

**ACHTERGRONDRAPPORT BODEM EN WATER
MER AANLEG AARDGASTRANSPORTLEIDING
OMMEN-ANGERLO**

GASUNIE

DEFINITIEF

27 november 2008
110623/CE8/1C0/000623



Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Scope van het document	5
1.2	Het voorgenomen tracé en de tracévariant	5
1.3	Beschouwde effecten	5
2	Referentiesituatie	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Bodemopbouw	7
2.2.1	Algemeen	7
2.2.2	Bodemopbouw tracé	8
2.3	Grondwater	9
2.3.1	Algemeen	9
2.3.2	Grondwater	9
2.3.3	Vertaling naar MER	10
3	Verandering grondwaterstand	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Uitgangspunten	11
3.3	Vereiste verlagingen	12
4	Bemaling	15
4.1	Effecten van de ingreep inclusief werkwijze effectbepaling	15
4.1.1	Methodiek	15
4.1.2	Verlaging Grondwaterstand of stijghoogte in de sleuf of kruising	16
4.1.3	Invloedsgebied bemaling	16
4.1.4	Vertaling naar MER	17
4.2	Mitigerende maatregelen	18
4.3	Leemten in kennis en informatie	18
4.4	Effect van de tijdelijke grondwaterstandverlaging op natuurgebieden	18
5	Zetting	19
5.1	Beschouwing op dit criterium	19
5.2	Onderbouwing referentiesituatie	19
5.3	Effecten van de ingreep inclusief werkwijze effectbepaling	20
5.3.1	Methodiek	20
5.3.2	Uitgangspunten werkzaamheden	22
5.3.3	Berekende zetting	22
5.3.4	Vertaling naar MER	22
5.4	Mitigerende maatregelen	23
5.5	Leemten in kennis en informatie	23
6	Invloed op bebouwde omgeving	25
6.1	Beschouwing op dit criterium	25

6.2	Effect van de ingreep inclusief werkwijze effectbepaling	25
6.2.1	Methodiek	25
6.2.2	Vertaling naar het MER	26
6.3	Mitigerende maatregelen	27
6.4	Leemten in kennis en informatie	27
7	Verandering grondwaterstroming	29
7.1	Beschouwing op dit criterium	29
7.2	Onderbouwing referentiesituatie	29
7.3	Effecten van de ingreep inclusief werkwijze effectbepaling	30
7.4	Mitigerende maatregelen	30
7.5	Leemten in kennis en informatie	30
8	Invloed op bodemverontreinigingen	31
8.1	Beschouwing van het criterium	31
8.2	Inventarisatie verontreinigingslocaties	31
8.3	Effect van de ingreep	31
8.3.1	Methodiek	31
8.3.2	Effectbeschrijving	35
8.4	Mitigerende maatregelen	35
8.5	Leemten in kennis en informatie	35
Bijlage 1	Overzicht van kruisingen in het voorgenomen tracé en tracévariant	37
Colofon		43

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1 SCOPE VAN HET DOCUMENT

In voorliggend “Achtergrondrapport Bodem en Water” bij het MER aanleg aardgastransportleiding Ommen-Angerlo is de in het MER beschreven effectbeoordeling nader onderbouwd en toegelicht. In MER § 5.2 Bodem en Water is informatie selectief weergegeven. Dat wil zeggen: alleen informatie die betrekking heeft op het beoordelingscriterium, al dan niet na een analyse of berekening, is opgenomen. De tekst is hierdoor beknopt en de beschrijving van de referentiesituatie beperkt tot voor zover de ingreep daarop gevolg hebben. Vooral de onderbouwing van de tijdelijke grondwaterstanddaling (bemaling) en de daarmee samenhangende effecten zijn beperkt uitgewerkt in de hoofdtekst van het MER.

In voorliggende rapportage zijn de tussenstappen ingevuld die leiden tot een onderbouwing van de weergegeven resultaten in de tabellen van de hoofdtekst.

1.2 HET VOORGENOMEN TRACÉ EN DE TRACÉVARIANT

In het MER wordt een tracé beschouwd dat loopt van Ommen naar Angerlo. Het tracé heeft een lengte van ongeveer 63 km. Tussen km 16 en km 21 (Nieuw Heeten en Bathmen) is tevens een tracévariant bekeken met een lengte van 7 km. Voor een uitgebreide beschrijving van het tracé en de tracévariant wordt verwezen naar het MER § 3.5.

1.3 BESCHOUWDE EFFECTEN

Alvorens de omgevingseffecten worden beschreven, wordt in hoofdstuk 2 eerst ingegaan op de Ausgangssituatie ten aanzien van bodemopbouw en grondwatersituatie. Deze komt vervolgens per beoordelingscriterium beknopt terug in de navolgende hoofdstukken 3 tot en met 8. Aan de hand van de bodemopbouw van het tracé van de aardgastransportleiding is een indeling in vier tracédelen gemaakt. Ieder tracédeel bestaat uit min of meer homogene gebieden.

De focus van dit achtergrondrapport is gericht op de volgende beoordelingscriteria:

- Verandering grondwaterstand (MER § 5.2.1), zie hoofdstuk 3 en 4.
- Zetting (MER § 5.2.2), zie hoofdstuk 5.
- Verandering grondwaterstroming (MER § 5.2.5), zie hoofdstuk 7.

De overige beoordelingscriteria zijn deels afgeleid van bovenstaande criteria of zijn al in het MER navolgbaar onderbouwd.

De opbouw van hoofdstuk 3, 4, 5, 6, 7 en 8 is gebaseerd op MER § 5.2:

- Beschouwing op het criterium als korte inleiding.
- Onderbouwing referentiesituatie.
- Effecten van de ingreep inclusief werkwijze en methodiek effectbepaling.
- Mitigerende maatregelen.
- Leemten in kennis en informatie.

Per beoordelingscriterium worden de resultaten weergegeven zoals opgenomen in het MER.

HOOFDSTUK 2 Referentiesituatie

2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt voor het voorgenomen tracé tussen Ommen en Angerlo ingegaan op de bodemopbouw (§ 2.2) en de grondwatersituatie (§ 2.3).

Bij het vaststellen van de huidige situatie is gebruik gemaakt van de volgende informatie:

1. Geologisch vooronderzoek met betrekking tot de toekomstige gastransportleiding Ommen-Angerlo, TNO Bouw en Ondergrond, april 2007, rapport 2007-U-R0428/B + bijlagen.
2. Grondwaterkaart van Nederland Kaartblad 40 oost, Dienst Grondwaterverkenning TNO Delft, december 1976.
3. Peilbuisgegevens uit de database van het DinoLoket, Grondwater en bodem, <http://dinoloket.tno.nl/dinoLks/DINOMap.jsp>

2.2 BODEMOPBOUW

2.2.1 ALGEMEEN

In opdracht van de Nederlandse Gasunie heeft TNO Bouw en Ondergrond onderzoek gedaan om een geologisch profiel samen te stellen, op basis van bestaande gegevens uit DINO en de beschikbare geologische kennis. Dit zijn de profielen P25 t/m P39. Bij de profielen hoort een vooronderzoek rapportage met achtergrond en globale geofysische beschrijvingen van de lagen. De TNO vooronderzoek rapportage geeft een zeer algemene geofysische beschrijving van de parameters. In aanvulling op de TNO vooronderzoek rapportage zijn peilbuisgegevens en geohydrologische gegevens opgevraagd bij het TNO DINO-loket. Op basis van deze gegevens zijn een aantal gemiddelde waarden van de lage en hoge grondwaterstand bepaald.

De op deze wijze verkregen parameters worden als voldoende nauwkeurig aangenomen aangezien het doel van een MER is om een globale effect indicatie van de bemaling en de zetting te beschrijven tijdens de aanleg van de gasleiding.

Op basis van REGIS (DINO-loket TNO) is per deelgebied een inschatting gemaakt van de doorlatendheid van het watervoerend pakket en de slecht waterdoorlatende lagen.

Voorts is bij het opstellen van de referentiesituatie gebruik gemaakt van niet nader gespecificeerde gebiedskennis en ervaring.

2.2.2 BODEMOPBOUW TRACÉ

In deze paragraaf is de bodemopbouw toegelicht voor het tracé van de aardgastransportleiding tussen Ommen en Angerlo. Een indeling in vier tracédelen is daarbij gemaakt naar min of meer homogene gebieden. In Tabel 2.1 t/m Tabel 2.4 is de bodemopbouw per tracédeel geschematiseerd. In de tabellen zijn tevens de geohydrologische bodemparameters opgenomen die zijn gebruikt ter bepaling van de effecten van de vereiste bemalingen.

De tracévariant ligt ter hoogte van km 16 en 21. De bodemopbouw van de tracévariant vertoont op hoofdlijnen geen wezenlijke verschillen met tracédeel km 4-38. De tracévariant wordt daarom in termen van opbouw en effecten niet los beschouwd in deze rapportage.

Tabel 2.1

Schematisatie bodemopbouw tracédeel km 0 - 4

Geologische laag	grondsoort	type pakket*	k_h [m/d]	dikte pakket [m]	kD [m ² /d]
Formatie van Boxtel	Zeer fijn tot grof zand, met grove grind insluitingen en dunne leem-, klei-, of veenlagen	WVP	15 - 20	10 - 15	200 - 300
Formatie van Kreftenheye	Matig grof tot uiterst grof zand, soms grindhoudend, grind				
Formatie van Kreftenheye, Laagpakket van Zutphen	Klei, zwak zandig tot siltig, soms zand of humeuze laagjes, uiterst fijn tot uiterst grof zand soms grindhoudend	SDL	-	-	-

* WVP: Watervoerend pakket
 SDL: Slecht doorlatende laag
 DKL: Deklaag, slecht doorlatend

Tabel 2.2

Schematisatie bodemopbouw tracédeel km 4 -38

Geologische laag	grondsoort	type pakket*	k_h [m/d]	dikte pakket [m]	kD [m ² /d]
Formatie van Boxtel	Zeer fijn tot grof zand, met grove grind insluitingen en dunne leem-, klei-, of veenlagen	WVP	20 - 30	25 - 55	500 - 1000
Formatie van Kreftenheye	Matig grof tot uiterst grof zand, soms grindhoudend, grind				
Formatie van Kreftenheye / Drente	Klei of leem lagen	SDL	-	-	-

* WVP: Watervoerend pakket
 SDL: Slecht doorlatende laag
 DKL: Deklaag, slecht doorlatend

Tabel 2.3

Schematisatie bodemopbouw tracédeel km 38 – 44

Geologische laag	grondsoort	type pakket*	k_h [m/d]	dikte pakket [m]	kD [m ² /d]
Formatie van Kreftenheye	Matig grof tot uiterst grof zand, soms grindhoudend, grind	WVP	10 - 15	7 - 15	100 - 200
Formatie van Kreftenheye, Laagpakket van Zutphen	Klei, zwak zandig tot siltig, soms zand of humeuze laagjes, uiterst fijn tot uiterst grof zand soms grindhoudend	SDL	-	-	-

* WVP: Watervoerend pakket
 SDL: Slecht doorlatende laag
 DKL: Deklaag, slecht doorlatend

Tabel 2.4

Schematisatie bodemopbouw
tracédeel km 44 – 63

Geologische laag	grondsoort	type pakket*	k_v [m/d]	dikte pakket [m]	kD [m ² /d]
Formatie van Echteld –kleilig	Klei, zwak siltig tot zandig, soms zand of humeuze laagjes	DKL	-	0 - 2	c = 60 d
Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen	Klei soms zandig, plaatselijk humeus tot sterk venig, overstromingsleem				
Formatie van Echteld - zandig	zand uiterst fijn tot uiterst grof, soms grindhoudend	WVP	10 - 15	10 - 20	100 - 200
Formatie van Kreftenheye	Matig grof tot uiterst grof zand, soms grindhoudend, grind				
Formatie van Kreftenheye, Laagpakket van Zutphen	Klei, zwak zandig tot siltig, soms zand of humeuze laagjes, uiterst fijn tot uiterst grof zand soms grindhoudend	SDL	-	-	-

* WVP: Watervoerend pakket
 SDL: Slecht doorlatende laag
 DKL: Deklaag, slecht doorlatend

2.3

GRONDWATER

2.3.1

ALGEMEEN

In geohydrologisch opzicht zijn in het grondwatersysteem twee gekoppelde subsystemen te onderscheiden:

- De freatische grondwaterstand is in sommige gedeelten van het tracé in sterke mate gekoppeld aan het peilbeheer van het oppervlaktewater. In andere delen heeft de freatische grondwaterstand een natuurlijk verloop.
- De stijghoogte van het grondwater in het watervoerende pakket. Dit pakket wordt gevormd door de zandafzettingen soms afgedekt met een deklaag. De totale dikte van dit pakket is naar schatting 7 à 40 m.

Het grondwatersysteem wordt beschreven aan de hand van de grondwaterstijghoogten. Voor de stijghoogte is gebruik gemaakt van de GHG (gemiddeld hoge grondwaterstanden) en GLG (gemiddeld lage waterstanden). Deze zijn bepaald via een analyse van meetgegevens die zijn ontleend aan REGIS II (TNO DINO-loket).

2.3.2

GRONDWATER

Voor de bepaling van het invloedsgebied tijdens de bemaling is voor het watervoerende pakket de gemiddelde GHG en GLG berekend. De GLG is verder van belang voor de bepaling van het effect van maaiveldzetting door de verlaging van de grondwaterstanden en –stijghoogten.

Tabel 2.6

Gemiddelde GHG en GLG in
het watervoerende pakket

Locatie (km)	Maatgevende grondwaterstijghoogten	
	GHG [m –mv]	GLG [m –mv]
0 – 4	0,6	1,2
4 – 38	1,3	2,0
38 – 44	1,0	1,6
44 – 63	1,4	2,3

2.3.3

VERTALING NAAR MER

In Tabel 2.7 is een overzicht van de bodem en het grondwaterstandverloop in de referentiesituatie (kolom 1 t/m 4) weergegeven zoals opgenomen in het MER.

Tabel 2.7

Bodemopbouw en stijghoogte watervoerende pakket, referentiesituatie

1	2	3	4
Referentiesituatie			
Locatie (km)	Bodemopbouw	stijghoogte grondwater	
		GHG [m -mv]	GLG [m -mv]
0 – 4	10 tot 15 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	0,6	1,2
4 – 38	25 tot 50 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	1,3	2,0
38 – 44	7 tot 15 m zand (grof) soms grind houdend	1,0	1,6
44 – 63	0 tot 2 m klei (siltig tot zandig) op 10 tot 20 m grof zand, grindhoudend	1,4	2,3

HOOFDSTUK 3

Verandering grondwaterstand

3.1

INLEIDING

Voor aanleg van de aardgastransportleiding in den droge zal over de gehele lengte van het tracé tijdelijk de grondwaterstand en/of de stijghoogte moeten worden verlaagd. De tijdelijke verlaging is een effect maar ook een ingreep in het bodem- en watersysteem waar een aantal neveneffecten door optreden.

De verlaging wordt gerealiseerd door het toepassen van bemalingen. Onderscheid wordt gemaakt tussen de volgende te bemalen onderdelen:

- *Leidingstrekking*: hierbij wordt voor de aanleg van de leiding een sleuf ontgraven en bemalen.
- *Kruisingen*: hierbij wordt een tweetal bouwputten bemalen waartussen de kruising wordt gerealiseerd. In sommige gevallen wordt ook tussen de bouwkuipen bemalen (zie Tabel 3.8).

3.2

UITGANGSPUNTEN

Voor de uit te voeren bouwputbemalingen zijn de volgende algemene uitgangspunten gehanteerd:

- De bouwputafmetingen, putafstand, ontgravingsdiepte, bemalingsduur, wijze van uitvoering en de vereiste gronddekking zijn door Gasunie geformuleerd.
- De bouwputafmetingen zijn de te bemalen oppervlakten van de bouwputten.
- Bouwputdieptes groter dan 4 m-mv worden uitgevoerd met een grondkerende constructie (damwand).
- De putdieptes zijn overwegend gelijk aan de aanlegdiepte van de leiding. Bij kruisingtype GFT en OFT is de putdiepte 0,7 meter dieper dan de aanlegdiepte van de leiding.
- Een minimale ontwatering van 0,5 m in bouwput en leidingsleuf.
- De berekening van de waterbezwaren is gebaseerd op de onafhankelijke onttrekking per kruising en leidingstrekking. De onderlinge beïnvloeding tussen de beide bouwputten behorende bij één kruising is wel in de berekening opgenomen.
- Voor alle berekeningen geldt dat is uitgegaan van oneindig uitgestrekte, homogene en isotrope watervoerende pakketten. Verder is geen rekening gehouden met na levering via neerslag.
- De onttrekkingshoeveelheden en bijbehorende verlagingen zijn berekend uitgaande van het stationaire onttrekkingsdebiet.

- Voor de kD-waarde is een gemiddelde rekenwaarde aangehouden per bodemlaag. Voor de bepaling van de kD-waarde is een inschatting gemaakt op basis van de verkregen gegevens van TNO. De volgende KD-waarden zijn gehanteerd:
 - Tracé 1, km 0 t/m 4: kD = 250
 - Tracé 2, km 4 t/m 38: kD = 550
 - Tracé 3, km 38 t/m 44: kD = 150
 - Tracé 4, km 44 t/m 63: kD = 200

Kruisingen

De verschillende kruisingstechnieken hebben diverse ingrepen in het grondwatersysteem tot gevolg. In onderstaande Tabel 3.8 is de relatie tussen ingreep en kruisingstechniek gelegd. Tevens zijn de afkortingen die in de kruisingenlijst (zie bijlage 1) worden gehanteerd toegevoegd aan Tabel 3.8.

Tabel 3.8

Toelichting ingreep en kruisingstechnieken

Ingreep	Kruisingstechniek	Afkorting
Kruising met bemaling van putten en tussenliggende zone	Open front techniek (avegaarboring)	OFT
	Open front techniek (persboring)	OFT
	Droge zinker	-
	Open ontgraving (weg, water, kade)	open
	Pneumatische boor techniek (raketten)	PBT
Kruising met bemaling van alleen de putten	Gesloten front techniek (schildboring)	GFT
Kruising zonder bemaling	Gestuurde boring	HDD
	Natte zinker	-

Strekking

Voor de aanleg van de leidingstrekking zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Een bemalingsduur van 8 etmalen voor de veldstrekkingen en een werkvordering van 200 m per dag.
- De minimale gronddekking op de leiding is 1,5 m.

Overige opmerkingen

Wanneer de putbodem op meer dan 4 m-mv wordt aangelegd zal er in de praktijk gewerkt worden met een grondkerende constructie (damwand) om de stabiliteit van de bouwput te waarborgen. Bij de berekening is ervan uitgegaan dat deze grondkerende constructie geen waterremmend effect heeft.

3.3

VEREISTE VERLAGINGEN

Kruisingen

Op basis van de door Gasunie aangeleverde kruisingenlijst (zie bijlage 1) is per tracédeel een representatieve kruising geselecteerd. Per geselecteerde kruising is de ontgravingdiepte bepaald en de benodigde drooglegging. De onderkant van de leiding is ter plaatse van de kruisingen gepland op 4 meter onder maaiveld. Om de leiding te kunnen aanleggen met een OFT- of een GFT-boring is in de bouwkuipen een ontgraving benodigd tot 70 cm onder het aanlegniveau van de leiding. Het bouwputniveau komt daarmee op 4,7 meter onder maaiveld te liggen. Er is een drooglegging van 0,5 m in de bouwkuipen benodigd. Dit geeft een verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de bouwputten tot 5,2 meter onder maaiveld. Als uitgangspunt is een bemalingsduur van 15 dagen aangenomen voor beide kuipen.

In de onderstaande tabellen is de vereiste verlaging van de grondwaterstijghoogte aangegeven ter plaatse van de bouwkuipen, respectievelijk uitgaande van de GLG en GHG.

Tabel 3.9

Uitgangspunten verlaging kruisingen WVP GLG

1	2		3	4		
Referentiesituatie						
Locatie	Afmeting kuipen	GLG	Ontgravingsdiepte	Bemalen tot	Afstand kuipen	Verlaging
[[km]	[m]	[m –mv]	[m –mv]	[m –mv]	[m]	[m]
0 – 4	30x15/12x15	1,2	4,7	5,2	63	4,0
4 – 38	30x15/12x15	2,0	4,7	5,2	44	3,2
38 – 44	30x15/12x15	1,6	4,7	5,2	27	3,6
44 – 63	30x15/12x15	2,3	4,7	5,2	100	2,9

Tabel 3.10

Uitgangspunten verlaging kruisingen WVP GHG

1	2		3	4		
Referentiesituatie						
Locatie	Afmeting kuipen	GHG	Ontgravingsdiepte	Bemalen tot*	Afstand kuipen	Verlaging
[km]	[m]	[m –mv]	[m –mv]	[m –mv]	[m]	[m]
0 – 4	30x15/12x15	0,6	4,7	5,2	63	4,6
4 – 38	30x15/12x15	1,3	4,7	5,2	44	3,9
38 – 44	30x15/12x15	1,0	4,7	5,2	27	4,2
44 – 63	30x15/12x15	1,4	4,7	5,2	100	3,8

* Diepteligging (4,0m)+extra diepte voor een maatgevend effect (0,7m)+drooghouding onderbuis (0,5m) =5,2m

Leidingstrekking

Voor de leidingstrekkingen is op een identieke wijze de vereiste verlaging bepaald.

De leidingstrekking zal onder talud worden ontgraven waarvoor een bemaling van de freatische grondwaterstand nodig is.

Tabel 3.11

Uitgangspunten strekking WVP GLG

1	2		3	4			
Referentiesituatie							
Locatie	Breedte sleuf	GLG	ontgraving	Bemalen tot	Verlaging	Lengte tracé	Duur
[km]	[m]	[m –mv]	[m –mv]	[m –mv]	[m]	[km]	[dagen]
0 – 4	6,2	1,2	2,7	3,2	2,0	4	8
4 – 38	6,2	2,0	2,7	3,2	1,2	34	8
38 – 44	6,2	1,6	2,7	3,2	1,6	6	8
44 – 63	6,2	2,3	2,7	3,2	0,9	19	8

Tabel 3.12

Uitgangspunten strekking WVP GHG

1	2		3	4			
Referentiesituatie							
Locatie	Breedte sleuf	GHG	ontgraving	Bemalen tot*	Verlaging	Lengte tracé	duur
[km]	[m]	[m –mv]	[m –mv]	[m –mv]	[m]	[km]	[dagen]
0 – 4	6,2	0,6	2,7	3,2	2,6	4	8
4 – 38	6,2	1,2	2,7	3,2	2,0	34	8
38 – 44	6,2	1,0	2,7	3,2	2,2	6	8
44 – 63	6,2	1,4	2,7	3,2	1,8	19	8

* Gasleiding (1,22m) + dekking (1,5m) + drooghouding onderbuis (0,5m) = 3,2 m

HOOFDSTUK

4 Bemaling

4.1 EFFECTEN VAN DE INGREEP INCLUSIEF WERKWIJZE EFFECTBEPALING

In § 4.1.1 is de gebruikte methodiek omschreven waarna in § 4.1.2 de verlaging voor aanleg in den droge is bepaald en in § 4.1.3 het invloedsgebied van de bemaling.

4.1.1 METHODIEK

Bij het berekenen van de optredende verlagingen is per tracéonderdeel de meest optimale berekeningsmethode vastgesteld op basis van bodemschematisatie en bemalingswijze.

Freatische grondwaterbemaling kruisingen en strekking

Voor de bemalingen van veldstrekkingen en de kruisingen op de tracédelen tussen km 0 en km 44 is gebruik gemaakt van de door Edelman opgestelde formule.

Figuur 4.1

Formule van Edelman

$$Q_o = 2L\phi\sqrt{\frac{\mu kD}{\pi t}}$$

Q_o	=	Debiet	(m ³ /d)
ϕ	=	grondwaterstandsverlaging	(m)
μ	=	bergingscoëfficiënt	(-)
kD	=	doorlaatvermogen	(m ² /d)
t	=	Tijd	(d)
L	=	sleuflengte	(-)

Spanningsbemaling kruisingen en strekking

Gedurende de bemalingen op het tracédeel km 44 tot en met km 63 is sprake van een gespannen en deels semi-gespannen situatie van het grondwater. Voor de berekening van het waterbezwaar is gebruik gemaakt van de formule van De Glee voor semi-spanningswater. De pers- en ontvangstuip worden uitgevoerd als open kuip.

Figuur 4.2

Formule van De Glee

$$\Delta h_w(r) = \frac{Q_o}{2\pi * k * D} * K_o\left(\frac{r}{\lambda}\right)$$

Δh_w	=	Verlaging van de grondwaterstand op afstand r	(m)
Q_o	=	Onttrekkingsdebiet	(m ³ /d)
k	=	Gemiddelde horizontale doorlaatfactor	(m/dag)
D	=	Dikte van het watervoerende pakket	(m)
r	=	Afstand tot aan de bemaling	(m)
t	=	Tijd	(dagen)
$K_o(r/l)$	=	Gemodificeerde Bessel-functie	(-)
l	=	Karakteristiek lengte, leklengte of spreidingslengte = \sqrt{kDc}	(m)
c	=	Gemiddelde verticale stromingsweerstand	(dag/m)

4.1.2

VERLAGING GRONDWATERSTAND OF STIJGHOOGTE IN DE SLEUF OF KRUISSING

De benodigde verlaging om een droge sleuf of kruising te hebben, is bepaald ten opzichte van de GHG en GLG. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verlaging in de deklaag en verlaging in het watervoerende pakket daaronder. Wanneer de deklaag deels wordt doorsneden, dan kan de resterende deklaag een te beperkt gewicht hebben om tegendruk te bieden aan de opwaarts gerichte grondwaterdruk onder de deklaag. Hiervoor dient aanvullend onder deze laag de stijghoogte van het grondwater verlaagd te worden met een spanningsbemaling.

Deklaag

In Tabel 4.13 zijn twee rekenvoorbeelden voor de verlaging van de freatische grondwaterstand ter plaatse van een leidingstrekking weergegeven. De verlaging van grondwater in een deklaag is gelijk aan de dekking (kolom 1) op de leiding plus de diameter van de leiding (kolom 2), minus de drooglegging (0,5 m) minus de GHG (of GLG) (kolom 6).

Tabel 4.13

Voorbeeld verlaging grondwaterstand deklaag

1	2	3	4	5	6	7	
Dekking	Diameter leiding	Ontwatering	Drooglegging	GHG	GLG	Verlaging	
(m)	(m)	(m)	(m -mv)*	(m -mv)	(m -mv)	GHG (m)	GLG (m)
1,5	1,2	0,5	3,2	0,5	1,3	2,7	1,9
1,5	1,2	0,5	3,2	0,7	1,1	2,5	2,1

Bij de bouwputten van een kruising is de benodigde ontgraving en daarmee de verlaging groter.

Watervoerend pakket

Wanneer de deklaag geheel of gedeeltelijk ontgraven wordt, dan dient een aanvullende spanningsbemaling plaats te vinden onder de deklaag in het watervoerende pakket. In het tracé Ommen-Angerlo wordt aangenomen dat de deklaag geheel wordt ontgraven en is de bemaling berekend als gemiddeld slecht scenario (naar schatting maximum invloedsgebied). Het is mogelijk dat de dikte van de deklaag plaatselijk groter is, waardoor deze niet geheel ontgraven wordt. Dit is gunstig voor de omvang van de bemaling en de effecten van de bemaling.

4.1.3

INVLOEDSGEBIED BEMALING

Het invloedsgebied van de tijdelijke grondwaterstanddaling is gedefinieerd als het gebied tot waar de grondwaterstand- of stijghoogteverlaging groter is dan 0,05 m (significante verlaging). Hiervoor is het maximum genomen van de verlaging in de deklaag of het watervoerend pakket daaronder. Voor de bemalingen is zowel de verlaging in de deklaag als de verlaging in het watervoerende pakket bepaald. Van deze verlaging in watervoerend pakket of deklaag is het maximale invloedsgebied van beide genomen om weer te geven. Binnen dit maximaal te beïnvloeden gebied kunnen effecten optreden ten gevolge van de verlaging van stijghoogten.

Het invloedsgebied is bepaald voor zowel de GHG als ook voor de GLG. Het invloedsgebied bepaald ten opzichte van GHG is maximaal. Hier kunnen effecten optreden op functies als natuur en landbouw. De effecten op natuur worden toegelicht in het MER bij het criterium verdroging (MER § 5.3.1).

Het invloedsgebied ten opzichte van GLG is representatief voor de zettingen, omdat hierbij een verlaging tot beneden de natuurlijke laagste grondwaterstand kan optreden. De zetting is uitgewerkt in hoofdstuk 5 van dit rapport, de effecten op infrastructuur en zetting in MER § 5.2.2.

De verlagingen zijn berekend met de in § 4.1.1 toegelichte methodiek. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 4.14.

4.1.4 VERTALING NAAR MER

In Tabel 4.14 is in kolom 1 t/m 4 de referentiesituatie weergegeven en in kolommen 5 t/m 9 de ingreep. Voor de strekkingen (kolom 5) is de lengte van de sleuf in km weergegeven. Voor de verschillende ingrepen ter plaatse van de kruisingen zijn in kolom 6 t/m 9 de aantallen weergegeven. In kolom 10 en 11 is het maximale invloedsgebied van de bemaling weergegeven gedurende de onttrekking.

Tabel 4.14

Ingreep en effecten op het watersysteem

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Referentiesituatie				Wijze van uitvoering					Invloedsgebied			
Km	Bodemopbouw	Grondwaterstand GHG [m-mv]	Grondwaterstand GLG [m-mv]	Droge sleuf [km] (bemaling)	Natte sleuf [km] (geen bemaling)	kruising met bemaling van putten en tussenliggende zone [aantal]	kruising met bemaling van alleen de putten [aantal]	Kruising zonder bemaling [aantal]	Invloedsgebied sleuf GHG in m	Invloedsgebied sleuf GLG in m	Invloedsgebied kuipen GHG in m	Invloedsgebied kuipen GLG in m
Tracédelen												
0 – 4	10 tot 15 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	0,6	1,2	4	0	5	1	1	470	450	390	400
4 – 38	25 tot 50 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	1,3	2,0	34	0	37	3	20	650	610	560	580
38 – 44	7 tot 15 m zand (grof) soms grind houdend	1,0	1,6	6	0	11	0	6	350	340	300	310
44 – 63	0 tot 2 m klei (siltig tot zandig) op 10 tot 20 m grof zand, grindhoudend	1,4	2,3	19	0	23	1	11	380	310	320	340
Tracévariant waterwingebied (t.h.v. km 16 en 21)												
RA, DE	25 tot 50 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	1,3	2,0	7	0	9	0	0	650	610	560	580

Technieken:

- kolom 7: open fronttechniek (avegaar- en persboring), droge zinker, Pneumatische boortechneik (raketten)
- kolom 8: gesloten fronttechniek (schildboring)
- kolom 9: gestuurde boring, natte zinker

Er dient voor de drooglegging rekening te worden gehouden met een extra diepte van ca. 0,7 m t.p.v. de OFT en GFT kruisingen.

4.2

MITIGERENDE MAATREGELEN

Afhankelijk van de effecten op natuur en infrastructuur die het gevolg zijn van de stijghoogtedaling van het grondwater kan het invloedsgebied beperkt worden door:

- Beperken van de grondwateronttrekking door toepassing van waterremmende maatregelen waarin inbegrepen het toepassen van onderwaterbeton.
- Tegengaan van de effecten door hydrologische compensatie in de vorm van lokale of integrale retourbemaling.
- Aanleg in den natte waarbij de leiding in een natte sleuf ingedreven wordt.

4.3

LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

De invloedsgebieden zijn bepaald op basis van regionale bodemgegevens en lokale gedetailleerde stijghoogten. De samenhang met oppervlaktewater in de omgeving is hier niet bij meegenomen.

Het invloedsgebied en de effecten die hieruit volgen, worden hierdoor groter ingeschat. Dit leidt tot een worst-case situatie en dit beïnvloedt een afweging niet negatief.

4.4

EFFECT VAN DE TIJDELIJKE GRONDWATERSTANDVERLAGING OP NATUURGEBIEDEN

Het tracé Ommen-Angerlo kruist een aantal natuurgebieden die gevoelige zijn voor verdroging. De verlaging in de grondwaterstand tijdens de bemaling kan negatieve effecten hebben op bepaalde soorten vegetatie en dient onderzocht te worden.

Er zijn vijf beschermde gebieden geïdentificeerd die binnen het invloedsgebied van de bemaling vallen. Twee van deze gebieden grenzen aan elkaar. In onderstaande tabellen zijn de verschillende natuurgebieden genoemd, samen met de verlaging van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) op een bepaalde afstand van het leidingtracé. Tevens is aangegeven of een gebied door de bemaling beïnvloed kan worden. Op het aspect van tijdelijke verdroging wordt in het Achtergronddocument Natuur dieper op ingegaan.

Tabel 4.15

Grondwaterstandsverlaging t.o.v. GVG ter plaatse van de natuurgebieden

locatie	van [km]	naar [km]	afstand tot leiding [m]	verlaging sleuf [m]	conclusie op basis van Tabel 4.17
Boetelerveld	11	12	125	2,4	binnen invloedsgebied, effecten
Elferinksbos	21	23	100	1,5	binnen invloedsgebied, effecten
Landgoed 't Nijenhuis	36	37	600	1,6	binnen invloedsgebied, geringe effecten
Warckensche Veld	37	39	100	1,6	binnen invloedsgebied, effecten
Baaksche Veld	45	47	0	2,6	binnen invloedsgebied, effecten

Tabel 4.16

Grondwaterstandsverlaging t.o.v. GVG (natuurgebieden) ter plaatse van de sleuf en het invloedsgebied van de bemaling

locatie	Maaiveld-hoogte [m NAP]	GVG [m-mv]	verlaging sleuf [m]	Invloedsgebied 100 cm [m]	Invloedsgebied 20 cm [m]	Invloedsgebied 10 cm [m]	Invloedsgebied 5 cm [m]
Boetelerveld	7,6	0,8	2,4	240	510	600	670
Elferinksbos	9,3	1,7	1,5	130	440	550	640
Landgoed 't Nijenhuis	9,5	1,6	1,6	120	450	550	650
Warckensche Veld	9,5	1,6	1,6	110	360	440	510
Baaksche Veld	6,5	0,6	2,6	140	280	350	420

HOOFDSTUK 5 Zetting

5.1 BESCHOUWING OP DIT CRITERIUM

Zetting is het gevolg van de verlaging in grondwaterstand (waterspanning) en belasting (korrelspanning) van het tracé met machines en gronddepots.

Aan de hand van de beschikbare gegevens van de bodemopbouw, de opgegeven verlagingen en de van sonderingen afgeleide bodemparameters, zijn de zettingen als gevolg van de grondwaterstandverlagingen berekend. Deze zettingen zullen zowel ter plaatse van de werkstrook als in het gebied buiten de werkstrook optreden. Bij de berekeningen van deze zettingen wordt uitgegaan van de verlaging ten opzichte van GLG, omdat dit is de van nature laagste waterspanning is en daarmee de hoogste natuurlijke korrelspanning.

De zetting door belasting met machines en door de aanleg van gronddepots vindt plaats binnen de werkstrook. Binnen de werkstrook zullen de optredende zettingen worden gecompenseerd, door het aanbrengen van zand of boomschors, afhankelijk van de aanwezige grondslag.

De zettingen die optreden buiten de werkstrook worden niet gecompenseerd.

5.2 ONDERBOUWING REFERENTIESITUATIE

De onderbouwing van de referentiesituatie zoals weergegeven in § 2.2 vormt de referentiesituatie voor de zetting. De in § 4.1 uitgewerkte grondwatereffecten zijn leidend voor de oorzaak van de zetting. Tabel 5.17 geeft een overzicht van de bodem in de referentiesituatie (kolom 1 en 2) alsmede de maximale grondwaterstandverlaging binnen het invloedsgebied ten opzichte van GLG tijdens de aanleg van de aardgastransportleiding (kolom 3 en 4) en de hieruit volgende eindzetting grenzend aan de sleuf voor zowel de kruisingen als de leidingstrekking (kolom 5 en 6). De stijghoogteverlaging neemt vanaf de sleuf naar de omgeving sterk af, daarmee ook de zetting. Overwegend neemt de maximale eindzetting aan de rand van de werkstrook af tot circa 1 cm of minder. Vanaf leiding naar de grens van het invloedsgebied ten opzichte van GLG, neemt de maaiveldzetting vervolgens af naar 0.

Tabel 5.17

Samenvatting referentiesituatie en verlaging t.o.v. GLG

Referentiesituatie		Max verlaging binnen invloedsgebied		
Locatie (km)	Schematisatie bodemopbouw	GLG (m-mv)	Kruising t.o.v. GLG in m	Strekking t.o.v. GLG in m
0 – 4	10 tot 15 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	1,2	4,0	2,0
4 – 38	25 tot 50 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	2,0	3,2	1,2
38 – 44	7 tot 15 m zand (grof) soms grind houdend	1,6	3,6	1,6
44 – 63	0 tot 2 m klei (siltig tot zandig) op 10 tot 20 m grof zand, grindhoudend	2,3	2,9	0,9

5.3

EFFECTEN VAN DE INGREEP INCLUSIEF WERKWIJZE EFFECTBEPALING

In deze paragraaf is allereerst de methodiek van de zettingsberekening toegelicht, vervolgens is op basis van de eerder beschreven werkzaamheden de zetting berekend en is de vertaling naar het MER gemaakt.

5.3.1

METHODIEK

Aan de hand van de beschikbare gegevens van de bodemopbouw, de opgegeven verlagingen en de van sonderingen afgeleide bodemparameters zijn de zettingen als gevolg van de grondwaterstandverlagingen berekend. De zettingen zijn berekend met behulp van de "eenvoudige" formule van Terzaghi:

Figuur 5.3

Formule van Terzaghi

$$z = \frac{1}{C} * \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) * h$$

z = zetting [m]
 h = dikte samendrukbare laag [m]
 C = samendrukkingsconstante [-]
 p_1 = korrelspanning voor aanvang bemaling [kPa]
 p_2 = korrelspanning tijdens bemaling belasten [kPa]

Bij deze formule wordt geen onderscheid gemaakt tussen de primaire en secundaire zetting. De met de formule van Terzaghi bepaalde zettingen zijn eindzettingen, dat wil zeggen de zettingen die optreden bij een zeer langdurige bemalingsperiode. In werkelijkheid is de bemalingsperiode beperkt tot een aantal dagen tot weken. Dit heeft het volgende gevolg voor de zettingberekening:

- De waterspanningen in het pakket samendrukbare lagen is nog niet volledig aangepast (er is nog geen stationaire grondwaterstroming in de deklaag).
- De gehanteerde samendrukkingsconstanten leveren een eindzetting op bij een volledige aanpassing van de waterspanningen, waarin de beperkte periode waarin de zettingen kunnen optreden niet is verdisconteerd.
- Het effect van beperkte aanpassing van de waterspanningen is in de berekening opgenomen door op basis van de consolidatietheorie, bij eenzijdige afstroming, de laagdikte terug te rekenen waarover de waterspanningen gedurende de bemalingsperiode t_c volledig zullen zijn aangepast, volgens navolgende formule.

Figuur 5.4

Formule om het effect van beperkte aanpassing van de waterspanningen te berekenen

$$h_c = \sqrt{\frac{c_v * t_c}{2}}$$

h_c = dikte samendrukbare laag waarin consolidatie optreedt [m]
 t_c = bemalingsduur [d]
 c_v = consolidatiecoëfficiënt van de laag [m²/d]

Deze benadering is zowel voor de freatische bemaling, met consolidatie aan de bovenzijde van het samendrukbare pakket en voor de spanningsbemaling, met consolidatie aan de onderzijde van het afdekkende pakket, toegepast. Het hanteren van de samendrukkingsconstanten C die behoren bij de zogenaamde eindzetting heeft bij de bovenomschreven aanpak tot gevolg dat het tijdafhankelijke kruipgedrag dat zich bij een permanente belasting in een periode van 30 jaar afspeelt, nu volledig in de beperkte bemalingperiode in rekening wordt gebracht. Ten slotte is veiligheidshalve aangenomen dat de spanningsverandering als gevolg van de bemaling voor het eerst optreedt, zodat het gunstige effect van eventueel gedeeltelijke her belasting buiten beschouwing wordt gelaten. Op basis van de bovenstaande uitgangspunten wordt met de gehanteerde aanpak een bovengrens van de zettingen in de bemalingperiode bepaald.

In Tabel 5.18 zijn de gehanteerde grondparameters samengevat. Deze zijn bepaald op basis van tabel 1 van NEN6740.

Tabel 5.18

Gehanteerde grondparameters voor zettingsberekeningen

Grondsoort	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	C [-]	c_v [m ² /d]
Leem, matig vast gepakt	20	20	50	50
Klei, slap gepakt	14	14	10	10
Klei, matig gepakt	17	17	15	10

Waarin:

- γ : Volumiek gewicht van grond [kN/m³]
- γ_{sat} : Volumiek gewicht van verzadigde grond [kN/m³]
- C : samendrukkingsconstante [-]
- c_v : consolidatiecoëfficiënt [m²/d]

De bovenomschreven aanpak is toegepast over het gedeelte van het tracé waar sprake is van een laag of lens die overwegend bestaat uit leem, klei en veen of een combinatie hiervan. De consolidatiecoëfficiënt is als *worst-case* benadering aan de hoge kant gekozen. Hiermee wordt rekening gehouden met het eventueel vermengd zijn van zand in de klei- of leemlagen. In geval van dunne samendrukbare lagen ingesloten in zandafzettingen en/of sterk zandhoudende samendrukbare lagen is deze correctie van het doorrekenen van de zettingen over een beperkte hoogte niet toegepast, omdat in die situaties de opgetreden verlagingen van de grondwaterstand mogelijk over het gehele verticale bodemprofiel kunnen optreden, met als gevolg dat alle ingesloten samendrukbare lagen snel gaan zetten.

Hoewel de bodemparameters niet zijn bepaald aan de hand van laboratoriumresultaten maar zijn afgeleid van ervaringcijfers wordt deze methode vooral nog als voldoende nauwkeurig beschouwd. Indien uit de indicatieve berekeningen blijkt dat er mogelijk sprake is van ontoelaatbare zetting, dient in een vervolgfase op basis van de lokale bodemopbouw en eventueel locatiespecifieke samendrukkingsparameters (te bepalen met laboratoriumonderzoek) een gedetailleerde zettingsverwachting worden opgesteld. Hiermee kan vervolgens worden beoordeeld om mitigerende maatregelen te treffen ter beperking van de zettingen.

5.3.2 UITGANGSPUNTEN WERKZAAMHEDEN

In aanvulling op de uitgangspunten zoals beschreven in § 2.3 zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij de leidingstrekkingen is voor de duur van de verlaging van de grondwaterstijghoogte een periode van 8 dagen aangehouden.
- Bij de kruisingen is uitgegaan van de duur van de bemaling per kruising van 15 dagen.
- In de berekeningen is aangenomen dat er alleen op tracédeel 4 (km 44 t/m km 63) een spanningsbemaling wordt toegepast.

5.3.3 BEREKENDE ZETTING

Voor de kruisingen en strekking zijn op basis van de hierboven beschreven berekeningsmethodiek en eerdere uitgangspunten de te verwachten maximale zettingen bepaald. In Tabel 5.19 en Tabel 5.20 worden de zettingen weergegeven ter plaatse van respectievelijk de rand van de werkstrook en de sleuf.

Tabel 5.19

Overzicht zettingen op rand werkstrook

Locatie [km]	Maximale verlaging rand werkstrook		Maximale eindzetting rand werkstrook	
	Kruising t.o.v. GLG [m]	Strekking t.o.v. GLG [m]	Kruising [cm]	Strekking [cm]
0 – 4	-3,5	-1,8	1,5	0,5
4 – 38	-2,9	-1,1	1	0,5
38 – 44	-3,0	-1,4	0,5	0,5
44 – 63	-1,9	-0,9	2	1

Tabel 5.20

Overzicht zettingen ter plaatse van de sleuf

Locatie [km]	Maximale verlaging binnen invloedsgebied		Maximale eindzetting binnen invloedsgebied	
	Kruising t.o.v. GLG [m]	Strekking t.o.v. GLG [m]	Kruising [cm]	Strekking [cm]
0 – 4	4,0	2,0	2	1
4 – 38	3,2	1,2	1,5	0,5
38 – 44	3,6	1,6	0,5	0,5
44 – 63	2,9	0,9	3	1

De werkelijk optredende zetting als gevolg van de bemaling zal door meting van hoogtewebouten voorafgaand aan, tijdens en na uitvoer van de bemaling kunnen worden vastgelegd.

5.3.4 VERTALING NAAR MER

Tabel 5.21 geeft een overzicht van de bodem in de referentiesituatie (kolom 1 en 2) alsmede de maximale grondwaterstandverlaging binnen het invloedsgebied ten opzichte van GLG tijdens de aanleg van de aardgastransportleiding (kolom 3 en 4) en de hieruit volgende eindzetting grenzend aan de sleuf voor zowel de kruisingen als de leidingstrekking (kolom 5 en 6).

De stijghoogteverlaging neemt vanaf de sleuf naar de omgeving sterk af en de zetting daarmee ook. Overwegend neemt de maximale eindzetting aan de rand van de werkstrook af tot circa 1 cm of minder. Vanaf leiding naar de grens van het invloedsgebied ten opzichte van GLG, neemt de zetting af naar 0.

Tabel 5.21

Indicatieve eindzetting

1	2	3	4	5	6	7	8
Referentiesituatie		Max verlagings binnen invloedsgebied		Maximale eindzetting bij sleuf		Maximale eindzetting rand werkstrook	
Locatie [km]	bodemopbouw	Kruising t.o.v. GLG [m]	Strekking t.o.v. GLG [m]	Kruising [m]	Strekking [m]	Kruising [m]	Strekking [m]
0 – 4	10 tot 15 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	4,0	2,0	0,02	0,01	0,015	0,005
4 – 38	25 tot 50 m zand, met grind insluitingen en cohesieve laagjes	3,2	1,2	0,015	0,005	0,01	0,005
38 – 44	7 tot 15 m zand (grof) soms grind houdend	3,6	1,6	0,005	0,005	0,005	0,005
44 – 63	0 tot 2 m klei (siltig tot zandig) op 10 tot 20 m grof zand, grindhoudend	2,9	0,9	0,03	0,01	0,02	0,01

5.4

MITIGERENDE MAATREGELEN

De zetting in de omgeving kan beperkt worden door het invloedsgebied van de stijghoogteverlaging van het grondwater te verkleinen. Dit betekent dat dit te realiseren is met de in § 0 beschreven maatregelen. Ter plaatse van de sleuf zal het grondtekort, dat ontstaan is door zetting, aangevuld worden.

5.5

LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

De grootte van de te verwachten zettingen wordt bepaald door de lokale bodemopbouw. Momenteel is geen intensief onderzoek langs het tracé beschikbaar, en is de prognose opgesteld op basis van gegevens uit de omgeving.

Doordat er relatief weinig bekend is over deze grondopbouw zal in een latere fase van het project nader onderzoek moeten worden gedaan voor deze gebieden. Om zo een nauwkeuriger beeld van de zetting in deze gebieden te verkrijgen.

Dit betreft met name de zettinggevoelige gebieden in tracédeel 4 (km 44 t/m km 63) waar door een bemaling van het grondwater zettingen kunnen optreden in de cohesieve deklaag en op tracédelen 1 en 2 (km 0 t/m km 38) waar lokaal veenbodems voorkomen en klei en leemlagen die niet aan maaiveld zichtbaar zijn.

Overige leemten in de kennis die de oordeel- en besluitvorming kunnen belemmeren zijn niet geconstateerd.

De zetting is uitgerekend voor een gemiddeld slechte situatie (langdurige bemaling) en via een inschatting gecorrigeerd voor het tijdsaspect (kortdurende bemaling) naar maximaal 1 cm aan de rand van de werkstrook rond de sleuf.

HOOFDSTUK

6 Invloed op bebouwde omgeving

6.1 BESCHOUWING OP DIT CRITERIUM

Als gevolg van zettingen van de ondergrond kunnen gebouwen en andere constructies een zetting ondergaan. De grootte van de te verwachten gebouwzakking is, naast van de samendrukbaarheid van de ondergrond, in sterke mate afhankelijk van de funderingswijze van de constructie en het belastingniveau van de fundering. Risico op schade aan de bebouwing is afhankelijk van de te verwachten verschilzetting, de snelheid waarmee de zetting optreedt en de bouwkundige staat van het object.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het risico van gebouwzakking respectievelijk maaiveldzakking van andere constructies (wegen, waterkeringen, etc.) die van zodanige omvang is dat dit als schade kan worden aangemerkt.

6.2 EFFECT VAN DE INGREEP INCLUSIEF WERKWIJZE EFFECTBEPALING

6.2.1 METHODIEK

Bij het beoordelen van het effect van de bemaling op de zetting/gebouwszakking/constructies is de volgende werkwijze gehanteerd:

- Op basis van de berekende zettingen zijn de zettinggevoelige gebieden bepaald.
- Met behulp van de luchtfoto's is bepaald waar rijkswegen, provinciale wegen, rivieren en kanalen de leiding kruisen en is er bepaald of in de zettinggevoelige gebieden bebouwing is gelegen.
- Vervolgens is de mogelijke zetting berekend op basis van afstand van de leiding en de inschatting van de maximale zetting aan de rand van het werkterrein.
- Vervolgens is per object (gebouw, andere constructie) dan wel cluster van objecten een kwalitatieve analyse van het zakkingsrisico opgesteld.

Opgemerkt dient te worden dat de inschatting van de grondwaterstandverlaging ter plaatse van het object en de mogelijke zetting is gebaseerd op de berekening van de maatgevende kruising. Dit wil zeggen dat de aangegeven zetting een benadering is van een gemiddeld slechte situatie.

Vaststelling van een schaderisico is niet gebeurd omdat hierbij lokale aspecten en de constructieve kenmerken van de bebouwing een zeer grote rol spelen.

6.2.2

VERTALING NAAR HET MER

Een overzicht van de bebouwing die door de zettingen mogelijk schade kunnen oplopen en de kruisende infrastructuur (rijks- provinciale, spoor- en waterwegen) is weergegeven in Tabel 6.22 voor de kruisende infrastructuur en in Tabel 6.23 voor de bebouwing langs het leidingtracé. In deze tabellen is per locatie de maximale ingeschatte zetting aangegeven. Tevens is aangegeven of de objecten mogelijk schade kunnen lijden door de optredende zettingen, zie Tabel 6.24 voor een toelichting op de gehanteerde classificatie.

Tabel 6.22

Samenvattende tabel risico-gebieden betreffende zettingen veroorzaakt door de bemaling van het grondwater ter plaatse een kruising van de gasleiding en de hoofdinfrastructuur

Referentiesituatie kruisingen			Afstand tot tracé [m]	Techniek*	Verandering grondwaterstand ter plaatse object [m tov GLG]	Zettingclassificatie [m]
Kruisingnummer	Type infrastructuur	Naam of locatie				
K010-1	Kanaal	Overijsselskanaal	0	GFT	4,0	0,02
K022-1	Spoorbaan	Spoorlijn Zwolle – Almelo	0	HDD	3,2	0,015
	Rijksweg	N35	0		3,2	0,015
K032-2	Provinciale weg	N332, Holterweg	0	OFT	3,2	0,015
K042-1	Provinciale weg	N344, Holterweg	0	OFT	3,2	0,015
K043-4	Spoorbaan	Spoorlijn Deventer – Almelo	0	GFT	3,2	0,015
K045-1	Beek	Oude Schipbeek	0	open	3,2	0,015
K046-1	Beek	Schipbeek	0	HDD	3,2	0,015
	Rijksweg	A1	0		3,2	0,015
K049-3	Beek	Dortherbeek	0	open	3,2	0,015
K054-1	Provinciale weg	N339	0	OFT	3,2	0,015
K056-1	Beek	Molenbeek	0	open	3,2	0,015
K059-2	Beek	Heurnerbeek	0	open	3,2	0,015
K060-1	Spoorbaan	Spoorlijn Zutphen – Hengelo	0	GFT	3,2	0,015
K061-1	Kanaal	Twentekanaal	0	HDD	3,2	0,015
K062-1	Dijk	Blauwe Dijk	0	open	3,2	0,015
K065-1	Beek	Berkel	0	open	3,2	0,015
K067-1	Spoorbaan	Spoorlijn Zutphen-Winterswijk	0	GFT	3,2	0,015
K068-1	Provinciale weg	N346, Lochemseweg	0	PBT	3,2	0,015
K071-2	Provinciale weg	N319, Vordenseweg	0	OFT	3,6	0,005
K079-1	Kanaal	Stroomkanaal van Hackfort	0	open	3,6	0,005
K080-1	Provinciale weg	N314, Elterweg	0	OFT	2,9	0,03
K080-2	Beek	Baakse Beek	0	open	2,9	0,03
K089-1	Beek	Kleine Beek	0	open	2,9	0,03
K090-1	Beek	Grote Beek	0	open	2,9	0,03

* GFT: gesloten fronttechniek (schildboring)
 OFT: open fronttechniek (avegaar- en persboring)
 HDD: horizontaal gestuurde boring
 Open: open ontgraving
 PBT: pneumatische boortechneik (raketten)

Tabel 6.23

Samenvattende tabel risico-gebieden betreffende zettingen veroorzaakt door de bemaling van het grondwater voor de aanleg van de gasleiding ter plaatse van bebouwing

Referentiesituatie kruisingen						
Kilometrerings	Locatie	Gemeente	Afstand tot tracé [m]	Techniek*	Verandering grondwaterstand ter plaatse object [m tov GLG]	Zettingclassificatie [m]
1 - 3	Lemelerveld	Dalfsen	> 45	PBT en open	3,1	0,015
44.1	Broekweg	Bronckhorst	> 60	PBT	1,0	0,015
47.2	Docter A. Ariensstraat	Bronckhorst	> 50	PBT	1,2	0,015
47.7	Ganzenkolk	Bronckhorst	> 25	PBT	1,9	0,02
48.8	Steenderden	Bronckhorst	> 25	PBT	1,9	0,02
49.4	Steenderden	Bronckhorst	> 50	PBT	1,2	0,015
49.8	De Maat	Bronckhorst	> 50	PBT	1,2	0,015
53.4	Achterdrempt	Bronckhorst	> 25	PBT	1,9	0,02
54.7	Vogelenzang	Bronckhorst	> 25	PBT	1,9	0,02
55	Veldweg	Bronckhorst	> 25	PBT	1,9	0,02
55.9	Drempt	Bronckhorst	> 50	GFT	1,2	0,015
57.2	Bevermeer	Zevenaar	> 60	Open	1,0	0,015
59.5	Ganzepeel	Zevenaar	> 50	PBT	1,2	0,015
62.4	Hoge Iesel/Papenheuvel	Zevenaar	> 50	PBT	1,2	0,015

* GFT: gesloten fronttechniek (schildboring)
 OFT: open fronttechniek (avegaar- en persboring)
 HDD: horizontaal gestuurde boring
 Open: open ontgraving
 PBT: pneumatische boortechniek (raketten)

Tabel 6.24

Zettingclassificatie, risico op schade

Zetting [m]	Fundering op staal	Fundering op palen	Risico
<0,005	Geen risico	Geen risico	Nee
0,005-0,01	Geen risico	Geen risico	Nee
0,01-0,02	Mogelijk	Geen risico	Niet uit te sluiten
0,02-0,03	Mogelijk	Mogelijk	Niet uit te sluiten
0,03-0,05	Mogelijk	Mogelijk	Niet uit te sluiten
>0,05	Groot kans schade	Mogelijk	Niet uit te sluiten

6.3

MITIGERENDE MAATREGELEN

Op locaties waar het risico van gebouwzakking aanwezig is en een risico vormt, kunnen de mitigerende maatregelen worden toegepast die zijn benoemd in § 4.2 van deze rapportage. In algemene zin hebben de mitigerende maatregelen tot doel de verlagingscontouren zodanig in te perken dat hierdoor zettingen worden voorkomen of worden beperkt.

6.4

LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

Er zijn geen kennisleemten geconstateerd die de oordeel- en besluitvorming kunnen belemmeren. De zetting is uitgerekend voor een worst-case scenario (langdurige bemaling) en via een inschatting gecorrigeerd voor het tijdsaspect (kortdurende bemaling). De gemiddeld slechte situatie benadering sluit een onderschatting van de milieugevolgen uit.

In de nadere uitwerkingsfasen van het project dient per locatie een nadere analyse van de zettingsgevoeligheid en bouwkundige staat van de bebouwing te worden gemaakt, op basis waarvan een nadere beoordeling voor de noodzaak van mitigerende maatregelen en uitwerking van deze maatregelen kan worden gemaakt.

HOOFDSTUK 7

Verandering grondwaterstroming

7.1

BESCHOUWING OP DIT CRITERIUM

De regionale systeemeffecten op het grondwater zijn vooral relevant voor de ecohydrologische effecten. De invloed van de onttrekking is vooral een tijdelijke ingreep met ook tijdelijke effecten. De ingrepen met een meer permanent effect op de grondwaterstroming die kunnen samenhangen met de werkzaamheden zijn:

- Het creëren van een obstructie in een watervoerend pakket. Bij het plaatsen van een obstructie in een watervoerend pakket (bijvoorbeeld een tunnel of damwand), loodrecht op de grondwaterstroming, kunnen grondwaterstromen en/of grondwaterstanden wijzigen.
- Het afgraven van een (groot) deel van de deklaag.
- Doorsnijding van slecht doorlatende deklagen kan invloed hebben op de grondwaterstroming, omdat er daardoor een verbinding ontstaat tussen het maaiveld en het diepere watervoerende pakket. Dit kan invloed hebben op infiltratie en kwel.

Wanneer bovenstaande punten niet voorkomen, zal naar verwachting geen permanent effect op de grondwaterstroming optreden.

7.2

ONDERBOUWING REFERENTIESITUATIE

De referentiesituatie van de bodemopbouw is in § 2.2 beschreven. Deze vormt de basis van de aanwezige geohydrologische eenheden die te onderkennen zijn (kwaliteit en kwantiteit) binnen de provincies Gelderland en Overijssel.

Wanneer de in § 7.1 weergegeven verstorende effecten op een watersysteem optreden, dan zal de werking van de (deel) watersystemen binnen de provincies verder uitgewerkt moeten worden als referentiesituatie.

Er worden naast de leiding geen permanente obstructies in het watervoerende pakket gebracht. De dikte van de leiding ten opzichte van het watervoerende pakket is op de meeste delen verwaarloosbaar (dikte watervoerend pakket begint variërend vanaf het maaiveld tot circa -5 m-mv). Op de grootste delen van het tracé ligt de leiding geheel in het watervoerend pakket. Damwanden die ten behoeve van stabiliteit worden aangebracht, worden na de werkzaamheden verwijderd.

Doorsnijding zonder herstel van de slecht doorlatende deklagen vindt alleen bij aanleg in den natte plaats.

Op basis van de korte tracés waar de leiding in de klei of het veen komt te liggen en de bodem beperkt begaanbaar is, zal aanleg in den natte praktische bezwaren opleveren. Een probleem met de begaanbaarheid van het terrein of veel veen in de bovenlagen is niet verwacht in dit tracé.

De effecten zijn voornamelijk tijdelijk (damwand) en het mogelijk permanente effect is afwezig of zeer lokaal. Vanuit de ingreep redenerend is een verdere uitwerking van de referentiesituatie niet relevant.

7.3 EFFECTEN VAN DE INGREEP INCLUSIEF WERKWIJZE EFFECTBEPALING

Tijdens de bemalingswerkzaamheden zal de grondwaterstroming tijdelijk veranderen binnen het invloedgebied van de bemaling. Dit zal resulteren in een lokaal effect op de grondwaterstroming rond de leiding.

7.4 MITIGERENDE MAATREGELEN

Mitigerende maatregelen zijn niet aan de orde.

7.5 LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

Er zijn geen leemten in kennis.

HOOFDSTUK 8 Invloed op bodemverontreinigingen

8.1 BESCHOUWING VAN HET CRITERIUM

Als gevolg van de bemaling treden verlagingen op van grondwaterstand- en stijghoogte en wordt de natuurlijke grondwaterstroming tijdelijk beïnvloed. Deze verandering van de grondwaterstroming is vooral van belang in relatie met de verplaatsing van mobiele verontreinigingen in het grondwater.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de verplaatsing van mobiele verontreinigingen in het grondwater als gevolg van de bemaling. Hierbij wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- de inventarisatie van verontreinigingslocaties.
- de methodiek waarop de beschouwing is gebaseerd.
- de effectvoorspelling van de bemaling op de geïnventariseerde locaties.

8.2 INVENTARISATIE VERONTREINIGINGSLOCATIES

Op basis van de omvang van het invloedsgebied van de bemaling heeft een inventarisatie van mogelijke gevallen van ernstige verontreiniging plaatsgevonden.

Vervolgens is per tracédeel het effect van de bemaling op mogelijk aanwezige mobiele verontreinigingen weergegeven. De resultaten zijn samengevat in MER § 5.2.8. Voor de ligging van de locaties wordt verwezen naar de betreffende effectkaarten in het MER, bijlage 10.

8.3 EFFECT VAN DE INGREEP

8.3.1 METHODIEK

Als gevolg van de bemaling treden verlagingen op van grondwaterstand- en stijghoogte en wordt de natuurlijke grondwaterstroming tijdelijk beïnvloed. Deze verandering van de grondwaterstroming is vooral van belang in relatie met de verplaatsing van mobiele verontreinigingen in het grondwater. Ter bepaling van het effect van de bemaling op de grondwaterstroming is een analyse van de horizontale verplaatsing van het grondwater in het watervoerende pakket uitgevoerd, op basis van de wet van Darcy.

Figuur 8.5

De wet van Darcy

De stroomsnelheid $v = k * \frac{\Delta h}{L}$

De verplaatsing in een periode t: $s = v * \frac{t}{n}$

k = doorlatendheidscoëfficiënt van het pakket
 h = stijghoogteverschil over afstand L
 t = de bemalingsduur
 n = porositeit van het pakket

Leidingstrekking

Op basis van de uitgangspunten en berekeningsresultaten in respectievelijk hoofdstuk 2 en 3 is de verplaatsingssnelheid gedurende de bemalingperiode voor de leidingstrekkingen (sleuf) per tracédeel bepaald. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Uit de inventarisatie van bodem- en grondwaterverontreinigingen blijkt dat de mogelijke gevallen van ernstige verontreiniging zich verspreid over het tracé bevinden. Daarom is per tracédeel de verplaatsing van verontreinigingen beschouwd.
- Het gemiddelde verhang is bepaald voor respectievelijk 25 m, 100 m, 250 m en 500 m vanuit de sleuf.
- In alle gevallen reikt het invloedsgebied van de bemaling tot maximaal 650 m uit de sleuf.
- Voor het gehele tracé is uitgegaan van een doorlatendheid van het watervoerende pakket variërend tussen de 15 à 22 m/d.
- De porositeit van het watervoerend pakket is op 0,3 aangehouden.
- De beschouwde bemalingsduur is 8 dagen voor de sleuf.

In Tabel 8.25 zijn de resultaten van de uitgevoerde berekeningen samengevat voor de leidingstrekking.

Tabel 8.25

Overzicht horizontale grondwaterverplaatsingen in bemalingsperiode voor maatgevende strekkingen

Tracédeel	kilometring	Doorlatendheid [m/d]	Verplaatsing verontreinigingen [m]			Aantal mogelijke bodem en/of grondwaterverontreinigingslocaties. Tussen (...) is aantal mogelijk leidend tot verontreinigd lozingwater)
			afstand tot sleuf [m]	verlaging stijghoogte [m]	verplaatsing verontreiniging [m]	
1	0 - 4	20	0 - 25	2,4 - 2,6	> 25	-
			25 - 100	1,6 - 2,4	9 - 35	1
			100 - 250	0,6 - 1,6	1,2 - 9	-
			250 - 470	0,05 - 0,6	0,1 - 1,2	1
2	4 - 38	22	0 - 25	1,8 - 1,9	> 25	2 (2; tot 25m van leiding)
			25 - 100	1,4 - 1,8	8 - 35	20
			100 - 250	0,8 - 1,4	2 - 8	4
			250 - 500	0,2 - 0,8	0,2 - 2	2
			500 - 650	0,05 - 0,2	0 - 0,2	4
3	38 - 44	15	0 - 25	1,9 - 2,2	> 25	2 (2; tot 25m van leiding)
			25 - 100	1,2 - 1,9	5 - 30	15 (1; tot 30m van leiding)
			100 - 250	0,3 - 1,2	0,4 - 5	2
			250 - 350	0,05 - 0,3	0,1 - 0,4	4
4	44 - 63	15	0 - 25	1,8	> 25	4 (4; tot 25m van leiding)
			25 - 100	1,2 - 1,8	5 - 30	11
			100 - 250	0,2 - 1,2	0,3 - 5	8
			250 - 380	0,05 - 0,2	0,1 - 0,3	3

Naar aanleiding van Tabel 8.25 voor de leidingstrekking volgen hieronder twee uitgeschreven voorbeelden van mogelijk optredende effecten van de bemaling op verontreinigde locaties. Hierbij wordt uitgegaan van een mobiele grondwaterverontreiniging waarvan de verontreinigende parameter zich gelijkwaardig verplaatst als water.

- Een mogelijk mobiele grondwaterverontreiniging die zich (afhankelijk van het tracédeel 1 t/m 4) op een afstand tussen de 0 m en de 30 tot 35 m van de sleuf bevindt, kan bij de bemaling van de sleuf naar de bemalingsbron worden getrokken. Omdat de afstand tot de sleuf gelijk of kleiner is dan de maximaal voorziene verplaatsing van 30 tot 35 m, moet er rekening mee worden gehouden dat deze verontreiniging in het te lozen water terecht komt. Indien het niet gewenst is om verontreinigingen te verplaatsen of om verontreinigd water te lozen, dienen maatregelen te worden genomen om dit tegen te gaan.
- Een mogelijke mobiele grondwaterverontreiniging die zich op een afstand van circa 100 m van de sleuf bevindt, wordt bij de bemaling van de sleuf ook naar de bemalingsbron getrokken. Omdat de afstand tot de sleuf groter is dan de voorziene verplaatsing van 5 tot 9 m (afhankelijk van het tracédeel 1 t/m 4) hoeft er geen rekening mee te worden gehouden dat deze verontreiniging in het te lozen water terecht komt. Indien het niet gewenst is om verontreinigingen te verplaatsen, dienen maatregelen te worden genomen om dit tegen te gaan.

CONCLUSIE LEIDINGSTREKKING

Vanuit voorgaande tabel voor de leidingstrekking kan met betrekking tot mogelijke verontreiniging van het te lozen water per tracédeel het volgende worden geconcludeerd:

- In tracédeel 1 (km 0-4) is geen gevaar op verontreiniging van het te lozen water. De locaties liggen op grotere afstand dan voorziene verplaatsing.
- In tracédeel 2 (km 4-38) liggen twee locaties binnen de 25 m van de sleuf waarbij rekening dient te worden gehouden op verontreiniging van het te lozen water.
- In tracédeel 3 (km 38-44) liggen twee locaties binnen de 25 m van de sleuf en 1 locatie binnen 30 m van de sleuf waarbij rekening dient te worden gehouden op verontreiniging van het te lozen water.
- In tracédeel 4 (km 44-63) liggen vier locaties binnen de 25 m van de sleuf waarbij rekening dient te worden gehouden op verontreiniging van het te lozen water.

Kruisingen

Voordat de leiding in de sleuf wordt aangelegd worden de kruispunten van de leiding met water-, spoor-, rijks-, en provinciale wegen gebouwd. Hiervoor wordt aan weerszijde van de weg een bouwkuip aangelegd. In de bouwkuipen en soms ook het gebied er tussen zal de grondwaterstand worden verlaagd door een bemaling. Voor de bouwkuipen in het tracé is een vergelijkbare analyse als voor de sleuf uitgevoerd met betrekking tot de verplaatsing van grondwaterverontreinigingen. Opgemerkt wordt dat deze gegevens ten aanzien van de kruisingen niet zijn verwerkt in het MER § 5.2.8.

Voor de analyse zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Bodemopbouw en berekeningsresultaten uit hoofdstukken 2 en 3.
- Uit de inventarisatie van bodemverontreinigingen blijkt dat de (potentieel) aanwezige locaties met een mobiele verontreiniging zich bevinden verspreid over het tracé. Daarom is per tracédeel de verplaatsing van verontreinigingen beschouwd.

- Het gemiddelde verhang is bepaald voor respectievelijk 25 m, 100 m, 250 m en 500 m vanuit de bouwkuipen.
- In alle gevallen reikt het invloedsgebied van de bemaling tot maximaal 580 m uit de bouwkuipen.
- Voor het gehele tracé is uitgegaan van een doorlatendheid van het watervoerende pakket variërend tussen de 15 à 22 m/d.
- De porositeit van watervoerend pakket is op 0,3 aangehouden.
- De beschouwde bemalingsduur is 15 dagen voor de bouwkuipen.

In Tabel 8.26 zijn de resultaten van de uitgevoerde berekeningen samengevat voor de kruisingen in het tracé.

Tabel 8.26

Omschrijving verplaatsing grondwaterverontreinigingslocaties ten gevolge van de aanleg van de kruisingen in het tracé

1	2	3	4	5	6	7
Tracédeel	Kilometreering	Doorlatendheid [mvd]	afstand tot sleuf [m]	verlaging stijghoogte [m]	verplaatsing verontreiniging [m]	Aantal mogelijke bodem en/of grondwaterverontreinigingslocaties. Tussen () is aantal mogelijk leidend tot verontreinigd lozingwater)
1	0 - 4	20	0 - 25	4,0 – 4,6	> 25*	-
			25 - 100	2,4 – 4,0	24 – 65*	1
			100 - 250	0,5 – 2,4	2 - 24	-
			250 - 470	0,05 – 0,5	0,1 - 2	1
2	4 - 38	22	0 - 25	3,6 – 3,9	> 25*	2 (2; tot 25m van leiding)
			25 - 100	2,6 – 3,6	39 – 65*	20 (13; tot 65m van leiding)
			100 - 250	1,1 – 2,6	5 - 39	4
			250 - 500	0,2 – 1,1	0,3 - 5	2
			500 - 580	0,05 – 0,2	0,1 – 0,3	4
3	38 - 44	15	0 - 25	3,5 – 4,2	> 25*	2 (2; tot 25m van leiding)
			25 - 100	1,8 – 3,5	13 – 50*	15 (6; tot 50m van leiding)
			100 - 250	0,2 – 1,8	0,5 - 13	2
			250 - 500	0,05 – 0,2	0,1 – 0,5	4
4	44 - 63	15	0 - 25	2,5 – 3,8	> 25*	4 (4; tot 25m van leiding)
			25 - 100	0,8 – 2,5	6 – 45*	11
			100 - 250	0,2 – 0,8	0,5 – 6	8
			250 - 310	0,05 – 0,2	0,1 – 0,5	3

* Verontreiniging in het te lozen water(verontreinigingen 45m tot 65m uit de kuipen)

Naar aanleiding van Tabel 8.26 voor de kruisingen volgen hierna twee uitgeschreven voorbeelden van mogelijk optredende effecten van de bemaling op verontreinigde locaties. Hierbij wordt uitgegaan van een mobiele grondwaterverontreiniging waarvan de verontreinigende parameter zich gelijkwaardig verplaatst als water.

- Een mogelijk mobiele grondwaterverontreiniging die zich (afhankelijk van het tracédeel 1 t/m 4) op een afstand tussen de 0 m en 45 tot 65 m van de sleuf bevindt, kan bij de bemaling van de sleuf naar de bemalingsbron worden toetrokken.

Omdat de afstand tot de sleuf gelijk of kleiner is dan de maximaal voorziene verplaatsing van 45 tot 65 m, moet er rekening mee worden gehouden dat deze verontreiniging in het te lozen water terecht komt.

Indien niet gewenst is om verontreinigingen te verplaatsen of om verontreinigd water te lozen dienen maatregelen te worden genomen om dit tegen te gaan.

- Een mogelijke mobiele grondwaterverontreiniging die zich op een afstand van circa 100 m van de sleuf bevindt, wordt bij de bemaling van de sleuf ook naar de bemalingsbron toegetrokken. Omdat de afstand tot de sleuf groter is dan de voorziene verplaatsing van 6 tot 39 m (afhankelijk van het tracédeel 1 t/m 4) hoeft er geen rekening mee te worden gehouden dat deze verontreiniging in het te lozen water terecht komt. Indien het niet gewenst is om verontreinigingen te verplaatsen dienen maatregelen te worden genomen om dit tegen te gaan.

CONCLUSIE KRUISINGEN

Vanuit voorgaande tabel voor de kruisingen kan met betrekking tot mogelijke verontreiniging van het te lozen water per tracédeel het volgende worden geconcludeerd:

- In tracédeel 1 (km 0-4) is geen gevaar op verontreiniging van het te lozen water. De locaties liggen op grotere afstand dan voorziene verplaatsing.
- In tracédeel 2 (km 4-38) liggen twee locaties binnen de 25 m van de sleuf waarbij rekening dient te worden gehouden op verontreiniging van het te lozen water.
- In tracédeel 3 (km 38-44) liggen twee locaties binnen de 25 m van de sleuf en 1 locatie binnen 30 m van de sleuf waarbij rekening dient te worden gehouden op verontreiniging van het te lozen water.
- In tracédeel 4 (km 44-63) liggen vier locaties binnen de 25 m van de sleuf waarbij rekening dient te worden gehouden op verontreiniging van het te lozen water.

8.3.2

EFFECTBESCHRIJVING

De inventarisatie van mogelijke gevallen van bodem- en grondwaterverontreiniging geeft geen uitsluitsel over de diepteligging en veelal ook niet over de daadwerkelijke aard van de verontreiniging.

Aangenomen wordt dat de verontreinigingen zich aan de bovenzijde van het watervoerende pakket bevinden. Hiermee wordt uitgegaan van een worst-case scenario. Op basis van een inschatting van de lokale samenstelling van de ondiepe ondergrond (zie hoofdstuk 2) wordt verwacht dat op locaties die op minder dan 580 m vanuit het tracé liggen en waar sprake is van een mobiele bodemverontreiniging, een verplaatsing van deze verontreiniging door de bemaling mogelijk is.

In de detailleringfase dient op basis van een nauwkeurige beoordeling van de locatie, uitvoeringswijze en verontreinigingssituatie beoordeeld te worden of er daadwerkelijk sprake is van een risico op verplaatsing van een grondwaterverontreiniging door de bemaling.

8.4

MITIGERENDE MAATREGELEN

Mitigerende maatregelen die in deze situatie zijn toe te passen betreffen, gezien de opbouw van de ondergrond, in de eerste plaats het toepassen van een lokale retourbemaling.

Toepassing van tijdelijke damwandschermen in de uitvoering zal naar verwachting geen effectieve maatregel zijn, gezien de goede doorlatendheid en de dikte van het pakket.

8.5

LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

Kennisleemte bestaat uit het vooralsnog ontbreken van verontreiniginggegevens van de (historisch) verdachte locaties met bodembedreigende activiteiten en gegevens over type, mate, aard, en omvang verontreiniging.

BIJLAGE 1

Overzicht van kruisingen in het voorgenomen tracé en tracévariant

Tabel B1.1

Overzicht kruisingen voorgenomen tracé (met kruising van grondwaterbeschermingsgebied Espelosebroek)

Kruising nummer	Naam kruising	Wijze van kruisen	Vergunningverlener
K008-1	Leidingkruising	Open	Gasunie
K009-1	Hoogspanningleiding	Open	
K009-2	Ommerweg	PBT	Gem. Dalfsen
K009-3	Hoogspanningleiding	Open	
K010-1	Overijsselskanaal	GFT	Provincie Overijssel
K010-2	Knuvendijk	PBT	Gem. Dalfsen
K011-1	Nieuwe Berkendijk	PBT	Gem. Dalfsen
K011-2	Leidingkruising	Open	Gasunie
K012-1	Grensweg	PBT	Gem. Dalfsen
K012-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K013-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K014-1	Oude Twentseweg	PBT	Gem.Raalte+Waterschap
K016-1	Schanekamsweg	PBT	Gem. Raalte
K017-1	ongenaamd	PBT	Gem. Raalte
K017-2	Luttenbergerweg	PBT	Gem. Raalte
K017-3	Holteveenseweg	Open	Gem.Raalte
K019-1	Knikkenweg	Open	Gem. Raalte
K020-1	Knikkenweg	Open	Gem. Raalte
K020-2	Hellendoornseweg	PBT	Gem. Raalte
K021-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K021-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K021-3	Ongenaamd	Open	Gem. Raalte
K022-1	Hakkershoekweg Spoorbaan Zwolle-Almelo Rijksweg N35	HDD	Gem. Raalte, NS, Prorail, Rijkswaterstaat
K023-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K023-2	Hoogspanningsleiding	Open	
K024-1	Raamweg	PBT	Gem. Hellendoorn
K024-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K024-3	Eekwielenweg	PBT	Gem.Hellendoorn
K025-1	Ongenaamd	Open	Gem.Hellendoorn
K028-1	Eekteweg	PBT	Gem. Hellendoorn
K028-2	Lorkeersweg	PBT	Gem.Hellendoorn
K029-1	Ongenaamd	Open	Gem.Hellendoorn
K029-2	Ongenaamd	Open	Gem.Hellendoorn
K029-3	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K030-1	Leidingkruising	Open	Gasunie
K030-2	Haarlerdijk	PBT	Gem.Raalte
K030-3	Ongenaamd	Open	Gem.Raalte
K031-1	Ongenaamd	Open	Gem.Raalte
K032-1	Poggenbeltweg	PBT	Gem.Raalte
K032-2	Prov.weg N332 Holterweg	OFT	Prov.Overijssel,Waterschap
K033-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K035-1	Okkenbroekstraat	PBT	Gem. Raalte
K035-2	Reuskenweg	PBT	Gem. Raalte

Kruising nummer	Naam kruising	Wijze van kruisen	Vergunningverlener
K036-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K037-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K038-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K038-2	Soestwetering	Zinker	Waterschap
K038-3	Beumersteeg	PBT	Gem. Rijssen-Holten
K039-1	Ongenaamd	Open	Gem.Rijssen-Holten
K040-1	Stevenssteeg	Open	Gem.Rijssen-Holten
K040-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K041-1	Meutsteeg	Open	Gem.Deventer
K041-2	Bussinksweg	PBT	Gem.Deventer
K042-1	Prov.weg N344 Holterweg	OFT	Provincie Overijssel
K042-2	Haalmansweg	Open	Gem. Deventer
K043-1	Postweg	Open	Gem. Deventer
K043-2	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K043-3	Hoogspanningsleiding	Open	
K043-4	Spoorbaan Deventer - Almelo	GFT	NS, Prorail
K044-1	Zandvoordijk	PBT	Gem. Deventer
K044-2	Paalmansdijk	PBT	Gem. Deventer
K044-3	Looweg	PBT	Gem. Deventer
K045-1	Oude Schipbeek	Zinker	Waterschap
K045-2	Britspad	PBT	Gem. Deventer
K046-1	Baarhorsterdijk, Schipbeek, Rijksweg A1, Leidingenkruising	HDD	Gem. Deventer, Waterschap, Rijkswaterstaat, Gasunie
K047-1	Bronsvorderdijk	PBT	Gem. Deventer
K048-1	Zaalbeek + weg	Zinker	Waterschap
K049-1	Ongenaamd	Open	Gem. Deventer
K049-2	Broekhuisdijk	PBT	Gem. Deventer
K049-3	Dortherbeek	Zinker	Waterschap
K049-4	Peppeldijk	PBT	Gem. Lochem
K050-1	Looweg	PBT	Gem. Lochem
K050-2	Dennendijk	PBT	Gem. Lochem
K051-1	Wikkemaatweg	PBT	Gem. Lochem
K051-2			Gem. Lochem
K052-1			Gem. Lochem
K052-2	Bieldersteeg	PBT	Gem. Lochem
K052-3	Langweerse Leigraaf	Zinker	Waterschap
K053-1	Bieldersteeg	PBT	Gem. Lochem
K054-1	Provinciale weg N339	OFT	Provincie Gelderland
K054-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K055-1	Lendenweg	PBT	Gem. Lochem
K056-1	Molenbeek	Zinker	Waterschap
K057-1	Kafgershoek	PBT	Gem. Lochem
K057-2	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K058-1	Harfenseweg	PBT	Gem. Lochem
K059-1	Haarbroeksteeg	PBT	Gem. Lochem
K059-2	Heurnerbeek	Zinker	Waterschap
K060-1	Spoorbaan Zutphen - Hengelo	GFT	Ned. Spoorwegen, Prorail
K060-2	Ongenaamd	Open	Gasunie
K060-3	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K060-4	Leidingenkruising	Open	Gasunie

Kruising nummer	Naam kruising	Wijze van kruisen	Vergunningverlener
K061-1	Twentekanaal, Scheggerdijk, Leidingenkruising, Hoogspanningsleiding	HDD	Rijkswaterstaat, Gem. Lochem Gasunie
K062-1	Blauwe Dijk	Open	Gem. Lochem, Waterschap
K063-1	Dorpsstraat	PBT	Gem. Lochem
K064-1	Whemerweg	PBT	Gem. Lochem
K065-1	Berkel	Zinker	Waterschap
K066-1	Brummeler Laak	Zinker	Waterschap
K066-2	Lage Lochemseweg	PBT	Gem. Zutphen
K067-1	Spoorbaan Zutphen-Winterswijk	GFT	NS, Prorail
K068-1	Prov. Weg N 346 Lochemseweg	PBT	Provincie Gelderland
K068-2	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K069-1	Warkense Laak	Zinker	Waterschap
K070-1	Weerstraat	PBT	Gem. Zutphen
K070-2	Warkense Laak	Zinker	Waterschap
K070-3	Geesinkweg	PBT	Gem. Zutphen
K071-1	Geesinkweg	PBT	Particulier
K071-2	Prov. Weg N 319 Vordenseweg	OFT	Provincie Gelderland
K071-3	Rouwbroekweg	Open	Gem. Zutphen
K072-1	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K072-2	Hoogspanningsleiding	Open	
K072-3	Sloot/kanaal	Open	
K073-1	Loer Enkweg	PBT	Gem. Zutphen
K074-1	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K074-2	Ongenaamd	Open	Gem. Zutphen
K074-3	Leestenweg	PBT	Gem. Zutphen
K074-4	Hoogspanningsleiding	Open	
K075-1	Lansinkweg	PBT	Gem. Zutphen
K075-2	Leestensche Laak / Holtmanweg	OFT	Waterschap / gem.Zutphen
K076-1	Vierakkerse Laak	Open	Waterschap
K076-2	Waterlossing	Open	Waterschap
K076-3	Vierakkerse straatweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K077-1	Hoogspanningsleiding	Open	
K077-2	Ijsselweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K077-3	Hoogspanningsleiding	Open	
K078-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K078-2	Heerlerweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K079-1	Stroomkanaal van Hackfort	HDD	Waterschap
K079-2	Broekweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K080-1	Prov. Weg N 314 Elterweg	OFT	Provincie Gelderland Gem. Zutphen
K080-2	Baaksche Beek	Zinker	Waterschap
K081-1	Bontekoeweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K081-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K081-3	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K083-1	Ongenaamd	Open	Gem. Bronckhorst
K083-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K084-1	Baakerwaardse Laak	Zinker	Waterschap
K084-2	Dr. A. Arienstraat	PBT	Gem. Bronckhorst
K084-3	Steenderenseweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K084-4	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K085-1	Covikseweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K087-1	Toldijkseweg	PBT	Gem. Bronckhorst

Kruising nummer	Naam kruising	Wijze van kruisen	Vergunningverlener
K087-2	Paardestraat	PBT	Gem. Bronckhorst
K088-1	Kuilenburgerstraat	PBT	Gem. Bronckhorst
K089-1	Kleine Beek	Zinker	Waterschap
K089-2	Kuilenburgerstraat	OFT	Gem. Bronckhorst Staatsbosbeheer
K090-1	Grote Beek	Zinker	Waterschap
K090-2	Lamstraat	PBT	Gem. Bronckhorst
K091-1	Luursche Laak	Zinker	Waterschap
K091-2	Hoefkense straat	PBT	Gem. Bronckhorst
K093-1	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K093-2	H. Rammelinkweg	PBT	Gem. Bronckhorst / Gasunie
K094-1	Hulsevoortsweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K095-1	Pastoor Blaisseweg	PBT	Gem. Doesburg
K096-1	Zomerweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K097-1	Veldweg	PBT	Gem. Bronckhorst
K098-1	Rijksweg N317	GFT	Rijkswaterstaat
K099-1	Oude IJssel	HDD	Gem. Bronckhorst Rijkswaterstaat Waterschap Gem. Doesburg Gem. Zevenaar
K100-1	Didamse wetering	Zinker	Waterschap
K100-2	Bevermeersestraat	Open	Gem. Zevenaar
K100-3	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K100-4	Bevermeersestraat	PBT	Gem. Zevenaar
K101-1	Eldrikseweg	PBT	Gem. Zevenaar
K102-1	Ongenaamd	Open	Gem. Zevenaar
K103-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K103-2	Ganzepoelweg	PBT	Gem. Zevenaar
K103-3	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K104-1	Didamseweg	PBT	Gem. Zevenaar
K104-2	Ongenaamd	Open	Gem. Zevenaar
K105-1	Broekzijdestraat	PBT	Gem. Zevenaar
K106-1	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K106-2	Waterlossing	Zinker	Waterschap
K106-3	Angerlose wetering	Zinker	Waterschap
K108-1	Ongenaamd	Open	Gem. Zevenaar
K109-1	Kleine Veldstraat	PBT	Gem. Zevenaar
K110-1	Ongenaamd	Open	Gem. Montferland
K110-2	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K110-3	Leidingenkruising	Open	Gasunie
K110-4	Lange wetering	Zinker	Waterschap

K035-1 kruising voorkeustracé welke door grondwaterbeschermingsgebied gaat.

Open aanleg in den droge

PBT pneumatische boortechniek (raketten)

OFT open fronttechniek (avegaar- en persboring)

GFT gesloten fronttechniek (schildboring)

HDD gestuurde boring

Tabel B1.2

Overzicht kruisingen tracévariant die ten westen van grondwaterbeschermingsgebied Espelosebroek ligt

Kruising nummer	Naam kruising	Wijze van kruisen
001	Hemmenkens Marsweg + Leidingkruising	PBT
002	Weg naar huis	Open
003	Schaarsweg + Leidingkruising	PBT
004	Sloot	Open
004a	Boomwal	Open
005	Vlessendijk	PBT
006	Harmelinksdijk	PBT
007	Watergang	Open
008	Bloemenkapsweg	PBT
009	Ten Havesweg	PBT
010	Watergang	Open
011	Klinkenweg	PBT
012	Schiphorsterweg	Open
013	Watergang	Open
014	Plompmarsweg	Open
015	Sloot	Open
016	Ikkinksweg	PBT
017	Boomwal	Open
018	Boomwal	Open

COLOFON

ACHTERGRONDRAPPORT BODEM EN WATER
 MER AANLEG AARDGASTRANSPORTLEIDING
 OMMEN-ANGERLO

OPDRACHTGEVER:

GASUNIE

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

ir. A.V. van Uitert
 ing. D.N. van Nederveen

GECONTROLEERD DOOR:

F.K. Krijgsman

VRIJGEGEVEN DOOR:

drs. B.P.W. Schlangen

27 november 2008

110623/CE8/1CO/000623

ARCADIS NEDERLAND BV
 Beaulieustraat 22
 Postbus 264
 6800 AG Arnhem
 Tel 026 3778 911
 Fax 026 3515 235
 www.arcadis.nl
 Handelsregister
 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens
 uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder
 schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit
 dit document worden veelevoudigd en/of openbaar
 worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale
 reproductie of anderszins.