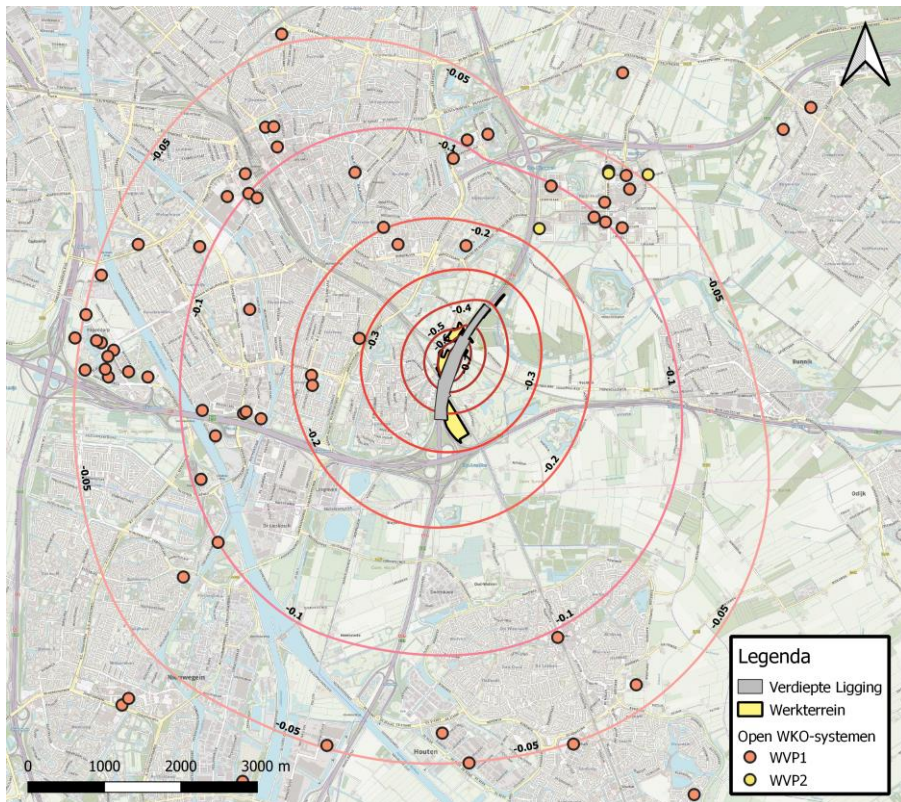
Ten noordoosten van de verdiepte ligging zijn een aantal WKO-systemen aanwezig in het tweede watervoerend pakket die binnen het hydrologisch invloedsgebied zijn gelegen. De stromingsrichting van het grondwater in het tweede watervoerend pakket is t.p.v. deze WKO's in de referentiesituatie van noordoost naar zuidwest (afbeelding 4.3). De grondwaterstromingssnelheid bedraagt ca. 10 meter per jaar. De bouwfase met retourbemaling zorgen voor een toename van de grondwatersnelheid met ca. 0,5 tot 1 meter per jaar. Deze toename heeft geen significant effect op het functioneren van de WKO's.

Zowel de WKO-systemen in het eerste als in het tweede watervoerend pakket ondervinden geen significantie effecten in de bouwfase

Afbeelding 6.22 Locaties WKO-systemen ten opzichte van stijghoogteveranderingen eerste watervoerend pakket in de bouwfase



Afbeelding 6.23 Locaties WKO-systemen ten opzichte van stijghoogteveranderingen tweede watervoerend pakket in de bouwfase



beoordeling

Voor de (nadere) uitwerking van het grondwatereffect op de WKO-systemen naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.20.

Tabel 6.20 Beoordeling bodemenergiesystemen (WKO)

Criterium aspect bodem	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Beïnvloeding WKO-systemen	Afname van de stromingsnelheid in het watervoerend pakket > 2,5 meter per jaar	Afname van de stromingsnelheid in het watervoerend pakket tussen de 1,0 en 2,5 meter per jaar	Verandering van de stromingsnelheid in het watervoerend pakket < 1,0 meter per jaar	Toename van de stromingsnelheid in het watervoerend pakket tussen de 1,0 en 2,5 meter per jaar	Toename van de stromingsnelheid in het watervoerend pakket > 2,5 meter per jaar

In bouwfase is er voor het criterium bodem(energiesystemen), specifiek in relatie tot de diepe schermwand, weinig tot geen effect. Het oordeel op dit criterium is daarom neutraal.

6.8 Ruimte en ruimtelijke kwaliteit

Onder het criterium ruimte en ruimtegebruik in de bouwfase gaat het om:

- ruimtegebruik voor het maken van de schermwand, zie paragraaf 6.8.1;
- ruimtegebruik voor het verleggen van kabels en leidingen, zie paragraaf 6.8.2.

6.8.1 Ruimtegebruik bij maken schermwand

De bouw van de schermwand kan binnen de reeds beschikbare terreinen plaatsvinden. Op twee locaties is een beperkte aanpassing van de TB-grens nodig om de wand te kunnen accommoderen. Beide liggen op terrein van ProRail. Een bij de Knapschinkel Oost (Spoorlijn Utrecht – Den Bosch) en een bij Mereveld West (Spoorlijn Utrecht - Arnhem). Na aanpassing van de TB grens kan de wand binnen deze grens gebouwd worden.

Het bouwen van de schermwand met de freesmachine geschiedt vanaf de A27/A12 binnen de TB-grens. Het benodigde materiaal voor de schermwand wordt aangevoerd via de reeds geplande werkterreinen. Het maken van de schermwand en de voorbereiding op het werkterrein vraagt dus geen extra ruimtegebruik. De schermwand zelf ligt volledig binnen de TB grens. Dus de ligging schermwand vraagt geen extra ruimtegebruik.

6.8.2 Kabels en leidingen

De toepassing van een schermwand ten behoeve van de realisatie van de verbreding bij de verdiepte ligging heeft direct gevolgen voor de aanwezige kabels en leidingen (Derden). Waar normaliter conflicten met kabels en leidingen (Derden) worden opgelost door aanpassing van de betreffende kabel of leiding (Derden) ter plaatse van de probleemlocatie (middels open ontgraving, persen, boren of zinkeren) zijn de mogelijkheden in dit geval zeer beperkt ten gevolge van de diepte van de schermwand en de omvang van de (gesloten) bouwkuip die hiermee wordt gerealiseerd.

De ligging van de diepe schermwand levert een conflict op met gas, elektra, water, riool, telecom en ov. Met de relevante kabel- en leidingbeheerders heeft afstemming plaatsgevonden waarbij het uitgangspunt is gehanteerd dat alle kruisende (t.o.v. de A27) verbindingen binnen de bouwkuip komen te vervallen (het gaat

hierbij o.a. om middenspanning, water en telecom) danwel verbindingen gedurende het werk (tijdelijk) worden aangepast (bijvoorbeeld riool en ov). Uitzondering hierop is de locatie Koningsweg waar de kruisende verbindingen via het toekomstige dek kunnen worden verlegd. Het uitgangspunt bij langsliggende kabels en leidingen is dat deze buiten de contouren (incl. werkruimte) van de schermwand worden verlegd.

Bovenstaande afstemming heeft geresulteerd in een akkoord met de kabel- en leidingbeheerders dat alle conflicterende kruisende kabels en leidingen komen te vervallen, uitgezonderd een KPN verbinding ten noorden van knooppunt Lunetten. Hiervoor moet in overleg met de kabel- en leidingbeheerders nog een oplossing voor worden gevonden. Daarnaast dient nog in een later stadium ingezoomd te worden op de uitvoering van de schermwand in relatie tot de achtergebleven 'vervallen' loze kruisingen (mantelbuizen). Naar verwachting kunne deze dan worden verwijderd.

Beoordeling

In bouwfase is er voor het criterium ruimte en ruimtelijke kwaliteit, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, weinig tot geen effect. Het oordeel op dit criterium is daarom neutraal.

6.9 Landschap en cultuurhistorie

In deze paragraaf wordt beschreven welk effect de bouwfase met diep schermwand heeft op het landschap en cultuurhistorie.

In hoofdstuk 2 staat met behulp van een grote kraan en freesmachines de schermwand in de grond aangebracht. Er wordt 24/7 gewerkt, per week kan gerekend worden op een doorlooptijd van 15 strekkende meter per machine. De freesmachines zijn dus continue in beweging. De eerste meters van de wand wordt met een knijper ontgraven en ter plaatse in een vrachtwagen geladen, het restant van de diepte van een paneel wordt gefreesd en per pijplijn afgevoerd naar een scheidingsinstallatie op de werkterreinen. De vrijkomende grond wordt overdag vanaf de werkterreinen per as afgevoerd.

Om overschrijding van de grenswaarden voor geluid te voorkomen zijn afschermdende voorzieningen ingezet. Dit kan een rij met gestapelde zeecontainers zijn (bij de machines en/of het werkterrein) en/of een mobiel scherm bij de freesmachines met een breedte van 12 meter en een hoogte tot 9 meter.

Door de freesmachines met de geluidsafschermende voorzieningen wordt tijdelijk de openheid en zichtlijnen belemmerd. Voor de vertaling van de effectanalyse naar de +/- beoordeling is de schaal gehanteerd zoals opgenomen in tabel 6.21.

Tabel 6.21 Beoordeling landschap en cultuurhistorie

Criterium aspect lands	Beoordeling (verklaring)				
	Zeer positief	Positief	Neutraal	Negatief	Zeer negatief
Landschap - openheid en zichtlijnen	Sterke verbetering	Matige verbetering	Kleine of geen verandering	Matige verslechtering	Sterke verslechtering

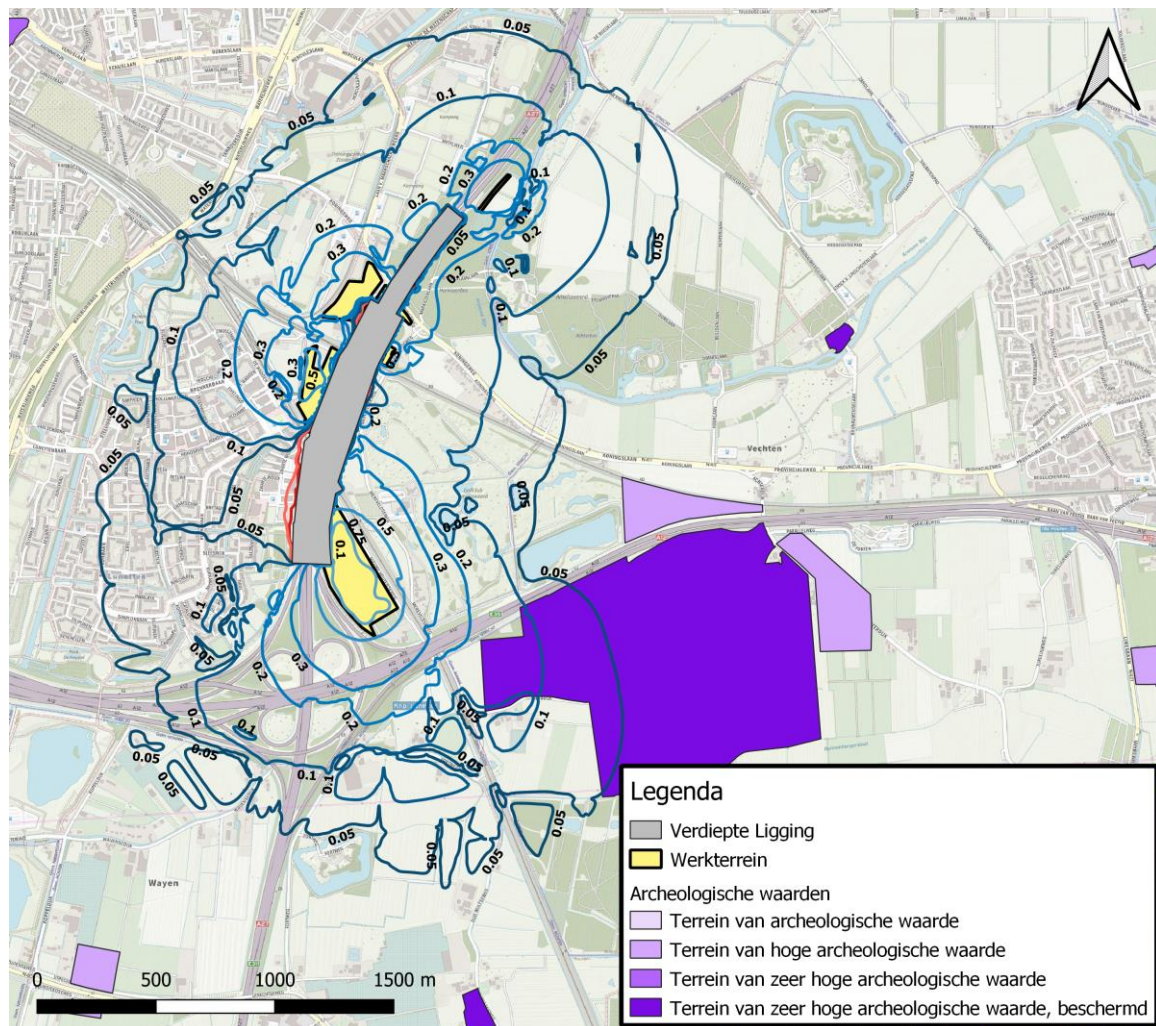
In de bouwfase zijn er voor dit milieuaspect landschap, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, kleine veranderingen op landschap te verwachten. Het oordeel op het criterium landschap (openheid en zichtlijnen) is daarom neutraal.

6.10 Archeologische waarden

De eventuele risico's en aandachtspunten voor het archeologisch bodemarchief van de nieuwe bouwmethode, door middel van schermwanden is in beeld gebracht door Vestigia (Vestigia, september 2018) (Vestigia, juni 2018). De risico's voor de archeologie bij de aanleg van de schermwand (met de huidige TB grens) zijn beperkt. Er zijn een aantal kleine risico's en aandachtspunten waarmee bij daadwerkelijk uitvoering van de bouwmethode rekening moet worden gehouden. Aandachtspunt in de bouwfase zijn (eventuele) verlagingen van de grondwaterstand ter plaatse van archeologische waarden.

Verlagingen van de grondwaterstanden ter plaatse van archeologische waarden kan leiden tot oxidatie en daarmee schade van dergelijke archeologische waarden. In afbeelding 6.24 zijn de locaties van de archeologische waarden weergegeven ten opzichte van contouren van de freatische grondwaterstandsverandering in de eindsituatie. De contouren raken in het zuidoosten een gebied met archeologische waarden. Dit betreffen enkel contouren met een grondwaterstandsverhoging. Dit resulteert niet in de aantasting van archeologische waarden. Effecten op archeologische waarden in de bouwfase worden niet verwacht.

Afbeelding 6.24 Locatie archeologische waarden ten opzichte van freatische grondwaterstandsveranderingen in de bouwfase



In de bouwfase zijn er voor dit milieuaspect archeologie, specifiek in relatie tot de diepe schermwand, geen effecten te verwachten. Het oordeel op het criterium archeologie (doorsnijding) is daarom neutraal.

Bouwfase (aanleg schermwand en realisatie wegverbreding)

Tabel 6.22 Effectbeoordeling bouwfase schermwand

Milieuaspect / criteria	Score	
	voor mitigatie	na mitigatie
(Bouw)verkeer / doorstroming	-	-
Geluid / geluidsbelasting omgeving	-	0
Luchtkwaliteit / jaargemiddelde concentratie NO ₂ , PM ₁₀ en PM _{2,5}	0	0
Water		nvt
Grondwaterkwantiteit:		
- grondwatereffect	0	0
- zettingen	0	0
- ontwatering	0	0
- landbouw	0	0
Grondwaterbeschermingsgebieden	0	0
Waterhuishouding / doorsnijding	0	0
Natuur		nvt
Beschermde gebieden	-	0*
Bos en stedelijk groen (bos Amelisweerd, Lunette incl. park De Koppel)	-	0
Beschermde Fauna	-	0*
Bodem		nvt
Beïnvloeding bodemkwaliteit	0	nvt
Beïnvloeding WKO-systemen	0	nvt
Ruimtelijke kwaliteit / ruimtebeslag	0	nvt
Landschap en cultuurhistorie / verandering openheid en zichtlijnen	0	nvt
Archeologie / beïnvloeding archeologische verwachtingswaarden	0	nvt

* Nader onderzoek moet uitwijzen of dit haalbaar is.

7

OPTIMALISATIE VAN DE BOUWMETHODE BEMALING MET SCHERMWAND

Op basis van de resultaten van de effectbeschrijving van de bouwmethode met schermwand kunnen maatregelen worden genomen om de milieueffecten te reduceren of zelfs te voorkomen. Voor het milieuaspect waar dat aan de orde is dit beschreven in dit hoofdstuk. Daarnaast zijn er uitvoeringsrisico's die beheerst moeten worden om ongewenste milieueffecten zo veel mogelijk te voorkomen. Deze uitvoeringsrisico's zijn samen met de beheersmaatregelen beschreven in dit hoofdstuk.

7.1 Maatregelen grondwater

De bouwfase van de wegverbreding wordt uitgevoerd met een retourbemaling. Uit de effectanalyse blijkt dat de retourbemaling leidt tot stijging van de grondwaterstanden omdat al het onttrokken grondwater uit de polderconstructie wordt geretourneerd in het eerste watervoerende zandpakket. Echter het onttrokken grondwater is deels afkomstig via de schermwand uit het eerste watervoerend pakket en deels via kwel uit het tweede watervoerend pakket. In het eerste watervoerend pakket wordt dus meer geïnfiltrerd dan wordt onttrokken uit de polderconstructie.

Om de stijghoogte- en grondwaterstandsverandering op de gebiedsfuncties te laten aansluiten dient het retourneren te worden geoptimaliseerd door:

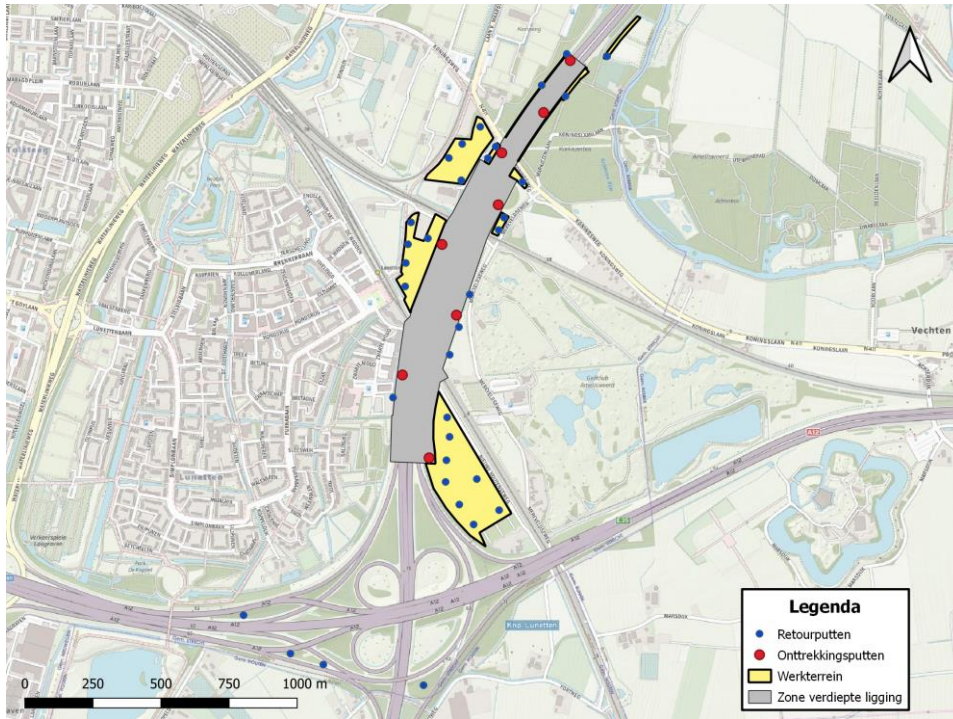
- overcapaciteit aan retourputten te installeren (ook uitwijk mogelijk eventueel (na overleg met HDSR) buiten de TB grens);
- bepaalde putten meer te laten retourneren en andere minder;
- ook retourputten in het tweede watervoerend pakket aan te brengen;
- ook kan de onttrekking gefaseerd worden uitgevoerd, waarbij de polderconstructie wordt opgedeeld in verschillende delen en na elkaar worden bemalen. Dit reduceert het onttrekkingsdebiet en daarmee het te retourneren debiet en daarmee de grondwatereffecten.

7.1.1 Optimalisatie retourbemaling aandachtsgebied Amelisweerd

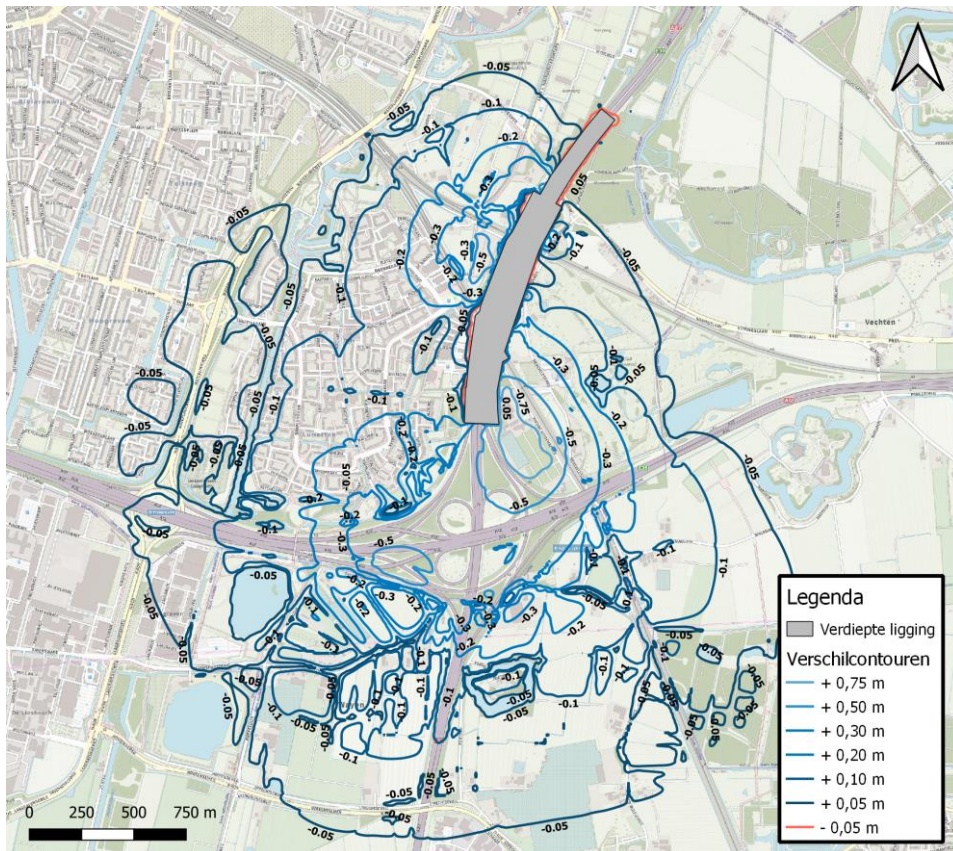
Een optimalisatie kan eenvoudig worden uitgevoerd door middel van het 'Hand aan de kraan principe' (zie hoofdstuk 2). Hiermee is het mogelijk te sturen op een effect minder dan +/- 5 centimeter ter plaatse van Amelisweerd. Deze optimalisatie vereist aanvullende iteraties in de modellering, maar geven aan dat het 'Hand aan de kraan' mogelijkheden geeft op aangewezen locaties effecten uit te sluiten. Ter illustratie van dit principe is een voorbeeldberekening uitgevoerd. Het resultaat van deze berekening is weergegeven in afbeelding 7.2.

Voor het beperken van de grondwaterstandverhogingen bij Amelisweerd zijn modelmatig een aantal extra retourputten binnen het klaverblad van de snelweg geplaatst. Vervolgens is het te retourneren debiet anders verdeeld. Meer water naar het zuiden en minder water naar het noorden. Een overzicht van de retourputten is weergegeven in afbeelding 7.1. Alle locaties liggen binnen het tracébesluit. Zoals blijkt uit de modelberekening is het grondwatereffect in Amelisweerd gemitigeerd tot minder dan 5 cm.

Afbeelding 7.1 Overzicht locaties retourbemaling voor focus optimalisatie reduceren grondwatereffecten Amelissewaard



Afbeelding 7.2 Freatische grondwaterstandseffecten bij optimalisatie retourbemaling met de focus op Amelissewaard



7.1.2 'Drain'maatregel Amelisweerd

De grondwatereffecten in Amelisweerd ontstaan door een verhoging van de grondwaterstand (in de eindfase door opstuwning voor het scherm en tijdens de bouwphase door de retourbemaling). Als deze grondwatereffecten tijdens uitvoering niet acceptabel is (dat moet blijken uit de monitoring) kan gekeken worden naar een maatregelen om de grondwaterstandsverandering te mitigeren. Echter uit de effectanalyse blijkt dat dit niet noodzakelijk is maar een optionele beheersmaatregel.

Daarnaast is deze beheersmaatregel een goede meekoppelkans voor het voeren van actief peilbeheer bij droge zomers en/of natte winters (zie ook hoofdstuk 2).

drainage of infiltratie

De verandering van de grondwaterstand bij Amelisweerd kan gemitigeerd te worden met behulp van een maatregel, waarbij water gedraineerd of geïnfilteerd wordt in het eerste watervoerende pakket. Immers de stijging (of daling) van de grondwaterstand als gevolg van de schermwand wordt veroorzaakt door een stijging of daling van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. Het compenseren van de grondwaterveranderingen in dit pakket geeft dus een grondwaterhuishouding vergelijkbaar met de situatie zonder schermwand. Er zijn meerdere opties voor drainage en infiltratie van water in het eerste watervoerend pakket direct buiten de schermwand (vanaf ca. 2 á 3 meter minus maaiveld):

- Het gebruik maken van verticale putten.
- Het toepassen van een horizontale drain met een diameter van ca. 300 mm.

Er is slechts beperkte ruimte aanwezig voor het toepassen van een mitigerende maatregel bij Amelisweerd. Er is beschikking tot een strook grond met een breedte van een aantal meter naast de bak met verdiepte ligging van de A27. Het voordeel van de horizontale drain is, dat na het aanbrengen bovengronds de strook toegankelijk blijft, waar bij de verticale putten bovengrondse systemen aanwezig zijn. In het geval een verticale put uitvalt of problemen heeft (bv. verstopping bij infiltratie), is deze vermoedelijk lastig bereikbaar. Aan de Koningswegzijde is voldoende ruimte om een bassin te plaatsen voor de onttrekking of de aanvoer van water via de drain. Een ander voordeel van een horizontale drain is, dat het risico op verstopping bij infiltratie klein is omdat er belucht zuurstofrijk grondwater wordt geïnfilteerd.

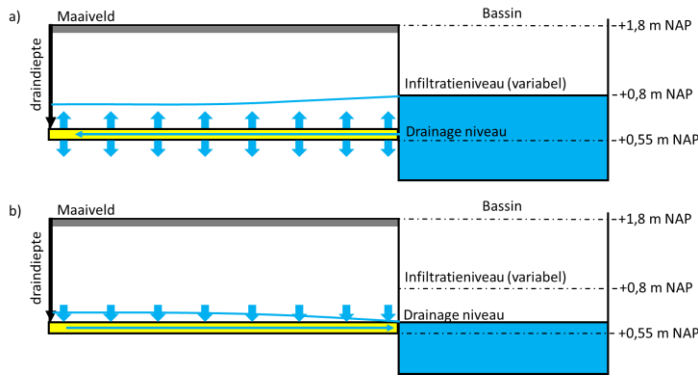
Als voor- en nadelen tegen elkaar afgewogen worden, is een horizontale drain als een duurzamere en praktisch aanvaardbaardere beheersmaatregel aan te merken. Het gebruik van een horizontale drain als mitigerende maatregel is daarom verder onderzocht in de volgende paragrafen.

In afbeelding 7.3 is een schematisatie gegeven van het principe voor de drain. In deze schematisatie is gebruik gemaakt van indicatieve getallen. Het verdere ontwerp dient nog uitgewerkt te worden met behulp van de fases schetsontwerp, voorontwerp en definitief ontwerp. Waaruit vervolgens het uitvoeringsontwerp volgt en toegepast kan worden tijdens de werkzaamheden aan de A27.

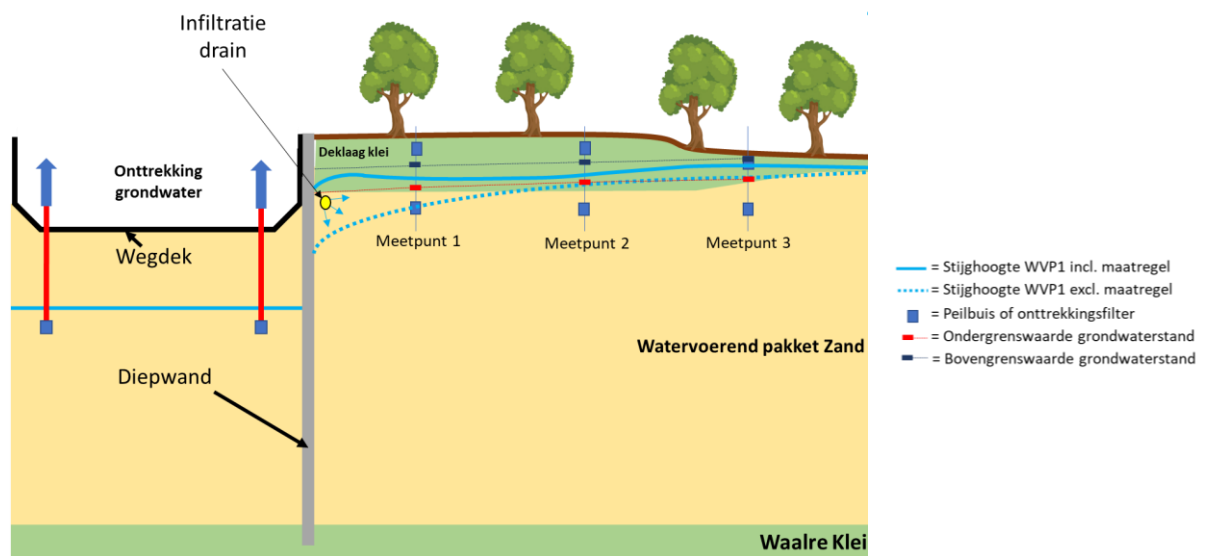
Afbeelding 7.3a beschrijft de situatie waarin de drain infiltratie van grondwater verzorgt. Het infiltratieniveau wordt op peil gehouden met behulp van pompen die het bassin blijven aanvullen. Vervolgens stroomt onder de drukwerking het water in de infiltratiedrain en voedt deze het watervoerend pakket. Afbeelding 7.3b beschrijft de drainerende werking. De grondwaterstand staat boven de aanleghoogte van de drain en onder drukwerking van de grondwaterstand in het watervoerend pakket stroomt het grondwater in de drain en voert deze het grondwater af. Pompen zijn nodig om het gedraineerde grondwater af te voeren, zodat een continue drainerende werking aanwezig blijft gedurende hoge grondwaterstanden.

De mitigerende maatregel dat de drain infiltrerend werkt is doorgerekend met behulp van het grondwatermodel. Het resultaat is indicatief weergegeven in afbeelding 7.4. Ter plaatse van de infiltratiedrain vindt ten opzichte van de referentiesituatie een lichte grondwaterverhoging plaats. Deze 'overhoogte' is benodigd om voldoende uitstralend (en verhogend) effect te creëren voor het verder gelegen gebied. Het berekend debiet voor de infiltratiedrain die volgt uit de berekeningen met het grondwatermodel bedraagt circa 30-50 m³/uur.

Afbeelding 7.3 Schematisatie a) drain bij infiltrerende werking b) drain bij drainerende werking (indicatieve getallen)



Afbeelding 7.4 Hydrologische situatie met schermwanden, bemaling en een drain die infiltreert



Boven en ondergrenzen grondwaterstanden

De maatregel in Amelisweerd met infiltratie of drainage dient te passen binnen de grondwatergrenzen die zijn afgesproken in de stuurgroep (BSG). Die grenzen houden rekening met de seizoensvariatie. Ook bij de optimalisatie van de retourbemaling dient rekening te worden gehouden met deze grenzen.

Voor het bos Amelisweerd zijn eisen gesteld aan grondwaterbeïnvloeding. De eisen zijn gericht op het beheersen van het eerste watervoerende pakket (1^e wvp), niet op het freatisch grondwaterpeil, omdat de impact van de bouwmethode ook direct op het 1^e wvp inwerkt. De grondwatergrenzen worden berekend uit de (berekende) grondwaterreeksen, de ondergrens wordt in 2 % van de tijd overschreden en de bovengrens wordt eveneens 2 % van de tijd overschreden. Met behulp van het grondwatermodel kunnen boven- en ondergrenzen in Amelisweerd vlakdekkend worden afgeleid.

Bij het bepalen van de grenswaarden wordt onderscheidt gemaakt in een aantal seizoenperioden. Er zijn drie perioden gedefinieerd, gebaseerd op het, ecologisch onderbouwde, groeiseizoen:

- winterperiode; gedefinieerd vanaf 1 oktober tot en met 15 maart;
- voorjaarsperiode; gedefinieerd vanaf 15 maart tot en met 1 juli;
- zomerperiode; gedefinieerd vanaf 1 juli tot en met 1 oktober.

De voorjaars- en zomerperiode vallen onder het groeiseizoen en de winterperiode valt buiten het groeiseizoen. Verdere detaillering van de intervallen van het groeiseizoen kan, wanneer nodig, nog bijgesteld. Buiten het groeiseizoen kan een eventueel benodigde ruimere bandbreedte in overleg met ecologen en afdeling groen van de gemeente Utrecht als acceptabel beschouwd.

Om te kunnen vaststellen of het grondwater tussen de vastgestelde grondwatergrenzen beweegt dient te worden gemonitord middels peilbuizen (zie volgende hoofdstuk).

7.2 Maatregelen geluid

Met het treffen van tijdelijke afscherpende voorzieningen kunnen alle overschrijdingen van de grenswaarden in alle periodes worden voorkomen voor zowel omwonenden als natuurwaarden in Amelisweerd. Een rij met gestapelde zeecontainers tot 9 meter hoog is, zowel voor de freesmachines als voor werkterrein, een goede mogelijkheid om een dergelijke afscherming vorm te geven. Als alternatief kan voor de freesmachines een mobiel scherm, met een breedte van 12 meter en een hoogte tot 9 meter, worden gebruikt dat met de machines mee wordt verplaatst.

7.3 Maatregelen licht Amelisweerd

De effecten van verstoring door nachtelijke verlichting kunnen beperkt worden door de spectrale compositie en de reikwijdte van de verlichting aan te passen. Door alleen gericht te verlichten binnen het rode spectrum van licht zal de verstoring van fauna beperkt kunnen worden.

7.4 Maatregelen beheersing uitvoeringsrisico's

Uitvoeringsrisico's vroegtijdig signaleren en daarmee beheersmaatregelen paraat hebben is van belang voor het voorkomen van eventuele ongewenste milieueffecten. In deze paragraaf worden de risico's met mogelijk beheersmaatregelen genoemd die verband houden met de bouwmethode bemaling met schermwand.

Risico 1

- Risico: Grondwaterstanddaling a.g.v. onvolkomenheden in schermwand.
- Effect: Beïnvloeding gebouwen door consolidatie bodem.
- Beheersmaatregel: Monitoring en herstel waterremmendheid door bijvoorbeeld groutinjecties of plaatsen extra schermwandpaneel.

Risico 2

- Risico: Uitval alle bemalingspompen.
- Effect: Inundatie A27, scheuren folieconstructie.
- Beheersmaatregel: voldoende buffer tussen bemalingsdiepte en kritische grondwaterstand binnen de schermwand, noodpompen, noodstroomvoorziening, noodlozing op open water (Kromme Rijn).

Risico 3

- Risico: Negatieve beïnvloeding vitaliteit bomen Amelisweerd door grondwaterstand boven grondwatergrens.
- Effect: Verminderde groei en sterfte bomen Amelisweerd.

- Beheersmaatregel: monitoring, minder water retourneren nabij Amelisweerd, draineren gebied d.m.v. drainvoorziening, actief water afvoeren uit sloten in het gebied.

Risico 4

- Risico: Negatieve beïnvloeding vitaliteit bomen Amelisweerd door grondwaterstand onder grondwatergrens.
- Effect: Verminderde groei, bladval en sterfte bomen Amelisweerd.
- Beheersmaatregel: monitoring, meer water retourneren nabij Amelisweerd, infiltreren van extra water in gebied d.m.v. drainvoorziening, actief water toevoeren naar bestaande sloten in het gebied.

Risico 5

- Risico: overschrijding grondwatergrenzen rond schermwand na realisatie van project t.g.v. opstuwing/verlaging door schermwand.
- Effect: Verminderde groei, bladval en sterfte bomen Amelisweerd of Park de Koppel, grondwater overlast, verdroging van groen in de omgeving (tuinen, velden).
- Beheersmaatregel: monitoring, aanbrengen drain/infiltratie voorziening rond de wand om water om te leiden van ene naar andere zijde, verwijderen/uitboren extra delen van schermwand rond foliepolder waarmee de schermwanden doorlatender worden.

Risico 6

- Risico: Onvoorziene omgevingsbeïnvloeding door hogere doorlatendheid schermwand of bodemafluiting en hogere bemalingsdebieten.
- Effect: Verminderde groei, bladval en sterfte bomen Amelisweerd of Park de Koppel, grondwater overlast, verdroging van groen in de omgeving (tuinen, velden).
- Beheersmaatregel: monitoring, aanbrengen gerichte retourbronnen om effecten te compenseren, aanbrengen drain/infiltratie voorzieningen rond de wand.

Risico 7

- Risico: Verstopping van de infiltratiebronnen tijdens de retourbemaling.
- Effect: Onvoorziene omgevingsbeïnvloeding (meer grondwaterstandsverlaging), lozing naar open water.
- Beheersmaatregel: frequent onderhoud bronnen, monitoring, aanbrengen extra infiltratiecapaciteit in het eerste watervoerend pakket als in het tweede watervoerend pakket.

Risico 8

- Risico: grondwateroverlast bij gebouwen
- Effect: Onvoorziene omgevingsbeïnvloeding (meer grondwaterstandsstijging, water in de kruipruimte).
- Beheersmaatregel: Hand aan de kraan principe, gericht aanbrengen drainage.

Monitoring is belangrijk om ongewenste effecten tijdig te kunnen vaststellen. (Zie volgend hoofdstuk).

8

MONITORING

8.1 Grondwater

De huidige situatie wordt reeds gemonitord met een grondwatermeetnet (zie hoofdstuk 4). Om de grondwatereffecten van de ingreep goed te kunnen monitoren en om de gedefinieerde boven- en ondergrenswaardes goed te kunnen bewaken dient het meetnet te worden uitgebreid met waarnemingspunten in het freatische en het eerste en tweede watervoerend pakket. Hiervoor wordt bij de nadere uitwerking van de ontwerp oplossingen een monitoringsplan opgesteld.

Uit de eisen van Rijkswaterstaat komt voort dat gebruik gemaakt moet worden van een frequentie van 1x per uur per meetpunt. Het systeem moet real-time, online inzicht bieden in de actuele grondwaterstanden en het verloop van de grondwaterstanden in de tijd. Elk meetpunt dient individueel op elk moment op afstand uitleesbaar te zijn.

Na de aanlegwerkzaamheden blijft Rijkswaterstaat gedurende 5 jaar monitoren en in geval van problemen zal de monitoring ook daarna nog worden voortgezet.

8.2 Natuur

De berekende GVG veranderingen als gevolg van de bouwmethode met schermwand liggen in een relevant bereik voor het natuurbeheertype Haagbeuken- en essenbos. Daarom is het raadzaam om de effecten van de ingreep in de praktijk goed te volgen met behulp van *grondwaterstandsmonitoring*. Er dient met name te worden gemeten op de locaties waar effecten op de vitaliteit van de bomen worden verwacht. Het bestaande grondwater-meetnet moet desgewenst worden aangepast zodat er voldoende meetpunten aanwezig zijn op locaties waar effecten worden verwacht.

8.3 Gebouwen

Bij nadere uitwerking van de ontwerp oplossingen zal een invloedscontour bepaald worden. Objecten binnen deze contour zullen tijdens de realisatie bewaakt worden d.m.v. een monitoringprogramma. Gebruikelijk is deze contourlijn te bepalen op de locatie waar rekenkundig te verwachten zettingen aan het maaiveld 1mm bedragen.

Binnen deze contour zal per object bepaald worden welke vorm van monitoring noodzakelijk is. Hierbij kan worden gedacht aan het plaatsen van reflectoren op gevels van gebouwen, welke handmatig of automatisch worden ingemeten met een vast interval. In gevallen waar een grote invloed verwacht wordt of monitoring met reflectoren niet toereikend is, kunnen bijvoorbeeld automatische waterpassystemen worden ingezet.

Omdat de grootste invloed op objecten in de omgeving verwacht wordt door het vervormen van de schermwand als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand en het ontgraven van het talud in de foliepolders, zullen ook inclinometerbuizen in de wand worden opgenomen. Hierdoor kunnen de vervormingen van de wand (in diepsterichting) gemeten worden.

Op basis van de berekeningen zullen grenswaarden gesteld worden aan de toegelaten beïnvloeding van de objecten. Door het instellen van een 'stoplichtsysteem' kan tijdens de uitvoering bewaakt worden of objecten zicht nog (ruim) binnen de toegelaten waarden bevinden (groen), deze de maximale waarde benaderen (oranje) of overschrijden (rood).

9

REFERENTIES

- Bartholomeus, R. (januari 2010). Climate change threatens endangered plant species by stronger and interacting water related stresses.
- Deltares. (februari 2019). *A27 Ring Utrecht - Nul situatie en autonome ontwikkeling bos Amelisweerd*.
- Deltares. (2009). *Ontwikkeling HDSR hydrologisch modelinstrumentarium-HYDROMEDAH Deelrapport 1 Beschrijving MODFLOW-model*.
- Deltares. (november 2018). *A27 Ring Utrecht - Interpretatie geohydrologische proeven*.
- Deltares. (november 2019). *Monitoring vitaliteitsontwikkeling 2019 Amelisweerd*.
- RHDHV. (april 2019). *Rapportage bouwlawaai verdiepte ligging A27*.
- Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed. (2020). Archeologie in Nederland - AMK en IKAW webviewer.
- Rijkswaterstaat. (oktober 2018 en mei 2019). *Ring Utrecht Bestuurlijke randvoorwaarden en contracteisen bouwmethode verdiepte ligging A27*.
- Runhaar en Hennekens. (2015). *Hydrologische Randvoorwaarden Natuur*.
- Runhaar en Jansen. (februari 2005). *Toetsing van het verband tussen het aandeel xerofyten en de droogtestress onder verschillende omstandigheden*.
- Sweco. (maart 2016). *Milieueffectrapportage (MER) A27A12 Ring Utrecht, Tweede Fase*.
- Sweco. (september 2019). *Effecten van bouwmethode verdiepte ligging A27/A12 Ring Utrecht op beschermde natuurwaarden*.
- Vestigia. (juni 2018). *Risicoanalyse archeologie grondwateronttrekking*.
- Vestigia. (september 2018). *Memo risico's en aandachtspunten archeologie Nieuwe Uitvoeringsvariant Tunnelbak A27*.
- WEnR. (december 2018). *Vitaliteit en groei van bomen in relatie tot bodem en grondwater in Amelisweerd: verdiepingsslag*.

