

**2<sup>o</sup> fase MER RijnlandRoute,  
Achtergrondrapport bodem en  
grondwater**

Achtergrondrapport bij het  
MER RijnlandRoute 2e fase

**Opdrachtgever**

Provincie Zuid-Holland,  
Directie Ruimte en Mobiliteit  
de heer A. Gerritsen  
Postbus 90602  
2509 LP 'S-GRAVENHAGE

**Adviesbureau**

Geofox-Lexmond bv  
Duitslandweg 7  
Postbus 143  
2410 AC BODEGRAVEN  
Tel. 0172 - 614255  
Fax 0172 - 612226

**Status**

definitief

**Datum**

9 maart 2011

**Projectnummer**

20101159/PVIA

**Auteurs**

Dhr. R.B.G. Stroot / dhr. E.J.G. Stamsnijder

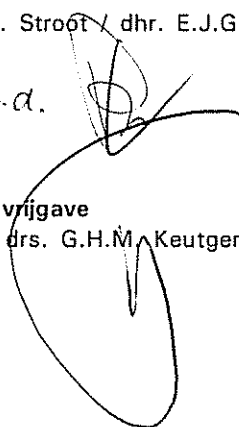
Paraaf:

b.d.

**Controle / vrijgave**

de heer ir. drs. G.H.M. Keutgen

Paraaf:



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
1.2	Dit achtergrondrapport	1
1.3	Inhoud van dit rapport	1
<b>2</b>	<b>De voorgenomen activiteit</b>	<b>2</b>
2.1	Inleiding	2
2.2	Plangebied en studiegebied	2
2.3	Alternatieven en varianten	2
2.4	Toetsingscriteria	5
<b>3</b>	<b>Aspect 1: Grondwaterstroming/-standen</b>	<b>6</b>
3.1	Inleiding	6
3.2	Wet- en regelgeving	6
3.3	Onderzoeksmethodiek	6
3.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	6
3.5	Effecten van de varianten	6
3.5.1	Tracélengte waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd	6
3.5.2	Oppervlakte waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling	9
3.5.3	Samenvatting effecten op grondwaterstroming	12
<b>4</b>	<b>Aspect 2: Bodemverontreiniging</b>	<b>13</b>
4.1	Inleiding	13
4.2	Wet- en regelgeving	13
4.3	Onderzoeksmethodiek	13
4.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	14
4.5	Effecten van de varianten	15
4.5.1	Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied	15
4.5.2	Aantal gedempte sloten binnen aanleggebied	16
4.5.3	Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling	18
4.5.4	Samenvatting effecten op bodemverontreiniging	20
<b>5</b>	<b>Aspect 3: Zetting</b>	<b>21</b>
5.1	Inleiding	21
5.2	Wet- en regelgeving	21
5.3	Onderzoeksmethodiek	21
5.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	21
5.5	Effecten van de varianten	22
5.5.1	Oppervlakte zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling	22
5.5.2	Oppervlakte bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling	24
5.5.3	Samenvatting effecten op zetting	27
<b>6</b>	<b>Aspect 4: Grondverzet</b>	<b>28</b>
6.1	Inleiding	28
6.2	Wet- en regelgeving	28
6.3	Onderzoeksmethodiek	28

6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	28
6.5	Effecten van de varianten	28
6.5.1	Hoeveelheid (m <sup>3</sup> ) grondverzet	28
<b>7</b>	<b>MMA en mitigerende maatregelen</b>	<b>30</b>
7.1	Welk tracéalternatief als basis voor het MMA	30
7.2	Mitigerende maatregelen	30
<b>8</b>	<b>Leemte in kennis en monitoringsprogramma</b>	<b>32</b>

#### **Bijlagen**

1	Situatie met aanlegdiepten
2	Geohydrologische gegevens
3	Invloedsgebied

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De provincie Zuid-Holland heeft het voornemen de RijnlandRoute te realiseren. Deze weg moet de oost-west verbinding vormen tussen de A4 en de A44 in de regio Leiden/Voorschoten/Katwijk. Voor de realisering van de RijnlandRoute wordt een inpassingsplan opgesteld. Ter ondersteuning van de planontwikkeling en ter onderbouwing van de besluitvorming door provinciale staten wordt de procedure voor een milieueffectrapportage (MER) doorlopen.

De RijnlandRoute is van groot belang voor de regio rondom Leiden en Katwijk. In de komende jaren worden daar 30.000 woningen gebouwd, de locatie Valkenburg wordt ontwikkeld met veel ruimte voor wonen, bedrijven en recreatie. Twee projecten uit het Randstad Urgentieprogramma liggen in deze regio: het BioScience Park in Leiden en de Greenport Duin- en Bollenstreek. Zonder een goede oost-westverbinding komt de bereikbaarheid van de Leidse Regio en de Duin- en Bollenstreek als gevolg van deze ontwikkelingen onder druk te staan.

## 1.2 Dit achtergrondrapport

Het voorliggende rapport betreft het achtergrondrapport bodem en grondwater, behorende bij de 2<sup>e</sup> fase van het milieueffectrapport (MER) RijnlandRoute. In het MER zijn de milieueffecten van de varianten voor de (nieuwe) wegverbinding tussen Leiden en Katwijk beschreven voor alle relevante milieuthema's. Mede op basis van het MER neemt provincie Zuid-Holland in overleg met haar partners een besluit over het tracé en de uitvoeringswijze voor de RijnlandRoute. Als basis voor het MER zijn er verschillende thematische achtergrondrapporten opgesteld. Hierin is per (milieu)aspect een effectbeschrijving opgenomen inclusief een overzicht van mogelijke mitigerende en compenserende maatregelen (samengevat in hoofdstuk 7). Voor een uitgebreidere toelichting op de achtergrond van het project, de alternatieven etc. wordt verwezen naar het MER.

## 1.3 Inhoud van dit rapport

De voorgenomen activiteit en de beschouwde alternatieven zijn beschreven in hoofdstuk 2. De daarop volgende hoofdstukken beschrijven per milieuaspect alle informatie inclusief de effecten van de beschouwde alternatieven. De laatste twee hoofdstukken bevatten de effecten van het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) en mitigerende maatregelen, de leemten in kennis en de voorzet voor het monitoringprogramma.

## 2 De voorgenoemen activiteit

### 2.1 Inleiding

De voorgenoemen activiteit bestaat uit het verbeteren van de doorstroming in oost-west richting tussen de A4 en de A44 in de regio Leiden/Voorschoten/Katwijk middels de realisatie van de RijnlandRoute. Bij deze route gaat het om een nieuwe weg ten zuidwesten van Leiden en/of om aanpassing van de bestaande N206 (onder meer de Churchillaan door Leiden).

### 2.2 Plangebied en studiegebied

Het plangebied is weergegeven in figuur 2.1. Naast het plangebied is ook het begrip studiegebied van belang. Het studiegebied is het gebied tot waar significante milieueffecten kunnen reiken.

### 2.3 Alternatieven en varianten

Er is sprake van een referentiesituatie, drie tracéalternatieven met varianten en een Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA). De drie tracéalternatieven zijn weergegeven in figuur 2.1.

#### Referentiesituaties

Een MER kijkt altijd in de toekomst. Voor dit MER geldt het jaar 2020 als referentiesituatie. De toestand van het milieu in de referentiesituatie 2020 wordt gebaseerd op de bestaande situatie van het milieu, samen met de gevolgen van de zogenaamde autonome ontwikkeling. Voorbeelden van dergelijke autonome ontwikkelingen zijn de uitbreiding van het BioScience park en de herstructurering van vliegveld Valkenburg.

#### Tracéalternatieven/varianten

Voor de RijnlandRoute is sprake van drie tracéalternatieven met totaal zeven varianten (zie figuur 2.1 en tabel 2.1).

**Tabel 2.1 Tracéalternatieven met varianten**

Tracéalternatief	Variant
N11-west	N11-west 2
	N11-west 4
Zoeken naar balans	ZnB
	ZnB A
	ZnB F
Churchill Avenue	Churchill Avenue
	Churchill Avenue gefaseerd



Figuur 2.1 Plangebied inclusief topologie en ligging van de tracé-alternatieven

#### N11-west 2

Dit is het tracéalternatief ten zuiden van Leiden en door Voorschoten met 2x2 rijstroken en een parallelstructuur aan de westzijde van de A44. Variant 2 bevat een verdiepte ligging ten zuiden van Leiden en een verdiepte ligging via bestaande ruimtereservering door Voorschoten.

#### N11-west 4

Variant N11-west 4 heeft dezelfde ligging als N11-west 2 maar dan met een verdiepte ligging ten zuiden van Leiden en een tunnel onder Voorschoten.

#### *Zoeken naar Balans (ZnB)*

Dit is het tracéalternatief naar aanleiding van het onderzoek dat het Rijk, de provincie en Holland Rijnland gezamenlijk hebben gehouden en dat geresulteerd heeft in het IBHR<sup>1</sup>-rapport (oktober 2009).

Deze variant ligt grotendeels op hetzelfde tracé als de N11-west varianten. Enkele kenmerken:

- Inpassing met een tunnel van 600 meter door Voorschoten.
- Een half verdiepte ligging ten zuiden van Stevenshof.
- Verbreding van de A44.

#### *ZnB A (faseringsvariant)*

In deze variant komt er geen nieuwe verbinding tussen de A4 en A44. Wel wordt een aantal maatregelen uitgevoerd (die in elk alternatief passen) aan de oost- en westzijde van Leiden:

- De ontsluiting van Leiden aan de oostzijde wordt verbeterd door realisatie van de bypass Oostvlietpolder.
- Aan de westzijde wordt de Tjalmaweg verbreed tot 2x2 rijstroken en de knoop Leiden West wordt aangepakt.

#### *ZnB F (faseringsvariant)*

ZnB F betreft een 1<sup>e</sup> fase van de volledige ZnB. De verschillen betreffen:

- Eén aansluiting voor Nieuw Valkenburg.
- Een halve aansluiting bij Maaldrift.
- Tweemaal een eenbaansweg tussen de A4 en A44. Tunnels en viaducten worden wel gedimensioneerd op een toekomstige uitbreiding naar tweemaal een tweebaansweg.

#### *Churchill Avenue (CA)*

Dit is het tracéalternatief via de bestaande route door Leiden (N206). Er is voorzien in tunnels onder de Lelylaan en onder de Churchillaan.)

#### *CA gefaseerd*

In deze variant worden in een eerste fase 2x2 rijstroken beschikbaar gesteld en daarbij komt een tunnelfasering, die nader te bepalen is.

---

<sup>1</sup> IBHR: Integrale Benadering Holland Rijnland

## 2.4 Toetsingscriteria

Tabel 2.2 Aspecten en toetsingscriteria voor thema Bodem en grondwater

Aspect	Toetsingscriterium
Grondwaterstroming	1) Tracélengte (km) waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd
	2) Oppervlakte (ha) waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling
Bodemverontreiniging	3) Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied
	4) Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied
	5) Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling
Zetting	6) Oppervlakte (ha) zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling
	7) Oppervlakte (ha) bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling
Grondverzet	8) Hoeveelheid (m <sup>3</sup> ) grondverzet

Berekeningen zijn uitgevoerd voor de twee maatgevende varianten: Zoeken naar Balans (ZnB) en Churchill Avenue (CA). Voor beide varianten zijn over de volledige tracélengte alle aanlegdiepten in een GIS-database ingevoerd, op basis waarvan de bemalingsnoodzaak alsmede de invloedsgebieden van de bemalingen zijn berekend. De effectbeoordelingen voor deze beide varianten zijn gebaseerd op de uitkomsten van de berekeningen. De effectbeoordelingen voor de overige vijf varianten dienen te worden gezien als een 'doorvertaling' hiervan. Aangezien de overige varianten qua inrichting verschillen met de berekende "worst-case" varianten, echter qua ligging overeenkomen zou dit, in geval van een berekening voor alle varianten, niet leiden tot significante verschillen dan wel andere resultaten in effectbeoordeling. Een doorvertaling in plaats van berekening, is daarmee geoorloofd.

Opgemerkt wordt dat voorafgaand aan de werkzaamheden altijd gedetailleerde berekeningen en modellering plaatsvinden om invloed en de effecten van de bemaling te bepalen, zoals voorgeschreven volgens een stelsel van meldingen en vergunningverlening. Negatieve invloeden kunnen (en moeten) meestal grotendeels worden tegengegaan of voorkomen door het nemen van mitigerende maatregelen. Negatieve effecten als gevolg van het uitvoeren van een bemaling bestaat dan vooral hieruit dat extra inspanning moet worden verricht om schade of negatieve invloed tegen te gaan.

### **Kader 1 Niet relevante criteria**

#### Opstuwung voor aspect 1: Grondwaterstroming/-standen

Opgemerkt wordt dat de effectbepaling uitgaat van de situatie in de aanlegfase, dus van een tijdelijke ingreep. Het plaatsen van ondergrondse infrastructuur zoals tunnelbakken kan tijdens de beheersfase (exploitatiefase) mogelijk ook een effect hebben op de grondwaterstroming, een vorm van barrièrewerking, die in theorie opstuwung van het grondwater aan één zijde kan veroorzaken. In onderhavige situatie is sprake van een deklaag met relatief slecht doorlatend bodemmateriaal. In dergelijke bodemlagen is meestal sprake van een verticale stromingscomponent die groter is dan de horizontale component. Derhalve mag er vanuit worden gegaan dat van barrièrewerking geen of nauwelijks sprake zal zijn (niet significant) en is dit criterium niet meegenomen in de effectbepaling.

#### Grondwaterbescherming voor aspect 2: Bodemverontreiniging

Binnen het invloedsgebied van de bemaling komen geen grondwaterbeschermingszones voor. Derhalve is dit criterium niet meegenomen in de effectbepaling.



## **3 Aspect 1: Grondwaterstroming/-standen**

### **3.1 Inleiding**

Om de verschillende varianten in den droge uit te kunnen voeren is het (deels) noodzakelijk de grondwaterstand tijdelijk te verlagen. Als gevolg van de bemaling kunnen (tijdelijke) wijzigingen in de grondwaterstroming ontstaan. Als gevolg van deze wijzigingen kunnen negatieve effecten optreden. In onderhavig aspect zijn de toetsingscriteria ten aanzien van grondwaterstroming verder uitgewerkt.

### **3.2 Wet- en regelgeving**

De waterwet is in werking getreden op 22 december 2009. De Waterwet vervangt circa 7 verschillende wetten (o.a. Wvo en Grondwaterwet). De Waterwet is onder andere van toepassing op onttrekkingen, lozingen die direct in het oppervlaktewater plaatsvinden en lozingen direct op de RWZI. Het beleid ten aanzien van grondwater is er op hoofdlijnen op gericht om voldoende (zoet)water van goede kwaliteit op de juiste plek te krijgen en te houden.

### **3.3 Onderzoeksmethodiek**

Voor het aspect grondwaterstroming zijn de volgende toetsingscriteria gehanteerd:

1. *Tracélengte waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd*
2. *Oppervlakte waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling*

Een nadere toelichting op de toetsingscriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingscriterium opgenomen in paragraaf 3.5.

### **3.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen**

Voor een beschrijving van de huidige geohydrologische situatie wordt verwezen naar bijlage 2.

### **3.5 Effecten van de varianten**

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect grondwaterstroming.

#### **3.5.1 Tracélengte waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd**

##### Effectbepaling

Om de effecten op het grondwater te kunnen beoordelen is de tracélengte waar bemaling nodig is en waar spanningsbemaling nodig is bepaald. Hoe groter de lengte van de bemaling hoe groter de tijdelijke ingreep in de grondwaterhuishouding en hoe groter de negatieve effecten.

Op basis van de gegevens van de grondwaterstanden en de door de opdrachtgever aangeleverde schetsontwerpen is een (globale) analyse gemaakt van de bemalingsnoodzaak tijdens de geplande werkzaamheden. Hierbij zijn voor varianten "Zoeken naar Balans" en "Churchill Avenue" de aanlegdiepten geschematiseerd in beeld gebracht (zie bijlage 1), waarbij

een onderverdeling op meterniveau is gemaakt. Uit de tekeningen kan worden geconcludeerd dat de aanlegdiepte relatief sterk fluctueert, met waarden van minimaal + 6 m t.o.v. NAP (circa 6 m+ mv) tot maximaal -11,5 m t.o.v. NAP (circa 11,5 m-mv).

Aangezien de grond verdicht dient te worden, zal de grondwaterstand bij de drooglegging 0,5 m extra worden verlaagd ten opzichte van de gemiddelde aanlegdiepte. Op basis van de hoogst gemeten grondwaterstand (0,2 m t.o.v. NAP, zie tabel 3 in bijlage 2) en de aanlegdiepte is de bemalingsnoodzaak bepaald. Daar waar de aanlegdiepte lager is dan 0,7 m t.o.v. NAP, zal derhalve een bemaling noodzakelijk zijn. In onderstaande tabel is een specificatie gemaakt van de tracélengte waarin bemaling toegepast dient te worden en het gedeelte waarin geen bemaling noodzakelijk zal zijn.

*Tabel 3.1 Specificatie bemaling in geval van hoogste grondwaterstand*

<b>Variant</b>	<b>Maaiveldhoogte</b> (m t.o.v. NAP)	<b>Lengte totaal</b> (km)	<b>Tracé zonder bemaling</b> (km)	<b>Tracé met bemaling</b> (km)
Zoeken naar Balans	0,3	12	2,8	9,2
Churchill Avenue	0,3	8,3	0,9	7,4

Opgemerkt wordt dat is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. Dit betreft een worst-case benadering aangezien het in de praktijk mogelijk is dat voor de diepste delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast, zonder of met een verminderde bemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket.

**Effectbeoordeling**

Als gevolg van bemalingsnoodzaak kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien de bemaling tijdelijk van aard is en effect relatief eenvoudig is te mitigeren met behulp van retourbemaling.

Tabel 3.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 3.3 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondwaterstroming	1. Tracélengte (km) waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd	n.v.t.	4 à 6	4 à 6	9,2	0	2 á 3	7,4	5 á 7

### 3.5.2 Oppervlakte waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling

#### Effectbepaling

Aangezien de bemalingswerkzaamheden worden uitgevoerd in de deklaag is er mogelijk sprake van risico's voor opbarsten van de putbodern. In dat geval dient een spanningsbemaling in het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket uitgevoerd te worden. Opgemerkt wordt dat is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. Dit betreft een worst-case benadering aangezien het in de praktijk mogelijk is dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde bemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket.

Om te bepalen waar spanningsbemaling toegepast dient te worden zijn opbarstrisico's bepaald conform NEN 6740. Voor de berekening is uitgegaan van de geohydrologische uitgangspunten zoals opgenomen in bijlage 2 en 3 en een berekening zonder extra verticale tegendruk. Hierbij is per meter verlagingsniveau in de deklaag het eventueel benodigde verlagingsniveau van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (spanningsbemaling) berekend.

In onderstaande tabel is het resultaat van de berekening opgenomen.

Tabel 3.4 Specificatie spanningsbemaling ter voorkoming opbarsten putbodern

Ontgravingsniveau deklaag (m t.o.v. NAP)	Verlagingsniveau deklaag (m t.o.v. NAP)	Noodzakelijk verlagingsniveau 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket (m t.o.v. NAP)	Verlaging t.o.v. gemiddelde stijghoogte in 1 <sup>e</sup> watervoerend pakket m
- 5,5	-6,0	-	-
-6,5	-7,0	-	-
-7,5	-8,0	-2,7	1,6
-8,5	-9,0	-3,7	2,6
-9,5	-10,0	-6,8	5,7
-10,5	-11,0	-8,6	7,5
-11,5	-12,0	-10,3	9,2

Uit de berekeningen is gebleken dat er tot - 6,5 m t.o.v. NAP geen risico's bestaan voor opbarsten van de putbodern (zekerheidsfactor is 1,05 en moet groter zijn dan 1). Vanaf een aanlegdiepte van -6,5 m t.o.v. NAP zal derhalve een spanningsbemaling in het eerste watervoerend pakket noodzakelijk zijn.

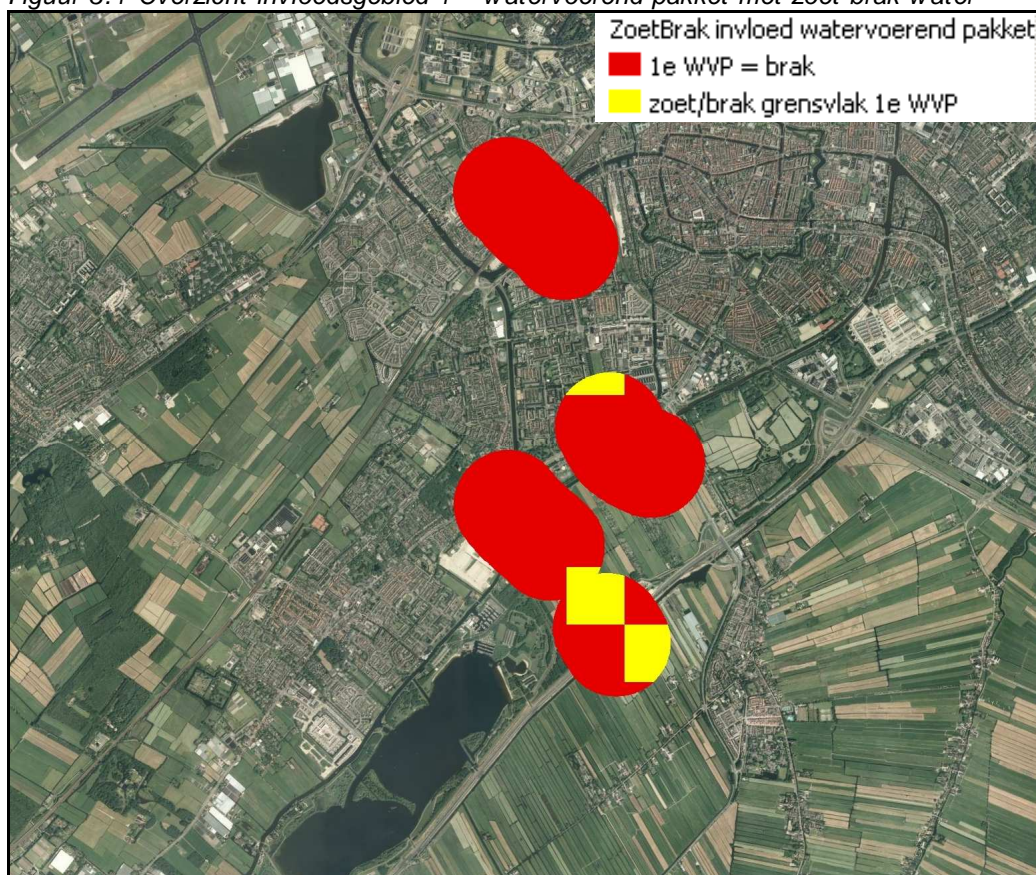
Als gevolg van de spanningsbemaling kan binnen het invloedsgebied van de bemaling in het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket brak (zout) grondwater worden onttrokken. Naarmate meer brak/zout grondwater wordt onttrokken kunnen meer negatieve effecten optreden (bijvoorbeeld effecten op flora en fauna bij lozing op oppervlaktewater, verstoring natuurlijke grens zoet-brakwatergrens etc.) dan wel gecompenseerd moeten worden.

Om de mate van op te pompen hoeveelheid brak water te bepalen is gebruik gemaakt van een gebiedsdekkende kaart van Provincie Zuid-Holland betreffende de zoet-brak grondwatervoorkomens. Hierbij is de volgende klassering gehanteerd:

1. Brak 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket;
2. Zoet/brak-grensvlak 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket;
3. Zoet 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket.

Om de mate van invloed van brak grondwater te bepalen is middels GIS de zoet-brak grondwaterkaart samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Het resultaat van deze samenvoeging is opgenomen in onderstaande figuur (rood: brak 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket, geel zoet/brak-grensvlak).

Figuur 3.1 Overzicht invloedsgebied 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket met zoet-brak water



Op basis hiervan is de oppervlakte per klasse berekend. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 3.5 Oppervlakte zoet-brak waterklasse binnen invloedsgebied 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket

Gevoeligheidsklasse	oppervlakte Zoeken naar Balans (hectare)	oppervlakte Churchill Avenue (hectare)
Brak 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	160	246
Zoet/brak grensvlak 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	42	8
Zoet 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	0	0

Effectbeoordeling

Als gevolg van spanningsbemaling kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien de spanningsbemaling tijdelijk van aard is en effect relatief eenvoudig is te mitigeren met behulp van retourbemaling.

Tabel 3.6 *Beoordelingsmethodiek*

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 3.7 *Beoordeling*

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondwaterstroming	2. Oppervlakte (ha) waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling	n.v.t.	0-25	25-160	160	0	0-25	246	25-246

### 3.5.3 Samenvatting effecten op grondwaterstroming

Een samenvatting van de effecten op het aspect grondwaterstroming is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.8 Effecten op het aspect grondwaterstroming

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondwaterstroming	1. Tracélengte (km) waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd	n.v.t.	4 à 6	4 à 6	9,2	0	2 á 3	7,4	5 á 7
	2. Oppervlakte (ha) waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling	n.v.t.	0-25	25-160	160	0	0-25	246	25-246

## 4 Aspect 2: Bodemverontreiniging

### 4.1 Inleiding

Als gevolg van de aanleg en bemaling van de varianten kunnen bodemverontreinigingen worden aangetroffen tijdens de graafwerkzaamheden en/of worden aangetrokken als gevolg van de bemalingswerkzaamheden. Afhankelijk van de ernst en spoedeisendheid van de sanering van de bodemverontreiniging zullen hiervoor bepaalde maatregelen / voorwaarden gelden. In onderhavig aspect zijn de toetsingscriteria ten aanzien van bodemverontreinigingen verder uitgewerkt.

### 4.2 Wet- en regelgeving

Ten aanzien van het aspect bodemverontreiniging is de wet bodembescherming (Wbb) van toepassing welke het wettelijk kader bevat ten aanzien van het bodembeleid. De wet en het beleid zijn erop gericht de bodemverontreinigingsproblematiek binnen vijftientig jaar te beheersen, waarbij de bodemsaneringen beter aansluiten bij de maatschappelijke dynamiek.

In de Wet bodembescherming (Wbb) wordt onderscheid gemaakt tussen gevallen van ernstige bodemverontreiniging waarbij aanvaardbare risico's aanwezig zijn en gevallen waarbij onaanvaardbare risico's aanwezig zijn. Een officiële toewijzing naar één van beide categorieën geschiedt door het bevoegd gezag en wordt vastgelegd in een beschikking. Bij gevallen met een onaanvaardbaar risico geldt dat een spoedige sanering noodzakelijk is. Dit houdt in dat binnen 4 jaar na afgifte van de beschikking "ernst en spoed" met de sanering moet zijn begonnen. In het saneringsplan wordt weergegeven hoe de onaanvaardbare risico's worden weggenomen en op welke termijn. Voor de aanpak van gevallen met een niet onaanvaardbaar risico (niet-spoedeisend) is er een keuze mogelijk in het moment van saneren wat vooral af zal hangen van de ontwikkeling van de locatie.

### 4.3 Onderzoeksmethodiek

Voor het aspect bodemverontreiniging zijn de volgende toetsingscriteria gehanteerd:

3. *Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied.*
4. *Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied.*
5. *Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied.*

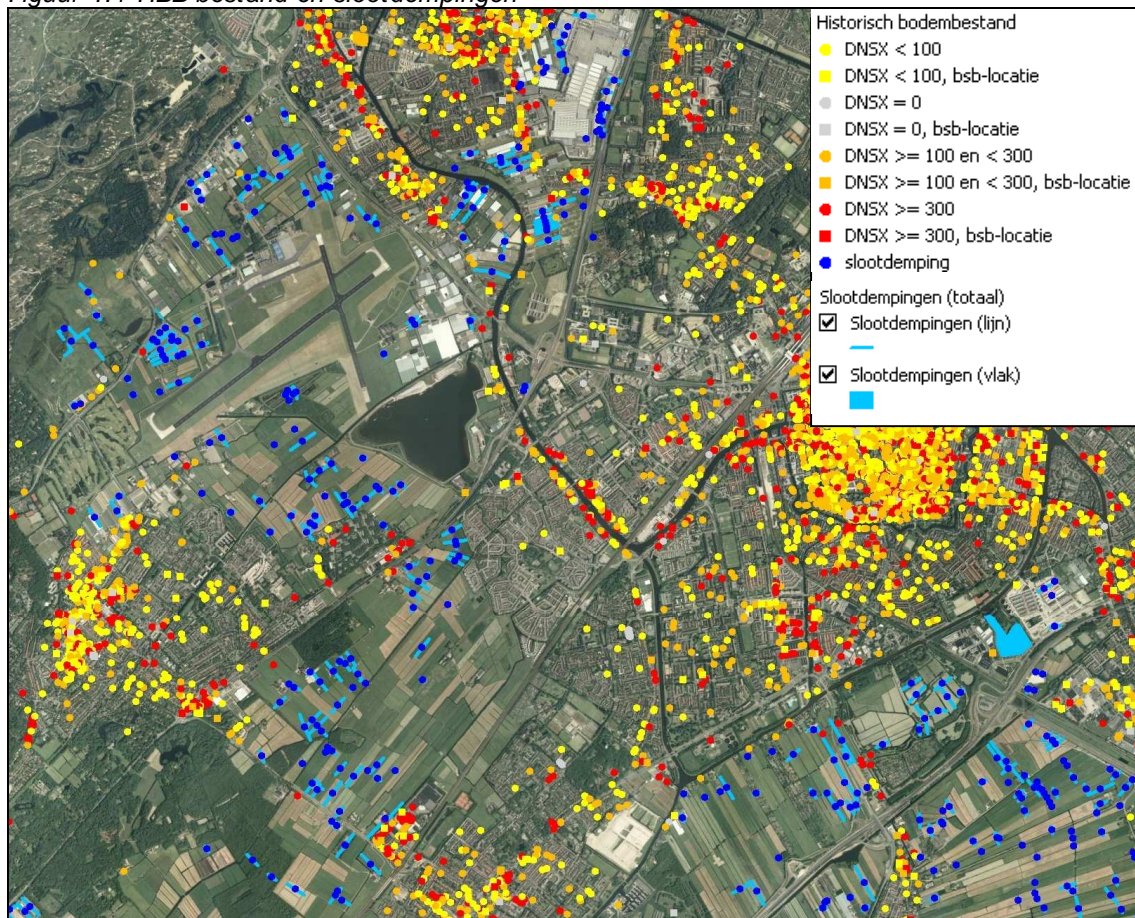
Een nadere toelichting op de toetsingcriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingcriterium opgenomen in paragraaf 4.5.



#### 4.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

In onderstaande figuur is de situering van historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging en het aantal slootdempingen opgenomen.

Figuur 4.1 HBB bestand en slootdempingen



In bovenstaande figuur is op puntlocatieniveau de DNSX-score opgenomen. Een DNSX-score groter dan 100 wil zeggen dat op basis van de dominante UBI-code, mogelijk sprake is van een potentieel geval van ernstige (en mogelijk spoedeisende) bodemverontreiniging.

Naast bovengenoemde historisch verdachte locaties met een potentieel geval van bodemverontreiniging, zijn eveneens de daadwerkelijke gevallen van bodemverontreinigingen meegenomen. Deze informatie is, in verband met een scheiding van bevoegd gezag binnen het plangebied, deels afkomstig van de gemeente Leiden en een deels afkomstig van provincie Zuid-Holland. Aangezien de wijze van registratie van verontreinigingen tussen de bevoegde gezagen van elkaar verschillen, is het niet mogelijk gebleken om één kaart te maken met daarop de gegevens van beide bronnen.

## 4.5 Effecten van de varianten

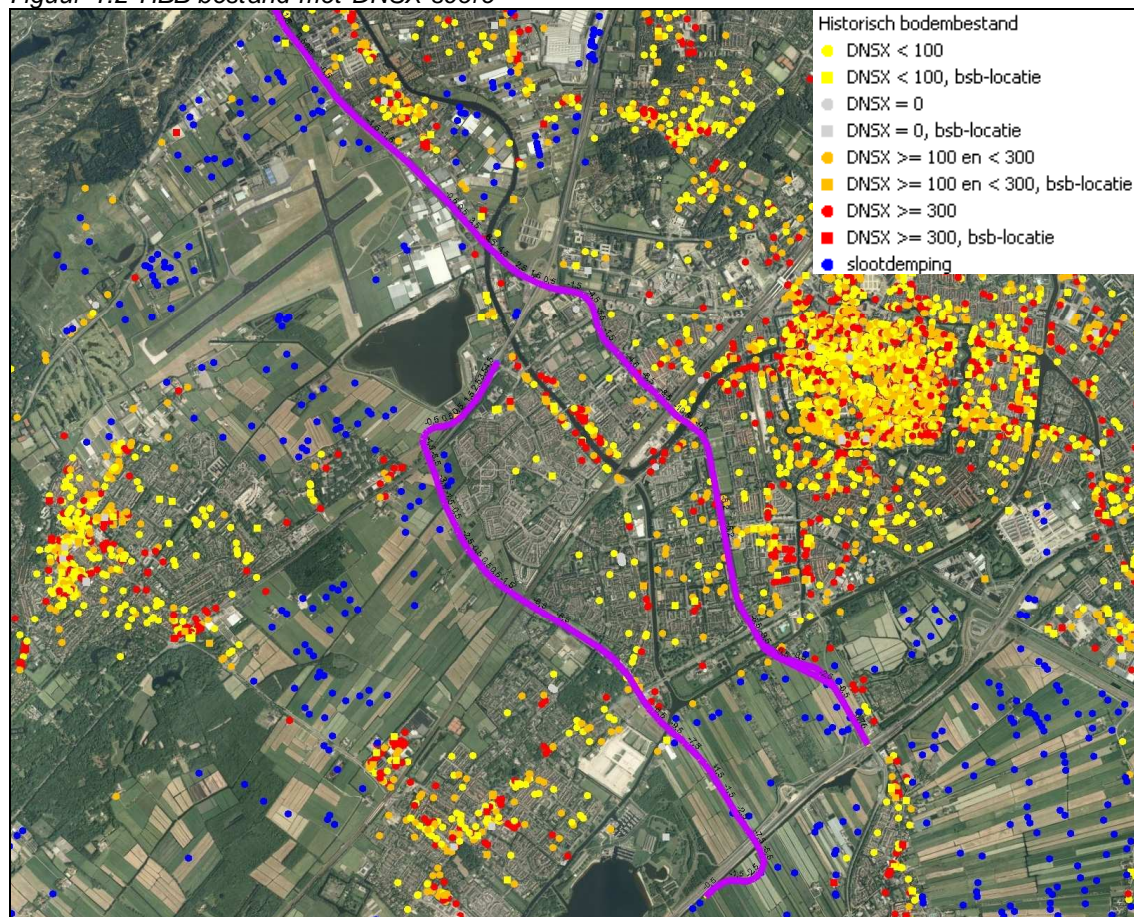
Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect bodemverontreiniging.

### 4.5.1 Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied

#### Effectbepaling

Om het aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied te kunnen bepalen, is het aanleggebied ingetekend (paarse lijnen). Hierbij is vanuit de as van de weg een werkbreedte van 30 m gehanteerd. Om het aantal locaties te bepalen met een DNSX-score groter dan 100 (locaties met een potentieel geval van ernstige (en mogelijk spoedeisende) bodemverontreiniging) is middels GIS een selectie gemaakt van het aanleggebied met het HBB bestand. Het resultaat van deze selectie is opgenomen in onderstaande figuur en tabel 4.1.

Figuur 4.2 HBB bestand met DNSX-score



Tabel 4.1: Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen aanleggebied.

Klasse	aantal locaties Zoeken naar Balans	aantal locaties Churchill Avenue
DNSX score > = 100	7	7

#### Effectbeoordeling

Opgemerkt wordt dat historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging mogelijk kunnen leiden tot een bodemsanering. Het uitvoeren van een bodemsanering is een positieve ontwikkeling en wordt derhalve ook als zodanig in onderhavige rapportage beoordeeld. De bijkomende negatieve effecten (bijvoorbeeld kosten, te nemen voorzorgsmaatregelen, tijdelijke overlast / vervoersbewegingen etc.) zijn reeds bij het aspect grondverzet meegenomen en in onderhavig criterium buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++ Groot positief effect	Aantal locaties DNSX-score > = 100 100 – 1000
+ Positief effect	Aantal locaties DNSX-score > = 100 10 – 100
0 Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect	Aantal locaties DNSX-score > = 100 0 – 10
- Negatief effect	-
-- Groot negatief effect	-

Tabel 4.3 Beoordeling

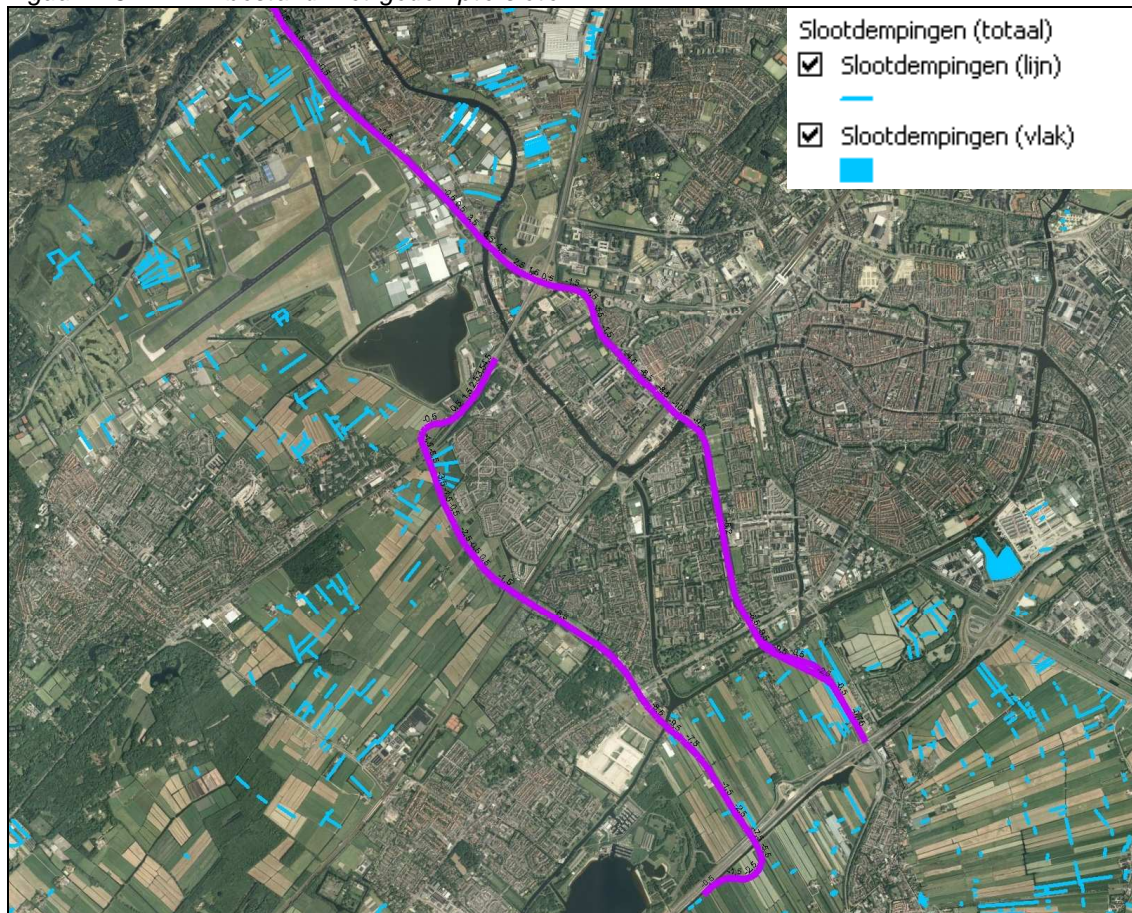
Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemverontreiniging	3. Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7

#### 4.5.2 Aantal gedempte sloten binnen aanleggebied

##### Effectbepaling

Om het aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied te kunnen bepalen, is het aanleggebied ingetekend. Hierbij is vanuit de as van de weg een werkbreedte van 30 m gehanteerd. Om de aantallen gedempte sloten te bepalen is gebruik gemaakt van het HBB-bestand van Provincie Zuid-Holland. In dit bestand zijn de slootdempingen als lijn ingetekend. In figuur 4.3 is het HBB bestand met de situering van de gedempte sloten weergegeven.

Figuur 4.3 HBB bestand met gedempte sloten



Om het aantal locaties te bepalen waarbij door de werkzaamheden een gedempte sloot wordt doorkruist, is middels GIS een selectie gemaakt van het aanleggebied met het HBB-bestand. Het resultaat van deze selectie is opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 4.4 Aantal gedempte sloten binnen aanleggebied.

Klasse	aantal locaties Zoeken naar Balans	aantal locaties Churchill Avenue
Gedempte sloten	4	2

#### Effectbeoordeling

Opgemerkt wordt dat gedempte sloten mogelijk kunnen leiden tot een bodemsanering. Het uitvoeren van een bodemsanering is een positieve ontwikkeling en wordt derhalve ook als zodanig in onderhavige rapportage beoordeeld. De bijkomende negatieve effecten (bijvoorbeeld kosten, te nemen voorzorgsmaatregelen, tijdelijke overlast / vervoersbewegingen etc.) zijn reeds bij het aspect grondverzet meegenomen en in onderhavig criterium buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.5 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 4.6 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans variant A	Zoeken naar Balans variant F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemverontreiniging	4. Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 4	0 - 4	4	0 - 4	0 - 4	2	0 - 2

#### 4.5.3 Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling

##### Effectbepaling

Om het aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied te kunnen bepalen zijn deze gegevens opgevraagd bij de gemeente Leiden (via MDWH) en de provincie Zuid-Holland. Door een verschillende registratie van verontreinigingen en/of exportmogelijkheden van de gegevens tussen de bevoegde gezagen, is het niet mogelijk gebleken om één kaart te maken met daarop de gegevens van beide bronnen. Het aantal gevallen van bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied van bevoegd gezag gemeente Leiden is derhalve geselecteerd en aangeleverd door MDWH. Het aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied van bevoegd gezag provincie Zuid-Holland kon op basis van de aangeleverde gegevens worden geselecteerd middels GIS. Het resultaat van beide selecties is opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 4.7: Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied.

Klasse	aantal locaties Zoeken naar Balans	aantal locaties Churchill Avenue
Ernstig geval van bodemverontreiniging	5	0

Effectbeoordeling

Opgemerkt wordt dat een geval van ernstige bodemverontreiniging uiteindelijk zal leiden tot een bodemsanering. Het uitvoeren van een bodemsanering is een positieve ontwikkeling en wordt derhalve ook als zodanig in onderhavige rapportage beoordeeld. De bijkomende negatieve effecten (bijvoorbeeld kosten, te nemen voorzorgsmaatregelen, tijdelijke overlast / vervoersbewegingen etc.) zijn reeds bij het aspect grondverzet meegenomen en in onderhavig criterium buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.8 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling		Klassegrenzen
++	Groot positief effect	Aantal locaties DNSX-score $\geq 100$ 10 – 20
+	Positief effect	Aantal locaties DNSX-score $\geq 100$ 5 – 10
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect	Aantal locaties DNSX-score $\geq 100$ 0 – 5
-	Negatief effect	-
--	Groot negatief effect	-

Tabel 4.9 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemverontreiniging	5. Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	5	5	5	0 - 5	5	0	0

#### 4.5.4 Samenvatting effecten op bodemverontreiniging

Een samenvatting van de effecten op het aspect bodemverontreiniging is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4.10 Effecten op het aspect bodemverontreiniging

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemveront- reiniging	3. Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7
	4. Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 4	0 - 4	4	0 - 4	0 - 4	2	0 - 2
	5. Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsggebied bemaling	n.v.t.	5	5	5	0 - 5	5	0	0

## **5 Aspect 3: Zetting**

### **5.1 Inleiding**

Als gevolg van de tijdelijke grondwaterstandsverlagingen door de bemaling 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. In onderhavig aspect zijn de toetsingscriteria ten aanzien van zettingen verder uitgewerkt.

Opgemerkt wordt dat voor de zetting is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. In de praktijk is het mogelijk dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde retourbemaling en/of retourbemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Ook is het aannemelijk dat de gebouwen en infrastructuur zijn gefundeerd op palen. Al deze aspecten maken de daadwerkelijke kans op schade als gevolg van zetting aanzienlijk kleiner. Daarbij wordt opgemerkt dat, indien in de praktijk daadwerkelijk risico's bestaan op zettingschade, er altijd voldoende mitigerende maatregelen getroffen worden om deze alsnog te voorkomen. Onderhavig aspect dient derhalve gezien te worden als een "worst-case" schatting.

### **5.2 Wet- en regelgeving**

Ten aanzien van het aspect zetting bestaat algemeen beleid welke erop gericht is om bodemdaling af te remmen of te voorkomen. Hierbij wordt met name gedacht aan de strategieën uit de Nota Ruimte en concrete gebiedsinvulling in de provinciale structuurvisies en het Ontwikkelingsprogramma Groene Hart. Deze hebben voornamelijk betrekking op gebiedsgerichte aanpak van landbouw, natuur en cultuurlandschap.

### **5.3 Onderzoeksmethodiek**

Voor het aspect zetting zijn de volgende toetsingscriteria gehanteerd:

6. *Oppervlakte zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling*
7. *Oppervlakte bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling*

Voor de criteria is het oppervlakte zettingsgevoelige bodem en de oppervlakte bebouwing en infrastructuur gebruikt, zoals die uit de provinciale kaarten zijn te herleiden, aangezien de kans op zetting of schade aan bebouwing of infrastructuur niet is te kwantificeren. De kans op schade is echter wel groter naarmate er meer (een groter oppervlakte) wordt beïnvloed.

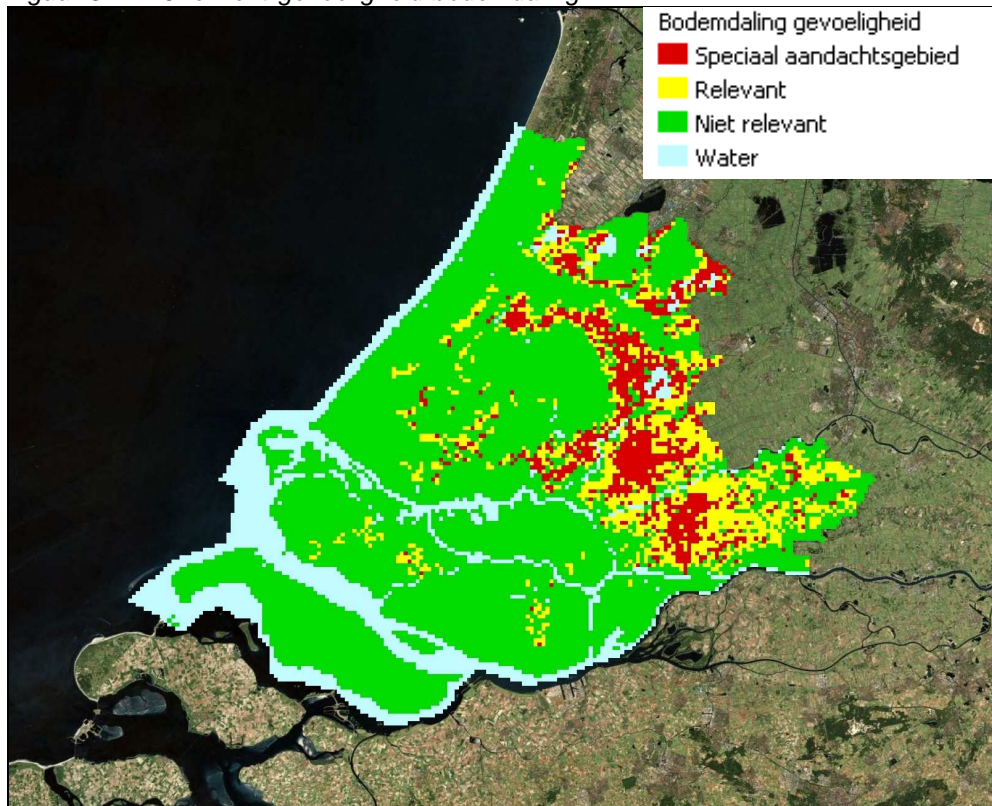
Een nadere toelichting op de toetsingscriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingscriterium opgenomen in paragraaf 5.5.

### **5.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen**

Naarmate de bodem gevoeliger is voor zetting (bodemdaling) is de kans groter dat schade kan ontstaan. Om de mate van bodemdaling te bepalen is door Provincie Zuid-Holland een gebiedsdekkende kaart gemaakt betreffende de gevoeligheid voor bodemdaling (zie figuur 5.1).



Figuur 5.1 Overzicht gevoeligheid bodemdaling



Naarmate meer bebouwing en infrastructuur aanwezig is binnen het invloedsgebied is de kans groter dat schade kan ontstaan aan deze objecten als gevolg van zetting (bodemdaling). Om te bepalen waar bebouwing en infrastructuur aanwezig is binnen het invloedsgebied van de bemaling, is gebruik gemaakt van de CBS bodemgebruikkaart van Provincie Zuid-Holland.

## 5.5 Effecten van de varianten

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect zetting.

### 5.5.1 Oppervlakte zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling

#### Effectbepaling

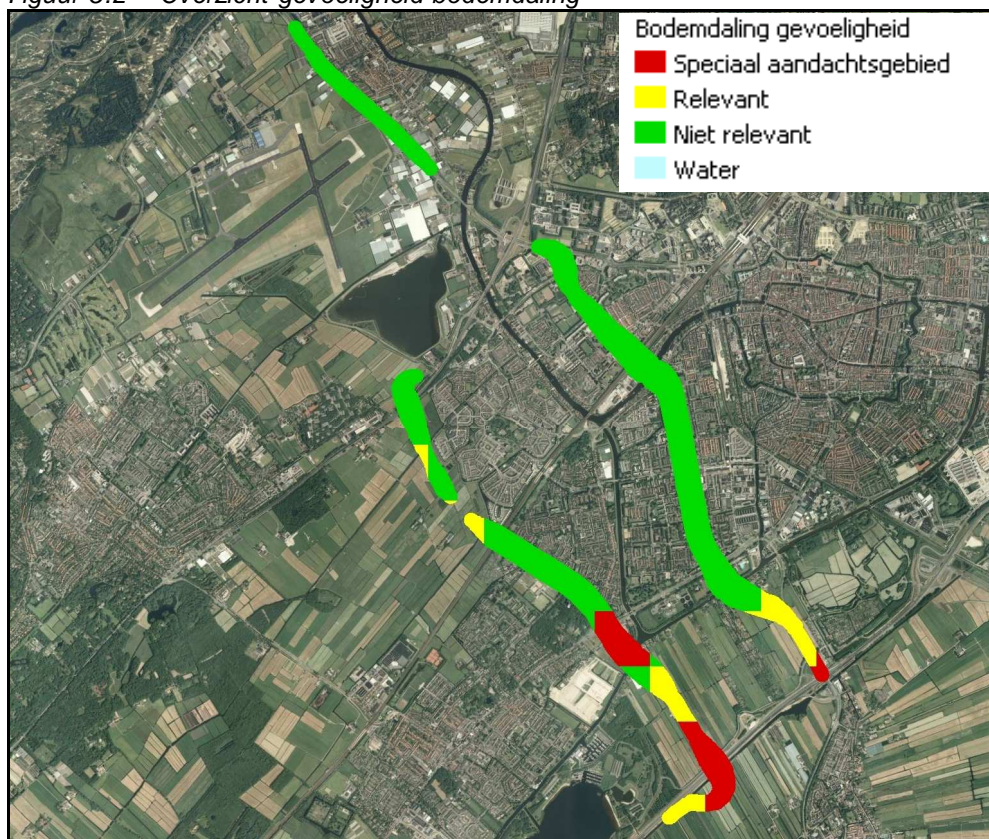
Binnen het invloedsgebied van de bemaling kunnen zettingen van de ondergrond ontstaan.

Gesteld wordt dat, naarmate de gevoeligheidsklasse voor bodemdaling binnen het invloedsgebied van de bemaling groter is, ook de kans op zettingen toeneemt.

Opgemerkt wordt dat voor de mogelijke zetting is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. In de praktijk is het mogelijk dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde retourbemaling en/of retourbemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Hierdoor is de daadwerkelijke kans op zetting aanzienlijk kleiner. Daarbij wordt opgemerkt dat, indien in de praktijk daadwerkelijk risico's bestaan op zettingen, er altijd voldoende mitigerende maatregelen getroffen worden om deze alsnog te voorkomen. Onderhavig criterium dient derhalve gezien te worden als een "worst-case" benadering.

Voor onderhavig criterium is het oppervlakte van de hoogste gevoeligheidsklasse voor bodemdaling (speciaal aandachtsgebied) binnen het invloedsgebied bepaald. Hiertoe is middels GIS de bodemdaling gevoeligheidskaart samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van de deklaag. Het resultaat van deze samenvoeging is opgenomen in figuur 5.2.

Figuur 5.2 Overzicht gevoeligheid bodemdaling



Op basis hiervan is de oppervlakte per klasse berekend. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 5.1 Oppervlakte per bodemdaling gevoeligheidsklasse

Gevoeligheidsklasse	Code	oppervlakte ZnB (hectare)	oppervlakte Churchill Avenue (hectare)
Speciaal aandachtsgebied	1	33	2,3
Relevant	2	28	12,1
Niet-Relevant	3	84	123

#### Effectbeoordeling

Als gevolg van zetting kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien de bemaling tijdelijk van aard is en effect relatief eenvoudig is te mitigeren met behulp van retourbemaling.

Tabel 5.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
+ +	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
- -	Groot negatief effect

Tabel 5.3 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Zetting	6. Oppervlakte (ha) zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	5 - 30	5 - 30	33	0	20 - 30	2,3	1 - 2

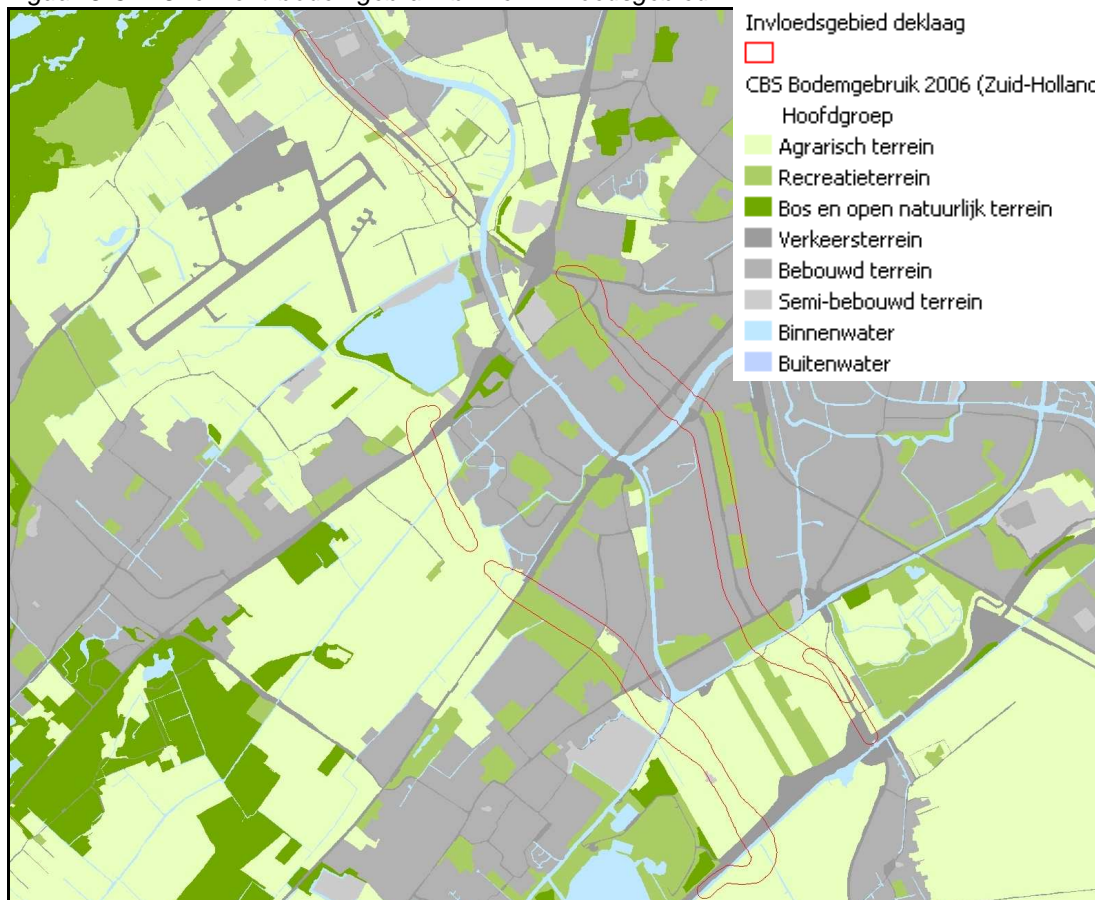
### 5.5.2 Oppervlakte bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling

#### Effectbepaling

Binnen het invloedsgebied van de bemaling kunnen zettingen van de ondergrond ontstaan. Daar waar bebouwing / infrastructuur binnen het invloedsgebied van de bemaling aanwezig is, bestaat de kans op schade als gevolg van (ongelijkmatige) zettingen. Gesteld wordt dat, naarmate meer bebouwing binnen een invloedsgebied aanwezig is, de kans op schade als gevolg van ongelijkmatige zettingen toeneemt. Opgemerkt wordt dat voor de mogelijke zetting is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. In de praktijk is het mogelijk dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde retourbemaling en/of retourbemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Ook is het aannemelijk dat de gebouwen en infrastructuur zijn gefundeerd op palen. Al deze aspecten maken de daadwerkelijke kans op schade als gevolg van zetting aanzienlijk kleiner. Daarbij wordt opgemerkt dat, indien in de praktijk daadwerkelijk risico's bestaan op zettingschade, er altijd voldoende mitigerende maatregelen getroffen worden om deze alsnog te voorkomen. Onderhavig criterium dient derhalve gezien te worden als een "worst-case" schatting.

Om te bepalen waar bebouwing en infrastructuur aanwezig is middels GIS de CBS bodemgebruikkaart van Provincie Zuid-Holland samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van de deklaag. Een overzicht van het bodemgebruik binnen het invloedsgebied is opgenomen in figuur 5.3

Figuur 5.3 Overzicht bodemgebruik binnen invloedsgebied



Om het bodemgebruik binnen het invloedsgebied te bepalen is middels GIS de bodemgebruikskaat samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van de deklaag. Op basis hiervan is de oppervlakte van verkeersterrain, bebouwd terrein en semi-bebouwd terrein (bebouwing / infrastructuur) berekend per invloedsgebied. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 5.4 Oppervlakte en percentage bebouwing / infrastructuur

Klasse	Zoeken naar Balans	Churchill Avenue
	hectare / %	hectare / %
Oppervlakte en percentage bebouwing / infrastructuur	34 / 24%	80 / 58%

### Effectbeoordeling

Als gevolg van zetting kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten, aangezien de bemaling tijdelijk van aard is en eventuele effecten relatief eenvoudig zijn te mitigeren met behulp van retourbemaling. Tevens zal de bouw methode kunnen worden aangepast (gebruik onderwaterbeton) om bemaling zo veel mogelijk te beperken. De effecten bestaan derhalve vooral uit het moeten treffen van voorzieningen om zetting te voorkomen en aanpassingen aan de bouw methoden en niet zozeer uit (de kans op) het optreden van zettingen zelf. Derhalve is als criterium het oppervlakte van de bebouwing en/of infrastructuur als maat voor de grootte van het effect gekozen.

Tabel 5.5 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling		Klassegrenzen
++	Groot positief effect	-
+	Positief effect	-
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect	Oppervlakte bebouwing /infrastructuur binnen invloedsgebied 0 -50 ha
-	Negatief effect	Oppervlakte bebouwing /infrastructuur binnen invloedsgebied > 50 ha
--	Groot negatief effect	-

Tabel 5.6 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Zetting	7. Oppervlakte (ha) bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	0 - 35	0 - 35	35	0	0 - 35	80	50 - 80

### 5.5.3 Samenvatting effecten op zetting

Een samenvatting van de effecten op het aspect zetting is weergegeven in onderstaande tabel. Bij effecten op bebouwing en infrastructuur dienen ook te worden verstaan de effecten op kabels en leidingen, aangezien deze gerekend worden tot de (ondergrondse) infrastructuur.

Tabel 5.7 Effecten op het aspect zetting

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans variant A	Zoeken naar Balans variant F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Zetting	6. Oppervlakte (ha) zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	5 - 30	5 - 30	33	0	20 - 30	2,3	1 - 2
	7. Oppervlakte (ha) bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	0 - 35	0 - 35	35	0	0 - 35	80	50 - 80

## **6 Aspect 4: Grondverzet**

### **6.1 Inleiding**

Als gevolg van de aanleg van tunnels en wegen zal grondverzet plaats moeten vinden. Onder grondverzet wordt zowel de hoeveelheid ontgraving in het projectgebied, de hoeveelheid af te voeren grond vanuit het projectgebied naar buiten alsmede de aanvoer van grond naar het projectgebied verstaan. Voor onderhavig aspect is gesteld dat, naarmate de grondbalans per variant groter is, de kans ook groter is dat grondverzet van en naar het projectgebied plaatst gaat vinden. Naarmate meer grondverzet plaats moet vinden zal een (tijdelijke) toename van transport en overlast plaats kunnen vinden. In onderhavig aspect is het toetsingscriterium grondverzet verder uitgewerkt.

### **6.2 Wet- en regelgeving**

Ten aanzien van het aspect grondverzet bestaat geen wet- en regelgeving. Wel bestaan er op basis van de Wet bodembescherming en het Besluit en de Regeling bodemkwaliteit regels ten aanzien van het hergebruik en toepassen van grond. Bovendien wordt vanuit het Besluit een neutrale of gesloten grondbalans voorgestaan door het stimuleren van gebiedsgericht beleid.

### **6.3 Onderzoeksmethodiek**

Voor het aspect grondbalans is het volgende toetsingscriterium gehanteerd:

8. *Hoeveelheid (m<sup>3</sup>) grondverzet*

Een nadere toelichting op de toetsingcriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingscriterium opgenomen in paragraaf 6.5.

### **6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen**

Niet relevant.

### **6.5 Effecten van de varianten**

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect grondverzet.

#### **6.5.1 Hoeveelheid (m<sup>3</sup>) grondverzet**

##### Effectbepaling

Bij de aanleg van de varianten zal grond vrijkomen. Afhankelijk van de aanlegdiepte en de lengte van het tracé is de hoeveelheid vrijkomende grond berekend. Hiervoor zijn de volgende uitgangspunten<sup>2</sup> gehanteerd.

---

<sup>2</sup> Opgemerkt wordt dat de berekening van de grondbalans een grove inschatting betreft op basis van gestelde uitgangspunten.

- Een sterk geschematiseerde bodemopbouw voor het noordwestelijk deel en zuidoostelijk deel zoals beschreven in bijlage 2.
- Een breedte van de ontgraving van 30 m.
- Een gemiddelde NAP-hoogte van 0,3 m t.o.v. NAP
- De aanlegdiepte (m t.o.v. NAP) zoals ingetekend in bijlage 1.

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 6.1 Grondbalans (m<sup>3</sup>)

Bodemopbouw	Inhoud Zoeken naar Balans (m <sup>3</sup> x 1000)	Inhoud Churchill Avenue (m <sup>3</sup> x 1000)
Klei, matig zandig, plaatselijk veen	490	481
Zand en klei	255	313
Zand, matig fijn, zwak kleiig	94	143
Klei en leem	0	13
<b>Totaal</b>	<b>839</b>	<b>950</b>

#### Effectbeoordeling

Als gevolg van het grondverzet kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien het grondverzet te verminderen is door bijvoorbeeld grond ter plaatse te hergebruiken in de vorm van een (functionele) geluidswal, een tunnel te boren (i.p.v. te ontgraven) etc.

Tabel 6.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 6.3 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans variant A	Zoeken naar Balans variant F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondverzet	8. Hoeveelheid m <sup>3</sup> (x 1000) grondverzet	n.v.t.	100-839	100-839	839	0-100	100-839	950	100-950



## **7 MMA en mitigerende maatregelen**

### **7.1 Welk tracéalternatief als basis voor het MMA**

Het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) is het tracéalternatief met de minste negatieve milieueffecten en/of de meeste positieve milieueffecten. Nadat de criteria van de verschillende aspecten zijn beoordeeld, dient op basis van de effectvergelijking een keuze gemaakt te worden voor het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA).

Voor het milieuaspect bodem en grondwater scoort de faseringsvariant Zoeken naar Balans scenario A het meest positief. Op basis van alle beschreven effecten in dit achtergrondrapport blijkt dat er ten aanzien van het milieuaspect bodem en grondwater verschillen optreden in effecten. In principe treden bij alle varianten enkel neutrale tot negatieve effecten op. Dit heeft onder andere te maken met de graafwerkzaamheden (aan- en afvoer van grond), de bemaling die nodig is, de zettingsrisico's die op kunnen treden, en de obstakels als kabels/leidingen en bodemverontreinigingen waar rekening mee gehouden moet worden. Vanwege het tijdelijke karakter (aanlegfase) zijn de negatieve effecten relatief beperkt. Bij de faseringsvariant Zoeken naar Balans scenario A vinden de minste graafwerkzaamheden plaats, waardoor de effecten op bodem en water het minst negatief zullen zijn. Tijd, kosten en duurzaamheid hebben geen rol gespeeld bij deze afweging. Als randvoorwaarde geldt dat het MMA een reëel uitvoerbaar alternatief moet zijn, dat past binnen de doelstellingen van het project. Alle varianten voldoen hieraan.

In de uiteindelijke MER zal uit een vergelijking van alle milieuaspecten (naast het milieuaspect bodem en grondwater) moeten blijken welk tracéalternatief het beste voldoet als MMA.

### **7.2 Mitigerende maatregelen**

De negatieve effecten op het tracéalternatief dat als MMA wordt aangemerkt, en op de andere alternatieven, kunnen verder worden beperkt door het nemen van mitigerende maatregelen. Mitigerende maatregelen hebben als doel om negatieve milieueffecten te voorkomen of te beperken. Deze paragraaf bevat voor het milieuaspect bodem en grondwater een overzicht van potentiële mitigerende maatregelen. Voor het VoorkeursAlternatief, dat wordt gekozen mede op basis van het MER, maakt de keuze en uitwerking van mitigerende maatregelen onderdeel uit van het verdere ontwerpproces in het kader van het Provinciale Inpassingsplan.

Opgemerkt wordt dat voorafgaand aan de (voorbereiding op de) werkzaamheden altijd gedetailleerde berekeningen en modellering plaats dienen te vinden om de invloed en de effecten van werkzaamheden (zoals bemaling) te bepalen, zoals voorgeschreven volgens een stelsel van meldingen en vergunningverlening. Negatieve invloeden kunnen (en moeten) meestal grotendeels worden tegengegaan of voorkomen door het nemen van mitigerende maatregelen. Negatieve effecten als gevolg van het uitvoeren van een bemaling bestaat dan vooral hieruit dat extra inspanning moet worden verricht om schade of negatieve invloed tegen te gaan.

#### *bemaling*

Het uitvoeren van bemaling zal vooral effecten hebben op de grondwaterstroming/-standen, het aantrekken van brak water, (aantrekken, verplaatsen van) bodemverontreiniging en zetting/bodemdaling.

Ter voorkoming van negatieve effecten hierbij zijn de volgende potentiële mitigerende maatregelen mogelijk:

- zo veel mogelijk voorkomen dat bemaling noodzakelijk is door aanpassen van het ontwerp en toepassen van alternatieve bouwmethoden zoals het gebruik van onderwaterbeton.
- zo veel mogelijk beperken van de duur van de bemaling.
- toepassen van retourbemaling.

*grondverzet*

Voor het aspect grondverzet dient zo veel mogelijk voorkomen te worden dat grond wordt ontgraven en als er grond wordt ontgraven dient de hoeveelheid grondverzet en verplaatsing van grond binnen het projectgebied en van en naar het projectgebied (overlast en transport) te worden geminimaliseerd.

- werken met gesloten grondbalans/hergebruik ter plekke of binnen project (geluidswal).
- faciliteren van gebiedsspecifiek beleid (m.b.t. hergebruik) voor zover dit niet is geregeld.
- boren van een tunnel i.p.v. te ontgraven.

## 8 Leemte in kennis en monitoringsprogramma

De onderzoeken die voor het milieuaspect bodem en grondwater zijn uitgevoerd vormen samen met de ander thema's een goede basis voor de keuze van het meest geschikte tracé. Er zijn voor dit thema in het kader van de 2<sup>e</sup> fase MER geen noemenswaardige leemten in kennis die relevant zijn voor de omvang van de verwachte effecten.

Wel wordt opgemerkt dat delen van de in dit rapport gepresenteerde informatie nader dienen te worden gedetailleerd, zodra het vergunningen- en engineeringstraject in uitvoering gaat. De bepaalde effecten zijn namelijk afhankelijk van de exacte uitvoeringswijze én van de te nemen mitigerende maatregelen. Beiden zijn nu namelijk nog niet exact bekend, waardoor uit is gegaan van een worst case situatie zonder (volledige inzet van) mitigerende maatregelen. Aanbevolen wordt om in ieder geval nader onderzoek te doen naar:

- De actuele stand van zaken met betrekking tot de relevante en mogelijke bodemverontreinigingsgevallen en slootdempingen, om tijdig de noodzakelijk te treffen maatregelen te kunnen nemen.
- De lokale geohydrologie ter plaatse van het tracé en in intensievere mate ter plaatse van de verdiepte delen van het tracé. De lokale geohydrologie kan vastgesteld worden middels veldwerkzaamheden (plaatsen boringen, sonderingen en peilbuizen) en zou aangevuld kunnen worden door het onlangs door TNO ontwikkelde GEOTOP model. Deze input is van belang om een bemalingsadvies / vergunningonderbouwend rapport, invloedsgebieden, stuwing, mitigerende maatregelen, grondbalans, zettingsberekeningen etc. uit te kunnen voeren. Voor bovenstaande wordt geadviseerd een uitgebreide modelmatige benadering (bijvoorbeeld een 3D-model als MODFLOW) te kiezen, om alle effecten nauwkeurig te kunnen bepalen.
- De meest gewenste uitvoeringswijze, met daarbij noodzakelijk te nemen mitigerende maatregelen.

Om de voorspelde (tijdelijke) effecten te kunnen monitoren, kunnen peilbuizen worden geplaatst langs de bemalingstracés waarin periodiek, gedurende de bemaling, de stijghoogten in worden gemeten. Verwacht wordt dat de bemalingswerkzaamheden vergunningsplichtig zullen zijn in het kader van de Waterwet. In het kader van deze vergunning zullen naar verwachting eisen worden opgenomen met betrekking tot de monitoring van de stijghoogten van het grondwater. In het monitoringsplan dient tevens een onderdeel te worden opgenomen met te treffen maatregelen indien bepaalde actiewaarden (bijvoorbeeld kritieke stijghoogten) tijdens de uitvoering worden overschreden.



## **Bijlage 1: Situatie met aanlegdiepten**



## **Bijlage 2: Geohydrologische situatie**

## Geohydrologische situatie

Voor de beschrijving van het aspect grondwaterstroming zijn aan verschillende bronnen geohydrologische bodemgegevens ontleend, welke gebruikt zijn als uitgangspunt ten behoeve van berekeningen van effecten. De verzamelde gegevens zijn afkomstig van grondwaterkaarten van provincie Zuid-Holland en TNO-boringen en peilbuizen (DINOLoket en REGIS).

### Regionale en lokale bodemopbouw

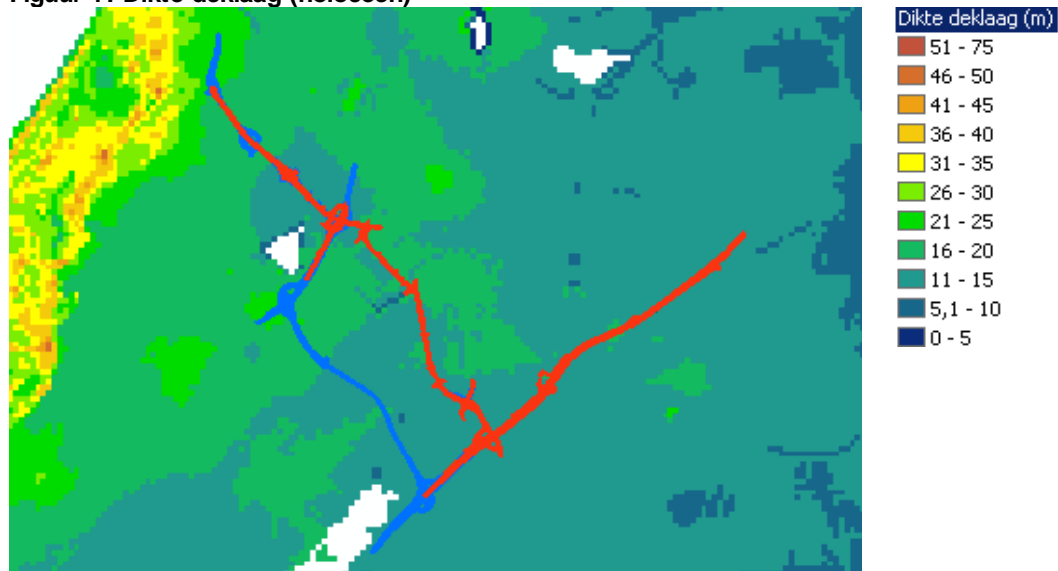
In onderstaande tabel is schematisch de regionale bodemopbouw weergegeven.

Tabel 1: Regionale bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Typering
0 – 15	Afwisselend klei- en (fijne) zandlagen	deklaag
15 – 51	Matig fijn tot matig grof zand	1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket (WVP1)
51 – 59	Klei	1 <sup>ste</sup> scheidende laag
59 – 127	Matig grof zand	2 <sup>de</sup> watervoerend pakket (WVP2)
> 127	Klei	Geohydrologische basis

De dikte van de deklaag is opgenomen in onderstaande figuur. Hieruit kan worden afgeleid dat de dikte van de deklaag circa 15 m bedraagt.

Figuur 1: Dikte deklaag (holoceen)



De lokale bodemopbouw tot 20 m-mv is gebaseerd op de lokaal uitgevoerde TNO-boringen en is geschematiseerd weergegeven in tabel 3.2. Hierbij is onderscheid gemaakt in het tracé ten noordwesten van de A44 en het tracé ten zuidoosten van de A44.

**Tabel 2: Lokale bodemopbouw noordwestzijde**

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Schatting doorlatendheid (m/d)
0,0 – 2,0	Klei, matig zandig, plaatselijk veen	0,5
2,0 – 6,0	Zand, zeer fijn, sterk siltig	2
6,0 – 13,0	Zand, matig grof, kleilig, zwak siltig	5
13,0 – 20,0	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	10

**Vervolg tabel 2: Lokale bodemopbouw zuidoostzijde**

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Schatting doorlatendheid (m/d)
0,0 – 3,0	Klei, matig zandig, plaatselijk veen	0,5
3,0 – 6,0	Zand en klei	2
6,0 – 10,0	Zand, matig fijn, zwak kleilig	3
10,0 – 12,0	Klei en leem	0,1
12,0 – 20,0	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	7

#### **Regionale en lokale grondwaterstand**

Om inzicht te krijgen in de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) is gebruik gemaakt van grondwaterstandmeetreeksen zoals bijgehouden door TNO. Hiervoor zijn TNO-peilbuizen geselecteerd welke binnen het plangebied zijn gesitueerd, welke meer dan 200 meetwaarden bevatten en waarvan de hoogte van het meetpunt ten opzichte van N.A.P. bekend is. In figuur 2 is de situering van de peilbuizen opgenomen.

Figuur 2: Globale situering TNO peilbuizen



Voor een overzicht van de GHG, de gemiddelde grondwaterstand (GG) en de GLG, wordt verwezen naar tabel 3 in deze bijlage.



**Tabel 3: Regionale grondwaterstandsgegevens (m t.o.v. NAP)**

peilbuis nr.	filter	maaiveld- hoogte (m t.o.v. NAP)	filter- stelling (m-mv)	typering	meetreeks*	GHG	GG	GLG
						(m t.o.v. NAP)		
B30H0259	1	-1,7	7,5-8,5	deklaag	1982-92	-2,36	-2,45	-2,54
B30H0258	1	-1,03	16,5-17,5	WVP1	1986-96	-1,58	-1,7	-1,8
B30H0137	1	-0,56	4-5	deklaag	1999-09	-1,24	-1,35	-1,47
B30H0137	2	-0,56	20-21	WVP1	1999-09	-1,53	-1,66	-1,8
B30H0137	3	-0,56	28-29	WVP1	1999-09	-1,53	-1,66	-1,8
B30H0137	4	-0,56	40-41	WVP1	1999-09	-1,73	-1,86	-1,99
B30H0137	5	-0,56	73-74	WVP2	1999-09	-1,82	-1,96	-2,07
B30H0113	1	-1,48	11,7-12,2	deklaag	1970-80	-2,14	-2,31	-2,5
B30F0472	1	-0,12	28-30	WVP1	1999-09	-0,52	-0,64	-0,76
B30F0472	2	-0,12	48-50	WVP1	1999-09	-0,95	-1,08	-1,22
B30F0461	1	1,16	2,2-3,2	deklaag	1998-08	-0,1	-0,38	-0,59
B30F0461	2	1,16	5,8-7,8	deklaag	1998-08	-0,56	-0,67	-0,78
B30F0461	3	1,16	24,2-26,2	WVP1	1998-08	-1,09	-1,24	-1,38
B30F0461	4	1,16	39,6-41,6	WVP1	1998-08	-1,09	-1,25	-1,39
B30F0461	5	1,16	69,4-71,4	WVP2	1998-08	-0,87	-1,03	-1,2
B30F0222	1	1,19	24-45	WVP1	1980-90	-1,1	-1,25	-1,43
B30F0059	1	0,34	28-54	WVP1	1955-65	-1,45	-1,75	-2,01
B30E0195	1	1,35	10,6-11,6	deklaag	1996-06	0,19	0,05	-0,08
B30E0195	2	1,35	30,6-31,6	WVP1	1996-06	0,17	0,03	-0,1
B30E0195	3	1,35	46,7-47,7	WVP1	1996-06	0,14	0,01	-0,13
B30E0195	4	1,35	52,7-53,7	WVP1	1996-06	-0,26	-0,39	-0,52
B30E0175	1	-0,15	23-24	WVP1	1990-97	-0,5	-0,65	-0,77
B30E0175	2	-0,15	50,7-51,7	WVP1	1990-97	-1,04	-1,19	-1,32

**vervolg tabel 3: Regionale grondwaterstandsgegevens (m-mv)**

peilbuis nr.	filter	maaiveld- hoogte (m t.o.v. NAP)	filter- stelling (m-mv)	typering	meetreeks*	GHG (m-mv)	GG (m-mv)	GLG (m-mv)
B30H0259	1	-1,7	7,5-8,5	deklaag	1982-92	0,66	0,75	0,84
B30H0258	1	-1,03	16,5-17,5	WVP1	1986-96	0,55	0,67	0,77
B30H0137	1	-0,56	4-5	deklaag	1999-09	0,68	0,79	0,91
B30H0137	2	-0,56	20-21	WVP1	1999-09	0,97	1,1	1,24
B30H0137	3	-0,56	28-29	WVP1	1999-09	0,97	1,1	1,24
B30H0137	4	-0,56	40-41	WVP1	1999-09	1,17	1,3	1,43
B30H0137	5	-0,56	73-74	WVP2	1999-09	1,26	1,4	1,51
B30H0113	1	-1,48	11,7-12,2	deklaag	1970-80	0,66	0,83	1,02
B30F0472	1	-0,12	28-30	WVP1	1999-09	0,4	0,52	0,64
B30F0472	2	-0,12	48-50	WVP1	1999-09	0,83	0,96	1,1
B30F0461	1	1,16	2,2-3,2	deklaag	1998-08	1,26	1,54	1,75
B30F0461	2	1,16	5,8-7,8	deklaag	1998-08	1,72	1,83	1,94
B30F0461	3	1,16	24,2-26,2	WVP1	1998-08	2,25	2,4	2,54
B30F0461	4	1,16	39,6-41,6	WVP1	1998-08	2,25	2,41	2,55
B30F0461	5	1,16	69,4-71,4	WVP2	1998-08	2,03	2,19	2,36
B30F0222	1	1,19	24-45	WVP1	1980-90	2,29	2,44	2,62
B30F0059	1	0,34	28-54	WVP1	1955-65	1,79	2,09	2,35
B30E0195	1	1,35	10,6-11,6	deklaag	1996-06	1,16	1,3	1,43
B30E0195	2	1,35	30,6-31,6	WVP1	1996-06	1,18	1,32	1,45
B30E0195	3	1,35	46,7-47,7	WVP1	1996-06	1,21	1,34	1,48
B30E0195	4	1,35	52,7-53,7	WVP1	1996-06	1,61	1,74	1,87
B30E0175	1	-0,15	23-24	WVP1	1990-97	0,35	0,5	0,62
B30E0175	2	-0,15	50,7-51,7	WVP1	1990-97	0,89	1,04	1,17

\* de GHG en GLG is afgeleid op basis van gemiddeld 22 metingen per jaar

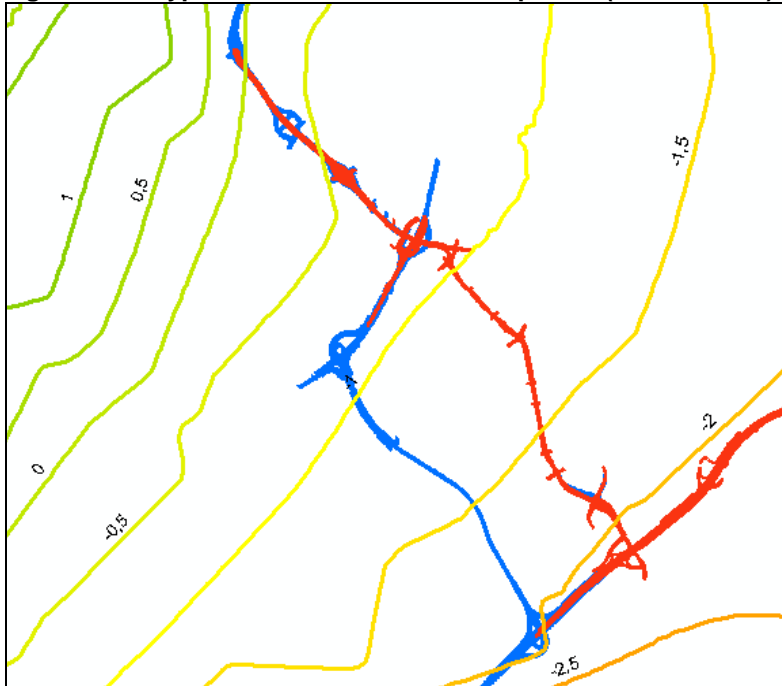
Uit de resultaten van de grondwaterstanden van de TNO-peilbuizen kan geconcludeerd worden dat de grondwaterstand circa 0,3 m fluctueert en dat sprake is van een infiltratiesituatie. In onderstaande tabel is de stijghoogte in de deklaag en het watervoerend pakket geschematiseerd.

**Tabel 4: Gemiddelde stijghoogte planlocatie**

Watervoerende laag	GHG		GG		GLG	
	(m t.o.v. NAP)	(m-mv)	(m t.o.v. NAP)	(m-mv)	(m t.o.v. NAP)	(m-mv)
deklaag	-0,77	1,1	<b>-0,93</b>	1,26	-1,08	1,41
1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	-0,94	1,25	<b>-1,09</b>	1,4	-1,23	1,54
2 <sup>de</sup> watervoerend pakket	-1,35	1,65	<b>-1,5</b>	1,8	-1,64	1,94

Op regionaal niveau is sprake van een zuidoostelijke grondwaterstromingsrichting. Het verhang ter plaatste betreft 0,0003 m/m (2 m over een afstand van 6500 m), wat eveneens wordt weergegeven in onderstaande isohypsenkaart van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (bron: TNO).

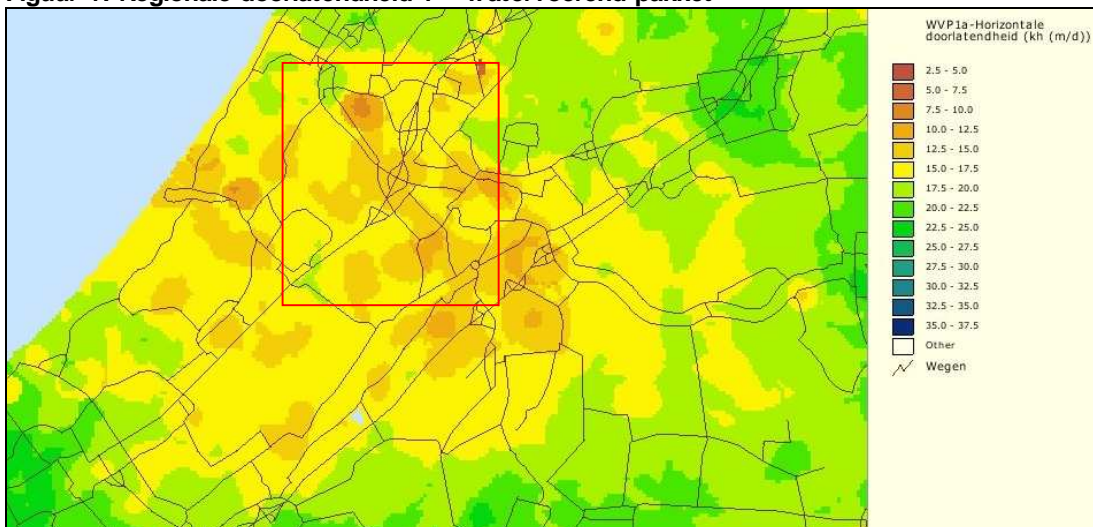
**Figuur 3: Isohypsenaart 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (m t.o.v. NAP)**



**Regionale doorlatendheid**

Op basis van gegevens uit het REGIS-loket van TNO bedraagt de doorlatendheid van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket 10 tot 17,5 m/d. Op basis van de beschikbare boorprofielen wordt de gemiddelde doorlatendheid van de deklaag geschat op circa 2 m/d.

**Figuur 4: Regionale doorlatendheid 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket**



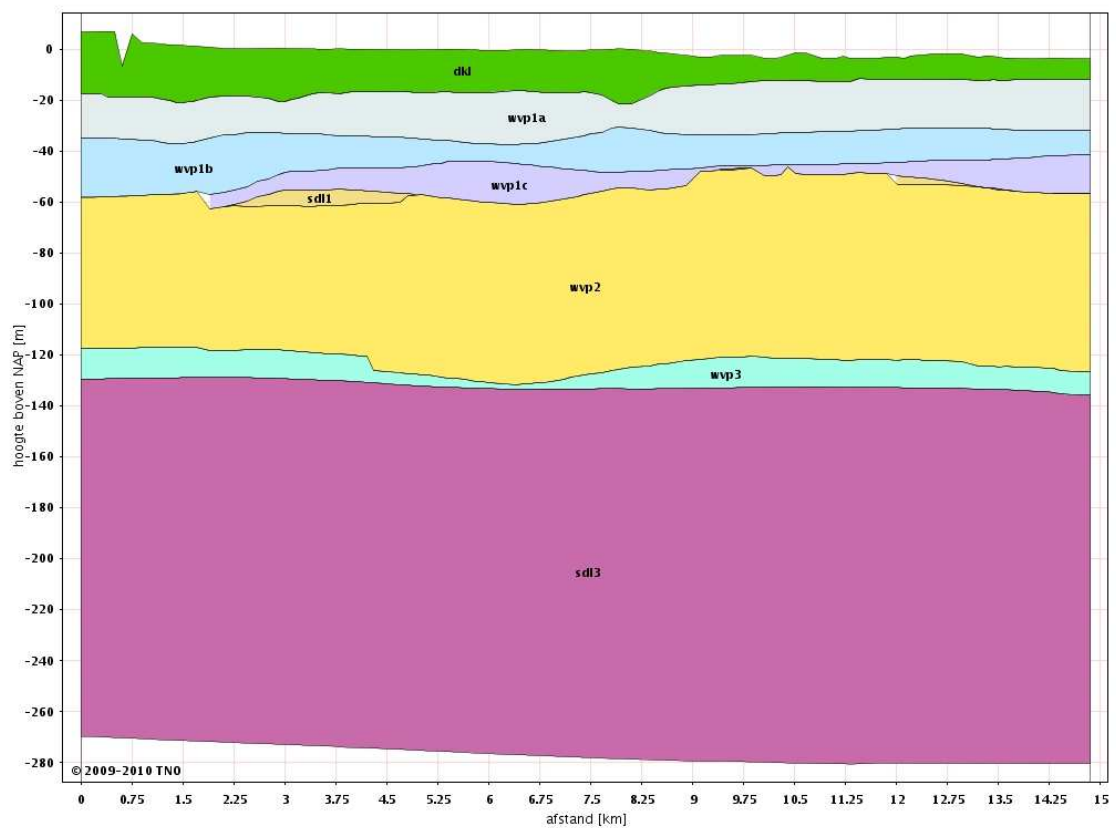
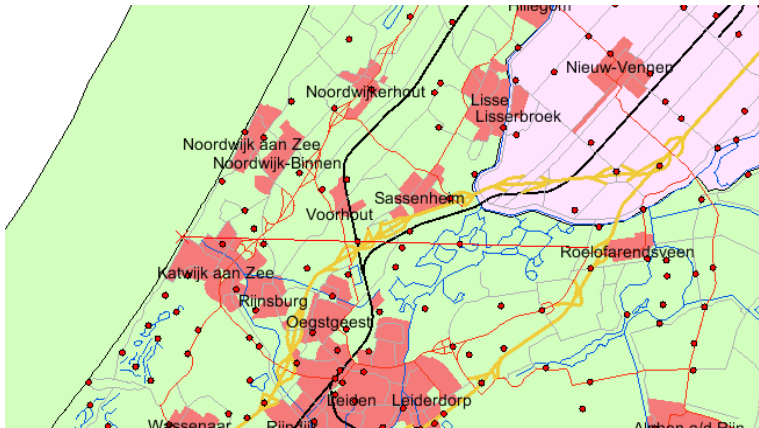
### Oppervlaktewater

Ter plaatse en in de directe nabijheid van de mogelijke RijnlandRoute zijn diverse watergangen, boezemwater en rivieren gelegen. Een overzicht van de relevante watergangen is opgenomen in onderstaande figuur.

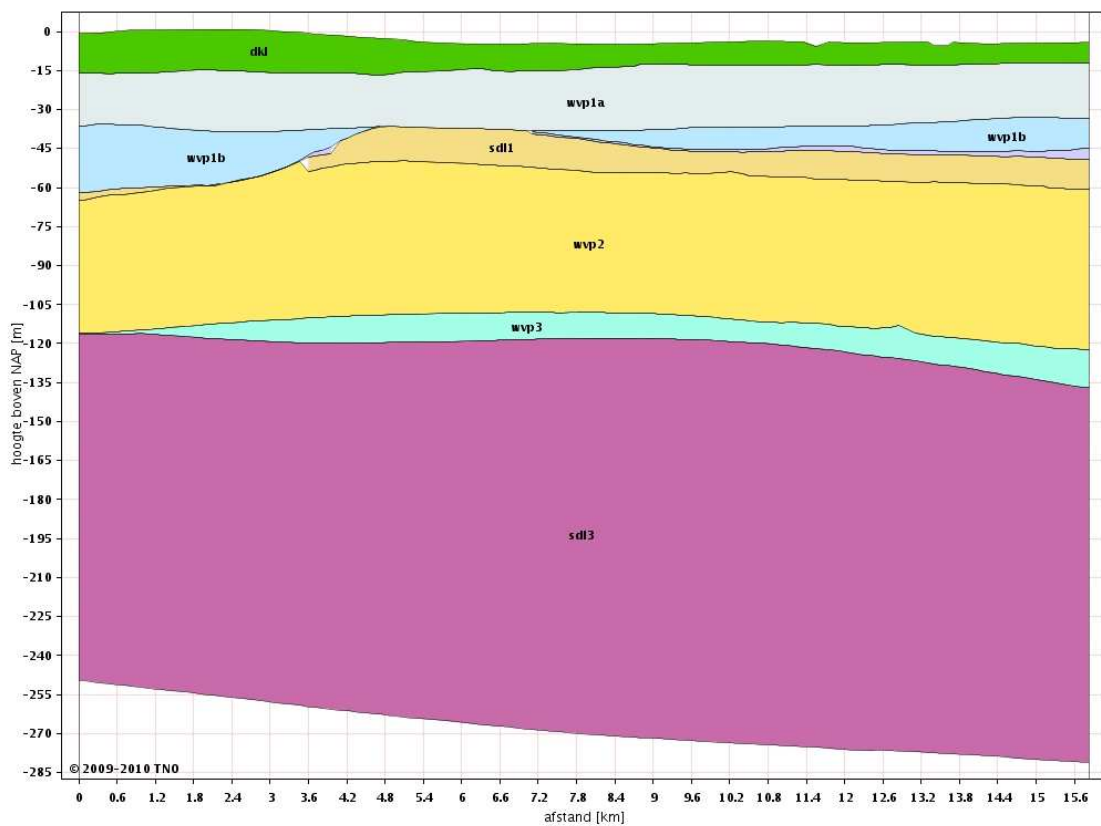
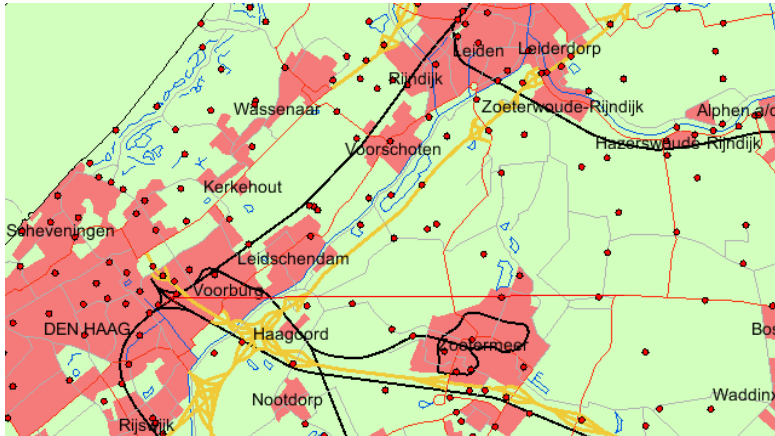
Figuur 5: Overzicht situering watergangen



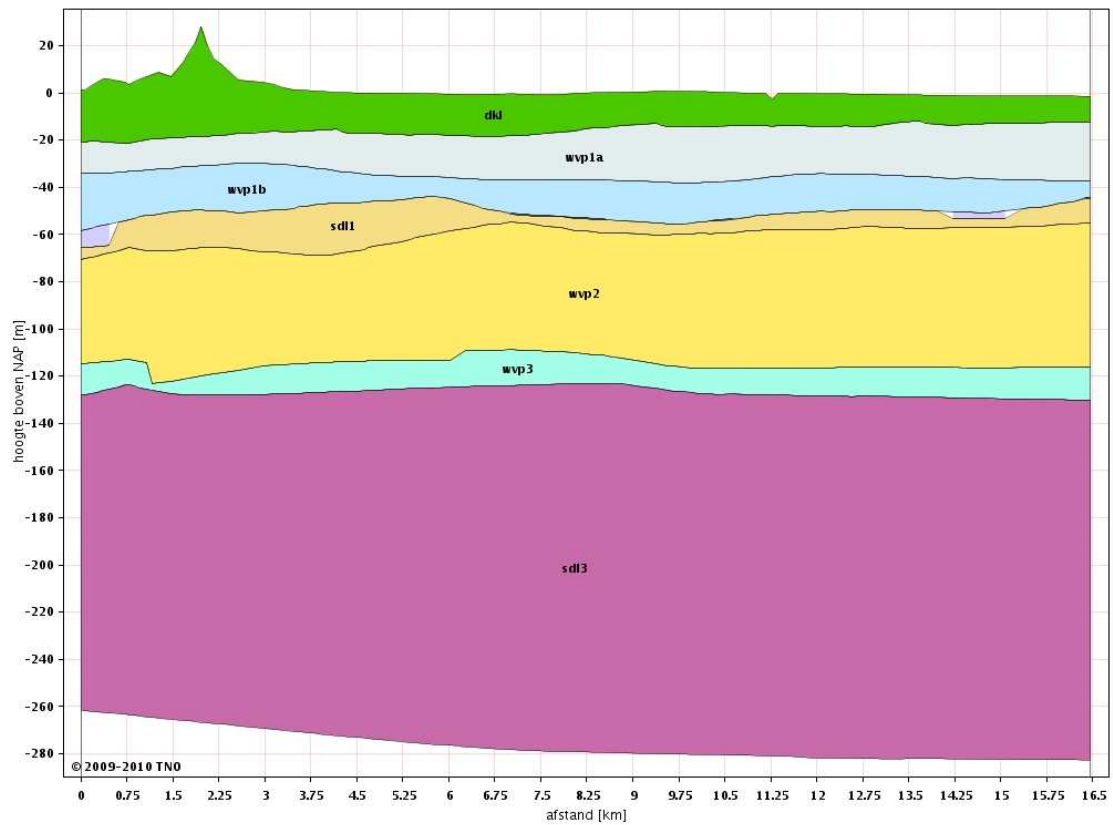
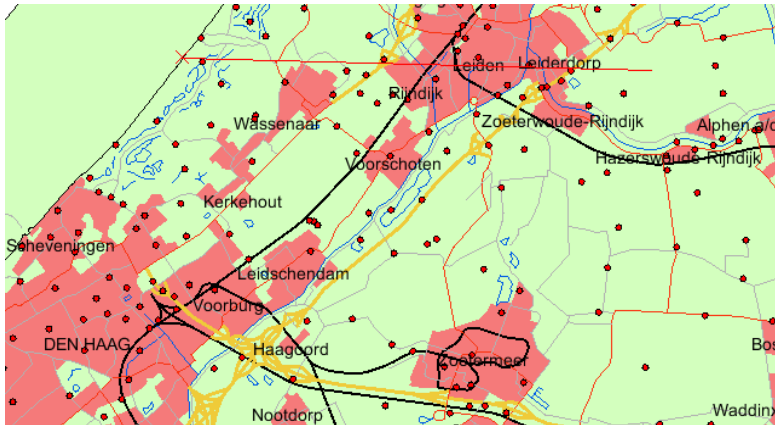
## Geologisch profiel Katwijk aan zee    Roelofarendsveen



## Geologisch profiel Den haag Zoetermeer/Boskoop



## Geologisch profiel Wassenaar Leiden



## Bijlage 3: Invloedsgebied

Voor het bepalen van de effecten is het invloedsgebied een belangrijk uitgangspunt aangezien binnen het invloedsgebied negatieve dan wel positieve effecten op kunnen treden. Buiten het invloedsgebied zullen geen effecten optreden.

Het invloedsgebied (de reikwijdte) van een bemaling is in onderhavig rapport gedefinieerd als het gebied waarbinnen de grondwaterstand/stijghoogte gedurende de bemaling met meer dan 0,05 m wordt verlaagd. Om een indicatie van het invloedsgebied te bepalen is in eerste instantie de bemalingsnoodzaak voor alle tracédelen bepaald. Vervolgens is berekend of spanningsbemaling in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket, op basis van opbarstrisico's, noodzakelijk is. Op basis van deze gegevens is het invloedsgebied in de deklaag en het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (in geval van spanningsbemalingsnoodzaak) berekend.

Om een indicatie te verkrijgen van het invloedsgebied zijn geohydrologische berekeningen uitgevoerd (geldend voor langdurige bronbemalingen). Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde grondwaterstand. Aangezien voor een gedeelte van de werkzaamheden spanningsbemaling noodzakelijk zal zijn, zijn eveneens berekeningen uitgevoerd voor het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

**Tabel 1: Indicatie invloedsgebied bemaling**

Verlagingsniveau deklaag (m t.o.v. NAP)	Noodzakelijk verlagingsniveau 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket (m t.o.v. NAP)	Invloedsgebied deklaag m	Invloedsgebied 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket m
> 1,0	-	-	-
0,0	-	-	-
-1,0	-	65	-
-2,0	-	76	-
-3,0	-	86	-
-4,0	-	95	-
-5,0	-	103	-
-6,0	-	111	-
-7,0	-	118	-
-8,0	-2,7	125	63
-9,0	-3,7	131	103
-10,0	-6,8	137	225
-11,0	-8,6	145	300
-12,0	-10,3	160	370



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
1.2	Dit achtergrondrapport	1
1.3	Inhoud van dit rapport	1
<b>2</b>	<b>De voorgenomen activiteit</b>	<b>2</b>
2.1	Inleiding	2
2.2	Plangebied en studiegebied	2
2.3	Alternatieven en varianten	2
2.4	Toetsingscriteria	5
<b>3</b>	<b>Aspect 1: Grondwaterstroming/-standen</b>	<b>6</b>
3.1	Inleiding	6
3.2	Wet- en regelgeving	6
3.3	Onderzoeksmethodiek	6
3.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	6
3.5	Effecten van de varianten	6
3.5.1	Tracélengte waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd	6
3.5.2	Oppervlakte waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling	9
3.5.3	Samenvatting effecten op grondwaterstroming	12
<b>4</b>	<b>Aspect 2: Bodemverontreiniging</b>	<b>13</b>
4.1	Inleiding	13
4.2	Wet- en regelgeving	13
4.3	Onderzoeksmethodiek	13
4.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	14
4.5	Effecten van de varianten	15
4.5.1	Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied	15
4.5.2	Aantal gedempte sloten binnen aanleggebied	16
4.5.3	Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling	18
4.5.4	Samenvatting effecten op bodemverontreiniging	20
<b>5</b>	<b>Aspect 3: Zetting</b>	<b>21</b>
5.1	Inleiding	21
5.2	Wet- en regelgeving	21
5.3	Onderzoeksmethodiek	21
5.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	21
5.5	Effecten van de varianten	22
5.5.1	Oppervlakte zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling	22
5.5.2	Oppervlakte bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling	24
5.5.3	Samenvatting effecten op zetting	27
<b>6</b>	<b>Aspect 4: Grondverzet</b>	<b>28</b>
6.1	Inleiding	28
6.2	Wet- en regelgeving	28
6.3	Onderzoeksmethodiek	28

6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	28
6.5	Effecten van de varianten	28
6.5.1	Hoeveelheid (m <sup>3</sup> ) grondverzet	28
<b>7</b>	<b>MMA en mitigerende maatregelen</b>	<b>30</b>
7.1	Welk tracéalternatief als basis voor het MMA	30
7.2	Mitigerende maatregelen	30
<b>8</b>	<b>Leemte in kennis en monitoringsprogramma</b>	<b>32</b>

#### **Bijlagen**

1	Situatie met aanlegdiepten
2	Geohydrologische gegevens
3	Invloedsgebied

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De provincie Zuid-Holland heeft het voornemen de RijnlandRoute te realiseren. Deze weg moet de oost-west verbinding vormen tussen de A4 en de A44 in de regio Leiden/Voorschoten/Katwijk. Voor de realisering van de RijnlandRoute wordt een inpassingsplan opgesteld. Ter ondersteuning van de planontwikkeling en ter onderbouwing van de besluitvorming door provinciale staten wordt de procedure voor een milieueffectrapportage (MER) doorlopen.

De RijnlandRoute is van groot belang voor de regio rondom Leiden en Katwijk. In de komende jaren worden daar 30.000 woningen gebouwd, de locatie Valkenburg wordt ontwikkeld met veel ruimte voor wonen, bedrijven en recreatie. Twee projecten uit het Randstad Urgentieprogramma liggen in deze regio: het BioScience Park in Leiden en de Greenport Duin- en Bollenstreek. Zonder een goede oost-westverbinding komt de bereikbaarheid van de Leidse Regio en de Duin- en Bollenstreek als gevolg van deze ontwikkelingen onder druk te staan.

## 1.2 Dit achtergrondrapport

Het voorliggende rapport betreft het achtergrondrapport bodem en grondwater, behorende bij de 2<sup>e</sup> fase van het milieueffectrapport (MER) RijnlandRoute. In het MER zijn de milieueffecten van de varianten voor de (nieuwe) wegverbinding tussen Leiden en Katwijk beschreven voor alle relevante milieuthema's. Mede op basis van het MER neemt provincie Zuid-Holland in overleg met haar partners een besluit over het tracé en de uitvoeringswijze voor de RijnlandRoute. Als basis voor het MER zijn er verschillende thematische achtergrondrapporten opgesteld. Hierin is per (milieu)aspect een effectbeschrijving opgenomen inclusief een overzicht van mogelijke mitigerende en compenserende maatregelen (samengevat in hoofdstuk 7). Voor een uitgebreidere toelichting op de achtergrond van het project, de alternatieven etc. wordt verwezen naar het MER.

## 1.3 Inhoud van dit rapport

De voorgenomen activiteit en de beschouwde alternatieven zijn beschreven in hoofdstuk 2. De daarop volgende hoofdstukken beschrijven per milieuaspect alle informatie inclusief de effecten van de beschouwde alternatieven. De laatste twee hoofdstukken bevatten de effecten van het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) en mitigerende maatregelen, de leemten in kennis en de voorzet voor het monitoringprogramma.

## 2 De voorgenomen activiteit

### 2.1 Inleiding

De voorgenomen activiteit bestaat uit het verbeteren van de doorstroming in oost-west richting tussen de A4 en de A44 in de regio Leiden/Voorschoten/Katwijk middels de realisatie van de RijnlandRoute. Bij deze route gaat het om een nieuwe weg ten zuidwesten van Leiden en/of om aanpassing van de bestaande N206 (onder meer de Churchillaan door Leiden).

### 2.2 Plangebied en studiegebied

Het plangebied is weergegeven in figuur 2.1. Naast het plangebied is ook het begrip studiegebied van belang. Het studiegebied is het gebied tot waar significante milieueffecten kunnen reiken.

### 2.3 Alternatieven en varianten

Er is sprake van een referentiesituatie, drie tracéalternatieven met varianten en een Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA). De drie tracéalternatieven zijn weergegeven in figuur 2.1.

#### Referentiesituaties

Een MER kijkt altijd in de toekomst. Voor dit MER geldt het jaar 2020 als referentiesituatie. De toestand van het milieu in de referentiesituatie 2020 wordt gebaseerd op de bestaande situatie van het milieu, samen met de gevolgen van de zogenaamde autonome ontwikkeling. Voorbeelden van dergelijke autonome ontwikkelingen zijn de uitbreiding van het BioScience park en de herstructurering van vliegveld Valkenburg.

#### Tracéalternatieven/varianten

Voor de RijnlandRoute is sprake van drie tracéalternatieven met totaal zeven varianten (zie figuur 2.1 en tabel 2.1).

**Tabel 2.1 Tracéalternatieven met varianten**

Tracéalternatief	Variant
N11-west	N11-west 2
	N11-west 4
Zoeken naar balans	ZnB
	ZnB A
	ZnB F
Churchill Avenue	Churchill Avenue
	Churchill Avenue gefaseerd



Figuur 2.1 Plangebied inclusief topologie en ligging van de tracé-alternatieven

#### N11-west 2

Dit is het tracéalternatief ten zuiden van Leiden en door Voorschoten met 2x2 rijstroken en een parallelstructuur aan de westzijde van de A44. Variant 2 bevat een verdiepte ligging ten zuiden van Leiden en een verdiepte ligging via bestaande ruimtereservering door Voorschoten.

#### N11-west 4

Variant N11-west 4 heeft dezelfde ligging als N11-west 2 maar dan met een verdiepte ligging ten zuiden van Leiden en een tunnel onder Voorschoten.

#### *Zoeken naar Balans (ZnB)*

Dit is het tracéalternatief naar aanleiding van het onderzoek dat het Rijk, de provincie en Holland Rijnland gezamenlijk hebben gehouden en dat geresulteerd heeft in het IBHR<sup>1</sup>-rapport (oktober 2009).

Deze variant ligt grotendeels op hetzelfde tracé als de N11-west varianten. Enkele kenmerken:

- Inpassing met een tunnel van 600 meter door Voorschoten.
- Een half verdiepte ligging ten zuiden van Stevenshof.
- Verbreding van de A44.

#### *ZnB A (faseringsvariant)*

In deze variant komt er geen nieuwe verbinding tussen de A4 en A44. Wel wordt een aantal maatregelen uitgevoerd (die in elk alternatief passen) aan de oost- en westzijde van Leiden:

- De ontsluiting van Leiden aan de oostzijde wordt verbeterd door realisatie van de bypass Oostvlietpolder.
- Aan de westzijde wordt de Tjalmaweg verbreed tot 2x2 rijstroken en de knoop Leiden West wordt aangepakt.

#### *ZnB F (faseringsvariant)*

ZnB F betreft een 1<sup>e</sup> fase van de volledige ZnB. De verschillen betreffen:

- Eén aansluiting voor Nieuw Valkenburg.
- Een halve aansluiting bij Maaldrift.
- Tweemaal een eenbaansweg tussen de A4 en A44. Tunnels en viaducten worden wel gedimensioneerd op een toekomstige uitbreiding naar tweemaal een tweebaansweg.

#### *Churchill Avenue (CA)*

Dit is het tracéalternatief via de bestaande route door Leiden (N206). Er is voorzien in tunnels onder de Lelylaan en onder de Churchillaan.)

#### *CA gefaseerd*

In deze variant worden in een eerste fase 2x2 rijstroken beschikbaar gesteld en daarbij komt een tunnelfasering, die nader te bepalen is.

---

<sup>1</sup> IBHR: Integrale Benadering Holland Rijnland

## 2.4 Toetsingscriteria

Tabel 2.2 Aspecten en toetsingscriteria voor thema Bodem en grondwater

Aspect	Toetsingscriterium
Grondwaterstroming	1) Tracélengte (km) waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd
	2) Oppervlakte (ha) waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling
Bodemverontreiniging	3) Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied
	4) Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied
	5) Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling
Zetting	6) Oppervlakte (ha) zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling
	7) Oppervlakte (ha) bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling
Grondverzet	8) Hoeveelheid (m <sup>3</sup> ) grondverzet

Berekeningen zijn uitgevoerd voor de twee maatgevende varianten: Zoeken naar Balans (ZnB) en Churchill Avenue (CA). Voor beide varianten zijn over de volledige tracélengte alle aanlegdiepten in een GIS-database ingevoerd, op basis waarvan de bemalingsnoodzaak alsmede de invloedsgebieden van de bemalingen zijn berekend. De effectbeoordelingen voor deze beide varianten zijn gebaseerd op de uitkomsten van de berekeningen. De effectbeoordelingen voor de overige vijf varianten dienen te worden gezien als een 'doorvertaling' hiervan. Aangezien de overige varianten qua inrichting verschillen met de berekende "worst-case" varianten, echter qua ligging overeenkomen zou dit, in geval van een berekening voor alle varianten, niet leiden tot significante verschillen dan wel andere resultaten in effectbeoordeling. Een doorvertaling in plaats van berekening, is daarmee geoorloofd.

Opgemerkt wordt dat voorafgaand aan de werkzaamheden altijd gedetailleerde berekeningen en modellering plaatsvinden om invloed en de effecten van de bemaling te bepalen, zoals voorgeschreven volgens een stelsel van meldingen en vergunningverlening. Negatieve invloeden kunnen (en moeten) meestal grotendeels worden tegengegaan of voorkomen door het nemen van mitigerende maatregelen. Negatieve effecten als gevolg van het uitvoeren van een bemaling bestaat dan vooral hieruit dat extra inspanning moet worden verricht om schade of negatieve invloed tegen te gaan.

### Kader 1 Niet relevante criteria

#### Opstuwung voor aspect 1: Grondwaterstroming/-standen

Opgemerkt wordt dat de effectbepaling uitgaat van de situatie in de aanlegfase, dus van een tijdelijke ingreep. Het plaatsen van ondergrondse infrastructuur zoals tunnelbakken kan tijdens de beheersfase (exploitatiefase) mogelijk ook een effect hebben op de grondwaterstroming, een vorm van barrièrewerking, die in theorie opstuwung van het grondwater aan één zijde kan veroorzaken. In onderhavige situatie is sprake van een deklaag met relatief slecht doorlatend bodemmateriaal. In dergelijke bodemlagen is meestal sprake van een verticale stromingscomponent die groter is dan de horizontale component. Derhalve mag er vanuit worden gegaan dat van barrièrewerking geen of nauwelijks sprake zal zijn (niet significant) en is dit criterium niet meegenomen in de effectbepaling.

#### Grondwaterbeschermung voor aspect 2: Bodemverontreinigung

Binnen het invloedsgebied van de bemaling komen geen grondwaterbeschermingszones voor. Derhalve is dit criterium niet meegenomen in de effectbepaling.

## **3 Aspect 1: Grondwaterstroming/-standen**

### **3.1 Inleiding**

Om de verschillende varianten in den droge uit te kunnen voeren is het (deels) noodzakelijk de grondwaterstand tijdelijk te verlagen. Als gevolg van de bemaling kunnen (tijdelijke) wijzigingen in de grondwaterstroming ontstaan. Als gevolg van deze wijzigingen kunnen negatieve effecten optreden. In onderhavig aspect zijn de toetsingscriteria ten aanzien van grondwaterstroming verder uitgewerkt.

### **3.2 Wet- en regelgeving**

De waterwet is in werking getreden op 22 december 2009. De Waterwet vervangt circa 7 verschillende wetten (o.a. Wvo en Grondwaterwet). De Waterwet is onder andere van toepassing op onttrekkingen, lozingen die direct in het oppervlaktewater plaatsvinden en lozingen direct op de RWZI. Het beleid ten aanzien van grondwater is er op hoofdlijnen op gericht om voldoende (zoet)water van goede kwaliteit op de juiste plek te krijgen en te houden.

### **3.3 Onderzoeksmethodiek**

Voor het aspect grondwaterstroming zijn de volgende toetsingscriteria gehanteerd:

1. *Tracélengte waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd*
2. *Oppervlakte waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling*

Een nadere toelichting op de toetsingscriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingscriterium opgenomen in paragraaf 3.5.

### **3.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen**

Voor een beschrijving van de huidige geohydrologische situatie wordt verwezen naar bijlage 2.

### **3.5 Effecten van de varianten**

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect grondwaterstroming.

#### **3.5.1 Tracélengte waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd**

##### Effectbepaling

Om de effecten op het grondwater te kunnen beoordelen is de tracélengte waar bemaling nodig is en waar spanningsbemaling nodig is bepaald. Hoe groter de lengte van de bemaling hoe groter de tijdelijke ingreep in de grondwaterhuishouding en hoe groter de negatieve effecten.

Op basis van de gegevens van de grondwaterstanden en de door de opdrachtgever aangeleverde schetsontwerpen is een (globale) analyse gemaakt van de bemalingsnoodzaak tijdens de geplande werkzaamheden. Hierbij zijn voor varianten "Zoeken naar Balans" en "Churchill Avenue" de aanlegdiepten geschematiseerd in beeld gebracht (zie bijlage 1), waarbij



een onderverdeling op meterniveau is gemaakt. Uit de tekeningen kan worden geconcludeerd dat de aanlegdiepte relatief sterk fluctueert, met waarden van minimaal + 6 m t.o.v. NAP (circa 6 m+ mv) tot maximaal -11,5 m t.o.v. NAP (circa 11,5 m-mv).

Aangezien de grond verdicht dient te worden, zal de grondwaterstand bij de drooglegging 0,5 m extra worden verlaagd ten opzichte van de gemiddelde aanlegdiepte. Op basis van de hoogst gemeten grondwaterstand (0,2 m t.o.v. NAP, zie tabel 3 in bijlage 2) en de aanlegdiepte is de bemalingsnoodzaak bepaald. Daar waar de aanlegdiepte lager is dan 0,7 m t.o.v. NAP, zal derhalve een bemaling noodzakelijk zijn. In onderstaande tabel is een specificatie gemaakt van de tracélengte waarin bemaling toegepast dient te worden en het gedeelte waarin geen bemaling noodzakelijk zal zijn.

*Tabel 3.1 Specificatie bemaling in geval van hoogste grondwaterstand*

<b>Variant</b>	<b>Maaiveldhoogte</b> (m t.o.v. NAP)	<b>Lengte totaal</b> (km)	<b>Tracé zonder bemaling</b> (km)	<b>Tracé met bemaling</b> (km)
Zoeken naar Balans	0,3	12	2,8	9,2
Churchill Avenue	0,3	8,3	0,9	7,4

Opgemerkt wordt dat is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. Dit betreft een worst-case benadering aangezien het in de praktijk mogelijk is dat voor de diepste delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast, zonder of met een verminderde bemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket.

Effectbeoordeling

Als gevolg van bemalingsnoodzaak kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien de bemaling tijdelijk van aard is en effect relatief eenvoudig is te mitigeren met behulp van retourbemaling.

Tabel 3.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 3.3 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondwaterstroming	1. Tracélengte (km) waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd	n.v.t.	4 à 6	4 à 6	9,2	0	2 à 3	7,4	5 à 7

### 3.5.2 Oppervlakte waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling

#### Effectbepaling

Aangezien de bemalingswerkzaamheden worden uitgevoerd in de deklaag is er mogelijk sprake van risico's voor opbarsten van de putbodem. In dat geval dient een spanningsbemaling in het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket uitgevoerd te worden. Opgemerkt wordt dat is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. Dit betreft een worst-case benadering aangezien het in de praktijk mogelijk is dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde bemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket.

Om te bepalen waar spanningsbemaling toegepast dient te worden zijn opbarstrisico's bepaald conform NEN 6740. Voor de berekening is uitgegaan van de geohydrologische uitgangspunten zoals opgenomen in bijlage 2 en 3 en een berekening zonder extra verticale tegendruk. Hierbij is per meter verlagingsniveau in de deklaag het eventueel benodigde verlagingsniveau van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (spanningsbemaling) berekend.

In onderstaande tabel is het resultaat van de berekening opgenomen.

Tabel 3.4 Specificatie spanningsbemaling ter voorkoming opbarsten putbodem

Ontgravingsniveau deklaag (m t.o.v. NAP)	Verlagingsniveau deklaag (m t.o.v. NAP)	Noodzakelijk verlagingsniveau 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket (m t.o.v. NAP)	Verlaging t.o.v. gemiddelde stijghoogte in 1 <sup>e</sup> watervoerend pakket m
- 5,5	-6,0	-	-
-6,5	-7,0	-	-
-7,5	-8,0	-2,7	1,6
-8,5	-9,0	-3,7	2,6
-9,5	-10,0	-6,8	5,7
-10,5	-11,0	-8,6	7,5
-11,5	-12,0	-10,3	9,2

Uit de berekeningen is gebleken dat er tot - 6,5 m t.o.v. NAP geen risico's bestaan voor opbarsten van de putbodem (zekerheidsfactor is 1,05 en moet groter zijn dan 1). Vanaf een aanlegdiepte van -6,5 m t.o.v. NAP zal derhalve een spanningsbemaling in het eerste watervoerend pakket noodzakelijk zijn.

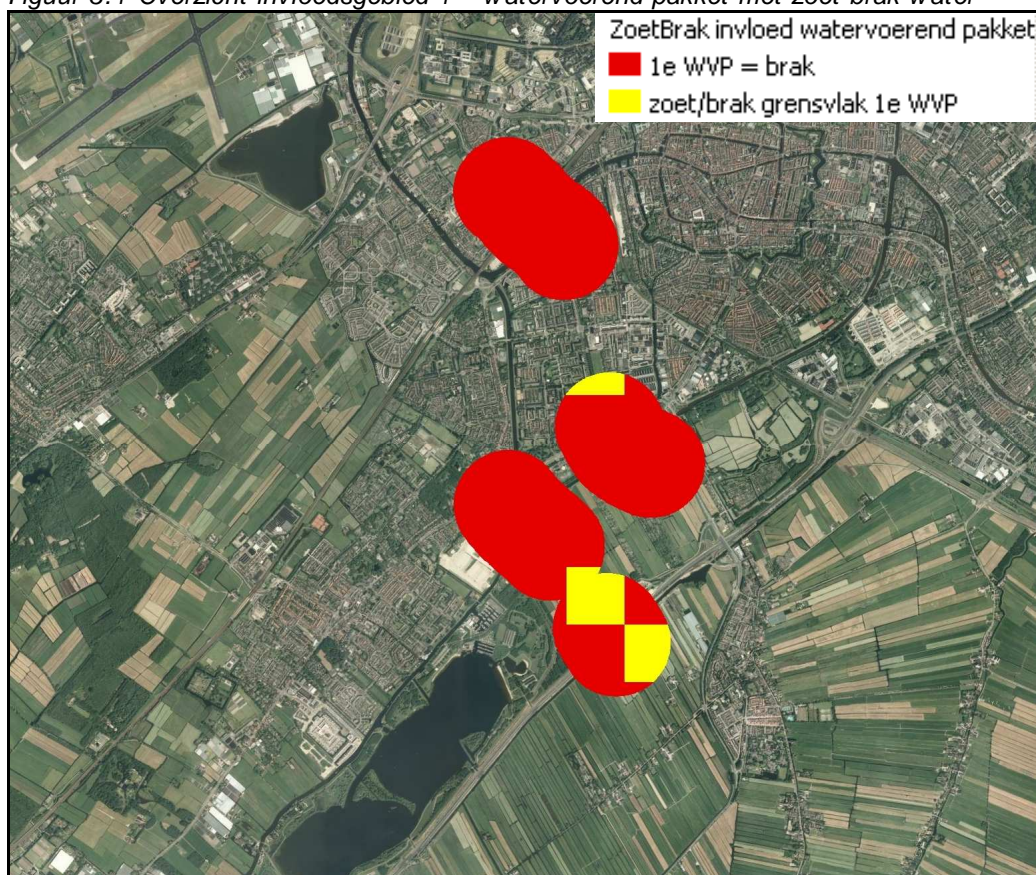
Als gevolg van de spanningsbemaling kan binnen het invloedsgebied van de bemaling in het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket brak (zout) grondwater worden onttrokken. Naarmate meer brak/zout grondwater wordt onttrokken kunnen meer negatieve effecten optreden (bijvoorbeeld effecten op flora en fauna bij lozing op oppervlaktewater, verstoring natuurlijke grens zoet-brakwatergrens etc.) dan wel gecompenseerd moeten worden.

Om de mate van op te pompen hoeveelheid brak water te bepalen is gebruik gemaakt van een gebiedsdekkende kaart van Provincie Zuid-Holland betreffende de zoet-brak grondwatervoorkomens. Hierbij is de volgende klassering gehanteerd:

1. Brak 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket;
2. Zoet/brak-grensvlak 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket;
3. Zoet 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket.

Om de mate van invloed van brak grondwater te bepalen is middels GIS de zoet-brak grondwaterkaart samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Het resultaat van deze samenvoeging is opgenomen in onderstaande figuur (rood: brak 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket, geel zoet/brak-grensvlak).

Figuur 3.1 Overzicht invloedsgebied 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket met zoet-brak water



Op basis hiervan is de oppervlakte per klasse berekend. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 3.5 Oppervlakte zoet-brak waterklasse binnen invloedsgebied 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket

Gevoeligheidsklasse	oppervlakte Zoeken naar Balans (hectare)	oppervlakte Churchill Avenue (hectare)
Brak 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	160	246
Zoet/brak grensvlak 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	42	8
Zoet 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	0	0

Effectbeoordeling

Als gevolg van spanningsbemaling kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien de spanningsbemaling tijdelijk van aard is en effect relatief eenvoudig is te mitigeren met behulp van retourbemaling.

Tabel 3.6 *Beoordelingsmethodiek*

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 3.7 *Beoordeling*

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondwaterstroming	2. Oppervlakte (ha) waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling	n.v.t.	0-25	25-160	160	0	0-25	246	25-246

### 3.5.3 Samenvatting effecten op grondwaterstroming

Een samenvatting van de effecten op het aspect grondwaterstroming is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.8 Effecten op het aspect grondwaterstroming

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondwaterstroming	1. Tracélengte (km) waar bemaling nodig is c.q. de grondwaterstand wordt verlaagd	n.v.t.	4 à 6	4 à 6	9,2	0	2 á 3	7,4	5 á 7
	2. Oppervlakte (ha) waarbij brak (zout) grondwater wordt onttrokken bij spanningsbemaling	n.v.t.	0-25	25-160	160	0	0-25	246	25-246

## **4 Aspect 2: Bodemverontreiniging**

### **4.1 Inleiding**

Als gevolg van de aanleg en bemaling van de varianten kunnen bodemverontreinigingen worden aangetroffen tijdens de graafwerkzaamheden en/of worden aangetrokken als gevolg van de bemalingswerkzaamheden. Afhankelijk van de ernst en spoedeisendheid van de sanering van de bodemverontreiniging zullen hiervoor bepaalde maatregelen / voorwaarden gelden. In onderhavig aspect zijn de toetsingscriteria ten aanzien van bodemverontreinigingen verder uitgewerkt.

### **4.2 Wet- en regelgeving**

Ten aanzien van het aspect bodemverontreiniging is de wet bodembescherming (Wbb) van toepassing welke het wettelijk kader bevat ten aanzien van het bodembeleid. De wet en het beleid zijn erop gericht de bodemverontreinigingsproblematiek binnen vijftientig jaar te beheersen, waarbij de bodemsaneringen beter aansluiten bij de maatschappelijke dynamiek.

In de Wet bodembescherming (Wbb) wordt onderscheid gemaakt tussen gevallen van ernstige bodemverontreiniging waarbij aanvaardbare risico's aanwezig zijn en gevallen waarbij onaanvaardbare risico's aanwezig zijn. Een officiële toewijzing naar één van beide categorieën geschiedt door het bevoegd gezag en wordt vastgelegd in een beschikking. Bij gevallen met een onaanvaardbaar risico geldt dat een spoedige sanering noodzakelijk is. Dit houdt in dat binnen 4 jaar na afgifte van de beschikking "ernst en spoed" met de sanering moet zijn begonnen. In het saneringsplan wordt weergegeven hoe de onaanvaardbare risico's worden weggenomen en op welke termijn. Voor de aanpak van gevallen met een niet onaanvaardbaar risico (niet-spoedeisend) is er een keuze mogelijk in het moment van saneren wat vooral af zal hangen van de ontwikkeling van de locatie.

### **4.3 Onderzoeksmethodiek**

Voor het aspect bodemverontreiniging zijn de volgende toetsingscriteria gehanteerd:

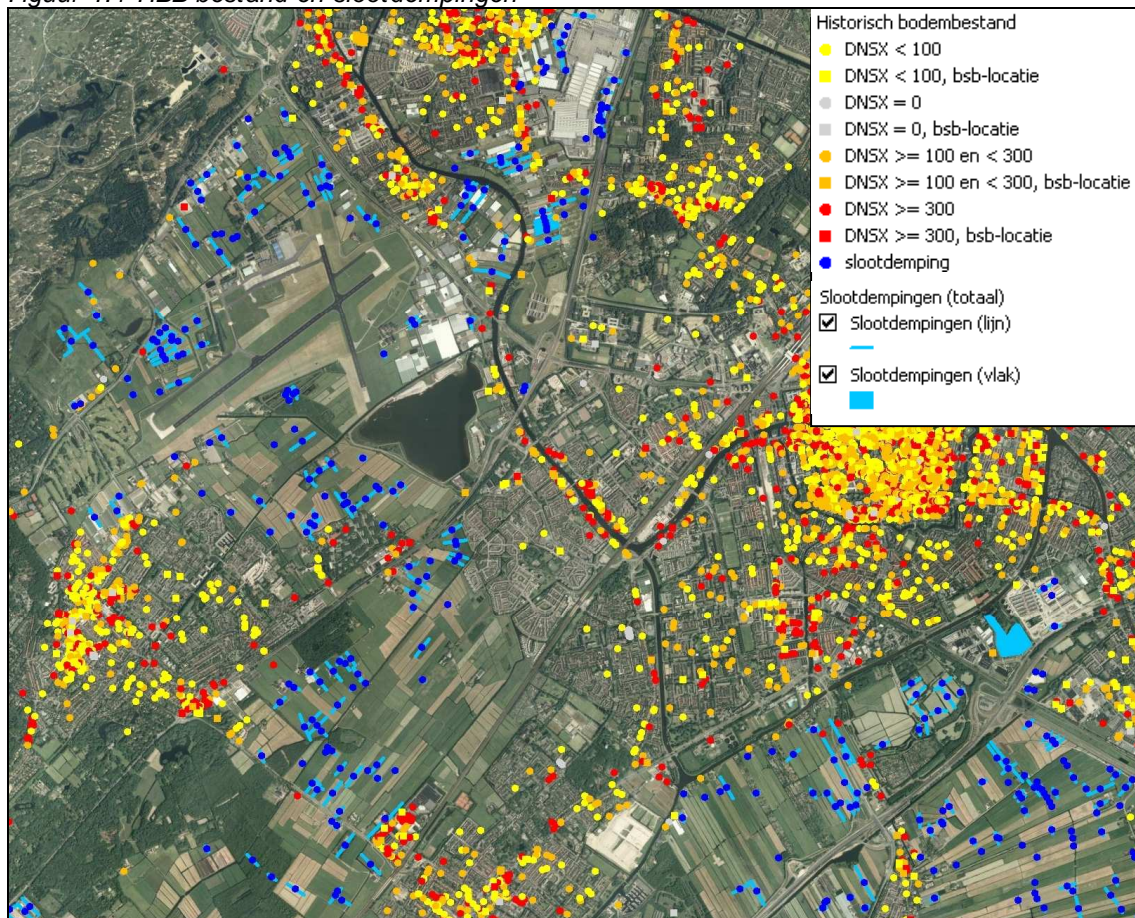
3. *Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied.*
4. *Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied.*
5. *Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied.*

Een nadere toelichting op de toetsingcriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingcriterium opgenomen in paragraaf 4.5.

#### 4.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

In onderstaande figuur is de situering van historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging en het aantal slootdempingen opgenomen.

Figuur 4.1 HBB bestand en slootdempingen



In bovenstaande figuur is op puntlocatieniveau de DNSX-score opgenomen. Een DNSX-score groter dan 100 wil zeggen dat op basis van de dominante UBI-code, mogelijk sprake is van een potentieel geval van ernstige (en mogelijk spoedeisende) bodemverontreiniging.

Naast bovengenoemde historisch verdachte locaties met een potentieel geval van bodemverontreiniging, zijn eveneens de daadwerkelijke gevallen van bodemverontreinigingen meegenomen. Deze informatie is, in verband met een scheiding van bevoegd gezag binnen het plangebied, deels afkomstig van de gemeente Leiden en een deels afkomstig van provincie Zuid-Holland. Aangezien de wijze van registratie van verontreinigingen tussen de bevoegde gezagen van elkaar verschillen, is het niet mogelijk gebleken om één kaart te maken met daarop de gegevens van beide bronnen.



## 4.5 Effecten van de varianten

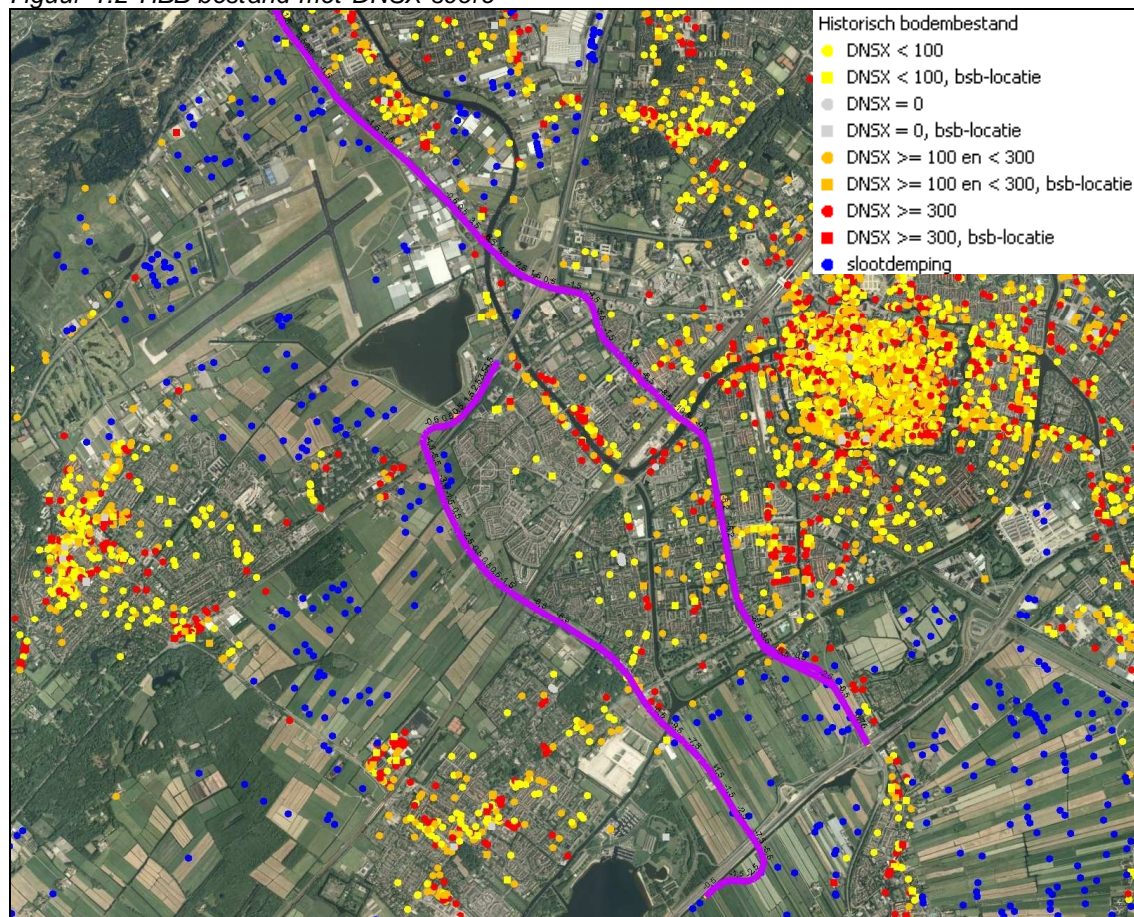
Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect bodemverontreiniging.

### 4.5.1 Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied

#### Effectbepaling

Om het aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied te kunnen bepalen, is het aanleggebied ingetekend (paarse lijnen). Hierbij is vanuit de as van de weg een werkbreedte van 30 m gehanteerd. Om het aantal locaties te bepalen met een DNSX-score groter dan 100 (locaties met een potentieel geval van ernstige (en mogelijk spoedeisende) bodemverontreiniging) is middels GIS een selectie gemaakt van het aanleggebied met het HBB bestand. Het resultaat van deze selectie is opgenomen in onderstaande figuur en tabel 4.1.

Figuur 4.2 HBB bestand met DNSX-score



Tabel 4.1: Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen aanleggebied.

Klasse	aantal locaties Zoeken naar Balans	aantal locaties Churchill Avenue
DNSX score > = 100	7	7

#### Effectbeoordeling

Opgemerkt wordt dat historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging mogelijk kunnen leiden tot een bodemsanering. Het uitvoeren van een bodemsanering is een positieve ontwikkeling en wordt derhalve ook als zodanig in onderhavige rapportage beoordeeld. De bijkomende negatieve effecten (bijvoorbeeld kosten, te nemen voorzorgsmaatregelen, tijdelijke overlast / vervoersbewegingen etc.) zijn reeds bij het aspect grondverzet meegenomen en in onderhavig criterium buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++ Groot positief effect	Aantal locaties DNSX-score > = 100 100 – 1000
+ Positief effect	Aantal locaties DNSX-score > = 100 10 – 100
0 Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect	Aantal locaties DNSX-score > = 100 0 – 10
- Negatief effect	-
-- Groot negatief effect	-

Tabel 4.3 Beoordeling

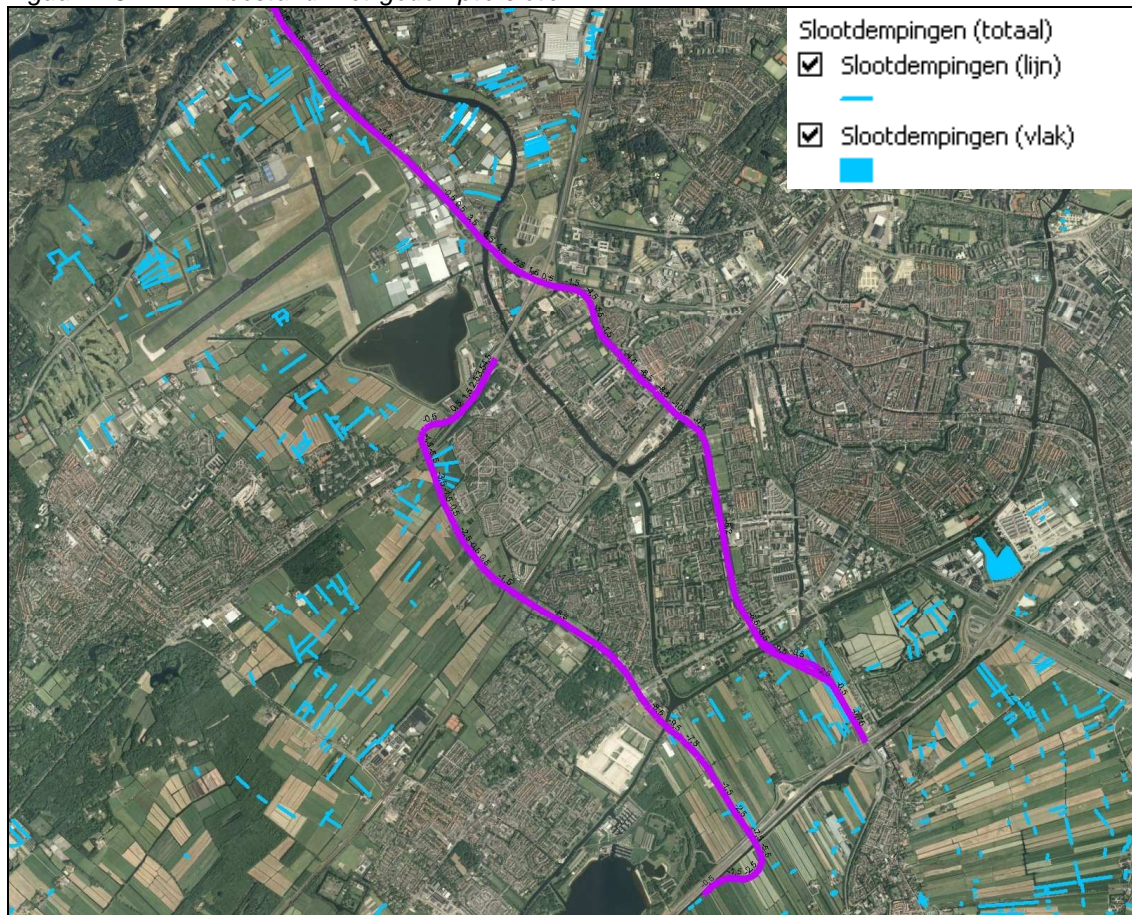
Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemverontreiniging	3. Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7

#### 4.5.2 Aantal gedempte sloten binnen aanleggebied

##### Effectbepaling

Om het aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied te kunnen bepalen, is het aanleggebied ingetekend. Hierbij is vanuit de as van de weg een werkbreedte van 30 m gehanteerd. Om de aantallen gedempte sloten te bepalen is gebruik gemaakt van het HBB-bestand van Provincie Zuid-Holland. In dit bestand zijn de slootdempingen als lijn ingetekend. In figuur 4.3 is het HBB bestand met de situering van de gedempte sloten weergegeven.

Figuur 4.3 HBB bestand met gedempte sloten



Om het aantal locaties te bepalen waarbij door de werkzaamheden een gedempte sloot wordt doorkruist, is middels GIS een selectie gemaakt van het aanleggebied met het HBB-bestand. Het resultaat van deze selectie is opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 4.4 Aantal gedempte sloten binnen aanleggebied.

Klasse	aantal locaties Zoeken naar Balans	aantal locaties Churchill Avenue
Gedempte sloten	4	2

#### Effectbeoordeling

Opgemerkt wordt dat gedempte sloten mogelijk kunnen leiden tot een bodemsanering. Het uitvoeren van een bodemsanering is een positieve ontwikkeling en wordt derhalve ook als zodanig in onderhavige rapportage beoordeeld. De bijkomende negatieve effecten (bijvoorbeeld kosten, te nemen voorzorgsmaatregelen, tijdelijke overlast / vervoersbewegingen etc.) zijn reeds bij het aspect grondverzet meegenomen en in onderhavig criterium buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.5 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 4.6 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans variant A	Zoeken naar Balans variant F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemverontreiniging	4. Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 4	0 - 4	4	0 - 4	0 - 4	2	0 - 2

#### 4.5.3 Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling

##### Effectbepaling

Om het aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied te kunnen bepalen zijn deze gegevens opgevraagd bij de gemeente Leiden (via MDWH) en de provincie Zuid-Holland. Door een verschillende registratie van verontreinigingen en/of exportmogelijkheden van de gegevens tussen de bevoegde gezagen, is het niet mogelijk gebleken om één kaart te maken met daarop de gegevens van beide bronnen. Het aantal gevallen van bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied van bevoegd gezag gemeente Leiden is derhalve geselecteerd en aangeleverd door MDWH. Het aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen het invloedsgebied van bevoegd gezag provincie Zuid-Holland kon op basis van de aangeleverde gegevens worden geselecteerd middels GIS. Het resultaat van beide selecties is opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 4.7: Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied.

Klasse	aantal locaties Zoeken naar Balans	aantal locaties Churchill Avenue
Ernstig geval van bodemverontreiniging	5	0

**Effectbeoordeling**

Opgemerkt wordt dat een geval van ernstige bodemverontreiniging uiteindelijk zal leiden tot een bodemsanering. Het uitvoeren van een bodemsanering is een positieve ontwikkeling en wordt derhalve ook als zodanig in onderhavige rapportage beoordeeld. De bijkomende negatieve effecten (bijvoorbeeld kosten, te nemen voorzorgsmaatregelen, tijdelijke overlast / vervoersbewegingen etc.) zijn reeds bij het aspect grondverzet meegenomen en in onderhavig criterium buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.8 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect Aantal locaties DNSX-score > = 100 10 – 20
+	Positief effect Aantal locaties DNSX-score > = 100 5 – 10
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect Aantal locaties DNSX-score > = 100 0 – 5
-	Negatief effect -
--	Groot negatief effect -

Tabel 4.9 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemverontreiniging	5. Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	5	5	5	0 - 5	5	0	0

#### 4.5.4 Samenvatting effecten op bodemverontreiniging

Een samenvatting van de effecten op het aspect bodemverontreiniging is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4.10 Effecten op het aspect bodemverontreiniging

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Bodemveront- reiniging	3. Aantal historisch verdachte locaties met een potentieel geval van ernstige (en spoedeisende) bodemverontreiniging binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7	0 - 7	7	0 - 7
	4. Aantal gedempte sloten binnen het aanleggebied	n.v.t.	0 - 4	0 - 4	4	0 - 4	0 - 4	2	0 - 2
	5. Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging binnen invloedsggebied bemaling	n.v.t.	5	5	5	0 - 5	5	0	0

## **5 Aspect 3: Zetting**

### **5.1 Inleiding**

Als gevolg van de tijdelijke grondwaterstandsverlagingen door de bemaling 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. In onderhavig aspect zijn de toetsingscriteria ten aanzien van zettingen verder uitgewerkt.

Opgemerkt wordt dat voor de zetting is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. In de praktijk is het mogelijk dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde retourbemaling en/of retourbemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Ook is het aannemelijk dat de gebouwen en infrastructuur zijn gefundeerd op palen. Al deze aspecten maken de daadwerkelijke kans op schade als gevolg van zetting aanzienlijk kleiner. Daarbij wordt opgemerkt dat, indien in de praktijk daadwerkelijk risico's bestaan op zettingschade, er altijd voldoende mitigerende maatregelen getroffen worden om deze alsnog te voorkomen. Onderhavig aspect dient derhalve gezien te worden als een "worst-case" schatting.

### **5.2 Wet- en regelgeving**

Ten aanzien van het aspect zetting bestaat algemeen beleid welke erop gericht is om bodemdaling af te remmen of te voorkomen. Hierbij wordt met name gedacht aan de strategieën uit de Nota Ruimte en concrete gebiedsinvulling in de provinciale structuurvisies en het Ontwikkelingsprogramma Groene Hart. Deze hebben voornamelijk betrekking op gebiedsgerichte aanpak van landbouw, natuur en cultuurlandschap.

### **5.3 Onderzoeksmethodiek**

Voor het aspect zetting zijn de volgende toetsingscriteria gehanteerd:

6. *Oppervlakte zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling*
7. *Oppervlakte bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling*

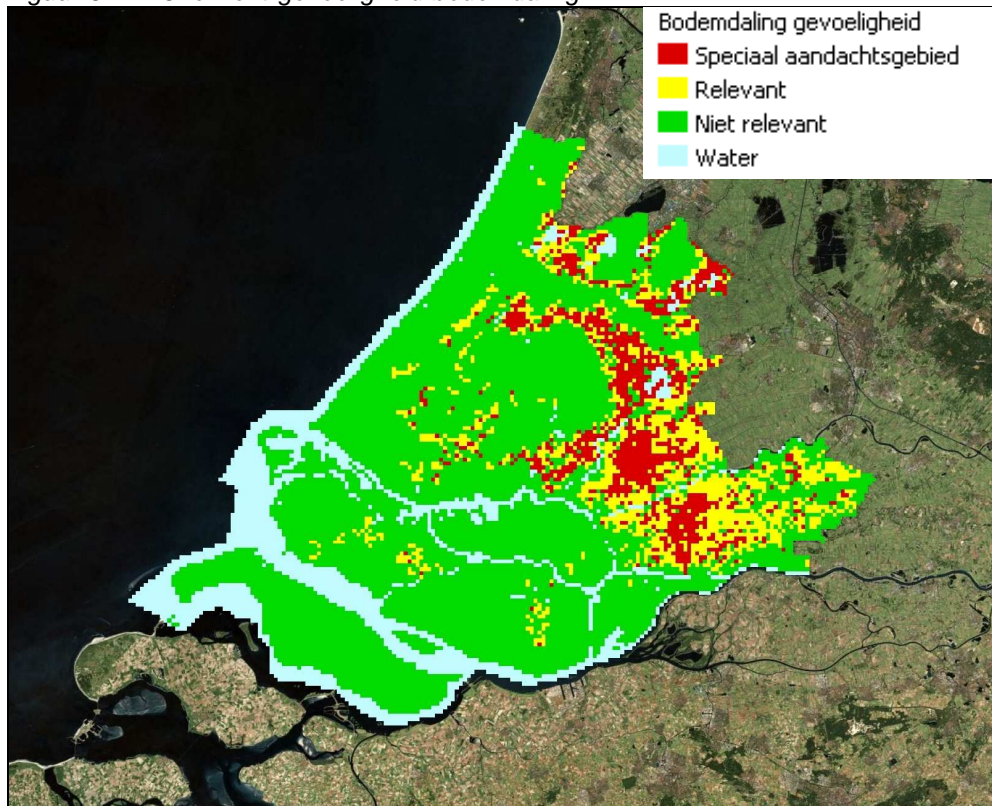
Voor de criteria is het oppervlakte zettingsgevoelige bodem en de oppervlakte bebouwing en infrastructuur gebruikt, zoals die uit de provinciale kaarten zijn te herleiden, aangezien de kans op zetting of schade aan bebouwing of infrastructuur niet is te kwantificeren. De kans op schade is echter wel groter naarmate er meer (een groter oppervlakte) wordt beïnvloed.

Een nadere toelichting op de toetsingscriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingscriterium opgenomen in paragraaf 5.5.

### **5.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen**

Naarmate de bodem gevoeliger is voor zetting (bodemdaling) is de kans groter dat schade kan ontstaan. Om de mate van bodemdaling te bepalen is door Provincie Zuid-Holland een gebiedsdekkende kaart gemaakt betreffende de gevoeligheid voor bodemdaling (zie figuur 5.1).

Figuur 5.1 Overzicht gevoeligheid bodemdaling



Naarmate meer bebouwing en infrastructuur aanwezig is binnen het invloedsgebied is de kans groter dat schade kan ontstaan aan deze objecten als gevolg van zetting (bodemdaling). Om te bepalen waar bebouwing en infrastructuur aanwezig is binnen het invloedsgebied van de bemaling, is gebruik gemaakt van de CBS bodemgebruikkaart van Provincie Zuid-Holland.

## 5.5 Effecten van de varianten

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect zetting.

### 5.5.1 Oppervlakte zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling

#### Effectbepaling

Binnen het invloedsgebied van de bemaling kunnen zettingen van de ondergrond ontstaan.

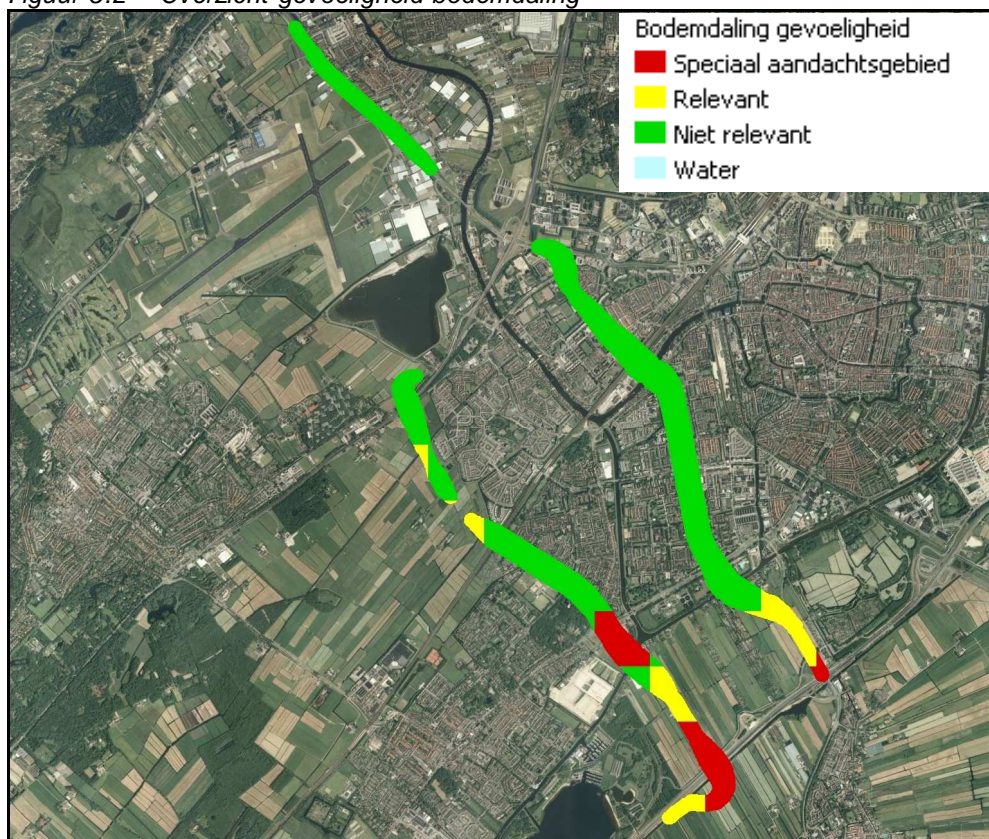
Gesteld wordt dat, naarmate de gevoeligheidsklasse voor bodemdaling binnen het invloedsgebied van de bemaling groter is, ook de kans op zettingen toeneemt.

Opgemerkt wordt dat voor de mogelijke zetting is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. In de praktijk is het mogelijk dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde retourbemaling en/of retourbemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Hierdoor is de daadwerkelijke kans op zetting aanzienlijk kleiner. Daarbij wordt opgemerkt dat, indien in de praktijk daadwerkelijk risico's bestaan op zettingen, er altijd voldoende mitigerende maatregelen getroffen worden om deze alsnog te voorkomen. Onderhavig criterium dient derhalve gezien te worden als een "worst-case" benadering.



Voor onderhavig criterium is het oppervlakte van de hoogste gevoeligheidsklasse voor bodemdaling (speciaal aandachtsgebied) binnen het invloedsgebied bepaald. Hiertoe is middels GIS de bodemdaling gevoeligheidskaart samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van de deklaag. Het resultaat van deze samenvoeging is opgenomen in figuur 5.2.

Figuur 5.2 Overzicht gevoeligheid bodemdaling



Op basis hiervan is de oppervlakte per klasse berekend. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 5.1 Oppervlakte per bodemdaling gevoeligheidsklasse

Gevoeligheidsklasse	Code	oppervlakte ZnB (hectare)	oppervlakte Churchill Avenue (hectare)
Speciaal aandachtsgebied	1	33	2,3
Relevant	2	28	12,1
Niet-Relevant	3	84	123

#### Effectbeoordeling

Als gevolg van zetting kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien de bemaling tijdelijk van aard is en effect relatief eenvoudig is te mitigeren met behulp van retourbemaling.

Tabel 5.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
+ +	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
- -	Groot negatief effect

Tabel 5.3 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Zetting	6. Oppervlakte (ha) zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	5 - 30	5 - 30	33	0	20 - 30	2,3	1 - 2

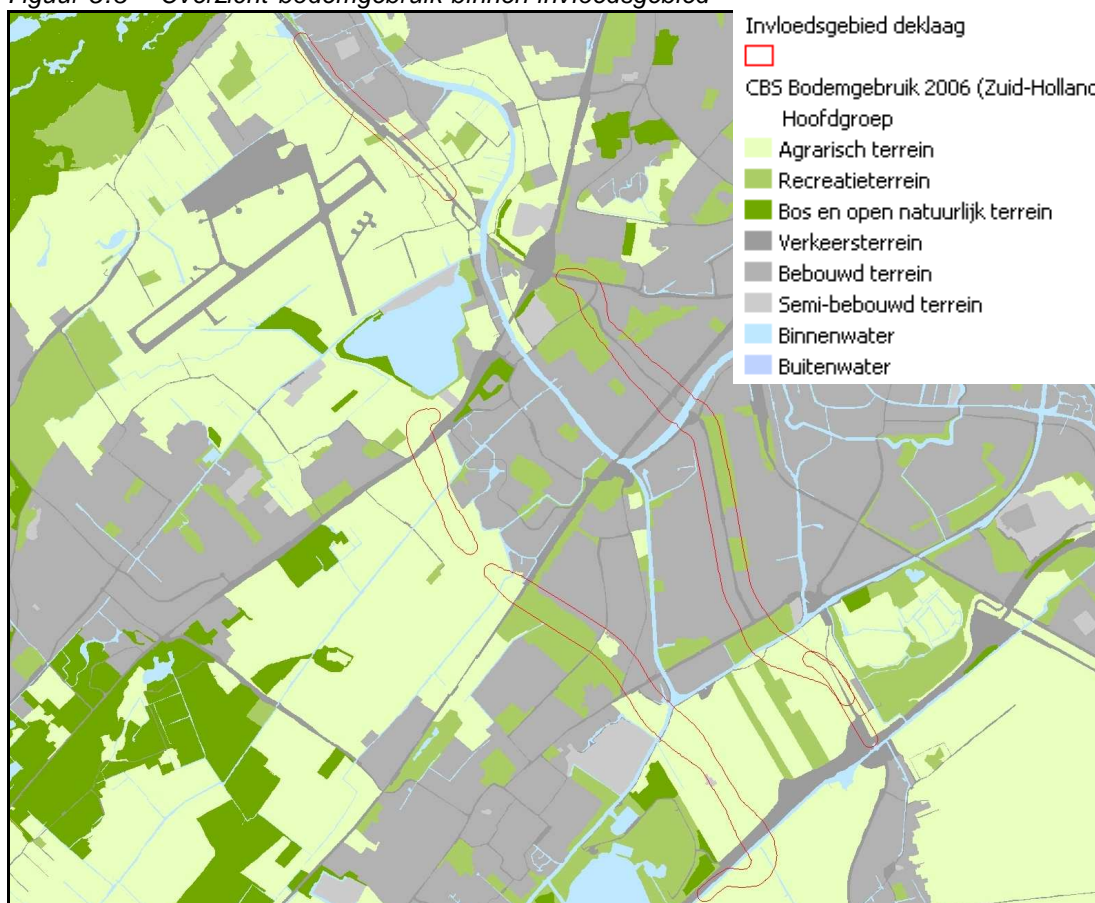
### 5.5.2 Oppervlakte bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling

#### Effectbepaling

Binnen het invloedsgebied van de bemaling kunnen zettingen van de ondergrond ontstaan. Daar waar bebouwing / infrastructuur binnen het invloedsgebied van de bemaling aanwezig is, bestaat de kans op schade als gevolg van (ongelijkmatige) zettingen. Gesteld wordt dat, naarmate meer bebouwing binnen een invloedsgebied aanwezig is, de kans op schade als gevolg van ongelijkmatige zettingen toeneemt. Opgemerkt wordt dat voor de mogelijke zetting is uitgegaan van een open ontgraving met bemaling tot de gewenste aanlegdiepte. In de praktijk is het mogelijk dat voor bepaalde delen een alternatieve uitvoeringswijze (bijvoorbeeld onderwaterbeton) wordt toegepast zonder of met een verminderde retourbemaling en/of retourbemaling van het freatisch en/of 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. Ook is het aannemelijk dat de gebouwen en infrastructuur zijn gefundeerd op palen. Al deze aspecten maken de daadwerkelijke kans op schade als gevolg van zetting aanzienlijk kleiner. Daarbij wordt opgemerkt dat, indien in de praktijk daadwerkelijk risico's bestaan op zettingschade, er altijd voldoende mitigerende maatregelen getroffen worden om deze alsnog te voorkomen. Onderhavig criterium dient derhalve gezien te worden als een "worst-case" schatting.

Om te bepalen waar bebouwing en infrastructuur aanwezig is middels GIS de CBS bodemgebruikkaart van Provincie Zuid-Holland samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van de deklaag. Een overzicht van het bodemgebruik binnen het invloedsgebied is opgenomen in figuur 5.3

Figuur 5.3 Overzicht bodemgebruik binnen invloedsgebied



Om het bodemgebruik binnen het invloedsgebied te bepalen is middels GIS de bodemgebruikskaat samengevoegd met de kaart van het invloedsgebied van de deklaag. Op basis hiervan is de oppervlakte van verkeersterrain, bebouwd terrein en semi-bebouwd terrein (bebouwing / infrastructuur) berekend per invloedsgebied. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 5.4 Oppervlakte en percentage bebouwing / infrastructuur

Klasse	Zoeken naar Balans	Churchill Avenue
	hectare / %	hectare / %
Oppervlakte en percentage bebouwing / infrastructuur	34 / 24%	80 / 58%

Effectbeoordeling

Als gevolg van zetting kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten, aangezien de bemaling tijdelijk van aard is en eventuele effecten relatief eenvoudig zijn te mitigeren met behulp van retourbemaling. Tevens zal de bouw methode kunnen worden aangepast (gebruik onderwaterbeton) om bemaling zo veel mogelijk te beperken. De effecten bestaan derhalve vooral uit het moeten treffen van voorzieningen om zetting te voorkomen en aanpassingen aan de bouw methoden en niet zozeer uit (de kans op) het optreden van zettingen zelf. Derhalve is als criterium het oppervlakte van de bebouwing en/of infrastructuur als maat voor de grootte van het effect gekozen.

Tabel 5.5 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling		Klassegrenzen
++	Groot positief effect	-
+	Positief effect	-
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect	Oppervlakte bebouwing /infrastructuur binnen invloedsgebied 0 –50 ha
-	Negatief effect	Oppervlakte bebouwing /infrastructuur binnen invloedsgebied > 50 ha
--	Groot negatief effect	-

Tabel 5.6 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans A	Zoeken naar Balans F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Zetting	7. Oppervlakte (ha) bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	0 - 35	0 - 35	35	0	0 - 35	80	50 - 80

### 5.5.3 Samenvatting effecten op zetting

Een samenvatting van de effecten op het aspect zetting is weergegeven in onderstaande tabel. Bij effecten op bebouwing en infrastructuur dienen ook te worden verstaan de effecten op kabels en leidingen, aangezien deze gerekend worden tot de (ondergrondse) infrastructuur.

Tabel 5.7 Effecten op het aspect zetting

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans variant A	Zoeken naar Balans variant F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Zetting	6. Oppervlakte (ha) zettingsgevoelige bodem binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	5 - 30	5 - 30	33	0	20 - 30	2,3	1 - 2
	7. Oppervlakte (ha) bebouwing / infrastructuur binnen invloedsgebied bemaling	n.v.t.	0 - 35	0 - 35	35	0	0 - 35	80	50 - 80

## **6 Aspect 4: Grondverzet**

### **6.1 Inleiding**

Als gevolg van de aanleg van tunnels en wegen zal grondverzet plaats moeten vinden. Onder grondverzet wordt zowel de hoeveelheid ontgraving in het projectgebied, de hoeveelheid af te voeren grond vanuit het projectgebied naar buiten alsmede de aanvoer van grond naar het projectgebied verstaan. Voor onderhavig aspect is gesteld dat, naarmate de grondbalans per variant groter is, de kans ook groter is dat grondverzet van en naar het projectgebied plaatst gaat vinden. Naarmate meer grondverzet plaats moet vinden zal een (tijdelijke) toename van transport en overlast plaats kunnen vinden. In onderhavig aspect is het toetsingscriterium grondverzet verder uitgewerkt.

### **6.2 Wet- en regelgeving**

Ten aanzien van het aspect grondverzet bestaat geen wet- en regelgeving. Wel bestaan er op basis van de Wet bodembescherming en het Besluit en de Regeling bodemkwaliteit regels ten aanzien van het hergebruik en toepassen van grond. Bovendien wordt vanuit het Besluit een neutrale of gesloten grondbalans voorgestaan door het stimuleren van gebiedsgericht beleid.

### **6.3 Onderzoeksmethodiek**

Voor het aspect grondbalans is het volgende toetsingscriterium gehanteerd:

8. *Hoeveelheid (m<sup>3</sup>) grondverzet*

Een nadere toelichting op de toetsingcriteria, de wijze waarop de effecten zijn bepaald (welke gegevens zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan etc.) en de wijze waarop de effecten zijn beoordeeld (beoordelingsmethodiek) zijn per toetsingscriterium opgenomen in paragraaf 6.5.

### **6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen**

Niet relevant.

### **6.5 Effecten van de varianten**

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de varianten op het aspect grondverzet.

#### **6.5.1 Hoeveelheid (m<sup>3</sup>) grondverzet**

##### Effectbepaling

Bij de aanleg van de varianten zal grond vrijkomen. Afhankelijk van de aanlegdiepte en de lengte van het tracé is de hoeveelheid vrijkomende grond berekend. Hiervoor zijn de volgende uitgangspunten<sup>2</sup> gehanteerd.

---

<sup>2</sup> Opgemerkt wordt dat de berekening van de grondbalans een grove inschatting betreft op basis van gestelde uitgangspunten.

- Een sterk geschematiseerde bodemopbouw voor het noordwestelijk deel en zuidoostelijk deel zoals beschreven in bijlage 2.
- Een breedte van de ontgraving van 30 m.
- Een gemiddelde NAP-hoogte van 0,3 m t.o.v. NAP
- De aanlegdiepte (m t.o.v. NAP) zoals ingetekend in bijlage 1.

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 6.1 Grondbalans (m<sup>3</sup>)

Bodemopbouw	Inhoud Zoeken naar Balans (m <sup>3</sup> x 1000)	Inhoud Churchill Avenue (m <sup>3</sup> x 1000)
Klei, matig zandig, plaatselijk veen	490	481
Zand en klei	255	313
Zand, matig fijn, zwak kleiig	94	143
Klei en leem	0	13
<b>Totaal</b>	<b>839</b>	<b>950</b>

#### Effectbeoordeling

Als gevolg van het grondverzet kunnen in principe alleen maar negatieve effecten optreden. De positieve effecten zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Tevens is een groot negatief effect buiten beschouwing gelaten aangezien het grondverzet te verminderen is door bijvoorbeeld grond ter plaatse te hergebruiken in de vorm van een (functionele) geluidswal, een tunnel te boren (i.p.v. te ontgraven) etc.

Tabel 6.2 Beoordelingsmethodiek

Beoordeling	Klassegrenzen
++	Groot positief effect
+	Positief effect
0	Neutraal effect of een verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief effect
--	Groot negatief effect

Tabel 6.3 Beoordeling

Aspect	Toetsingscriterium	Varianten							
		Referentiesituatie	N11-west 2	N11-west 4	Zoeken naar Balans	Zoeken naar Balans variant A	Zoeken naar Balans variant F	Churchill Avenue	Churchill Avenue gefaseerd
Grondverzet	8. Hoeveelheid m <sup>3</sup> (x 1000) grondverzet	n.v.t.	100-839	100-839	839	0-100	100-839	950	100-950

## 7 MMA en mitigerende maatregelen

### 7.1 Welk tracéalternatief als basis voor het MMA

Het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) is het tracéalternatief met de minste negatieve milieueffecten en/of de meeste positieve milieueffecten. Nadat de criteria van de verschillende aspecten zijn beoordeeld, dient op basis van de effectvergelijking een keuze gemaakt te worden voor het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA).

Voor het milieuaspect bodem en grondwater scoort de faseringsvariant Zoeken naar Balans scenario A het meest positief. Op basis van alle beschreven effecten in dit achtergrondrapport blijkt dat er ten aanzien van het milieuaspect bodem en grondwater verschillen optreden in effecten. In principe treden bij alle varianten enkel neutrale tot negatieve effecten op. Dit heeft onder andere te maken met de graafwerkzaamheden (aan- en afvoer van grond), de bemaling die nodig is, de zettingsrisico's die op kunnen treden, en de obstakels als kabels/leidingen en bodemverontreinigingen waar rekening mee gehouden moet worden. Vanwege het tijdelijke karakter (aanlegfase) zijn de negatieve effecten relatief beperkt. Bij de faseringsvariant Zoeken naar Balans scenario A vinden de minste graafwerkzaamheden plaats, waardoor de effecten op bodem en water het minst negatief zullen zijn. Tijd, kosten en duurzaamheid hebben geen rol gespeeld bij deze afweging. Als randvoorwaarde geldt dat het MMA een reëel uitvoerbaar alternatief moet zijn, dat past binnen de doelstellingen van het project. Alle varianten voldoen hieraan.

In de uiteindelijke MER zal uit een vergelijking van alle milieuaspecten (naast het milieuaspect bodem en grondwater) moeten blijken welk tracéalternatief het beste voldoet als MMA.

### 7.2 Mitigerende maatregelen

De negatieve effecten op het tracéalternatief dat als MMA wordt aangemerkt, en op de andere alternatieven, kunnen verder worden beperkt door het nemen van mitigerende maatregelen. Mitigerende maatregelen hebben als doel om negatieve milieueffecten te voorkomen of te beperken. Deze paragraaf bevat voor het milieuaspect bodem en grondwater een overzicht van potentiële mitigerende maatregelen. Voor het VoorkeursAlternatief, dat wordt gekozen mede op basis van het MER, maakt de keuze en uitwerking van mitigerende maatregelen onderdeel uit van het verdere ontwerpproces in het kader van het Provinciale Inpassingsplan.

Opgemerkt wordt dat voorafgaand aan de (voorbereiding op de) werkzaamheden altijd gedetailleerde berekeningen en modellering plaats dienen te vinden om de invloed en de effecten van werkzaamheden (zoals bemaling) te bepalen, zoals voorgeschreven volgens een stelsel van meldingen en vergunningverlening. Negatieve invloeden kunnen (en moeten) meestal grotendeels worden tegengegaan of voorkomen door het nemen van mitigerende maatregelen. Negatieve effecten als gevolg van het uitvoeren van een bemaling bestaat dan vooral hieruit dat extra inspanning moet worden verricht om schade of negatieve invloed tegen te gaan.

#### *bemaling*

Het uitvoeren van bemaling zal vooral effecten hebben op de grondwaterstroming/-standen, het aantrekken van brak water, (aantrekken, verplaatsen van) bodemverontreiniging en zetting/bodemdaling.

Ter voorkoming van negatieve effecten hierbij zijn de volgende potentiële mitigerende maatregelen mogelijk:



- zo veel mogelijk voorkomen dat bemaling noodzakelijk is door aanpassen van het ontwerp en toepassen van alternatieve bouwmethoden zoals het gebruik van onderwaterbeton.
- zo veel mogelijk beperken van de duur van de bemaling.
- toepassen van retourbemaling.

*grondverzet*

Voor het aspect grondverzet dient zo veel mogelijk voorkomen te worden dat grond wordt ontgraven en als er grond wordt ontgraven dient de hoeveelheid grondverzet en verplaatsing van grond binnen het projectgebied en van en naar het projectgebied (overlast en transport) te worden geminimaliseerd.

- werken met gesloten grondbalans/hergebruik ter plekke of binnen project (geluidswal).
- faciliteren van gebiedsspecifiek beleid (m.b.t. hergebruik) voor zover dit niet is geregeld.
- boren van een tunnel i.p.v. te ontgraven.

## 8 Leemte in kennis en monitoringsprogramma

De onderzoeken die voor het milieuaspect bodem en grondwater zijn uitgevoerd vormen samen met de ander thema's een goede basis voor de keuze van het meest geschikte tracé. Er zijn voor dit thema in het kader van de 2<sup>e</sup> fase MER geen noemenswaardige leemten in kennis die relevant zijn voor de omvang van de verwachte effecten.

Wel wordt opgemerkt dat delen van de in dit rapport gepresenteerde informatie nader dienen te worden gedetailleerd, zodra het vergunningen- en engineeringstraject in uitvoering gaat. De bepaalde effecten zijn namelijk afhankelijk van de exacte uitvoeringswijze én van de te nemen mitigerende maatregelen. Beiden zijn nu namelijk nog niet exact bekend, waardoor uit is gegaan van een worst case situatie zonder (volledige inzet van) mitigerende maatregelen. Aanbevolen wordt om in ieder geval nader onderzoek te doen naar:

- De actuele stand van zaken met betrekking tot de relevante en mogelijke bodemverontreinigingsgevallen en slootdempingen, om tijdig de noodzakelijk te treffen maatregelen te kunnen nemen.
- De lokale geohydrologie ter plaatse van het tracé en in intensievere mate ter plaatse van de verdiepte delen van het tracé. De lokale geohydrologie kan vastgesteld worden middels veldwerkzaamheden (plaatsen boringen, sonderingen en peilbuizen) en zou aangevuld kunnen worden door het onlangs door TNO ontwikkelde GEOTOP model. Deze input is van belang om een bemalingsadvies / vergunningonderbouwend rapport, invloedsgebieden, stuwing, mitigerende maatregelen, grondbalans, zettingsberekeningen etc. uit te kunnen voeren. Voor bovenstaande wordt geadviseerd een uitgebreide modelmatige benadering (bijvoorbeeld een 3D-model als MODFLOW) te kiezen, om alle effecten nauwkeurig te kunnen bepalen.
- De meest gewenste uitvoeringswijze, met daarbij noodzakelijk te nemen mitigerende maatregelen.

Om de voorspelde (tijdelijke) effecten te kunnen monitoren, kunnen peilbuizen worden geplaatst langs de bemalingstracés waarin periodiek, gedurende de bemaling, de stijghoogten in worden gemeten. Verwacht wordt dat de bemalingswerkzaamheden vergunningsplichtig zullen zijn in het kader van de Waterwet. In het kader van deze vergunning zullen naar verwachting eisen worden opgenomen met betrekking tot de monitoring van de stijghoogten van het grondwater. In het monitoringsplan dient tevens een onderdeel te worden opgenomen met te treffen maatregelen indien bepaalde actiewaarden (bijvoorbeeld kritieke stijghoogten) tijdens de uitvoering worden overschreden.



## **Bijlage 1: Situatie met aanlegdiepten**



## **Bijlage 2: Geohydrologische situatie**

## Geohydrologische situatie

Voor de beschrijving van het aspect grondwaterstroming zijn aan verschillende bronnen geohydrologische bodemgegevens ontleend, welke gebruikt zijn als uitgangspunt ten behoeve van berekeningen van effecten. De verzamelde gegevens zijn afkomstig van grondwaterkaarten van provincie Zuid-Holland en TNO-boringen en peilbuizen (DINOLoket en REGIS).

### Regionale en lokale bodemopbouw

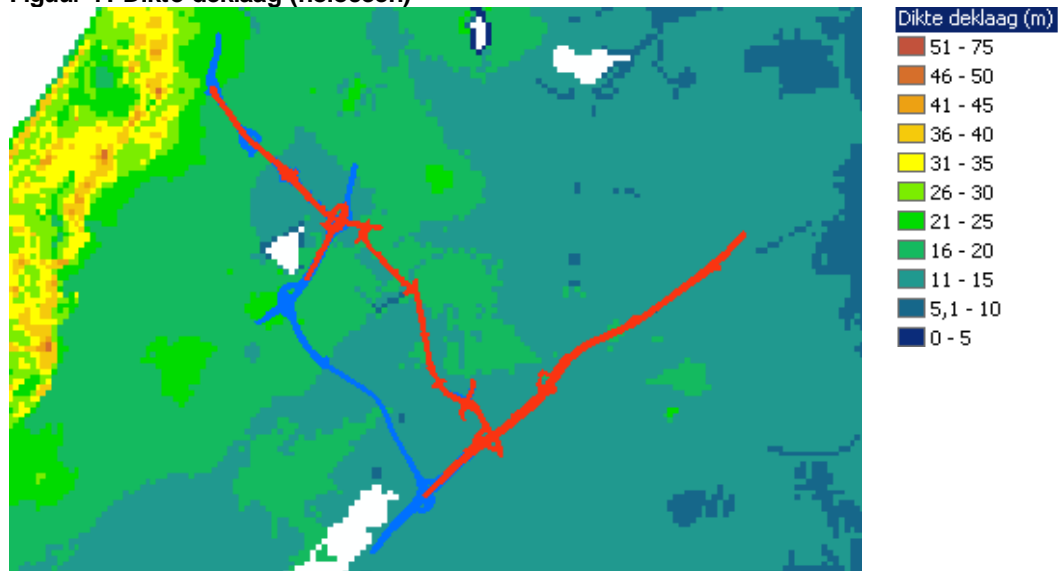
In onderstaande tabel is schematisch de regionale bodemopbouw weergegeven.

**Tabel 1: Regionale bodemopbouw**

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Typering
0 – 15	Afwisselend klei- en (fijne) zandlagen	deklaag
15 – 51	Matig fijn tot matig grof zand	1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket (WVP1)
51 – 59	Klei	1 <sup>ste</sup> scheidende laag
59 – 127	Matig grof zand	2 <sup>de</sup> watervoerend pakket (WVP2)
> 127	Klei	Geohydrologische basis

De dikte van de deklaag is opgenomen in onderstaande figuur. Hieruit kan worden afgeleid dat de dikte van de deklaag circa 15 m bedraagt.

**Figuur 1: Dikte deklaag (holoceen)**



De lokale bodemopbouw tot 20 m-mv is gebaseerd op de lokaal uitgevoerde TNO-boringen en is geschematiseerd weergegeven in tabel 3.2. Hierbij is onderscheid gemaakt in het tracé ten noordwesten van de A44 en het tracé ten zuidoosten van de A44.

**Tabel 2: Lokale bodemopbouw noordwestzijde**

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Schatting doorlatendheid (m/d)
0,0 – 2,0	Klei, matig zandig, plaatselijk veen	0,5
2,0 – 6,0	Zand, zeer fijn, sterk siltig	2
6,0 – 13,0	Zand, matig grof, kleilig, zwak siltig	5
13,0 – 20,0	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	10

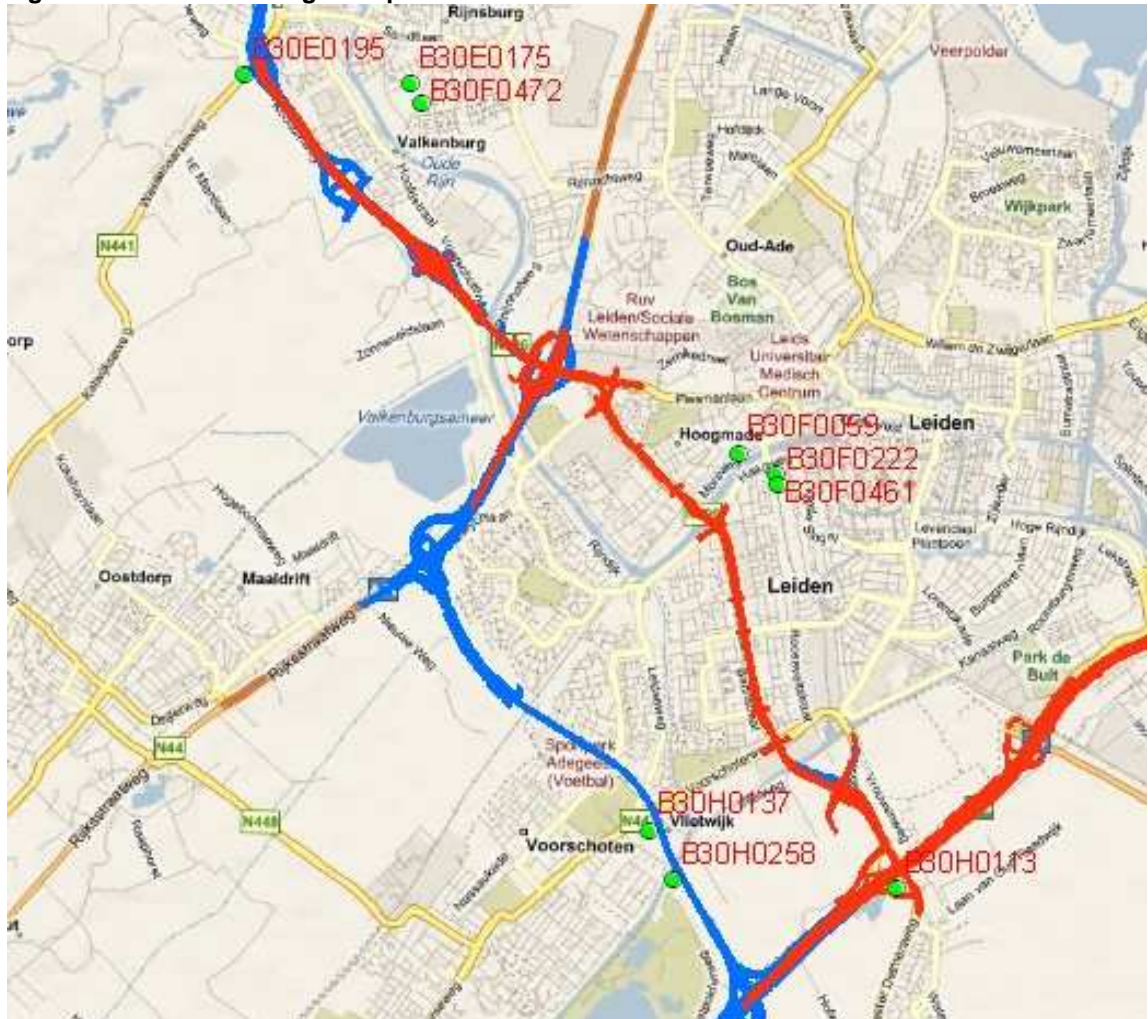
**Vervolg tabel 2: Lokale bodemopbouw zuidoostzijde**

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Schatting doorlatendheid (m/d)
0,0 – 3,0	Klei, matig zandig, plaatselijk veen	0,5
3,0 – 6,0	Zand en klei	2
6,0 – 10,0	Zand, matig fijn, zwak kleilig	3
10,0 – 12,0	Klei en leem	0,1
12,0 – 20,0	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	7

#### **Regionale en lokale grondwaterstand**

Om inzicht te krijgen in de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) is gebruik gemaakt van grondwaterstandmeetreeksen zoals bijgehouden door TNO. Hiervoor zijn TNO-peilbuizen geselecteerd welke binnen het plangebied zijn gesitueerd, welke meer dan 200 meetwaarden bevatten en waarvan de hoogte van het meetpunt ten opzichte van N.A.P. bekend is. In figuur 2 is de situering van de peilbuizen opgenomen.

Figuur 2: Globale situering TNO peilbuizen



Voor een overzicht van de GHG, de gemiddelde grondwaterstand (GG) en de GLG, wordt verwezen naar tabel 3 in deze bijlage.

**Tabel 3: Regionale grondwaterstandsgegevens (m t.o.v. NAP)**

peilbuis nr.	filter	maaiveld- hoogte (m t.o.v. NAP)	filter- stelling (m-mv)	typering	meetreeks*	GHG	GG	GLG
						(m t.o.v. NAP)		
B30H0259	1	-1,7	7,5-8,5	deklaag	1982-92	-2,36	-2,45	-2,54
B30H0258	1	-1,03	16,5-17,5	WVP1	1986-96	-1,58	-1,7	-1,8
B30H0137	1	-0,56	4-5	deklaag	1999-09	-1,24	-1,35	-1,47
B30H0137	2	-0,56	20-21	WVP1	1999-09	-1,53	-1,66	-1,8
B30H0137	3	-0,56	28-29	WVP1	1999-09	-1,53	-1,66	-1,8
B30H0137	4	-0,56	40-41	WVP1	1999-09	-1,73	-1,86	-1,99
B30H0137	5	-0,56	73-74	WVP2	1999-09	-1,82	-1,96	-2,07
B30H0113	1	-1,48	11,7-12,2	deklaag	1970-80	-2,14	-2,31	-2,5
B30F0472	1	-0,12	28-30	WVP1	1999-09	-0,52	-0,64	-0,76
B30F0472	2	-0,12	48-50	WVP1	1999-09	-0,95	-1,08	-1,22
B30F0461	1	1,16	2,2-3,2	deklaag	1998-08	-0,1	-0,38	-0,59
B30F0461	2	1,16	5,8-7,8	deklaag	1998-08	-0,56	-0,67	-0,78
B30F0461	3	1,16	24,2-26,2	WVP1	1998-08	-1,09	-1,24	-1,38
B30F0461	4	1,16	39,6-41,6	WVP1	1998-08	-1,09	-1,25	-1,39
B30F0461	5	1,16	69,4-71,4	WVP2	1998-08	-0,87	-1,03	-1,2
B30F0222	1	1,19	24-45	WVP1	1980-90	-1,1	-1,25	-1,43
B30F0059	1	0,34	28-54	WVP1	1955-65	-1,45	-1,75	-2,01
B30E0195	1	1,35	10,6-11,6	deklaag	1996-06	0,19	0,05	-0,08
B30E0195	2	1,35	30,6-31,6	WVP1	1996-06	0,17	0,03	-0,1
B30E0195	3	1,35	46,7-47,7	WVP1	1996-06	0,14	0,01	-0,13
B30E0195	4	1,35	52,7-53,7	WVP1	1996-06	-0,26	-0,39	-0,52
B30E0175	1	-0,15	23-24	WVP1	1990-97	-0,5	-0,65	-0,77
B30E0175	2	-0,15	50,7-51,7	WVP1	1990-97	-1,04	-1,19	-1,32



**vervolg tabel 3: Regionale grondwaterstandsgegevens (m-mv)**

peilbuis nr.	filter	maaiveld- hoogte (m t.o.v. NAP)	filter- stelling (m-mv)	typering	meetreeks*	GHG (m-mv)	GG (m-mv)	GLG (m-mv)
B30H0259	1	-1,7	7,5-8,5	deklaag	1982-92	0,66	0,75	0,84
B30H0258	1	-1,03	16,5-17,5	WVP1	1986-96	0,55	0,67	0,77
B30H0137	1	-0,56	4-5	deklaag	1999-09	0,68	0,79	0,91
B30H0137	2	-0,56	20-21	WVP1	1999-09	0,97	1,1	1,24
B30H0137	3	-0,56	28-29	WVP1	1999-09	0,97	1,1	1,24
B30H0137	4	-0,56	40-41	WVP1	1999-09	1,17	1,3	1,43
B30H0137	5	-0,56	73-74	WVP2	1999-09	1,26	1,4	1,51
B30H0113	1	-1,48	11,7-12,2	deklaag	1970-80	0,66	0,83	1,02
B30F0472	1	-0,12	28-30	WVP1	1999-09	0,4	0,52	0,64
B30F0472	2	-0,12	48-50	WVP1	1999-09	0,83	0,96	1,1
B30F0461	1	1,16	2,2-3,2	deklaag	1998-08	1,26	1,54	1,75
B30F0461	2	1,16	5,8-7,8	deklaag	1998-08	1,72	1,83	1,94
B30F0461	3	1,16	24,2-26,2	WVP1	1998-08	2,25	2,4	2,54
B30F0461	4	1,16	39,6-41,6	WVP1	1998-08	2,25	2,41	2,55
B30F0461	5	1,16	69,4-71,4	WVP2	1998-08	2,03	2,19	2,36
B30F0222	1	1,19	24-45	WVP1	1980-90	2,29	2,44	2,62
B30F0059	1	0,34	28-54	WVP1	1955-65	1,79	2,09	2,35
B30E0195	1	1,35	10,6-11,6	deklaag	1996-06	1,16	1,3	1,43
B30E0195	2	1,35	30,6-31,6	WVP1	1996-06	1,18	1,32	1,45
B30E0195	3	1,35	46,7-47,7	WVP1	1996-06	1,21	1,34	1,48
B30E0195	4	1,35	52,7-53,7	WVP1	1996-06	1,61	1,74	1,87
B30E0175	1	-0,15	23-24	WVP1	1990-97	0,35	0,5	0,62
B30E0175	2	-0,15	50,7-51,7	WVP1	1990-97	0,89	1,04	1,17

\* de GHG en GLG is afgeleid op basis van gemiddeld 22 metingen per jaar

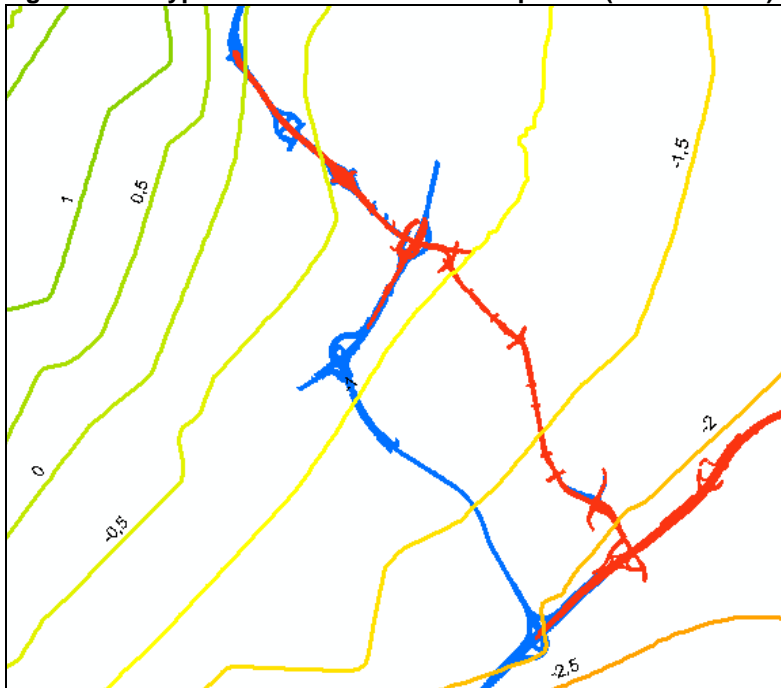
Uit de resultaten van de grondwaterstanden van de TNO-peilbuizen kan geconcludeerd worden dat de grondwaterstand circa 0,3 m fluctueert en dat sprake is van een infiltratiesituatie. In onderstaande tabel is de stijghoogte in de deklaag en het watervoerend pakket geschematiseerd.

**Tabel 4: Gemiddelde stijghoogte planlocatie**

Watervoerende laag	GHG		GG		GLG	
	(m t.o.v. NAP)	(m-mv)	(m t.o.v. NAP)	(m-mv)	(m t.o.v. NAP)	(m-mv)
deklaag	-0,77	1,1	<b>-0,93</b>	1,26	-1,08	1,41
1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket	-0,94	1,25	<b>-1,09</b>	1,4	-1,23	1,54
2 <sup>de</sup> watervoerend pakket	-1,35	1,65	<b>-1,5</b>	1,8	-1,64	1,94

Op regionaal niveau is sprake van een zuidoostelijke grondwaterstromingsrichting. Het verhang ter plaatste betreft 0,0003 m/m (2 m over een afstand van 6500 m), wat eveneens wordt weergegeven in onderstaande isohypsenkaart van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (bron: TNO).

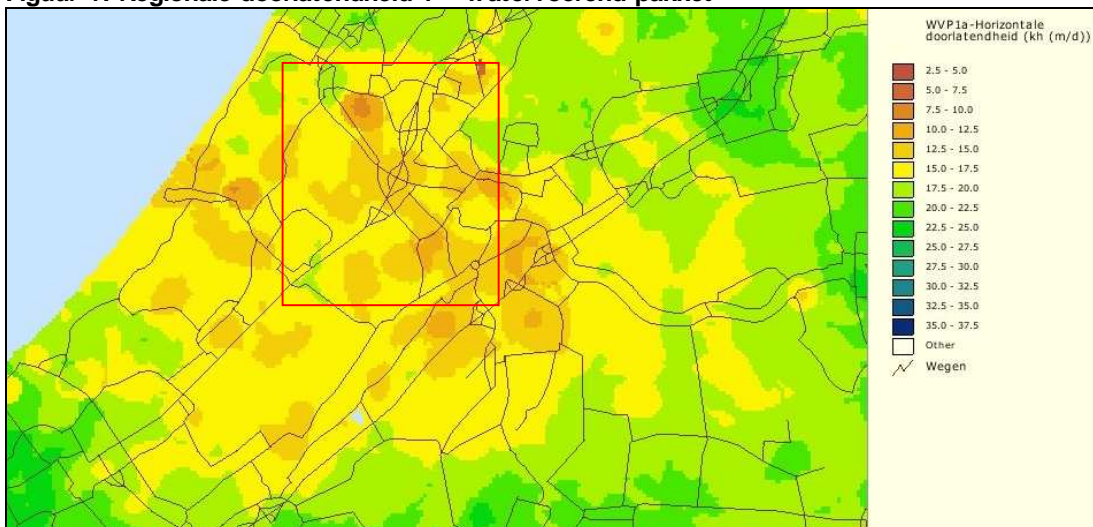
**Figuur 3: Isohypsenaart 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (m t.o.v. NAP)**



**Regionale doorlatendheid**

Op basis van gegevens uit het REGIS-loket van TNO bedraagt de doorlatendheid van het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket 10 tot 17,5 m/d. Op basis van de beschikbare boorprofielen wordt de gemiddelde doorlatendheid van de deklaag geschat op circa 2 m/d.

**Figuur 4: Regionale doorlatendheid 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket**



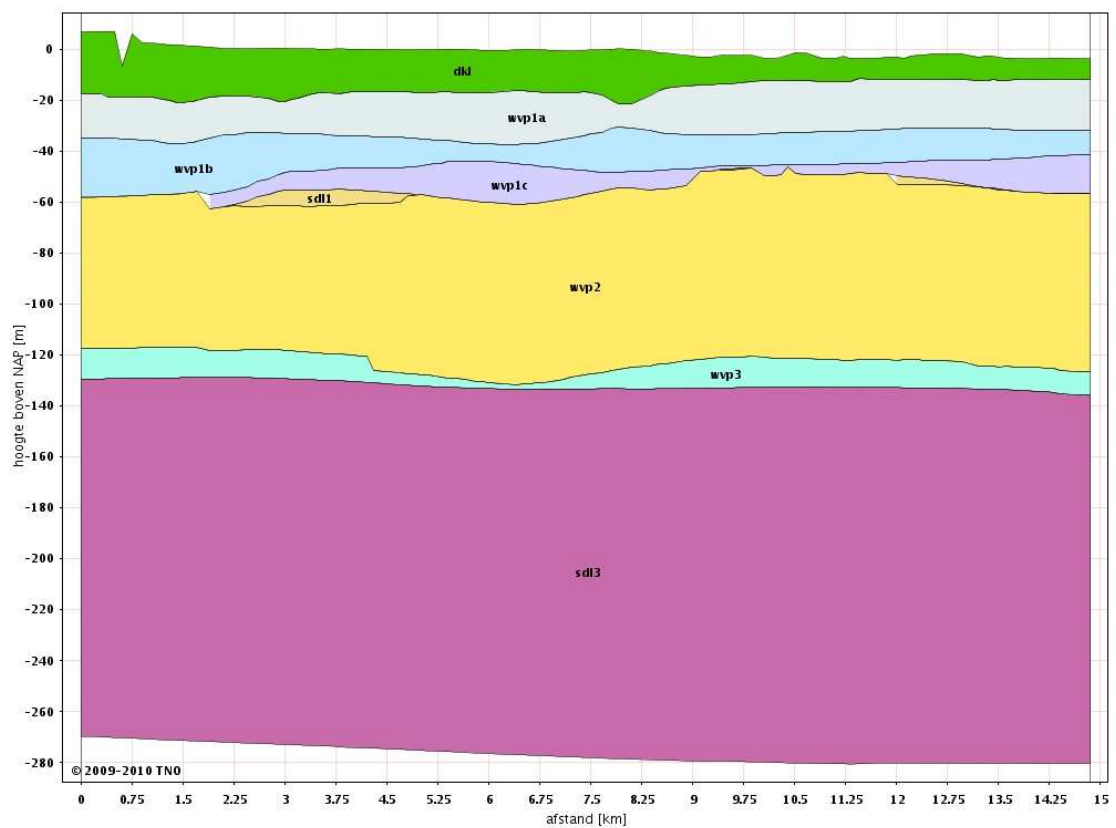
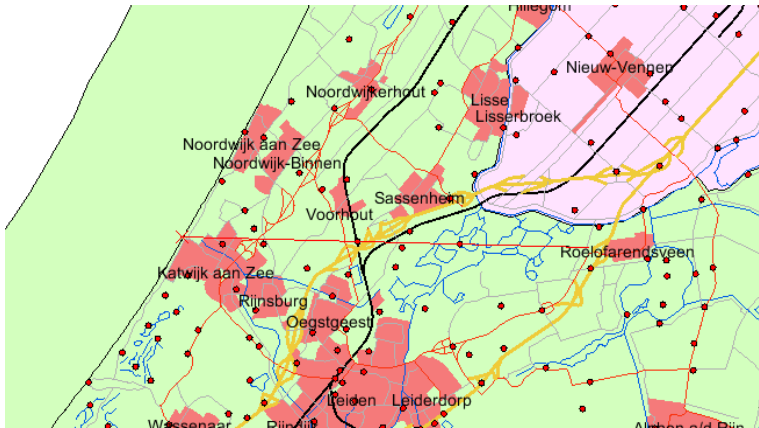
### Oppervlaktewater

Ter plaatse en in de directe nabijheid van de mogelijke RijnlandRoute zijn diverse watergangen, boezemwater en rivieren gelegen. Een overzicht van de relevante watergangen is opgenomen in onderstaande figuur.

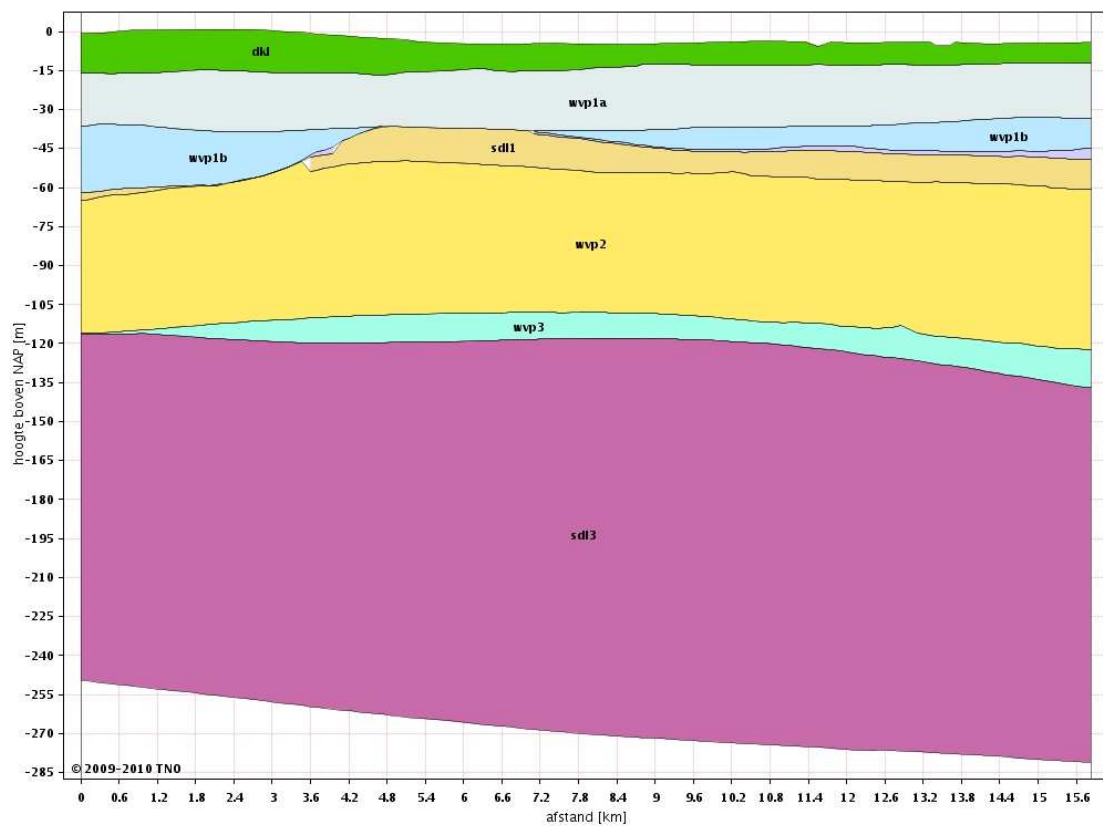
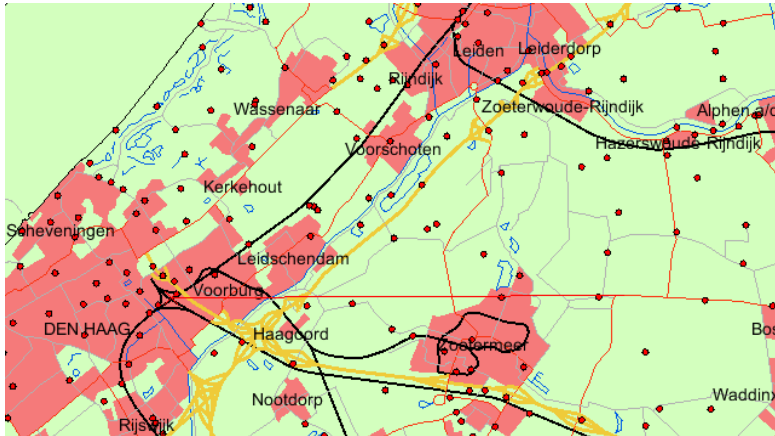
Figuur 5: Overzicht situering watergangen



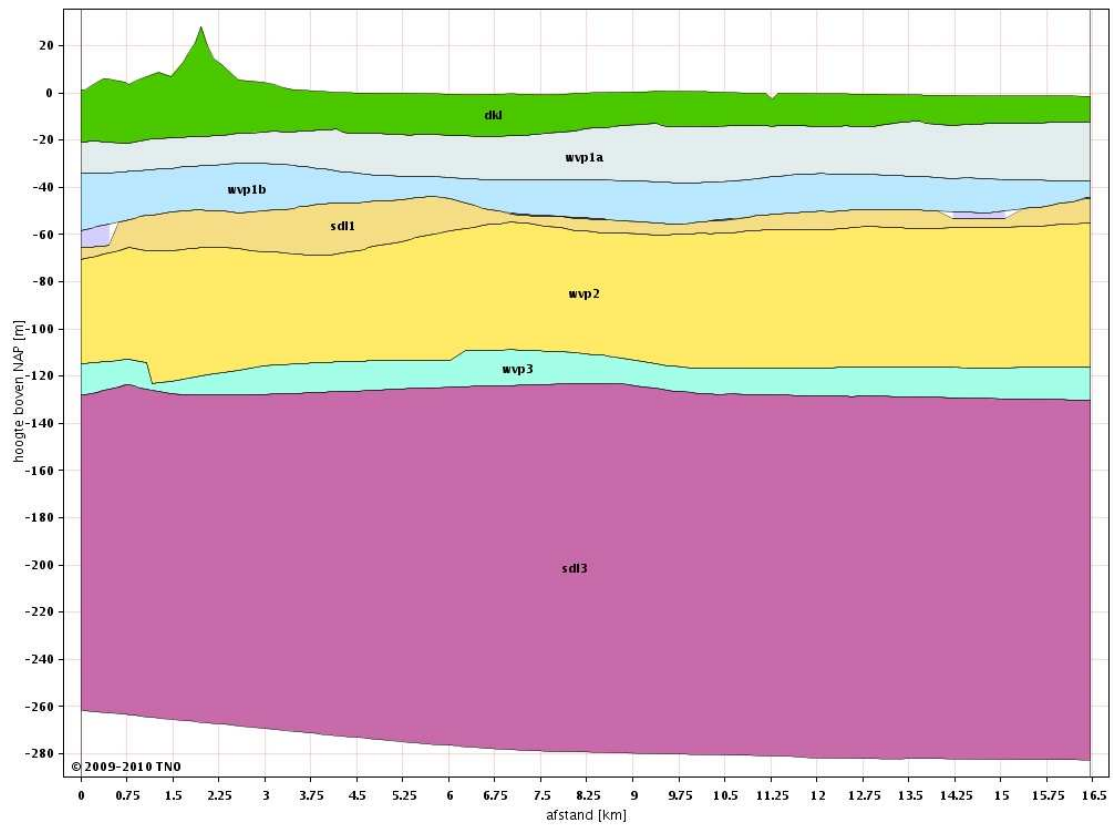
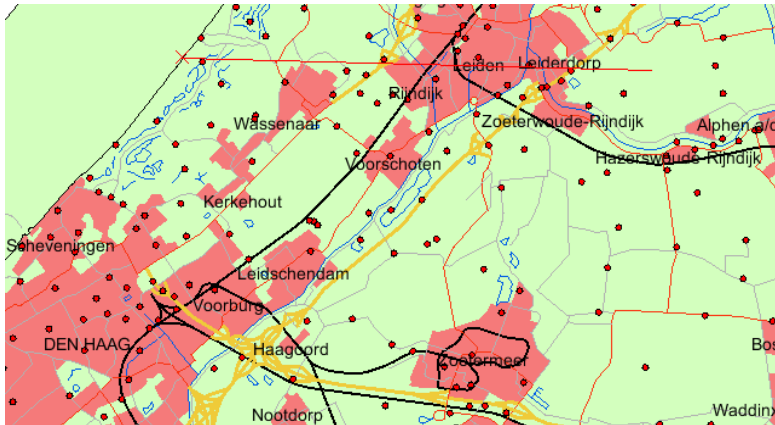
## Geologisch profiel Katwijk aan zee – Roelofarendsveen



## Geologisch profiel Den haag Zoetermeer/Boskoop



## Geologisch profiel Wassenaar Leiden



## Bijlage 3: Invloedsgebied

Voor het bepalen van de effecten is het invloedsgebied een belangrijk uitgangspunt aangezien binnen het invloedsgebied negatieve dan wel positieve effecten op kunnen treden. Buiten het invloedsgebied zullen geen effecten optreden.

Het invloedsgebied (de reikwijdte) van een bemaling is in onderhavig rapport gedefinieerd als het gebied waarbinnen de grondwaterstand/stijghoogte gedurende de bemaling met meer dan 0,05 m wordt verlaagd. Om een indicatie van het invloedsgebied te bepalen is in eerste instantie de bemalingsnoodzaak voor alle tracédelen bepaald. Vervolgens is berekend of spanningsbemaling in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket, op basis van opbarstrisico's, noodzakelijk is. Op basis van deze gegevens is het invloedsgebied in de deklaag en het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket (in geval van spanningsbemalingsnoodzaak) berekend.

Om een indicatie te verkrijgen van het invloedsgebied zijn geohydrologische berekeningen uitgevoerd (geldend voor langdurige bronbemalingen). Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde grondwaterstand. Aangezien voor een gedeelte van de werkzaamheden spanningsbemaling noodzakelijk zal zijn, zijn eveneens berekeningen uitgevoerd voor het 1<sup>ste</sup> watervoerend pakket. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen.

**Tabel 1: Indicatie invloedsgebied bemaling**

Verlagingsniveau deklaag (m t.o.v. NAP)	Noodzakelijk verlagingsniveau 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket (m t.o.v. NAP)	Invloedsgebied deklaag m	Invloedsgebied 1 <sup>ste</sup> watervoerend pakket m
> 1,0	-	-	-
0,0	-	-	-
-1,0	-	65	-
-2,0	-	76	-
-3,0	-	86	-
-4,0	-	95	-
-5,0	-	103	-
-6,0	-	111	-
-7,0	-	118	-
-8,0	-2,7	125	63
-9,0	-3,7	131	103
-10,0	-6,8	137	225
-11,0	-8,6	145	300
-12,0	-10,3	160	370