



## **Grondwater onttrekkingen t.b.v. kadeconstructies TEW**

MER realisatie insteekhaven en afmeergelegenheden  
Tankterminal Europoort West

Havenbedrijf Rotterdam N.V.

14 december 2012

Definitief rapport

9X2667.02



George Hintzenweg 85  
Postbus 8520  
3009 AM Rotterdam  
+31 10 443 36 66 Telefoon  
www.royalhaskoningdhv.com Internet  
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Tankterminal Europoort West  
MER realisatie insteekhaven en  
afmeergelegenheden Tankterminal Europoort  
West

Verkorte documenttitel Grondwateronttrekkingen t.b.v.  
kadeconstructies TEW

Status Definitief rapport

Datum 14 december 2012

Projectnaam MER realisatie insteekhaven en  
afmeergelegenheden Tankterminal Europoort  
West

Projectnummer 9X2667.02

Opdrachtgever Havenbedrijf Rotterdam N.V.

Referentie 9X2667.02/R0008/Rev9/Rott

Auteur(s) Jelle van Sijl, Gerard Dijkhuis, Mohammed Alshekhli

Collegiale toets Leon Brouwer

Datum/paraaf 14-12-2012 

Vrijgegeven door Roelof Wentzel

Datum/paraaf 14-12-2012 

## INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Achtergrond en kader	1
1.3	Situering	2
1.4	Wettelijk –en beleidskader	2
1.5	Het onderbouwende rapport	3
1.6	Leeswijzer	3
2	GEOHYDROLOGIE	4
2.1	Regionale bodemopbouw	4
2.2	Lokale bodemopbouw	4
2.3	Oppervlaktewater	6
2.4	Grondwaterkwantiteit	6
2.5	Grondwaterkwaliteit	11
3	WERKZAAMHEDEN	14
3.1	Omschrijving activiteiten	14
3.2	Fasering activiteiten	15
3.3	Worst-case benadering	15
3.4	Aanzet ontwerp/inrichting van de bemaling	16
4	BEREKENINGSRESULTATEN GRONDWATERMODEL	18
4.1	Berekende referentiesituatie grondwatermodel	18
4.2	Beknopte gevoeligheidsanalyse	23
4.3	Varianten en uitgangspunten (bemalings)berekeningen	24
4.4	Berekende primaire effecten aanlegfase	25
4.5	Berekende primaire, permanente effecten	33
5	AFGELEIDE TIJDELIJKE EN PERMANENTE EFFECTEN	39
5.1	Afgeleide tijdelijke effecten (bemalingsactiviteiten aanlegfase)	39
5.2	Afgeleide permanente effecten	56
6	MITIGERENDE MAATREGELEN	58
7	MONITORING ADVIES	60
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	63
8.1	Conclusies	63
8.2	Aanbevelingen	65
8.3	Aandachtspunten: risico's en veiligheidsaspecten	65
9	LITERATUUR	67

## **BIJLAGEN**

Bijlage 1	Opzet grondwatermodel
Bijlage 2	Gevoeligheidsanalyse grondwaterbemalingen
Bijlage 3	Grondwateranalyses
Bijlage 4	Zettingsberekeningen
Bijlage 5	Berekening opbarstrisico
Bijlage 6	Kadastrale kaart projectlocatie
Bijlage 7	Beleidskader water
Bijlage 8	Primaire en afgeleide effecten golfdempende constructie Beerkanaal

## **1 INLEIDING**

### **1.1 Aanleiding**

Het Havenbedrijf Rotterdam N.V. (verder te noemen Havenbedrijf, HbR) is voornemens een havenbassin en de aanverwante haveninfrastructuur, met inbegrip van de afmeergelegenheden, te realiseren in Europoort West, Rotterdam. Aanleiding is de aanleg en exploitatie van de Tankterminal Europoort West (verder te noemen TEW) door Shtandart TT BV.

### **1.2 Achtergrond en kader**

Om het laden en lossen van zeeschepen mogelijk te maken, worden een insteekhaven en kadeconstructie aan het Calandkanaal gerealiseerd; Dit onderdeel van het project wordt verder in dit rapport "Insteekhaven" genoemd). Voor het aanmeren van binnenvaartschepen wordt de bestaande kadeconstructie in de Dintelhaven aangepast; Dit onderdeel van het project wordt verder in dit rapport "Binnenhaven" genoemd. Het Havenbedrijf heeft tevens het voornemen om de Tennesseehaven te verbreden. De kadeconstructie (incl. afmeergelegenheden) langs het noordelijke deel van de Tennesseehaven wordt hierbij verbeterd. Tenslotte wordt ter plaatse van de Kop van de Beer een damwand aangebracht. Er wordt een variant bekeken op dit basisalternatief, waarbij de kade aan het Beerkanaal vervangen wordt door een golfdempende constructie<sup>1</sup>. De zandmassa ten westen van de damwand of golfdempende constructie zal te zijner tijd worden weggehaald.

Ter plaatse van de Insteekhaven langs het Calandkanaal, het noordelijke deel van de Tennesseehaven en de Kop van de Beer langs het Beerkanaal wordt een diepzee kadeconstructie aangelegd. Ter plaatse van de Insteekhaven bestaat deze uit een diepwand of een combiwand; ter plaatse van de Tennesseehaven/Kop van de Beer (kade Beerkanaal) uit een combiwand. Aan de oostzijde van de Insteekhaven wordt de nieuwe kadeconstructie aangesloten op de bestaande kadeconstructie ter hoogte van het EECV-terrein.

De aanleg van de kadeconstructie ter plaatse van de Insteekhaven, Tennesseehaven en Kade Beerkanaal en de aansluiting van de nieuwe op de bestaande kadeconstructies zal in den droge plaatsvinden. De aanleg vindt plaats in een aantal bouwkuipen, waar bemaling voor nodig is. De aanleg van de kadeconstructie ter plaatse van de Binnenhaven vindt in den droge plaats. HbR heeft aangegeven dat hiervoor geen bemaling noodzakelijk is. Voor deze constructie is geen diepe bouwkuip vereist en er wordt gewerkt aan de hand van tijwerking (waarbij alleen gewerkt wordt bij laag water).

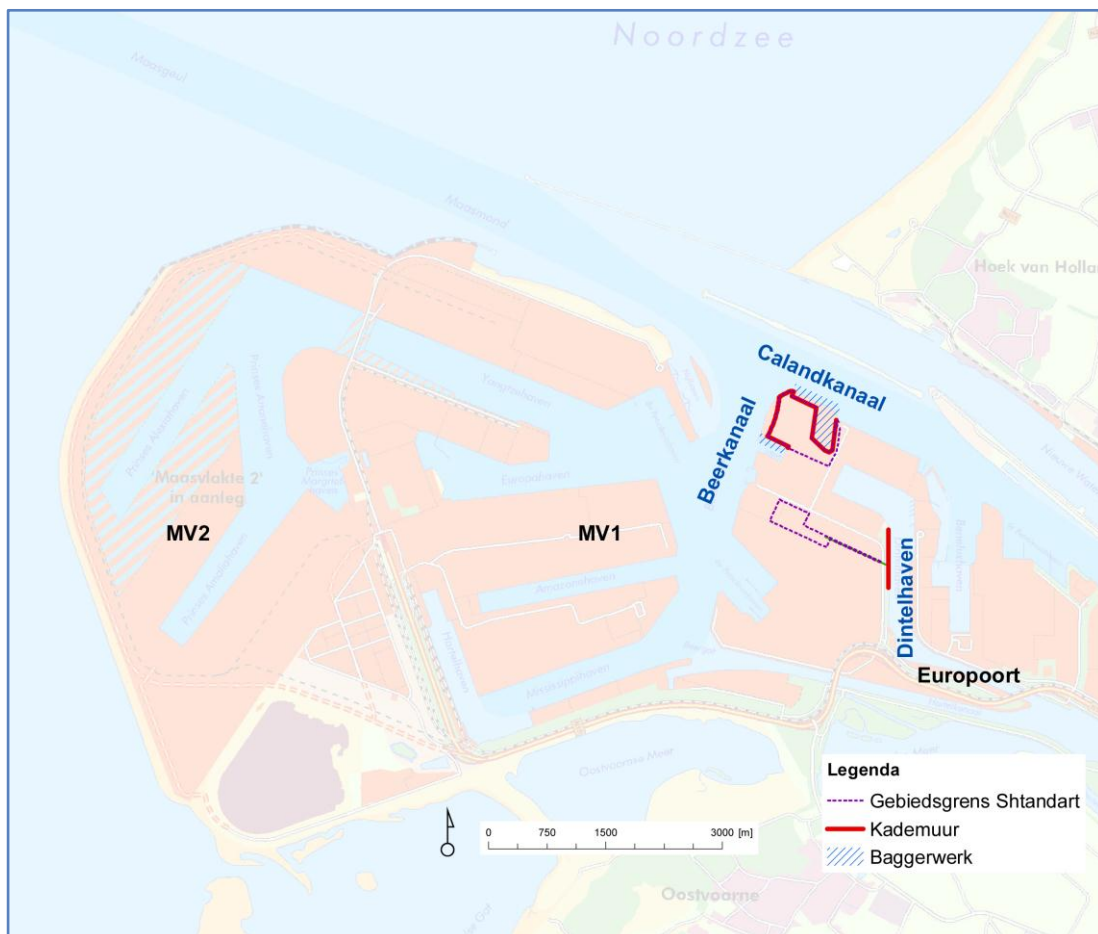
---

<sup>1</sup> golfdempende constructie zorgen ervoor dat golfenergie van bijvoorbeeld aanmerende schepen wordt gedempt in een te construeren ruimte onder water in de damwand, of als losse constructie zonder onderliggende damwand. In het basisalternatief is geen golfdempende constructie voorzien



### 1.3 Situering

Afbeelding 1.1 geven de regionale situering van het onderzoeksgebied weer en de ligging van de bouwkuipen.



Afbeelding 1.1 Regionale ligging onderzoeksgebied.

### 1.4 Wettelijk –en beleidskader

De voorgenoemde activiteiten vinden plaats in het deel van de provincie Zuid Holland waarvoor het Waterschap Hollandse Delta bevoegd gezag is voor het beheer van het Grondwater. Het waterschap heeft een bemalingsrapport verlangd aan de hand waarvan de effecten van de benodigde grondwateronttrekkingen kunnen worden geëvalueerd. De grondwateronttrekking is aanleiding voor het MER gelet op de omvang van de onttrekking. Ten behoeve van het opstellen van het vergunningonderbouwend onderzoek heeft vooroverleg plaatsgevonden met het Waterschap Hollandse Delta plaatsgevonden (4 mei 2012).

Een beschrijving van het wettelijke en beleidskader, samenhangend met het bevoegd gezag grondwater, is te vinden in bijlage 7.

## 1.5 Het onderbouwende rapport

Dit rapport is het onderbouwende rapport bij de aanvraag voor een vergunning in het kader van de Waterwet voor de grondwateronttrekkingen benodigd voor de realisatie van de kademuuren ter plaatse van de Insteekhaven, Tennesseehaven, kade Beerkanaal en Binnenhaven (zie afbeelding 1.1). Tevens dient dit rapport voor de onderbouwing van het MER “Realisatie insteekhaven en afmeergelegenheden Tankterminal Europoort West” ten behoeve van de geplande grondwaterbemalingen.

In dit onderbouwende rapport worden de effecten beschreven van de grondwaterwinningen, te weten debieten, grondwaterstandsverlagingen en afgeleide omgevingseffecten. Hierbij wordt benadrukt dat dit rapport de effecten weergeeft van de grondwateronttrekkingen in de “worst case” situatie, oftewel met de maximaal te verwachten grondwateronttrekkingen en effecten. In de navolgende hoofdstukken wordt dit nader toegelicht aan de hand van de beschrijving van de uitgevoerde modelberekeningen en effectbeschrijvingen.

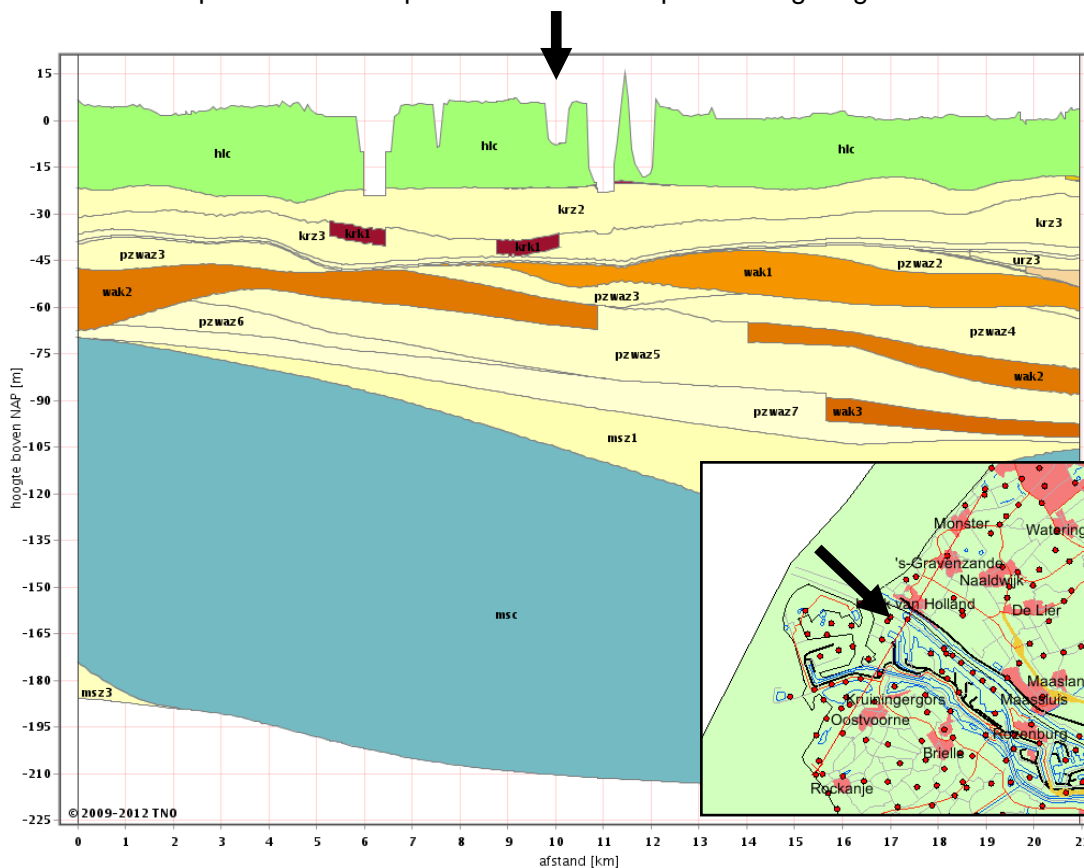
## 1.6 Leeswijzer

Voorliggende rapportage beschrijft de bemaling en de verwachte effecten van de voorziene grondwateronttrekking op de omgeving. In hoofdstuk 2 wordt de geohydrologie van het onderzoeksgebied beschreven. Het ontwerp van de kademuur, en de voorziene (bemalings)activiteiten worden nader toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de berekeningsresultaten van het grondwatermodel gepresenteerd. De berekeningsresultaten van het grondwatermodel zijn doorvertaald naar de omgevingseffecten voor de aanlegfase en permanente effecten. Deze afgeleide effecten komen aan bod in hoofdstuk 5. Dit hoofdstuk bevat ook de beoordelingstabel in het kader van het m.e.r. Hoofdstuk 6 gaat in op de te nemen mitigerende maatregelen en het effect hiervan op de beoordeling van de varianten. Hoofdstuk 7 geeft het monitoringadvies. De conclusies en aanbevelingen staan vermeld in hoofdstuk 8. Tenslotte geeft hoofdstuk 9 een overzicht van de gebruikte literatuur.

## 2 GEOHYDROLOGIE

### 2.1 Regionale bodemopbouw

Uit afbeelding 2.1, een zuid-noord profiel [1] welke de onderzoekslocatie doorkruist, is op te maken dat de bodemopbouw gevarieerd is. De holocene deklaag wordt op diverse locaties doorsneden door de havens, waarmee het open water in contact staat met het eerste watervoerende pakket welke gevormd wordt door de Formatie van Kreftenheye (“krzx” en “krkx” in afbeelding 2.1). De aanwezige Waalre kleien (zie “wak1” en “wak2” in afbeelding 2.1) vormen een belangrijke scheidende laag tussen het eerste watervoerende pakket en de dieper gelegen watervoerende pakketten. Door de grote hydraulische weerstand van de Waalre Klei is de interactie tussen het eerste watervoerende pakket en de diepere watervoerende pakketten gering.



**Afbeelding 2.1 Zuid-Noord profiel (Monster – Rockanje) uit REGIS II.1 (onderzoekslocatie is aangegeven met zwarte pijl).**

### 2.2 Lokale bodemopbouw

Ter plaatse van de onderzoekslocatie wordt het maaiveld aangetroffen op circa NAP + 5.5 m. In tabel 2.1 is de lokale bodemopbouw in de omgeving van de locatie weergegeven. Deze gegevens zijn ontleend aan de REGIS II.1 database [1], de Grondwaterkaart van Nederland [2] en lokaal uitgevoerd grondonderzoek [3] [4] [5] [6].



Tabel 2.1 Bodemopbouw onderzoekslocatie.

Globale diepte [m+NAP]	Geohydrologische schematisatie (geologische eenheid)	Samenstelling
5.5 tot -4.5	Holocene deklaag (Formatie van Naaldwijk)	Fijn tot matig fijn zand (zwak tot matig siltig), afgewisseld met leem en kleirijke laagjes
-5 tot -10	Holocene deklaag (Formatie van Naaldwijk)	Fijn tot matig fijn zand (zwak tot matig siltig), lokale slecht ontwikkelde kleilaagjes en kleilenzen*
-10 tot -22	Holocene deklaag (Formatie van Naaldwijk)	Fijn tot matig fijn zand (zwak tot matig siltig), dunne klei- en veenlaagjes
-21 tot -23	Holocene deklaag (Formatie van Echteld)	Klei, veen
-22 tot -40	Watervoerend pakket (Formatie van Kreftenheye)	Fijne tot grove grindhoudende zanden
-40 tot -50	Watervoerend pakket (Formatie van Peize Waalre)	Fijne tot matig fijne zanden
-50 tot -60	Scheidende laag (Waalre Klei 1 en 2**)	Klei
-60 tot -80	Watervoerend pakket (Formatie van Peize Waalre)	Fijne tot matig fijne zanden
- 80 tot -210	Watervoerend pakket (Formatie van Maassluis)	Fijne slihboudende zanden
> -210	Hydrologische basis	

\* Lokale verbreiding \*\* Waalre Klei 1 en 2 lokaal afwezig

De projectlocatie is ontstaan door opspuiten van zand op de oorspronkelijke zeebodem tijdens de aanleg van de Maasvlakte. Het maaiveld ter plaatse bevindt zich gemiddeld op NAP +5,5 m. Vanaf het maaiveld tot het oude maaiveld (zeebodem) op gemiddeld NAP –6 wordt voornamelijk zandige en siltige afzettingen aangetroffen. Dit zand kan worden beschreven als matig/vast gepakt zand. Tussen NAP –5 m en NAP –10 m wordt voornamelijk zand aangetroffen dat lokaal wordt doorsneden door slecht ontwikkelde kleilaagjes en kleilenzen. Tussen NAP –10 m en NAP –22 m worden zand en diverse dunne kei- en veenlaagjes aangetroffen. Op NAP –21 m worden kleien en veenlagen aangetroffen (minder dan 1 m dikte).

De bodem wordt rondom het projectgebied doorsneden door een aantal kanalen en havens:

- Het Calandkanaal ten noorden van de locatie (bodemhoogte circa NAP –24.5m);
- Het Beerkanaal (met de aangrenzende Tennesseehaven en 6<sup>e</sup> Petroleumhaven) ten westen van de locatie (bodemhoogte circa NAP –23.65m);
- Het Hartelkanaal ten zuiden van de locatie (bodemhoogte circa NAP –8m);
- De Dintelhaven, ten oosten van de locatie (bodemhoogte circa NAP –5.90m).

Daarmee doorsnijden het Calandkanaal en het Beerkanaal de holocene deklaag tot in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket (WVP1). De overige havens en kanalen doorsnijden een deel van de oorspronkelijke zeebodem.

De interactie tussen het oppervlaktewaterpeil in de havens (zie paragraaf 2.3) en de stijghoogte in de naast- en ondergelegen watervoerende lagen wordt enerzijds bepaald door de nog aanwezige, tussenliggende slecht doorlatende lagen. Anderzijds is ook de aanwezigheid en dikte van de op de haven- en kanaalbodem aanwezige sliblaag bepalend voor de mate van interactie tussen grond- en oppervlaktewater. Dit aspect komt verder aan de orde bij de bespreking van het grondwatermodel (hoofdstuk 4).

## 2.3 Oppervlaktewater

De situering van het oppervlaktewater is af te leiden uit afbeelding 1.1. De peilen in de verschillende havens en kanalen staan onder invloed van de getijdenwerking. Het gemiddelde getij ter hoogte van meetstation Hoek van Holland [bron: Rijkswaterstaat referentiewaterstanden <sup>2</sup>] betreft:

- Gemiddeld hoogwater (HW): NAP +111 cm;
- Gemiddeld laagwater (LW): NAP -64 cm;
- Gemiddelde waterstand: NAP +7 cm.

Voor de berekeningen wordt een gemiddelde waterstand van +7cm NAP aangehouden.

## 2.4 Grondwaterkwantiteit

### Freatische grondwaterstanden en -stroming

Ter plaatse van het studiegebied is een beperkt aantal metingen betreffende de grondwaterstand beschikbaar<sup>3</sup>. Er zijn twee korte diver-meetreeksen, en drie gemiddelde grondwaterstandsmetingen uit rapporten bekend (zie tabel 2.2). In alle gevallen betreft het freatisch meetpunten. Er zijn geen dieperliggende meetpunten beschikbaar. Het betreft wel meetgegevens in de directe omgeving van het plangebied. De ligging van de meetpunten valt op te maken uit afbeelding 2.2. De meetpunten zijn gelegen op verschillende afstanden tot de bestaande kadeconstructies.

De beschikbare meetreeksen van de twee meetpunten die zijn uitgerust met divers zijn weergegeven in afbeelding 2.2.

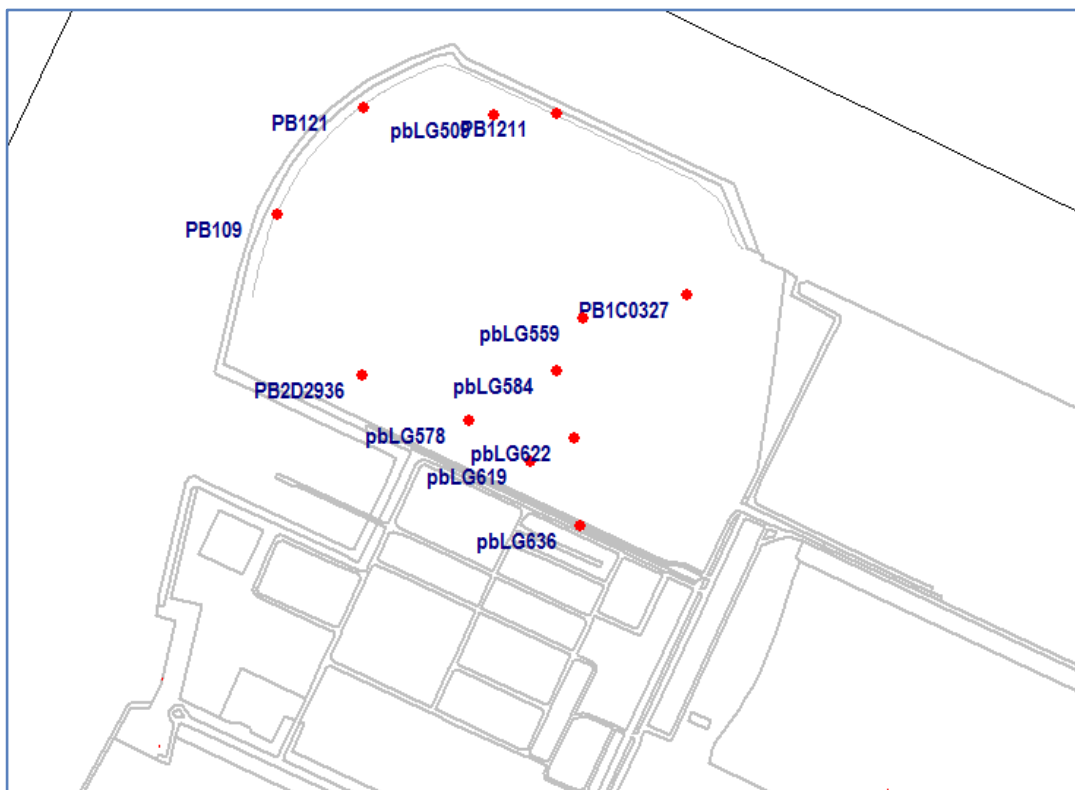
Tabel 2.2 Gemeten grondwaterstanden in het studiegebied

Peilbuis	Gemiddelde gws (m NAP)	Datum meting/meetperiode	Bijzonderheden
PB1_C0327	1.12	2 tot 17-nov-2009	Diver meetreeks
PB2_D2936	0.44	2 tot 17-nov-2009	Diver meetreeks
PB121	0.40	24-04-2007	Verkennd bodemonderzoek Markweg ong. te Rotterdam (Oostbocht Kop vd Beer, B0434-01-001)

<sup>2</sup> [http://www.rijkswaterstaat.nl/images/Referentiewaarden%20waterstanden\\_tcm174-312363.pdf](http://www.rijkswaterstaat.nl/images/Referentiewaarden%20waterstanden_tcm174-312363.pdf)

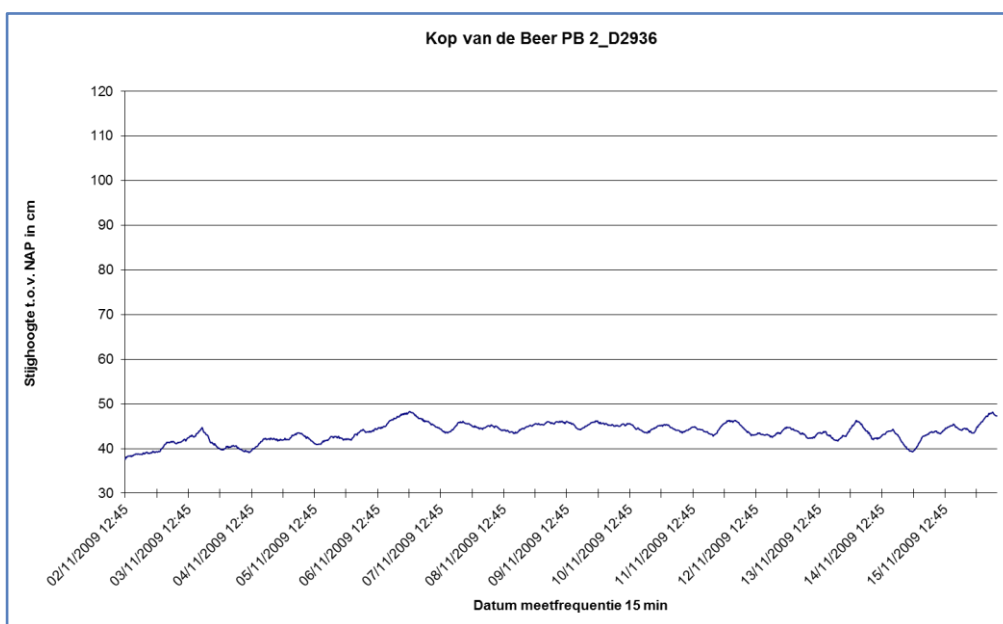
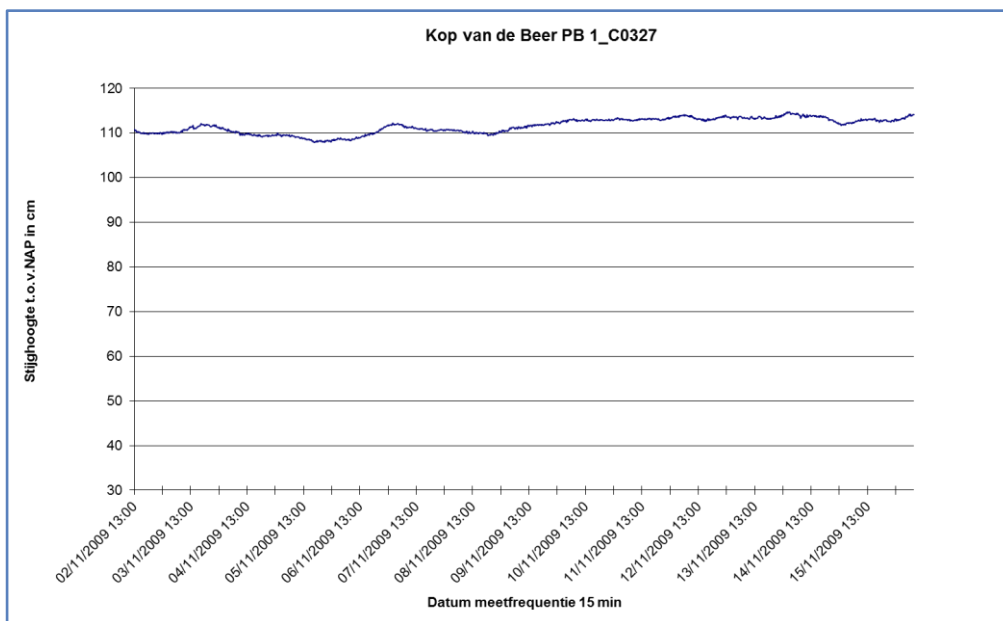
<sup>3</sup> In het, in mei opgeleverde onderzoek van ATKB [11] zijn ook nog peilbuismetingen verricht (zuidelijker dan weergegeven in afbeelding 2.1). Deze metingen konden niet meer worden meegenomen in de calibratie van het model, maar zijn wel betrokken bij de interpretatie van het grondwaterstromingsbeeld.

Peilbuis	Gemiddelde gws (m NAP)	Datum meting/meetperiode	Bijzonderheden
PB109	0.40	25-04-2007	Verkennend bodemonderzoek Markweg ong. te Rotterdam (Oostbocht Kop vd Beer, B0434-01-001)
PB12-1-1	0.20	12-01-2007	Verkennend bodemonderzoek Markweg ong. te Rotterdam (Kop vd Beer, A7595-03-001)
pbLG509	0.489	8 en 11 sept 2006	Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam (9S2389/R00001/JKoni/Rott1)
pbLG559	0.954	8 en 11 sept 2006	Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam (9S2389/R00001/JKoni/Rott1)
pbLG578	0.712	8 en 11 sept 2006	Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam (9S2389/R00001/JKoni/Rott1)
pbLG584	1.216	8 en 11 sept 2006	Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam (9S2389/R00001/JKoni/Rott1)
pbLG619	1.164	8 en 11 sept 2006	Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam (9S2389/R00001/JKoni/Rott1)
pbLG622	1.445	8 en 11 sept 2006	Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam (9S2389/R00001/JKoni/Rott1)
pbLG636	1.584	8 en 11 sept 2006	Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam (9S2389/R00001/JKoni/Rott1)



**Afbeelding 2.2** Situering lokale peilbuizen rond het projectgebied Kop van de Beer

Uit de beschikbare metingen blijken grondwaterstanden dichtbij de kade tussen NAP circa 0.20 en 0.44 meter te liggen. Op grotere afstand van de kade nemen de grondwaterstanden toe als gevolg van opbolling.



**Afbeelding 2.3 Diver meetreeks meetpunten PB1\_C0327 PB2\_D2936**

Het (dagelijkse) verloop van de grondwaterstand in meetpunt PB1\_C0327 wijkt af van meetpunt PB2\_D2936. Uit de grafiek van meetpunt PB2\_D2936 valt een duidelijk dagelijkse fluctuatie in de grondwaterstand op te maken die samenvalt met het getij (dagelijkse variatie binnen de beschouwde periode circa 5 cm). Uit de grafiek van meetpunt PB1\_C0327 valt de invloed van het getij veel minder goed op te maken. De lagere grondwaterstand en de duidelijke dagelijkse fluctuatie in grondwaterstand ter plaatse van PB2 laat zien dat de getijde invloed hier groter is dan ter plaatse van PB1. Beide meetpunten bevinden zich op vergelijkbare afstanden tot het oppervlaktewater. Verschil is dat PB2 aan twee zijden begrensd wordt door oppervlaktewater (hoek Beerkanaal en Tennesseehaven) en dat de kadeconstructie hier bestaat uit

steenstorting (relatief open verharding). PB1 wordt aan één zijde begrensd door oppervlaktewater (Calandkanaal). Ten westen van meetpunt PB1 is sprake van steenstorting als oeverbekleding. Ten oosten van meetpunt PB1 is sprake van een damwandconstructie (bestaande EECV kade).

Naast getijdewerking dragen seizoensinvloeden (variatie in neerslag en verdamping) en eventuele veranderende omgevingsfactoren bij aan de variatie in gemeten grondwaterstanden. Verschillen in grondwaterstanden tussen de verschillende gebieden kunnen verder veroorzaakt worden door verschillen in ont- en afwatering van hemel- en grondwater (meer/minder verharding en/of drainage).

Door de grondwateraanvulling is de grondwaterstand gemiddeld hoger dan het gemiddelde peil in het omringende oppervlaktewater. Hierdoor zal er op het terrein een waterscheiding aanwezig zijn waarbij grondwater in verschillende richtingen afstroomt naar het oppervlaktewater (naast infiltratie naar het diepere grondwater, zie navolgende subparagrafen). De exacte ligging en vorm van deze waterscheiding hangt onder andere af van de verhouding in hydraulische weerstanden van de verschillende bestaande kadeconstructies. Het grondwater in het gebied begrensd tussen de Tennesseehaven en de hoek Beerkanaal-Calandkanaal stroomt af richting deze watergangen.

De divermeetreeks betreft de periode november 2009. In november zijn de grondwaterstanden meestal al relatief hoog onder invloed van relatief hoge neerslag en lage verdamping. Uit de gegevens van het KNMI (meetstation Hoek van Holland) blijkt dat er bij Hoek van Holland gemiddeld 861 mm regen per jaar valt (periode 1961-2012). In november 2009 viel gemiddeld 158 mm en in voorafgaande maand 64 mm. Hieruit kunnen we concluderen dat deze november een uitzonderlijk natte maand betrof. Als gevolg van de aanwezige deklaag die vooral uit zandige en siltige sedimenten bestaat vindt een relatief snelle inzijging van regenwater plaats. De gemeten waarden zijn dus representatief voor een zeer natte periode.

Omdat de meeste metingen dagmetingen zijn kan geen gemiddeld hoogste (GHG) of laagste (GLG) grondwaterstand vergeleken worden. Echter, bij de verdere modellering wordt uitgegaan van een vergelijking tussen berekende en gemeten waarden van een natte periode, representatief voor een GHG situatie.

### **Stijghoogte diepe grondwater en diepe grondwaterstroming**

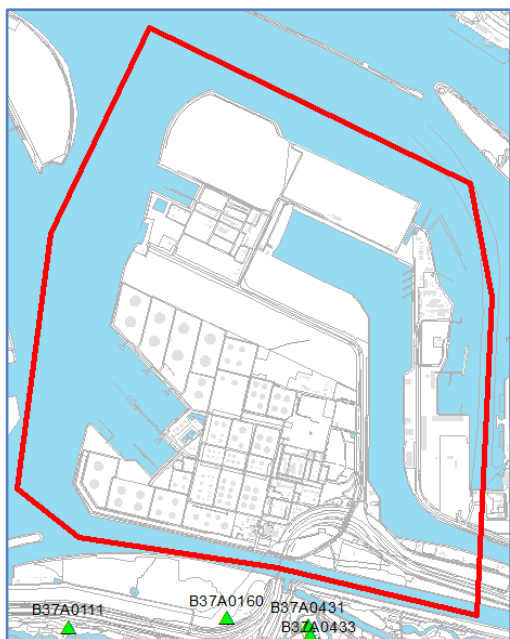
In het projectgebied zelf zijn geen stijghoogtemetingen van het diepere grondwater aanwezig. Op basis van gegevens van de Grondwaterkaart [2] en gegevens uit het online grondwaterarchief van TNO-NITG (DINO-loket) valt wel een regionaal stijghoogtebeeld op te maken van het eerste watervoerend pakket.

- De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter hoogte van het projectgebied bedraagt ongeveer NAP 0.40 meter;
- Ter hoogte van de Nieuwe waterweg en het Calandkanaal bevindt zich een waterscheiding in west-oost richting, en ter hoogte van het Beerkanaal in zuid-noord richting.

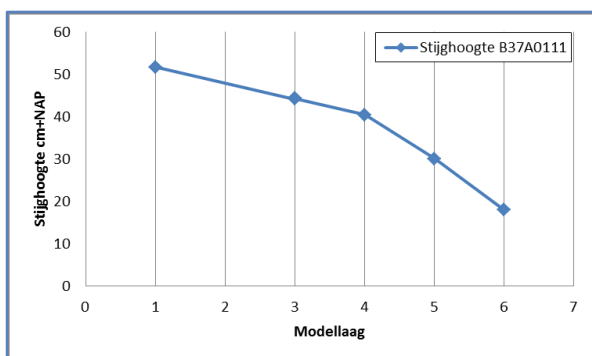
Op grond van de verschillen in freatische grondwaterstand en de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket is sprake van een lichte infiltratiesituatie. Peilbuis



B37A0111 (iets ten zuiden van het modelgebied langs de N15 Europaweg, zie afbeelding 2.3) kent filters tot in het derde watervoerende pakket. De gemiddelde stijghoogtes (afbeelding 2.4) laten een licht verval van 10 cm zien tussen het eerste watervoerende pakket (modellaag 4) en de holocene deklaag. De afnemende stijghoogtetrend zet zich voort in diepere pakketten, wat het beeld van een lichte infiltratiesituatie bevestigt.



**Afbeelding 2.4** Locatie diepe meetreeks peilbuis B37A0111 ten zuiden van het modelgebied.



**Afbeelding 2.5** Stijghoogte verloop per modellaag gemeten in peilbuis B37A0111 ten zuiden van het modelgebied.

## 2.5

### Grondwaterkwaliteit

In het verleden zijn diverse bodemonderzoeken uitgevoerd op de verschillende locaties op en rond de in te stellen bemalingen. De Verkennde Bodemonderzoeken Markweg [3] [4] [5] geven een goed beeld van de freatische grondwaterkwaliteit (tot circa 6 m-mv) in het gebied ter hoogte van de toekomstige Insteekhaven, de Tennesseehaven en de Dintelhaven en de zone hier tussen in. Daarnaast is in het kader van het MER nog specifiek bodemonderzoek uitgevoerd door ATKb, ter hoogte van de locatie Stenenterrein, locatie B1 [11] en ter hoogte van de aan te leggen insteekhaven [14]. De

locatie Stenenterrein [11] betreft het terreingedeelte ter hoogte van de Dintelhaven (in relatie tot aan te leggen Binnenhaven). Aangezien hier geen bemaling plaatsvindt is deze deellocatie niet relevant in relatie tot het thema grondwaterkwaliteit vanuit het oogpunt van bemaling. De resultaten van het bodemonderzoek ter hoogte van de Insteekhaven [14] zijn pas beschikbaar gekomen nadat voorliggend onderzoeksrapport al was opgesteld. Vandaar dat de beschrijving van de grondwaterkwaliteit in dit rapport gebaseerd op de hiervoor genoemde historische onderzoeken. Uit een controle achteraf blijkt dat de resultaten van het ATKB-onderzoek de conclusies van de historische bodemonderzoeken bevestigen: er is – met uitzondering van arseen (natuurlijke achtergrondverontreiniging) hooguit sprake van lichte verontreinigingen.

In bijlage 3 zijn de analysecertificaten van de betreffende grondwateranalyses opgenomen. Een overzicht van de meetpunten is weergegeven in tabel 2.3. Het grondwater uit de meetpunten is geanalyseerd op een standaard analysepakket NEN-grondwater (arsen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel, zink, benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen, naftaleen, gechloreerde koolwaterstoffen, chloorbenzenen en minerale olie).

**Tabel 2.3** Overzicht meetpunten grondwaterkwaliteit ter hoogte van Kop van de Beer

Meet - punt	Locatie	Filter-stelling (m-mv)	Datum	pH (-)	Ec (uS/cm)	Bijzonderheden
12-1-1	Kade, NO-zijde	5,0 – 6,0	19-01-2007	5,9	7.150	Geen microverontreinigingen >S
Pb121	Kade, oostbocht	5,5 – 6,5	04-05-2007	8,1	2.000	Geen microverontreinigingen >S
Pb109	Centrale deel	5,5 – 6,5	04-05-2007	7,8	2.370	Geen microverontreinigingen >S
509	Centrale deel	5,1 – 6,1	08-09-2006	6,8	1.722	Cadmium > S
510	Centrale deel	5,0 – 6,0	08-09-2006	7,1	1.887	Geen microverontreinigingen >S
526	Centrale deel	3,1 – 4,1	08-09-2006	6,6	1.905	Cadmium > S
534	Centrale deel	2,3 – 3,3	08-09-2006	6,9	1.540	Geen microverontreinigingen >S
546	Centrale deel	2,0 – 3,0	08-09-2006	7,9	1.368	Geen microverontreinigingen >S
559	Centrale deel	4,2 – 5,2	08-09-2006	7,1	1.984	Geen microverontreinigingen >S
569	Centrale deel	3,0 – 4,0	08-09-2006	6,7	2.010	Arseen >S
578	Centrale deel	5,2 – 6,2	08-09-2006	7,1	1.976	Arseen >I
584	Centrale deel	4,7 – 5,7	08-09-2006	6,6	1.998	Geen microverontreinigingen >S
592	Centrale deel	5,0 – 6,0	08-09-2006	6,7	2.000	Arseen >S
609	Centrale deel	3,3 – 4,3	08-09-2006	8,7	692	Geen microverontreinigingen >S
619	Centrale deel	4,5 – 5,5	08-09-2006	7,7	2.020	Arseen >S
622	Centrale deel	4,6 – 5,6	08-09-2006	7,1	2.03	Cadmium >S, Arseen >I
636a	Centrale deel	4,3 – 5,3	08-09-2006	8,7	880	Geen microverontreinigingen >S

De gemeten waarden voor zuurgraad en geleidbaarheid vallen in de meeste gevallen binnen de gangbare bandbreedte voor dit type grondwater. De hoge zuurgraad in twee meetpunten (pH 8,7) kan verklaard worden uit de aanwezigheid van schelphoudende (kalkrijke) bodemlagen. De gemeten geleidbaarheid komt overeen met brakke tot zoute grondwatercondities.

De lokaal voorkomende licht tot sterk verhoogde arseenconcentraties zijn toe te schrijven aan, van nature voorkomende processen in brak tot zout grondwater. Voor het overige is, behoudens een enkele Streefwaarde overschrijding van Cadmium, geen sprake van verontreinigd grondwater.

Er zijn geen waterkwaliteitsgegevens beschikbaar van het diepere grondwater (dieper dan circa 6 m-mv) op of in de directe omgeving van de onderzoekslocatie (ook niet in de ATKB-onderzoeken [11] en [14]).

Als onderdeel van het ATBK-onderzoek [14] zijn in drie grondwatermeetpunten, op diepten tussen 2 en 5 m-mv, macrochemische parameters geanalyseerd, te weten CZV (<5 tot 15 mg/l), N-Kjeldahl (<1,0 tot 2,7 mg/l) en Fosfor-totaal P (<0,05 tot 1,6 mg/l) en onopgeloste bestanddelen (100 tot 560 mg/l). Deze gegevens kunnen relevant zijn voor Rijkswaterstaat (bevoegd gezag voor het ontvangende oppervlaktewater) in verband met het vaststellen van de waterkwaliteit van het te lozen bemalingswater.

### 3 WERKZAAMHEDEN

#### 3.1 Omschrijving activiteiten

Om de kademuuren in den droge te kunnen aanleggen is een grondwaterbemaling noodzakelijk. Een overzicht van de uit te voeren bemalingen per bouwkuip is weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Overzicht uit te voeren bemalingen

Locatie	Afmetingen bouwkuip					Duur bemaling (mnd)
	Lengte (m)	Breedte (m)		Diepte		
	-	Bouwkuip	Maaiveld	(m NAP)	(m-mv)	
Kade Insteekhaven (combi- of diepwand)	1150	30	75	-2	7.5	14
Kade Insteekhaven (aansluiting EECV-kade)	10	10	10	-6	11.5	3
Kade Tennesseehaven	300	30	75	-2	7.5	6
Kade Beerkanaal	620	30	75	-2	7.5	6
Alternatief 1 kade Beerkanaal: golfdempende constructie	635	25	75	-6.5	12	8
Kade Binnenhaven						Geen bemaling

Onderstaand is een globale beschrijving gegeven van de uit te voeren werkzaamheden op basis van de huidige beschikbare plannen. De wijze van uitvoering voor de kades van de Insteekhaven, Tennesseehaven en kade Beerkanaal is in grote lijnen hetzelfde. De wijze van uitvoering van de aansluiting tussen kade Insteekhaven en EECV-kade wijkt hier in een aantal opzichten van af.

#### **Kade Insteekhaven en Tennesseehaven**

De werkzaamheden beginnen met het ontgraven van de bouwkuip tot NAP -2,0 meter. Vervolgens worden de funderingspalen en de palen van de combi- of diepwand aangebracht. Na aanleg van de combiwand tot NAP -25 meter (basis) wordt de bovenbouw aangebracht samen met de verankering.

#### **Kade Beerkanaal**

De werkzaamheden beginnen met het ontgraven van de bouwkuip tot NAP -2,0 meter. Vervolgens worden de funderingspalen en de palen van de combi- of diepwand aangebracht. Na aanleg van de combiwand tot NAP -25 meter (basis) wordt de bovenbouw aangebracht samen met de verankering.

Indien de aanleg van een golfdempende constructie voor de kade langs het Beerkanaal noodzakelijk is wordt de volgende variant op bovengenoemde activiteit uitgewerkt: De bouwkuip wordt niet afgeschermd met een tijdelijke damwand en de combiwand wordt niet aangelegd. De bouwkuip wordt door middel van bemaling droog gehouden. De bemaling vindt gefaseerd plaats (3 stroken met een totale lengte van 635 meter, totale bemalingsduur 8 maanden, bemalingsdiepte tot NAP -6,5 meter).

### **Kade Insteekhaven (aansluiting op EECV-kade)**

De werkzaamheden beginnen met het plaatsen van een damwandkuip van 10 bij 10 meter rondom de aan te sluiten damwandkaden. De damwanden worden aangebracht tot in de scheidende laag op een diepte van NAP -21/22 meter. Vervolgens wordt ontgraven tot NAP -6.0 meter waarna bestaande ankers en damwandverbindingen worden verwijderd en de nieuwe ankers en verbindingen tussen kade Insteekhaven en bestaande EECV-kade worden aangebracht. Nadat het gat tussen beide kaden is gedicht wordt de grond achter de kaden aangevuld tot huidig maaiveld, waarna de damwandkuip wordt verwijderd.

Voor de projectie van de verschillende aan te leggen objecten op de kadastrale kaart wordt verwezen naar bijlage 6.

De exacte startdatum van de bemaling is nog niet bekend. Deze zal (immers) worden bepaald door de nog te contracteren aannemerscombinatie. De in tabel 3.1 aangegeven duur van de bemaling is de ingeschatte totale bemalingsduur (voor de berekeningen is uitgegaan van een volcontinue bemaling gedurende deze maanden). De totale uitvoeringsduur van de aanleg van de kaden beslaat een langere periode. Benadrukt wordt dat de bemaling niet gedurende de gehele bouwperiode van de kadeconstructies nodig is.

## **3.2 Fasering activiteiten**

De voorgestane fasering wat betreft de periode waarbij bemaling benodigd is, is als volgt:

- Aanleg Kade Insteekhaven (droog ontgraven, plaatsen palen, wanden en ankers): totaal 14 maanden, verdeeld over 2 deeltrajecten (west- en oostzijde);
- Aanleg Kade Tennesseehaven (droog ontgraven, plaatsen palen, wanden en ankers): totaal 6 maanden, 1 traject als geheel;
- Aanleg Kade Beerkanaal (droog ontgraven, plaatsen palen, wanden en ankers): totaal 6 maanden, 1 traject als geheel. Voor de variant waarbij golfdempende constructies worden aangelegd vindt de bemaling gefaseerd plaats (3 stroken van in totaal 635 meter, 8 maanden totaal, bemalingsdiepte tot NAP -6,5meter);
- Realiseren aansluiting Insteekhaven - EECV-kade: totaal 3 maanden.

## **3.3 Worst-case benadering**

Bij het doorrekenen van de verschillende scenario's (hoofdstuk 4) wordt rekening gehouden met de verschillende worst-case situaties die kunnen optreden:

- Worst-case situatie m.b.t. debieten: de bemalingen vinden na elkaar (sequentieel) per deelgebied plaats;
- Worst-case situatie m.b.t. omgevingseffecten: de bemalingen vinden tegelijkertijd plaats.

### 3.4 Aanzet ontwerp/inrichting van de bemaling

Het bemalingsontwerp dient de vereiste verlagingen (tot -2.5 en -6.5 m NAP) te bewerkstelligen en de bouwkuip droog te houden. Tevens moet opbarsting worden voorkomen. In bijlage 5 zijn de resultaten weergegeven van uitgevoerde opbarstberekeringen.

Uit de berekeningen volgt dat de bouwkuipen alleen maar kunnen worden drooggelegd tot het gewenste niveau (0.5 meter onder bodem bouwput) als de bemaling tweezijdig begrensd wordt (aan twee zijden/rondom filters) of indien een waterkerende voorziening (hulpdamwand) wordt aangebracht ter hoogte van de bestaande kaden. Uit de beschikbare gegevens en de berekeningen volgt namelijk dat de hydraulische weerstand van een groot deel van de bestaande oevers (taluds met stortsteen) beperkt is, waardoor de instroom van water vanuit de omringende havens en kanalen groot zal zijn. Bij het uitvoeren van de bemalingsberekeningen is uitgegaan van een worst-case situatie, dus zonder toepassing van waterremmende voorzieningen.

#### **Bouwkuipen Insteekhaven, Tennesseehaven en kade Beerkanaal**

Als basisontwerp voor de bemalingen ten behoeve van de berekeningen is voor de bouwkuipen ter hoogte van de Insteekhaven, Tennesseehaven en kade Beerkanaal uitgegaan van bemaling door middel van een combinatie van verticale haalfilters en drains. Gezien het voorkomen van slecht-doorlatende kleilagen tussen circa NAP -2.0 meter en NAP -4.0 meter en tussen NAP -5.5 en -7.5 (zie bijlage 8) en de maximale ontgravingsdiepte van NAP -2.0 meter wordt aanbevolen om grondwater te onttrekken tussen circa NAP 1.0 en -2.0 meter (afvangen lateraal toestromend water boven eerste kleilaag), tussen circa NAP -4.0 en -5.5 meter (stijghoogteverlaging onder eerste kleilaag) en tussen circa NAP -7.5 en -9.0 meter (stijghoogteverlaging onder tweede kleilaag). Onduidelijk is in hoeverre de stijghoogteverlagingen doorwerken in dieper gelegen lagen (lokaal lijken de kleilagen goed ontwikkeld, maar onduidelijk is of dit overall het geval is). Eventuele overdruk onder de tweede kleilaag kan worden weggenomen door middel van een onttrekking in de laag van circa NAP -7.5 tot -9.0 meter.

Het definitieve bemalingsontwerp is een keuze, die aan de aannemer zal worden gelaten. Het uiteindelijke ontwerp dient verder uitgewerkt te worden in een bemalingsplan. Als aanzet hiervoor worden de volgende aandachtspunten meegegeven:

- De geplande ontgravingsdiepte (NAP -2.0 meter) valt geregeld samen met de bovenzijde van de eerste kleilaag. Om de freatische laag zoveel mogelijk droog te krijgen wordt voorgesteld om haalfilters of drains rondom de ontgravingsput aan te leggen, aangevuld met afwateringspleuven in de bouwput om het regenwater af te voeren;
- Onder de eerste kleilaag is een goed ontwikkelde zandlaag aanwezig. De onttrekking uit deze laag kan plaatsvinden via haalfilters rondom, in combinatie met een aantal drains verspreid over de bodem van de bouwput (parallel aan de lengteas van de bouwkuip). De drains zorgen ervoor dat de stijghoogte onder de eerste kleilaag over het gehele oppervlak van de bouwkuip voldoende verlaagd wordt (en daarmee opbarstingsrisico wordt voorkomen). De haalfilters rondom zorgen ervoor dat laterale toestroming naar deze laag wordt tegengegaan;



- Om eventuele opbarsting van diepere lagen te voorkomen kunnen verticale haalfilters worden geplaatst in de laag van circa NAP -7.5 tot -9 meter;
- Nagegaan moet worden in hoeverre haalfilters over de gehele diepte kunnen worden doorgezet (1 vacuümsysteem) of dat gekozen moet worden voor gescheiden vacuümsystemen op verschillende diepten;
- De verticale haalfilters worden aangesloten op een ringleiding. Gelet op de totale opvoerhoogte van de filters (maaiveld op +5.5 meter, verlagen tot circa NAP -2.5 (zie hoofdstuk 5) dienen de filters niet aan de bovenzijde van het talud te worden aangebracht, maar halverwege of zelfs op de bodem van de bouwkuip (getrapte bemaling). Dit om te voorkomen dat de gewenste opvoerhoogte niet kan worden gerealiseerd.

#### **Bouwkuip Insteekhaven (aansluiting Insteekhaven op EECV-kade)**

Deze bouwkuip verschilt van de bouwkuipen Insteekhaven en Tennesseehaven doordat de bouwkuip kleiner is (10 x 10 meter) maar dat veel dieper bemalen moet worden (ontgraving tot NAP -6 meter, verlagen tot minimaal NAP -6.5 meter). Gelet op het risico op opbarsten (zie bijlage 5) is bij de berekening van de bemaling (zie hoofdstuk 5) uitgegaan van het volgende bemalingsontwerp voor de bouwkuip aansluiting Insteekhaven – EECV-kade):

- Aanleg damwandkuip tot in de scheidende laag op NAP -22 meter;
- Toepassing ontlastings filters op een diepte vanaf circa NAP -14 meter. Via deze filters kan de stijghoogte in de kleilaag onder circa NAP -14 meter worden verlaagd. Het water dat vrijkomt via deze ontlastings filters kan via een getrapte bemaling worden afgevoerd uit de bouwput.

#### **Bouwkuip golfdempende constructie (variant kade Beerkanaal)**

Op basis van sonderingen nabij de locatie voor de voorgenomen bouwkuip voor de kade of golfdempende constructie langs het Beerkanaal kan geconcludeerd worden dat de bodemopbouw vergelijkbaar is met de bodemopbouw nabij de voorgenomen bouwkuip t.b.v. de aansluiting EECV-kade / insteekhaven. De aanwezigheid van bodemlagen met een hoger wrijvingsgetal op een diepte van -8 tot -12 meter NAP duidt op weerstandsbiëdende lagen waaronder zich druk kan opbouwen die middels een diepe spanningsbemaling op de volgende manier kan worden beheerst:

- Voor de variant waarbij golfdempende constructies worden aangelegd wordt bemalen tot een diepte van 6,5m. Deze bemaling zal, uitgaande van een systeem met haalfilters en een ringleiding, zeer waarschijnlijk in twee of zelfs in drie trappen moeten worden uitgevoerd. Dit kost ruimtebeslag. Hier zullen filters in de laag van NAP -7,5 tot -9 en ca -14 meter noodzakelijk zijn. Het water dat vrijkomt via deze ontlastings filters kan via een getrapte bemaling worden afgevoerd uit de bouwput.

## 4 BEREKENINGSRESULTATEN GRONDWATERMODEL

### 4.1 Berekende referentiesituatie grondwatermodel

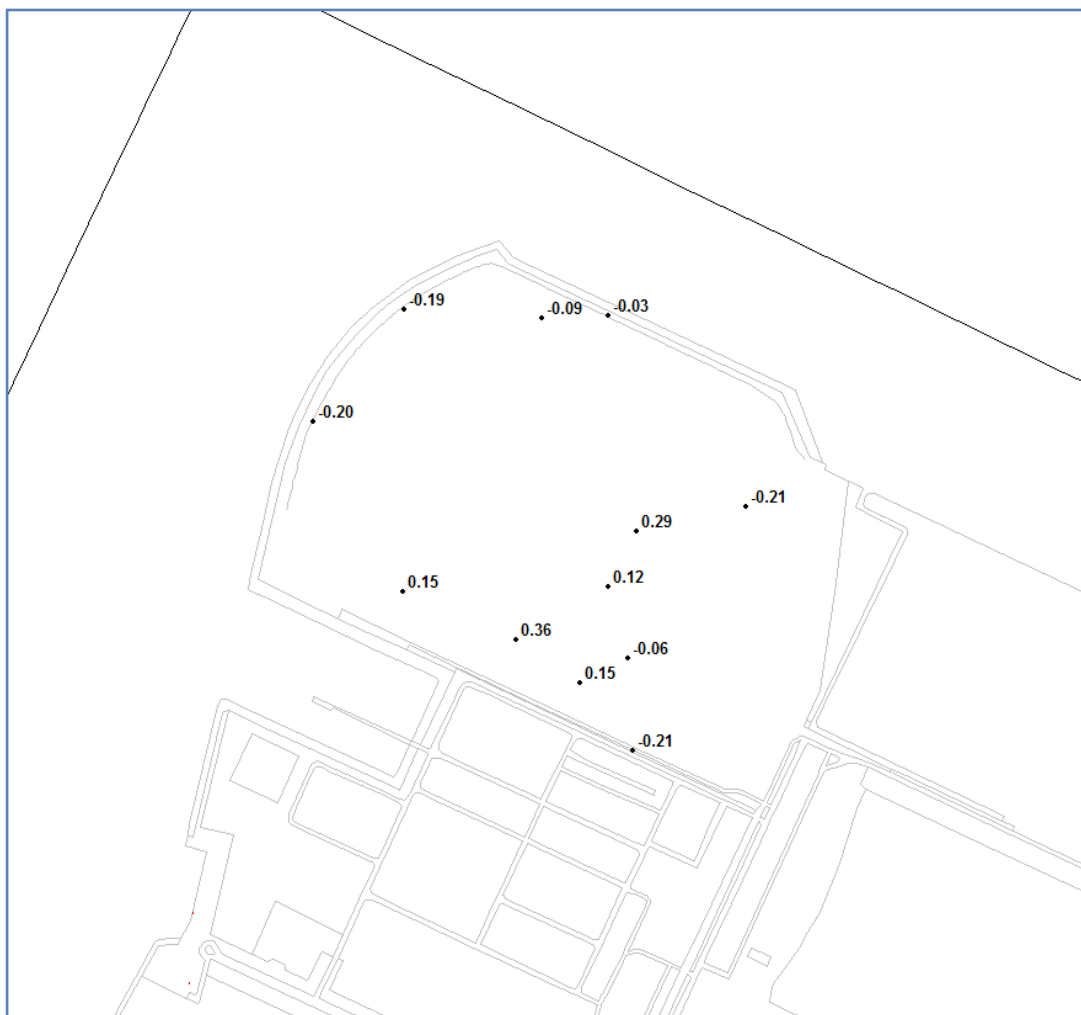
Op grond van de resultaten van de modelvalidatie en gevoeligheidsanalyse is een keuze gemaakt voor de door te rekenen uitgangssituatie voor het grondwatermodel. Deze uitgangssituatie dient als basis voor de bemalingsberekeningen.

Voor deze uitgangssituatie zijn, in aanvulling op de in bijlage 1 genoemde parameterwaarden voor k- en c-waarden, de volgende parameterwaarden aangehouden:

Tabel 4.1 Modelparameters uitgangssituatie.

Modelparameter	Gekozen waarde uitgangssituatie	Toelichting
Deklaag weerstanden –en doorlatendheden.	1.5-5 [m/d]	Waardes op basis van omzettingstabel bijlage B1.1 zijn niet verder aangepast. De gekozen doorlaatvermogens komen goed overeen met zeefcurves uit het MOS grondonderzoek [8].
De randvoorwaarden van diepere modellagen.	Idem aan holocene pakket	Alhoewel peilbuis B37A0111 een licht stijghoogteverval met toenemende diepte laat zien is dit onvoldoende om de randvoorwaarden van diepere modellagen aan te passen.
De weerstand van de weerstandsbiedende laag op -21/-22 m NAP.	500-1000 [d]	Dit is een redelijk lage waarde, en leidt tot een worst-case inschatting van debieten en effecten.
Weerstand talud De doorlatendheid van de kade + damwand	20 [d] 10000 [d]	EECV-kade talud
Infiltratie van en drainage naar de havens en kanalen.	50 [d] 25 [d]	Afhankelijk van dikte sliblaag kan dit aanzienlijk variëren. Hier wordt uitgegaan van een ervaringsgetal voor een relatief turbulent kanaal waar met enige regelmaat gebaggerd wordt.
De grondwateraanvulling.	3-4 [mm/d]	Afhankelijk van bebouwing. Dit betreft een worst-case getal voor de berekende onttrekkingsdebieten (wintersituatie met veel neerslag, dus hoog debiet).

De gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in de beschikbare meetpunten (zie onder paragraaf 2.4) zijn vergeleken met berekende waarden (afbeelding 4.1).



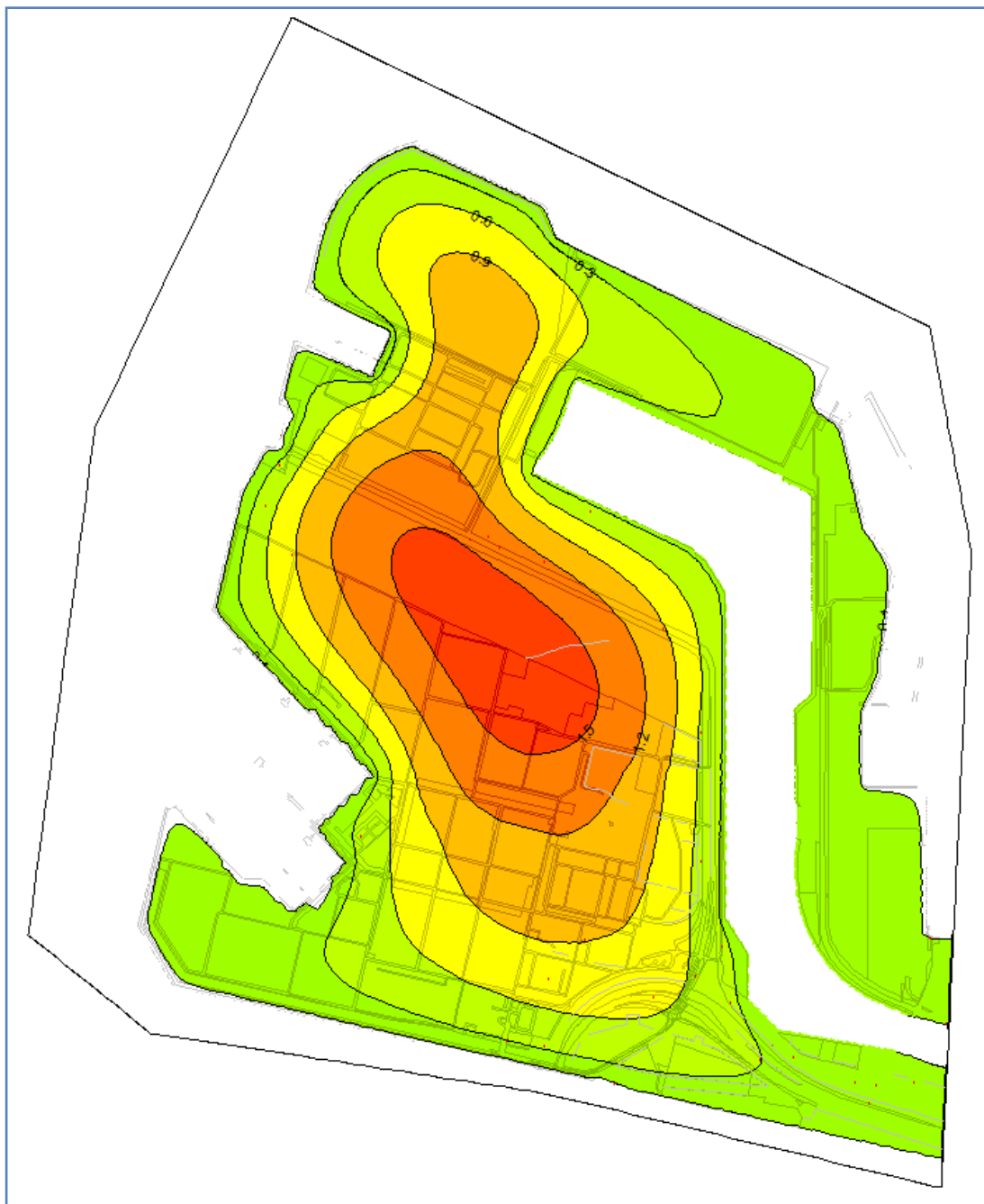
**Afbeelding 4.1** Verschil tussen gemeten en berekende grondwaterstanden Kop van de Beer. Positieve waarden betekenen hoger berekend dan gemeten.

Voor de vergelijking tussen gemeten en berekende waarden gaan we uit van een wintersituatie (veel neerslag, weinig verdamping). Deze keuze leidt tevens tot een worst-case inschatting van de berekende debieten en effecten. We zien dat dicht tegen het talud de berekeningen een te sterk verminderde opbolling laten zien (3-21 cm te lage grondwaterstanden). Op het middenterrein berekenen we licht hogere waarden dan gemeten (12-36 cm). Echter, dit kan deels verklaard worden uit het feit dat het begin van september 2006 een relatief (zeer) droge periode was.

De met het model berekende grondwaterstanden voor de uitgangssituatie zijn weergegeven in afbeelding 4.2a (freatisch grondwater), 4.2b (stijghoogte 1<sup>e</sup> watervoerend pakket) en 4.2c (kwel/infiltratie over de deklaag).

De sturende invloed van de kanalen is duidelijk zichtbaar. Een deel van de grondwateraanvulling wordt gedraineerd richting de kanalen en havens. De opbolling van het grondwater is dan het grootst in het midden van het modelgebied. De grondwaterstanden bevinden zich relatief diep (2.5-5.5 m) onder het maaiveld. De sturende invloed van de diep insnijdende kanalen op het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket is

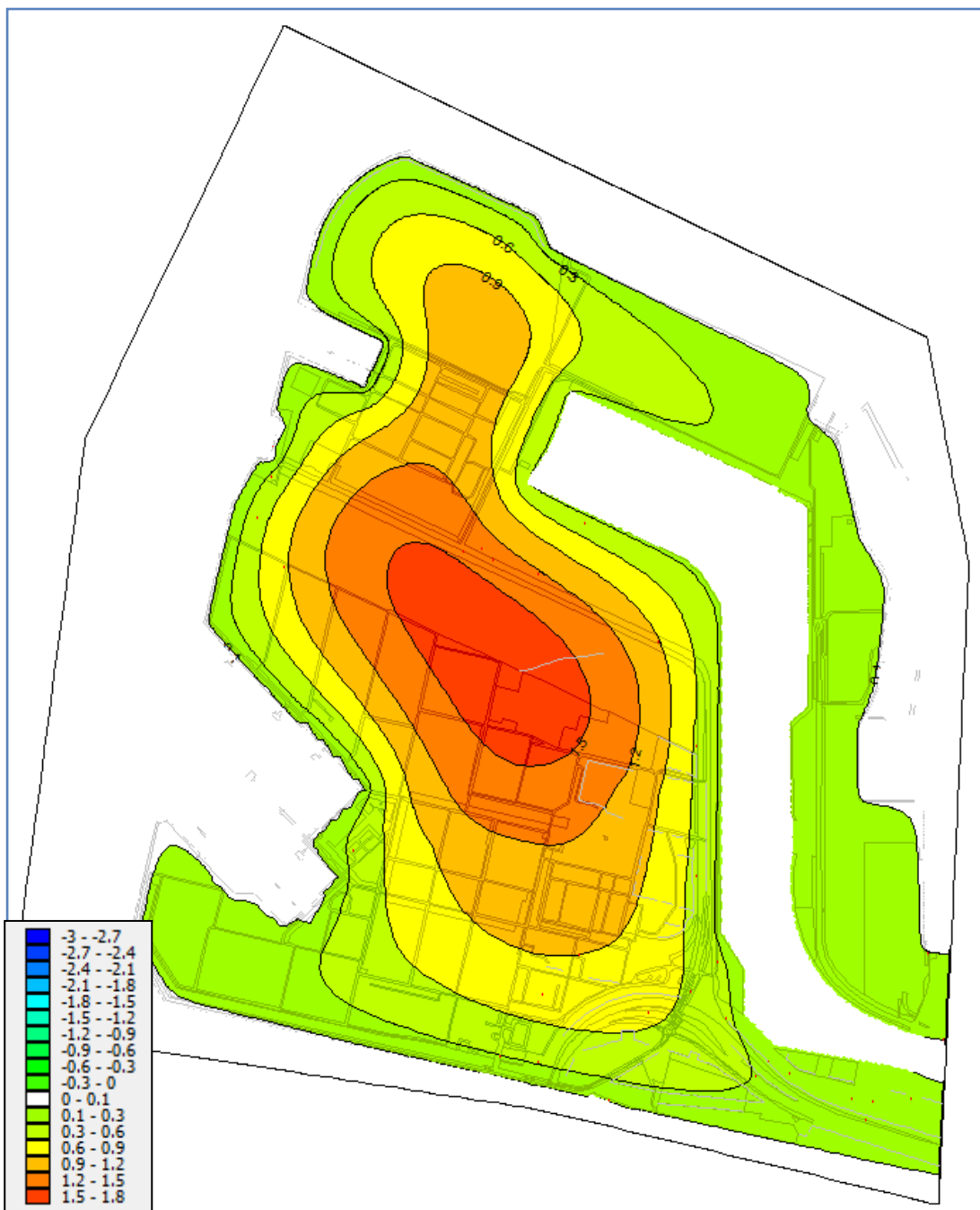
groot. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de scheidende laag op -21 m NAP relatief dun en niet continu is. In het hele modelgebied is sprake van een infiltratie situatie, waarbij er een lichte vermindering in inzigging optreedt op plekken waar bebouwing is.



**Afbeelding 4.2a Berekende freatische grondwaterstanden huidige situatie (in m NAP).**

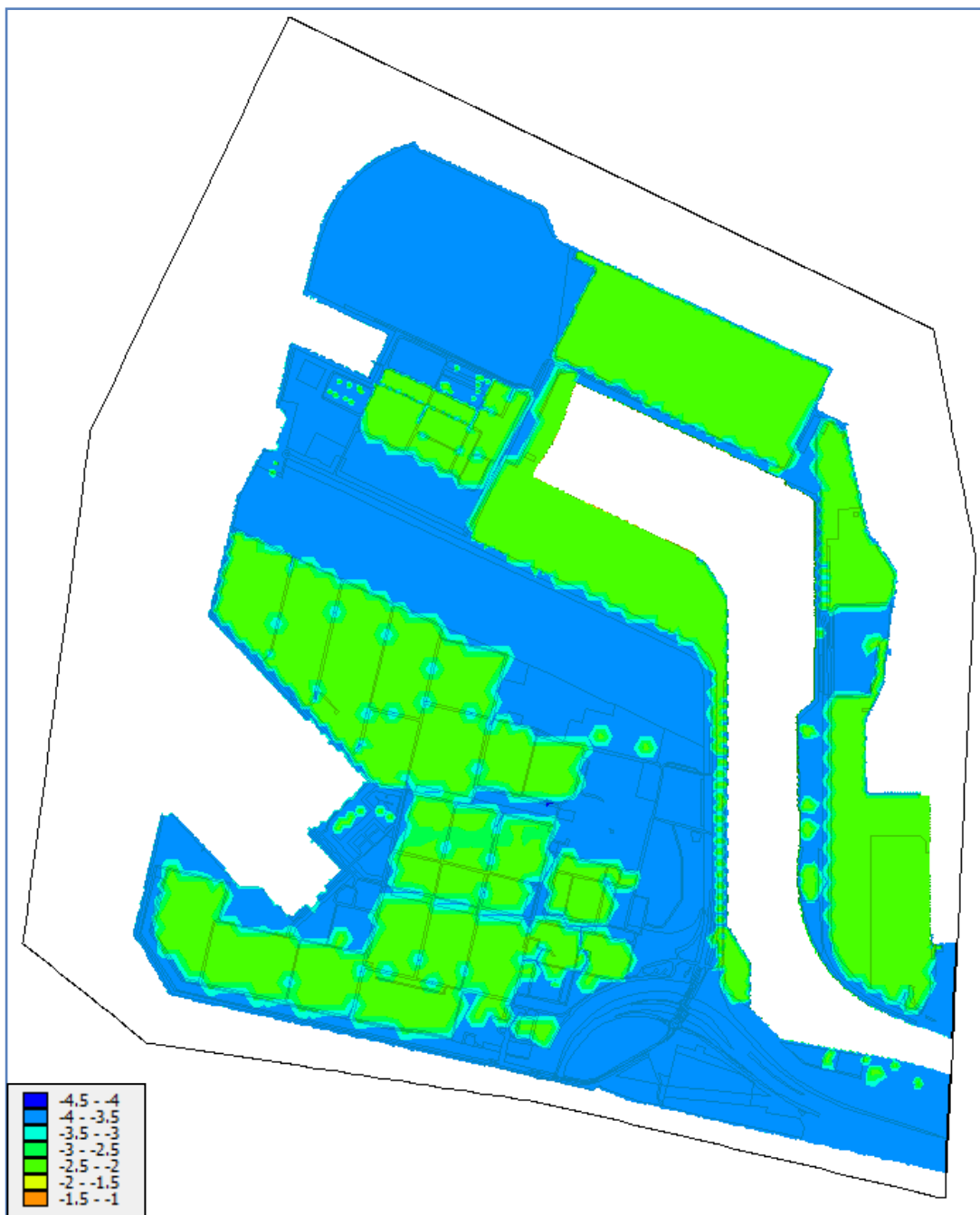
Recent beschikbaar gekomen grondwaterstandsmetingen op het Stenenterrein [11] (zie afbeelding 4.2a) die niet konden worden meegenomen in het model laten voor het centrale gedeelte van het modelgebied (zie afbeelding 4.2a) hogere waarden zien dan berekend (gemiddelde grondwaterstand NAP +2,80 meter, meetdatum 15 maart 2012).

De metingen duiden erop dat de deklaagweerstand ter plaatse hoger is dan aangenomen in het model.



Afbeelding 4.2b Berekende stijghoogten 1<sup>e</sup> watervoerend pakket (in m NAP).

Het berekende stijghoogte patroon in het eerste watervoerend pakket wijkt maar zeer beperkt af van het berekende freatische grondwaterstandsverloop. Dit komt omdat de aangenomen weerstand van de tussenliggende kleilagen gering is. De keuze hiervoor is gebaseerd op de informatie uit de sonderingen en informatie vanuit DINO-loket [1]. Hieruit blijkt dat er 'gaten' in de kleilagen aanwezig kunnen zijn en dat de kleilagen in zuidelijke richting uitwijken.



Afbeelding 4.2c Berekende kwel/infiltratie (in mm/dag, infiltratie is negatief).



## 4.2 Beknopte gevoeligheidsanalyse

Voor de beoordeling van de benodigde bemalingen is het van belang dat de gevoeligheden en bandbreedtes van de (voor het debiet en omgevingseffecten) maatgevende parameters ten aanzien van bemaling in beeld worden gebracht. Via een gevoeligheidsanalyse zijn de effecten van de volgende parameters op de modeluitkomsten onderzocht:

1. Deklaag weerstanden –en doorlatendheden.
2. De randvoorwaarden van diepere modellagen.
3. De doorlatendheid van de kade + damwand en het talud langs de kanalen.
4. De weerstand van de weerstandsbiedende laag op -21/-22 m NAP.
5. Doorlatendheden van de aanwezige zeekade EECV terrein.
6. Plaatsing tijdelijke damwanden tijdens de constructiefase.
7. Infiltratie van -en drainage naar de havens en kanalen.
8. De grondwateraanvulling.

We gaan bij de beoordelingen van de gevoeligheden uit van een situatie met maximaal berekende omgevingseffecten (bemalingen vinden tegelijkertijd plaats). Hieronder volgen de conclusies. Een meer gedetailleerde beschrijving is te vinden in bijlage 2.

### Gevoeligheid debieten

Geconcludeerd kan worden dat de berekende bemalingsdebieten tussen de -3.5% en +3.5% kan afwijken van de gerapporteerde waarden (scenario maximaal effect in tabel 4.2). De meest gevoelige parameter is de mate van infiltratie van water uit het Beer –en Calandkanaal tijdens bemaling. Dit is afhankelijk van de dikte van de sliblaag op de kanaalbodem, de duur van de bemaling en het contact tussen het kanaal en het eerste watervoerende pakket. Omdat de scheidende laag op -21m NAP zeer dun is, niet het hele pakket afdekt en mogelijk zelfs niet continu aanwezig is, is het de verwachting dat de meeste aanvoer van water in de richting van de bouwkuipen plaats vindt via het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket. Plaatsing van een tijdelijke damwand tussen het kanaal en de bouwkuip (afsluiten deklaag) heeft dus maar een zeer beperkte invloed op het bemalingsdebiet.

### Effecten

De meest gevoelige parameter ten aanzien van de berekende effecten is de grondwateraanvulling. Indien wordt bemalen gedurende een langdurig droge periode (bijvoorbeeld in de maanden juli – oktober) dan is de uitgangsgroundwaterstand lager (tot -0.5m in het centrale deel van de Kop van de Beer en tot -0.8 m in het midden van het modelgebied). Bij gelijk bemaling zal het berekende effect zich dus minder ver uitstrekken. Dit geldt voornamelijk voor het areaal waar het effect tussen de 0 -0.25m berekend wordt.

## 4.3 Varianten en uitgangspunten (bemalings)berekeningen

### 4.3.1 Varianten

In het kader van het MER wordt naast een aantal varianten met betrekking tot de aanlegfase van de kaden ook onderscheid gemaakt in de permanente effecten als gevolg van de aanwezigheid van de kaden: wat doet de aanwezigheid en het gebruik van de kaden met de grondwaterstanden en –stromingen en in hoeverre heeft dit nog effect op de omgeving?

#### **Aanleg (tijdelijke effecten)**

In de mededeling voornemen 'Realisatie insteekhaven en afmeergelegenheden Tankterminal Europoort West' is sprake van 1 basisalternatief en 4 varianten. De varianten 3 en 4 zijn wat betreft bemaling gelijk aan het basisalternatief (aanleg met combiwand). De varianten 1 en 2 betreffen de aanleg van de kaden ten behoeve van de Insteekhaven en Binnenhaven, met een diepwand in plaats van een combiwand. Aangezien de benodigde ontgraving (bouwkuip) en bemaling bij beide varianten gelijk zijn aan die van het basisalternatief wordt bij de worst-case berekeningen geen onderscheid tussen de verschillende varianten gemaakt. Omdat de exacte locatie van de te plaatsen wand/kade in de bouwkuip wel verschillend is per variant, strekt het tot aanbeveling hier in het bemalingsplan rekening mee te houden. Voor de kade aan het Beerkanaal is 1 deelvariant uitgewerkt t.b.v. de golfdempende constructie.

**Resumé:** voor de aanlegfase van de kademuren is vanuit het oogpunt van grondwater slechts sprake van 1 variant die voor alle kademuren gelijk is, te weten het basisalternatief. Voor het basisalternatief is 1 deelvariant uitgewerkt betreffende de vervanging van de kade Beerkanaal door een golfdempende constructie.

#### **Aanwezigheid (permanente effecten)**

Dit betreft de fase na beëindiging van de bemalingen en voltooiing van de aanleg van de kademuren alsmede het baggeren/aanleggen van de Insteekhaven en het afgraven ten westen van de kade aan het Beerkanaal. Ook voor deze fase worden verder geen varianten onderscheiden. Met het model waarmee ook de bemalingen zijn berekend worden, met een aantal aanpassingen van parameters, ook de effecten van de aanwezigheid van de kademuren berekend.

### 4.3.2 Uitgangspunten (bemalings)berekeningen

In tabel 4.2 zijn de gehanteerde uitgangspunten (in aanvulling op de gehanteerde uitgangspunten voor het berekenen van de referentie situatie) weergegeven voor het berekenen van de verschillende situaties met bemalingen en de permanente effecten.

**Tabel 4.2 Uitgangspunten berekeningen bemalingen. De uitgangspunten voor de bemaling van de golfdempende constructie in plaats van de kade aan het Beerkanaal zijn beschreven in bijlage 8.**

Bemaling	Eenheid	Kade Insteekhaven (combi- of diepwand)	Kade Insteekhaven (aansluiting EECV-kade)	Kade Tennesseehaven	Kade Beerkanaal
<b>Aanleg (tijdelijke effecten)</b>					
Oppervlakte bouwkuip putbodem	m <sup>2</sup>	34,500	100	9,000	18,600
Oppervlakte bouwkuip aan maaiveld	m <sup>2</sup>	86,250	100	22,500	46,500
Aantal onttrekkingsfilters	-	*	*	*	*
Grondwaterniveau in de filters	m NAP	-2.5	-6.5	-2.5	-2.5
Aantal drains	-	*	*	*	*
Onttrekkingsniveau in de drains	m NAP	-2.5	-	-2.5	-2.5
Duur bemaling	Mnd	14	3	6	6
Weerstand tijdelijke damwand**	dagen	100	100	100	100
Basis tijdelijke damwand**	m NAP	-21	-21	-21	-21
<b>Aanwezigheid (permanente effecten)</b>					
Weerstand combiwand***	dagen	200	200	200	200
Basis combiwand***	m NAP	-25	-25	-25	-25
Weerstand diepwand***	dagen	200	200	200	200
Basis diepwand***	m NAP	-25	-25	-25	-25

\*Nader te bepalen in bemalingsplan, gerekend is met een vlakdekkende verlaging van de grondwaterstanden. \*\*Worst-case benadering: geen tijdelijke damwand. \*\*\*Worden niet meegenomen tijdens bemalings -en bouwfase (alleen permanente effecten). De basis van de kademuur voor de Binnenhaven komt op -12m NAP, de weerstand wordt 200 dagen.

#### 4.4 Berekende primaire effecten aanlegfase

In deze paragraaf worden de primaire hydrologische effecten van de verschillende varianten beschreven, onderscheiden in een aantal paragrafen. De effecten van de variant met golfdempende constructies worden in een aparte paragraaf beschreven (zie paragraaf 4.4.2).

##### 4.4.1 Debieten en waterbezwaar

In tabel 4.3 zijn de berekende debieten en het hieruit volgende waterbezwaar weergegeven. Bij het bepalen van het maximale debiet is uitgegaan van de situatie dat de vier bemalingen na elkaar worden uitgevoerd. Voor de zeekade / insteekhaven plot A geldt een bouwduur van 14 maanden. In de praktijk wordt dit uitgevoerd in 4 aparte faseringen. Voor het worst-case waterbezwaar gaan we uit van bemaling van de gehele bouwkuip voor de gehele bouwperiode.

Het scenario maximaal onttrekken (afzonderlijke bemalingen) leidt tot een totaal waterbezwaar voor alle projecten samen van 8.72 miljoen m<sup>3</sup> (93-540 m<sup>3</sup>/uur, met een piekdebiet van 2 tot 1725 m<sup>3</sup>/uur voor incidentele buien / extreme weerssituaties). Worden de projecten tegelijkertijd uitgevoerd, dan zal het totale waterbezwaar lager zijn doordat de bemalingen elkaar beïnvloeden. Het totale waterbezwaar in het geval van bemaling van alle projectlocaties tegelijkertijd is 5.45 miljoen m<sup>3</sup>. Alhoewel het tweede scenario dus een verminderd waterbezwaar oplevert dan het eerste scenario (worst-case bemalingsdebieten), zijn de omgevingseffecten (grondwaterstandsverlagingen) maximaal (worst-case effecten).

#### 4.4.2 Debieten, waterbezwaar golfdempende constructie

In bijlage 8 staan de uitgangspunten en berekende debieten en verlagingen voor de golfdempende constructie variant voor de kade aan het Beerkanaal (plot C). Indien het project gefaseerd uitgevoerd wordt dan zal het totale waterbezwaar voor de onttrekking tot -6,5 m NAP voor de gehele golfdempende constructie ±1,85 miljoen m<sup>3</sup> worden. Dit betekent een toename met 21,3 % tot 10,6 miljoen m<sup>3</sup> ten opzichte van 8,7 miljoen m<sup>3</sup> (tabel 4.3). Indien de 1,4 miljoen m<sup>3</sup> waterbezwaar t.b.v. constructie van de kademuur aan het Beerkanaal komt te vervallen wordt het totale waterbezwaar daarmee verminderd tot 9,2 miljoen m<sup>3</sup>.

#### 4.4.3 Grondwaterstandsverlagingen individuele bemaling basisalternatief

In figuur 4.3 staan de berekende grondwaterstandsverlagingen per afzonderlijk bemalen projectlocatie. De berekende effecten voor de Insteekhaven plot A (-25cm op 750m afstand) en de Tennessee kade (-25cm op 570m afstand) zijn het grootst. Het is te verwachten dat de constructie van de zuidelijke zone van de insteekhaven plot A de grootste grondwaterstandsverlaging naar het zuiden toe tot gevolg heeft.

#### 4.4.4 Grondwaterstandsverlagingen individuele bemaling golfdempende constructie

Er vindt een verdere verbreiding van de grondwaterstandsverlaging plaats in de richting van het EECV en Indorama terrein. De berekende verlagingen op deze percelen liggen tussen de 5 en 50 cm.

Tabel 4.3 Berekeningsresultaten: debieten en waterbezwaar t.b.v. vergunningsaanvraag waterwet.

Scenario	Bemaling	Component	GWS [m+NAP]	Duur [mnd]	Debiet [m <sup>3</sup> /h]	Debiet [m <sup>3</sup> /d]	Waterbezwaar [m <sup>3</sup> ]	
Maximale onttrekking	Kade Insteekhaven (Plot A)	Initieel, opstartfase			-	-	144.900	
		Incidenteel,extreme bui			1725,0		8.625	
		Na instellen evenwicht	-2,5	14	541,8	13.004	5.461.541	<b>5.615.000</b>
	Kade Insteekhaven Plot A (aansluiting EECV-kade)	Initieel, opstartfase			-	-	360	
		Incidenteel,extreme bui			2,0		10	
		Na instellen evenwicht	-6,5	3	93,0	2.233	200.974	<b>201.000</b>
	Kade Tenesseehaven	Initieel, opstartfase			-	-	37.800	
		Incidenteel,extreme bui			450,0		2.250	
		Na instellen evenwicht	-2,5	6	336,9	8.086	1.455.547	<b>1.496.000</b>
	Kade Beerkanaal	Initieel, opstartfase			-	-	78.120	
		Incidenteel,extreme bui			930,0		4.650	
		Na instellen evenwicht	-2,5	6	306,7	7.361	1.325.052	<b>1.408.000</b>
				<b>Totaal scenario maximale onttrekking:</b>			<b>8.720.000</b>	
Maximaal effect	Alle projecten tegelijkertijd	Initieel, opstartfase			-	-	261.180	
		Incidenteel,extreme bui			3107,0		15.535	
		Na instellen evenwicht	-2,5, -6,5	7,25	990,4	23.770	5.169.978	<b>5.447.000</b>

### Toelichting op de tabel 4.3

#### *Initieel waterbezwaar*

Het initiële waterbezwaar ( $Q_i$ ) is berekend via de volgende relatie:

$$Q_i = \frac{1}{2} A \cdot \Delta h \cdot n + B \cdot \Delta h \cdot n$$

Met:

A = oppervlakte bouwkuip talud [ $m^2$ ]

B = oppervlakte bouwkuip bodem [ $m^2$ ]

$\Delta h$  = verlaging grondwaterstand [m]

n = effectieve porositeit [-]

Voor de effectieve porositeit is een waarde van 0.3 aangehouden. Voor de aangehouden oppervlakte van de bouwkuipen wordt verwezen naar tabel 4.2 (oppervlakten aan maaiveld en bodem). A = totaal oppervlak – B.

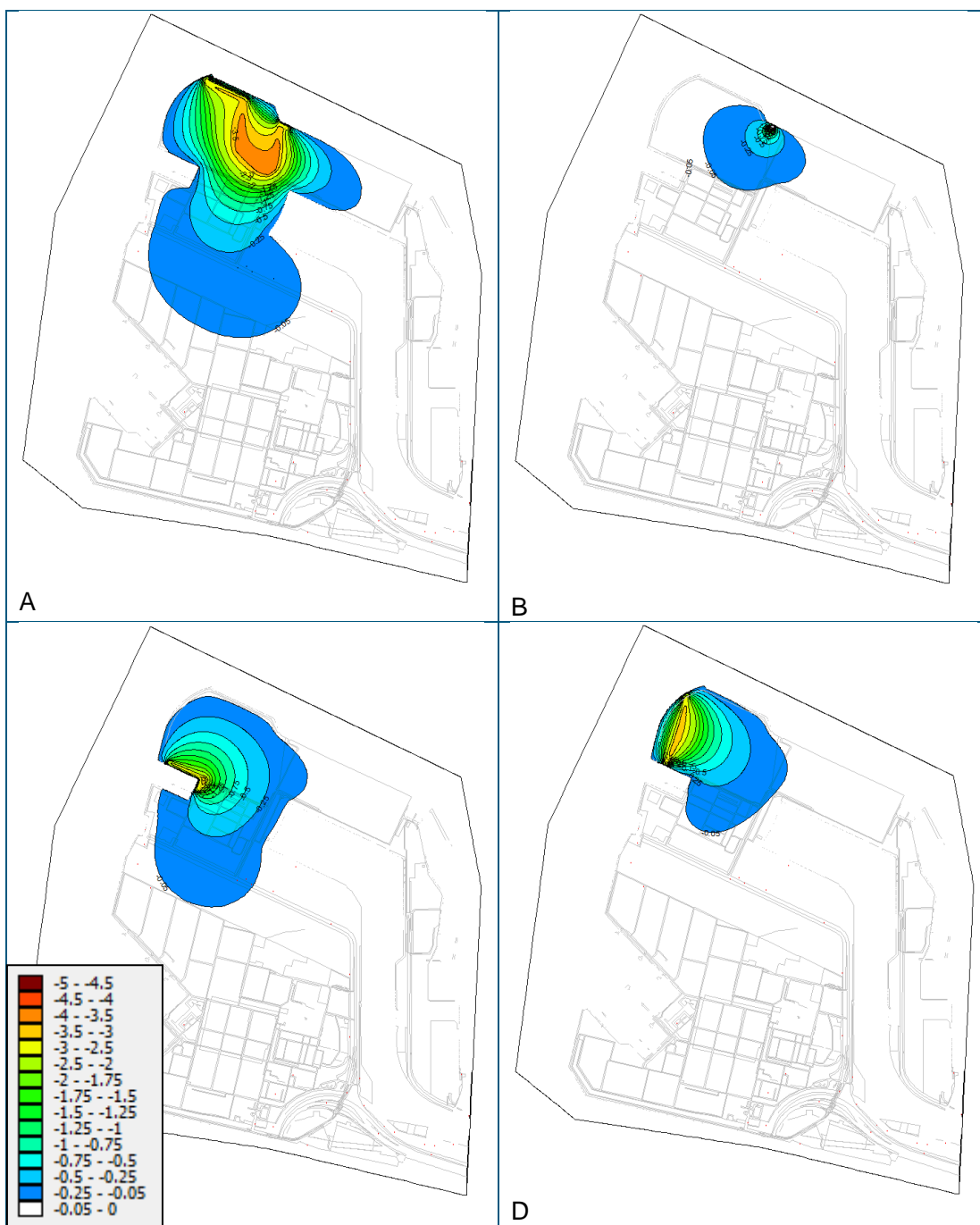
#### *Incidentele, extreme bui*

Een extreme bui (kortstondige piekafvoer) kan het uur-/dagdebiet van de bemaling beïnvloeden. Voor het totale waterbezwaar is zo'n bui minder relevant. Voor de maatgevende bui is uitgegaan van een bui met een intensiteit van 20 mm/uur, gerekend over het totale oppervlak van de bouwkuip. Een dergelijke bui-intensiteit komt gemiddeld eens in de 10 jaar voor (bron: KNMI). Bijvoorbeeld: in Hoek van Holland viel in 2001 op 19 september 107 mm in 21 uur (bron: KNMI). Op die dag viel in een groot deel van de provincie Zuid-Holland meer dan 50 mm. Het incidentele piekdebiet per uur en het totaal extra waterbezwaar (voor een bui zoals op 19-09-2001) is weergegeven in tabel 4.3.

#### *Evenwichtssituatie*

Er wordt stationair gerekend met een jaargemiddelde grondwateraanvulling. Als het gewenste onttrekkingsniveau is bereikt, wordt het debiet bepaald (evenwichtssituatie). Seizoensinvloeden worden dus niet meegenomen.

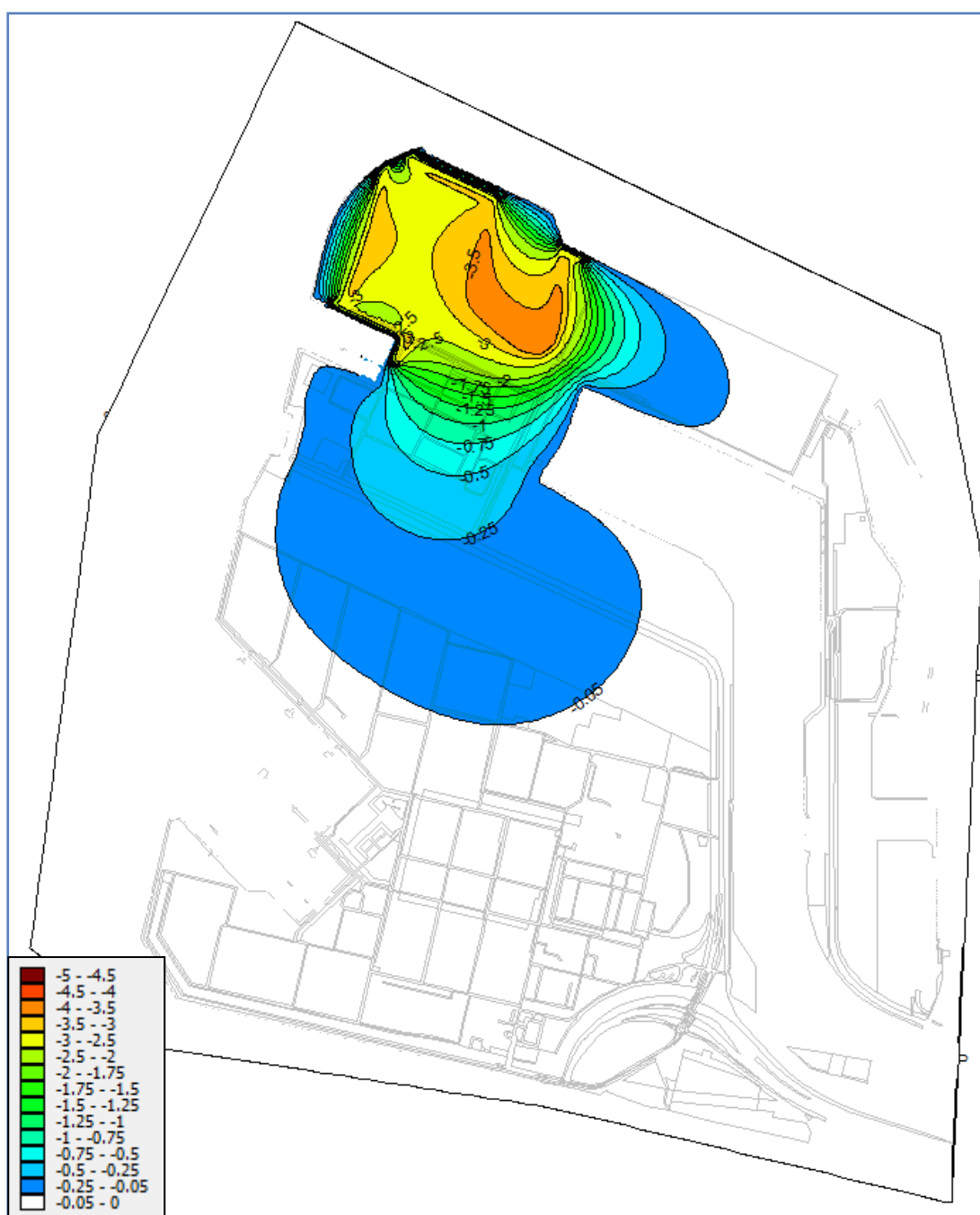




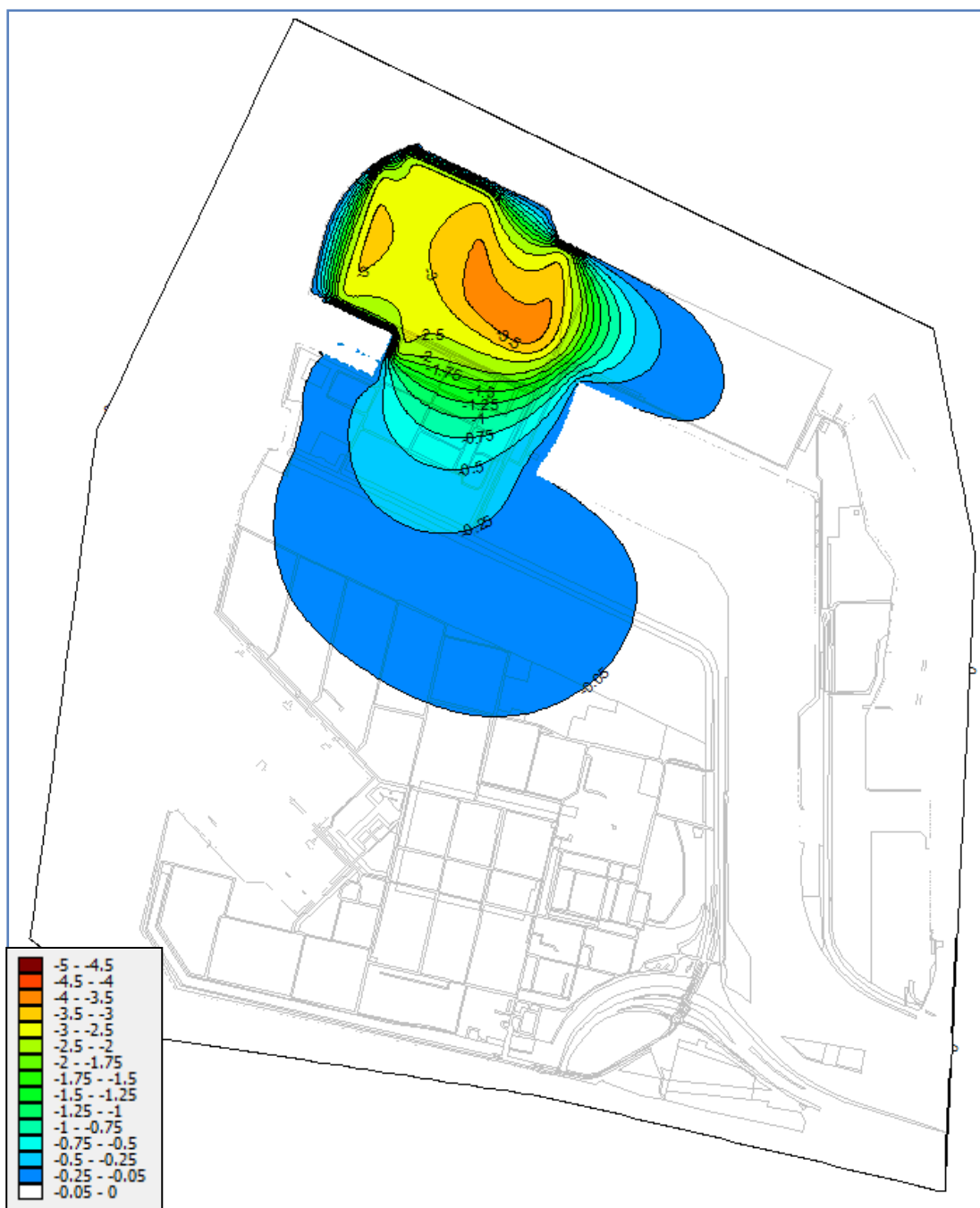
Afbeelding 4.3 Berekende grondwaterstandsverlagingen individuele bouwkuip bemalingen (voor maximaal debiet). A=Zeekade en insteekhaven plot A, B=aansluiting EECV kade, C=Tennessee kade en D=kade Beerkanaal.

#### 4.4.5 Veranderingen grondwaterstanden, stijghoogten en kwel/infiltratie

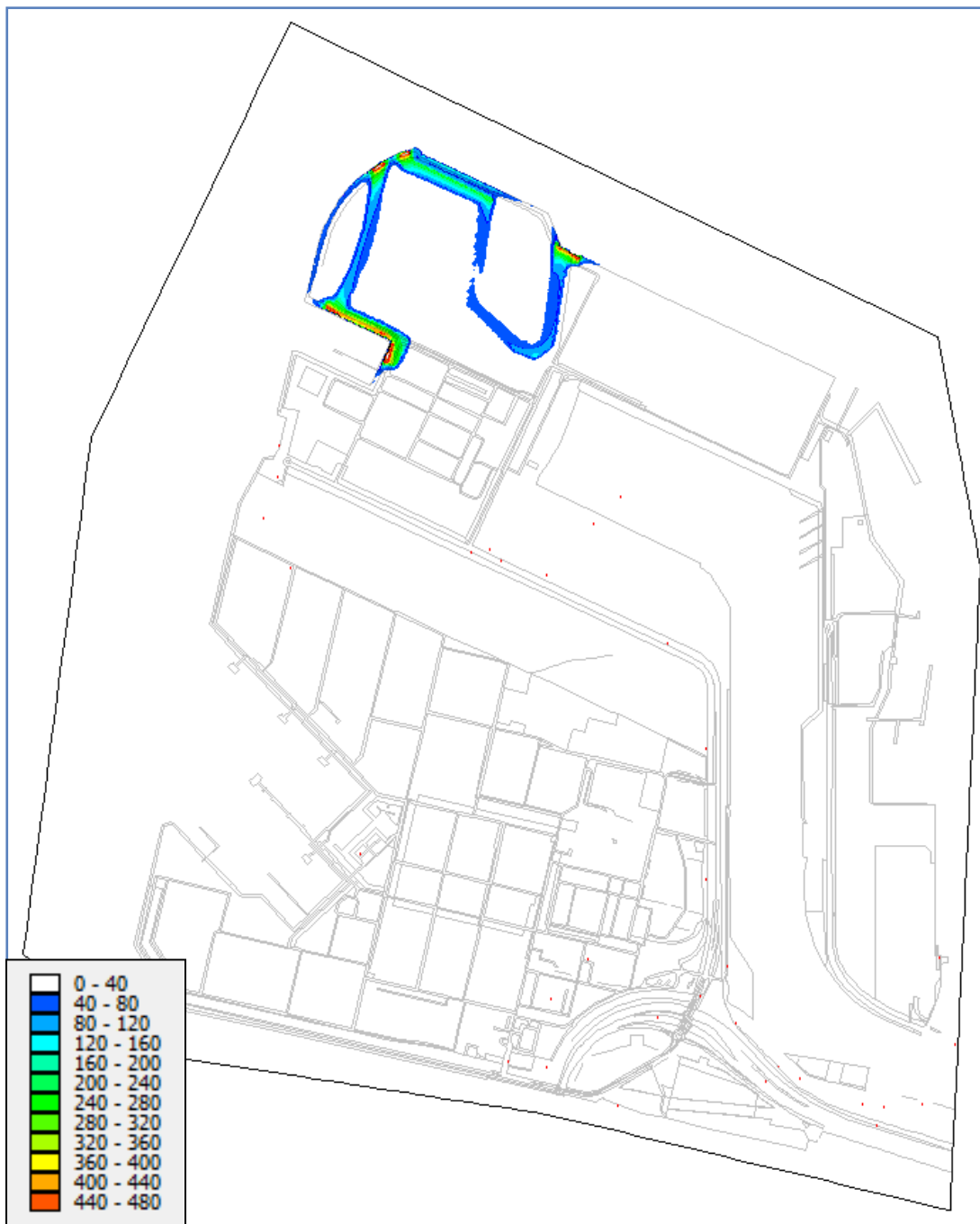
In de afbeeldingen 4.4a, 4.4b en 4.4c zijn respectievelijk de berekende freatische grondwaterstandsverlagingen, de berekende stijghoogteverlagingen in het eerste watervoerende pakket en de berekende veranderingen in kwel/infiltratie weergegeven. Bij het bepalen van de maximale verlagingen is uitgegaan van de situatie dat de vier bemalingen tegelijkertijd worden uitgevoerd, en dat hier dus het maximale effect in beeld wordt gebracht.



Afbeelding 4.4a Berekende veranderingen freatische grondwaterstand (in meter).



Afbeelding 4.4b Berekende veranderingen stijghoogte 1e watervoerend pakket (in meter).



Afbeelding 4.4c Berekende veranderingen kwel/infiltratie (in mm/dag).

#### Verlaging freatische grondwaterstand

Uit afbeelding 4.4a valt op te maken dat de invloed van de bemalingen zich uitstrekt tot op maximaal 750m (25cm effect) of 1500m (5cm effect) afstand van de bouwkuip voor de Tennesseehaven en het zuidelijke traject van de insteekhaven (Plot A). Ter hoogte van de bouwkuip insteekhaven Plot A bedraagt de freatische grondwaterstandsverlaging tot circa 3.9 meter. De gemiddelde verlaging is 1.2 meter. Verlagingen van 1.5 meter worden berekend tot op maximaal 400 meter afstand van de bouwkuipen. De invloed

van de bemaling bestrijkt ongeveer de helft van het EECV-terrein in oostelijke richting en strekt zich in zuidelijke richting uit tot halverwege het terrein van Nerefco.

#### **Verlaging stijghoogte 1<sup>e</sup> watervoerend pakket**

De mate van beïnvloeding in het watervoerend pakket valt op te maken uit afbeelding 4.4b. De maximale stijghoogteverlaging is iets gedempt (-3.7m) ten opzichte van het freatische pakket en de gemiddelde verlaging betreft -1.1m t.o.v. de uitgangssituatie. De verbreiding van het effect is nagenoeg gelijk aan het freatische effect en strekt zich uit tot op maximaal 750m (25cm effect) of 1500m (5cm effect) afstand van de bouwkuip voor de Tennesseehaven en het zuidelijke traject van de insteekhaven (Plot A). De invloed van de bemaling bestrijkt ongeveer de helft van het EECV-terrein in oostelijke richting en strekt zich in zuidelijke richting uit tot halverwege het terrein van Nerefco. De natuurlijke waterscheiding in de vorm van diep insnijdende kanalen zorgt ervoor dat het effect zich niet verder kan verspreiden in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket onder de kanalen door.

#### **Verandering van kwel en inzijging**

In de uitgangssituatie is sprake van infiltratie in het hele modelgebied. Als gevolg van de bemaling wordt de grondwaterstand in de deklaag dusdanig verlaagd dat in de omgeving van de onderzoekslocatie kwel vanuit de pleistocene zanden op gaat treden. Afbeelding 4.4c geeft een overzicht van de maximale kwelintensiteit die verwacht mag worden in het geval alle bemalingen tegelijkertijd in werking worden gesteld met de hiervoor aangegeven verlagingen. De kwelintensiteit wordt plaatselijk zeer versterkt als gevolg van infiltratie van zeewater richting de bouwkuip vanuit de kanalen en havens. Deze kwelinvloed wordt meegenomen in het totale waterbezwaar, en betreft dus een aanzienlijke zeewatercomponent. De gemiddelde toename in kwelintensiteit betreft 41 mm/d en het maximum (direct naast het talud) ongeveer 530 mm/d.

### **4.5 Berekende primaire, permanente effecten**

#### **4.5.1 Modelaanpassingen**

Voor het bepalen van de permanente grondwaterstandsveranderingen als gevolg van de aanleg van de insteekhaven en kademuuren, rekenen we het model door met de modelparameters zoals gegeven in tabel 4.1 en 4.2. Voor de grondwateraanvulling gaan we uit van een langjarig gemiddelde neerslag van 2.36 mm/dag, waarvan 25% verdampt. Er wordt geen rekening gehouden met toename in bebouwing langs de nieuwe kademuuren (dit zou een afname van grondwateraanvulling betekenen). Voor de kademuur aan de Dintelhaven (750m lang, tot -12m NAP) nemen we eenzelfde weerstand aan als de andere kademuuren (200 dagen).

#### **4.5.2 Veranderingen grondwaterstanden, stijghoogten en kwel/infiltratie**

De resultaten zijn weergegeven in de afbeeldingen 4.5a tot en met 4.5d. In de nieuwe haven en langs het afgegraven deel van Plot C zal het kanaalpeil van +7cm NAP zich handhaven. Deze waterstand is lager dan de grondwaterstand van de uitgangssituatie, dit resulteert op deze plaatsen in een afname van de 'grond'waterstand met circa 1 m. Omdat de kademuuren een scheiding vormen tussen de insteekhaven en het omliggende land, ontstaat ook een barrière voor grondwateraanvulling en interactie met het

Calandkanaal. In afbeelding 4.5b is te zien dat de grondwaterstand rondom de insteekhaven als gevolg van deze verminderde aanvulling en interactie afneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Deze grondwaterstandsval reikt tot circa 500 m ten zuiden van de insteekhaven (5cm verlaging).

De berekende stijghoogte veranderingen in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket (afbeelding 4.5c) zijn iets lager dan de berekende grondwaterstandsveranderingen. De effectverspreiding is nagenoeg gelijk aan die van de grondwaterstandsverlaging.

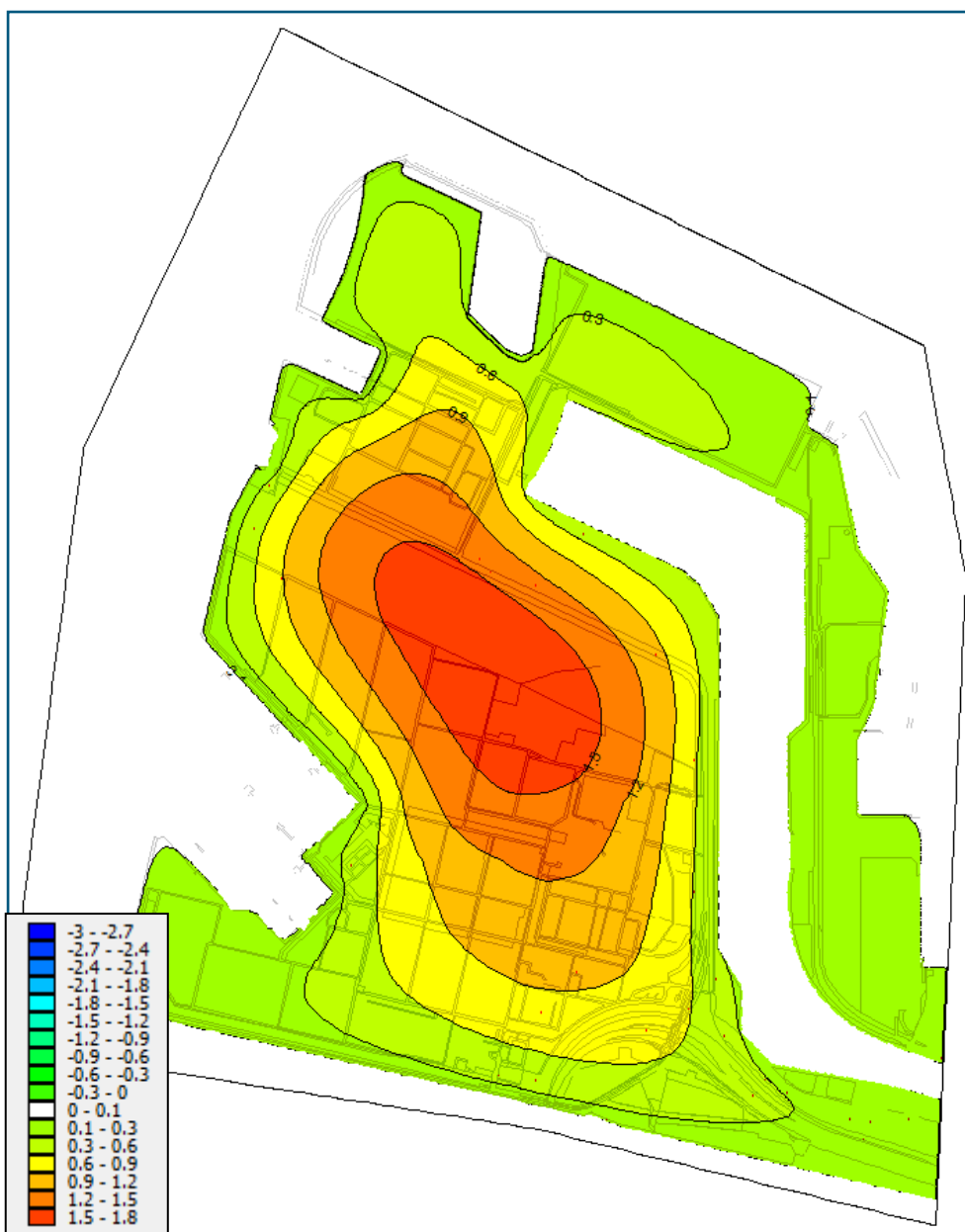
Er treedt een lichte verhoging van de inzijging op langs de zuidrand van de kademuuren (afbeelding 4.5d). Immers, water dat voorheen af kon stromen richting het Calandkanaal ondervindt nu een kademuur tot -25 m NAP. Aan de kanaalkant van de kademuur treedt een lichte kwelverhoging op ten opzichte van de referentiesituatie. Het hoogteverschil tussen het gemiddelde waterpeil en de grondwaterstand direct achter de kademuur is van eenzelfde grootte als bij de EECV kade en leidt niet tot een significant andere stromingssituatie.

De berekende veranderingen langs de kademuur aan de Dintelhaven is nihil (<5cm) en ook de berekende kwel/inzijgingsverandering is zeer marginaal (<1mm/dag). Mogelijke redenen hiervoor zijn dat de damwand maar tot -12m NAP reikt, en dat de scheidende laag op ca 21m diepte afwezig is.

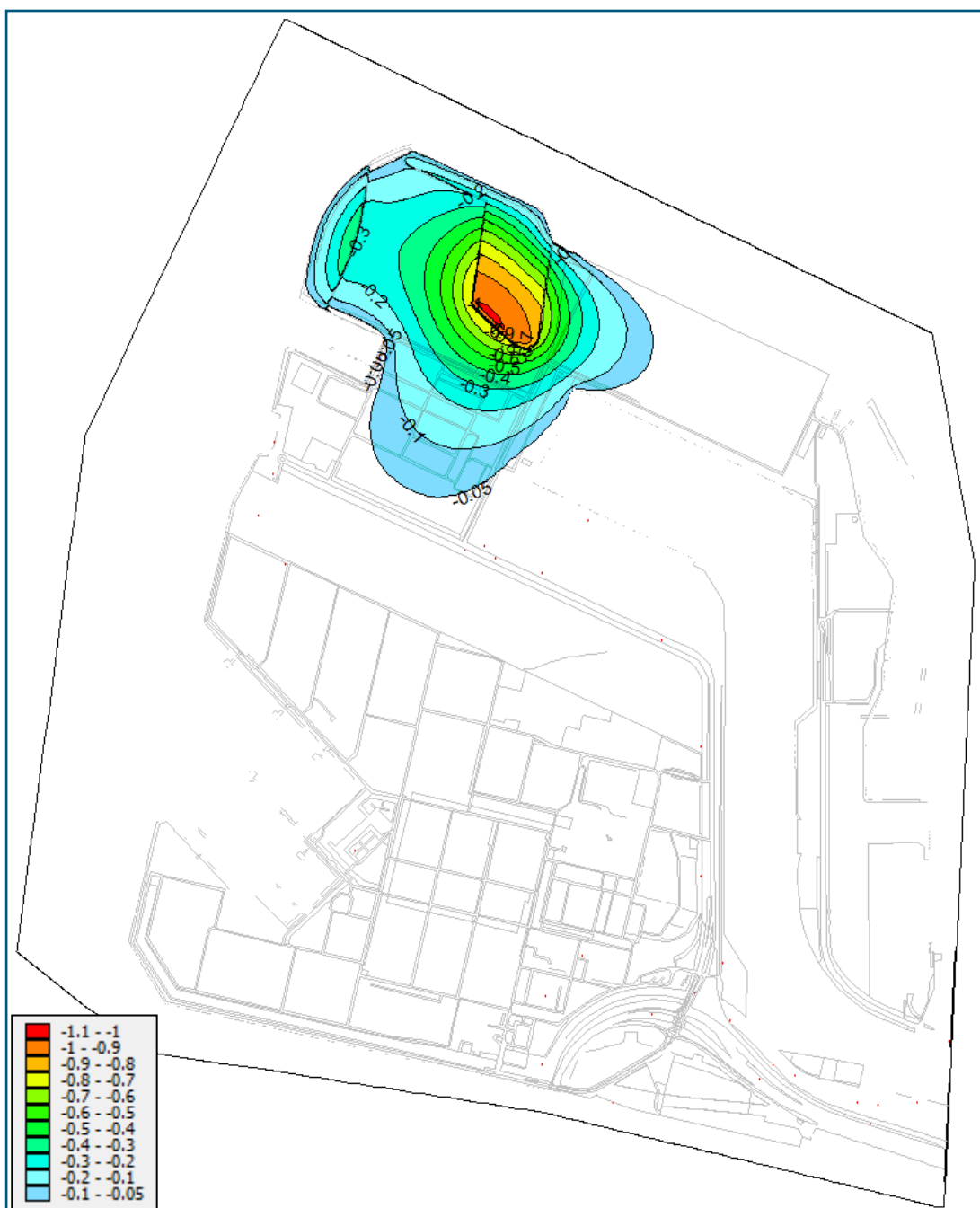
Indien de kademuur langs het Beerkanaal niet wordt aangelegd en de golfdempende constructie daarvoor in de plaats komt zal de barrière functie van de kademuur deels worden opgeheven. De reden hiervoor is dat de hydraulische weerstand van de kademuur/combiwand tot op grotere diepte wordt beperkt. Ten opzichte van het permanente effect van de kademuur/combiwand vindt er een lichte verlaging van de grondwaterstand plaats ten oosten van golfdempende constructie. Over een afstand van 0 tot 50 m ten oosten van de golfdempende constructie is de extra verlaging 10 tot 5 cm, ten opzichte van de permanente effecten van een kademuur/combiwand.

**Resumé:** de grondwaterstandsveranderingen worden hoofdzakelijk bepaald door de te baggeren haven en de aanleg van de kadeconstructies langs het Beerkanaal en Calandkanaal.

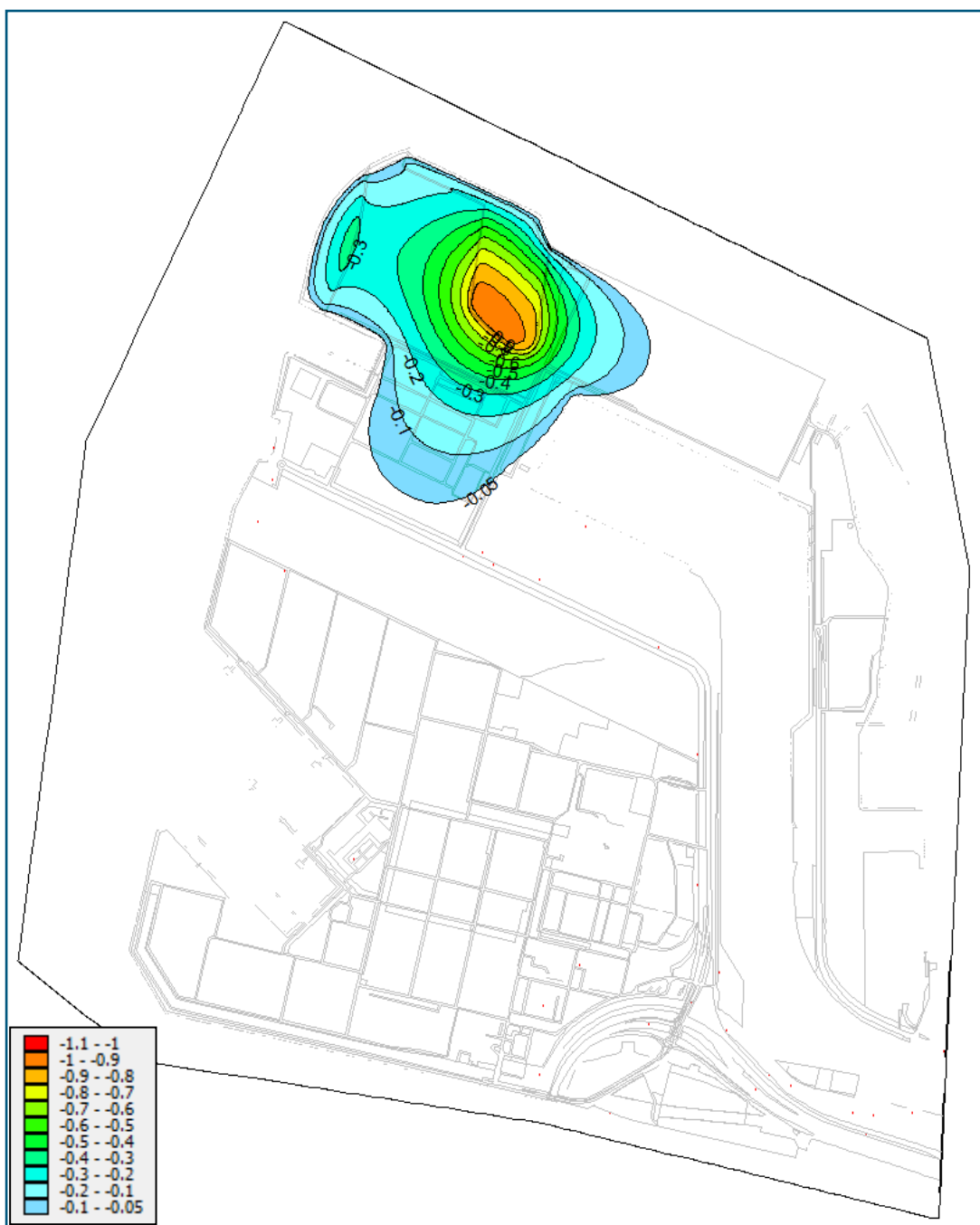




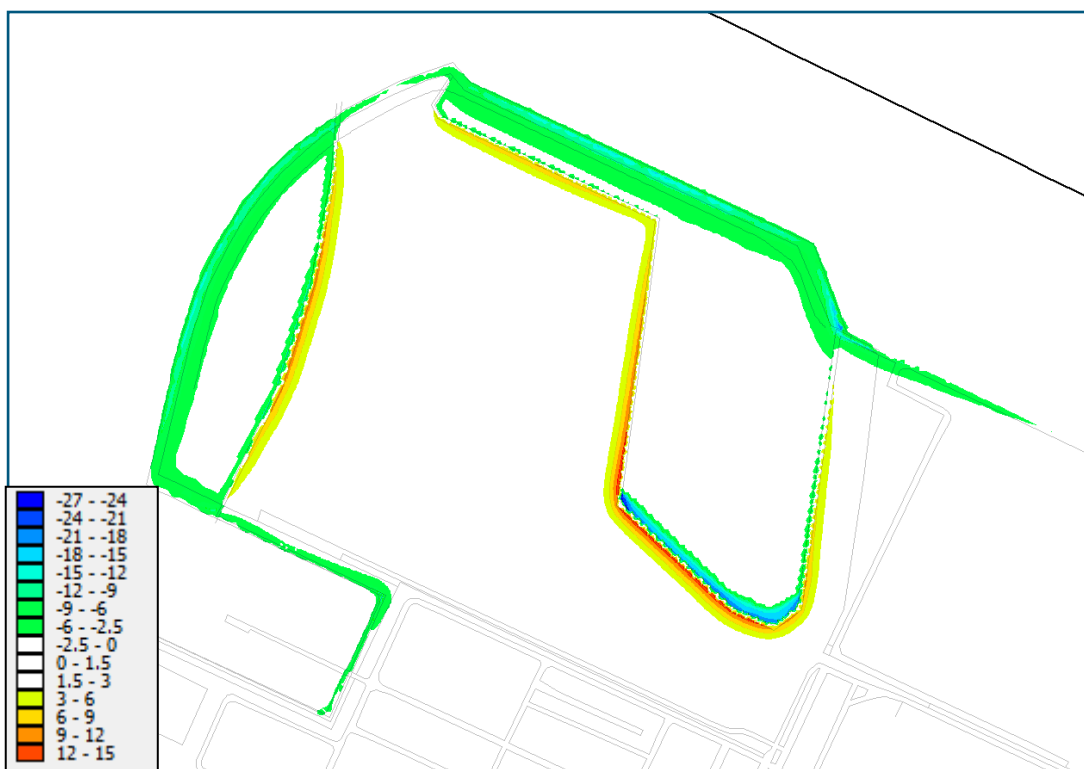
Afbeelding 4.5a Berekende freatische grondwaterstanden, permanente effecten (in m NAP).



Afbeelding 4.5b Berekende verandering freatische grondwaterstanden (in meter).



Afbeelding 4.5c Berekende veranderingen stijghoogte 1e watervoerend pakket (in meter).



Afbeelding 4.5d Berekende veranderingen kwel/inzijing Kop van de Beer (in mm per dag)

## 5 AFGELEIDE TIJDELIJKE EN PERMANENTE EFFECTEN

### 5.1 Afgeleide tijdelijke effecten (bemalingsactiviteiten aanlegfase)

#### 5.1.1 Inleiding

Met het oog op de grondwaterafhankelijke belangen zijn de gevolgen van de grondwaterstandsverlagingen als gevolg van de bemalingen in beeld gebracht. Voor de worst-case situatie wat betreft de berekende verlagingen (zie hoofdstuk 4) zijn de volgende afgeleide effecten bepaald:

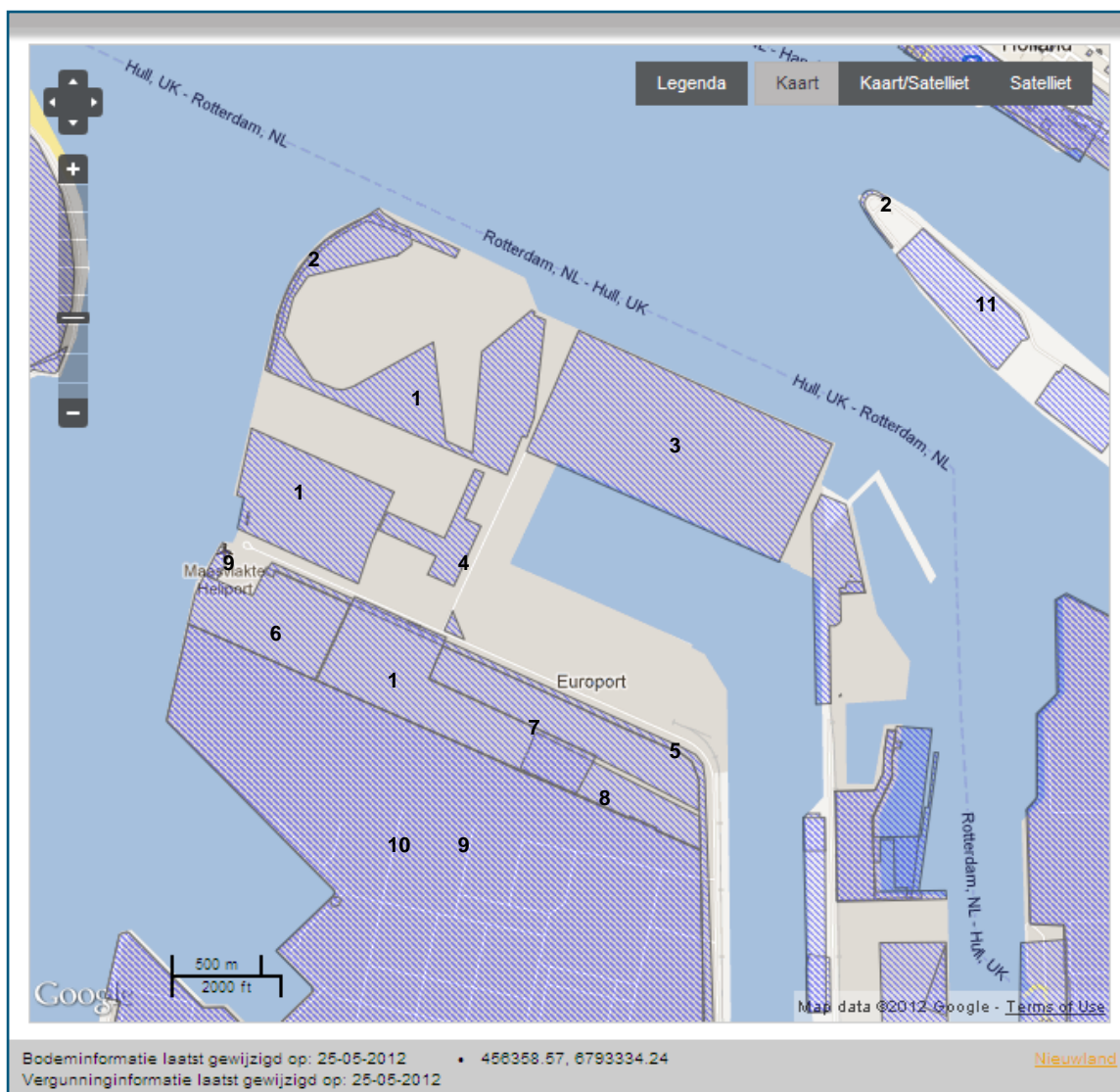
- Effecten op bodemverontreinigingen;
- Effecten op overige onttrekkingen;
- Effecten op kwetsbare gebieden (natuur, waardevolle groenvoorzieningen, archeologie, zoetwater voorkomens);
- Zettingen;
- Effecten op landbouw (droogteschade).

#### 5.1.2 Effecten op bodemverontreinigingen

Effecten op bodemverontreinigingen kunnen optreden als sprake is van mobiele grondwaterverontreinigingen. Als gevolg van de sterke veranderingen in de grondwaterstroming kunnen grondwaterverontreinigingen extra verplaatsen, of in het geval van de aanwezigheid van grondwaterbeheersystemen, kan de werking hiervan worden verstoord door veranderingen in het grondwaterstromingspatroon.

Gezien het ontstaan van de locatie (opgespoten in de jaren 60-70) en het gebruik van het terrein, bestaat er geen reële kans voor het voorkomen van bodemverontreinigingen (mobiele, grondwaterverontreinigingen).

Mede in het kader van het MER deelonderzoek Bodem is een inventarisatie uitgevoerd van beschikbare gegevens van uitgevoerde bodemonderzoeken op en rond de projectlocatie uit het digitale archief (Bodeminformatie Online, [www.dcmr.nl](http://www.dcmr.nl)) van de DCMR [13]. De paarse vlakken in afbeelding 5.1 geven locaties aan waar informatie over bodemonderzoeken beschikbaar is. De belangrijkste informatie over deze locaties is samengevat in tabel 5.1.



Afbeelding 5.1 Screenshot van bodeminformatie op [www.dcmr.nl](http://www.dcmr.nl) [13]

Tabel 5.1 Uitgevoerde bodemonderzoeken omgeving onderzoekslocatie [13]

Nummer in afb. 5.1	Locatiecode (DCMR)	Locatiennaam	Status en vervolg	Informatie
1	AA059910891	Markweg (Kop van de Beer)	Niet ernstig, licht tot matig verontreinigd. Geen vervolg.	Zie toelichting in de tekst.
2	AA05991128	Landtong Rozenburg Oostbocht Caland/Beerkanaal	Potentieel ernstig. Saneringsevaluatie opstellen.	Zie toelichting in de tekst.



Nummer in afb. 5.1	Locatiecode (DCMR)	Locatiennaam	Status en vervolg	Informatie
3	AA059902755	Markweg 131	Potentieel ernstig en urgent. Uitvoeren historisch onderzoek.	Op- en overslag van metaalertsen, tevens brandstofopslag aanwezig (geweest). Geen onderzoeken bekend.  Zie ook toelichting inde tekst.
4	AA059911138	Markweg 201	Voldoende onderzocht.	Geen digitale onderzoeken of besluiten beschikbaar.
5	AA059911875	Markweg/Colora doweg	Niet ernstig, licht tot matig verontreinigd.  Geen vervolg.	Geen concentraties boven de tussenwaarde aangetoond in grond en grondwater.
6	AA059910662	Markweg (uitgifte aan Eneco)	Geen verontreinigingen.  Geen vervolg.	Geen concentraties boven de tussenwaarde aangetoond in grond en grondwater.
7	AA059913324	Markweg (uitgifte aan EECV)	Potentieel ernstig.  Opstellen saneringsplan.	Op 14 februari 2012 is ingestemd met saneringsplan (BUS-melding). Betreft sanering van een zinkverontreiniging in de grond.
8	AA059912042	Markweg (uitgifte aan Nerefco)	Niet ernstig, plaatselijk sterk verontreinigd.  Geen vervolg	Plaatselijk is de sliblaag sterk verontreinigd met zink en arseen. Het grondwater is matig verontreinigd met arseen.
9	AA059911048	d'Arcyweg (amocospill)	Uitvoeren aanvullende sanering	Geen digitale rapporten of besluiten beschikbaar: type verontreiniging onbekend.
10	AA059902314	d'Arcyweg (locatie BP)	ernstig, spoed, risico's wegnemen en uiterlijk saneren voor 2015.  Uitvoeren aanvullend nader onderzoek.	Verontreiniging maakt deel uit van groter geval. In grondwater verontreiniging met vluchtige aromatische koolwaterstoffen aanwezig.
11	AA059990787	Noordzeeweg (Vliegasepot)	Potentieel verontreinigd.  Monitoring.	Zie navolgende toelichting.

#### **Toelichting locatie 1**

Op deze locatie zijn diverse onderzoeken uitgevoerd:

- Nulonderzoek, locatie Markweg, kop Beerkanaal/Calandkanaal (ECC) te Rotterdam, Geo-Logic, kenmerk 66-279, mei 1992;
- Additional Soil Survey at the ECC-site in Rotterdam The Netherlands, Tebodin, kenmerk 331799, september 1993;
- Verkennend bodemonderzoek Markweg ong. te Rotterdam (Kop van de Beer), DHV, kenmerk WN-ZH20070056, februari 2007.
- Verkennend onderzoek Landtong Rozenburg en kop van de Beer, Groundwater Technology, kenmerk G07A0028, maart 2007.

Uit de onderzoeken uit 1992 en 1993 blijkt dat op het terrein licht verhoogde gehalten aan zware metalen, PAK, EOX en minerale olie zijn aangetoond. In het freatisch grondwater komen licht verhoogde concentraties zware metalen (inclusief licht tot matig verhoogde concentraties arseen), xylenen, en 1,1,2-trichloorethaan voor. In het onderzoek uit 2007 zijn geen overschrijdingen van toetsingsnormen aangetoond in grond- en grondwatermonsters. In dit onderzoek is eveneens gekeken naar de oeververharding. Deze bestaat uit asfaltbeton waarover een laag asfalt is aangebracht. Het asfalt in de oeververharding is niet teerhoudend.

De locatie is onverdacht voor de aanwezigheid van asbest.

#### **Toelichting locatie 2**

In januari 2007 is een calamiteit opgetreden waarbij de bodem ter plaatse van de kop van de Beer verontreinigd is geraakt met minerale olie. De verontreiniging is door Groundwater Technology onderzocht en er is geconcludeerd dat de bovenste 30cm van de bodem plaatselijk licht verontreinigd is met minerale olie. De Gemeentewerken Rotterdam concludeert in haar beoordeling dat de verontreinigingen ten gevolge van de calamiteit gesaneerd dienen te worden tot beneden de (destijds) geldende streefwaarden. In het digitale systeem van de DCMR is geen evaluatie van deze sanering bekend. Het is daarom onduidelijk of de verontreinigingen zijn verwijderd.

#### **Toelichting locatie 3**

Uit informatie van de DCMR blijkt dat ter plaatse van de Markweg 131 geen bodemonderzoeken zijn uitgevoerd maar wel diverse activiteiten zijn geregistreerd die potentieel bodembedreigend zijn. De status van deze locatie bij de DCMR is dan ook: potentieel ernstig en urgent, uitvoeren historisch onderzoek. Indien op deze locatie gevallen van bodemverontreiniging aanwezig zijn, kunnen ze de huidige locatie hebben verontreinigd. De beschikbare onderzoeken ter plaatse van de toekomstige insteekhaven laten echter geen grondwaterverontreiniging zien. Daarom is er geen reden om een bodemonderzoek uit te voeren op de projectlocatie.

#### **Toelichting locatie 7**

Op het 'stenenterrein' is in 2012 door ATKB bodemonderzoek uitgevoerd ivm de uitgifte aan TEW [11]. Uit de resultaten blijkt dat het terrein wat betreft grondwaterverontreinigingen maximaal licht verontreinigd is. Tevens is in dit rapport aangegeven dat langs de noordrand van het Nerefco-terrein mogelijk benzeen aanwezig is in het grondwater van het eerste watervoerend pakket. Tevens is langs de noordwestgrens van het Nerefco-terrein sprake van een verontreiniging/sanering met minerale olie. Deze verontreinigingen komen overeen met de deellocaties 9 en 10 uit voorgaand overzicht.

#### **Toelichting locatie 11**

Aan de Noordzeeweg ten noorden van de locatie is een voormalig vliegasepot aanwezig. De bodemkwaliteit wordt gemonitord. Er zijn in de meest recente onderzoeken (2011) geen overschrijdingen van tussen- of interventiewaarden gemeten. Er is geen risico op verontreiniging van de toekomstige insteekhaven door het voormalige vliegasepot.

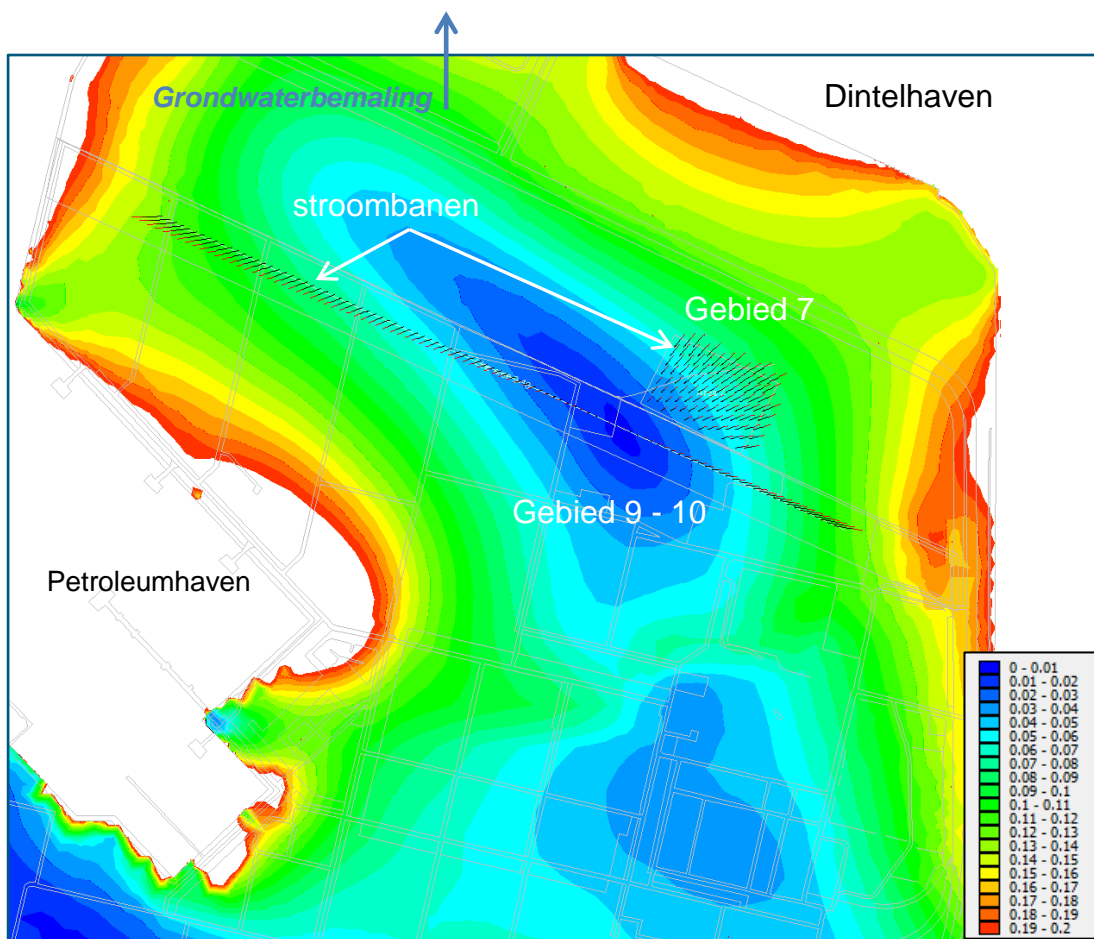
Uit voorgaand overzicht volgen twee locaties (9 en 10) waar mogelijk problemen kunnen ontstaan met betrekking tot aanwezige bodemverontreinigingen. In beide gevallen gaat het om het terrein van Nerfecco, te weten een spill (9) waar een aanvullende sanering voor nodig is en de aanwezigheid van een grondwaterverontreiniging met vluchtige aromatische koolwaterstoffen als onderdeel van een groter geval van bodemverontreiniging. Volgens het onderzoek van ATKB [11] bevinden beide spills zich langs de noordgrens van het Nerfecco-terrein, ongeveer recht tegenover de terreingrens met Indorama.

Uit de effectberekening blijkt dat de invloed van de bemalingen in het uiterste geval tot circa 100 meter over de noordelijke terreingrens van Nerfecco valt (zie afbeelding 4.4a in hoofdstuk 4). Op dit deel van het Nerfecco terrein is nog sprake van een verlaging van de grondwaterstand met 5 a 10 cm. Of daadwerkelijk sprake is van beïnvloeding hangt af van de exacte locatie(s) van de grondwaterverontreinigingen en de uiteindelijke invloed van de bemaling (de weergegeven verlagingen zijn worst-case berekend).

Om de te verwachten extra migratie van de veronderstelde verontreiniging te bepalen zijn stroombaanberekeningen uitgevoerd op basis van het worst-case onttrekkingsscenario. De horizontale stroomsnelheden in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket (figuur 5.2) met invloed van bemaling liggen in de orde grootte van 1 – 15 cm/dag. Dit komt overeen met een grondwaterverplaatsing van 4 tot 65 meter in 14 maanden op de genoemde locaties 7, 9 en 10. De horizontale stroomsnelheden in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket met invloed van bemaling van de golfdempende constructie in plaats van de kade langs het Beerkanaal (bijlage 8) liggen in de orde grootte van 1 – 10 cm/dag. Dit komt overeen met een grondwaterverplaatsing van 2,5 tot 24 meter in 8 maanden op de genoemde locaties 7, 9 en 10. Uit een vergelijking met de berekende situatie *zonder* bemaling (huidige grondwaterstromingssituatie) blijkt dat er geen sprake is van extra grondwaterverplaatsing als gevolg van de bemaling.

De stromingssnelheden in de holocene deklaag zijn 3 tot 10 keer lager dan de hiervoor genoemde snelheden in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket. Uit het ATKB onderzoek blijkt tevens dat de grondwaterstanden op het 'Stenenterrein' mogelijk hoger zijn dan gemodelleerd, wat duidt op een lagere doorlatendheid van de deklaag dan aangenomen. Horizontale verspreiding van verontreinigd grondwater in de deklaag is hier zodoende niet te verwachten.

Er is geen additioneel effect op de migratie van verontreinigd grondwater als gevolg van de hier worst-case gemodelleerde onttrekkingsactiviteiten met een maximale duur van 14 maanden.



**Afbeelding 5.2 Grondwater stromingssnelheid (m/dag) in het eerste watervoerende pakket en stroombanen gebieden 7, 9 en 10 (zie figuur 5.1).** De lengte van de stroombaanlijnen komt overeen met een grondwaterverplaatsing gedurende 425 dagen (maximaal 14 maanden onttrekking, worst-case). De bemalingsactiviteiten vinden plaats ten noorden van hier weergegeven gebied.

### 5.1.3 Effecten op overige onttrekkingen

Bij het Waterschap Hollandse Delta is het grondwateronttrekkingsbestand opgevraagd (contactpersoon mevrouw L. Hoopman-Everdij). Binnen het gebied met een minimale grondwaterstandsverlaging van 5 centimeter worden geen grondwateronttrekkingen aangetroffen. Binnen dit gebied wordt 1 relevante onttrekkingsvergunning aangemerkt. De vergunning voor deze onttrekking is echter verlopen per 19 december 2011 (BP Raffinaderij Rotterdam B.V., kenmerk 114720). Bij WSHD is geverifieerd dat deze onttrekking op 31 januari 2012 ook daadwerkelijk gestopt is. Er worden dan ook geen problemen verwacht ten aanzien van de bestaande onttrekkingen.

#### 5.1.4 Effecten op kwetsbare gebieden

##### **Effecten op natuurwaarden en waardevolle groenvoorzieningen**

Voor verdrogings schade aan natuurgebieden en waardevolle groenvoorzieningen is de 5 cm verlagingcontour van de freatische grondwaterstand maatgevend. In het kader van het bijbehorende MER onderzoek (Realisatie insteekhaven en afmeergelegenheden Tankterminal Europoort West) zijn de natuurwaarden en waardevolle groenvoorzieningen in het gebied geïnventariseerd [9]. Binnen de berekende verlagingcontour van de freatische grondwaterstanden komen geen grondwaterafhankelijke natuurwaarden voor (permanent of tijdelijk).

##### **Effecten op omliggende Natura2000-gebieden**

In de omgeving van de uit te voeren bemalingen bevinden zich beschermde (Natura2000)gebieden, te weten: Voornes Duin, Voordelta en Solleveld & Kapittelduinen [10]. Aangezien de grondwatereffecten van de bemaling niet verder reiken dan tot aan de omliggende havens en vaarwegen zijn grondwatereffecten op de omliggende beschermde gebieden niet te verwachten.

##### **Effecten op de zoet-brak grens**

Uit de beschikbare grondwateranalyses (zie bijlage 3) is op te maken dat het zout/brak grensvlak op de onderzoekslocatie wordt aangetroffen in het freatische vlak tussen circa NAP 0,0 m en NAP -5,0 m. De onderzoekslocatie grenst aan het Calandkanaal en het Beerkanaal, die in open verbinding staan met de zee en het oppervlaktewater. Deze wateren kunnen dus gekarakteriseerd worden als zoute water lichamen. Door de berekende verlagingen van grondwaterstanden en stijghoogten zal het zout-brak grensvlak niet noemenswaardig omhoog komen.

##### **Effecten op archeologische monumenten**

Voor het plangebied geldt, op grond van de ontstaans-en bewoningsgeschiedenis en op grond van tot nu toe bekende vondsten, een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting. Een bureauonderzoek en verkennend inventariserend veldonderzoek door middel van grondboringen (BOOR rapport 537, 2012) concludeert dat voor dit moment en met de huidige plannen in het plangebied er geen voorzieningen getroffen hoeven worden om archeologische waarden te behouden of te ontzien. Aangezien de grootste grondwater effecten als gevolg van onttrekkingen binnen het plangebied verwacht worden hebben de bemalingsactiviteiten naar verwachting geen impact op archeologische monumenten in het plangebied.

#### 5.1.5 Effecten op landbouw (droogteschade)

In het invloedsgebied van de bemaling wordt geen landbouw bedreven. Het gebied is in gebruik als bedrijventerrein/havengebied.

#### 5.1.6 Zettingen

##### **Inleiding**

Als gevolg van de bemaling zal een onttrekking van grondwater uit de omgeving plaatsvinden. Dit heeft als gevolg dat er een grondwaterstandsverlaging in de omgeving van het project zal optreden. In hoofdstuk 4 zijn de berekende verlagingen van de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het eerste watervoerend pakket weergegeven en de daaraan ten grondslag liggende uitgangspunten.

Uitgangspunt is dat de grondwaterstand in de verschillende bouwkuipen verlaagd wordt naar een niveau van circa NAP -2,5 meter. Dit resulteert in de verlagingsbeelden zoals gepresenteerd in hoofdstuk 4. Hieruit blijkt een beïnvloedingsgebied tot over het terrein van EECV in westelijke richting en tot aan de noordzijde van het terrein van Nerefco. Uit de gepresenteerde resultaten blijkt verder dat er tussen de Tennesseehaven en de Dintelhaven en tussen de Dintelhaven en Calandkanaal sprake is van een aanzienlijke grondwaterstandsverandering.

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterspanning neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Door deze korrelspanningstoename kunnen zettingen in mogelijk aanwezige samendrukkingsgevoelige lagen optreden. Binnen het invloedsgebied van de bemaling vallen zettingsgevoelige objecten. Deze zettingsgevoelige objecten betreffen een aantal leidingstroken rondom de Dintelhaven en ter hoogte van de Pistoelhaven . het terrein van Indorama en de noordelijke grens van de Nerefco raffinaderij (zie afbeelding 5.4. Ten oosten van het plangebied ligt het terrein van EECV. De berekende verlagingen zijn hier beperkt tot de rand van het terrein. Bovendien bestaat het gebied grotendeels uit opslag van droge bulk. Naar verwachting heeft hier al een significante voorbelasting plaatsgevonden en is de kans op additionele zetting als gevolg van de bemaling nihil.

De leidingenstrook omvat een groot aantal verschillende soorten kabels en leidingen. Op het terrein van Indorama (fabricage van plastics) en Nerefco (petrochemie) bevinden zich fabrieksinstallaties, opslagtanks en diverse bedrijfsgebouwen. Ook hier is leidingwerk aanwezig. Over het type leidingen en de exacte ligging van de leidingen is geen informatie ontvangen. In deze paragraaf zal bepaald worden welke zettingen en zettingsverschillen op kunnen treden nabij de kabels en leidingen en op de verschillende terreinen als gevolg van de bemaling.





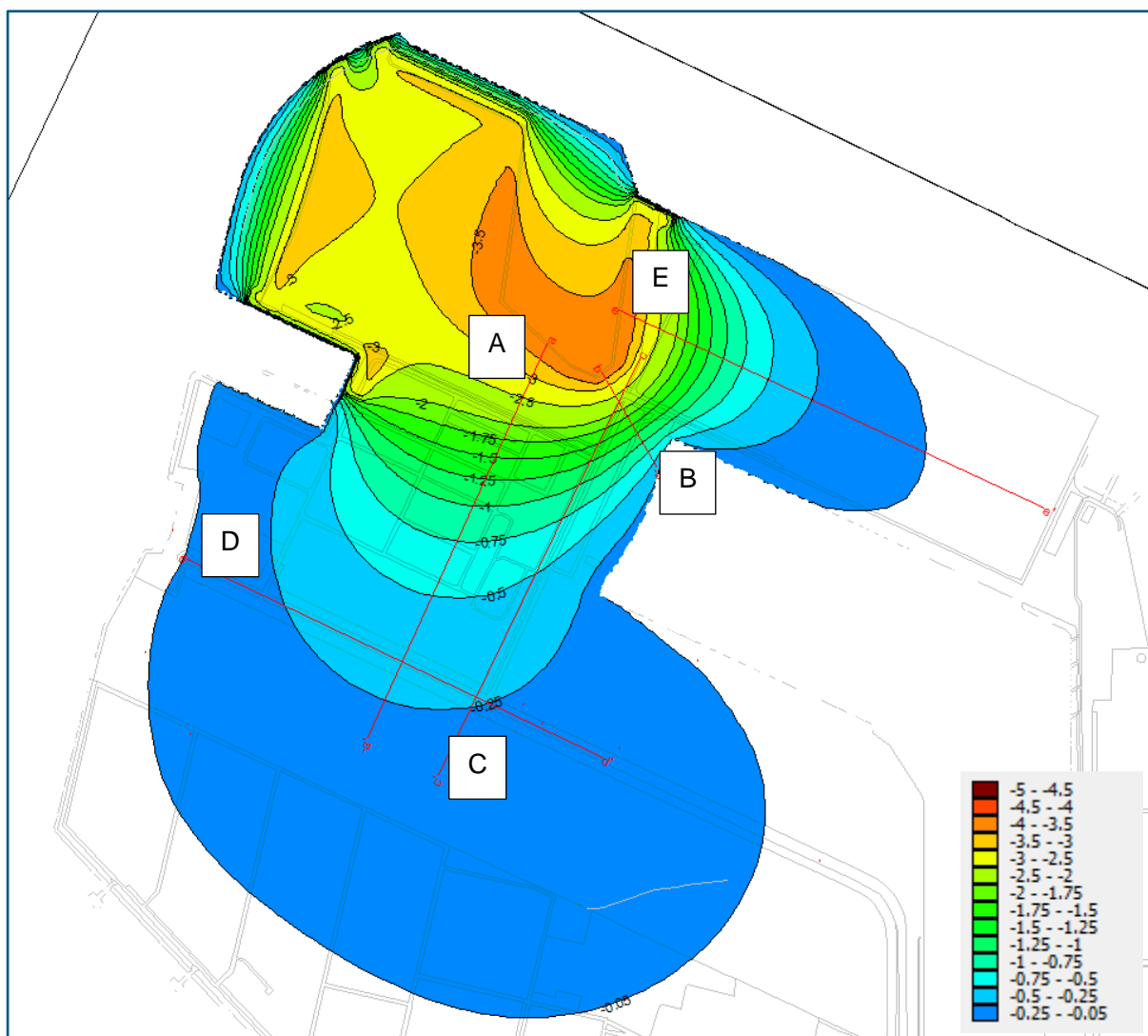
Afbeelding 5.4 Zettingsgevoelige objecten (bron: [12]).

### Uitgevoerd onderzoek

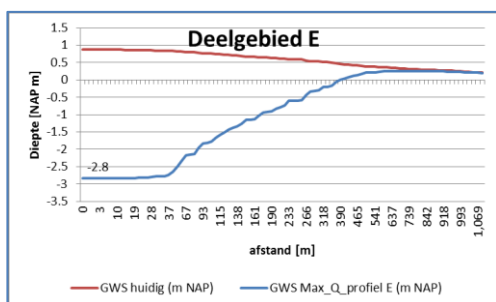
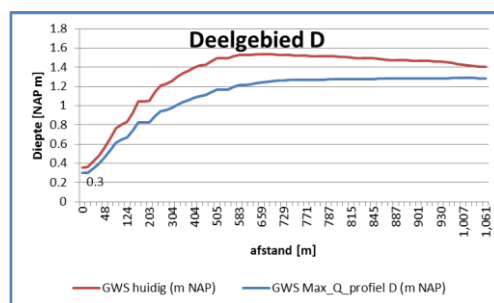
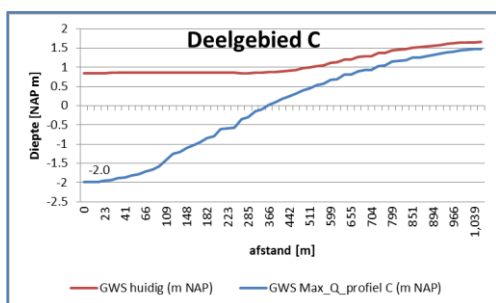
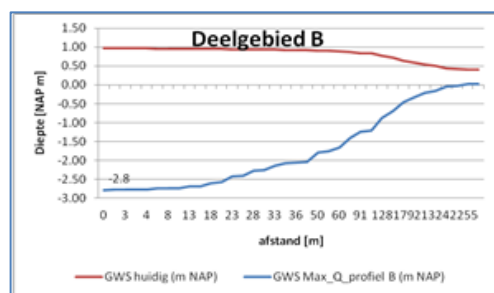
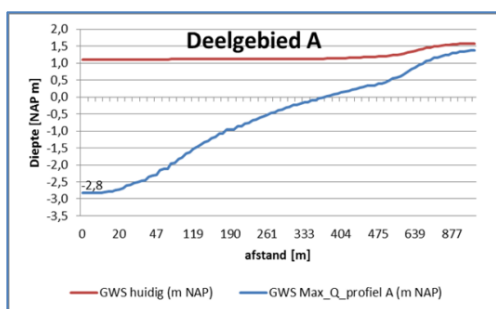
Er is een analyse gemaakt van de te verwachten zetting als gevolg van de bemaling. Op basis van de berekende zetting is het zettingverschil en de zettingsgradiënt van het maaiveld bepaald. Op basis van de te verwachten zettingsgradiënt kan, basis van de CUR 162, een inschatting worden gegeven van de mogelijk te verwachten schade. . Hierbij wordt er, conservatief, vanuit gegaan dat de belendingen op staal zijn gefundeerd en de vervorming van het maaiveld volgen.

### Uitgangspunt waterstanden en verlagingen

De berekening is uitgevoerd voor de profielen a-a' tot en met e-e' zoals weergegeven in afbeelding 5.5. De berekende grondwaterstand langs deze profielen in de situatie zonder bemaling bedraagt NAP +1,0 à 1,1 m. De bemalingsduur bedraagt maximaal 14 maanden (420 dagen). De maximale verlaging van de grondwaterstand bedraagt circa 3,9 m (verlaging tot NAP -2,8 m). Het verloop van de grondwaterstand langs de lijnen a-a' en b-b' voor de situatie met – en zonder – bemaling is weergegeven in afbeelding 5.6.



**Afbeelding 5.5 Ligging dwarsprofielen deelgebieden A en E met berekende maximale grondwaterstandsverlagingen (meter)**



Afbeelding 5.6 Verlagingslijn van de grondwaterstand langs a-a' en e-e', met en zonder bemaling

### Grondopbouw

Op basis van het beschikbare gegevens is de bodemopbouw bepaald. Sondering 214 uit het onderzoek van MOS [8] wordt als maatgevende sondering beschouwd voor de situatie ter plaatse van beide verlagingslijnen. De representatieve waarden voor de grondeigenschappen zijn bepaald met behulp van tabel 2b uit NEN 9997-1:2011. De representatieve waarden van de grondparameters zijn weergegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.2 Bodemopbouw ter plaatse van deelgebied a-a' en b-b'

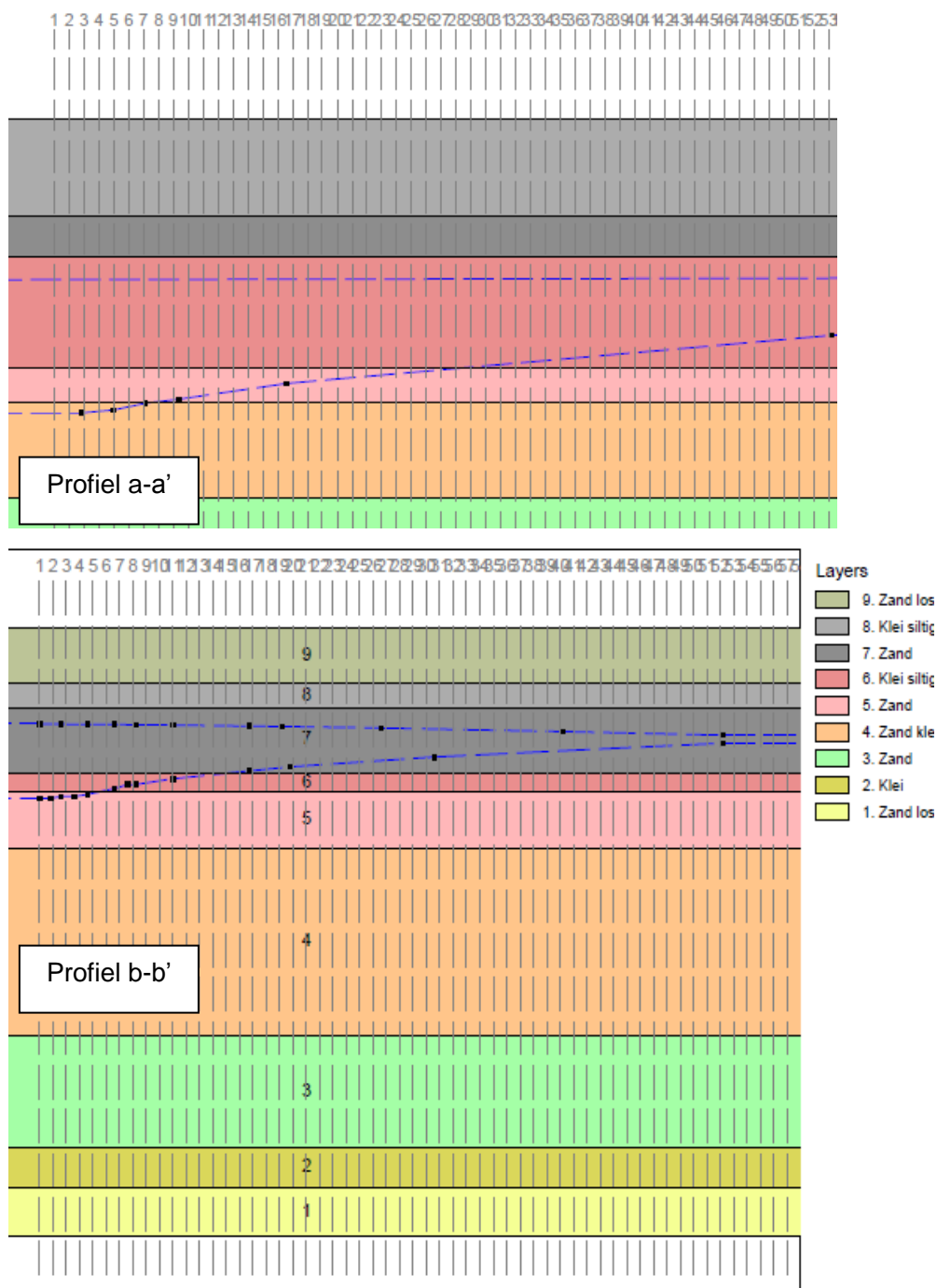
Laag omschrijving	Bovenkant laag [NAP m]	$Y_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$Y_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C'_p$ [-]	$C_p$ [-]	$C'_s$ [-]	$C_s$ [-]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	Pop <sup>1)</sup> [kN/m <sup>2</sup> ]
Zand los	+5,85	17	19	200	800	∞	∞	drained	10
Klei siltig	+3	16	16	20	80	240	960	1*10 <sup>-7</sup>	10
Zand	+1,8	18	20	600	2400	∞	∞	drained	10
Klei siltig	-1,5	16	16	20	80	240	960	1*10 <sup>-7</sup>	10
Zand	-2,5	18	20	600	2400	∞	∞	drained	10
Zand kleilig	-5,3	17	19	200	800	∞	∞	drained	10
Zand	-14,8	18	20	600	2400	∞	∞	drained	10
Klei	-20,5	16	16	30	90	400	1200	2*10 <sup>-8</sup>	10
Zand los	-22,5	18	20	600	2400	∞	∞	drained	10

\* In de berekening wordt een waarde van POP ( Pre-Overburden Pressure) van 10 kPa aangehouden ten gevolge van voorbelasting en/of langdurige waterstandsverlaging uit het verleden.

### Bepaling zetting

De zetting is berekend met de zettingstheorie van Koppejan en de afstroming volgens Terzaghi met natuurlijke rekken. In dit model wordt de sterkte van de ondergrond berekend op basis van parameters  $C_p$ ,  $C'_p$ ,  $C_s$  en  $C'_s$ . De representatieve parameters voor de berekeningen zijn weergegeven in tabel 5.2.

In de berekening wordt de zetting op elke 5 m vanaf de bemalingsbron berekend. Voor de profielen c-c' en e-e' is op een afstand van >400 m van de bemalingsbron overgegaan op een berekeningsinterval van 50 m. In afbeelding 5.7 is het bemalingsniveau en de afstand tussen de verticalen weergegeven. Voor de maximale bemalingsduur/consolidatieperiode is 420 dagen aangehouden.



**Afbeelding 5.7** Voorbeeld modelinvoer bemalingsdiepte en afstand tot de bemalingsbron (profielen a-a' en b-b'). In kleur staat de geschematiseerde gelaagdheid zoals gespecificeerd in tabel 5.2.

### **Berekeningsresultaat**

De berekening is uitgevoerd met behulp van het programma van Deltares D-Settlement versie 9.2. In tabel 5.3 is het resultaat van de zettingsberekening weergegeven met de verwachte zetting met onderling interval van 5 m vanaf de bemalingsbron. Naast de berekende eindzetting na 420 dagen is de zetting berekend na 30 dagen (1 maand), 180 dagen (half jaar) en 365 dagen (1 jaar). Details van de berekening zijn te vinden in bijlage 4a-4e.

Uit tabel 5.3 blijkt dat de maximaal te verwachten zetting na 420 dagen bemalen van alle plots tegelijkertijd circa 21 tot 29 mm bedraagt. Uit de berekening blijkt dat meer dan 80 % van de eindzetting na 30 dagen van de start van de bemaling zal optreden. De berekende zetting langs de profielen a-a', b-b', c-c' en e-e' verschilt niet veel van elkaar (bij b-b' iets lagere berekende zettingen en over kortere afstand). De berekende zetting langs profiel d-d' is nihil. De verwachte maximale zetting langs profiellijn d-d' bevindt zich halverwege de profiellijn en bedraagt daar circa 1 mm. De zettingsgradiënten op de profiellijnen A t/m E (zie tabel 5.4) zijn < 1:5.000 en overschrijden de CUR 162 norm van <1:500 daarmee niet.

Voor de beoordeling van eventuele extra zettingen als gevolg van de aanleg van de golfdempende constructie in plaats van de kade langs het Beerkanaal gaan we wederom uit van een worst-case situatie waarbij de 3 deeltrajecten van de golfdempende constructie tegelijkertijd worden bemalen met alle overige voorgenomen constructies van het basisalternatief, zonder de kade Beerkanaal. Details van de berekening zijn te vinden in bijlage 8, de profielen 8j-8m. De zettingsgradiënten op de profiellijnen J t/m M (zie bijlage 8) zijn < 1:5.000 en overschrijden de CUR 162 norm van <1:500 daarmee niet.

De NEN 3650 norm van 20 mm absolute zetting wordt overschreden ten westen van de rode grens in figuur B8.3 in bijlage 8. Op de overige profiellocaties wordt de absolute zetting kleiner dan 20mm berekend.

Tabel 5.3 Te verwachten zetting op elke 5 m vanaf de bemalingsbron, deelgebied a-a' en b-b'

Afstand vanaf bemalingsbron  [m]	Zetting na bemalingsperiode [mm]									
	30 [dgn]					180 [dgn]				
	a-a'	b-b'	c-c'	d-d'	e-e'	a-a'	b-b'	c-c'	d-d'	e-e'
0	23	21	17	0	21	27	25	19	0	24
5	23	21	17	0	21	27	25	19	0	24
10	23	21	17	0	21	27	25	19	0	24
15	22	21	17	0	21	26	24	19	0	24
20	22	20	16	0	20	26	24	19	0	24
25	22	20	16	0	20	26	23	19	0	24
30	22	19	16	0	20	25	22	19	0	24
35	21	18	16	0	20	25	21	19	0	24
40	21	17	16	0	20	25	20	19	0	23
100	18	10	13	0	14	21	12	15	0	17
200	12	2	7	1	6	14	3	8	1	7
250	9	1	5	1	3	10	1	6	1	3
400	3	-	2	1	1	3	-	2	1	1
	365 [dgn]					420 [dgn]				
	a-a'	b-b'	c-c'	d-d'	e-e'	a-a'	b-b'	c-c'	d-d'	e-e'
0	28	27	21	0	26	29	27	21	0	26
5	28	27	21	0	26	29	27	21	0	26
10	28	26	21	0	26	29	26	21	0	26
15	28	26	21	0	26	29	26	21	0	26
20	28	25	21	0	26	28	26	21	0	26
25	28	24	20	0	26	28	25	21	0	26
30	27	23	20	0	25	27	24	21	0	26
35	27	22	20	0	25	27	23	20	0	25
40	26	22	20	0	25	27	22	20	0	25
100	22	13	16	0	18	22	13	17	0	18
200	15	3	9	1	7	15	3	9	1	8
250	11	1	6	1	4	11	1	6	1	4
400	4	-	2	1	1	4	-	2	1	1

### Beoordeling zettingen

Voor de beoordeling van zettingseffecten als gevolg van een verandering in freatische grondwaterstanden worden twee normen geëvalueerd:



1. Maximaal 20 mm absolute zetting conform NEN 3650 en op basis van eerdere werkzaamheden met de kabel- en leidingeigenaren.
2. Een maximale zettingsgradiënt (rotatie) conform CUR 162 § 8.4 voor op staal gefundeerde panden 5,0 m achter de voorgevel.

### Schadecategorie zettingsgradiënten

Op basis van de te verwachten zetting door de verlaging van de huidige grondwaterstand wordt het zettingsverschil bepaald tussen de voorgevel en een punt 5,0 m achter de voorgevel van de bestaande panden/opstallen. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de panden op staal zijn gefundeerd en de fundering de zetting van het maaiveld volgt.

Op basis van het zettingsverschil en de tussenliggende afstand wordt de zettingsgradiënt (rotatie) bepaald. De zettingsgradiënt wordt conform CUR 162 § 8.4 voor verschilzetting over de eerste 5 m achter de voorgevel van een pand bepaald. In tabel 5.4 zijn de schadecategorieën conform CUR 162 weergegeven.

Tabel 5.4 schadecategorieën conform CUR 162

Schadecategorie	Zettingsgradiënt	Schade
0	$\leq 1:500$	Geen schade
1	1:300 – 1:500	Esthetische schade, eenvoudige repareerbare schade
2	1:100 – 1:300	Constructieve schade, grotere repareerbare schade waarbij geen risico voor de bewoners optreedt
3	$\geq 1:100$	Gebruikersschade, ernstige moeilijke repareerbare schade met risico's voor de bewoners

Op basis van de berekende te verwachten zettingen wordt de zettingsgradiënt over een afstand van 5 m achter de voorgevel van een pand berekend. In tabel 5.5 zijn de zettingsgradiënt en schadecategorie weergegeven. De zettingsgradiënt is langs alle profielen kleiner dan 1:5000. De zettingsgradiënt is daarmee in alle gevallen veel kleiner dan 1:500 (grenswaarde voor klasse 'geen schade').

Uit tabel 5.4 blijkt dat er géén schade te verwachten valt ter plaatse van de deelgebieden a-a' t/m e-e' (basialternatief) en j-j' t/m m-m' (variant golfdempende constructie) ten gevolge van de optredende zettingsgradiënten als gevolg van de bemaling.

Tabel 5.5 Zettingsgradiënt en schadecategorieën ter plaatse van het deelgebied a-a'-e-e'

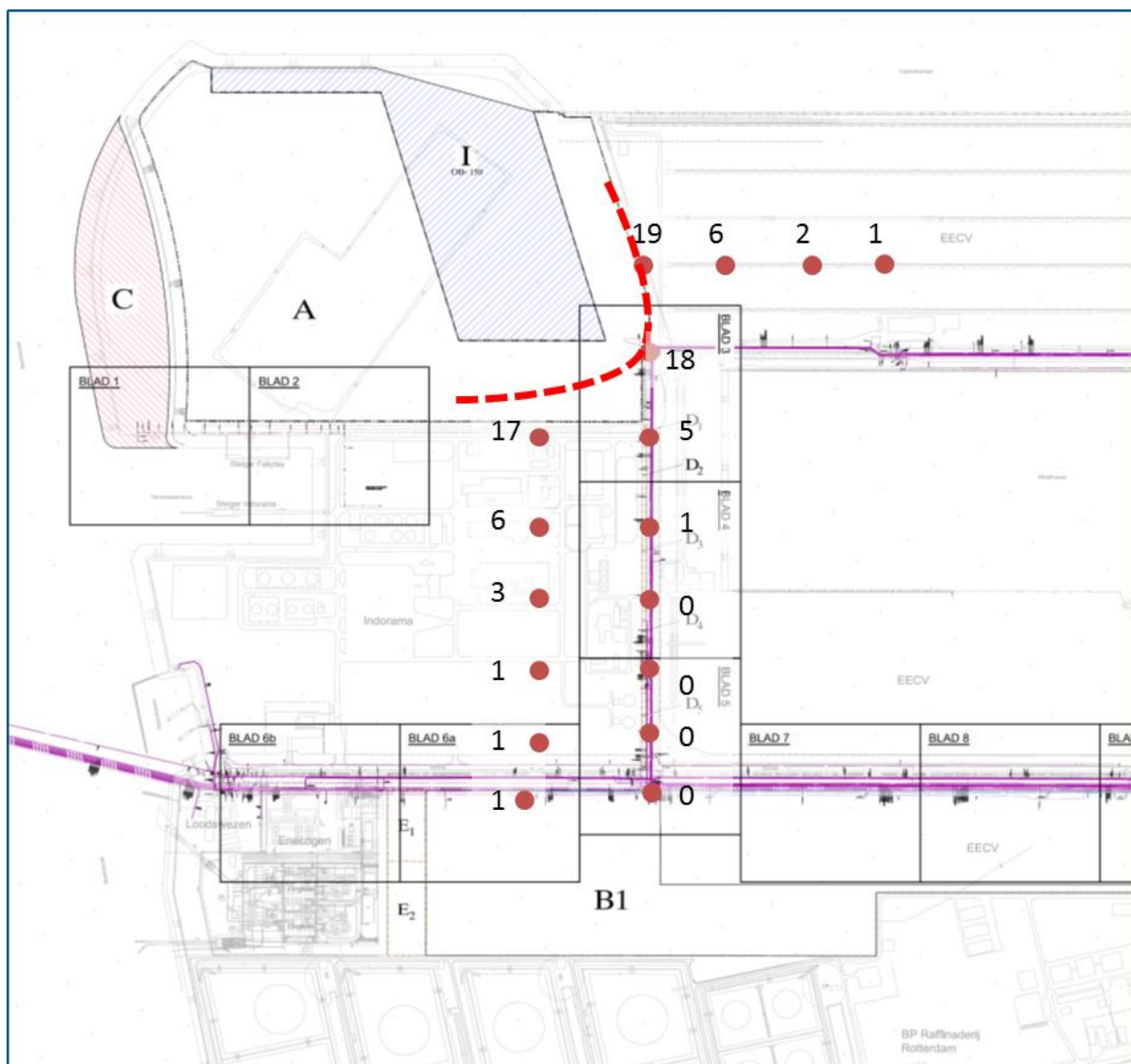
Afstand van bemalingsbron [m]	Max. zetting [mm]	Zettings gradiënt	Schade categorie	Max. zetting [mm]	Zettings gradiënt	Schade categorie	Max. zetting [mm]	Zettings gradiënt	Schade categorie
a-a'			b-b'			c-c'			
0	29	≤ 1:5000	0	27	≤ 1:5000	0	21	≤ 1:5000	0
5	29			27			21		
10	29			26			21		
15	29			26			21		
20	28			26			21		
25	28			25			21		
30	27			24			21		
35	27			23			20		
40	27			22			20		
100	22			13			17		
200	15			3			9		
250	11			1			6		
400	4			-			2		
d-d'			e-e'						
0	0	≤ 1:5000	0	26	≤ 1:5000	0			
5	0			26					
10	0			26					
15	0			26					
20	0			26					
25	0			26					
30	0			26					
35	0			25					
40	0			25					
100	0			18					
200	1			8					
250	1			4					
400	1			1					

Opgemerkt wordt dat de methode voor schadecategorieën gebaseerd is op opstellen (metselwerk) op staal gefundeerd. De verwachting is dat de bedrijfsgebouwen en installaties gefundeerd zijn op palen en daarmee niet gevoelig voor maaiveldzakking. De aandacht richt zich daarmee vooral op de aanwezige leidingstraten en de, op staal gefundeerde opslagtanks. Aan de hand van de voorliggende resultaten dienen in overleg met de betrokken bedrijven en leidingbeheerders de exacte eisen in relatie tot zettingen en hieruit voortvloeiende monitoringverplichtingen (hoofdstuk 7) en/of eventuele mitigerende maatregelen (hoofdstuk 6) te worden vastgesteld.

#### Schadecategorie absolute zettingen

In figuur 5.8 is voor een aantal punten op gevoelige objecten de absolute maximale zetting in mm gepresenteerd. De verwachting is dat op het EECV terrein de voorbelasting als gevolg van bulk goederen overslag groter zal zijn dan in de berekening aangenomen is. Hierdoor zullen de effecten in de praktijk minder zijn dan de berekende 1-19 mm. De kritische absolute zetting van > 20 mm wordt ten noord-westen van de gestippelde lijn overschreden. Monitoring van de zetting nabij gevoelige objecten op (figuur 5.8, blad 3) en het noordelijke deel van het Indorama terrein wordt aanbevolen.

Voor de golfdempende constructie variant wordt de kritische absolute zetting van 20 mm overschreden ten westen van de rode grens in figuur B8.3 in bijlage 8. Op de overige profiellocaties wordt de absolute zetting kleiner dan 20mm berekend. Monitoring van de zetting nabij gevoelige objecten op (figuur 5.8, blad 3) en het noordelijke deel van het Indorama terrein wordt aanbevolen.



Afbeelding 5.8 Berekende absolute zettingen in mm nabij gevoelige objecten. Ten noord-westen van de rode stippellijn zijn de absolute zettingen >20mm.

## 5.2 Afgeleide permanente effecten

Vergelijking van de afbeeldingen 4.5a-d met de afbeeldingen 4.4a-c laat zien dat de permanente effecten aanzienlijk geringer zijn dan de tijdelijke effecten tijdens de aanlegfase. De maximale grondwaterstandsverlaging bedraagt circa 1 meter en de verlaging loopt veel minder ver door in zuidelijke en oostelijke richting.

Uit paragraaf 5.1 volgt dat een aantal grondwaterafhankelijke functies in de omgeving überhaupt niet voorkomen of dat het effect van de aanlegfase op deze functies verwaarloosbaar is. Aangezien de permanente effecten minder groot zijn dan de tijdelijke effecten zijn de permanente effecten dan ook niet relevant voor deze functies.

Ook permanente effecten op eventueel aanwezige grondwaterverontreinigingen worden niet verwacht aangezien de effecten niet reiken tot aan het Nerefco-terrein en er op het Indorama-terrein voor zover bekend geen mobiele grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn.

In paragraaf 5.1.5 is wat betreft de zettingen bepaald dat tijdens de aanlegfase sprake is van maximaal 3 cm zetting en een zettingsgradiënt die nooit groter is dan 1:500. Tijdens de fase met permanente effecten is sprake van een minder grote verlaging, en daarmee samenhangend een minder groot verhang, van de grondwaterstand. Om die reden zal als gevolg van de fase met permanente effecten geen extra zetting optreden ten opzichte van de zetting die al optreedt tijdens de aanlegfase (voorbelasting).

## 6 MITIGERENDE MAATREGELEN

### **Veranderingen grondwaterstand door bemalingen (aanlegfase)**

De verlagingen van de grondwaterstand tijdens de uitvoeringsfase kunnen op de volgende wijzen zoveel mogelijk worden beperkt:

- Fasering werkzaamheden: Bij de uitvoering van werkzaamheden is fasering van werkzaamheden voorzien, waarbij de verschillende bemalingen na elkaar (en slechts gedeeltelijk gelijktijdig) worden uitgevoerd. In de berekening is ervan uitgegaan dat alle bemalingen tegelijk in bedrijf zijn om de effecten niet te onderschatten. Door uitloop te voorkomen kan samenloop van de bemalingen zoveel mogelijk worden voorkomen. Overigens is het niet zo dat de effecten van de individuele bemalingen niet tot buiten het plangebied reiken (zie afbeelding 4.2), maar de omgevingseffecten kunnen hiermee wel worden beperkt;
- Tijdens de fasering van werkzaamheden kan ook rekening gehouden worden met seizoensgebonden verandering in grondwaterstand. Voor zowel het totale waterbezwaar als de berekende effecten geldt dat gedurende relatief drogere periodes (voorjaar / zomer) er minder water onttrokken hoeft te worden en de verandering van de grondwaterstand minder groot zal zijn dan in de natte (najaar/winter)periode;
- Ontwerp bemaling: Het exacte ontwerp van de bemaling bepaald hoeveel er maximaal verlaagd wordt binnen de ontgravingskuip en daarmee ook de effecten op de omgeving. Door de aanwezigheid van een relatief doorlatende oeverconstructie zal er zeer veel haven- en rivierwater worden aangetrokken om de vereiste ontwateringsdiepte van 0,5 meter in de bouwkuip te bereiken. Een 'slim' ontwerp van de bemaling in nauwe samenspraak met de aanleg van de kadeconstructie kan voorkomen dat de grondwaterstanden te diep verlaagd worden;
- Aanleg hulpdamwand (in combinatie met vorige punt): om de toevoer van haven- en rivierwater naar de bemaling zoveel mogelijk te beperken kan worden gedacht aan het plaatsen van een hulpdamwand tussen de bemalingskuip en het open water (dit kan ook om geotechnische redenen, vanwege de stabiliteit van de bestaande oeverconstructie zinvol zijn). Echter, gelet op de grote doorlatendheid van de ondergrond en de onduidelijkheid over de aanwezigheid van *aaneengesloten*, afsluitende kleilagen in de ondergrond moeten deze damwandplanken diep worden geslagen (tot ruim 20 m-mv in de daar aanwezige kleilaag) om enig effect te sorteren;
- Aanleg waterremmende voorziening op de zuidelijke grens van het plangebied: Dit is een kostbare maatregel vanwege de grote lengte en diepte waarover deze voorziening moet worden aangelegd;
- Toepassen retourbemaling: Door op de zuidgrens van het plangebied retourbemaling toe te passen in de vorm van een rij infiltrerende putten kunnen de effecten ten zuiden van het plangebied zoveel mogelijk worden gecompenseerd.

### **Veranderingen grondwaterstand door aanwezigheid kademuren**

De permanente effecten na aanleg van de kademuren zijn veel minder groot dan de tijdelijke effecten tijdens de aanlegfase. De verlagingen van de grondwaterstand als gevolg van de aanwezigheid van de kademuren en insteekhaven kunnen op de volgende wijzen zoveel mogelijk verder worden beperkt:

- Keuze type kadeconstructie: In de berekeningen is nu uitgegaan van een damwandconstructie met een beperkte doorlatendheid. Door de damwand (vrijwel) ondoorlatend te maken zullen de grondwaterstanden achter de kadeconstructie verder omhoog komen en meer gaan lijken op de huidige grondwatersituatie. Om te hoge grondwaterstanden te voorkomen worden drains aangelegd achter de kadeconstructies;
- Vergroten grondwateraanvulling: ervoor zorg dragen dat in de toekomst zoveel mogelijk neerslagwater in de bodem kan infiltreren om het effect van de drainerende haven zoveel mogelijk te compenseren.

#### **Aantrekken verontreinigingen**

Dit aspect geldt alleen voor de aanlegfase. Wat betreft het tegengaan van verspreiding van grondwaterverontreinigingen als gevolg van bemalingen zijn voldoende middelen beschikbaar (retourbemaling, tijdelijke waterkerende voorzieningen) om negatieve effecten te mitigeren. Er is geen additioneel effect op de migratie van verontreinigd grondwater als gevolg van de hier worst-case gemodelleerde onttrekkingsactiviteiten met een duur van 14 maanden.

## 7 MONITORING ADVIES

In overleg met de provincie en WSHD dient voorafgaand aan de uitvoering een monitoringsplan te worden opgesteld. In het monitoringsplan worden minimaal de volgende onderdelen beschreven:

- Een overzicht van de te monitoren objecten vanwege kwetsbaarheid voor veranderingen van grondwaterstanden, stijghoogte en of zettingen;
- De te hanteren meetmethode en meetnauwkeurigheid;
- De wijze waarop de metingen worden verwerkt en gecontroleerd;
- De plaats en het aantal meetpunten;
- Gedurende welke periode en met welke meetfrequentie gemeten moet worden;
- De te hanteren grenswaarden en de uit te voeren acties bij over- of onderschrijding van deze grenswaarden.

Op grond van de bevindingen van dit onderzoek wordt aanbevolen de volgende parameters te monitoren:

- Freatische grondwaterstanden;
- Pleistocene stijghoogten;
- Debieten;
- Deformatie (zetting);
- Mobilisatie verontreinigingen<sup>4</sup>.

Onderstaand wordt dit nader toegelicht. Voor de indicatieve ligging van de meetpunten zie afbeelding 7.1.

### ***Ad. Freatische grondwaterstanden en pleistocene stijghoogten***

Voorgesteld wordt om voor aanvang van de werkzaamheden ten behoeve van monitoring een aantal freatische peilbuizen, waarvan sommige gecombineerd met een peilbuis in het watervoerend pakket, ter plaatse van de noord- en zuidrand van het Indorama-terrein en de leidingstroken. Tevens wordt een freatische peilbuis en een peilbuis in het watervoerend pakket in het gebied tussen de bemalingen in om het resulterende effect binnen het centrale deel van de bemalingen op de grondwaterstand en stijghoogte te kunnen volgen (zie indicatieve ligging in afbeelding 7.1). Daarnaast dient in de bouwputten zelf een aantal meetpunten (freatisch en watervoerend pakket) te worden geplaatst (niet aangegeven in afbeelding 7.1) om de relatie tussen het onttrekkingsdebiet en de opgelegde verlaging in de bouwput te kunnen volgen alsmede om het risico op opbarsten te kunnen volgen. Gelet op de omvang van de bouwkuipen en het feit dat het ontwerp van de bouwkuipen en bemaling ter keuze aannemer is, is dit deel van de monitoring nog niet verder uitgewerkt. Tabel 7.1 geeft een overzicht van de aanbevolen filterstellingen.

---

<sup>4</sup> Alleen als uit overleg met Nerefco blijkt dat dit nodig is. Op grond van berekeningen wordt geconcludeerd dat significante toename van de verspreiding van verontreinigingen als gevolg van de bemaling niet te verwachten valt. Wellicht kan een bestaand meetpunt langs de noordgrens van het Nerefco terrein als controlepunt worden gebruikt.



**Tabel 7.1 Aanbevolen filterstellingen peilbuizen.**

Type Peilbuis	Filterstelling [m+NAP]
Freatisch	0 - -2
Pleistoceen	-23 - -25

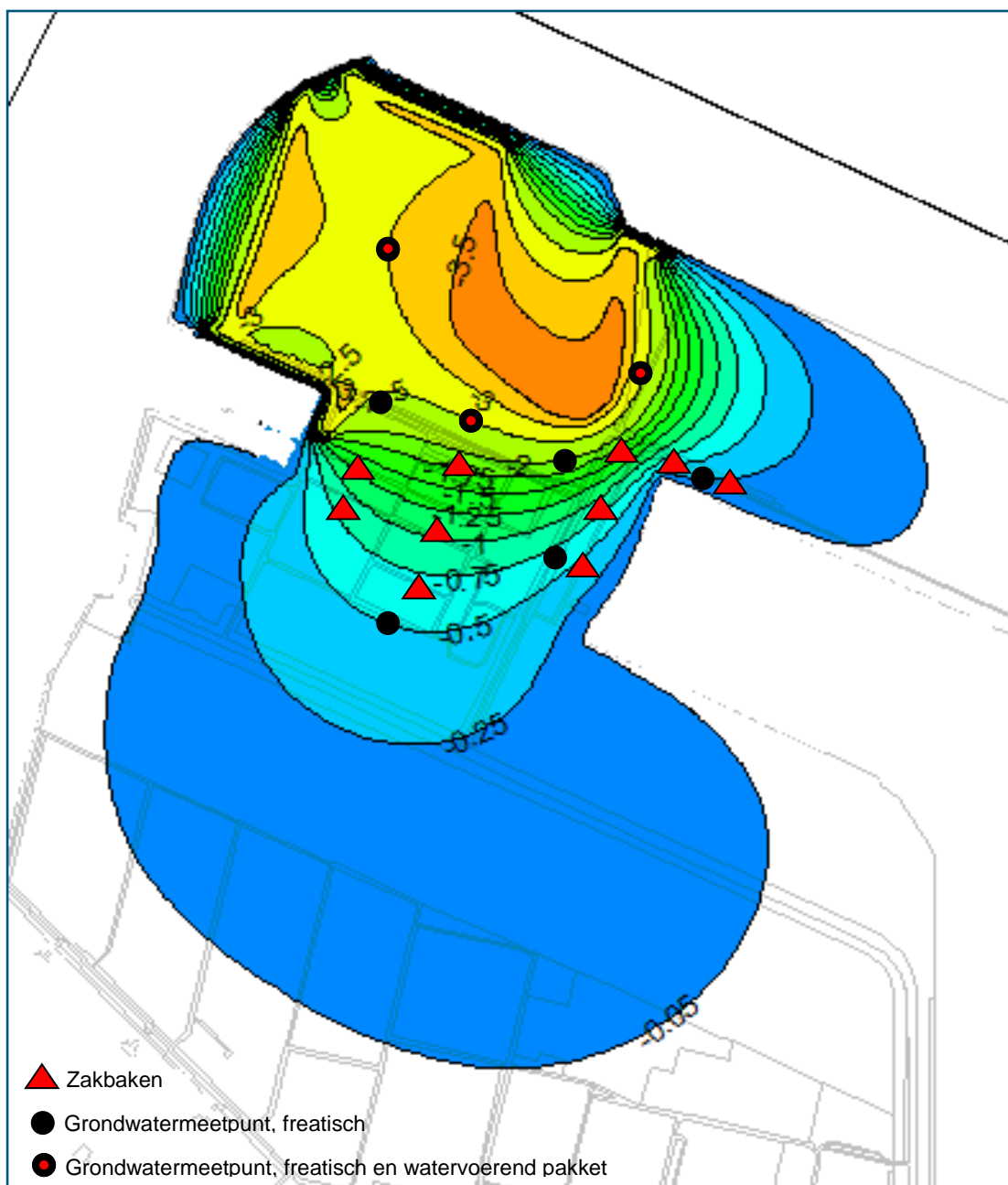
#### **Ad. Debiten**

Geadviseerd wordt de pompen te voorzien van gecertificeerde, geijkte debietmeters en te voorzien met een continue registratie en doorloopteller. De debieten worden periodiek verstrekt aan het bevoegde gezag, tenminste eenmaal per kwartaal.

#### **Ad. Deformatie (zetting)**

Vooral nog wordt er vanuit gegaan dat de aanwezige panden en installaties gefundeerd zijn op palen. Daarmee is het plaatsen van zettingsbouten niet nodig. De deformatie/zettingsmetingen dienen zich te concentreren op maaiveldzakking en hieraan gekoppelde rotaties van op staal gefundeerde leidingen, opslagtanks en eventuele overige objecten. Dit vindt plaats via zakbaken. Voor het terrein van Indorama wordt voorgesteld om in totaal 5 zakbaken te plaatsen ten noorden en ten zuiden van de aanwezige opslagtanks en de centraal gelegen installaties. Tevens worden vijf zakbaken voorgesteld ter hoogte van de noordwestelijke hoek van de Dintelhaven gelegen leidingenstrook. Monitoring dient plaats te vinden voor en tijdens de uitvoering van de bemaling. Omdat circa 80% van de zetting na 30 dagen al is opgetreden dient de monitoring (uitleesfrequentie) zich voornamelijk op die periode te concentreren.

Dit monitoringsadvies dient, met de voorschriften van het Waterschap Hollandse Delta die te zijner tijd volgen uit de vergunning, en in overleg met de betrokken terrein- en leidingenbeheerders, verder te worden uitgewerkt in een monitoringsplan.



**Afbeelding 7.1** Indicatieve ligging monitoring meetpunten

*NB In overleg met Waterschap Hollandse Delta en betrokken terrein- en leidingenbeheerders nader af te stemmen*

## 8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 8.1 Conclusies

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de fase met tijdelijke effecten (aanlegfase damwanden en insteekhaven) - waarbij vier verschillende bouwkuipen moeten worden bemalen - en de fase met permanente effecten, waarbij de bemalingsactiviteiten gestopt en de kadeconstructies aangelegd zijn en de insteekhaven uitgebaggerd en de zandmassa ten westen van de damwand weggehaald is.

#### **Tijdelijke effecten (aanleg kadeconstructies)**

Bij het doorrekenen van de verschillende scenario's voor de aanlegfase (hoofdstuk 4) wordt rekening gehouden met de verschillende worst-case situatie die kunnen optreden:

- Worst-case situatie m.b.t. debieten: de bemalingen vinden na elkaar (sequentieel) plaats.  
Het scenario maximaal onttrekken (afzonderlijke bemalingen) leidt tot een totaal waterbezwaar voor alle projecten samen van 8.72 miljoen m<sup>3</sup> (93-540 m<sup>3</sup>/uur, met een piekdebiet van 2 tot 1725 m<sup>3</sup>/uur voor incidentele buien / extreme weersituaties).  
Voor de aanleg van de golfdempende constructie in plaats van de combiwand langs het Beerkanaal geldt een additioneel waterbezwaar van 21,3 % tot 10,6 miljoen m<sup>3</sup>. Indien de 1,4 miljoen m<sup>3</sup> waterbezwaar t.b.v. constructie van de kademuur aan het Beerkanaal komt te vervallen wordt het totale waterbezwaar daarmee verminderd tot 9,2 miljoen m<sup>3</sup>.

Het uiteindelijke bemalingsontwerp dient de vereiste verlagingen (tot -2.5 en -6.5 m NAP) te bewerkstelligen en de bouwkuip droog te houden en het opbarstrisico dient te worden gemitigeerd. Hiertoe zal grondwater moeten worden onttrokken op een diepte van 1 tot -2 m NAP, -4 tot -5.5m NAP, van circa -7.5 tot -9m NAP en vanaf ca -12 tot -14m NAP.

- Worst-case situatie m.b.t. omgevingseffecten: de bemalingen vinden tegelijkertijd plaats.  
De berekende effecten voor de Insteekhaven plot A (-25cm op 750m afstand) en de Tennessee kade (-25cm op 570m afstand) zijn het grootst. Het is te verwachten dat de constructie van de zuidelijke zone van de insteekhaven plot A de grootste grondwaterstandsverlaging naar het zuiden toe tot gevolg heeft.  
Voor de aanleg van de golfdempende constructie in plaats van de combiwand langs het Beerkanaal geldt dat er een verdere verbreiding van de grondwaterstandsverlaging plaatsvindt in de richting van het EECV en Indorama terrein. De berekende absolute verlagingen op deze percelen liggen tussen de 5 en 50 cm.

### **Permanente effecten (aanwezigheid kadeconstructies en insteekhaven)**

De grondwaterstandsveranderingen worden hoofdzakelijk bepaald door de te baggeren insteekhaven en de kademuren langs het Beerkanaal en Calandkanaal. De maximale grondwaterstands daling reikt tot circa 500 m ten zuiden van de insteekhaven (5cm verlaging).

### **Beoordeling**

De veranderingen van de grondwaterstand tijdens de aanlegfase zijn dusdanig groot dat deze tot buiten de grenzen van het plangebied reiken (--).

De veranderingen van de grondwaterstand tijdens fase met permanente effecten zijn minder groot dan tijdens de aanlegfase, maar reiken nog steeds tot buiten de grenzen van het plangebied (--).

### **Afgeleide effecten**

Met betrekking tot afgeleide tijdelijke en permanente effecten concluderen we het volgende:

- Er is geen additioneel effect op de migratie van verontreinigd grondwater ter hoogte van de noordgrens van het Nerefco-terrein als gevolg van de hier worst-case gemodelleerde onttrekkingsactiviteiten met een duur van 14 maanden.
- De grondwateronttrekkingen en aan te leggen havens / kademuren kunnen een effect hebben op toekomstige onttrekkingen in het plangebied;
- De berekende worst-case effecten zullen niet leiden tot noemenswaardige effecten op kwetsbare gebieden en landbouwactiviteiten;
- Binnen het plangebied is de archeologische verwachting onderzocht en gekwalificeerd als laag. Onttrekkingen zullen hier dus geen impact hebben.
- Uit de zettingsberekening volgt een maximale absolute zetting nabij de bouwkuipen van 21 tot 29 mm. De NEN 3650 norm van 20mm absolute zetting wordt niet overschreden op een afstand van meer dan 55-140m van plot A. Hoewel de norm op de aangegeven locaties (afbeelding 5.8) niet wordt overschreden, is monitoring van de zetting nabij gevoelige objecten (figuur 5.8, blad 3) en het noordelijke deel van het Indorama terrein aan te bevelen. De verwachte zetting op het EECV terrein is lager dan hier is berekend als gevolg van een hoger dan aangenomen voorbelasting als gevolg van de overslag van bulk goederen op dit terrein. De zettingsgradiënt (rotatie) voor profiel a-a' t/m e-e' is 1:5000 of minder. Op grond van de schadecategorieën indeling volgens CUR 162 zou dit, voor op staal gefundeerde panden, betekenen dat de norm van 1:500 niet wordt overschreden en dat er geen schade optreedt. De verwachting is dat de bedrijfsgebouwen en installaties gefundeerd zijn op palen en daarmee niet gevoelig zijn voor maaiveldzakking. De aandacht richt zich daarmee vooral op de aanwezige leidingstraten en de op staal gefundeerde opslagtanks.
- De worst-case gemodelleerde zettingsgradiënten als gevolg van gelijktijdige aanleg van de golfdempende constructie in plaats van de kade langs het zijn < 1:5.000 en overschrijden de CUR 162 norm van <1:500 daarmee niet. De NEN 3650 norm van 20 mm absolute zetting wordt niet overschreden op een afstand van >55-140m van de insteekhaven en >350m van de golfdempende constructie.
- Aan de hand van de voorliggende resultaten dienen in overleg met de betrokken bedrijven en leidingbeheerders de exacte eisen in relatie tot zettingen en hieruit

voortvloeiende monitoringverplichtingen en/of eventuele mitigerende maatregelen te worden vastgesteld.

## 8.2 Aanbevelingen

In hoofdstuk 6 is al een aantal maatregelen genoemd om de tijdelijke effecten van de bemalingen tijdens de aanlegfase en de permanente effecten als gevolg van de aanwezigheid van de kadeconstructies en insteekhaven zoveel mogelijk te mitigeren. In hoofdstuk 7 worden aanbevelingen gedaan met betrekking tot de monitoring van grondwaterstanden, stijghoogtes, debieten, deformatie en mobilisatie van verontreinigingen. In aanvulling op de hier gekozen worst-case benadering kunnen, om eventuele risico's en onzekerheden m.b.t. onttrekkingsdebieten en effecten te beperken, in aanvulling op de mitigerende maatregelen en monitoringsstrategie nog de volgende aanbevelingen genoemd worden:

- Het uitvoeren van een pompproef ter plekke van de geplande bouwkuipen, met name dichtbij de kanalen, kan een goed beeld geven van de te verwachten doorlatendheden en onttrekkingsdebieten. Deze informatie kan in combinatie met het voorliggende rapport gebruikt worden in de uitwerking van een specifiek bemalingsplan;
- Er bestaat een kennisleemte met betrekking tot de scheidende laag op -21m NAP. Dit heeft zowel betrekking op de horizontale verbreiding van de laag; deze is mogelijk beperkt en niet afdoende bepaald. Ook is deze laag mogelijk niet aaneengesloten. Verder kan de plaatselijke dikte, en dus het weerstand biedende vermogen, beter worden bepaald, alsook de mate waarin het Beer –en Calandkanaal deze laag doorsnijden;
- Alhoewel er op het moment van schrijven van dit rapport geen bestaande grondwateronttrekkingen actief zijn in de buurt van het projectgebied, en over toekomstige onttrekkingen nog niets bekend is, is het wel aan te bevelen om de beoordeling van toekomstige meldings –of vergunningsplichtige grondwateronttrekkingen die zich in de nabijheid van de hier berekende effecten (zie paragraaf 4.4) te koppelen met de hier geplande bemalingsactiviteiten;
- In overleg treden met het bedrijf Indorama en de beheerder van de leidingstraat rondom de Dintelhaven over de berekende zettingen en zettingsgradiënten;
- Nerefco/DCMR informeren m.b.t. de conclusie dat er geen significant additioneel effect op de migratie van verontreinigd grondwater wordt verwacht als gevolg van worst-case berekende onttrekkingen tijdens de aanlegfase.

## 8.3 Aandachtspunten: risico's en veiligheidsaspecten

Naar aanleiding van het gewijzigde ontwerp t.b.v. de golfdempende constructie, is een aantal aanvullende risico's en veiligheidsaspecten geïdentificeerd die, indien voor dit ontwerp wordt gekozen, nader uitgezocht dienen te worden:

- Gezien de grootte van de bouwkuip wordt de stabiliteit daarvan ook als een aandachtspunt beschouwd. Het in kaart brengen van risico's ten aanzien van het mogelijk optreden van inzakkingen, verschuivingen, scheuring, als ook de nabijheid van de bestaande kanalen, kades, constructies en overige activiteiten wordt sterk aanbevolen. Zeker ter hoogte van de kopse kanten van de aan te leggen

golfdempende constructie is de afstand tot aangrenzend oppervlaktewater gering en het risico op instabiliteit groot;

- Bij zulke hoge bemalingsdebieten en verlagingen kan het fenomeen 'piping' optreden: dit is het ontstaan van voorkeurspaden waarlangs grondwaterstroming kan optreden richting de bouwkuip waardoor uitspoeling van grond gaat plaatsvinden. Dit zorgt mogelijk voor bijkomende stabiliteitsproblemen;
- Door de diepe bemaling wordt het risico op opbarsten van de bodem van de bouwkuip kritischer. Het strekt tot aanbeveling om gedetailleerde opbarstberekeringen uit te voeren op basis van de specifieke bodemopbouw ter plekke van de golfdempende constructie;
- Bemaling is technisch mogelijk maar moet wellicht in twee of zelfs in drie trappen worden gedaan. Dit kost ruimtebeslag;
- Er bestaat een kennisleemte wat betreft de continuïteit en dikte van de scheidende laag op -22 m NAP. Dit houdt een risico in ten aanzien van de totale omvang van het waterbezwaar en het risico op opbarsten.

## 9 LITERATUUR

- [1] TNO-NITG, 2009. Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO).
- [2] TNO-DGV, 1984. Grondwaterkaart van Nederland; Rotterdam, kaartblad 37 West, 37 Oost.
- [3] Royal Haskoning, 2006. Verkennend bodemonderzoek LionGas Markweg Rotterdam.
- [4] DHV, 2007. Verkennend bodemonderzoek Markweg ong. te Rotterdam (Kop van de Beer).
- [5] DHV, 2007. Verkennend bodemonderzoek Markweg ong. te Rotterdam (Oostbocht Kop van de Beer).
- [6] DHV, 2007. Bodemonderzoek Insteekhaven Kop van de Beer.
- [7] Gemeentewerken Rotterdam, 1995. Geotechnisch Rapport ILP-Wal Markweg.
- [8] MOS, 2012. TEW Geotechnisch bodemonderzoek
- [9] Royal Haskoning, 2012. Quicksan Terminal Europoort West. Toetsing aan de Flora- en faunawet (in voorber.).
- [10] Royal Haskoning, 2012. Terminal Europoort West aan de Natuurbeschermingswet. Effecten op instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000 (in voorber.).
- [11] ATKB, mei 2012. Rapportage Nulsituatie bodemonderzoek Stenenterrein (Locatie B1)
- [12] Gemeentewerken Rotterdam, 2012. Inventarisatie Ondergrond Kabels en Leidingen (ARTOL GW), Tankterminal Europoort West (TEW)
- [13] Royal Haskoning, 22 mei 2012. Notitie Bodem MER Insteekhaven (9X2667/N00008/902044/Rott).
- [14] ATKB, 27 juni 2012. Rapportage Bodemonderzoek Tankterminal Europoort West (TEW) / insteekhaven Kop van de Beer (locatie A1-3 (gedeeltelijk)).
- [15] Rotterdam Tank Terminal Europoort West: Een bureauonderzoek en verkennend inventariserend veldonderzoek door middel van grondboringen, BOORrapporten 537, 2012



## **Bijlage 1**

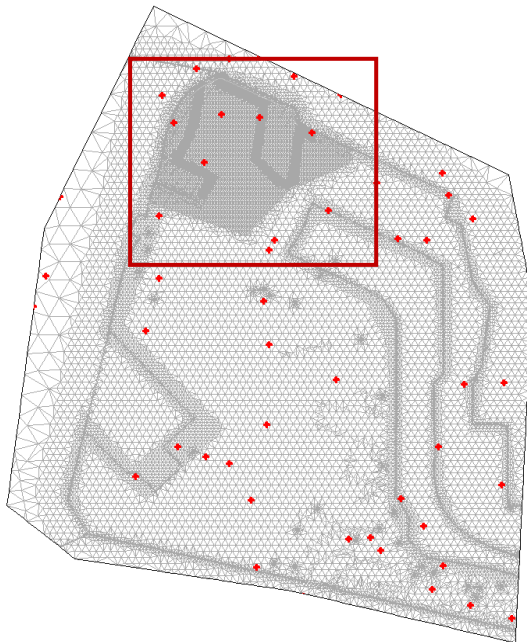
### **Opzet grondwatermodel**

## 1. Inleiding

Het model wordt opgezet voor het pakket “Flairs” en gebouwd in “Triwaco”<sup>5</sup>. Het grondwatermodel wordt opgezet voor een gebied dat begrensd wordt door het Calandkanaal (noord), de Beneluxhaven (oost), het Hartelkanaal (zuid) en het Beerkanaal (west) (zie afbeelding B1.1). Het aandachtsgebied is gespecificeerd aan de hand van de locaties van afdammingen/kades en de daarvoor benodigde bouwputten. Discretisatie is op basis van eindige elementen die verdicht zijn in het aandachtsgebied, waarbij waterlopen en greppels opgenomen zijn als lijnelementen, en onttrekkingen als puntbronnen met daaromheen radiaal verdichte elementen.

## 2. Modelgebied en grid

In afbeelding B1.1 is het modelgrid weergegeven. De modelbegrenzing ligt op ruime afstand van de onderzoekslocatie, of in het midden van diep insnijdende kanalen die een natuurlijke voedende grens vormen. Immers de invloed van gekozen vaste randvoorwaarden mag geen invloed hebben op veranderingen van stijghoogten en grondwaterstanden als gevolg van ingrepen in de waterhuishouding. Voor de randvoorwaarden nemen we een vaste flux aan wanneer de grens een kanaal of haven betreft (holocene afzettingen worden doorsneden). Voor gebieden waar de grens op land ligt kiezen we een vast drainageniveau of nemen we een grondwaterstand van 1m beneden maaiveld aan.



**Afbeelding B1.1: Situering modelgrid, de onderzoekslocatie is rood omkaderd. Locaties boringen tbv parameterisering deklaag zijn aangegeven met rode circels.**

Voor het grid is rekening gehouden met het feit dat er een sterke verdichting vereist is ter plaatse van de onderzoekslocatie en waar sterke gradiënten worden verwacht. De knooppuntsdichtheid aan de modelranden bedraagt maximaal 100 meter, de minimale knooppuntsdichtheid ter plaatse van de onderzoekslocatie bedraagt 5.0 meter.

<sup>5</sup> Integrated modelling environment, © 2012 Royal Haskoning B.V.

### 3. Geohydrologische opbouw

Op basis van hydraulische karakteristieken kan de ondergrond onderverdeeld worden in een aantal watervoerende pakketten en slecht-doorlatende lagen. Voor de geohydrologische schematisatie en laagopbouw van het grondwatermodel heeft de REGIS-II.1 **database** als uitgangspunt gediend (TNO). In het onderzoeksgebied kunnen drie watervoerende pakketten worden onderscheiden welke van elkaar gescheiden worden door de Formatie van Echteld en de Waalre Klei.

Tabel B1.1 Geohydrologische schematisatie ondergrond.

Globale diepte [m+NAP]	Geologische eenheid	Geohydrologie
5 tot -21	Holocene deklaag (Formatie van Naaldwijk)	
-21 tot -22	Formatie van Echteld	Slecht doorlatende laag 1
-22 tot -50	Formatie van Kreftenheye, Formatie van Peize Waalre	WVP 1 en 2
-50 tot -60	Waalre Klei 1 en 2	Slecht doorlatende laag 2
-60 tot -200	Formatie van Peize Waalre, Formatie van Maassluis	WVP 3
> -200	Hydrologische basis	

Op basis van de bodemopbouw en modeltechnische aspecten is het grondwatermodel opgedeeld in 8 lagen. De geohydrologische basis wordt gevormd door de kleilig ontwikkelde delen van de Formatie van Oosterhout. Deze basis ligt ter plaatse van het projectgebied op een diepte variërend tussen NAP -180 m tot NAP -210 m.

Aan de watervoerende pakketten en scheidende lagen zijn doorlatendheden (K) en weerstanden (c) toegekend. De karakteristieken van de watervoerende pakketten en scheidende lagen zijn ontleend aan de REGIS II.1 database, de Grondwaterkaart van Nederland (TNO-DGV, 1984) en lokale korrelgrootte analyses (Gemeentewerken Rotterdam, 2007; Fugro, 2009).

De modelschematisatie met bijbehorende K en c-waarden is weergegeven in tabel B1.2.

Tabel B1.2 Modelschematisatie doorlatendheden en weerstanden

Globale diepte [m+NAP]	Modellaag (eenheid)	K [m/d]	Weerstand [d]
5 tot -5	1	4-6	Nvt
-5 tot -10	2	1.5-4	Nvt
-10 tot -21	3	1.5-4	Nvt
-20 tot -22	4 (SDL1)	Nvt	500-1000
-22 tot -50	5 (WVP 1 en 2)	16-17	Nvt
-50 tot -60	6 (SDL 2)	Nvt	5000-7500
-60 tot -190	7 (WVP 3)	25-27	Nvt
Hydrologische basis			

De holocene toplaag wordt onderverdeeld in 3 modellagen, respectievelijk op 5, 10 en 20 m diepte. Deze onderverdeling wordt aangehouden vanwege de hier aanwezige bodemopbouw en om de effecten van de bemaling op de omgeving goed te kunnen modelleren. De doorlatendheden en weerstanden in deze drie pakketten worden geschematiseerd op basis van boringen uit DINO (TNO, zie afbeelding B1.1)

De boringen zijn geïnterpreteerd tot een diepte van 20 m, waarbij de aangetroffen sedimenten en diktes zijn omgezet naar doorlatendheden en weerstanden gebruikmakend van tabel B1.1.

**Tabel B1.3 Beknopte samenvatting van de inschatting van doorlatendheden per sedimenttype (Bron: Kruseman et al. 1994).**

Sediment	Horizontale k-waarde [m/dag]	Verticale k-waarde [m/dag]
Gyttja / klei / kleig leem / kleig veen / bruinkool	0.01	0.01
Matig fijne klei / zeer fijn leem	0.02	0.02
Grove klei / leem / veen	0.04	0.04
Uiterst fijn zand / kleig zand	0.5	0.1
Kleig grind / zeer fijn zand	1	0.2
Fijn zand / matig fijn zand	5	1
Matig grof zand	10	2
Grof zand	15	3
Zeer grof zand	25	5
Uiterst grof zand	30	6
Grind / schelpen / stenen	50	10
Zeer grof steen	50	10
Beton / ijzeroer / asfalt	0.0001	0.0001

#### 4. Oppervlaktewater en topsysteem

De relatie tussen het oppervlaktewater en het grondwater wordt in een grondwatermodel middels randvoorwaarden in de vorm van topsystemen beschreven.

Voor het modelgebied wordt de interactie tussen het oppervlaktewater en het grondwater middels een vlakparameter gesimuleerd. Voor deze gebieden is een vlak dekkend topsysteem toegepast met een gemiddeld (streef)peil.

De interactie tussen het oppervlaktewatersysteem en de poreuze sedimenten wordt gedomineerd door de aanwezige kades en damwanden. De EECV kade betreft een diepe (-30m) zeekade met zeer beperkte doorlatendheid (<1mm/dag) naar de eerste 20m sediment (holocene deklaag). Langs de rest van de kanalen en havens wordt een talud gemodelleerd met een verminderde doorlaatbaarheid (weerstand 20-40 dagen) in de eerste 20m sediment.

#### 5. Grondwateronttrekkingen –en infiltraties

Grondwateronttrekkingen –en infiltratiegegevens zijn opgevraagd bij de provincie Zuid Holland (contactpersoon mevrouw L. Hoopman-Everdij van Waterschap Hollandse Delta). De geregistreerde onttrekkingen binnen een straal van 2 kilometer tot het onderzoeksgebied zijn nader bekeken. Daarvan zijn er twee aanwezig op het terrein van de BP Raffinaderij Rotterdam B.V. met een vergunde capaciteit van 4500 en 81000 m<sup>3</sup>/jaar lopende in het jaar 2011-2012. De eerstgenoemde onttrekking heeft een zeer geringe capaciteit en de afstand tot de Kop van de Beer is groot. De tweede onttrekking

is op 31 januari 2012 gestopt. In de verdere modellering wordt geen rekening gehouden met her-activering of nieuwe onttrekkingen en infiltraties.

## **6. Grondwateraanvulling**

Het grondwater wordt aangevuld door neerslag, verminderd met de verdamping. Voor de grondwateraanvulling maken we gebruik van neerslaggegevens van het KNMI neerslagstation Hoek van Holland (nr. 477). De gemiddelde neerslag over de periode 1991-2012 is 2.36mm/dag, waarvan we aannemen dat de 3/4 hiervan het grondwater aanvult (relatief snelle inzijging als gevolg van goed doorlatende top laag leidt tot vermindering van verdamping). Binnen het modelgebied is sprake van bebouwing (opslagtanks olieraffinaderij, container terminal, overslagbedrijf en bestrating). Op basis van terrein en bebouwingsgegevens uit de TOP10 database is een inschatting gemaakt van de bebouwingsgraad (75% - 100% bebouwd), en de grondwateraanvulling is daarom ter plekke van bebouwing proportioneel met 40% verminderd (expert judgement).

## **7. Modelvalidatie**

Op basis van beschikbare grondwaterstands- en stijghoogtemetingen heeft een validatie van de modelberekeningen plaatsgevonden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat we met het grondwatermodel een gemiddelde situatie doorrekenen, terwijl de meeste meetgegevens enkelvoudige dagwaarden betreffen (zie tabel 2.2). Voor de modelvalidatie is zo veel mogelijk rekening gehouden met een voor de meetperiode representatieve modelinvoer (grondwateraanvulling). Verder zijn een aantal parameterwaardes geoptimaliseerd aan de hand van meetwaarden (modelcalibratie). Het betreft de volgende modelonderdelen:

1. Deklaag weerstanden –en doorlatendheden.
2. De randvoorwaarden van diepere modellagen.
3. De weerstand van de weerstandsbiedende laag op -21/-22 m NAP.
4. De doorlatendheid van de kade + damwand en het talud langs de kanalen.
5. Infiltratie van -en drainage naar de havens en kanalen.
6. De grondwateraanvulling.

In het model wordt een aantal aannames en inschattingen gedaan die van invloed zijn op de modelresultaten. Voor de beoordeling van de benodigde bemalingen is het van belang dat de gevoeligheden en bandbreedtes van deze parameters ten aanzien van bemaling worden onderzocht. Naast de gekozen 'optimale' parameterwaarden, waarvan de resultaten worden gepresenteerd in 4.1, wordt in bijlage 2 een beknopte gevoeligheidsanalyse beschreven. Voor deze gevoeligheidsanalyse zijn bandbreedtes ten opzichte van de gebruikte parameterwaarden gekozen op basis van realistische parameterinschattingen. Aan de hand van de resultaten hiervan (zie hoofdstuk 4) worden de berekende maximale debieten en effecten beoordeeld.

## **Bijlage 2**

### **Gevoeligheidsanalyse grondwaterbemalingen**

*Deklaag weerstanden –en doorlatendheden*

De horizontale weerstand –en doorlatendheid van de deklaag op basis van boringen varieert van 1-4 m/d. Aan de hand van korrelgrootte verdelingen uit het bodemonderzoek is gebleken dat dit goed overeenkomt met daaruit volgende doorlatendheden. De indeling van de deklaag in drie afzonderlijke lagen is gedaan uit praktisch oogpunt voor de bemalingen. Een andere indeling leidt niet tot significant andere resultaten ten opzichte van grondwaterstandsmetingen dan de hier gekozen indeling.

*De randvoorwaarden van diepere modellagen*

Randvoorwaarden van diepere modellagen is nu gelijk aan die van het holocene pakket (bovenste 3 modellagen).

- Voor diepere pakketten nemen we op basis van een diepe peilbuis reeks net ten zuiden van het modelgebied (B37A0111, 6 filters) aan dat er een licht verval optreedt over de diepere modellagen (tabel B2.1);
- Als dit gegeven wordt verdisconteerd in de stijghoogtevoorschriften opgelegd aan de modelranden, dan leidt dit in het validatiegebied rond de Kop van de Beer tot ca. 20 cm lager berekende grondwaterstanden. Daarmee is dit geconstateerde verval in stijghoogte ten zuiden van het modelgebied mogelijk niet representatief voor de diepere stijghoogtes in het gehele projectgebied.

**Tabel B2.1. Gemeten stijghoogtes peilbuis B37A0111.**

Modellaag	Stijghoogte	Verval
1	52	
3	44	-8
3	44	0
4	40	-4
5	30	-10
6	18	-12

*De doorlatendheid van de het talud langs de kanalen*

Het talud richting de kanalen bestaat uit stortsteen (petit graniet). Bovenaan het talud rond het waterpeil / golfslagzone is dit opgevuld met bitumen, en heeft daar dus een verminderde doorlatendheid. De hoeveelheid stortsteen, bitumen, maar ook slib en algen zullen het doorlaatvermogen van het talud beïnvloeden. De doorlatendheid van de kade + damwand en het talud zijn nu vastgesteld op basis van de gemeten stijghoogtes vlak achter het talud. Bij een grotere doorlatendheid zal de grondwateropbolling afnemen als gevolg van toenemende drainage in de richting van de kanalen. Het bemalingsdebiet zal groter kunnen worden door makkelijker toestromen vanuit grondwater in diepere pakketten, die gevoed worden door de kanalen. Een 2 x lagere kadeweerstand leidt tot een 2.2% hoger debiet, een 10x kleinere weerstand leidt tot 3.6% meer bemalingsdebiet.



Bij een 4x hogere weerstand (meer slib/bitumen in het talud) vermindert de drainage van grondwater richting de kanalen. Alhoewel de toestroom vanuit de kanalen richting de bouwkuipen vanuit de bovenste pakketten afneemt, zal de grondwateropbolling toenemen. Het netto effect is een groter bemalingsdebiet van ongeveer 1.7%, omdat er op het terrein hogere grondwaterstanden zijn ontstaan die tot -2m NAP moet worden weggemalen. Ook sluit het talud de wateraanvoer vanuit de kanalen niet af. Diepere aanvoer onder het talud door (1<sup>e</sup> watervoerende pakket) is mogelijk, afhankelijk van de dikte en continuïteit van de weerstandsbiedende laag.

#### De weerstand van de weerstandsbiedende laag op -21/-22 m NAP

De weerstand van de weerstandsbiedende laag op 21m diepte gevarieerd tussen 500-1000 dagen. Als deze laag zich beter heeft ontwikkeld kan de weerstand hoger zijn (1000-2000 dagen). Als in deze laag onderbrekingen (gaten) voorkomen wordt de weerstand lager (250-500 dagen). Dit is van invloed op de verbreiding van de effecten in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket en toestroom van water uit diepere pakketten (debiet). Een verdubbeling van de weerstand heeft een verlaging van het debiet met 1.5% tot gevolg (alle constructies tegelijkertijd). De verbreiding van het effect neemt af naar het zuiden. Een halvering van de weerstand heeft een verhoging van het debiet met 1.9% tot gevolg, en de verbreiding van het effect neemt iets toe naar het zuidelijk gelegen Nerefco terrein.

#### De doorlatendheid van de kade/damwand aan het EECV terrein

Van de damwand wordt aangenomen dat deze niet doorlatend is. Ook bij een verouderde constructie wordt aangenomen dat de lekkage over de kade dusdanig klein is dat deze geen gevolgen heeft voor het bemalingsdebiet of de berekende effecten.

#### Plaatsing tijdelijke damwand tijdens constructiefase

Het plaatsen van tijdelijke damwanden tot de eerste scheidende laag op 21 m diepte met als doel de toestroom van (zee)water vanuit de kanalen te verminderen leidt niet tot een verminderde effect verbreiding. De toestroom vanuit kanalen wordt maar marginaal beïnvloed, en leidt tot minimale verlaging van het benodigde bemalingsdebiet. Worden de tijdelijke damwanden tot -34m NAP geslagen (2<sup>e</sup> scheidende pakket), dan neemt het bemalingsdebiet af met ongeveer 33%. Deze afname is afhankelijk van hoeveel water via de kanaalbodem kan infiltreren.

#### Infiltratie van -en drainage naar de havens en kanalen

Infiltratie van en drainage naar de havens en kanalen is afhankelijk van de dikte van de sliblaag. Bij een goed onderhouden vaargeul kan de drainageweerstand variëren van 25 tot 250 dagen. De infiltratieweerstand kan toenemen, als voor langere periode infiltratie plaatsvindt (toename sliblaag / fijne deeltjes in de poriën van het 1<sup>e</sup> wvp).

Met betrekking tot de dikte van de sliblaag / onderhoud aan de kanaalbodem (informatie Jim Sonnenschein, 21-4-2012, HbR):

- a) Het onderhoud wat verricht wordt beperkt zich uitsluitend tussen de T-lijnen van het vaarpad. Over dat gedeelte tussen de kruin en deze T-lijn (zgn. talud) is geen informatie voor handen;
- b) Het Beerkanaal en monding Calandkanaal worden vrij frequent gebaggerd afhankelijk van sedimentatie, die zich boven de contractdiepte afzet. Het Hartelkanaal Dintelhaven, Elbe en Beneluxhaven worden nauwelijks gebaggerd.

Aangenomen kan worden dat de kanalen langs het projectgebied (Caland –en Beerkanaal) een relatief kleine infiltratieweerstand richting het 1<sup>e</sup> wvp kennen. Indien de bemaling langere tijd duurt, kan via het 1<sup>e</sup> wvp meer infiltrerend water worden onttrokken, maar zal hierdoor ook meer slib op de kanaalbodem bezinken. De berekeningen laten zien dat de effecten hiervan tegengesteld zijn: meer slib leidt tot meer weerstand en dus minder drainage van grondwater richting de kanalen (en dus meer opbolling). Het benodigde bemalingsdebiet zal hierdoor groter worden. Tegelijkertijd neemt de infiltratie naar het 1<sup>e</sup> wvp af, en zal het benodigde bemalingsdebiet lager zijn. Het netto effect is een toename in bemalingsdebiet van ongeveer 2%.

#### De grondwateraanvulling

De grondwateraanvulling is geschat op basis van neerslag en bebouwingsgegevens. De 40% reductie in grondwateraanvulling op bebouwd gebied is geschat op basis van expert judgement. Buiten de jaarlijkse fluctuatie van neerslag – in de zomer is er immers veel minder neerslag dan in de winter - is het mogelijk dat er meer of minder regenwater verdampt of in het riool terecht komt en dus niet het grondwater aanvult. Als we uitgaan van een jaargemiddelde neerslag ipv een wintersituatie neemt het bemalingsdebiet met 2.2 % af. Als de constructie en bemalingsactiviteiten gedurende een droge zomer vallen, zal meer neerslag verdampen. Bij een derde minder grondwateraanvulling als gevolg van verhoogde verdamping, ten opzichte van een gemiddelde jaarlijkse grondwateraanvulling, neemt het bemalingsdebiet met 3.5% af. De effecten strekken zich dan minder ver uit naar het zuiden. Dit betreft met name de effecten <25 cm.

## **Bijlage 3 Grondwateranalyses**

**Tabel 7: Grondwaternormen van de Wet Bodembescherming (µg/l)**

	S	T	I
Arseen [As]	10,0	35	60
Cadmium [Cd]	0,40	3,2	6,0
Chroom [Cr]	1,00	16	30
Koper [Cu]	15	45	75
Kwik [Hg]	0,050	0,17	0,30
Lood [Pb]	15	45	75
Nikkel [Ni]	15	45	75
Zink [Zn]	65	433	800
Naftaleen (GC)	0,010	35	70
Benzeen	0,20	15	30
Ethylbenzeen	4,0	77	150
Tolueen	7,0	504	1000
Xylenen (som)	0,20	35	70
1,1,1-Trichloorethaan	0,010	150	300
1,1,2-Trichloorethaan	0,010	65	130
1,2-Dichloorethaan	7,0	204	400
Dichloorbenzenen (som)	3,0	27	50
Monochloorbenzeen	7,0	94	180
Tetrachlooretheen (Per)	0,010	20	40
Tetrachloormethaan (Tetra)	0,010	5,0	10,0
Trichlooretheen (Tri)	24	262	500
Trichloormethaan (Chloroform)	6,0	203	400
cis-1,2-Dichlooretheen	0,010	10,0	20
Minerale olie (totaal)	50	325	600

**Toelichting bij de tabel:**

- S = Streefwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming  
T = Tussenwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming  
I = Interventiewaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming

Projectnaam BO LIONGAS MARKWEG  
 Projectcode 9S2389

Tabel 1: Aangetroffen gehalten ( $\mu\text{g/l}$ ) in grondwater met beoordeling conform de Wet Bodembescherming

Monsternummer	509-1-1		510-1-1		526-1-1		534-1-1	
Datum	11-9-2006		11-9-2006		11-9-2006		11-9-2006	
pH	6,8		7,1		6,6		6,9	
Ec ( $\mu\text{S/cm}$ )	1722		1887		1905		1540	
Filternummer	1		1		1		1	
Van (cm-mv)	510		500		310		230	
Tot (cm-mv)	610		600		410		330	
Arseen [As]	5	<S	5	<S	5	<S	6,6	<S
Cadmium [Cd]	0,45	*	0,4	<S	0,76	*	0,4	<S
Chroom [Cr]	1	<S	1	<S	1	<S	1	<S
Koper [Cu]	5	<S	5	<S	5	<S	5	<S
Kwik [Hg]	0,05	<S	0,05	<S	0,05	<S	0,05	<S
Lood [Pb]	10	<S	10	<S	10	<S	10	<S
Nikkel [Ni]	13	<S	10	<S	10	<S	10	<S
Zink [Zn]	27	<S	20	<S	20	<S	20	<S
Naftaleen (GC)	0,2	<T	0,2	<T	0,2	<T	0,2	<T
Benzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Ethylbenzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Toluene	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Xylenen (som)	0,5	<T	0,5	<T	0,5	<T	0,5	<T
BTEX (som)	1	<	1	<	1	<	1	<
1,1,1-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
1,1,2-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
1,2-Dichloorethaan	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
Dichloorbenzenen (som)	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Monochloorbenzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Tetrachlooretheen (Per)	0,1	<T	0,2	<T	0,1	<T	0,1	<T
Tetrachloormethaan (Tetra)	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Trichlooretheen (Tri)	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
Trichloormethaan (Chloroform)	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
cis-1,2-Dichlooretheen	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Minerale olie C10 - C12	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C12 - C22	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C22 - C30	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C30 - C40	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie (totaal)	50	<S	50	<S	50	<S	50	<S

Tabel 2: Aangetroffen gehalten (µg/l) in grondwater met beoordeling conform de Wet Bodembescherming

Monsternummer	546-1-1		559-1-1		569-1-1		578-1-1	
Datum	11-9-2006		11-9-2006		11-9-2006		11-9-2006	
pH	7,9		7,1		6,7		7,1	
Ec (µS/cm)	1368		1984		2010		1976	
Filternummer	1		1		1		1	
Van (cm-mv)	200		420		300		520	
Tot (cm-mv)	300		520		400		620	
Arseen [As]	5	<S	6,2	<S	16	*	79	***
Cadmium [Cd]	0,4	<S	0,4	<S	0,4	<S	0,4	<S
Chroom [Cr]	1	<S	1	<S	1	<S	1	<S
Koper [Cu]	5	<S	5	<S	5	<S	5	<S
Kwik [Hg]	0,05	<S	0,05	<S	0,05	<S	0,05	<S
Lood [Pb]	10	<S	10	<S	10	<S	10	<S
Nikkel [Ni]	10	<S	10	<S	10	<S	10	<S
Zink [Zn]	20	<S	20	<S	20	<S	20	<S
Naftaleen (GC)	0,2	<T	0,2	<T	0,2	<T	0,2	<T
Benzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Ethylbenzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Tolueen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Xylenen (som)	0,5	<T	0,5	<T	0,5	<T	0,5	<T
BTEX (som)	1	<	1	<	1	<	1	<
1,1,1-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
1,1,2-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
1,2-Dichloorethaan	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
Dichloorbenzenen (som)	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Monochloorbenzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Tetrachlooretheen (Per)	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Tetrachloormethaan (Tetra)	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Trichlooretheen (Tri)	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
Trichloormethaan (Chloroform)	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
cis-1,2-Dichlooretheen	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Minerale olie C10 - C12	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C12 - C22	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C22 - C30	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C30 - C40	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie (totaal)	50	<S	50	<S	50	<S	50	<S

Tabel 3: Aangetroffen gehalten (µg/l) in grondwater met beoordeling conform de Wet Bodembescherming

Monsternummer	584-1-1		592-1-1		609-1-1		619-1-1	
Datum	11-9-2006		11-9-2006		11-9-2006		11-9-2006	
pH	6,6		6,7		8,7		7,7	
Ec (µS/cm)	1998		2000		692		2020	
Filternummer	1		1		1		1	
Van (cm-mv)	470		500		330		450	
Tot (cm-mv)	570		600		430		550	
Arseen [As]	5	<S	17	*	5	<S	14	*
Cadmium [Cd]	0,4	<S	0,4	<S	0,4	<S	0,4	<S
Chroom [Cr]	1	<S	1	<S	1	<S	1	<S
Koper [Cu]	5	<S	5	<S	12	<S	5	<S
Kwik [Hg]	0,05	<S	0,05	<S	0,05	<S	0,05	<S
Lood [Pb]	10	<S	10	<S	10	<S	10	<S
Nikkel [Ni]	10	<S	10	<S	10	<S	10	<S
Zink [Zn]	20	<S	20	<S	20	<S	20	<S
Naftaleen (GC)	0,2	<T	0,2	<T	0,2	<T	0,2	<T
Benzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Ethylbenzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Tolueen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Xylenen (som)	0,5	<T	0,5	<T	0,5	<T	0,5	<T
BTEX (som)	1	<	1	<	1	<	1	<
1,1,1-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
1,1,2-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
1,2-Dichloorethaan	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
Dichloorbenzenen (som)	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Monochloorbenzeen	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S	0,2	<S
Tetrachlooretheen (Per)	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Tetrachloormethaan (Tetra)	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Trichlooretheen (Tri)	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
Trichloormethaan (Chloroform)	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S	0,1	<S
cis-1,2-Dichlooretheen	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T	0,1	<T
Minerale olie C10 - C12	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C12 - C22	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C22 - C30	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie C30 - C40	10	<	10	<	10	<	10	<
Minerale olie (totaal)	50	<S	50	<S	50	<S	50	<S



**Tabel 4: Aangetroffen gehalten ( $\mu\text{g/l}$ ) in grondwater met beoordeling conform de Wet Bodembescherming**

Monsternummer	622-1-1		636A-1-1	
Datum	11-9-2006		11-9-2006	
pH	7,1		8,7	
Ec ( $\mu\text{S/cm}$ )	2030		880	
Filternummer	1		1	
Van (cm-mv)	460		430	
Tot (cm-mv)	560		530	
Arseen [As]	61	***	5	<S
Cadmium [Cd]	0,62	*	0,4	<S
Chroom [Cr]	1	<S	1	<S
Koper [Cu]	5	<S	5	<S
Kwik [Hg]	0,05	<S	0,05	<S
Lood [Pb]	10	<S	10	<S
Nikkel [Ni]	10	<S	10	<S
Zink [Zn]	20	<S	20	<S
Naftaleen (GC)	0,2	<T	0,2	<T
Benzeen	0,2	<S	0,2	<S
Ethylbenzeen	0,2	<S	0,2	<S
Tolueen	0,2	<S	0,2	<S
Xylenen (som)	0,5	<T	0,5	<T
BTEX (som)	1	<	1	<
1,1,1-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T
1,1,2-Trichloorethaan	0,1	<T	0,1	<T
1,2-Dichloorethaan	0,1	<S	0,1	<S
Dichloorbenzenen (som)	0,2	<S	0,2	<S
Monochloorbenzeen	0,2	<S	0,2	<S
Tetrachlooretheen (Per)	0,1	<T	0,1	<T
Tetrachloormethaan (Tetra)	0,1	<T	0,1	<T
Trichlooretheen (Tri)	0,1	<S	0,1	<S
Trichloormethaan (Chloroform)	0,1	<S	0,1	<S
cis-1,2-Dichlooretheen	0,1	<T	0,1	<T
Minerale olie C10 - C12	10	<	10	<
Minerale olie C12 - C22	10	<	10	<
Minerale olie C22 - C30	10	<	10	<
Minerale olie C30 - C40	10	<	10	<
Minerale olie (totaal)	50	<S	50	<S

**Toelichting bij de tabel:**

**Toetsing:**

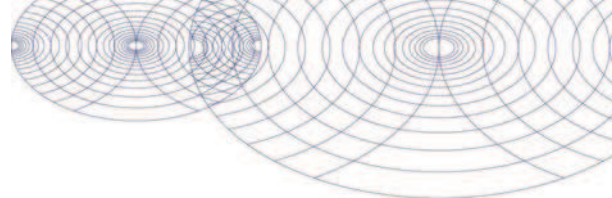
- < = kleiner dan de detectielimiet
- <S = kleiner of gelijk aan de streefwaarde (S)
- \* = groter dan S en kleiner of gelijk aan de tussenwaarde (T)
- \*\* = groter dan T en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I)
- \*\*\* = groter dan I
- <T = detectielimiet groter dan S en kleiner dan of gelijk aan T

**Tabel 5: Grondwaternormen van de Wet Bodembescherming (µg/l)**

	S	T	I
Arseen [As]	10,0	35	60
Cadmium [Cd]	0,40	3,2	6,0
Chroom [Cr]	1,00	16	30
Koper [Cu]	15	45	75
Kwik [Hg]	0,050	0,17	0,30
Lood [Pb]	15	45	75
Nikkel [Ni]	15	45	75
Zink [Zn]	65	433	800
Naftaleen (GC)	0,010	35	70
Benzeen	0,20	15	30
Ethylbenzeen	4,0	77	150
Tolueen	7,0	504	1000
Xylenen (som)	0,20	35	70
1,1,1-Trichloorethaan	0,010	150	300
1,1,2-Trichloorethaan	0,010	65	130
1,2-Dichloorethaan	7,0	204	400
Dichloorbenzenen (som)	3,0	27	50
Monochloorbenzeen	7,0	94	180
Tetrachlooretheen (Per)	0,010	20	40
Tetrachloormethaan (Tetra)	0,010	5,0	10,0
Trichlooretheen (Tri)	24	262	500
Trichloormethaan (Chloroform)	6,0	203	400
cis-1,2-Dichlooretheen	0,010	10,0	20
Minerale olie (totaal)	50	325	600

**Toelichting bij de tabel:**

- S = Streefwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming
- T = Tussenwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming
- I = Interventiewaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming



DHV B.V.  
T.a.v. L. Koedoot  
Postbus 93059  
2509 AB DEN HAAG

## Analysecertificaat

Datum: 23-01-2007

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer	2007006931
Uw projectnummer	A7595-03-001
Uw projectnaam	Markweg ong. te Rotterdam (Kop van de Beer)
Uw ordernummer	A7595-03-001
Monster(s) ontvangen	22-01-2007

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.  
Aanvullende informatie behorend bij dit analysecertificaat kunt U vinden in het overzicht "Specificaties Analysemethoden". Extra exemplaren zijn verkrijgbaar bij de afdeling Verkoop en Advies.

De grondmonsters worden tot 6 weken na datum ontvangst gekoeld bewaard en watermonsters tot 2 weken na datum ontvangst. Zonder tegenbericht worden de monsters nadien afgevoerd.  
Indien de monsters langer bewaard dienen te blijven verzoeken wij U dit exemplaar uiterlijk 1 week voor afloop van de standaardbewaarperiode ondertekend aan ons te retourneren. Voor de kosten van het langer bewaren van monsters verwijzen wij naar de prijslijst.

Bewaren tot:

Datum:

Naam:

Handtekening:

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd, mocht U naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben verzoeken wij U contact op te nemen met de afdeling Verkoop en Advies.

Met vriendelijke groet,

Analytico Milieu B.V.



Ing. A. Veldhuizen  
Laboratoriummanager

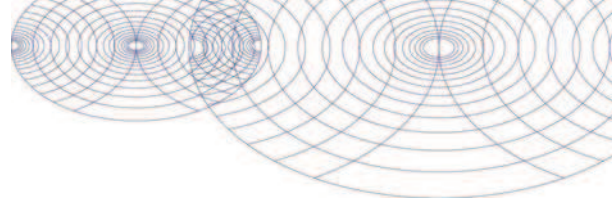
Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en AMINAL), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).



## Analysecertificaat

Uw projectnummer	A7595-03-001	Certificaatnummer	2007006931
Uw projectnaam	Markweg ong. te Rotterdam (Kop van de Be	Startdatum	22-01-2007
Uw ordernummer	A7595-03-001	Rapportagedatum	23-01-2007/18:01
Datum monsternamen	22-01-2007	Bijlage	A, C
Monsternemer		Pagina	1/2
Projectcode	907 - DHV - Havenbedrijf Rotterdam		

Analyse	Eenheid	1
<b>Metalen</b>		
Q Arseen (As)	µg/L	<5.0
Q Cadmium (Cd)	µg/L	<0.40
Q Chroom (Cr)	µg/L	<1.0
Q Koper (Cu)	µg/L	<5.0
Q Kwik (Hg)	µg/L	<0.050
Q Nikkel (Ni)	µg/L	9.0
Q Lood (Pb)	µg/L	<5.0
Q Zink (Zn)	µg/L	10
<b>Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen</b>		
Q Benzeen	µg/L	<0.20
Q Toluene	µg/L	<0.20
Q Ethylbenzeen	µg/L	<0.20
Q o-Xyleen	µg/L	<0.20
Q m,p-Xyleen	µg/L	<0.20
Q Xylenen (som)	µg/L	--
Q BTEX (som)	µg/L	--
Q Naftaleen	µg/L	<0.20
<b>Vluchtige organische chloorkoolwaterstoffen</b>		
Q Trichloormethaan	µg/L	<0.10
Q Tetrachloormethaan	µg/L	<0.10
Q Trichlooretheen	µg/L	<0.10
Q Tetrachlooretheen	µg/L	<0.10
Q 1,2-Dichloorethaan	µg/L	<0.10
Q 1,1,1-Trichloorethaan	µg/L	<0.10
Q 1,1,2-Trichloorethaan	µg/L	<0.10
Q cis 1,2-Dichlooretheen	µg/L	<0.10
Q Monochloorbenzeen	µg/L	<0.10
Q 1,2-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10
Q 1,3-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10
Q 1,4-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10
Q Dichloorbenzenen ( som 3 )	µg/L	--
Q Chloorbenzenen ( som 4 )	µg/L	--
Q CKW ( som 8 )	µg/L	--
<b>Minerale olie</b>		

### Nr. Monsteromschrijving

1 12-1-1

### Analytico-nr.

2950059

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting  
A: AP04 geaccrediteerde verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analytico Milieu B.V.

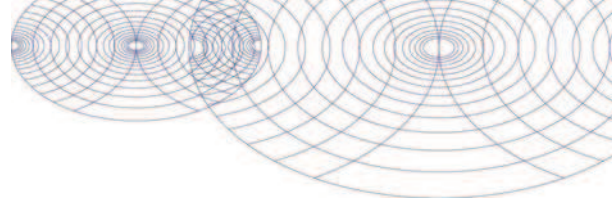
Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail info@analytico.com  
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en AMINAL), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).





## Analysecertificaat

Uw projectnummer	A7595-03-001	Certificaatnummer	2007006931
Uw projectnaam	Markweg ong. te Rotterdam (Kop van de Be	Startdatum	22-01-2007
Uw ordernummer	A7595-03-001	Rapportagedatum	23-01-2007/18:01
Datum monstername	22-01-2007	Bijlage	A, C
Monsternemer		Pagina	2/2
Projectcode	907 - DHV - Havenbedrijf Rotterdam		

Analyse	Eenheid	1
Q Minerale olie (C10-C16)	µg/L	--
Q Minerale olie (C16-C22)	µg/L	--
Q Minerale olie (C22-C30)	µg/L	--
Q Minerale olie (C30-C40)	µg/L	--
Q Minerale olie (GC) (C10-C40)	µg/L	<50
Q Chromatogram olie (GC)		Zie bijl.

### Nr. Monsteromschrijving

1 12-1-1

### Analytico-nr.

2950059

### Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail info@analytico.com  
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Q: door RVA geaccrediteerde verrichting  
A: AP04 geaccrediteerde verrichting

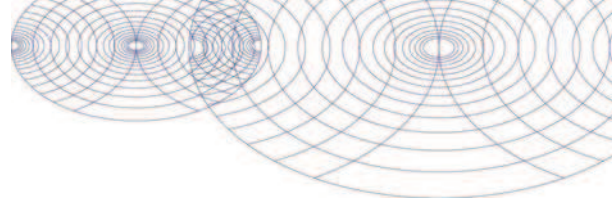
Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

**Akkoord**  
**Pr. coörd.**  
*SK*

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en AMINAL), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).



**TESTEN**  
**RvA L010**

**Bijlage (A) met deelmonsterinformatie behorende bij analysecertificaat 2007006931**

Pagina 1/1

<b>Analytico-nr.</b>	<b>Boornr</b>	<b>Deelmonster</b>	<b>Van</b>	<b>Tot</b>	<b>Barcode</b>	<b>Monsteromschrijving</b>
2950059	12	2	500	600	0700391370	12-1-1
2950059	12	1	500	600	0690661264	

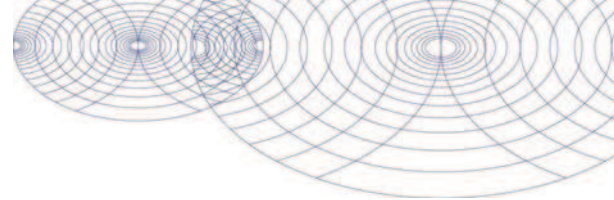
**Analytico Milieu B.V.**

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en AMINAL), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).



**Bijlage (C) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2007006931**

Pagina 1/1

Analyse	Methode	Techniek	Referentiemethode
ICP-MS Cadmium	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gel. CMA2/I/B.1
ICP-MS Arseen	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gel. CMA2/I/B.1
CKW NEN (12 st)	W0254	HS-GC-MS	Cf. NEN-EN-ISO 10301/CMA 3/E
Chromatogram olie (GC)	W0215	LVI-GC-FID	Eigen methode
ICP-MS Kwik	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gelijk.w. EN 1483
Minerale Olie (GC)	W0215	LVI-GC-FID	Eigen methode
ICP-MS Koper	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gel. CMA2/I/B.1
ICP-MS Lood	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gel. CMA2/I/B.1
ICP-MS Chroom	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gel. CMA2/I/B.1
ICP-MS Zink	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gel. CMA2/I/B.1
Aromaten (BTEXN)	W0254	HS-GC-MS	Conform ISO 11423-1 / CMA 3/E
ICP-MS Nikkel	W0420	ICP-MS	Cf. 0-NEN 6427: 1999 / Gel. CMA2/I/B.1

Nadere informatie over de toegepaste onderzoeksmethoden alsmede een classificatie van de meetonzekerheid staan vermeld in ons overzicht "Specificaties analysemethoden", versie januari 2004



**Analytico Milieu B.V.**

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74  
456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en AMINAL), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).



**BIJLAGE 5      Overschrijdingstabellen grond en grondwater**

**Tabel 1: Aangetroffen gehalten (mg/kg d.s.) in grond met beoordeling conform de WBB**

Monsternummer	MM01	MM02	MM03	MM04				
Boring	01,03,05	08,11,13	09,12,15	07,10,14				
Datum	12-1-2007	12-1-2007	12-1-2007	12-1-2007				
Bodemtype	Zand, matig grof, zwak siltig	Zand, matig grof, zwak siltig	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus	Zand, matig grof, zwak siltig				
Zintuiglijk	geen olie-water reactie	geen olie-water reactie	zwak wortelhoudend, geen olie-water reactie	zwak schelphoudend, brokken klei, geen olie-water reactie				
Van (cm-mv)	20	0	50	100				
Tot (cm-mv)	72	50	100	200				
Humus (% op ds)	0.5	0.5	0.5	0.5				
Lutum (% op ds)	4.8	3.1	3.3	4.9				
Arseen [As]	< 10	--	< 10	--	< 10	--		
Cadmium [Cd]	< 0,4	--	< 0,4	--	< 0,4	--		
Chroom [Cr]	6,7	<=S	6,8	<=S	5	<=S	12	<=S
Koper [Cu]	< 5	--	< 5	--	< 5	--	< 5	--
Kwik [Hg]	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--
Nikkel [Ni]	< 5	--	< 5	--	< 5	--	5,7	<=S
Lood [Pb]	< 10	--	< 10	--	< 10	--	< 10	--
Zink [Zn]	11	<=S	12	<=S	9,1	<=S	16	<=S
Anthraceen	< 0,005	--	< 0,005	--	< 0,005	--	< 0,005	--
Benzo(a)anthraceen	< 0,01	--	< 0,01	--	< 0,01	--	< 0,01	--
Benzo(a)pyreen	0,024	----	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----
Benzo(g,h,i)peryleen	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----
Benzo(k)fluorantheen	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----
Chryseen	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----
Fenantheen	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----	0,01	----
Fluorantheen	0,012	----	< 0,01	----	0,018	----	0,014	----
Indeno-(1,2,3-c,d)pyreen	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----
Naftaleen	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----	< 0,01	----
PAK 10 VROM	0,036	<=S	----	----	0,018	<=S	0,025	<=S
EOX	< 0,1	--	< 0,1	--	0,1	<=S	< 0,1	--
Minerale olie (totaal)	< 50	--	< 50	--	< 50	--	< 50	--
Minerale olie C10 - C16	----	----	----	----	----	----	----	----
Minerale olie C16 - C22	----	----	----	----	----	----	----	----
Minerale olie C22 - C30	----	----	----	----	----	----	----	----
Minerale olie C30 - C40	----	----	----	----	----	----	----	----
Droge stof	90,7	----	92,1	----	92,8	----	89,2	----
Gloeirest	99,3	----	99,3	----	99,4	----	99,2	----

Toelichting bij de tabel:

Toetsing

- < = kleiner dan de detectielimiet
- = Geen toetsnorm aanwezig
- <=S = kleiner of gelijk aan de streefwaarde (S)
- >S = groter dan S en kleiner of gelijk aan de tussenwaarde (T)
- >T = groter dan T en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I)
- >I = groter dan I
- >TW = groter dan de triggerwaarde
- = detectielimiet kleiner dan of gelijk aan S
- = detectielimiet groter dan S en kleiner dan of gelijk aan T
- = detectielimiet kleiner of gelijk aan interventiewaarde, er is geen streefwaarde
- = detectielimiet groter dan T en kleiner of gelijk aan I
- = detectielimiet groter dan I

**Tabel 2: Voor humus en lutum gecorrigeerde normen (mg/kg d.s.) voor grond van de Wet Bodembescherming**

humus (% op ds)	0.5			0.5			0.5		
lutum (% op ds)	3.1			3.3			4.8		
	S	T	I	S	T	I	S	T	I
Arseen [As]	16	24	31	17	24	31	17	25	33
Cadmium [Cd]	0,44	3,5	6,6	0,44	3,5	6,6	0,45	3,6	6,8
Chroom [Cr]	56	135	214	57	136	215	60	143	226
Koper [Cu]	17	54	91	17	54	91	18	57	96
Kwik [Hg]	0,21	3,6	7,0	0,21	3,6	7,0	0,22	3,7	7,2
Nikkel [Ni]	13	46	79	13	47	80	15	52	89
Lood [Pb]	54	194	334	54	195	336	55	200	345
Zink [Zn]	60	184	309	61	186	312	65	200	335
PAK 10 VROM				1,00	21	40	1,00	21	40
EOX	0,30			0,30			0,30		
Minerale olie (totaal)	10,0	505	1000	10,0	505	1000	10,0	505	1000

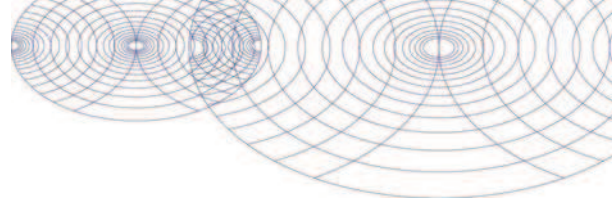
**Tabel 3: Voor humus en lutum gecorrigeerde normen (mg/kg d.s.) voor grond van de Wet Bodembescherming**

humus (% op ds)	0.5			10		
lutum (% op ds)	4.9			25		
	S	T	I	S	T	I
Arseen [As]	17	25	33			
Cadmium [Cd]	0,45	3,6	6,8			
Chroom [Cr]	60	144	227			
Koper [Cu]	18	57	96			
Kwik [Hg]	0,22	3,7	7,2			
Nikkel [Ni]	15	52	89			
Lood [Pb]	55	200	346			
Zink [Zn]	65	201	336			
PAK 10 VROM	1,00	21	40	1,00	21	40
EOX	0,30					
Minerale olie (totaal)	10,0	505	1000			

Toelichting bij de tabel:

De toetsingsnormen zoals vermeld in de Wet Bodembescherming worden gecorrigeerd voor de geldende lutum- en humuswaarden. In bovenstaande tabel worden de normen gegeven bij de voorkomende lutum- en humuswaarden in dit onderzoek.

S = Streefwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming  
T = Tussenwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming  
I = Interventiewaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming



DHV B.V.  
T.a.v. A. Niemantsverdriet  
Postbus 93059  
2509 AB DEN HAAG

## Analysecertificaat

Datum: 08-05-2007

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer	2007055458
Uw projectnummer	B0434-01-001
Uw projectnaam	KOP V BEER OOSTBOCHT
Uw ordernummer	
Monster(s) ontvangen	04-05-2007

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.  
Aanvullende informatie behorend bij dit analysecertificaat kunt U vinden in het overzicht "Specificaties Analysemethoden". Extra exemplaren zijn verkrijgbaar bij de afdeling Verkoop en Advies.

De grondmonsters worden tot 6 weken na datum ontvangst gekoeld bewaard en watermonsters tot 2 weken na datum ontvangst. Zonder tegenbericht worden de monsters nadien afgevoerd.  
Indien de monsters langer bewaard dienen te blijven verzoeken wij U dit exemplaar uiterlijk 1 week voor afloop van de standaardbewaarperiode ondertekend aan ons te retourneren. Voor de kosten van het langer bewaren van monsters verwijzen wij naar de prijslijst.

Bewaren tot:

Datum:

Naam:

Handtekening:

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd, mocht U naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben verzoeken wij U contact op te nemen met de afdeling Verkoop en Advies.

Met vriendelijke groet,

Analytico Milieu B.V.



Ing. A. Veldhuizen  
Laboratoriummanager

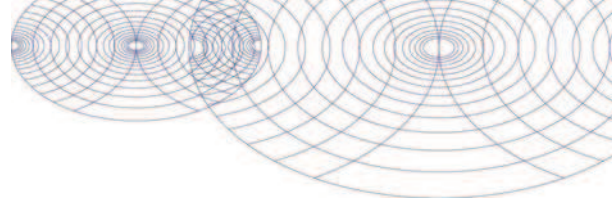
### Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).



## Analysecertificaat

Uw projectnummer	B0434-01-001	Certificaatnummer	2007055458
Uw projectnaam	KOP V BEER OOSTBOCHT	Startdatum	07-05-2007
Uw ordernummer		Rapportagedatum	08-05-2007/12:27
Datum monsternamen		Bijlage	A, C
Monsternemer		Pagina	1/2
Projectcode	907 - DHV - Havenbedrijf Rotterdam		

Analyse	Eenheid	1	2
<b>Metalen</b>			
Q Arseen (As)	µg/L	<5.0	<5.0
Q Cadmium (Cd)	µg/L	<0.40	<0.40
Q Chroom (Cr)	µg/L	<1.0	<1.0
Q Koper (Cu)	µg/L	<5.0	<5.0
Q Kwik (Hg)	µg/L	<0.050	<0.050
Q Nikkel (Ni)	µg/L	<5.0	<5.0
Q Lood (Pb)	µg/L	<5.0	<5.0
Q Zink (Zn)	µg/L	<10	14
<b>Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen</b>			
Q Benzeen	µg/L	<0.20	<0.20
Q Toluene	µg/L	<0.20	<0.20
Q Ethylbenzeen	µg/L	<0.20	<0.20
Q o-Xyleen	µg/L	<0.20	<0.20
Q m,p-Xyleen	µg/L	<0.20	<0.20
Q Xylenen (som)	µg/L	--	--
Q BTEX (som)	µg/L	--	--
Q Naftaleen	µg/L	<0.20	<0.20
<b>Vluchtige organische chloorkoolwaterstoffen</b>			
Q Trichloormethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q Tetrachloormethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q Trichlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10
Q Tetrachlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,2-Dichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,1,1-Trichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,1,2-Trichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q cis 1,2-Dichlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10
Q Monochloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,2-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,3-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,4-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
Q Dichloorbenzenen ( som 3 )	µg/L	--	--
Q Chloorbenzenen ( som 4 )	µg/L	--	--
Q CKW ( som 8 )	µg/L	--	--
<b>Minerale olie</b>			

### Nr. Monsteromschrijving

1	121-1-1
2	109-1-1

### Analytico-nr.

3147836
3147837

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting  
A: AP04 geaccrediteerde verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analytico Milieu B.V.

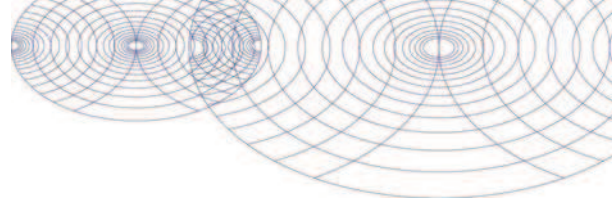
Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail info@analytico.com  
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).





## Analysecertificaat

Uw projectnummer	B0434-01-001	Certificaatnummer	2007055458
Uw projectnaam	KOP V BEER OOSTBOCHT	Startdatum	07-05-2007
Uw ordernummer		Rapportagedatum	08-05-2007/12:27
Datum monstername		Bijlage	A, C
Monsternemer		Pagina	2/2
Projectcode	907 - DHV - Havenbedrijf Rotterdam		

Analyse	Eenheid	1	2
Q Minerale olie (C10-C16)	µg/L	--	--
Q Minerale olie (C16-C22)	µg/L	--	--
Q Minerale olie (C22-C30)	µg/L	--	--
Q Minerale olie (C30-C40)	µg/L	--	--
Q Minerale olie (GC) (C10-C40)	µg/L	<40	<40
Q Chromatogram olie (GC)		Zie bijl.	Zie bijl.

### Nr. Monsteromschrijving

1	121-1-1
2	109-1-1

### Analytico-nr.

3147836
3147837

### Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail info@analytico.com  
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting  
A: AP04 geaccrediteerde verrichting

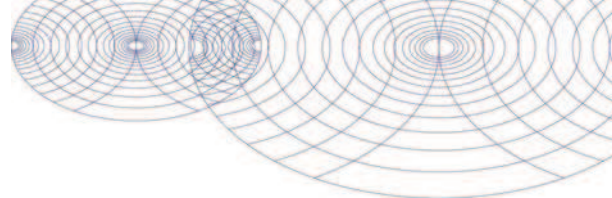
Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

**Akkoord**  
**Pr. coörd.**  
*SK*



TESTEN  
RvA L010

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).

**Bijlage (A) met deelmonsterinformatie behorende bij analysecertificaat 2007055458**

Pagina 1/1

Analytico-nr.	Boornr	Deelmonster	Van	Tot	Barcode	Monsteromschrijving
3147836	121	1	550	650	069059985	121-1-1
3147836	121	2	550	650	0700352804	
3147837	109	1	550	650	069059987	109-1-1
3147837	109	2	550	650	0700352951	

**Analytico Milieu B.V.**

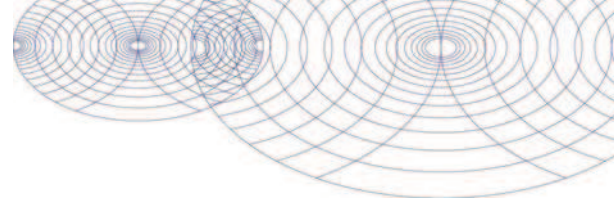
Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).





**Bijlage (C) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2007055458**

Pagina 1/1

Analyse	Methode	Techniek	Referentiemethode
ICP-MS Zink	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004/ Gel. CMA2
ICP-MS Lood	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004/ Gel. CMA2
ICP-MS Chroom	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004/ Gel. CMA2
ICP-MS Cadmium	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004/ Gel. CMA2
ICP-MS Kwik	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004 / Gelijk.w.
Chromatogram olie (GC)	W0215	LVI-GC-FID	Eigen methode
Minerale Olie (GC)	W0215	LVI-GC-FID	Eigen methode
ICP-MS Koper	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004/ Gel. CMA2
Aromaten (BTEXN)	W0254	HS-GC-MS	Conform ISO 11423-1 / CMA 3/E
ICP-MS Arseen	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004/ Gel. CMA2
CKW NEN (12 st)	W0254	HS-GC-MS	Cf. NEN-EN-ISO 10301/CMA 3/E
ICP-MS Nikkel	W0420	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17294-2: 2004/ Gel. CMA2

Nadere informatie over de toegepaste onderzoeksmethoden alsmede een classificatie van de meetonzekerheid staan vermeld in ons overzicht "Specificaties analysemethoden", versie januari 2004



**Analytico Milieu B.V.**

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74  
456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).

**Tabel 11: Aangetroffen concentraties (µg/l) in grondwater met beoordeling conform de Wbb**

Monsternummer	Eenheden	109-1-1		121-1-1	
Datum		4-5-2007		4-5-2007	
GWS (cm-mv)		608		569	
pH		7,8		8,1	
Ec (µS/cm)		2370		2000	
Filternummer		1		1	
Van (cm-mv)		550		550	
Tot (cm-mv)		650		650	
Arseen [As]	µg/l	< 5	-	< 5	-
Cadmium [Cd]	µg/l	< 0.4	-	< 0.4	-
Chroom [Cr]	µg/l	< 1	-	< 1	-
Koper [Cu]	µg/l	< 5	-	< 5	-
Kwik [Hg]	µg/l	< 0.05	-	< 0.05	-
Lood [Pb]	µg/l	< 5	-	< 5	-
Nikkel [Ni]	µg/l	< 5	-	< 5	-
Zink [Zn]	µg/l	14	<=S	< 10	-
BTEX (som)			----		----
Benzeen	µg/l	< 0.2	-	< 0.2	-
Ethylbenzeen	µg/l	< 0.2	-	< 0.2	-
Naftaleen (BTEXN)	µg/l	< 0.2	-	< 0.2	-
Tolueen	µg/l	< 0.2	-	< 0.2	-
Xylenen (som)			----		----
meta-/para-Xyleen (som)	µg/l	< 0.2	----	< 0.2	----
ortho-Xyleen	µg/l	< 0.2	----	< 0.2	----
1,1,1-Trichloorethaan	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
1,1,2-Trichloorethaan	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
1,2-Dichloorbenzeen	µg/l	< 0.1	----	< 0.1	----
1,2-Dichloorethaan	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
1,3-Dichloorbenzeen	µg/l	< 0.1	----	< 0.1	----
1,4-Dichloorbenzeen	µg/l	< 0.1	----	< 0.1	----
CKW (som)			----		----
Chloorbenzenen (som)			----		----
Dichloorbenzenen (som)			----		----
Monochloorbenzeen	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
Tetrachlooretheen (Per)	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
Tetrachloormethaan (Tetra)	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
Trichlooretheen (Tri)	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
Trichloormethaan (Chloroform)	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
cis-1,2-Dichlooretheen	µg/l	< 0.1	-	< 0.1	-
Minerale olie (totaal)	µg/l	< 40	-	< 40	-
Minerale olie C10 - C16			----		----
Minerale olie C16 - C22			----		----
Minerale olie C22 - C30			----		----
Minerale olie C30 - C40			----		----

Toelichting bij de tabel:

**Toetsing**

- = Geen toetsnorm aanwezig
- = kleiner dan de detectielimiet
- <=S = kleiner of gelijk aan de streefwaarde (S)
- >S = groter dan S en kleiner of gelijk aan de tussenwaarde (T)
- >T = groter dan T en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I)
- >I = groter dan I
- >TW = groter dan de triggerwaarde

**Tabel 12: Grondwaternormen van de Wet Bodembescherming ( $\mu\text{g/l}$ )**

	Eenheden	S	T	I
Arseen [As]	$\mu\text{g/l}$	10,0	35	60
Cadmium [Cd]	$\mu\text{g/l}$	0,40	3,2	6,0
Chroom [Cr]	$\mu\text{g/l}$	1,00	16	30
Koper [Cu]	$\mu\text{g/l}$	15	45	75
Kwik [Hg]	$\mu\text{g/l}$	0,050	0,18	0,30
Lood [Pb]	$\mu\text{g/l}$	15	45	75
Nikkel [Ni]	$\mu\text{g/l}$	15	45	75
Zink [Zn]	$\mu\text{g/l}$	65	433	800
Benzeen	$\mu\text{g/l}$	0,20	15	30
Ethylbenzeen	$\mu\text{g/l}$	4,0	77	150
Naftaleen (BTEXN)	$\mu\text{g/l}$	0,010	35	70
Tolueen	$\mu\text{g/l}$	7,0	504	1000
1,1,1-Trichloorethaan	$\mu\text{g/l}$	0,010	150	300
1,1,2-Trichloorethaan	$\mu\text{g/l}$	0,010	65	130
1,2-Dichloorethaan	$\mu\text{g/l}$	7,0	204	400
Monochloorbenzeen	$\mu\text{g/l}$	7,0	94	180
Tetrachlooretheen (Per)	$\mu\text{g/l}$	0,010	20	40
Tetrachloormethaan (Tetra)	$\mu\text{g/l}$	0,010	5,0	10,0
Trichlooretheen (Tri)	$\mu\text{g/l}$	24	262	500
Trichloormethaan (Chloroform)	$\mu\text{g/l}$	6,0	203	400
cis-1,2-Dichlooretheen	$\mu\text{g/l}$	0,010	10,0	20
Minerale olie (totaal)	$\mu\text{g/l}$	50	325	600

Toelichting bij de tabel:

S = Streefwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming

T = Tussenwaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming

I = Interventiewaarde zoals vermeld in de Wet Bodembescherming

## **Bijlage 4 Zettingsberekeningen**

## Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares



Company: Royal haskoning

Date of report: 8-6-2012  
Time of report: 7:39:13

Date of calculation: 8-6-2012  
Time of calculation: 7:38:54

Filename: I:\..\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel a-a'

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	5
2.6.1 Water Load: Water load	5
2.7 Verticals	5
3 Settlements	6
3.1 Settlements	6
3.2 Residual Times	7
4 Warnings and errors	14

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]			
9 - X -	-100,000	1000,000		
9 - Y -	5,850	5,850		
8 - X -	-100,000	1000,000		
8 - Y -	3,000	3,000		
7 - X -	-100,000	1000,000		
7 - Y -	1,800	1,800		
6 - X -	-100,000	1000,000		
6 - Y -	-1,500	-1,500		
5 - X -	-100,000	1000,000		
5 - Y -	-2,500	-2,500		
4 - X -	-100,000	1000,000		
4 - Y -	-5,300	-5,300		
3 - X -	-100,000	1000,000		
3 - Y -	-14,800	-14,800		
2 - X -	-100,000	1000,000		
2 - Y -	-20,500	-20,500		
1 - X -	-100,000	1000,000		
1 - Y -	-22,500	-22,500		
0 - X -	-100,000	1000,000		
0 - Y -	-25,000	-25,000		

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-100,000	491,000	591,000	687,000	809,000
1 - Y -	1,100	1,200	1,310	1,410	1,520
1 - X -	1000,000				
1 - Y -	1,560				
2 - X -	-100,000	9,000	20,000	30,700	42,000
2 - Y -	-2,830	-2,810	-2,720	-2,520	-2,400
2 - X -	78,000	261,000	365,000	404,000	429,000
2 - Y -	-1,940	-0,520	-0,020	0,130	0,230
2 - X -	506,000	639,000	687,000	779,000	809,000
2 - Y -	0,490	0,870	1,000	1,160	1,200
2 - X -	885,000	925,000	1000,000		
2 - Y -	1,300	1,330	1,370		

### 2.3 General Data

Soil model: Koppejan  
 Consolidation model: Terzaghi  
 Strain model: Natural  
 Groundwater level: Initial determined by PL-line number 1  
 Unit weight of water: 9,81 [kN/m³]  
 Dispersion conditions layer boundaries  
 - Top: drained  
 - Bottom: drained  
 Stress distribution  
 - Soil: Buisman  
 - Loads: None  
 End of consolidation: 420,00 [days]  
 No maintain profile  
 Pc (initial): Variable parallel to the initial effective stress  
 No imaginary surface  
 With submerging  
 (only for non uniform loads)  
 - Iteration stop criterium : 0,10 [m]  
 Load column width  
 - Non-Uniform Loads : 1,00 [m]

- Trapezoidal Loads : 1,00 [m]

### 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleilig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

### 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+02	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+02	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+02	4,00E+02

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line 1  
Time [days] 0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61 - 65	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000
66 - 70	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000
71 - 75	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000
76 - 80	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000
81 - 85	400,000	405,000	410,000	415,000	420,000
86 - 90	425,000	430,000	435,000	440,000	445,000
91 - 95	450,000	455,000	460,000	465,000	470,000
96 - 100	475,000	480,000	485,000	490,000	495,000

Calculation of cross section at Z = 0,000 m

## 3 Settlements

### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	5,85	0,029
2	5,00	5,85	0,029
3	10,00	5,85	0,029
4	15,00	5,85	0,029
5	20,00	5,85	0,028
6	25,00	5,85	0,028
7	30,00	5,85	0,027
8	35,00	5,85	0,027
9	40,00	5,85	0,027
10	45,00	5,85	0,026
11	50,00	5,85	0,026
12	55,00	5,85	0,026
13	60,00	5,85	0,025
14	65,00	5,85	0,025
15	70,00	5,85	0,024
16	75,00	5,85	0,024
17	80,00	5,85	0,024
18	85,00	5,85	0,023
19	90,00	5,85	0,023
20	95,00	5,85	0,023
21	100,00	5,85	0,022
22	105,00	5,85	0,022
23	110,00	5,85	0,022
24	115,00	5,85	0,021
25	120,00	5,85	0,021
26	125,00	5,85	0,021
27	130,00	5,85	0,020
28	135,00	5,85	0,020
29	140,00	5,85	0,020
30	145,00	5,85	0,019
31	150,00	5,85	0,019
32	155,00	5,85	0,018
33	160,00	5,85	0,018
34	165,00	5,85	0,018
35	170,00	5,85	0,017
36	175,00	5,85	0,017
37	180,00	5,85	0,017
38	185,00	5,85	0,016
39	190,00	5,85	0,016
40	195,00	5,85	0,015
41	200,00	5,85	0,015
42	205,00	5,85	0,015
43	210,00	5,85	0,014
44	215,00	5,85	0,014
45	220,00	5,85	0,013
46	225,00	5,85	0,013
47	230,00	5,85	0,013
48	235,00	5,85	0,012
49	240,00	5,85	0,012
50	245,00	5,85	0,012
51	250,00	5,85	0,011
52	255,00	5,85	0,011
53	260,00	5,85	0,010
54	265,00	5,85	0,010
55	270,00	5,85	0,010
56	275,00	5,85	0,010
57	280,00	5,85	0,009
58	285,00	5,85	0,009



Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	5,85	0,009
60	295,00	5,85	0,009
61	300,00	5,85	0,008
62	305,00	5,85	0,008
63	310,00	5,85	0,008
64	315,00	5,85	0,008
65	320,00	5,85	0,007
66	325,00	5,85	0,007
67	330,00	5,85	0,007
68	335,00	5,85	0,007
69	340,00	5,85	0,006
70	345,00	5,85	0,006
71	350,00	5,85	0,006
72	355,00	5,85	0,006
73	360,00	5,85	0,005
74	365,00	5,85	0,005
75	370,00	5,85	0,005
76	375,00	5,85	0,005
77	380,00	5,85	0,005
78	385,00	5,85	0,004
79	390,00	5,85	0,004
80	395,00	5,85	0,004
81	400,00	5,85	0,004
82	405,00	5,85	0,003
83	410,00	5,85	0,003
84	415,00	5,85	0,003
85	420,00	5,85	0,003
86	425,00	5,85	0,003
87	430,00	5,85	0,003
88	435,00	5,85	0,003
89	440,00	5,85	0,003
90	445,00	5,85	0,003
91	450,00	5,85	0,003
92	455,00	5,85	0,003
93	460,00	5,85	0,003
94	465,00	5,85	0,003
95	470,00	5,85	0,003
96	475,00	5,85	0,003
97	480,00	5,85	0,002
98	485,00	5,85	0,002
99	490,00	5,85	0,002
100	495,00	5,85	0,002

3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,023	78,805	0,006
	180	0,027	92,720	0,002
	365	0,028	98,825	0,000
	420	0,029	100,000	0,000
2	30	0,023	78,807	0,006
	180	0,027	92,721	0,002
	365	0,028	98,825	0,000
	420	0,029	100,000	0,000
3	30	0,023	78,816	0,006
	180	0,027	92,726	0,002
	365	0,028	98,826	0,000
	420	0,029	100,000	0,000
4	30	0,022	78,857	0,006
	180	0,026	92,749	0,002
	365	0,028	98,830	0,000
	420	0,029	100,000	0,000
5	30	0,022	78,897	0,006

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,026	92,773	0,002
	365	0,028	98,833	0,000
	420	0,028	100,000	0,000
	6	30	0,022	78,992
	180	0,026	92,827	0,002
	365	0,028	98,842	0,000
	420	0,028	100,000	0,000
	7	30	0,022	79,090
	180	0,025	92,882	0,002
	365	0,027	98,850	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
	8	30	0,021	79,152
	180	0,025	92,918	0,002
	365	0,027	98,856	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
	9	30	0,021	79,206
	180	0,025	92,949	0,002
	365	0,026	98,861	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
	10	30	0,021	79,265
	180	0,025	92,983	0,002
	365	0,026	98,866	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
	11	30	0,021	79,325
	180	0,024	93,017	0,002
	365	0,026	98,871	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
	12	30	0,020	79,382
	180	0,024	93,050	0,002
	365	0,025	98,876	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
	13	30	0,020	79,435
	180	0,024	93,080	0,002
	365	0,025	98,881	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
	14	30	0,020	79,485
	180	0,023	93,109	0,002
	365	0,025	98,886	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
	15	30	0,019	79,531
	180	0,023	93,135	0,002
	365	0,024	98,890	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
	16	30	0,019	79,573
	180	0,022	93,159	0,002
	365	0,024	98,894	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
	17	30	0,019	79,606
	180	0,022	93,178	0,002
	365	0,023	98,896	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
	18	30	0,019	79,628
	180	0,022	93,191	0,002
	365	0,023	98,898	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
	19	30	0,018	79,648
	180	0,021	93,202	0,002
	365	0,023	98,900	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
	20	30	0,018	79,667
	180	0,021	93,212	0,002
	365	0,022	98,902	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
	21	30	0,018	79,684

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,021	93,222	0,002
	365	0,022	98,903	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
22	30	0,018	79,699	0,004
	180	0,021	93,231	0,001
	365	0,022	98,905	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
23	30	0,017	79,712	0,004
	180	0,020	93,238	0,001
	365	0,021	98,906	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
24	30	0,017	79,724	0,004
	180	0,020	93,245	0,001
	365	0,021	98,907	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
25	30	0,017	79,733	0,004
	180	0,020	93,250	0,001
	365	0,021	98,907	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
26	30	0,016	79,741	0,004
	180	0,019	93,254	0,001
	365	0,020	98,908	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
27	30	0,016	79,746	0,004
	180	0,019	93,256	0,001
	365	0,020	98,908	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
28	30	0,016	79,749	0,004
	180	0,019	93,258	0,001
	365	0,020	98,909	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
29	30	0,016	79,750	0,004
	180	0,018	93,258	0,001
	365	0,019	98,909	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
30	30	0,015	79,751	0,004
	180	0,018	93,259	0,001
	365	0,019	98,909	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
31	30	0,015	79,752	0,004
	180	0,018	93,259	0,001
	365	0,019	98,909	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
32	30	0,015	79,752	0,004
	180	0,017	93,259	0,001
	365	0,018	98,909	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
33	30	0,014	79,752	0,004
	180	0,017	93,259	0,001
	365	0,018	98,909	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
34	30	0,014	79,751	0,004
	180	0,016	93,258	0,001
	365	0,017	98,909	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
35	30	0,014	79,751	0,004
	180	0,016	93,258	0,001
	365	0,017	98,909	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
36	30	0,014	79,749	0,003
	180	0,016	93,258	0,001
	365	0,017	98,909	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
37	30	0,013	79,747	0,003

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,015	93,257	0,001
	365	0,016	98,909	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
38	30	0,013	79,745	0,003
	180	0,015	93,256	0,001
	365	0,016	98,909	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
39	30	0,013	79,742	0,003
	180	0,015	93,254	0,001
	365	0,016	98,908	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
40	30	0,012	79,739	0,003
	180	0,014	93,253	0,001
	365	0,015	98,908	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
41	30	0,012	79,734	0,003
	180	0,014	93,251	0,001
	365	0,015	98,908	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
42	30	0,012	79,729	0,003
	180	0,014	93,248	0,001
	365	0,014	98,907	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
43	30	0,011	79,723	0,003
	180	0,013	93,246	0,001
	365	0,014	98,907	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
44	30	0,011	79,716	0,003
	180	0,013	93,244	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
45	30	0,011	79,710	0,003
	180	0,013	93,240	0,001
	365	0,013	98,906	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
46	30	0,010	79,701	0,003
	180	0,012	93,237	0,001
	365	0,013	98,905	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
47	30	0,010	79,692	0,003
	180	0,012	93,233	0,001
	365	0,013	98,905	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
48	30	0,010	79,680	0,003
	180	0,011	93,228	0,001
	365	0,012	98,904	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
49	30	0,009	79,667	0,002
	180	0,011	93,223	0,001
	365	0,012	98,903	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
50	30	0,009	79,652	0,002
	180	0,011	93,216	0,001
	365	0,011	98,902	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
51	30	0,009	79,637	0,002
	180	0,010	93,210	0,001
	365	0,011	98,901	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
52	30	0,009	79,618	0,002
	180	0,010	93,202	0,001
	365	0,011	98,900	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
53	30	0,008	79,598	0,002

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,010	93,193	0,001
	365	0,010	98,898	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
54	30	0,008	79,583	0,002
	180	0,009	93,188	0,001
	365	0,010	98,897	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
55	30	0,008	79,569	0,002
	180	0,009	93,181	0,001
	365	0,010	98,896	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
56	30	0,008	79,554	0,002
	180	0,009	93,176	0,001
	365	0,009	98,896	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
57	30	0,007	79,537	0,002
	180	0,009	93,168	0,001
	365	0,009	98,895	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
58	30	0,007	79,518	0,002
	180	0,008	93,160	0,001
	365	0,009	98,893	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
59	30	0,007	79,499	0,002
	180	0,008	93,152	0,001
	365	0,009	98,892	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
60	30	0,007	79,479	0,002
	180	0,008	93,144	0,001
	365	0,009	98,891	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
61	30	0,007	79,456	0,002
	180	0,008	93,134	0,001
	365	0,008	98,889	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
62	30	0,006	79,431	0,002
	180	0,008	93,123	0,001
	365	0,008	98,887	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
63	30	0,006	79,405	0,002
	180	0,007	93,113	0,001
	365	0,008	98,885	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
64	30	0,006	79,377	0,002
	180	0,007	93,101	0,001
	365	0,008	98,884	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
65	30	0,006	79,345	0,002
	180	0,007	93,088	0,001
	365	0,007	98,881	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
66	30	0,006	79,312	0,001
	180	0,007	93,073	0,000
	365	0,007	98,879	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
67	30	0,005	79,275	0,001
	180	0,006	93,058	0,000
	365	0,007	98,876	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
68	30	0,005	79,236	0,001
	180	0,006	93,041	0,000
	365	0,007	98,874	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
69	30	0,005	79,191	0,001

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,006	93,024	0,000
	365	0,006	98,871	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
70	30	0,005	79,144	0,001
	180	0,006	93,003	0,000
	365	0,006	98,867	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
71	30	0,005	79,092	0,001
	180	0,005	92,981	0,000
	365	0,006	98,864	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
72	30	0,004	79,033	0,001
	180	0,005	92,958	0,000
	365	0,006	98,861	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
73	30	0,004	78,969	0,001
	180	0,005	92,930	0,000
	365	0,005	98,856	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
74	30	0,004	78,898	0,001
	180	0,005	92,901	0,000
	365	0,005	98,852	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
75	30	0,004	78,836	0,001
	180	0,005	92,876	0,000
	365	0,005	98,849	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
76	30	0,004	78,766	0,001
	180	0,004	92,845	0,000
	365	0,005	98,843	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
77	30	0,004	78,693	0,001
	180	0,004	92,816	0,000
	365	0,004	98,838	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
78	30	0,003	78,611	0,001
	180	0,004	92,781	0,000
	365	0,004	98,832	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
79	30	0,003	78,520	0,001
	180	0,004	92,742	0,000
	365	0,004	98,827	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
80	30	0,003	78,419	0,001
	180	0,004	92,701	0,000
	365	0,004	98,821	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
81	30	0,003	78,305	0,001
	180	0,003	92,653	0,000
	365	0,004	98,811	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
82	30	0,003	78,175	0,001
	180	0,003	92,599	0,000
	365	0,003	98,803	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
83	30	0,003	78,027	0,001
	180	0,003	92,537	0,000
	365	0,003	98,793	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
84	30	0,002	77,913	0,001
	180	0,003	92,490	0,000
	365	0,003	98,785	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
85	30	0,002	77,924	0,001

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,003	92,494	0,000
	365	0,003	98,786	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
86	30	0,002	77,932	0,001
	180	0,003	92,497	0,000
	365	0,003	98,788	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
87	30	0,002	77,937	0,001
	180	0,003	92,501	0,000
	365	0,003	98,787	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
88	30	0,002	77,943	0,001
	180	0,003	92,504	0,000
	365	0,003	98,788	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
89	30	0,002	77,949	0,001
	180	0,003	92,503	0,000
	365	0,003	98,788	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
90	30	0,002	77,956	0,001
	180	0,003	92,506	0,000
	365	0,003	98,790	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
91	30	0,002	77,964	0,001
	180	0,003	92,511	0,000
	365	0,003	98,789	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
92	30	0,002	77,967	0,001
	180	0,003	92,512	0,000
	365	0,003	98,791	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
93	30	0,002	77,975	0,001
	180	0,002	92,517	0,000
	365	0,003	98,791	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
94	30	0,002	77,980	0,001
	180	0,002	92,516	0,000
	365	0,003	98,790	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
95	30	0,002	77,985	0,001
	180	0,002	92,519	0,000
	365	0,003	98,792	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
96	30	0,002	77,992	0,001
	180	0,002	92,524	0,000
	365	0,002	98,792	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
97	30	0,002	77,997	0,001
	180	0,002	92,523	0,000
	365	0,002	98,791	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
98	30	0,002	78,003	0,001
	180	0,002	92,526	0,000
	365	0,002	98,793	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
99	30	0,002	78,008	0,001
	180	0,002	92,527	0,000
	365	0,002	98,792	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
100	30	0,002	78,014	0,001
	180	0,002	92,531	0,000
	365	0,002	98,792	0,000
	420	0,002	100,000	0,000

#### 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

#### End of Report

## Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares



Company: Royal haskoning

Date of report: 13-6-2012  
Time of report: 14:40:13

Date of calculation: 13-6-2012  
Time of calculation: 14:33:04

Filename: I:\..\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel b-b'

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel b-b'

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	5
2.6.1 Water Load: Water load	5
2.7 Verticals	5
3 Settlements	6
3.1 Settlements	6
3.2 Residual Times	7
4 Warnings and errors	11

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]			
9 - X -	-100,000	300,000		
9 - Y -	5,850	5,850		
8 - X -	-100,000	300,000		
8 - Y -	3,000	3,000		
7 - X -	-100,000	300,000		
7 - Y -	1,800	1,800		
6 - X -	-100,000	300,000		
6 - Y -	-1,500	-1,500		
5 - X -	-100,000	300,000		
5 - Y -	-2,500	-2,500		
4 - X -	-100,000	300,000		
4 - Y -	-5,300	-5,300		
3 - X -	-100,000	300,000		
3 - Y -	-14,800	-14,800		
2 - X -	-100,000	300,000		
2 - Y -	-20,500	-20,500		
1 - X -	-100,000	300,000		
1 - Y -	-22,500	-22,500		
0 - X -	-100,000	300,000		
0 - Y -	-25,000	-25,000		

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-100,000	0,000	8,000	18,000	28,000
1 - Y -	0,970	0,970	0,960	0,950	0,940
1 - X -	36,000	50,000	79,000	91,000	128,000
1 - Y -	0,930	0,910	0,860	0,840	0,770
1 - X -	196,000	256,000	300,000		
1 - Y -	0,590	0,400	0,400		
2 - X -	-100,000	0,000	4,000	8,000	13,000
2 - Y -	-2,830	-2,800	-2,800	-2,700	-2,700
2 - X -	18,000	28,000	33,000	36,000	50,000
2 - Y -	-2,600	-2,300	-2,100	-2,100	-1,800
2 - X -	79,000	94,000	148,000	256,000	300,000
2 - Y -	-1,400	-1,200	-0,700	0,000	0,000

### 2.3 General Data

Soil model: Koppejan  
 Consolidation model: Terzaghi  
 Strain model: Natural  
 Groundwater level: Initial determined by PL-line number 1  
 Unit weight of water: 9,81 [kN/m<sup>3</sup>]  
 Dispersion conditions layer boundaries  
 - Top: drained  
 - Bottom: drained  
 Stress distribution  
 - Soil: Buisman  
 - Loads: None  
 End of consolidation: 420,00 [days]  
 No maintain profile  
 Pc (initial): Variable parallel to the initial effective stress  
 No imaginary surface  
 With submerging  
 (only for non uniform loads)  
 - Iteration stop criterium : 0,10 [m]  
 Load column width  
 - Non-Uniform Loads : 1,00 [m]

- Trapezoidal Loads : 1,00 [m]

### 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleilig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

### 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line 1  
Time [days] 0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
1 - 5					
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61	300,000				

Calculation of cross section at Z = 0,000 m

## 3 Settlements

### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	5,85	0,027
2	5,00	5,85	0,027
3	10,00	5,85	0,026
4	15,00	5,85	0,026
5	20,00	5,85	0,026
6	25,00	5,85	0,025
7	30,00	5,85	0,024
8	35,00	5,85	0,023
9	40,00	5,85	0,022
10	45,00	5,85	0,021
11	50,00	5,85	0,020
12	55,00	5,85	0,019
13	60,00	5,85	0,019
14	65,00	5,85	0,018
15	70,00	5,85	0,017
16	75,00	5,85	0,017
17	80,00	5,85	0,016
18	85,00	5,85	0,015
19	90,00	5,85	0,014
20	95,00	5,85	0,014
21	100,00	5,85	0,013
22	105,00	5,85	0,012
23	110,00	5,85	0,012
24	115,00	5,85	0,011
25	120,00	5,85	0,011
26	125,00	5,85	0,010
27	130,00	5,85	0,009
28	135,00	5,85	0,009
29	140,00	5,85	0,008
30	145,00	5,85	0,008
31	150,00	5,85	0,007
32	155,00	5,85	0,007
33	160,00	5,85	0,006
34	165,00	5,85	0,006
35	170,00	5,85	0,005
36	175,00	5,85	0,005
37	180,00	5,85	0,004
38	185,00	5,85	0,004
39	190,00	5,85	0,003
40	195,00	5,85	0,003
41	200,00	5,85	0,003
42	205,00	5,85	0,003
43	210,00	5,85	0,003
44	215,00	5,85	0,002
45	220,00	5,85	0,002
46	225,00	5,85	0,002
47	230,00	5,85	0,002
48	235,00	5,85	0,002
49	240,00	5,85	0,002
50	245,00	5,85	0,002
51	250,00	5,85	0,001
52	255,00	5,85	0,001
53	260,00	5,85	0,001
54	265,00	5,85	0,001
55	270,00	5,85	0,001
56	275,00	5,85	0,001
57	280,00	5,85	0,001
58	285,00	5,85	0,001



Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	5,85	0,001
60	295,00	5,85	0,001
61	300,00	5,85	0,001

3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,021	78,712	0,006
	180	0,025	92,676	0,002
	365	0,027	98,818	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
2	30	0,021	78,733	0,006
	180	0,025	92,688	0,002
	365	0,027	98,820	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
3	30	0,021	78,806	0,006
	180	0,025	92,730	0,002
	365	0,026	98,826	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
4	30	0,021	78,845	0,006
	180	0,024	92,753	0,002
	365	0,026	98,830	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
5	30	0,020	78,971	0,005
	180	0,024	92,826	0,002
	365	0,025	98,841	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
6	30	0,020	79,131	0,005
	180	0,023	92,918	0,002
	365	0,024	98,856	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
7	30	0,019	79,291	0,005
	180	0,022	93,011	0,002
	365	0,023	98,870	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
8	30	0,018	79,387	0,005
	180	0,021	93,067	0,002
	365	0,022	98,879	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
9	30	0,017	79,446	0,005
	180	0,020	93,102	0,002
	365	0,022	98,884	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
10	30	0,017	79,511	0,004
	180	0,020	93,140	0,001
	365	0,021	98,890	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
11	30	0,016	79,562	0,004
	180	0,019	93,170	0,001
	365	0,020	98,895	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
12	30	0,016	79,585	0,004
	180	0,018	93,185	0,001
	365	0,019	98,897	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
13	30	0,015	79,601	0,004
	180	0,018	93,195	0,001
	365	0,019	98,899	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
14	30	0,014	79,610	0,004
	180	0,017	93,202	0,001
	365	0,018	98,900	0,000
	420	0,018	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
15	30	0,014	79,610	0,004
	180	0,016	93,203	0,001
	365	0,017	98,900	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
16	30	0,013	79,602	0,003
	180	0,015	93,200	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
17	30	0,013	79,591	0,003
	180	0,015	93,195	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
18	30	0,012	79,577	0,003
	180	0,014	93,189	0,001
	365	0,015	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
19	30	0,011	79,561	0,003
	180	0,013	93,183	0,001
	365	0,014	98,897	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
20	30	0,011	79,543	0,003
	180	0,013	93,176	0,001
	365	0,013	98,896	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
21	30	0,010	79,523	0,003
	180	0,012	93,167	0,001
	365	0,013	98,894	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
22	30	0,010	79,504	0,003
	180	0,012	93,160	0,001
	365	0,012	98,893	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
23	30	0,009	79,483	0,002
	180	0,011	93,150	0,001
	365	0,012	98,891	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
24	30	0,009	79,459	0,002
	180	0,010	93,140	0,001
	365	0,011	98,889	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
25	30	0,008	79,431	0,002
	180	0,010	93,128	0,001
	365	0,011	98,888	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
26	30	0,008	79,392	0,002
	180	0,009	93,112	0,001
	365	0,010	98,885	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
27	30	0,008	79,352	0,002
	180	0,009	93,096	0,001
	365	0,009	98,883	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
28	30	0,007	79,280	0,002
	180	0,008	93,067	0,001
	365	0,009	98,879	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
29	30	0,007	79,213	0,002
	180	0,008	93,040	0,001
	365	0,008	98,874	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
30	30	0,006	79,137	0,002
	180	0,007	93,009	0,001
	365	0,008	98,869	0,000
	420	0,008	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
31	30	0,006	79,062	0,001
	180	0,007	92,977	0,000
	365	0,007	98,864	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
32	30	0,005	78,984	0,001
	180	0,006	92,945	0,000
	365	0,006	98,858	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
33	30	0,005	78,893	0,001
	180	0,006	92,907	0,000
	365	0,006	98,853	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
34	30	0,004	78,784	0,001
	180	0,005	92,861	0,000
	365	0,006	98,846	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
35	30	0,004	78,653	0,001
	180	0,005	92,806	0,000
	365	0,005	98,837	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
36	30	0,004	78,491	0,001
	180	0,004	92,737	0,000
	365	0,005	98,826	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
37	30	0,003	78,290	0,001
	180	0,004	92,655	0,000
	365	0,004	98,813	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
38	30	0,003	78,031	0,001
	180	0,003	92,547	0,000
	365	0,004	98,796	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
39	30	0,002	77,690	0,001
	180	0,003	92,405	0,000
	365	0,003	98,773	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
40	30	0,002	77,563	0,001
	180	0,003	92,350	0,000
	365	0,003	98,763	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
41	30	0,002	77,569	0,001
	180	0,003	92,352	0,000
	365	0,003	98,765	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
42	30	0,002	77,574	0,001
	180	0,002	92,354	0,000
	365	0,003	98,763	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
43	30	0,002	77,583	0,001
	180	0,002	92,360	0,000
	365	0,002	98,766	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
44	30	0,002	77,587	0,001
	180	0,002	92,362	0,000
	365	0,002	98,767	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
45	30	0,002	77,591	0,000
	180	0,002	92,363	0,000
	365	0,002	98,764	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
46	30	0,002	77,599	0,000
	180	0,002	92,368	0,000
	365	0,002	98,768	0,000
	420	0,002	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
47	30	0,002	77,604	0,000
	180	0,002	92,369	0,000
	365	0,002	98,768	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
48	30	0,001	77,611	0,000
	180	0,002	92,373	0,000
	365	0,002	98,769	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
49	30	0,001	77,617	0,000
	180	0,002	92,376	0,000
	365	0,002	98,769	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
50	30	0,001	77,621	0,000
	180	0,001	92,375	0,000
	365	0,001	98,765	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
51	30	0,001	77,628	0,000
	180	0,001	92,379	0,000
	365	0,001	98,769	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
52	30	0,001	77,633	0,000
	180	0,001	92,380	0,000
	365	0,001	98,769	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
53	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
54	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
55	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
56	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
57	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
58	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
59	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
60	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
61	30	0,001	77,635	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

#### 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

#### End of Report

## Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 17-8-2012  
Time of report: 16:25:11

Date of calculation: 17-8-2012  
Time of calculation: 16:25:01

Filename: C:\.\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel c-c'

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel c-c'

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	5
2.6.1 Water Load: Water load	5
2.7 Verticals	5
3 Settlements	6
3.1 Settlements	6
3.2 Residual Times	7
4 Warnings and errors	14

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	1062,871			
9 - Y -	5,850	5,850			
8 - X -	0,000	1062,871			
8 - Y -	3,000	3,000			
7 - X -	0,000	1062,871			
7 - Y -	1,800	1,800			
6 - X -	0,000	1062,871			
6 - Y -	-1,500	-1,500			
5 - X -	0,000	1062,871			
5 - Y -	-2,500	-2,500			
4 - X -	0,000	1062,871			
4 - Y -	-5,300	-5,300			
3 - X -	0,000	1062,871			
3 - Y -	-14,800	-14,800			
2 - X -	0,000	1062,871			
2 - Y -	-20,500	-20,500			
1 - X -	0,000	1062,871			
1 - Y -	-22,500	-22,500			
0 - X -	0,000	1062,871			
0 - Y -	-25,000	-25,000			

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	8,333	22,753	40,962	51,591
1 - Y -	0,842	0,846	0,851	0,857	0,859
1 - X -	72,951	85,303	108,597	131,408	147,518
1 - Y -	0,862	0,863	0,863	0,862	0,860
1 - X -	189,167	220,878	228,321	270,343	285,094
1 - Y -	0,856	0,854	0,854	0,849	0,851
1 - X -	318,407	337,494	389,894	442,293	494,693
1 - Y -	0,855	0,860	0,882	0,918	0,972
1 - X -	547,097	599,499	651,899	702,930	750,994
1 - Y -	1,039	1,117	1,204	1,290	1,369
1 - X -	799,058	820,639	871,943	913,904	943,261
1 - Y -	1,442	1,475	1,540	1,584	1,607
1 - X -	991,324	1039,388	1062,871		
1 - Y -	1,636	1,651	1,653		
2 - X -	0,000	8,333	22,753	40,962	56,682
2 - Y -	-1,986	-1,982	-1,951	-1,873	-1,779
2 - X -	85,303	108,597	131,408	189,167	220,878
2 - Y -	-1,570	-1,399	-1,208	-0,796	-0,606
2 - X -	228,321	270,343	285,094	318,407	337,494
2 - Y -	-0,566	-0,355	-0,298	-0,152	-0,088
2 - X -	389,894	442,293	494,693	547,097	599,499
2 - Y -	0,091	0,251	0,400	0,539	0,670
2 - X -	651,899	702,930	750,994	799,058	820,639
2 - Y -	0,802	0,928	1,039	1,143	1,188
2 - X -	871,943	913,904	943,261	991,324	1039,388
2 - Y -	1,282	1,348	1,386	1,437	1,472
2 - X -	1062,871				
2 - Y -	1,482				

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1

Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	420,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

## 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleilig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

## 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-



Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line                    1  
Time [days]                    0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61 - 65	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000
66 - 70	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000
71 - 75	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000
76 - 80	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000
81 - 85	400,000	450,000	500,000	550,000	600,000
86 - 90	650,000	700,000	750,000	800,000	850,000
91 - 93	900,000	950,000	1000,...		

Calculation of cross section at Z = 0,000 m

### 3 Settlements

#### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	5,85	0,021
2	5,00	5,85	0,021
3	10,00	5,85	0,021
4	15,00	5,85	0,021
5	20,00	5,85	0,021
6	25,00	5,85	0,021
7	30,00	5,85	0,021
8	35,00	5,85	0,020
9	40,00	5,85	0,020
10	45,00	5,85	0,020
11	50,00	5,85	0,020
12	55,00	5,85	0,020
13	60,00	5,85	0,019
14	65,00	5,85	0,019
15	70,00	5,85	0,019
16	75,00	5,85	0,018
17	80,00	5,85	0,018
18	85,00	5,85	0,018
19	90,00	5,85	0,017
20	95,00	5,85	0,017
21	100,00	5,85	0,017
22	105,00	5,85	0,016
23	110,00	5,85	0,016
24	115,00	5,85	0,015
25	120,00	5,85	0,015
26	125,00	5,85	0,015
27	130,00	5,85	0,014
28	135,00	5,85	0,014
29	140,00	5,85	0,013
30	145,00	5,85	0,013
31	150,00	5,85	0,013
32	155,00	5,85	0,012
33	160,00	5,85	0,012
34	165,00	5,85	0,012
35	170,00	5,85	0,011
36	175,00	5,85	0,011
37	180,00	5,85	0,010
38	185,00	5,85	0,010
39	190,00	5,85	0,010
40	195,00	5,85	0,009
41	200,00	5,85	0,009
42	205,00	5,85	0,009
43	210,00	5,85	0,008
44	215,00	5,85	0,008
45	220,00	5,85	0,008
46	225,00	5,85	0,008
47	230,00	5,85	0,007
48	235,00	5,85	0,007
49	240,00	5,85	0,007
50	245,00	5,85	0,006
51	250,00	5,85	0,006
52	255,00	5,85	0,006
53	260,00	5,85	0,006
54	265,00	5,85	0,005
55	270,00	5,85	0,005
56	275,00	5,85	0,005
57	280,00	5,85	0,005
58	285,00	5,85	0,004

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	5,85	0,004
60	295,00	5,85	0,004
61	300,00	5,85	0,004
62	305,00	5,85	0,004
63	310,00	5,85	0,003
64	315,00	5,85	0,003
65	320,00	5,85	0,003
66	325,00	5,85	0,003
67	330,00	5,85	0,003
68	335,00	5,85	0,003
69	340,00	5,85	0,003
70	345,00	5,85	0,003
71	350,00	5,85	0,003
72	355,00	5,85	0,003
73	360,00	5,85	0,003
74	365,00	5,85	0,003
75	370,00	5,85	0,003
76	375,00	5,85	0,003
77	380,00	5,85	0,002
78	385,00	5,85	0,002
79	390,00	5,85	0,002
80	395,00	5,85	0,002
81	400,00	5,85	0,002
82	450,00	5,85	0,002
83	500,00	5,85	0,002
84	550,00	5,85	0,002
85	600,00	5,85	0,001
86	650,00	5,85	0,001
87	700,00	5,85	0,001
88	750,00	5,85	0,001
89	800,00	5,85	0,001
90	850,00	5,85	0,001
91	900,00	5,85	0,001
92	950,00	5,85	0,001
93	1000,00	5,85	0,001

### 3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,017	79,420	0,004
	180	0,019	93,094	0,001
	365	0,021	98,883	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
2	30	0,017	79,423	0,004
	180	0,019	93,095	0,001
	365	0,021	98,883	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
3	30	0,017	79,428	0,004
	180	0,019	93,098	0,001
	365	0,021	98,884	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
4	30	0,017	79,436	0,004
	180	0,019	93,102	0,001
	365	0,021	98,884	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
5	30	0,016	79,444	0,004
	180	0,019	93,107	0,001
	365	0,021	98,885	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
6	30	0,016	79,454	0,004
	180	0,019	93,113	0,001
	365	0,020	98,886	0,000
	420	0,021	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
7	30	0,016	79,469	0,004
	180	0,019	93,121	0,001
	365	0,020	98,887	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
8	30	0,016	79,482	0,004
	180	0,019	93,129	0,001
	365	0,020	98,888	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
9	30	0,016	79,495	0,004
	180	0,019	93,136	0,001
	365	0,020	98,890	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
10	30	0,016	79,510	0,004
	180	0,019	93,145	0,001
	365	0,020	98,891	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
11	30	0,016	79,525	0,004
	180	0,018	93,154	0,001
	365	0,020	98,892	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
12	30	0,016	79,539	0,004
	180	0,018	93,162	0,001
	365	0,019	98,894	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
13	30	0,015	79,554	0,004
	180	0,018	93,171	0,001
	365	0,019	98,895	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
14	30	0,015	79,568	0,004
	180	0,018	93,179	0,001
	365	0,019	98,896	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
15	30	0,015	79,579	0,004
	180	0,017	93,186	0,001
	365	0,018	98,897	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
16	30	0,015	79,589	0,004
	180	0,017	93,192	0,001
	365	0,018	98,898	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
17	30	0,014	79,596	0,004
	180	0,017	93,196	0,001
	365	0,018	98,899	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
18	30	0,014	79,601	0,004
	180	0,016	93,199	0,001
	365	0,017	98,899	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
19	30	0,014	79,603	0,004
	180	0,016	93,200	0,001
	365	0,017	98,900	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
20	30	0,013	79,602	0,003
	180	0,016	93,200	0,001
	365	0,017	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
21	30	0,013	79,600	0,003
	180	0,015	93,199	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
22	30	0,013	79,597	0,003
	180	0,015	93,198	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,016	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
23	30	0,013	79,594	0,003
	180	0,015	93,196	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
24	30	0,012	79,589	0,003
	180	0,014	93,195	0,001
	365	0,015	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
25	30	0,012	79,584	0,003
	180	0,014	93,192	0,001
	365	0,015	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
26	30	0,012	79,577	0,003
	180	0,014	93,189	0,001
	365	0,014	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
27	30	0,011	79,570	0,003
	180	0,013	93,187	0,001
	365	0,014	98,897	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
28	30	0,011	79,562	0,003
	180	0,013	93,183	0,001
	365	0,014	98,896	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
29	30	0,011	79,554	0,003
	180	0,012	93,179	0,001
	365	0,013	98,896	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
30	30	0,010	79,545	0,003
	180	0,012	93,176	0,001
	365	0,013	98,896	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
31	30	0,010	79,534	0,003
	180	0,012	93,172	0,001
	365	0,013	98,895	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
32	30	0,010	79,524	0,003
	180	0,011	93,167	0,001
	365	0,012	98,894	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
33	30	0,009	79,514	0,002
	180	0,011	93,163	0,001
	365	0,012	98,894	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
34	30	0,009	79,501	0,002
	180	0,011	93,157	0,001
	365	0,011	98,892	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
35	30	0,009	79,483	0,002
	180	0,010	93,150	0,001
	365	0,011	98,892	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
36	30	0,009	79,467	0,002
	180	0,010	93,144	0,001
	365	0,011	98,890	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
37	30	0,008	79,450	0,002
	180	0,010	93,136	0,001
	365	0,010	98,889	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
38	30	0,008	79,425	0,002
	180	0,009	93,126	0,001
	365	0,010	98,888	0,000
	420	0,010	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
39	30	0,008	79,402	0,002
	180	0,009	93,116	0,001
	365	0,010	98,886	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
40	30	0,007	79,379	0,002
	180	0,009	93,107	0,001
	365	0,009	98,885	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
41	30	0,007	79,356	0,002
	180	0,008	93,097	0,001
	365	0,009	98,883	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
42	30	0,007	79,330	0,002
	180	0,008	93,087	0,001
	365	0,009	98,881	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
43	30	0,007	79,300	0,002
	180	0,008	93,074	0,001
	365	0,008	98,880	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
44	30	0,006	79,269	0,002
	180	0,008	93,061	0,001
	365	0,008	98,877	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
45	30	0,006	79,234	0,002
	180	0,007	93,046	0,001
	365	0,008	98,875	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
46	30	0,006	79,200	0,002
	180	0,007	93,033	0,001
	365	0,007	98,873	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
47	30	0,006	79,163	0,002
	180	0,007	93,016	0,001
	365	0,007	98,870	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
48	30	0,006	79,123	0,001
	180	0,006	93,000	0,000
	365	0,007	98,867	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
49	30	0,005	79,080	0,001
	180	0,006	92,982	0,000
	365	0,007	98,865	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
50	30	0,005	79,033	0,001
	180	0,006	92,963	0,000
	365	0,006	98,862	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
51	30	0,005	78,985	0,001
	180	0,006	92,943	0,000
	365	0,006	98,859	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
52	30	0,005	78,930	0,001
	180	0,005	92,919	0,000
	365	0,006	98,854	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
53	30	0,004	78,870	0,001
	180	0,005	92,895	0,000
	365	0,006	98,851	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
54	30	0,004	78,801	0,001
	180	0,005	92,866	0,000
	365	0,005	98,846	0,000
	420	0,005	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
55	30	0,004	78,725	0,001
	180	0,005	92,834	0,000
	365	0,005	98,841	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
56	30	0,004	78,664	0,001
	180	0,005	92,808	0,000
	365	0,005	98,838	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
57	30	0,004	78,595	0,001
	180	0,004	92,779	0,000
	365	0,005	98,832	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
58	30	0,004	78,524	0,001
	180	0,004	92,749	0,000
	365	0,004	98,827	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
59	30	0,003	78,429	0,001
	180	0,004	92,710	0,000
	365	0,004	98,822	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
60	30	0,003	78,323	0,001
	180	0,004	92,666	0,000
	365	0,004	98,815	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
61	30	0,003	78,205	0,001
	180	0,004	92,616	0,000
	365	0,004	98,806	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
62	30	0,003	78,068	0,001
	180	0,003	92,559	0,000
	365	0,004	98,798	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
63	30	0,003	77,911	0,001
	180	0,003	92,493	0,000
	365	0,003	98,787	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
64	30	0,002	77,732	0,001
	180	0,003	92,420	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
65	30	0,002	77,715	0,001
	180	0,003	92,411	0,000
	365	0,003	98,773	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
66	30	0,002	77,722	0,001
	180	0,003	92,417	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
67	30	0,002	77,728	0,001
	180	0,003	92,417	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
68	30	0,002	77,732	0,001
	180	0,003	92,419	0,000
	365	0,003	98,775	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
69	30	0,002	77,740	0,001
	180	0,003	92,423	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
70	30	0,002	77,744	0,001
	180	0,003	92,424	0,000
	365	0,003	98,775	0,000
	420	0,003	100,000	0,000



Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
71	30	0,002	77,751	0,001
	180	0,003	92,427	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
72	30	0,002	77,757	0,001
	180	0,003	92,430	0,000
	365	0,003	98,777	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
73	30	0,002	77,763	0,001
	180	0,002	92,431	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
74	30	0,002	77,770	0,001
	180	0,002	92,433	0,000
	365	0,003	98,778	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
75	30	0,002	77,776	0,001
	180	0,002	92,435	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
76	30	0,002	77,781	0,001
	180	0,002	92,439	0,000
	365	0,003	98,778	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
77	30	0,002	77,789	0,001
	180	0,002	92,442	0,000
	365	0,002	98,779	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
78	30	0,002	77,795	0,001
	180	0,002	92,444	0,000
	365	0,002	98,778	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
79	30	0,002	77,802	0,001
	180	0,002	92,448	0,000
	365	0,002	98,779	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
80	30	0,002	77,806	0,001
	180	0,002	92,449	0,000
	365	0,002	98,780	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
81	30	0,002	77,813	0,001
	180	0,002	92,451	0,000
	365	0,002	98,781	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
82	30	0,002	77,874	0,000
	180	0,002	92,477	0,000
	365	0,002	98,785	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
83	30	0,001	77,933	0,000
	180	0,002	92,497	0,000
	365	0,002	98,788	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
84	30	0,001	77,998	0,000
	180	0,001	92,525	0,000
	365	0,002	98,791	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
85	30	0,001	78,061	0,000
	180	0,001	92,546	0,000
	365	0,001	98,794	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
86	30	0,001	78,131	0,000
	180	0,001	92,575	0,000
	365	0,001	98,799	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
87	30	0,001	78,203	0,000
	180	0,001	92,611	0,000
	365	0,001	98,810	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
88	30	0,001	78,268	0,000
	180	0,001	92,633	0,000
	365	0,001	98,811	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
89	30	0,001	78,329	0,000
	180	0,001	92,653	0,000
	365	0,001	98,809	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
90	30	0,001	78,385	0,000
	180	0,001	92,685	0,000
	365	0,001	98,822	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
91	30	0,001	78,440	0,000
	180	0,001	92,696	0,000
	365	0,001	98,825	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
92	30	0,001	78,475	0,000
	180	0,001	92,714	0,000
	365	0,001	98,826	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
93	30	0,001	78,495	0,000
	180	0,001	92,722	0,000
	365	0,001	98,822	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

## 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report

## Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 17-8-2012  
Time of report: 16:25:55

Date of calculation: 17-8-2012  
Time of calculation: 16:25:44

Filename: C:\.\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel d-

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel d-d'

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	5
2.6.1 Water Load: Water load	5
2.7 Verticals	5
3 Settlements	7
3.1 Settlements	7
3.2 Residual Times	8
4 Warnings and errors	15

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	1060,989			
9 - Y -	5,850	5,850			
8 - X -	0,000	1060,989			
8 - Y -	3,000	3,000			
7 - X -	0,000	1060,989			
7 - Y -	1,800	1,800			
6 - X -	0,000	1060,989			
6 - Y -	-1,500	-1,500			
5 - X -	0,000	1060,989			
5 - Y -	-2,500	-2,500			
4 - X -	0,000	1060,989			
4 - Y -	-5,300	-5,300			
3 - X -	0,000	1060,989			
3 - Y -	-14,800	-14,800			
2 - X -	0,000	1060,989			
2 - Y -	-20,500	-20,500			
1 - X -	0,000	1060,989			
1 - Y -	-22,500	-22,500			
0 - X -	0,000	1060,989			
0 - Y -	-25,000	-25,000			

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	0,550	13,795	26,052	47,592
1 - Y -	0,359	0,362	0,423	0,480	0,564
1 - X -	102,574	124,064	158,213	200,541	245,081
1 - Y -	0,763	0,831	0,931	1,042	1,143
1 - X -	288,515	331,949	375,383	404,155	462,251
1 - Y -	1,230	1,303	1,366	1,401	1,459
1 - X -	506,448	549,119	605,210	635,988	659,402
1 - Y -	1,492	1,514	1,531	1,536	1,538
1 - X -	679,422	705,737	729,037	741,187	754,772
1 - Y -	1,536	1,533	1,530	1,527	1,523
1 - X -	768,284	778,053	789,674	803,733	814,695
1 - Y -	1,519	1,516	1,512	1,506	1,502
1 - X -	829,868	845,334	861,304	881,966	899,414
1 - Y -	1,497	1,491	1,485	1,477	1,470
1 - X -	912,290	929,610	936,343	965,301	983,465
1 - Y -	1,464	1,457	1,453	1,443	1,436
1 - X -	1007,341	1026,899	1041,778	1060,989	
1 - Y -	1,428	1,420	1,415	1,406	
2 - X -	0,000	0,550	13,795	26,052	47,592
2 - Y -	0,301	0,303	0,352	0,397	0,464
2 - X -	102,574	124,064	158,213	200,541	245,081
2 - Y -	0,615	0,668	0,742	0,823	0,895
2 - X -	288,515	331,949	375,383	404,155	462,251
2 - Y -	0,958	1,012	1,060	1,088	1,137
2 - X -	506,448	549,119	605,210	635,988	659,402
2 - Y -	1,170	1,194	1,223	1,235	1,244
2 - X -	679,422	705,737	729,037	741,187	754,772
2 - Y -	1,250	1,257	1,263	1,266	1,268
2 - X -	768,284	778,053	789,674	803,733	814,695
2 - Y -	1,270	1,272	1,273	1,274	1,276
2 - X -	829,868	845,334	861,304	881,966	899,414
2 - Y -	1,278	1,279	1,281	1,283	1,284
2 - X -	912,290	929,610	936,343	965,301	983,465
2 - Y -	1,285	1,285	1,285	1,286	1,287
2 - X -	1007,341	1026,899	1041,778	1060,989	

PL line number	Co-ordinates [m]			
2 - Y -	1,288	1,287	1,287	1,285

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	420,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

### 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleiig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

### 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line	1
Time [days]	0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61 - 65	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000
66 - 70	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000
71 - 75	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000



---

Vertical number	X co-ordinates [m]				
76 - 80	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000
81 - 85	400,000	450,000	500,000	550,000	600,000
86 - 90	650,000	700,000	750,000	800,000	850,000
91 - 93	900,000	950,000	1000,...		

Calculation of cross section at Z = 0,000 m

### 3 Settlements

#### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	5,85	0,000
2	5,00	5,85	0,000
3	10,00	5,85	0,000
4	15,00	5,85	0,000
5	20,00	5,85	0,000
6	25,00	5,85	0,000
7	30,00	5,85	0,000
8	35,00	5,85	0,000
9	40,00	5,85	0,000
10	45,00	5,85	0,000
11	50,00	5,85	0,000
12	55,00	5,85	0,000
13	60,00	5,85	0,000
14	65,00	5,85	0,000
15	70,00	5,85	0,000
16	75,00	5,85	0,000
17	80,00	5,85	0,000
18	85,00	5,85	0,000
19	90,00	5,85	0,000
20	95,00	5,85	0,000
21	100,00	5,85	0,000
22	105,00	5,85	0,000
23	110,00	5,85	0,000
24	115,00	5,85	0,000
25	120,00	5,85	0,000
26	125,00	5,85	0,001
27	130,00	5,85	0,001
28	135,00	5,85	0,001
29	140,00	5,85	0,001
30	145,00	5,85	0,001
31	150,00	5,85	0,001
32	155,00	5,85	0,001
33	160,00	5,85	0,001
34	165,00	5,85	0,001
35	170,00	5,85	0,001
36	175,00	5,85	0,001
37	180,00	5,85	0,001
38	185,00	5,85	0,001
39	190,00	5,85	0,001
40	195,00	5,85	0,001
41	200,00	5,85	0,001
42	205,00	5,85	0,001
43	210,00	5,85	0,001
44	215,00	5,85	0,001
45	220,00	5,85	0,001
46	225,00	5,85	0,001
47	230,00	5,85	0,001
48	235,00	5,85	0,001
49	240,00	5,85	0,001
50	245,00	5,85	0,001
51	250,00	5,85	0,001
52	255,00	5,85	0,001
53	260,00	5,85	0,001
54	265,00	5,85	0,001
55	270,00	5,85	0,001
56	275,00	5,85	0,001
57	280,00	5,85	0,001
58	285,00	5,85	0,001

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	5,85	0,001
60	295,00	5,85	0,001
61	300,00	5,85	0,001
62	305,00	5,85	0,001
63	310,00	5,85	0,001
64	315,00	5,85	0,001
65	320,00	5,85	0,001
66	325,00	5,85	0,001
67	330,00	5,85	0,001
68	335,00	5,85	0,001
69	340,00	5,85	0,001
70	345,00	5,85	0,001
71	350,00	5,85	0,001
72	355,00	5,85	0,001
73	360,00	5,85	0,001
74	365,00	5,85	0,001
75	370,00	5,85	0,001
76	375,00	5,85	0,001
77	380,00	5,85	0,001
78	385,00	5,85	0,001
79	390,00	5,85	0,001
80	395,00	5,85	0,001
81	400,00	5,85	0,001
82	450,00	5,85	0,001
83	500,00	5,85	0,001
84	550,00	5,85	0,001
85	600,00	5,85	0,001
86	650,00	5,85	0,001
87	700,00	5,85	0,001
88	750,00	5,85	0,001
89	800,00	5,85	0,001
90	850,00	5,85	0,001
91	900,00	5,85	0,001
92	950,00	5,85	0,001
93	1000,00	5,85	0,000

### 3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,000	77,721	0,000
	180	0,000	92,406	0,000
	365	0,000	98,781	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
2	30	0,000	77,737	0,000
	180	0,000	92,395	0,000
	365	0,000	98,781	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
3	30	0,000	77,749	0,000
	180	0,000	92,428	0,000
	365	0,000	98,772	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
4	30	0,000	77,730	0,000
	180	0,000	92,421	0,000
	365	0,000	98,766	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
5	30	0,000	77,756	0,000
	180	0,000	92,416	0,000
	365	0,000	98,766	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
6	30	0,000	77,779	0,000
	180	0,000	92,439	0,000
	365	0,000	98,765	0,000
	420	0,000	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
7	30	0,000	77,807	0,000
	180	0,000	92,455	0,000
	365	0,000	98,778	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
8	30	0,000	77,820	0,000
	180	0,000	92,466	0,000
	365	0,000	98,787	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
9	30	0,000	77,830	0,000
	180	0,000	92,467	0,000
	365	0,000	98,774	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
10	30	0,000	77,825	0,000
	180	0,000	92,468	0,000
	365	0,000	98,782	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
11	30	0,000	77,844	0,000
	180	0,000	92,473	0,000
	365	0,000	98,793	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
12	30	0,000	77,848	0,000
	180	0,000	92,473	0,000
	365	0,000	98,785	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
13	30	0,000	77,837	0,000
	180	0,000	92,456	0,000
	365	0,000	98,779	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
14	30	0,000	77,869	0,000
	180	0,000	92,476	0,000
	365	0,000	98,791	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
15	30	0,000	77,878	0,000
	180	0,000	92,477	0,000
	365	0,000	98,785	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
16	30	0,000	77,893	0,000
	180	0,000	92,488	0,000
	365	0,000	98,779	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
17	30	0,000	77,888	0,000
	180	0,000	92,475	0,000
	365	0,000	98,775	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
18	30	0,000	77,920	0,000
	180	0,000	92,501	0,000
	365	0,000	98,785	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
19	30	0,000	77,914	0,000
	180	0,000	92,496	0,000
	365	0,000	98,795	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
20	30	0,000	77,925	0,000
	180	0,000	92,506	0,000
	365	0,000	98,790	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
21	30	0,000	77,939	0,000
	180	0,000	92,510	0,000
	365	0,000	98,786	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
22	30	0,000	77,958	0,000
	180	0,000	92,513	0,000
	365	0,000	98,792	0,000
	420	0,000	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
23	30	0,000	77,958	0,000
	180	0,000	92,502	0,000
	365	0,000	98,781	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
24	30	0,000	77,973	0,000
	180	0,000	92,524	0,000
	365	0,000	98,796	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
25	30	0,000	77,973	0,000
	180	0,000	92,514	0,000
	365	0,000	98,798	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
26	30	0,000	77,981	0,000
	180	0,000	92,519	0,000
	365	0,001	98,788	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
27	30	0,000	77,999	0,000
	180	0,000	92,535	0,000
	365	0,001	98,792	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
28	30	0,000	78,001	0,000
	180	0,000	92,539	0,000
	365	0,001	98,797	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
29	30	0,000	78,004	0,000
	180	0,001	92,536	0,000
	365	0,001	98,801	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
30	30	0,000	78,004	0,000
	180	0,001	92,523	0,000
	365	0,001	98,782	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
31	30	0,000	78,024	0,000
	180	0,001	92,539	0,000
	365	0,001	98,797	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
32	30	0,000	78,018	0,000
	180	0,001	92,526	0,000
	365	0,001	98,791	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
33	30	0,000	78,037	0,000
	180	0,001	92,543	0,000
	365	0,001	98,794	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
34	30	0,000	78,042	0,000
	180	0,001	92,547	0,000
	365	0,001	98,796	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
35	30	0,000	78,051	0,000
	180	0,001	92,542	0,000
	365	0,001	98,798	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
36	30	0,000	78,061	0,000
	180	0,001	92,557	0,000
	365	0,001	98,800	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
37	30	0,001	78,064	0,000
	180	0,001	92,551	0,000
	365	0,001	98,802	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
38	30	0,001	78,072	0,000
	180	0,001	92,556	0,000
	365	0,001	98,795	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
39	30	0,001	78,080	0,000
	180	0,001	92,561	0,000
	365	0,001	98,797	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
40	30	0,001	78,087	0,000
	180	0,001	92,571	0,000
	365	0,001	98,799	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
41	30	0,001	78,088	0,000
	180	0,001	92,562	0,000
	365	0,001	98,801	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
42	30	0,001	78,098	0,000
	180	0,001	92,562	0,000
	365	0,001	98,792	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
43	30	0,001	78,105	0,000
	180	0,001	92,567	0,000
	365	0,001	98,793	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
44	30	0,001	78,112	0,000
	180	0,001	92,566	0,000
	365	0,001	98,793	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
45	30	0,001	78,119	0,000
	180	0,001	92,575	0,000
	365	0,001	98,802	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
46	30	0,001	78,126	0,000
	180	0,001	92,584	0,000
	365	0,001	98,803	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
47	30	0,001	78,126	0,000
	180	0,001	92,580	0,000
	365	0,001	98,795	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
48	30	0,001	78,136	0,000
	180	0,001	92,588	0,000
	365	0,001	98,803	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
49	30	0,001	78,141	0,000
	180	0,001	92,584	0,000
	365	0,001	98,804	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
50	30	0,001	78,150	0,000
	180	0,001	92,584	0,000
	365	0,001	98,804	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
51	30	0,001	78,156	0,000
	180	0,001	92,590	0,000
	365	0,001	98,802	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
52	30	0,001	78,162	0,000
	180	0,001	92,592	0,000
	365	0,001	98,800	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
53	30	0,001	78,168	0,000
	180	0,001	92,591	0,000
	365	0,001	98,806	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
54	30	0,001	78,169	0,000
	180	0,001	92,597	0,000
	365	0,001	98,804	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
55	30	0,001	78,174	0,000
	180	0,001	92,587	0,000
	365	0,001	98,802	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
56	30	0,001	78,183	0,000
	180	0,001	92,601	0,000
	365	0,001	98,801	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
57	30	0,001	78,187	0,000
	180	0,001	92,600	0,000
	365	0,001	98,799	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
58	30	0,001	78,193	0,000
	180	0,001	92,606	0,000
	365	0,001	98,804	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
59	30	0,001	78,197	0,000
	180	0,001	92,607	0,000
	365	0,001	98,809	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
60	30	0,001	78,203	0,000
	180	0,001	92,605	0,000
	365	0,001	98,805	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
61	30	0,001	78,208	0,000
	180	0,001	92,607	0,000
	365	0,001	98,808	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
62	30	0,001	78,214	0,000
	180	0,001	92,605	0,000
	365	0,001	98,803	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
63	30	0,001	78,220	0,000
	180	0,001	92,614	0,000
	365	0,001	98,806	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
64	30	0,001	78,218	0,000
	180	0,001	92,615	0,000
	365	0,001	98,802	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
65	30	0,001	78,223	0,000
	180	0,001	92,613	0,000
	365	0,001	98,805	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
66	30	0,001	78,236	0,000
	180	0,001	92,622	0,000
	365	0,001	98,808	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
67	30	0,001	78,241	0,000
	180	0,001	92,624	0,000
	365	0,001	98,810	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
68	30	0,001	78,240	0,000
	180	0,001	92,625	0,000
	365	0,001	98,812	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
69	30	0,001	78,244	0,000
	180	0,001	92,616	0,000
	365	0,001	98,806	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
70	30	0,001	78,250	0,000
	180	0,001	92,623	0,000
	365	0,001	98,807	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
71	30	0,001	78,252	0,000
	180	0,001	92,630	0,000
	365	0,001	98,808	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
72	30	0,001	78,258	0,000
	180	0,001	92,627	0,000
	365	0,001	98,809	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
73	30	0,001	78,262	0,000
	180	0,001	92,625	0,000
	365	0,001	98,809	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
74	30	0,001	78,267	0,000
	180	0,001	92,632	0,000
	365	0,001	98,810	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
75	30	0,001	78,273	0,000
	180	0,001	92,639	0,000
	365	0,001	98,811	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
76	30	0,001	78,274	0,000
	180	0,001	92,636	0,000
	365	0,001	98,812	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
77	30	0,001	78,276	0,000
	180	0,001	92,636	0,000
	365	0,001	98,811	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
78	30	0,001	78,285	0,000
	180	0,001	92,640	0,000
	365	0,001	98,816	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
79	30	0,001	78,285	0,000
	180	0,001	92,642	0,000
	365	0,001	98,808	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
80	30	0,001	78,285	0,000
	180	0,001	92,637	0,000
	365	0,001	98,807	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
81	30	0,001	78,288	0,000
	180	0,001	92,642	0,000
	365	0,001	98,806	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
82	30	0,001	78,319	0,000
	180	0,001	92,654	0,000
	365	0,001	98,809	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
83	30	0,001	78,354	0,000
	180	0,001	92,666	0,000
	365	0,001	98,819	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
84	30	0,001	78,369	0,000
	180	0,001	92,675	0,000
	365	0,001	98,814	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
85	30	0,001	78,380	0,000
	180	0,001	92,679	0,000
	365	0,001	98,819	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
86	30	0,001	78,390	0,000
	180	0,001	92,678	0,000
	365	0,001	98,817	0,000
	420	0,001	100,000	0,000



Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
87	30	0,001	78,396	0,000
	180	0,001	92,688	0,000
	365	0,001	98,815	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
88	30	0,001	78,395	0,000
	180	0,001	92,680	0,000
	365	0,001	98,816	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
89	30	0,001	78,389	0,000
	180	0,001	92,683	0,000
	365	0,001	98,814	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
90	30	0,001	78,391	0,000
	180	0,001	92,673	0,000
	365	0,001	98,816	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
91	30	0,000	78,398	0,000
	180	0,001	92,688	0,000
	365	0,001	98,819	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
92	30	0,000	78,382	0,000
	180	0,000	92,679	0,000
	365	0,001	98,819	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
93	30	0,000	78,388	0,000
	180	0,000	92,675	0,000
	365	0,000	98,816	0,000
	420	0,000	100,000	0,000

## 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report

## Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 17-8-2012  
Time of report: 16:26:33

Date of calculation: 17-8-2012  
Time of calculation: 16:26:24

Filename: C:\.\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel e-e'

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel e-e'

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	5
2.6.1 Water Load: Water load	5
2.7 Verticals	6
3 Settlements	7
3.1 Settlements	7
3.2 Residual Times	8
4 Warnings and errors	15

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	1077,251			
9 - Y -	5,850	5,850			
8 - X -	0,000	1077,251			
8 - Y -	3,000	3,000			
7 - X -	0,000	1077,251			
7 - Y -	1,800	1,800			
6 - X -	0,000	1077,251			
6 - Y -	-1,500	-1,500			
5 - X -	0,000	1077,251			
5 - Y -	-2,500	-2,500			
4 - X -	0,000	1077,251			
4 - Y -	-5,300	-5,300			
3 - X -	0,000	1077,251			
3 - Y -	-14,800	-14,800			
2 - X -	0,000	1077,251			
2 - Y -	-20,500	-20,500			
1 - X -	0,000	1077,251			
1 - Y -	-22,500	-22,500			
0 - X -	0,000	1077,251			
0 - Y -	-25,000	-25,000			

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	1,186	5,915	8,729	10,261
1 - Y -	0,883	0,881	0,876	0,873	0,872
1 - X -	14,608	16,272	23,302	27,649	31,996
1 - Y -	0,867	0,865	0,858	0,853	0,848
1 - X -	36,668	40,743	47,468	55,821	67,192
1 - Y -	0,842	0,837	0,829	0,819	0,805
1 - X -	81,904	92,721	107,985	115,351	137,980
1 - Y -	0,785	0,771	0,749	0,738	0,706
1 - X -	160,610	173,188	183,239	199,269	212,310
1 - Y -	0,676	0,659	0,647	0,627	0,613
1 - X -	233,026	237,701	265,723	286,317	296,153
1 - Y -	0,590	0,585	0,556	0,538	0,529
1 - X -	317,610	321,144	328,891	364,108	390,004
1 - Y -	0,511	0,509	0,504	0,476	0,462
1 - X -	407,577	431,476	451,046	465,435	494,514
1 - Y -	0,451	0,440	0,429	0,423	0,408
1 - X -	534,061	537,983	540,866	581,454	616,291
1 - Y -	0,394	0,392	0,391	0,373	0,363
1 - X -	624,925	636,670	668,394	691,720	711,862
1 - Y -	0,359	0,356	0,343	0,336	0,328
1 - X -	739,255	755,331	767,152	798,800	841,840
1 - Y -	0,317	0,310	0,307	0,299	0,291
1 - X -	842,268	842,583	885,737	918,014	929,206
1 - Y -	0,291	0,291	0,280	0,273	0,269
1 - X -	944,425	972,674	993,446	1016,143	1047,010
1 - Y -	0,265	0,256	0,250	0,241	0,229
1 - X -	1059,611	1068,877	1077,251		
1 - Y -	0,224	0,222	0,219		
2 - X -	0,000	1,186	3,093	5,915	10,261
2 - Y -	-2,838	-2,840	-2,842	-2,843	-2,842
2 - X -	12,346	14,608	18,955	22,604	23,815
2 - Y -	-2,840	-2,838	-2,832	-2,823	-2,820
2 - X -	27,649	31,358	32,375	36,668	40,743
2 - Y -	-2,805	-2,783	-2,774	-2,732	-2,638
2 - X -	47,468	55,821	70,092	81,904	92,721

PL line number	Co-ordinates [m]				
2 - Y -	-2,491	-2,342	-2,128	-1,970	-1,836
2 - X -	107,985	121,026	137,980	160,147	173,188
2 - Y -	-1,657	-1,517	-1,346	-1,140	-1,027
2 - X -	183,239	199,269	212,310	233,026	237,701
2 - Y -	-0,947	-0,827	-0,737	-0,606	-0,580
2 - X -	265,723	286,317	296,153	317,610	321,144
2 - Y -	-0,425	-0,334	-0,290	-0,206	-0,194
2 - X -	328,891	364,108	390,004	407,577	431,476
2 - Y -	-0,171	-0,058	0,002	0,043	0,083
2 - X -	451,046	465,435	494,514	534,061	537,983
2 - Y -	0,117	0,135	0,171	0,205	0,209
2 - X -	540,866	581,454	616,291	624,925	636,670
2 - Y -	0,211	0,233	0,247	0,250	0,253
2 - X -	668,394	691,720	711,862	739,255	755,331
2 - Y -	0,258	0,260	0,261	0,258	0,256
2 - X -	767,152	798,800	841,840	842,268	842,583
2 - Y -	0,255	0,254	0,253	0,253	0,253
2 - X -	885,737	918,014	929,206	944,425	972,674
2 - Y -	0,249	0,245	0,243	0,240	0,234
2 - X -	993,446	1016,143	1047,010	1059,611	1068,877
2 - Y -	0,229	0,222	0,213	0,209	0,207
2 - X -	1077,251				
2 - Y -	0,205				

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	420,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

### 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleiig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

### 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line                    1  
Time [days]                    0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61 - 65	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000
66 - 70	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000
71 - 75	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000
76 - 80	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000
81 - 85	400,000	450,000	500,000	550,000	600,000
86 - 90	650,000	700,000	750,000	800,000	850,000
91 - 93	900,000	950,000	1000,...		

Calculation of cross section at Z = 0,000 m



### 3 Settlements

#### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	5,85	0,026
2	5,00	5,85	0,026
3	10,00	5,85	0,026
4	15,00	5,85	0,026
5	20,00	5,85	0,026
6	25,00	5,85	0,026
7	30,00	5,85	0,026
8	35,00	5,85	0,025
9	40,00	5,85	0,025
10	45,00	5,85	0,024
11	50,00	5,85	0,024
12	55,00	5,85	0,023
13	60,00	5,85	0,023
14	65,00	5,85	0,022
15	70,00	5,85	0,021
16	75,00	5,85	0,021
17	80,00	5,85	0,020
18	85,00	5,85	0,020
19	90,00	5,85	0,019
20	95,00	5,85	0,019
21	100,00	5,85	0,018
22	105,00	5,85	0,018
23	110,00	5,85	0,017
24	115,00	5,85	0,016
25	120,00	5,85	0,016
26	125,00	5,85	0,015
27	130,00	5,85	0,015
28	135,00	5,85	0,014
29	140,00	5,85	0,013
30	145,00	5,85	0,013
31	150,00	5,85	0,012
32	155,00	5,85	0,012
33	160,00	5,85	0,011
34	165,00	5,85	0,011
35	170,00	5,85	0,010
36	175,00	5,85	0,010
37	180,00	5,85	0,009
38	185,00	5,85	0,009
39	190,00	5,85	0,008
40	195,00	5,85	0,008
41	200,00	5,85	0,008
42	205,00	5,85	0,007
43	210,00	5,85	0,007
44	215,00	5,85	0,006
45	220,00	5,85	0,006
46	225,00	5,85	0,006
47	230,00	5,85	0,005
48	235,00	5,85	0,005
49	240,00	5,85	0,004
50	245,00	5,85	0,004
51	250,00	5,85	0,004
52	255,00	5,85	0,003
53	260,00	5,85	0,003
54	265,00	5,85	0,003
55	270,00	5,85	0,003
56	275,00	5,85	0,003
57	280,00	5,85	0,003
58	285,00	5,85	0,003

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	5,85	0,003
60	295,00	5,85	0,002
61	300,00	5,85	0,002
62	305,00	5,85	0,002
63	310,00	5,85	0,002
64	315,00	5,85	0,002
65	320,00	5,85	0,002
66	325,00	5,85	0,002
67	330,00	5,85	0,002
68	335,00	5,85	0,002
69	340,00	5,85	0,002
70	345,00	5,85	0,002
71	350,00	5,85	0,002
72	355,00	5,85	0,002
73	360,00	5,85	0,002
74	365,00	5,85	0,002
75	370,00	5,85	0,002
76	375,00	5,85	0,002
77	380,00	5,85	0,001
78	385,00	5,85	0,001
79	390,00	5,85	0,001
80	395,00	5,85	0,001
81	400,00	5,85	0,001
82	450,00	5,85	0,001
83	500,00	5,85	0,001
84	550,00	5,85	0,001
85	600,00	5,85	0,000
86	650,00	5,85	0,000
87	700,00	5,85	0,000
88	750,00	5,85	0,000
89	800,00	5,85	0,000
90	850,00	5,85	0,000
91	900,00	5,85	0,000
92	950,00	5,85	0,000
93	1000,00	5,85	0,000

### 3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,021	78,607	0,006
	180	0,024	92,621	0,002
	365	0,026	98,809	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
2	30	0,021	78,597	0,006
	180	0,024	92,616	0,002
	365	0,026	98,809	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
3	30	0,021	78,594	0,006
	180	0,024	92,615	0,002
	365	0,026	98,808	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
4	30	0,021	78,594	0,006
	180	0,024	92,615	0,002
	365	0,026	98,808	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
5	30	0,020	78,598	0,006
	180	0,024	92,618	0,002
	365	0,026	98,809	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
6	30	0,020	78,608	0,006
	180	0,024	92,624	0,002
	365	0,026	98,810	0,000
	420	0,026	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
7	30	0,020	78,630	0,006
	180	0,024	92,636	0,002
	365	0,025	98,812	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
8	30	0,020	78,670	0,005
	180	0,024	92,660	0,002
	365	0,025	98,815	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
9	30	0,020	78,766	0,005
	180	0,023	92,715	0,002
	365	0,025	98,824	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
10	30	0,019	78,885	0,005
	180	0,023	92,784	0,002
	365	0,024	98,835	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
11	30	0,019	78,994	0,005
	180	0,022	92,848	0,002
	365	0,023	98,844	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
12	30	0,018	79,086	0,005
	180	0,021	92,901	0,002
	365	0,023	98,853	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
13	30	0,018	79,160	0,005
	180	0,021	92,945	0,002
	365	0,022	98,860	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
14	30	0,017	79,226	0,005
	180	0,021	92,984	0,002
	365	0,022	98,866	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
15	30	0,017	79,287	0,004
	180	0,020	93,020	0,001
	365	0,021	98,871	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
16	30	0,017	79,337	0,004
	180	0,019	93,050	0,001
	365	0,021	98,876	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
17	30	0,016	79,382	0,004
	180	0,019	93,077	0,001
	365	0,020	98,880	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
18	30	0,016	79,420	0,004
	180	0,018	93,100	0,001
	365	0,020	98,884	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
19	30	0,015	79,452	0,004
	180	0,018	93,120	0,001
	365	0,019	98,887	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
20	30	0,015	79,479	0,004
	180	0,017	93,136	0,001
	365	0,018	98,890	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
21	30	0,014	79,499	0,004
	180	0,017	93,149	0,001
	365	0,018	98,891	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
22	30	0,014	79,514	0,004
	180	0,016	93,159	0,001
	365	0,017	98,893	0,000
	420	0,018	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
23	30	0,013	79,523	0,003
	180	0,016	93,166	0,001
	365	0,017	98,894	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
24	30	0,013	79,526	0,003
	180	0,015	93,169	0,001
	365	0,016	98,895	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
25	30	0,013	79,523	0,003
	180	0,015	93,169	0,001
	365	0,016	98,895	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
26	30	0,012	79,516	0,003
	180	0,014	93,166	0,001
	365	0,015	98,894	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
27	30	0,012	79,507	0,003
	180	0,014	93,162	0,001
	365	0,014	98,893	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
28	30	0,011	79,497	0,003
	180	0,013	93,157	0,001
	365	0,014	98,893	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
29	30	0,011	79,479	0,003
	180	0,013	93,151	0,001
	365	0,013	98,892	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
30	30	0,010	79,466	0,003
	180	0,012	93,145	0,001
	365	0,013	98,891	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
31	30	0,010	79,450	0,003
	180	0,012	93,138	0,001
	365	0,012	98,890	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
32	30	0,009	79,432	0,002
	180	0,011	93,131	0,001
	365	0,012	98,889	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
33	30	0,009	79,406	0,002
	180	0,011	93,119	0,001
	365	0,011	98,887	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
34	30	0,009	79,382	0,002
	180	0,010	93,109	0,001
	365	0,011	98,885	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
35	30	0,008	79,354	0,002
	180	0,010	93,098	0,001
	365	0,010	98,884	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
36	30	0,008	79,323	0,002
	180	0,009	93,085	0,001
	365	0,010	98,881	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
37	30	0,007	79,289	0,002
	180	0,009	93,071	0,001
	365	0,009	98,879	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
38	30	0,007	79,251	0,002
	180	0,008	93,055	0,001
	365	0,009	98,876	0,000
	420	0,009	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
39	30	0,007	79,209	0,002
	180	0,008	93,037	0,001
	365	0,008	98,873	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
40	30	0,006	79,161	0,002
	180	0,007	93,018	0,001
	365	0,008	98,870	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
41	30	0,006	79,079	0,002
	180	0,007	92,986	0,001
	365	0,007	98,865	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
42	30	0,006	79,026	0,001
	180	0,007	92,963	0,001
	365	0,007	98,861	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
43	30	0,005	78,966	0,001
	180	0,006	92,937	0,000
	365	0,007	98,858	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
44	30	0,005	78,896	0,001
	180	0,006	92,908	0,000
	365	0,006	98,853	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
45	30	0,005	78,820	0,001
	180	0,005	92,877	0,000
	365	0,006	98,848	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
46	30	0,004	78,729	0,001
	180	0,005	92,839	0,000
	365	0,005	98,842	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
47	30	0,004	78,623	0,001
	180	0,005	92,793	0,000
	365	0,005	98,835	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
48	30	0,004	78,504	0,001
	180	0,004	92,745	0,000
	365	0,005	98,826	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
49	30	0,003	78,374	0,001
	180	0,004	92,689	0,000
	365	0,004	98,818	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
50	30	0,003	78,220	0,001
	180	0,004	92,627	0,000
	365	0,004	98,808	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
51	30	0,003	78,035	0,001
	180	0,003	92,550	0,000
	365	0,004	98,796	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
52	30	0,003	77,810	0,001
	180	0,003	92,455	0,000
	365	0,003	98,781	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
53	30	0,002	77,535	0,001
	180	0,003	92,339	0,000
	365	0,003	98,761	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
54	30	0,002	77,543	0,001
	180	0,003	92,341	0,000
	365	0,003	98,762	0,000
	420	0,003	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
55	30	0,002	77,549	0,001
	180	0,003	92,347	0,000
	365	0,003	98,763	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
56	30	0,002	77,554	0,001
	180	0,003	92,349	0,000
	365	0,003	98,765	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
57	30	0,002	77,562	0,001
	180	0,002	92,352	0,000
	365	0,003	98,765	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
58	30	0,002	77,566	0,001
	180	0,002	92,352	0,000
	365	0,003	98,765	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
59	30	0,002	77,573	0,001
	180	0,002	92,357	0,000
	365	0,003	98,767	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
60	30	0,002	77,579	0,001
	180	0,002	92,359	0,000
	365	0,002	98,766	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
61	30	0,002	77,582	0,001
	180	0,002	92,358	0,000
	365	0,002	98,764	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
62	30	0,002	77,584	0,001
	180	0,002	92,360	0,000
	365	0,002	98,765	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
63	30	0,002	77,593	0,001
	180	0,002	92,361	0,000
	365	0,002	98,766	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
64	30	0,002	77,597	0,000
	180	0,002	92,365	0,000
	365	0,002	98,767	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
65	30	0,002	77,604	0,000
	180	0,002	92,371	0,000
	365	0,002	98,768	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
66	30	0,002	77,607	0,000
	180	0,002	92,371	0,000
	365	0,002	98,769	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
67	30	0,002	77,611	0,000
	180	0,002	92,369	0,000
	365	0,002	98,767	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
68	30	0,002	77,611	0,000
	180	0,002	92,372	0,000
	365	0,002	98,766	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
69	30	0,001	77,617	0,000
	180	0,002	92,375	0,000
	365	0,002	98,767	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
70	30	0,001	77,621	0,000
	180	0,002	92,375	0,000
	365	0,002	98,769	0,000
	420	0,002	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
71	30	0,001	77,627	0,000
	180	0,002	92,379	0,000
	365	0,002	98,771	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
72	30	0,001	77,630	0,000
	180	0,002	92,378	0,000
	365	0,002	98,769	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
73	30	0,001	77,633	0,000
	180	0,002	92,381	0,000
	365	0,002	98,766	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
74	30	0,001	77,634	0,000
	180	0,001	92,378	0,000
	365	0,002	98,767	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
75	30	0,001	77,643	0,000
	180	0,001	92,383	0,000
	365	0,002	98,769	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
76	30	0,001	77,644	0,000
	180	0,001	92,387	0,000
	365	0,001	98,772	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
77	30	0,001	77,650	0,000
	180	0,001	92,390	0,000
	365	0,001	98,771	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
78	30	0,001	77,649	0,000
	180	0,001	92,388	0,000
	365	0,001	98,770	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
79	30	0,001	77,648	0,000
	180	0,001	92,386	0,000
	365	0,001	98,769	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
80	30	0,001	77,656	0,000
	180	0,001	92,389	0,000
	365	0,001	98,771	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
81	30	0,001	77,658	0,000
	180	0,001	92,390	0,000
	365	0,001	98,768	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
82	30	0,001	77,683	0,000
	180	0,001	92,399	0,000
	365	0,001	98,777	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
83	30	0,001	77,697	0,000
	180	0,001	92,414	0,000
	365	0,001	98,777	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
84	30	0,000	77,703	0,000
	180	0,000	92,401	0,000
	365	0,001	98,769	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
85	30	0,000	77,690	0,000
	180	0,000	92,396	0,000
	365	0,000	98,772	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
86	30	0,000	77,699	0,000
	180	0,000	92,401	0,000
	365	0,000	98,756	0,000
	420	0,000	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
87	30	0,000	77,719	0,000
	180	0,000	92,402	0,000
	365	0,000	98,761	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
88	30	0,000	77,703	0,000
	180	0,000	92,399	0,000
	365	0,000	98,764	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
89	30	0,000	77,676	0,000
	180	0,000	92,375	0,000
	365	0,000	98,790	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
90	30	0,000	77,661	0,000
	180	0,000	92,420	0,000
	365	0,000	98,752	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
91	30	0,000	77,642	0,000
	180	0,000	92,346	0,000
	365	0,000	98,734	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
92	30	0,000	77,705	0,000
	180	0,000	92,445	0,000
	365	0,000	98,801	0,000
	420	0,000	100,000	0,000
93	30	0,000	77,570	0,000
	180	0,000	92,430	0,000
	365	0,000	98,772	0,000
	420	0,000	100,000	0,000



## 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report

## **Bijlage 5**

### **Berekening opbarstrisico**

## 1. Inleiding en gebruikte informatie

Een deel van de deklaag wordt ontgraven. Als gevolg van de ontgraving kan er een overdruk van grondwater, en dus een verhoogd risico op opbarsting, aan de onderzijde van de slecht doorlatende lagen ontstaan. In deze situatie is een spanningsbemaling vereist, waarbij de stijghoogte onder de scheidende lagen wordt verlaagd. Ten einde het risico op overdruk in te schatten zijn opbarstingsberekeningen uitgevoerd.

Ten aanzien van het evenwicht van de putbodem geldt dat de neerwaartse gronddruk groter dient te zijn dan de opwaartse waterdruk. Hierbij wordt een veiligheidsfactor van 1,1 (NEN 6740) aangehouden. Op de locatie is een geotechnisch onderzoek uitgevoerd waarbij de volumieke gewichten van de zettingsgevoelige bodemlagen zijn bepaald (MOS Grondmechanica, 2012). De gehanteerde volumieke gewichten zijn geschat op basis van de laboratoriumproeven en representatieve waarden zoals opgenomen in de NEN 6740.

Om meer te kunnen zeggen over de grondwaterstanden- en stijghoogten nabij de onderzoekslocatie is het digitale archief van TNO (DINO) geraadpleegd. Peilbuis B37A0111 ligt op circa 1 kilometer ten zuidwesten van de onderzoekslocatie en is de dichtst bijgelegen TNO peilbuis met filters in alle watervoerende lagen. Tabel B5.1 geeft een overzicht van de stamgegevens van de peilbuis en de gemiddelde en maximale stijghoogten.

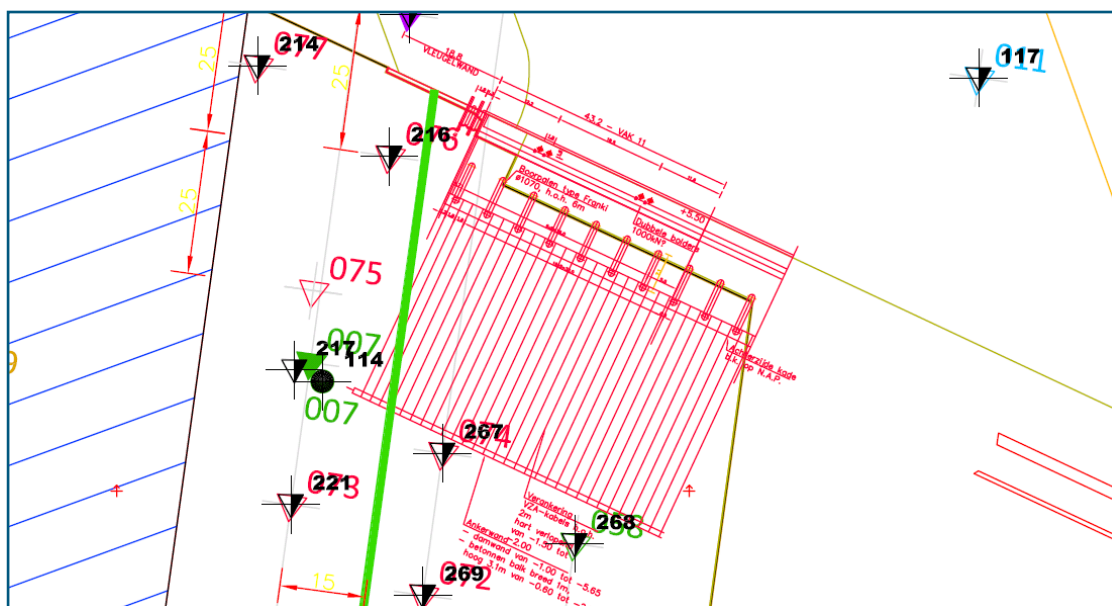
**Tabel B5.1. Karakteristieken peilbuis B37A0111.**

Locatiecode	Filternr.	Bovenkant filter [m +NAP]	Onderkant filter [m+NAP]	Gem. GWS [m+NAP]	Max. GWS [m+NAP]
B37A0111	01	-1.90	-2.9	0.52	1.02
B37A0111	02	-9.8	-10.8	0.44	1.01
B37A0111	03	-17.1	-18.1	0.44	1.07
B37A0111	04	-25.4	-26.4	0.40	0.84
B37A0111	05	-39.6	-40.6	0.30	0.71
B37A0111	06	-57.9	-58.9	0.18	0.57

De maximale stijghoogte in de deklaag wordt geschat op NAP +1.1 meter (filters 1 t/m 3), de maximale stijghoogte in het eerste watervoerende pakket op NAP +0.85 meter (filter 4).

## 2. Opbarstanalyse Aansluiting Insteekhaven – EECV-kade

De bodemopbouw ter plaatse van de aansluiting Insteekhaven – EECV-kade is afgeleid van boring 114 en sondering 267 (zie afbeelding B5.1).



Afbeelding B5.1 Situering lokale boring en sonderingen.

In de deklaag kunnen vier scheidende lagen worden onderscheiden (zie ook tabel B5.2). Voor de scheidende lagen is een opbarst analyse uitgevoerd.

#### Opbarst analyse deklaag t.p.v. aansluiting Insteekhaven–EECV-kade

Tabel 5.2 geeft een overzicht van de opbarst analyse voor de deklaag, uitgaande van een stijghoogte in het eerste watervoerende pakket van NAP -0.85 m, een maximaal ontgravningsniveau van NAP -6.00 meter en een minimaal resterende deklaagdikte van 16.4 meter.

Tabel B5.2 Opbarst analyse deklaag t.p.v. Aansluiting Insteekhaven – EECV-kade.

Laag (scheidende laag)	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Volumiek gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Druk [kN/m <sup>2</sup> ]
Klei (1)	-6.0	-6.05	0.05	15.5	0.8
Zand	-6.05	-13.8	7.75	19.0	147.2
Klei (2)	-13.8	-14.0	0.20	15.5	3.1
Zand	-14.0	-17.4	3.40	19.0	64.6
Klei (3)	-17.4	-17.5	0.1	15.5	1.6
Zand	-17.5	-19.0	1.5	19.0	28.5
Klei (4)	-19.0	-22.4	3.2	14.0	44.8
WVP 1					
				<b>Totaal neerwaartse druk</b>	290.6
<b>Stijghoogte [m t.o.v. NAP]</b>	<b>Basis SDL [m t.o.v. NAP]</b>				
0.85	-22.4	<b>Totaal opwaartse druk (inclusief veiligheidsfactor 1.1)</b>			253.6

Geconcludeerd kan worden dat er geen opbarsting van de deklaag op kan treden.

### Opbarst analyse tussenzandlagen t.p.v. aansluiting Insteekhaven–EECV-kade

Tabellen B5.3 en B5.4 geven een overzicht van de opbarst analyse van de tussenzandlagen in de deklaag, uitgaande van een stijghoogte van NAP 1.1 meter.

**Tabel B5.3 Opbarst analyse derde scheidende laag t.p.v Insteekhaven – EECV-kade.**

Laag	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Volumiek gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Druk [kN/m <sup>2</sup> ]
Klei (1)	-6.0	-6.05	0.05	15.5	0.8
Zand	-6.05	-13.8	7.75	19.0	147.2
Klei (2)	-13.8	-14.0	0.20	15.5	3.1
Zand	-14.0	-17.4	3.40	19.0	64.6
Klei (3)	-17.4	-17.5	0.1	15.5	1.6
				<b>Totaal neerwaartse druk</b>	217.3
<b>Stijghoogte [m t.o.v. NAP]</b>	<b>Basis SDL [m t.o.v. NAP]</b>				
1.1	-17.5	<b>Totaal opwaartse druk (inclusief veiligheidsfactor 1.1)</b>			204.6

**Tabel B5.4 Opbarst analyse tweede scheidende laag t.p.v. Insteekhaven – EECV-kade.**

Laag	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Volumiek gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Druk [kN/m <sup>2</sup> ]
Klei (1)	-6.0	-6.05	0.05	15.5	0.8
Zand	-6.05	-13.8	7.75	19.0	147.2
Klei (2)	-13.8	-14.0	0.20	15.5	3.1
				<b>Totaal neerwaartse druk</b>	151.1
<b>Stijghoogte [m t.o.v. NAP]</b>	<b>Basis SDL [m t.o.v. NAP]</b>				
1.1	-14.0	<b>Totaal opwaartse druk (inclusief veiligheidsfactor 1.1)</b>			166.1

Uit de berekeningen volgt dat ter plaatse van de aansluiting Insteekhaven – EECV-kade, er een verhoogd risico is op opbarsting indien geen spanningsbemaling beneden NAP - 14.0 meter wordt toegepast.

### 3. Opbarstanalyse Insteekhaven

De bodemopbouw ter plaatse van de Insteekhaven is afgeleid van de beschikbare boringen en sonderingen ter plaatse van de Insteekhaven (zie ook afbeelding B5.1). Uit de boringen en sonderingen is af te leiden dat er diverse scheidende lagen in de deklaag aanwezig zijn, maar dat de scheidende lagen, afhankelijk van de locatie, van dikte en diepteligging verschillen. In de deklaag wordt de eerste kleilaag voornamelijk tussen NAP -2.0 meter en NAP -4.0 meter aangetroffen, de tweede scheidende laag wordt tussen NAP -5.5 meter en NAP -7.5 meter aangetroffen.

### Opbarst analyse deklaag ter plaatse van de Insteekhaven

Tabel B5.5 geeft een overzicht van de opbarst analyse voor de deklaag, uitgaande van een stijghoogte in het eerste watervoerende pakket van NAP -0.85 m, een maximaal ontgravningsniveau van NAP -2.00 meter en een minimaal resterende deklaagdikte van 20.8 meter. Voor de bodemopbouw is uitgegaan van boorbeschrijving B117.

Tabel B5.5 Opbarst analyse deklaag ter plaatse van de Insteekhaven.

Laag (scheidende laag)	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Volumiek gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Druk [kN/m <sup>2</sup> ]
Klei (1)	-2.00	-3.0	1	15.5	15.5
Zand	-3.0	-6.4	3.4	19.0	64.6
Klei (2)	-6.4	-6.8	0.4	15.5	6.2
Zand	-6.8	-8.8	2	19.0	38
Klei (3)	-8.8	-9.0	0.2	15.5	3.1
Zand	-9.0	-15.6	6.6	19.0	125.4
Klei, zandig (4)	-15.6	-17.0	1.4	15.5	21.7
Zand	-17.0	-20.4	3.4	19.0	64.6
Klei, veen en leem (5)	-20.4	-22.8	2.4	14.0	33.6
WVP 1					
				<b>Totaal neerwaartse druk</b>	372.7
<b>Stijghoogte [m t.o.v. NAP]</b>	<b>Basis SDL [m t.o.v. NAP]</b>				
0.85	-22.8	<b>Totaal opwaartse druk (inclusief veiligheidsfactor 1.1)</b>			260.2

Geconcludeerd kan worden dat er geen opbarsting van de deklaag op kan treden.

### Opbarst analyse tussenzandlagen ter plaatse van de Insteekhaven

Tabellen B5.6 en B5.7 geven een overzicht van de opbarst analyse van de tussenzandlagen in de deklaag, uitgaande van een stijghoogte van NAP 1.1 meter.

Tabel B5.6 Opbarst analyse derde scheidende laag ter plaatse van de Insteekhaven.

Laag	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Volumiek gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Druk [kN/m <sup>2</sup> ]
Klei (1)	-2.00	-3.0	1	15.5	15.5
Zand	-3.0	-6.4	3.4	19.0	64.6
Klei (2)	-6.4	-6.8	0.4	15.5	6.2
Zand	-6.8	-8.8	2	19.0	38
Klei (3)	-8.8	-9.0	0.2	15.5	3.1
				<b>Totaal neerwaartse druk</b>	127.4
<b>Stijghoogte [m t.o.v. NAP]</b>	<b>Basis SDL [m t.o.v. NAP]</b>				
1.1	-9.0	<b>Totaal opwaartse druk (inclusief veiligheidsfactor 1.1)</b>			111.1

Tabel B5.7 Opbarst analyse tweede scheidende laag ter plaatse van de Insteekhaven.

Laag	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Volumiek gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Druk [kN/m <sup>2</sup> ]
Klei (1)	-2.00	-3.0	1	15.5	15.5
Zand	-3.0	-6.4	3.4	19.0	64.6
Klei (2)	-6.4	-6.8	0.4	15.5	6.2
				<b>Totaal neerwaartse druk</b>	86.3
<b>Stijghoogte [m t.o.v. NAP]</b>	<b>Basis SDL [m t.o.v. NAP]</b>				
1.1	-6.8	<b>Totaal opwaartse druk (inclusief veiligheidsfactor 1.1)</b>			86.9

Uit de berekeningen volgt dat ter plaatse van de Insteekhaven er een verhoogd risico is op opbarsting indien geen spanningsbemaling onder de tweede scheidende laag wordt toegepast.

#### Opmerkingen m.b.t. bemalingsontwerp Insteekhaven

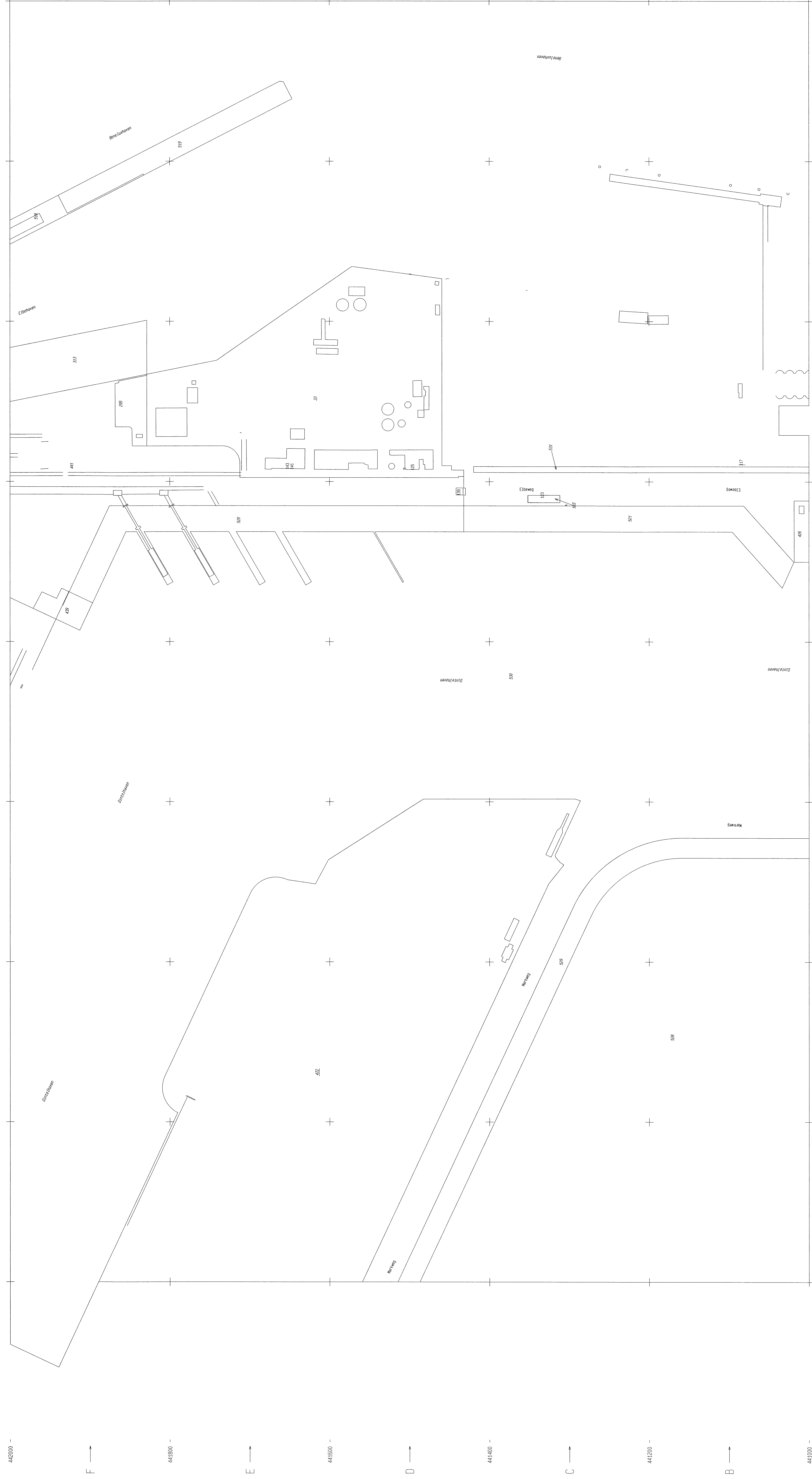
Het bemalingsontwerp dient de vereiste verlagingen te bewerkstelligen en de bouwkuip droog te houden, tevens moet opbarsting worden voorkomen. Gezien het voorkomen van slecht-doorlatende kleilagen tussen NAP -2.0 meter en NAP -4.0 meter en tussen NAP -5.5 meter en NAP -7.5 meter wordt aanbevolen om grondwater te onttrekken tussen NAP 1.0 meter en NAP -2.0 meter, tussen NAP -4.0 meter en NAP -5.5 meter en tussen NAP -7.5 meter en NAP -9.0 meter. Onduidelijk is in hoeverre de stijghoogteverlagingen door propageren over de verschillende kleilagen (lokaal lijken de kleilagen goed ontwikkeld), mogelijk kan de overdruk onder de tweede scheidende laag worden weggenomen door middel van ontlastingsfilters. Het definitieve ontwerp dient verder uitgewerkt te worden in een bemalingsplan.

**Bijlage 6**  
**Kadastrale kaart projectlocatie**



68800 - 44200 - 10 ROTTERDAM AL 6  
 68600 - 9  
 68400 - 8  
 68200 - 7  
 68000 - 6  
 67800 - 5  
 67600 - 4  
 67400 - 3  
 67200 - 2  
 67000 - 1

G → F → E → D → C → B → A →

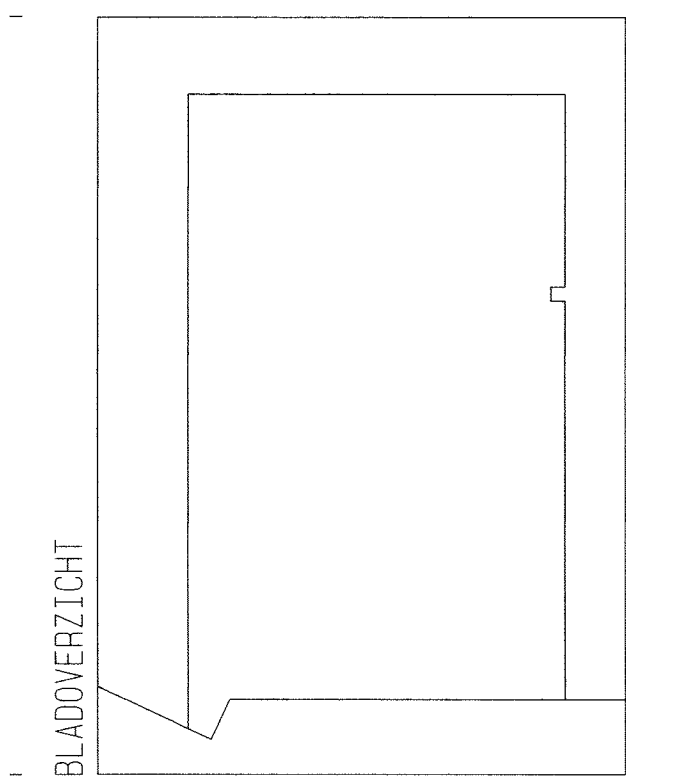


ROTTERDAM AL 6  
 KADASTRALE KAART VAN NEDERLAND  
 SCHAAL 1 : 2000  
 Kaartnr : ROTTERDAM  
 Versieomschrijving : 19 december 2012

Verplichte topografische kaarten 1 : 5000, 1 : 2500, 1 : 1000  
 De afmetingen zijn vóór de afmetingen van de dienst voor het kadaster en de openbare registers  
 INDRUK VERBODEN

LEGENDA

- Kadastrele grenzen
- - - - - Onzichtbare Kadastrele grenzen
- Perceelnummer (onderstreep met de cijfers)
- 35 Huisnummer
- △ 30e verdieping
- 20e verdieping
- △ 10e verdieping
- △ 5e verdieping
- △ 1e verdieping
- △ 0e verdieping
- △ 1e onder/boven aanval
- △ 2e onder/boven aanval
- △ 3e onder/boven aanval
- △ 4e onder/boven aanval
- △ 5e onder/boven aanval
- △ 6e onder/boven aanval
- △ 7e onder/boven aanval
- △ 8e onder/boven aanval
- △ 9e onder/boven aanval
- △ 10e onder/boven aanval
- △ 11e onder/boven aanval
- △ 12e onder/boven aanval
- △ 13e onder/boven aanval
- △ 14e onder/boven aanval
- △ 15e onder/boven aanval
- △ 16e onder/boven aanval
- △ 17e onder/boven aanval
- △ 18e onder/boven aanval
- △ 19e onder/boven aanval
- △ 20e onder/boven aanval
- △ 21e onder/boven aanval
- △ 22e onder/boven aanval
- △ 23e onder/boven aanval
- △ 24e onder/boven aanval
- △ 25e onder/boven aanval
- △ 26e onder/boven aanval
- △ 27e onder/boven aanval
- △ 28e onder/boven aanval
- △ 29e onder/boven aanval
- △ 30e onder/boven aanval
- △ 31e onder/boven aanval
- △ 32e onder/boven aanval
- △ 33e onder/boven aanval
- △ 34e onder/boven aanval
- △ 35e onder/boven aanval
- △ 36e onder/boven aanval
- △ 37e onder/boven aanval
- △ 38e onder/boven aanval
- △ 39e onder/boven aanval
- △ 40e onder/boven aanval
- △ 41e onder/boven aanval
- △ 42e onder/boven aanval
- △ 43e onder/boven aanval
- △ 44e onder/boven aanval
- △ 45e onder/boven aanval
- △ 46e onder/boven aanval
- △ 47e onder/boven aanval
- △ 48e onder/boven aanval
- △ 49e onder/boven aanval
- △ 50e onder/boven aanval
- △ 51e onder/boven aanval
- △ 52e onder/boven aanval
- △ 53e onder/boven aanval
- △ 54e onder/boven aanval
- △ 55e onder/boven aanval
- △ 56e onder/boven aanval
- △ 57e onder/boven aanval
- △ 58e onder/boven aanval
- △ 59e onder/boven aanval
- △ 60e onder/boven aanval
- △ 61e onder/boven aanval
- △ 62e onder/boven aanval
- △ 63e onder/boven aanval
- △ 64e onder/boven aanval
- △ 65e onder/boven aanval
- △ 66e onder/boven aanval
- △ 67e onder/boven aanval
- △ 68e onder/boven aanval
- △ 69e onder/boven aanval
- △ 70e onder/boven aanval
- △ 71e onder/boven aanval
- △ 72e onder/boven aanval
- △ 73e onder/boven aanval
- △ 74e onder/boven aanval
- △ 75e onder/boven aanval
- △ 76e onder/boven aanval
- △ 77e onder/boven aanval
- △ 78e onder/boven aanval
- △ 79e onder/boven aanval
- △ 80e onder/boven aanval
- △ 81e onder/boven aanval
- △ 82e onder/boven aanval
- △ 83e onder/boven aanval
- △ 84e onder/boven aanval
- △ 85e onder/boven aanval
- △ 86e onder/boven aanval
- △ 87e onder/boven aanval
- △ 88e onder/boven aanval
- △ 89e onder/boven aanval
- △ 90e onder/boven aanval
- △ 91e onder/boven aanval
- △ 92e onder/boven aanval
- △ 93e onder/boven aanval
- △ 94e onder/boven aanval
- △ 95e onder/boven aanval
- △ 96e onder/boven aanval
- △ 97e onder/boven aanval
- △ 98e onder/boven aanval
- △ 99e onder/boven aanval
- △ 100e onder/boven aanval



5200 - 5220 - 5400 - 5600 - 5800 - 6000 - 6200 - 6400 - 6600 - 6800 - 7000 - 7200 - 7400 - 7600 - 7800 - 8000 - 8200 - 8400 - 8600 - 8800 - 9000 - 9200 - 9400 - 9600 - 9800 - 10000

G →

44200 -

F →

44300 -

E →

44300 -

D →

44300 -

C →

44300 -

B →

44300 -

A →



ROTTERDAM AM 2

KADASTRALE KAART VAN NEDERLAND  
SCHAL 1 : 2000  
Kadaster : ROTTERDAM

Verwagingsdatum : 19 december 2012

Verwijzing: kadastrale kaart 1 : 2500, 374

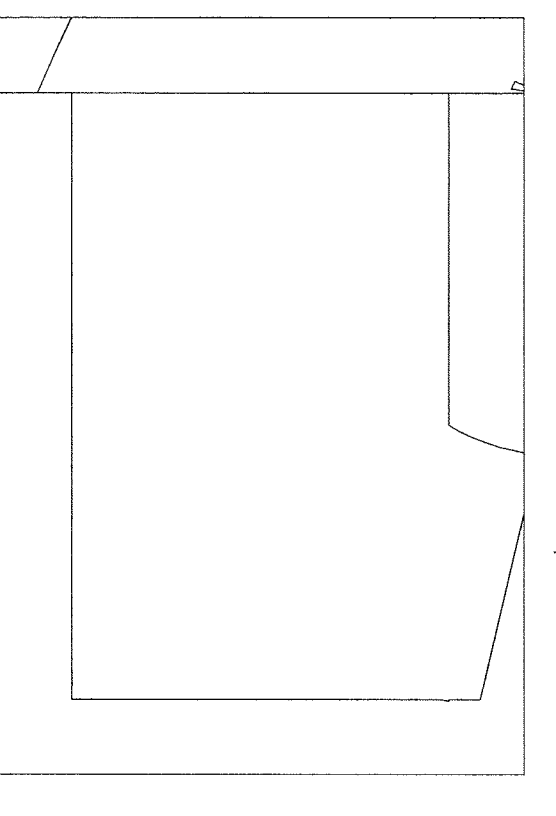
De kadastrale kaart is een afbeelding van de dienst voor het kadaster en de openbare registers

INDUK VERBODEN

LEGENDE

- Perceelnummer (ondermaat: met een lijncel)
- Kadastrale grenzen
- Driehoekige kadastrale grenzen
- Rechte kadastrale grenzen
- Kadastralerijtuig (keuze) grenzen
- Provinciegrenzen
- Rijkegrenzen
- Gemeentegrenzen
- Gemeentegrenzen (onder/boven aansluitend)
- Als spoor

BLADOVERZICHT

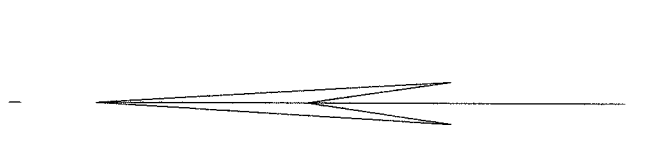
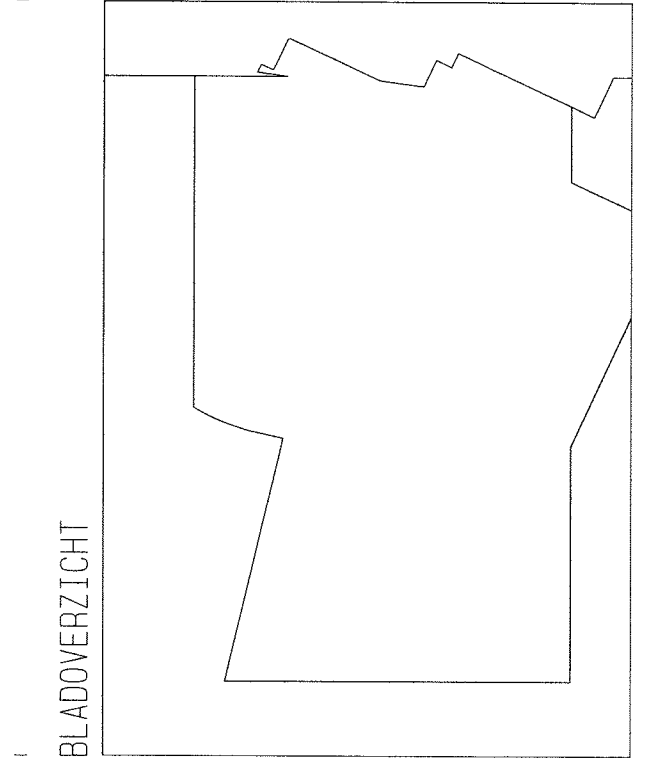


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
5200 - 5400 - 5580 - 5600 - 6200 - 6400 - 6600 - 6800 - 7000 -  
ROTTERDAM AM 3



ROTTERDAM AM 3  
KADASTRALE KAART VAN NEDERLAND  
SCHAAL 1 : 2000  
Kadaster : ROTTERDAM  
Versiegegevens : 19 december 2012

- LEGENDA
- Perceelnummer (onderstreept met de perceelnaam)
  - Situatie van perceelnummer met perceelnaam
  - Situatie van perceelnummer met perceelnaam en kadastrale gemeente
  - Situatie van perceelnummer met perceelnaam, kadastrale gemeente en provincie
  - Situatie van perceelnummer met perceelnaam, kadastrale gemeente, provincie en rijksgrants
  - Situatie van perceelnummer met perceelnaam, kadastrale gemeente, provincie, rijksgrants en gemeentelijke openbare plaatsen
  - Situatie van perceelnummer met perceelnaam, kadastrale gemeente, provincie, rijksgrants, gemeentelijke openbare plaatsen en as spoor



65200 - 1 → ROTTERDAM AM 4  
 44200 - 2 →  
 65800 - 3 →  
 65900 - 4 →  
 65800 - 5 →  
 66200 - 6 →  
 66400 - 7 →  
 66600 - 8 →  
 66800 - 9 →  
 67000 - 10 →

G →

44200 -

F →

441800 -

E →

441600 -

D →

441400 -

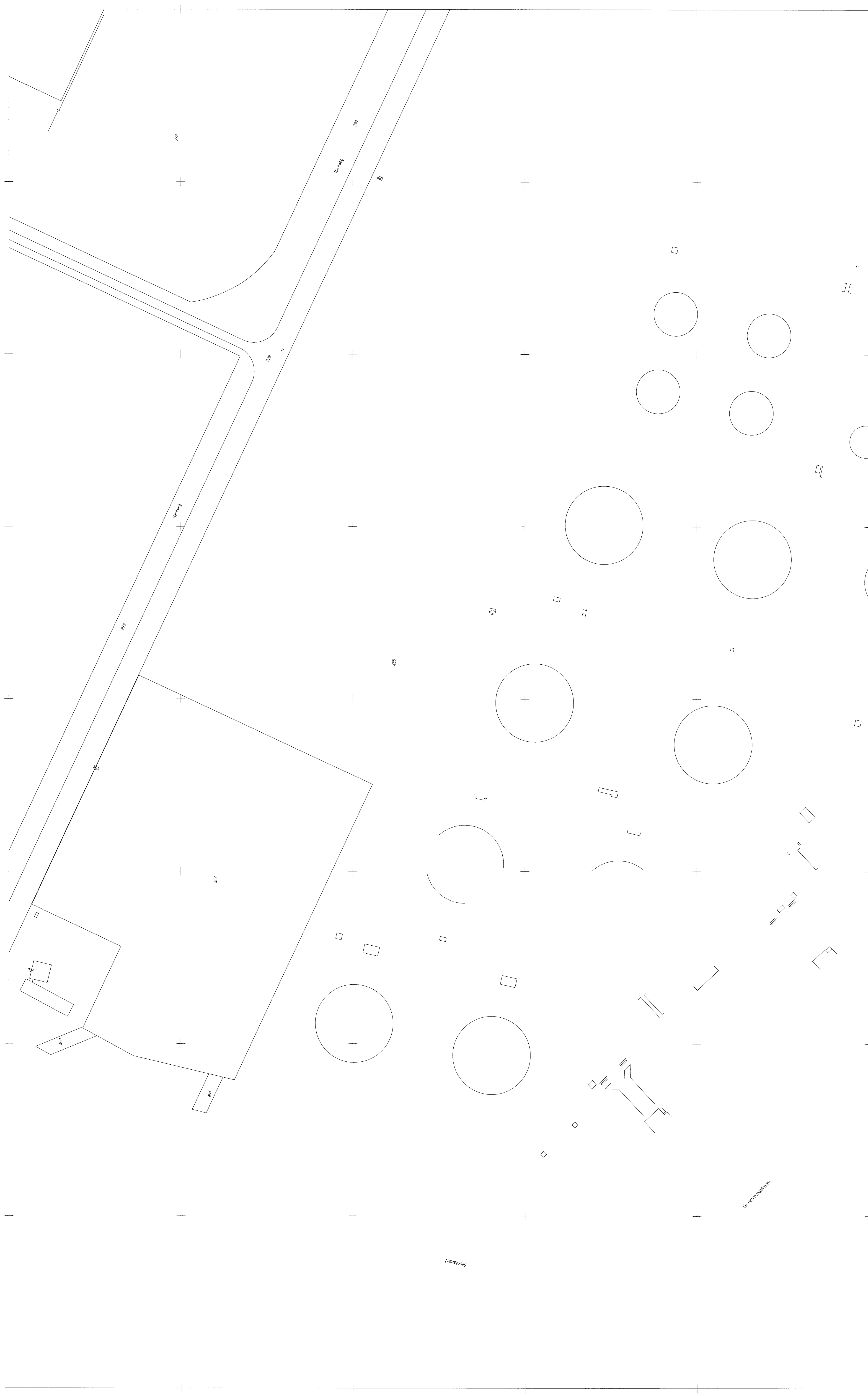
C →

441200 -

B →

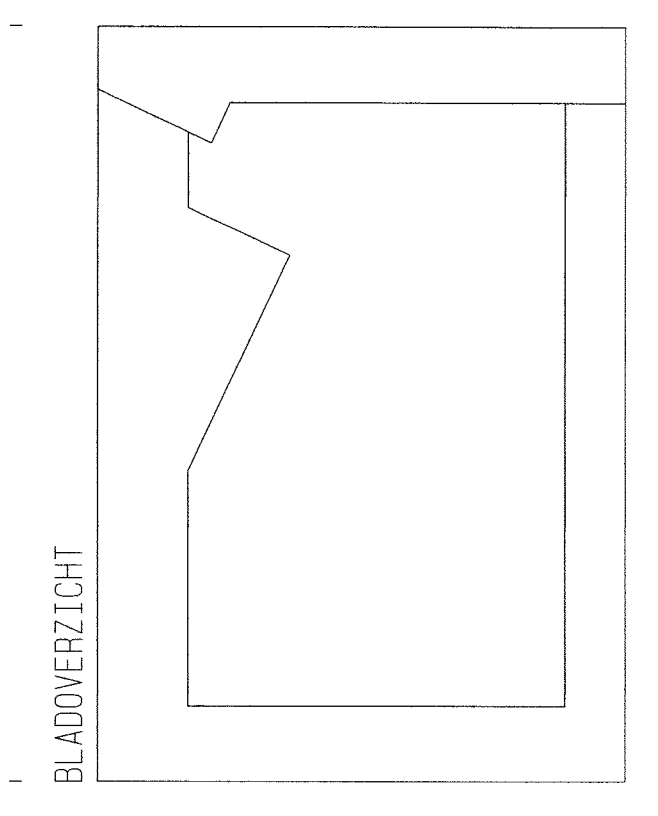
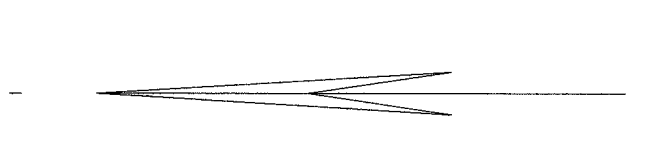
441000 -

A →



ROTTERDAM AM 4  
 KADASTRALE KAART VAN NEDERLAND  
 SCHALE 1 : 2000  
 Kaarter : ROTTERDAM  
 Naveringsdatum : 19 december 2012  
 Vers. 15104 toegerijde kaart 1 : 2000, 174  
 © De Auteursrechten zijn voorbehouden aan  
 de Dienst voor het Kadaster en de openbare registers  
 NADAK VERBODEN

- LEGENDA
- Perceelnummer (Inbestreepst. Met deelcijferen)
  - Huisnummer
  - A Plaatsnaam
  - O Wijk
  - Standplaatsw. (Bijlage 1 van de Kartering)
  - Overige grondslag (met puntnummer)
  - Hoopwoningaansluiting
  - Kadastrale grenzen
  - Onzekerbare kadastrale grenzen
  - Kadastrale kadastrale grenzen
  - Kadastrale (burgelijke) gemeentegrenzen
  - Provinciegrenzen
  - Rijksgrenzen
  - Topografische grenzen
  - Hoopwoningaansluiting
  - Als spoor



**Bijlage 7**  
**Beleidskader water**

Het beleid is beschreven per overheidslaag, Europees, Rijk, provincie Zuid-Holland, waterschap Hollandse Delta en gemeente Rotterdam. Genoemd zijn die beleidskaders die een relatie hebben met het plangebied en de relevante wateraspecten (vooral grondwater en lozingsaspecten).

## **1. Europees en landelijk beleid**

### **Kaderrichtlijn water**

Sinds 2000 is de Europese Kaderrichtlijn water (KRW) van kracht. Deze richtlijn moet ervoor zorgen dat de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in Europa in 2015 op orde is. De gewenste verbetering van de waterkwaliteit dient onder andere gestalte te krijgen door middel van het aanpakken van lozingen, het bevorderen van duurzaam watergebruik en het verminderen van grondwaterverontreinigingen.

Deze richtlijn stelt als norm dat oppervlaktewateren binnen 15 jaar na inwerkingtreding moeten voldoen aan een goede ecologische toestand. Voor de verschillende watertypen geldt dat de relevante biologische groepen en een aantal hydromorfologische en fysisch-chemische aspecten een goede ecologische toestand of een goed ecologisch potentieel moeten weerspiegelen.

Het plangebied maakt onderdeel uit van het stroomgebied van de Rijn. In 2009 is daarvoor het Stroomgebiedbeheerplan Rijn-Delta opgesteld. De watergangen in het plangebied zijn in het kader van het SGBP als kunstmatig aangelegde Overgangswateren vastgesteld.

Het grondwater in het plangebied maakt onderdeel uit van het grondwaterlichaam Zout Rijn-West.

### **Waterbeheer 21e eeuw en de watertoets**

In 2002 is de nota Waterbeleid 21<sup>e</sup> eeuw (WB21) gepresenteerd. Zorg over toenemend hoogwater, wateroverlast en de versnelde stijging van de zeespiegel zijn aanleiding geweest om anders om te gaan met water, teneinde een veilig en bewoonbaar Nederland te behouden. Vergroting van de veiligheid door meer ruimte voor water te creëren en het voorkomen van afwenteling van de problematiek in ruimte of tijd zijn belangrijke speerpunten in deze nota. De drietrapsstrategieën 'vasthouden – bergen – afvoeren' en 'schoonhouden – scheiden – zuiveren' zijn leidend voor de inrichting van nieuw gebied.

Daarnaast is de Watertoets geïntroduceerd als criterium bij de beoordeling van nieuwe ruimtelijke plannen. De Watertoets omvat het gehele proces van vroegtijdig informeren, adviseren, afwegen en beoordelen door de waterbeheerder van wateraspecten in plannen en besluiten.

### **Waterwet**

Op 22 december 2009 is de Waterwet (Wtw) in werking getreden. Deze nieuwe wet vormt de grondslag voor een complete regeling van het integrale waterbeheer. Zowel het afwegingskader, het instrumentarium als de procedures zijn in één wet te vinden. De Wtw regelt het beheer van grond- en oppervlaktewater en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. De toepassing van de wet is gericht op:

- Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met
- Bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en
- Vervuiling van maatschappelijke functies door watersystemen.

De Waterwet vervangt een achttal bestaande wetten op het terrein van het waterbeheer. Het gaat om de Wet op de waterhuishouding, de Wet verontreiniging oppervlaktewateren, Wet verontreiniging Zeewater, Grondwaterwet, Wet droogmakerijen en indijkingen, Wet op de waterkering, Wet beheer rijkswaterstaatwerken en de Waterstaatswet.

De vergunningen uit de afzonderlijke waterbeheerwetten zijn gebundeld tot één vergunning: de Watervergunning. Voor alle handelingen in het watersysteem is een Watervergunning nodig. Tabel B7.1 geeft een overzicht van de verschillende handelingen in het watersysteem, relevante wet- en regelgeving en bevoegd gezag (Bron: Stichting Kennisontwikkeling Overdracht Bodem (SIKB), Besluitvormings Uitvoerings Methode Tijdelijke Bemalingen – onttrekken en lozen – voor waterschappen, 2012, Ontwerp).

Tabel B7.1 Overzicht wet- en regelgeving en bevoegd gezag

Handeling	Aard	Wetgeving	Bevoegd gezag
Onttrekking grondwater en infiltratie (zie Artikel 1.1 van de Waterwet)	Industriële toepassing > 150.000 m <sup>3</sup> /j	Waterwet	Gedeputeerde staten
	Openbare drinkwatervoorziening		
	Bodemenergiesystemen		
	Overige onttrekkingen	Waterwet en Keur	Waterschap
Lozing grondwater op of in de bodem	Op of in de bodem tot 10 m-mv	Barim/Blbi	B&W
	In de bodem, indien dat lozen geheel of gedeeltelijk plaatsvindt op een diepte van meer dan 10 m-mv	Barim/Blbi	Gedeputeerde staten
	Het onttrokken grondwater in hetzelfde watervoerende pakket, als waaruit het is onttrokken, terugbrengen. (retourneren/retourbemalen)	Barim/Blbi en Waterwet/Keur	Waterschap
Lozing grondwater	Op oppervlaktewater	Barim/Blbi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RWS bij lozen op rijkswater</li> <li>• Waterschap bij lozing op overig water</li> </ul>
	Op riolering	Barim/Blbi	B&W

## 2. Provinciaal beleid

### Provinciaal Waterplan Zuid-Holland 2010 – 2015

In het Provinciaal Waterplan Zuid-Holland 2010-2015 staat uitgebreid beschreven hoe de provincie, samen met waterschappen en andere partners, een duurzame en klimaatbestendige delta zal realiseren en behouden, waar het veilig en aangenaam wonen, werken en recreëren is. In het Provinciaal Waterplan zijn de opgaven van de Europese Kaderrichtlijn Water, het Nationaal Bestuursakkoord Water en het Nationale waterplan vertaald naar strategische doelstellingen voor Zuid-Holland. Het Waterplan heeft vier hoofdopgaven:

- Waarborgen waterveiligheid;
- Zorgen voor mooi en schoon water;
- Ontwikkelen duurzame zoetwatervoorziening;
- Realiseren robuust en veerkrachtig watersysteem.

Grondwaterkwaliteit valt onder de hoofdopgave 'mooi en schoon drinkwater, grondwaterkwantiteit onder de hoofdopgave 'robuust en veerkrachtig watersysteem'. Het plangebied ligt niet in een milieubeschermingsgebied voor grondwater. Het grondwater onder het plangebied is brak tot zout en bevat geen strategische zoetwatervoorraad.



### **De Waterverordening Zuid-Holland**

De inwerkingtreding van de verordening is gekoppeld aan de inwerkingtreding van de Waterwet (22 december 2009). In de verordening zijn onder meer de normeringen opgenomen voor veiligheid en waterkwantiteit. Voor grondwater zijn bepalingen opgenomen ten aanzien van het grondwaterregister, definitiebepalingen voor inrichtingen van onttrekkingen en infiltraties en aspecten met betrekking tot meldingen en vergunningsaanvragen voor onttrekkingen/infiltraties in relatie tot de taken en bevoegdheden van het waterschap.

### **Provinciale milieuverordening**

In de Provinciale milieuverordening zijn onder meer regels opgenomen voor de milieubeschermingsgebieden voor grondwater. Dit betreft onder meer een aantal verbodsbepalingen. Uiteenlopende activiteiten mogen alleen plaatsvinden, indien Gedeputeerde Staten daarvoor toestemming geeft in de vorm van een ontheffing. Zoals hiervoor al is aangegeven ligt het plangebied niet in een milieubeschermingsgebied voor grondwater.

## **3. Beleid Waterschap Hollandse Delta**

### **Waterbeheerplan 2009-2015**

In het waterbeheerplan geeft het waterschap onder andere aan wat de lange termijn doelstellingen voor het waterbeheer zijn. Het gaat hierbij om alle watertaken van het waterschap: waterkwantiteit (hoeveelheid), waterkwaliteit, waterkering (dijken) en waterketen (riolering en zuivering). Tevens wordt aangegeven welk beleid gevoerd wordt voor watergerelateerde thema's en wat het waterschap in de planperiode wil doen om de doelstellingen te bereiken.

Wat betreft (lozing van) grondwater wordt aangegeven dat zout grondwater geloosd moet worden op een plaats waar het geen schade toebrengt. In verband daarmee moet van ingezameld grondwater dus altijd de kwaliteit worden bepaald om de lozingsmogelijkheden te kunnen afwegen.

Daarnaast is het aspect grondwater een prominent onderdeel van de watertoets. Vooral bij het ontwikkelen van ruimtelijke plannen liggen er immers kansen om problemen met grondwater op te lossen of te voorkomen.

### **Beleidsnota grondwater**

De beleidsnota grondwater geeft beleidsregels voor het grondwaterbeheer dat op grond van de Waterwet onder het gezag van WSHD valt. De nota is een aanvullend instrument op de Keur van waterschap Hollandse Delta (2010). De bepalingen over grondwater zoals opgenomen in de Keur zijn gefundeerd op de Waterwet, het Waterbesluit, de Waterregeling en de provinciale waterverordening Zuid-Holland.

In deze beleidsnota staan beleidsregels die betrekking hebben op de wijze waarop bestaande bevoegdheden door WSHD worden uitgeoefend. De beleidsregels dienen als toetsingskader voor het nemen van besluiten en de daaraan te verbinden voorschriften. Voor de motivering van een besluit kan door WSHD worden volstaan met een verwijzing naar de van toepassing zijnde beleidsregels zoals opgenomen in deze nota.

#### **4. Beleid gemeente**

##### **Waterplan 2 Rotterdam**

Het Waterplan 2 Rotterdam beschrijft hoe de gemeente Rotterdam, de hoogheemraadschappen van Schieland en de Krimpenerwaard en van Delfland en het Waterschap Hollandse Delta de komende jaren willen omgaan met het water in de stad.

Thema's die in Waterplan 2 aan de orde komen en een relatie hebben met grondwater zijn water en klimaat en droogte en watertekort. Door de klimaatverandering en de daarmee samenhangende toenemende neerslag en de verdere maaiveld daling is meer bergingscapaciteit in de stad nodig voor de opvang van water en maatregelen om te hoge grondwaterstanden te voorkomen. Tegelijkertijd is de kans op het ontstaan van (grond)watertekorten aanwezig als gevolg van langere, droge perioden. Ook heeft dit consequenties voor de waterkwaliteit, waaronder het verder landinwaarts verzilten van het water in de Maas. De consequenties hiervan voor de aspecten die samenhangen met het plangebied zijn echter beperkt.

**Bijlage 8**  
**Primaire en afgeleide effecten golfdempende  
constructie Beerkanaal**

### **Uitgangspunten**

Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Omdat het definitieve ontwerp nog niet klaar is wordt aangenomen dat de golfdempende constructie /combiwand op ongeveer dezelfde locatie geconstrueerd wordt als eerder aangenomen voor de kade aan het Beerkanaal;
- De bouwkuip is circa 15 tot 20 m, in het model wordt uitgegaan van 25 m i.v.m. de bestaande knooppuntsafstand van het rekengrid. De totale lengte van de bouwkuip is 635 m, en wordt tot -6,5m NAP drooglegging bemalen;
- Voor de effectieve porositeit is een waarde van 0,3 aangehouden;
- De jaargemiddelde neerslag t.b.v. de inschatting van het af te pompen hemelwater is 4 mm/dag (KNMI meetstation Hoek van Holland);
- Lekkage door damwanden is op basis van expert judgement geschat op 10 L/m<sup>2</sup>/dag (voor een goed geplaatste damwand);
- Een totale lengte van de bouwkuip van 635 m, 3 deelprojecten van elk circa 212 m die gefaseerd, na elkaar worden bemalen (willekeurige fasering: fase 1 zuidelijk traject, fase 2 centraal traject en fase 3 noordelijk traject);
- Bemaling tot -6,5 m NAP voor de duur van 2,6 maanden voor elk deeltraject (8 maanden in totaal). In het grondwatermodel betekent dit dat het midden van de bouwkuip tot -8 m NAP wordt bemalen, zodat aan de randen van de onderkant van de bouwkuip de gewenste drooglegging van 6,5m NAP wordt bereikt;
- Talud van 1:4,5 (toelichting: de taludafmeting is van invloed op het initiële debiet en het weg te pompen water na een extreme neerslaggebeurtenis. De precieze taludafmeting voor de golfdempende constructie is nog niet bekend, de hier genoemde taludafmetingen zijn een schatting).

Voor de zettingsberekening wordt ervan uitgegaan dat de opslagtanks pas na aanleg van alle constructies geplaatst zullen worden. De zettingen zijn opnieuw geëvalueerd voor de locaties zoals deze in figuur B8.2 zijn aangegeven zijn (gekleurde lijnen).

### **Resultaten**

Hieronder worden de resultaten en conclusies weergegeven van berekeningen met het grondwatermodel. Hierbij wordt een vergelijking gemaakt met het oorspronkelijke ontwerp (kade aan het Beerkanaal: combi- of diepwand maar geen golfdempende constructie).

De constructievariant zonder gebruikmaking van tijdelijke damwanden levert een aanzienlijke verhoging van het waterbezwaar op. De extra onttrekkingsdebieten en effecten zijn hieronder verder geanalyseerd. Details van de berekende debieten zijn weergegeven in tabel B8.1.

### **Berekende primaire effecten**

De grondwaterstandsverlaging voor de aanleg van de kade (combiwand of diepwand) aan het Beerkanaal staat in afbeelding B8.1. Bij een onttrekking in de bouwkuip (nieuwe dimensies) tot -6,5 m NAP vindt er een significante verdere verbreiding van de grondwaterstandsverlaging plaats in de richting van het EECV en Indorama terrein. De berekende verlagingen op deze percelen liggen tussen de 5 en 50 cm (figuur B8.1).

Voor de beoordeling van worst-case effecten gaan we uit van een gelijktijdige uitvoering van de bemalingen op alle overige locaties, samen met het tegelijkertijd uitvoeren van

de 3 deeltrajecten voor de aanleg van de golfdempende constructie, zoals verder beschreven in het voorliggende rapport. De berekening van effecten met constructie van een kade (combi- of diepwand) aan het Beerkanaal staat in figuur B8.1A. Het totale effect waarbij de golfdempende constructies in plaats komen van de combiwand, zonder tijdelijke damwandconstructies, staat weergegeven in figuren B8.1B (-6,5 m NAP). Op locaties die eerder aangeduid zijn als zettingsgevoelig (zie figuur B8.2, gekleurde lijnen) zien we grondwaterstandsverlagingen tot 2 m ten opzichte van de huidige situatie.

#### Debiet en waterbezwaar

Indien het project gefaseerd uitgevoerd wordt dan zal het totale waterbezwaar voor de onttrekking tot -6,5 m NAP voor de gehele golfdempende constructie  $\pm 1,85$  miljoen  $m^3$  worden. Dit betekent een toename met 21,3 % tot 10,6 miljoen  $m^3$  ten opzichte van 8,7 miljoen  $m^3$  (tabel 4.3). Indien de 1,4 miljoen  $m^3$  waterbezwaar t.b.v. constructie van de kademuur aan het Beerkanaal komt te vervallen wordt het totale waterbezwaar daarmee verminderd tot 9,2 miljoen  $m^3$ .

#### Afgeleide tijdelijke effecten: zettingen

Voor de beoordeling van zettingen gaan we wederom uit van een worst-case situatie waarbij de 3 deeltrajecten van de golfdempende constructie tegelijkertijd worden bemalen met alle overige voorgenomen constructies uit de originele vergunningaanvraag.

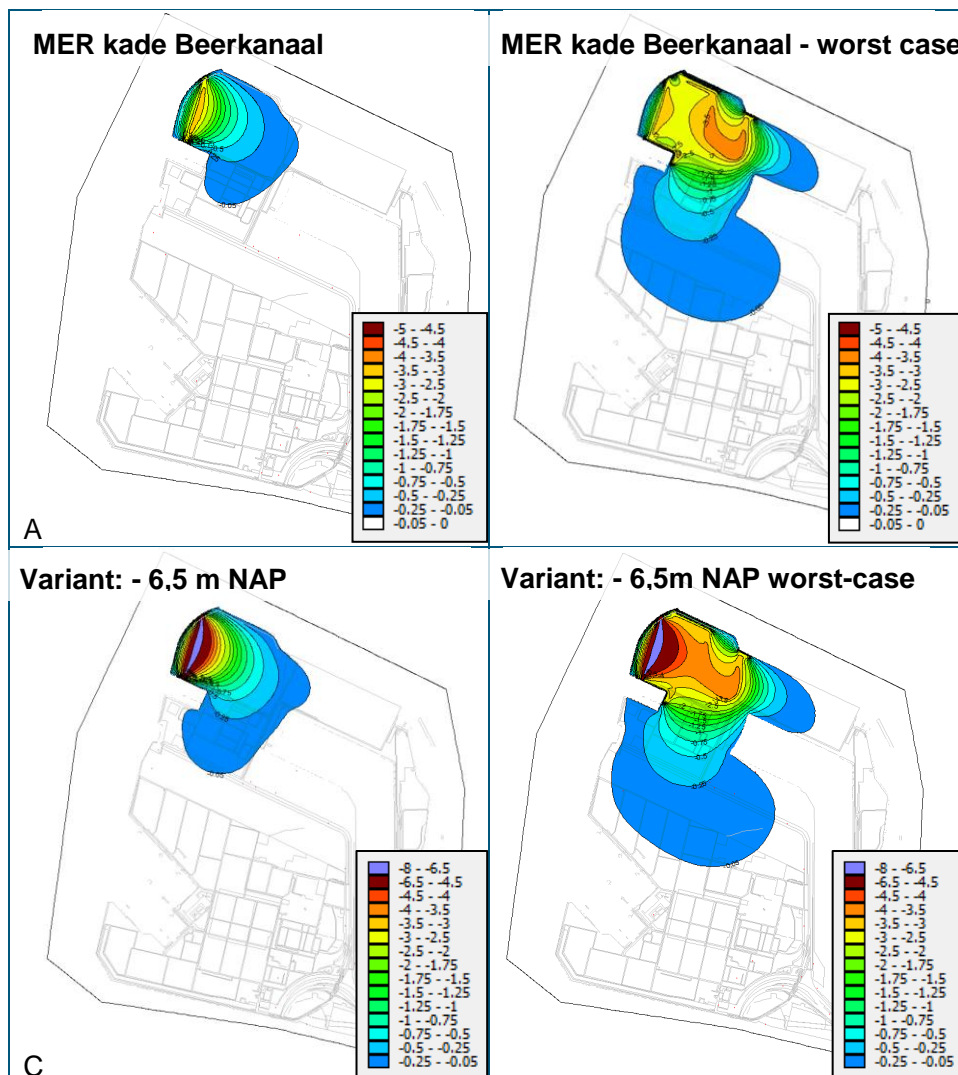
De zettingsgradiënten op de profiellijnen J t/m M (zie figuur B8.2 en tabel B8.3) zijn  $< 1:5.000$  en overschrijden de CUR 162 norm van  $< 1:500$  daarmee niet. De NEN 3650 norm van 20 mm absolute zetting wordt overschreden ten westen van de rode grens in figuur B8.3. Op de overige profiellocaties wordt de absolute zetting kleiner dan 20mm berekend (tabel B8.2).

#### Afgeleide tijdelijke effecten: aantrekken bodemverontreinigingen

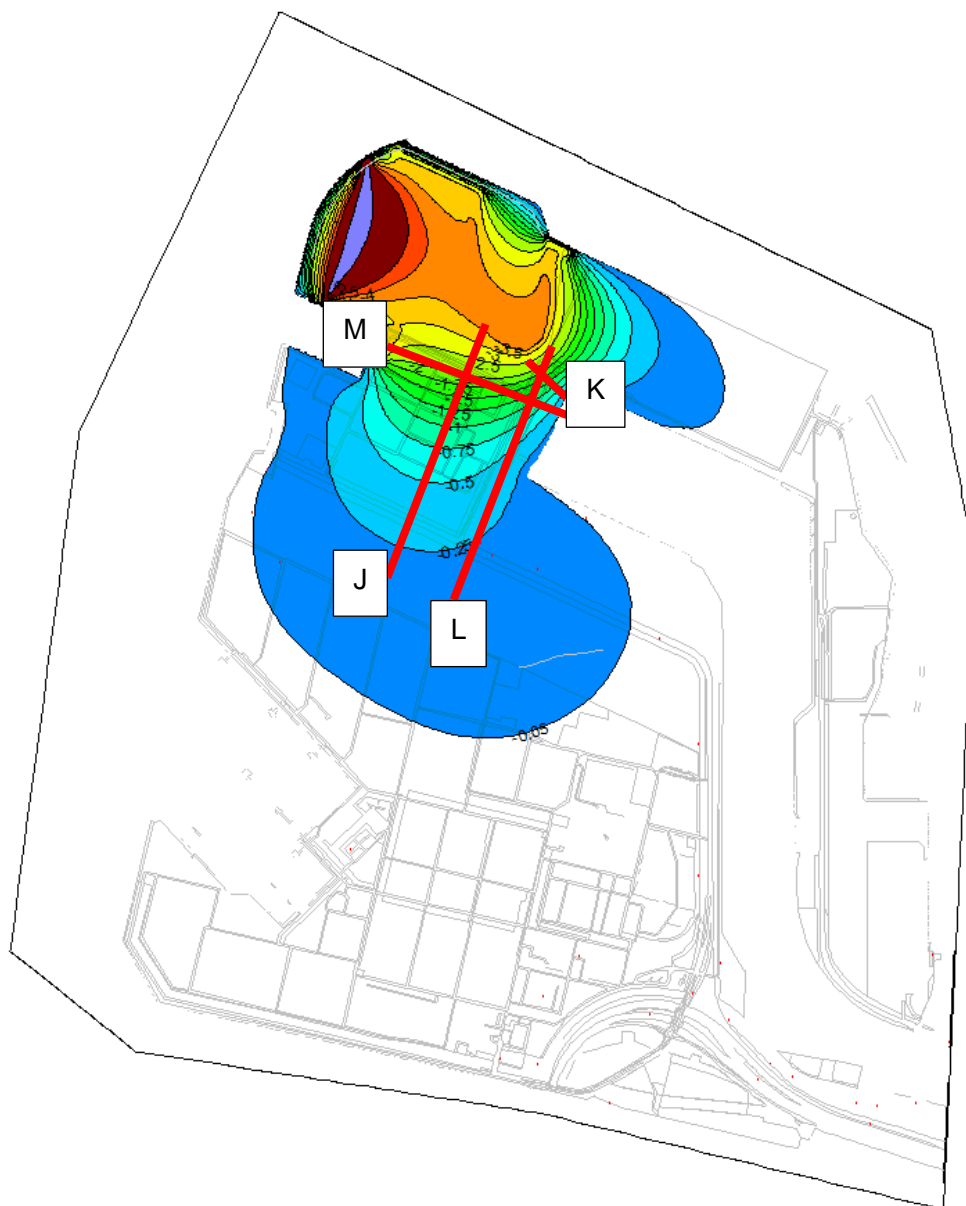
Om de te verwachten extra migratie van de veronderstelde verontreiniging te bepalen zijn stroombaanberekeningen uitgevoerd op basis van het worst-case onttrekkingsscenario. De horizontale stroomsnelheden in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket met invloed van bemaling liggen in de orde grootte van 1 – 10 cm/dag. Dit komt overeen met een verplaatsing van 2,5 tot 24m in 8 maanden op de genoemde locaties 7, 9 en 10. Uit een vergelijking met de berekende situatie *zonder* bemaling (huidige grondwaterstromingssituatie) blijkt dat er geen sprake is van extra verplaatsing als gevolg van de extra bemaling voor de golfdempende constructie.

Tabel B8.1 Berekeningsresultaten: debieten en waterbezwaar variant golfdempende constructie.

Bemaling	Component	GWS	Duur	Debiet	Debiet	Waterbezwaar	
		[m+NAP]	[mnd]	[ $m^3/h$ ]	[ $m^3/d$ ]	[ $m^3$ ]	Totaal [ $m^3$ ]
Golf dempende constructie (-6,5m NAP)	Initieel, opstartfase (3x)	-6,5				64.294	
	Incidenteel, extreme bui			318		1.588	
	Na instellen evenwicht, fase 1		2,67	287	6.897	551.750	
	Na instellen evenwicht, fase 2		2,67	251	6.032	482.589	
	Na instellen evenwicht, fase 3		2,67	324	7.776	622.042	<b>1.854.000</b>



**Afbeelding B8.1: Berekende grondwaterstandsverlagen MER (kade Beerkanaal) en variant goldpende constructie in plaats van kadeconstructie.**



**Afbeelding B8.2: Ligging dwarsprofielen deelgebieden J t/m M met berekende maximale grondwaterstandsverlagingen in meter (worst-case variant golfdempende constructie).**





Afbeelding B8.3. Berekende absolute zettingen in mm nabij gevoelige objecten. Ten noord-westen van de rode stippellijn zijn de absolute zettingen >20mm.



**Tabel B8.2** Te verwachten zetting op elke 5 m vanaf de bemalingsbron, deelgebied j-j' t/m m-m' na 30, 180, 365 en 420 dagen bemalen.

Afstand vanaf bemalingsbron [m]	Zetting na bemalingsperiode [mm]				Afstand vanaf bemalingsbron [m]	Zetting na bemalingsperiode [mm]			
	30 [dgn]					365 [dgn]			
	j-j'	k-k'	l-l'	m-m'		j-j'	k-k'	l-l'	m-m'
0	23	21	17	13	0	28	27	21	17
5	23	21	17	14	5	28	26	21	17
10	22	21	17	15	10	28	26	21	18
15	22	21	17	15	15	28	26	21	19
20	22	20	17	16	20	28	25	21	20
25	22	19	16	16	25	27	24	20	20
30	22	19	16	16	30	27	23	20	21
35	21	18	16	17	35	27	22	20	21
40	21	17	16	17	40	26	22	20	21
100	18	10	13	15	100	22	13	16	18
200	11	2	7	13	200	14	3	9	16
250	9	1	5	12	250	11	1	6	15
400	3	-	2	10	400	3	-	2	13
	180 [dgn]					420 [dgn]			
	j-j'	k-k'	l-l'	m-m'		j-j'	k-k'	l-l'	m-m'
0	27	25	19	16	0	29	27	21	17
5	26	25	19	16	5	29	27	21	18
10	26	25	19	17	10	29	27	21	19
15	26	24	19	18	15	28	26	21	19
20	26	24	19	18	20	28	25	21	20
25	26	23	19	19	25	28	24	21	20
30	25	22	19	19	30	27	23	21	21
35	25	21	19	20	35	27	23	20	21
40	25	20	19	20	40	26	22	20	21
100	21	12	15	17	100	22	13	17	19
200	13	2	9	15	200	14	3	9	16
250	10	1	6	14	250	11	1	6	15
400	3	-	2	12	400	4	-	2	13

Nb. Afstand profiel m-m' is ten opzichte van de Tennesseehaven, niet de bemalingsbron bij kade Beerkanaal

**Tabel B8.3:** Zettingsgradient en schadecategorieën ter plaatse van het deelgebied j-j' t/m m-m'

	j-j'		k-k'		l-l'		m-m'	
0	29		27		21		17	
5	29		27		21		18	
10	29		27		21		19	
15	28		26		21		19	
20	28		25		21		20	
25	28		24		21		20	
30	27	≤ 1:5000	23	≤ 1:5000	21	≤ 1:5000	21	≤ 1:5000
35	27		23		20		21	
40	26		22		20		21	
100	22		13		17		19	
200	14		3		9		16	
250	11		1		6		15	
400	4		-		2		13	

## Report for D-Settlement 9.3

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 27-9-2012  
Time of report: 15:58:29

Date of calculation: 27-9-2012  
Time of calculation: 15:57:50

Filename: C:\.\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel j-j'

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel j-j'

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	5
2.5 Soil Properties	5
2.6 Water Loads	6
2.6.1 Water Load: Water load	6
2.7 Verticals	6
3 Settlements	7
3.1 Settlements	7
3.2 Residual Times	8
4 Warnings and errors	15

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	997,393			
9 - Y -	5,850	5,850			
8 - X -	0,000	997,393			
8 - Y -	3,000	3,000			
7 - X -	0,000	997,393			
7 - Y -	1,800	1,800			
6 - X -	0,000	997,393			
6 - Y -	-1,500	-1,500			
5 - X -	0,000	997,393			
5 - Y -	-2,500	-2,500			
4 - X -	0,000	997,393			
4 - Y -	-5,300	-5,300			
3 - X -	0,000	997,393			
3 - Y -	-14,800	-14,800			
2 - X -	0,000	997,393			
2 - Y -	-20,500	-20,500			
1 - X -	0,000	997,393			
1 - Y -	-22,500	-22,500			
0 - X -	0,000	997,393			
0 - Y -	-25,000	-25,000			

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	2,386	2,398	3,298	4,033
1 - Y -	1,093	1,094	1,094	1,094	1,094
1 - X -	7,664	9,359	12,418	14,685	17,173
1 - Y -	1,096	1,096	1,097	1,098	1,099
1 - X -	20,011	21,927	25,337	26,681	30,663
1 - Y -	1,100	1,101	1,102	1,102	1,103
1 - X -	31,886	34,195	35,046	42,187	45,916
1 - Y -	1,103	1,104	1,104	1,106	1,107
1 - X -	47,334	59,130	61,597	61,894	75,860
1 - Y -	1,107	1,109	1,110	1,110	1,112
1 - X -	77,872	90,123	93,850	104,386	109,828
1 - Y -	1,112	1,113	1,113	1,114	1,114
1 - X -	118,649	125,806	132,912	141,784	147,175
1 - Y -	1,115	1,115	1,115	1,115	1,115
1 - X -	157,762	161,438	173,740	175,701	189,718
1 - Y -	1,114	1,114	1,114	1,114	1,113
1 - X -	189,963	192,002	204,226	205,696	218,489
1 - Y -	1,113	1,113	1,112	1,112	1,111
1 - X -	221,674	232,752	237,652	247,015	253,630
1 - Y -	1,111	1,112	1,112	1,112	1,112
1 - X -	261,278	269,609	275,541	285,587	289,804
1 - Y -	1,113	1,113	1,114	1,115	1,115
1 - X -	301,565	304,067	317,548	318,341	324,924
1 - Y -	1,116	1,116	1,118	1,118	1,119
1 - X -	332,603	333,527	346,866	349,505	361,129
1 - Y -	1,119	1,119	1,122	1,123	1,126
1 - X -	365,483	375,392	381,461	389,655	397,439
1 - Y -	1,127	1,131	1,133	1,137	1,141
1 - X -	403,918	413,417	418,181	429,395	432,444
1 - Y -	1,144	1,149	1,151	1,158	1,160
1 - X -	445,373	446,707	457,796	460,970	461,351
1 - Y -	1,168	1,169	1,177	1,179	1,180
1 - X -	475,232	476,221	491,509	505,744	525,740
1 - Y -	1,190	1,191	1,203	1,217	1,235
1 - X -	532,248	544,219	565,685	591,773	618,949

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - Y -	1,241	1,253	1,277	1,306	1,340
1 - X -	639,316	672,209	686,859	725,469	734,402
1 - Y -	1,362	1,399	1,413	1,452	1,460
1 - X -	778,729	781,945	808,689	829,488	831,989
1 - Y -	1,497	1,500	1,517	1,531	1,533
1 - X -	877,031	885,251	924,585	938,516	972,128
1 - Y -	1,553	1,556	1,565	1,567	1,566
1 - X -	991,776	997,393			
1 - Y -	1,564	1,562			
2 - X -	0,000	2,386	2,398	3,298	4,033
2 - Y -	-2,836	-2,832	-2,832	-2,830	-2,829
2 - X -	7,664	9,359	12,418	14,685	17,173
2 - Y -	-2,818	-2,812	-2,796	-2,782	-2,757
2 - X -	20,011	21,927	25,337	26,681	30,663
2 - Y -	-2,726	-2,692	-2,625	-2,602	-2,535
2 - X -	31,886	34,195	35,046	42,187	45,916
2 - Y -	-2,517	-2,482	-2,469	-2,376	-2,328
2 - X -	47,334	59,130	61,597	61,894	75,860
2 - Y -	-2,312	-2,176	-2,148	-2,144	-1,995
2 - X -	77,872	90,123	93,850	104,386	109,828
2 - Y -	-1,974	-1,850	-1,812	-1,712	-1,659
2 - X -	118,649	125,806	132,912	141,784	147,175
2 - Y -	-1,579	-1,515	-1,454	-1,378	-1,335
2 - X -	157,762	161,438	173,740	175,701	189,718
2 - Y -	-1,250	-1,222	-1,129	-1,115	-1,014
2 - X -	189,963	192,002	204,226	205,696	218,489
2 - Y -	-1,012	-0,999	-0,915	-0,905	-0,821
2 - X -	221,674	232,752	237,652	247,015	253,630
2 - Y -	-0,801	-0,730	-0,701	-0,644	-0,605
2 - X -	261,278	269,609	275,541	285,587	289,804
2 - Y -	-0,561	-0,515	-0,483	-0,430	-0,408
2 - X -	301,565	304,067	317,548	318,341	324,924
2 - Y -	-0,348	-0,336	-0,270	-0,266	-0,236
2 - X -	332,603	333,527	346,866	349,505	361,129
2 - Y -	-0,200	-0,196	-0,136	-0,124	-0,074
2 - X -	365,483	375,392	381,461	389,655	397,439
2 - Y -	-0,055	-0,013	0,011	0,045	0,076
2 - X -	403,918	413,417	418,181	429,395	432,444
2 - Y -	0,102	0,138	0,156	0,199	0,210
2 - X -	445,373	446,707	457,796	460,970	461,351
2 - Y -	0,257	0,262	0,302	0,313	0,315
2 - X -	475,232	476,221	491,509	505,744	525,740
2 - Y -	0,363	0,366	0,417	0,462	0,526
2 - X -	532,248	544,219	565,685	591,773	618,949
2 - Y -	0,546	0,583	0,646	0,723	0,798
2 - X -	639,316	672,209	686,859	725,469	734,402
2 - Y -	0,851	0,931	0,965	1,047	1,064
2 - X -	778,729	781,945	808,689	829,488	831,989
2 - Y -	1,145	1,150	1,191	1,222	1,226
2 - X -	877,031	885,251	924,585	938,516	972,128
2 - Y -	1,279	1,288	1,322	1,333	1,351
2 - X -	991,776	997,393			
2 - Y -	1,359	1,360			

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman

- Loads:	None
End of consolidation:	420,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

## 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleilig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

## 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line                    1  
Time [days]                    0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61 - 65	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000
66 - 70	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000
71 - 75	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000
76 - 80	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000
81 - 85	400,000	450,000	500,000	550,000	600,000
86 - 90	650,000	700,000	750,000	800,000	850,000
91 - 92	900,000	950,000			

### 3 Settlements

#### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	0,00	5,85	0,029
2	5,00	0,00	5,85	0,029
3	10,00	0,00	5,85	0,029
4	15,00	0,00	5,85	0,028
5	20,00	0,00	5,85	0,028
6	25,00	0,00	5,85	0,028
7	30,00	0,00	5,85	0,027
8	35,00	0,00	5,85	0,027
9	40,00	0,00	5,85	0,026
10	45,00	0,00	5,85	0,026
11	50,00	0,00	5,85	0,026
12	55,00	0,00	5,85	0,025
13	60,00	0,00	5,85	0,025
14	65,00	0,00	5,85	0,025
15	70,00	0,00	5,85	0,024
16	75,00	0,00	5,85	0,024
17	80,00	0,00	5,85	0,024
18	85,00	0,00	5,85	0,023
19	90,00	0,00	5,85	0,023
20	95,00	0,00	5,85	0,022
21	100,00	0,00	5,85	0,022
22	105,00	0,00	5,85	0,022
23	110,00	0,00	5,85	0,021
24	115,00	0,00	5,85	0,021
25	120,00	0,00	5,85	0,020
26	125,00	0,00	5,85	0,020
27	130,00	0,00	5,85	0,019
28	135,00	0,00	5,85	0,019
29	140,00	0,00	5,85	0,019
30	145,00	0,00	5,85	0,018
31	150,00	0,00	5,85	0,018
32	155,00	0,00	5,85	0,017
33	160,00	0,00	5,85	0,017
34	165,00	0,00	5,85	0,017
35	170,00	0,00	5,85	0,016
36	175,00	0,00	5,85	0,016
37	180,00	0,00	5,85	0,016
38	185,00	0,00	5,85	0,015
39	190,00	0,00	5,85	0,015
40	195,00	0,00	5,85	0,014
41	200,00	0,00	5,85	0,014
42	205,00	0,00	5,85	0,014
43	210,00	0,00	5,85	0,013
44	215,00	0,00	5,85	0,013
45	220,00	0,00	5,85	0,013
46	225,00	0,00	5,85	0,012
47	230,00	0,00	5,85	0,012
48	235,00	0,00	5,85	0,012
49	240,00	0,00	5,85	0,011
50	245,00	0,00	5,85	0,011
51	250,00	0,00	5,85	0,011
52	255,00	0,00	5,85	0,011
53	260,00	0,00	5,85	0,010
54	265,00	0,00	5,85	0,010
55	270,00	0,00	5,85	0,010
56	275,00	0,00	5,85	0,009
57	280,00	0,00	5,85	0,009
58	285,00	0,00	5,85	0,009



Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	0,00	5,85	0,009
60	295,00	0,00	5,85	0,008
61	300,00	0,00	5,85	0,008
62	305,00	0,00	5,85	0,008
63	310,00	0,00	5,85	0,008
64	315,00	0,00	5,85	0,007
65	320,00	0,00	5,85	0,007
66	325,00	0,00	5,85	0,007
67	330,00	0,00	5,85	0,007
68	335,00	0,00	5,85	0,006
69	340,00	0,00	5,85	0,006
70	345,00	0,00	5,85	0,006
71	350,00	0,00	5,85	0,006
72	355,00	0,00	5,85	0,005
73	360,00	0,00	5,85	0,005
74	365,00	0,00	5,85	0,005
75	370,00	0,00	5,85	0,005
76	375,00	0,00	5,85	0,005
77	380,00	0,00	5,85	0,004
78	385,00	0,00	5,85	0,004
79	390,00	0,00	5,85	0,004
80	395,00	0,00	5,85	0,004
81	400,00	0,00	5,85	0,004
82	450,00	0,00	5,85	0,003
83	500,00	0,00	5,85	0,002
84	550,00	0,00	5,85	0,002
85	600,00	0,00	5,85	0,002
86	650,00	0,00	5,85	0,002
87	700,00	0,00	5,85	0,001
88	750,00	0,00	5,85	0,001
89	800,00	0,00	5,85	0,001
90	850,00	0,00	5,85	0,001
91	900,00	0,00	5,85	0,001
92	950,00	0,00	5,85	0,001

### 3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,023	78,765	0,006
	180	0,027	92,699	0,002
	365	0,028	98,822	0,000
	420	0,029	100,000	0,000
2	30	0,023	78,776	0,006
	180	0,026	92,705	0,002
	365	0,028	98,823	0,000
	420	0,029	100,000	0,000
3	30	0,022	78,794	0,006
	180	0,026	92,715	0,002
	365	0,028	98,824	0,000
	420	0,029	100,000	0,000
4	30	0,022	78,824	0,006
	180	0,026	92,732	0,002
	365	0,028	98,827	0,000
	420	0,028	100,000	0,000
5	30	0,022	78,878	0,006
	180	0,026	92,763	0,002
	365	0,028	98,832	0,000
	420	0,028	100,000	0,000
6	30	0,022	78,975	0,006
	180	0,026	92,818	0,002
	365	0,027	98,840	0,000
	420	0,028	100,000	0,000
7	30	0,022	79,064	0,006

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,025	92,869	0,002
	365	0,027	98,848	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
8	30	0,021	79,146	0,006
	180	0,025	92,916	0,002
	365	0,027	98,855	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
9	30	0,021	79,213	0,006
	180	0,025	92,954	0,002
	365	0,026	98,862	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
10	30	0,021	79,276	0,005
	180	0,024	92,991	0,002
	365	0,026	98,867	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
11	30	0,020	79,330	0,005
	180	0,024	93,022	0,002
	365	0,026	98,872	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
12	30	0,020	79,381	0,005
	180	0,024	93,051	0,002
	365	0,025	98,877	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
13	30	0,020	79,429	0,005
	180	0,023	93,078	0,002
	365	0,025	98,881	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
14	30	0,020	79,473	0,005
	180	0,023	93,103	0,002
	365	0,024	98,885	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
15	30	0,019	79,512	0,005
	180	0,023	93,125	0,002
	365	0,024	98,888	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
16	30	0,019	79,548	0,005
	180	0,022	93,146	0,002
	365	0,024	98,891	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
17	30	0,019	79,581	0,005
	180	0,022	93,165	0,002
	365	0,023	98,894	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
18	30	0,018	79,610	0,005
	180	0,022	93,181	0,002
	365	0,023	98,897	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
19	30	0,018	79,637	0,005
	180	0,021	93,197	0,002
	365	0,023	98,899	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
20	30	0,018	79,661	0,005
	180	0,021	93,211	0,002
	365	0,022	98,901	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
21	30	0,018	79,681	0,004
	180	0,021	93,222	0,001
	365	0,022	98,903	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
22	30	0,017	79,698	0,004
	180	0,020	93,232	0,001
	365	0,021	98,905	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
23	30	0,017	79,713	0,004

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,020	93,240	0,001
	365	0,021	98,906	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
24	30	0,017	79,724	0,004
	180	0,019	93,246	0,001
	365	0,021	98,907	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
25	30	0,016	79,731	0,004
	180	0,019	93,250	0,001
	365	0,020	98,907	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
26	30	0,016	79,736	0,004
	180	0,019	93,252	0,001
	365	0,020	98,908	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
27	30	0,016	79,737	0,004
	180	0,018	93,253	0,001
	365	0,019	98,908	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
28	30	0,015	79,738	0,004
	180	0,018	93,253	0,001
	365	0,019	98,908	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
29	30	0,015	79,738	0,004
	180	0,017	93,253	0,001
	365	0,018	98,908	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
30	30	0,015	79,737	0,004
	180	0,017	93,253	0,001
	365	0,018	98,908	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
31	30	0,014	79,737	0,004
	180	0,017	93,253	0,001
	365	0,018	98,908	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
32	30	0,014	79,735	0,004
	180	0,016	93,252	0,001
	365	0,017	98,908	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
33	30	0,014	79,734	0,003
	180	0,016	93,252	0,001
	365	0,017	98,908	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
34	30	0,013	79,731	0,003
	180	0,016	93,250	0,001
	365	0,016	98,907	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
35	30	0,013	79,729	0,003
	180	0,015	93,249	0,001
	365	0,016	98,908	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
36	30	0,013	79,726	0,003
	180	0,015	93,248	0,001
	365	0,016	98,907	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
37	30	0,012	79,722	0,003
	180	0,014	93,247	0,001
	365	0,015	98,907	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
38	30	0,012	79,717	0,003
	180	0,014	93,244	0,001
	365	0,015	98,907	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
39	30	0,012	79,712	0,003

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,014	93,242	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
40	30	0,012	79,707	0,003
	180	0,013	93,240	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
41	30	0,011	79,701	0,003
	180	0,013	93,237	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
42	30	0,011	79,694	0,003
	180	0,013	93,234	0,001
	365	0,014	98,905	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
43	30	0,011	79,686	0,003
	180	0,013	93,231	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
44	30	0,010	79,680	0,003
	180	0,012	93,228	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
45	30	0,010	79,671	0,003
	180	0,012	93,225	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
46	30	0,010	79,661	0,003
	180	0,012	93,220	0,001
	365	0,012	98,903	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
47	30	0,010	79,651	0,002
	180	0,011	93,216	0,001
	365	0,012	98,902	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
48	30	0,009	79,640	0,002
	180	0,011	93,212	0,001
	365	0,012	98,901	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
49	30	0,009	79,628	0,002
	180	0,011	93,207	0,001
	365	0,011	98,900	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
50	30	0,009	79,614	0,002
	180	0,010	93,201	0,001
	365	0,011	98,900	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
51	30	0,009	79,600	0,002
	180	0,010	93,195	0,001
	365	0,011	98,899	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
52	30	0,008	79,585	0,002
	180	0,010	93,189	0,001
	365	0,010	98,898	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
53	30	0,008	79,569	0,002
	180	0,010	93,182	0,001
	365	0,010	98,897	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
54	30	0,008	79,553	0,002
	180	0,009	93,175	0,001
	365	0,010	98,895	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
55	30	0,008	79,534	0,002

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,009	93,167	0,001
	365	0,010	98,894	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
56	30	0,007	79,516	0,002
	180	0,009	93,160	0,001
	365	0,009	98,893	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
57	30	0,007	79,496	0,002
	180	0,008	93,151	0,001
	365	0,009	98,892	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
58	30	0,007	79,474	0,002
	180	0,008	93,142	0,001
	365	0,009	98,890	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
59	30	0,007	79,450	0,002
	180	0,008	93,131	0,001
	365	0,008	98,888	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
60	30	0,007	79,425	0,002
	180	0,008	93,122	0,001
	365	0,008	98,887	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
61	30	0,006	79,398	0,002
	180	0,007	93,110	0,001
	365	0,008	98,885	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
62	30	0,006	79,369	0,002
	180	0,007	93,099	0,001
	365	0,008	98,884	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
63	30	0,006	79,340	0,002
	180	0,007	93,086	0,001
	365	0,007	98,881	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
64	30	0,006	79,306	0,002
	180	0,007	93,072	0,001
	365	0,007	98,879	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
65	30	0,006	79,271	0,001
	180	0,007	93,057	0,000
	365	0,007	98,876	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
66	30	0,005	79,236	0,001
	180	0,006	93,042	0,000
	365	0,007	98,874	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
67	30	0,005	79,194	0,001
	180	0,006	93,025	0,000
	365	0,006	98,871	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
68	30	0,005	79,150	0,001
	180	0,006	93,006	0,000
	365	0,006	98,869	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
69	30	0,005	79,105	0,001
	180	0,006	92,988	0,000
	365	0,006	98,866	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
70	30	0,005	79,056	0,001
	180	0,005	92,967	0,000
	365	0,006	98,863	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
71	30	0,004	79,004	0,001

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,005	92,946	0,000
	365	0,006	98,859	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
72	30	0,004	78,948	0,001
	180	0,005	92,923	0,000
	365	0,005	98,856	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
73	30	0,004	78,888	0,001
	180	0,005	92,898	0,000
	365	0,005	98,852	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
74	30	0,004	78,820	0,001
	180	0,005	92,869	0,000
	365	0,005	98,847	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
75	30	0,004	78,750	0,001
	180	0,004	92,840	0,000
	365	0,005	98,842	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
76	30	0,004	78,675	0,001
	180	0,004	92,809	0,000
	365	0,004	98,838	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
77	30	0,003	78,592	0,001
	180	0,004	92,775	0,000
	365	0,004	98,831	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
78	30	0,003	78,505	0,001
	180	0,004	92,738	0,000
	365	0,004	98,826	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
79	30	0,003	78,407	0,001
	180	0,004	92,697	0,000
	365	0,004	98,819	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
80	30	0,003	78,302	0,001
	180	0,003	92,653	0,000
	365	0,004	98,812	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
81	30	0,003	78,185	0,001
	180	0,003	92,604	0,000
	365	0,003	98,804	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
82	30	0,002	77,945	0,001
	180	0,003	92,502	0,000
	365	0,003	98,788	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
83	30	0,002	78,013	0,001
	180	0,002	92,532	0,000
	365	0,002	98,794	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
84	30	0,002	78,080	0,000
	180	0,002	92,558	0,000
	365	0,002	98,798	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
85	30	0,001	78,147	0,000
	180	0,002	92,584	0,000
	365	0,002	98,802	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
86	30	0,001	78,213	0,000
	180	0,001	92,613	0,000
	365	0,002	98,806	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
87	30	0,001	78,269	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	180	0,001	92,633	0,000
	365	0,001	98,807	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
88	30	0,001	78,317	0,000
	180	0,001	92,654	0,000
	365	0,001	98,813	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
89	30	0,001	78,365	0,000
	180	0,001	92,672	0,000
	365	0,001	98,816	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
90	30	0,001	78,396	0,000
	180	0,001	92,682	0,000
	365	0,001	98,818	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
91	30	0,001	78,413	0,000
	180	0,001	92,686	0,000
	365	0,001	98,818	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
92	30	0,001	78,442	0,000
	180	0,001	92,709	0,000
	365	0,001	98,820	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

## 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report



## Report for D-Settlement 9.3

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 27-9-2012  
Time of report: 16:03:40

Date of calculation: 27-9-2012  
Time of calculation: 16:03:31

Filename: C:\.\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel k-k'

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel k-k'

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	5
2.6.1 Water Load: Water load	5
2.7 Verticals	5
3 Settlements	6
3.1 Settlements	6
3.2 Residual Times	6
4 Warnings and errors	11

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	255,455			
9 - Y -	5,850	5,850			
8 - X -	0,000	255,455			
8 - Y -	3,000	3,000			
7 - X -	0,000	255,455			
7 - Y -	1,800	1,800			
6 - X -	0,000	255,455			
6 - Y -	-1,500	-1,500			
5 - X -	0,000	255,455			
5 - Y -	-2,500	-2,500			
4 - X -	0,000	255,455			
4 - Y -	-5,300	-5,300			
3 - X -	0,000	255,455			
3 - Y -	-14,800	-14,800			
2 - X -	0,000	255,455			
2 - Y -	-20,500	-20,500			
1 - X -	0,000	255,455			
1 - Y -	-22,500	-22,500			
0 - X -	0,000	255,455			
0 - Y -	-25,000	-25,000			

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	1,383	2,668	3,224	4,384
1 - Y -	0,967	0,966	0,964	0,964	0,963
1 - X -	6,958	7,642	8,173	12,616	13,200
1 - Y -	0,960	0,959	0,959	0,954	0,954
1 - X -	17,589	18,227	22,563	23,254	27,536
1 - Y -	0,949	0,948	0,943	0,943	0,938
1 - X -	28,281	32,510	35,419	35,912	37,339
1 - Y -	0,937	0,932	0,928	0,927	0,925
1 - X -	50,118	52,468	59,698	78,660	91,042
1 - Y -	0,909	0,905	0,894	0,864	0,844
1 - X -	93,468	127,838	148,206	178,748	195,839
1 - Y -	0,840	0,771	0,720	0,639	0,587
1 - X -	213,329	221,804	242,104	246,672	254,867
1 - Y -	0,532	0,507	0,440	0,426	0,400
1 - X -	255,455				
1 - Y -	0,398				
2 - X -	0,000	1,383	2,668	3,224	4,384
2 - Y -	-2,785	-2,779	-2,774	-2,772	-2,765
2 - X -	6,958	7,642	8,173	12,616	13,200
2 - Y -	-2,748	-2,744	-2,739	-2,693	-2,684
2 - X -	17,589	18,227	22,563	23,254	27,536
2 - Y -	-2,601	-2,581	-2,427	-2,406	-2,275
2 - X -	28,281	32,510	35,419	35,912	37,339
2 - Y -	-2,255	-2,147	-2,079	-2,067	-2,041
2 - X -	50,118	52,468	59,698	78,660	91,042
2 - Y -	-1,803	-1,761	-1,668	-1,417	-1,250
2 - X -	93,468	127,838	148,206	178,748	195,839
2 - Y -	-1,222	-0,876	-0,694	-0,462	-0,333
2 - X -	213,329	221,804	242,104	246,672	254,867
2 - Y -	-0,220	-0,167	-0,047	-0,025	0,012
2 - X -	255,455				
2 - Y -	0,014				

## 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	420,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

## 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleiig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

## 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line                    1  
Time [days]                    0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]					
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000	
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000	
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000	
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000	
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000	
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000	
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000	
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000	
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000	
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000	
51 - 52	250,000	255,000				

### 3 Settlements

#### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	0,00	5,85	0,027
2	5,00	0,00	5,85	0,027
3	10,00	0,00	5,85	0,027
4	15,00	0,00	5,85	0,026
5	20,00	0,00	5,85	0,025
6	25,00	0,00	5,85	0,024
7	30,00	0,00	5,85	0,023
8	35,00	0,00	5,85	0,023
9	40,00	0,00	5,85	0,022
10	45,00	0,00	5,85	0,021
11	50,00	0,00	5,85	0,020
12	55,00	0,00	5,85	0,019
13	60,00	0,00	5,85	0,019
14	65,00	0,00	5,85	0,018
15	70,00	0,00	5,85	0,017
16	75,00	0,00	5,85	0,017
17	80,00	0,00	5,85	0,016
18	85,00	0,00	5,85	0,015
19	90,00	0,00	5,85	0,014
20	95,00	0,00	5,85	0,014
21	100,00	0,00	5,85	0,013
22	105,00	0,00	5,85	0,013
23	110,00	0,00	5,85	0,012
24	115,00	0,00	5,85	0,011
25	120,00	0,00	5,85	0,011
26	125,00	0,00	5,85	0,010
27	130,00	0,00	5,85	0,009
28	135,00	0,00	5,85	0,009
29	140,00	0,00	5,85	0,008
30	145,00	0,00	5,85	0,008
31	150,00	0,00	5,85	0,007
32	155,00	0,00	5,85	0,006
33	160,00	0,00	5,85	0,006
34	165,00	0,00	5,85	0,005
35	170,00	0,00	5,85	0,005
36	175,00	0,00	5,85	0,004
37	180,00	0,00	5,85	0,004
38	185,00	0,00	5,85	0,003
39	190,00	0,00	5,85	0,003
40	195,00	0,00	5,85	0,003
41	200,00	0,00	5,85	0,003
42	205,00	0,00	5,85	0,002
43	210,00	0,00	5,85	0,002
44	215,00	0,00	5,85	0,002
45	220,00	0,00	5,85	0,002
46	225,00	0,00	5,85	0,002
47	230,00	0,00	5,85	0,002
48	235,00	0,00	5,85	0,002
49	240,00	0,00	5,85	0,002
50	245,00	0,00	5,85	0,001
51	250,00	0,00	5,85	0,001
52	255,00	0,00	5,85	0,001

#### 3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
-----------------	-------------	----------------	------------------------------	--------------------------

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,021	78,725	0,006
	180	0,025	92,683	0,002
	365	0,027	98,819	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
2	30	0,021	78,746	0,006
	180	0,025	92,696	0,002
	365	0,026	98,821	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
3	30	0,021	78,785	0,006
	180	0,025	92,718	0,002
	365	0,026	98,825	0,000
	420	0,027	100,000	0,000
4	30	0,021	78,855	0,006
	180	0,024	92,758	0,002
	365	0,026	98,831	0,000
	420	0,026	100,000	0,000
5	30	0,020	78,995	0,005
	180	0,024	92,839	0,002
	365	0,025	98,844	0,000
	420	0,025	100,000	0,000
6	30	0,019	79,167	0,005
	180	0,023	92,939	0,002
	365	0,024	98,859	0,000
	420	0,024	100,000	0,000
7	30	0,019	79,297	0,005
	180	0,022	93,014	0,002
	365	0,023	98,871	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
8	30	0,018	79,394	0,005
	180	0,021	93,071	0,002
	365	0,022	98,880	0,000
	420	0,023	100,000	0,000
9	30	0,017	79,460	0,004
	180	0,020	93,111	0,002
	365	0,022	98,886	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
10	30	0,017	79,515	0,004
	180	0,020	93,143	0,001
	365	0,021	98,891	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
11	30	0,016	79,559	0,004
	180	0,019	93,169	0,001
	365	0,020	98,895	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
12	30	0,015	79,586	0,004
	180	0,018	93,186	0,001
	365	0,019	98,897	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
13	30	0,015	79,601	0,004
	180	0,018	93,195	0,001
	365	0,019	98,899	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
14	30	0,014	79,611	0,004
	180	0,017	93,202	0,001
	365	0,018	98,900	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
15	30	0,014	79,611	0,004
	180	0,016	93,203	0,001
	365	0,017	98,900	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
16	30	0,013	79,604	0,003
	180	0,016	93,201	0,001
	365	0,016	98,900	0,000
	420	0,017	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
17	30	0,013	79,594	0,003
	180	0,015	93,197	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
18	30	0,012	79,582	0,003
	180	0,014	93,192	0,001
	365	0,015	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
19	30	0,011	79,565	0,003
	180	0,013	93,185	0,001
	365	0,014	98,897	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
20	30	0,011	79,549	0,003
	180	0,013	93,178	0,001
	365	0,014	98,896	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
21	30	0,010	79,533	0,003
	180	0,012	93,171	0,001
	365	0,013	98,895	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
22	30	0,010	79,509	0,003
	180	0,012	93,161	0,001
	365	0,012	98,893	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
23	30	0,009	79,487	0,002
	180	0,011	93,153	0,001
	365	0,012	98,892	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
24	30	0,009	79,461	0,002
	180	0,010	93,141	0,001
	365	0,011	98,890	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
25	30	0,008	79,429	0,002
	180	0,010	93,127	0,001
	365	0,011	98,888	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
26	30	0,008	79,389	0,002
	180	0,009	93,111	0,001
	365	0,010	98,885	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
27	30	0,007	79,346	0,002
	180	0,009	93,093	0,001
	365	0,009	98,882	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
28	30	0,007	79,274	0,002
	180	0,008	93,065	0,001
	365	0,009	98,878	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
29	30	0,006	79,210	0,002
	180	0,008	93,039	0,001
	365	0,008	98,874	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
30	30	0,006	79,136	0,002
	180	0,007	93,007	0,001
	365	0,008	98,869	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
31	30	0,006	79,058	0,001
	180	0,007	92,975	0,000
	365	0,007	98,863	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
32	30	0,005	78,971	0,001
	180	0,006	92,939	0,000
	365	0,006	98,858	0,000
	420	0,006	100,000	0,000



Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
33	30	0,005	78,864	0,001
	180	0,006	92,894	0,000
	365	0,006	98,851	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
34	30	0,004	78,735	0,001
	180	0,005	92,840	0,000
	365	0,005	98,842	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
35	30	0,004	78,573	0,001
	180	0,005	92,772	0,000
	365	0,005	98,832	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
36	30	0,003	78,365	0,001
	180	0,004	92,686	0,000
	365	0,004	98,817	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
37	30	0,003	78,092	0,001
	180	0,003	92,572	0,000
	365	0,004	98,799	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
38	30	0,002	77,705	0,001
	180	0,003	92,411	0,000
	365	0,003	98,773	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
39	30	0,002	77,573	0,001
	180	0,003	92,354	0,000
	365	0,003	98,763	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
40	30	0,002	77,580	0,001
	180	0,003	92,358	0,000
	365	0,003	98,765	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
41	30	0,002	77,586	0,001
	180	0,002	92,360	0,000
	365	0,003	98,767	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
42	30	0,002	77,594	0,001
	180	0,002	92,364	0,000
	365	0,002	98,768	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
43	30	0,002	77,599	0,001
	180	0,002	92,367	0,000
	365	0,002	98,766	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
44	30	0,002	77,602	0,000
	180	0,002	92,370	0,000
	365	0,002	98,768	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
45	30	0,002	77,608	0,000
	180	0,002	92,368	0,000
	365	0,002	98,766	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
46	30	0,001	77,615	0,000
	180	0,002	92,374	0,000
	365	0,002	98,767	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
47	30	0,001	77,619	0,000
	180	0,002	92,378	0,000
	365	0,002	98,769	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
48	30	0,001	77,621	0,000
	180	0,002	92,375	0,000
	365	0,002	98,770	0,000
	420	0,002	100,000	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
49	30	0,001	77,627	0,000
	180	0,001	92,378	0,000
	365	0,001	98,767	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
50	30	0,001	77,636	0,000
	180	0,001	92,381	0,000
	365	0,001	98,773	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
51	30	0,001	77,632	0,000
	180	0,001	92,377	0,000
	365	0,001	98,766	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
52	30	0,001	77,641	0,000
	180	0,001	92,391	0,000
	365	0,001	98,774	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

## 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report

## Report for D-Settlement 9.3

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 27-9-2012  
Time of report: 16:08:56

Date of calculation: 27-9-2012  
Time of calculation: 16:08:49

Filename: C:\.\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel I-I'

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel I-I'

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	5
2.6.1 Water Load: Water load	5
2.7 Verticals	5
3 Settlements	7
3.1 Settlements	7
3.2 Residual Times	8
4 Warnings and errors	15

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	1062,878			
9 - Y -	5,850	5,850			
8 - X -	0,000	1062,878			
8 - Y -	3,000	3,000			
7 - X -	0,000	1062,878			
7 - Y -	1,800	1,800			
6 - X -	0,000	1062,878			
6 - Y -	-1,500	-1,500			
5 - X -	0,000	1062,878			
5 - Y -	-2,500	-2,500			
4 - X -	0,000	1062,878			
4 - Y -	-5,300	-5,300			
3 - X -	0,000	1062,878			
3 - Y -	-14,800	-14,800			
2 - X -	0,000	1062,878			
2 - Y -	-20,500	-20,500			
1 - X -	0,000	1062,878			
1 - Y -	-22,500	-22,500			
0 - X -	0,000	1062,878			
0 - Y -	-25,000	-25,000			

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	8,336	9,524	22,755	25,244
1 - Y -	0,842	0,846	0,846	0,851	0,852
1 - X -	37,175	40,964	51,594	56,684	66,013
1 - Y -	0,856	0,857	0,859	0,860	0,862
1 - X -	72,953	85,306	108,598	125,560	131,408
1 - Y -	0,862	0,863	0,863	0,863	0,862
1 - X -	147,520	155,525	166,150	182,444	189,170
1 - Y -	0,860	0,859	0,859	0,857	0,856
1 - X -	220,880	222,814	228,325	270,345	285,096
1 - Y -	0,854	0,854	0,854	0,849	0,851
1 - X -	318,409	337,496	366,473	389,896	414,537
1 - Y -	0,855	0,860	0,870	0,882	0,896
1 - X -	442,296	462,601	494,696	510,665	547,100
1 - Y -	0,918	0,935	0,972	0,988	1,039
1 - X -	558,740	599,502	606,804	651,901	654,868
1 - Y -	1,053	1,117	1,127	1,204	1,208
1 - X -	687,748	702,932	704,301	750,995	756,701
1 - Y -	1,265	1,290	1,293	1,369	1,379
1 - X -	799,059	809,101	820,644	851,071	858,961
1 - Y -	1,442	1,459	1,475	1,515	1,525
1 - X -	871,947	894,472	913,907	943,262	966,307
1 - Y -	1,540	1,564	1,584	1,607	1,624
1 - X -	991,326	1018,707	1039,390	1062,878	
1 - Y -	1,636	1,647	1,651	1,653	
2 - X -	0,000	8,336	9,524	22,755	25,244
2 - Y -	-1,989	-1,984	-1,982	-1,954	-1,946
2 - X -	37,175	40,964	51,594	56,684	66,013
2 - Y -	-1,895	-1,877	-1,812	-1,783	-1,716
2 - X -	72,953	85,306	108,598	125,560	131,408
2 - Y -	-1,673	-1,576	-1,406	-1,257	-1,216
2 - X -	147,520	155,525	166,150	182,444	189,170
2 - Y -	-1,103	-1,035	-0,963	-0,856	-0,808
2 - X -	220,880	222,814	228,325	270,345	285,096
2 - Y -	-0,620	-0,607	-0,580	-0,370	-0,313
2 - X -	318,409	337,496	366,473	389,896	414,537

PL line number	Co-ordinates [m]				
2 - Y -	-0,167	-0,104	0,006	0,076	0,159
2 - X -	442,296	462,601	494,696	510,665	547,100
2 - Y -	0,236	0,299	0,386	0,432	0,525
2 - X -	558,740	599,502	606,804	651,901	654,868
2 - Y -	0,556	0,657	0,676	0,790	0,798
2 - X -	687,748	702,932	704,301	750,995	756,701
2 - Y -	0,879	0,916	0,919	1,028	1,041
2 - X -	799,059	809,101	820,644	851,071	858,961
2 - Y -	1,133	1,155	1,178	1,237	1,251
2 - X -	871,947	894,472	913,907	943,262	966,307
2 - Y -	1,273	1,310	1,339	1,378	1,405
2 - X -	991,326	1018,707	1039,390	1062,878	
2 - Y -	1,429	1,452	1,465	1,476	

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	420,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

### 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleiig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

### 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line	1
Time [days]	0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000



Vertical number	X co-ordinates [m]				
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61 - 65	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000
66 - 70	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000
71 - 75	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000
76 - 80	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000
81 - 85	400,000	450,000	500,000	550,000	600,000
86 - 90	650,000	700,000	750,000	800,000	850,000
91 - 94	900,000	950,000	1000,...	1050,...	

### 3 Settlements

#### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	0,00	5,85	0,021
2	5,00	0,00	5,85	0,021
3	10,00	0,00	5,85	0,021
4	15,00	0,00	5,85	0,021
5	20,00	0,00	5,85	0,021
6	25,00	0,00	5,85	0,021
7	30,00	0,00	5,85	0,021
8	35,00	0,00	5,85	0,020
9	40,00	0,00	5,85	0,020
10	45,00	0,00	5,85	0,020
11	50,00	0,00	5,85	0,020
12	55,00	0,00	5,85	0,020
13	60,00	0,00	5,85	0,019
14	65,00	0,00	5,85	0,019
15	70,00	0,00	5,85	0,019
16	75,00	0,00	5,85	0,018
17	80,00	0,00	5,85	0,018
18	85,00	0,00	5,85	0,018
19	90,00	0,00	5,85	0,017
20	95,00	0,00	5,85	0,017
21	100,00	0,00	5,85	0,017
22	105,00	0,00	5,85	0,016
23	110,00	0,00	5,85	0,016
24	115,00	0,00	5,85	0,015
25	120,00	0,00	5,85	0,015
26	125,00	0,00	5,85	0,015
27	130,00	0,00	5,85	0,014
28	135,00	0,00	5,85	0,014
29	140,00	0,00	5,85	0,013
30	145,00	0,00	5,85	0,013
31	150,00	0,00	5,85	0,013
32	155,00	0,00	5,85	0,012
33	160,00	0,00	5,85	0,012
34	165,00	0,00	5,85	0,012
35	170,00	0,00	5,85	0,011
36	175,00	0,00	5,85	0,011
37	180,00	0,00	5,85	0,011
38	185,00	0,00	5,85	0,010
39	190,00	0,00	5,85	0,010
40	195,00	0,00	5,85	0,010
41	200,00	0,00	5,85	0,009
42	205,00	0,00	5,85	0,009
43	210,00	0,00	5,85	0,009
44	215,00	0,00	5,85	0,008
45	220,00	0,00	5,85	0,008
46	225,00	0,00	5,85	0,008
47	230,00	0,00	5,85	0,007
48	235,00	0,00	5,85	0,007
49	240,00	0,00	5,85	0,007
50	245,00	0,00	5,85	0,007
51	250,00	0,00	5,85	0,006
52	255,00	0,00	5,85	0,006
53	260,00	0,00	5,85	0,006
54	265,00	0,00	5,85	0,006
55	270,00	0,00	5,85	0,005
56	275,00	0,00	5,85	0,005
57	280,00	0,00	5,85	0,005
58	285,00	0,00	5,85	0,005

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	0,00	5,85	0,004
60	295,00	0,00	5,85	0,004
61	300,00	0,00	5,85	0,004
62	305,00	0,00	5,85	0,004
63	310,00	0,00	5,85	0,003
64	315,00	0,00	5,85	0,003
65	320,00	0,00	5,85	0,003
66	325,00	0,00	5,85	0,003
67	330,00	0,00	5,85	0,003
68	335,00	0,00	5,85	0,003
69	340,00	0,00	5,85	0,003
70	345,00	0,00	5,85	0,003
71	350,00	0,00	5,85	0,003
72	355,00	0,00	5,85	0,003
73	360,00	0,00	5,85	0,003
74	365,00	0,00	5,85	0,003
75	370,00	0,00	5,85	0,003
76	375,00	0,00	5,85	0,003
77	380,00	0,00	5,85	0,003
78	385,00	0,00	5,85	0,002
79	390,00	0,00	5,85	0,002
80	395,00	0,00	5,85	0,002
81	400,00	0,00	5,85	0,002
82	450,00	0,00	5,85	0,002
83	500,00	0,00	5,85	0,002
84	550,00	0,00	5,85	0,002
85	600,00	0,00	5,85	0,001
86	650,00	0,00	5,85	0,001
87	700,00	0,00	5,85	0,001
88	750,00	0,00	5,85	0,001
89	800,00	0,00	5,85	0,001
90	850,00	0,00	5,85	0,001
91	900,00	0,00	5,85	0,001
92	950,00	0,00	5,85	0,001
93	1000,00	0,00	5,85	0,001
94	1050,00	0,00	5,85	0,001

### 3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,017	79,418	0,004
	180	0,019	93,093	0,001
	365	0,021	98,883	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
2	30	0,017	79,421	0,004
	180	0,019	93,095	0,001
	365	0,021	98,883	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
3	30	0,017	79,426	0,004
	180	0,019	93,097	0,001
	365	0,021	98,883	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
4	30	0,017	79,434	0,004
	180	0,019	93,102	0,001
	365	0,021	98,884	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
5	30	0,017	79,442	0,004
	180	0,019	93,106	0,001
	365	0,021	98,885	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
6	30	0,016	79,451	0,004
	180	0,019	93,111	0,001
	365	0,020	98,886	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,021	100,000	0,000
7	30	0,016	79,465	0,004
	180	0,019	93,119	0,001
	365	0,020	98,887	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
8	30	0,016	79,479	0,004
	180	0,019	93,127	0,001
	365	0,020	98,888	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
9	30	0,016	79,492	0,004
	180	0,019	93,135	0,001
	365	0,020	98,889	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
10	30	0,016	79,509	0,004
	180	0,019	93,145	0,001
	365	0,020	98,891	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
11	30	0,016	79,524	0,004
	180	0,018	93,154	0,001
	365	0,020	98,892	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
12	30	0,016	79,538	0,004
	180	0,018	93,161	0,001
	365	0,019	98,893	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
13	30	0,015	79,553	0,004
	180	0,018	93,170	0,001
	365	0,019	98,895	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
14	30	0,015	79,566	0,004
	180	0,018	93,178	0,001
	365	0,019	98,896	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
15	30	0,015	79,577	0,004
	180	0,017	93,184	0,001
	365	0,019	98,897	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
16	30	0,015	79,586	0,004
	180	0,017	93,190	0,001
	365	0,018	98,898	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
17	30	0,014	79,594	0,004
	180	0,017	93,195	0,001
	365	0,018	98,899	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
18	30	0,014	79,600	0,004
	180	0,016	93,198	0,001
	365	0,017	98,899	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
19	30	0,014	79,603	0,004
	180	0,016	93,200	0,001
	365	0,017	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
20	30	0,014	79,603	0,003
	180	0,016	93,200	0,001
	365	0,017	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
21	30	0,013	79,600	0,003
	180	0,015	93,199	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
22	30	0,013	79,598	0,003
	180	0,015	93,198	0,001
	365	0,016	98,899	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,016	100,000	0,000
23	30	0,013	79,594	0,003
	180	0,015	93,197	0,001
	365	0,016	98,899	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
24	30	0,012	79,590	0,003
	180	0,014	93,195	0,001
	365	0,015	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
25	30	0,012	79,584	0,003
	180	0,014	93,192	0,001
	365	0,015	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
26	30	0,012	79,578	0,003
	180	0,014	93,189	0,001
	365	0,014	98,898	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
27	30	0,011	79,571	0,003
	180	0,013	93,187	0,001
	365	0,014	98,897	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
28	30	0,011	79,564	0,003
	180	0,013	93,184	0,001
	365	0,014	98,897	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
29	30	0,011	79,556	0,003
	180	0,013	93,180	0,001
	365	0,013	98,896	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
30	30	0,010	79,547	0,003
	180	0,012	93,177	0,001
	365	0,013	98,896	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
31	30	0,010	79,536	0,003
	180	0,012	93,172	0,001
	365	0,013	98,895	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
32	30	0,010	79,524	0,003
	180	0,011	93,168	0,001
	365	0,012	98,895	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
33	30	0,009	79,514	0,002
	180	0,011	93,163	0,001
	365	0,012	98,894	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
34	30	0,009	79,503	0,002
	180	0,011	93,158	0,001
	365	0,011	98,893	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
35	30	0,009	79,485	0,002
	180	0,010	93,151	0,001
	365	0,011	98,891	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
36	30	0,009	79,472	0,002
	180	0,010	93,145	0,001
	365	0,011	98,890	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
37	30	0,008	79,456	0,002
	180	0,010	93,138	0,001
	365	0,010	98,890	0,000
	420	0,011	100,000	0,000
38	30	0,008	79,432	0,002
	180	0,009	93,129	0,001
	365	0,010	98,888	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,010	100,000	0,000
39	30	0,008	79,409	0,002
	180	0,009	93,120	0,001
	365	0,010	98,886	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
40	30	0,008	79,389	0,002
	180	0,009	93,111	0,001
	365	0,009	98,886	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
41	30	0,007	79,367	0,002
	180	0,009	93,101	0,001
	365	0,009	98,884	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
42	30	0,007	79,342	0,002
	180	0,008	93,091	0,001
	365	0,009	98,882	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
43	30	0,007	79,314	0,002
	180	0,008	93,079	0,001
	365	0,008	98,880	0,000
	420	0,009	100,000	0,000
44	30	0,007	79,284	0,002
	180	0,008	93,068	0,001
	365	0,008	98,878	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
45	30	0,006	79,251	0,002
	180	0,007	93,054	0,001
	365	0,008	98,876	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
46	30	0,006	79,216	0,002
	180	0,007	93,039	0,001
	365	0,008	98,874	0,000
	420	0,008	100,000	0,000
47	30	0,006	79,183	0,002
	180	0,007	93,025	0,001
	365	0,007	98,872	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
48	30	0,006	79,146	0,001
	180	0,007	93,010	0,000
	365	0,007	98,869	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
49	30	0,005	79,105	0,001
	180	0,006	92,993	0,000
	365	0,007	98,867	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
50	30	0,005	79,061	0,001
	180	0,006	92,975	0,000
	365	0,007	98,863	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
51	30	0,005	79,013	0,001
	180	0,006	92,956	0,000
	365	0,006	98,860	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
52	30	0,005	78,962	0,001
	180	0,006	92,932	0,000
	365	0,006	98,856	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
53	30	0,005	78,905	0,001
	180	0,005	92,909	0,000
	365	0,006	98,854	0,000
	420	0,006	100,000	0,000
54	30	0,004	78,842	0,001
	180	0,005	92,882	0,000
	365	0,005	98,849	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,006	100,000	0,000
55	30	0,004	78,771	0,001
	180	0,005	92,853	0,000
	365	0,005	98,844	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
56	30	0,004	78,712	0,001
	180	0,005	92,828	0,000
	365	0,005	98,840	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
57	30	0,004	78,651	0,001
	180	0,004	92,803	0,000
	365	0,005	98,836	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
58	30	0,004	78,583	0,001
	180	0,004	92,774	0,000
	365	0,005	98,831	0,000
	420	0,005	100,000	0,000
59	30	0,003	78,496	0,001
	180	0,004	92,737	0,000
	365	0,004	98,825	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
60	30	0,003	78,400	0,001
	180	0,004	92,698	0,000
	365	0,004	98,820	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
61	30	0,003	78,290	0,001
	180	0,004	92,652	0,000
	365	0,004	98,812	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
62	30	0,003	78,166	0,001
	180	0,003	92,601	0,000
	365	0,004	98,805	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
63	30	0,003	78,023	0,001
	180	0,003	92,540	0,000
	365	0,003	98,794	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
64	30	0,003	77,861	0,001
	180	0,003	92,473	0,000
	365	0,003	98,785	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
65	30	0,002	77,714	0,001
	180	0,003	92,412	0,000
	365	0,003	98,774	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
66	30	0,002	77,717	0,001
	180	0,003	92,414	0,000
	365	0,003	98,775	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
67	30	0,002	77,723	0,001
	180	0,003	92,416	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
68	30	0,002	77,728	0,001
	180	0,003	92,417	0,000
	365	0,003	98,775	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
69	30	0,002	77,735	0,001
	180	0,003	92,420	0,000
	365	0,003	98,777	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
70	30	0,002	77,742	0,001
	180	0,003	92,423	0,000
	365	0,003	98,777	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,003	100,000	0,000
71	30	0,002	77,747	0,001
	180	0,003	92,424	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
72	30	0,002	77,756	0,001
	180	0,003	92,429	0,000
	365	0,003	98,776	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
73	30	0,002	77,762	0,001
	180	0,002	92,429	0,000
	365	0,003	98,777	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
74	30	0,002	77,766	0,001
	180	0,002	92,434	0,000
	365	0,003	98,777	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
75	30	0,002	77,771	0,001
	180	0,002	92,434	0,000
	365	0,003	98,778	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
76	30	0,002	77,778	0,001
	180	0,002	92,438	0,000
	365	0,003	98,778	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
77	30	0,002	77,785	0,001
	180	0,002	92,440	0,000
	365	0,002	98,778	0,000
	420	0,003	100,000	0,000
78	30	0,002	77,793	0,001
	180	0,002	92,443	0,000
	365	0,002	98,780	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
79	30	0,002	77,795	0,001
	180	0,002	92,443	0,000
	365	0,002	98,778	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
80	30	0,002	77,802	0,001
	180	0,002	92,447	0,000
	365	0,002	98,778	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
81	30	0,002	77,810	0,001
	180	0,002	92,451	0,000
	365	0,002	98,781	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
82	30	0,002	77,869	0,000
	180	0,002	92,474	0,000
	365	0,002	98,783	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
83	30	0,001	77,931	0,000
	180	0,002	92,500	0,000
	365	0,002	98,786	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
84	30	0,001	77,992	0,000
	180	0,001	92,523	0,000
	365	0,002	98,789	0,000
	420	0,002	100,000	0,000
85	30	0,001	78,056	0,000
	180	0,001	92,547	0,000
	365	0,001	98,797	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
86	30	0,001	78,125	0,000
	180	0,001	92,574	0,000
	365	0,001	98,800	0,000



Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,001	100,000	0,000
87	30	0,001	78,195	0,000
	180	0,001	92,599	0,000
	365	0,001	98,805	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
88	30	0,001	78,259	0,000
	180	0,001	92,625	0,000
	365	0,001	98,808	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
89	30	0,001	78,325	0,000
	180	0,001	92,648	0,000
	365	0,001	98,809	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
90	30	0,001	78,389	0,000
	180	0,001	92,680	0,000
	365	0,001	98,815	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
91	30	0,001	78,435	0,000
	180	0,001	92,699	0,000
	365	0,001	98,824	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
92	30	0,001	78,473	0,000
	180	0,001	92,714	0,000
	365	0,001	98,825	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
93	30	0,001	78,502	0,000
	180	0,001	92,725	0,000
	365	0,001	98,829	0,000
	420	0,001	100,000	0,000
94	30	0,000	78,517	0,000
	180	0,001	92,729	0,000
	365	0,001	98,831	0,000
	420	0,001	100,000	0,000

## 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report

## Report for D-Settlement 9.3

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 27-9-2012  
Time of report: 16:17:37

Date of calculation: 27-9-2012  
Time of calculation: 16:17:30

Filename: C:\.\Zettings door bemaling-Insteekhaven Kop van de Beer\_Rotterdam\_deelgebied A\_dwarsprofiel m-

Project identification: Insteekhaven Kop van de Beer te Rotterdam  
Zettingsberekening door bemaling  
Deelgebied A\_dwarsprofiel m-m'

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	5
2.5 Soil Properties	5
2.6 Water Loads	6
2.6.1 Water Load: Water load	6
2.7 Verticals	6
3 Settlements	7
3.1 Settlements	7
3.2 Residual Times	8
4 Warnings and errors	14

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	651,999			
9 - Y -	5,850	5,850			
8 - X -	0,000	651,999			
8 - Y -	3,000	3,000			
7 - X -	0,000	651,999			
7 - Y -	1,800	1,800			
6 - X -	0,000	651,999			
6 - Y -	-1,500	-1,500			
5 - X -	0,000	651,999			
5 - Y -	-2,500	-2,500			
4 - X -	0,000	651,999			
4 - Y -	-5,300	-5,300			
3 - X -	0,000	651,999			
3 - Y -	-14,800	-14,800			
2 - X -	0,000	651,999			
2 - Y -	-20,500	-20,500			
1 - X -	0,000	651,999			
1 - Y -	-22,500	-22,500			
0 - X -	0,000	651,999			
0 - Y -	-25,000	-25,000			

### 2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	2,949	3,586	4,398	7,926
1 - Y -	0,318	0,331	0,334	0,336	0,347
1 - X -	10,695	12,267	14,271	16,608	18,441
1 - Y -	0,357	0,363	0,372	0,382	0,390
1 - X -	20,948	24,144	25,289	26,187	29,630
1 - Y -	0,402	0,417	0,422	0,427	0,443
1 - X -	33,933	33,970	34,017	38,311	39,579
1 - Y -	0,464	0,464	0,465	0,485	0,491
1 - X -	39,953	41,886	42,651	43,890	46,992
1 - Y -	0,493	0,502	0,506	0,512	0,526
1 - X -	49,425	51,333	53,763	55,673	59,093
1 - Y -	0,537	0,546	0,557	0,566	0,580
1 - X -	65,377	70,728	77,226	83,750	88,868
1 - Y -	0,607	0,629	0,654	0,680	0,699
1 - X -	96,772	106,846	109,794	112,107	122,816
1 - Y -	0,727	0,760	0,770	0,778	0,810
1 - X -	135,345	135,837	136,465	148,859	158,583
1 - Y -	0,846	0,847	0,849	0,882	0,905
1 - X -	161,881	166,084	174,903	181,821	187,925
1 - Y -	0,913	0,922	0,942	0,956	0,968
1 - X -	195,704	200,946	205,060	213,968	225,323
1 - Y -	0,982	0,992	0,999	1,014	1,031
1 - X -	226,990	228,298	240,012	251,536	253,034
1 - Y -	1,033	1,035	1,050	1,064	1,065
1 - X -	254,942	266,056	274,775	279,077	284,562
1 - Y -	1,067	1,079	1,086	1,090	1,093
1 - X -	292,099	298,013	305,121	314,181	318,143
1 - Y -	1,099	1,102	1,106	1,110	1,112
1 - X -	321,251	331,165	343,800	344,186	344,490
1 - Y -	1,113	1,116	1,118	1,118	1,118
1 - X -	357,208	367,728	370,230	373,419	383,252
1 - Y -	1,118	1,117	1,116	1,116	1,113
1 - X -	390,966	396,274	403,039	409,296	414,204
1 - Y -	1,109	1,107	1,104	1,101	1,098
1 - X -	422,317	432,658	435,339	437,443	448,361

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - Y -	1,092	1,084	1,082	1,080	1,069
1 - X -	460,681	461,383	462,277	474,405	483,919
1 - Y -	1,056	1,055	1,054	1,041	1,029
1 - X -	487,427	491,897	500,448	505,074	523,403
1 - Y -	1,025	1,019	1,007	1,001	0,975
1 - X -	551,038	553,787	570,811	575,036	585,817
1 - Y -	0,923	0,918	0,884	0,875	0,850
1 - X -	617,309	642,016	651,999		
1 - Y -	0,779	0,705	0,675		
2 - X -	0,000	2,949	3,586	4,398	7,926
2 - Y -	-2,199	-2,255	-2,267	-2,277	-2,347
2 - X -	10,695	12,267	14,271	16,608	18,441
2 - Y -	-2,433	-2,476	-2,509	-2,552	-2,575
2 - X -	20,948	24,144	25,289	26,187	29,630
2 - Y -	-2,602	-2,627	-2,636	-2,642	-2,661
2 - X -	33,933	33,970	34,017	38,311	39,579
2 - Y -	-2,678	-2,679	-2,679	-2,688	-2,690
2 - X -	39,953	41,886	42,651	43,890	46,992
2 - Y -	-2,691	-2,691	-2,691	-2,690	-2,685
2 - X -	49,425	51,333	53,763	55,673	59,093
2 - Y -	-2,674	-2,666	-2,642	-2,623	-2,528
2 - X -	65,377	70,728	77,226	83,750	88,868
2 - Y -	-2,357	-2,209	-2,110	-2,006	-1,949
2 - X -	96,772	106,846	109,794	112,107	122,816
2 - Y -	-1,862	-1,777	-1,750	-1,733	-1,654
2 - X -	135,345	135,837	136,465	148,859	158,583
2 - Y -	-1,576	-1,573	-1,569	-1,499	-1,451
2 - X -	161,881	166,084	174,903	181,821	187,925
2 - Y -	-1,434	-1,416	-1,376	-1,348	-1,324
2 - X -	195,704	200,946	205,060	213,968	225,323
2 - Y -	-1,296	-1,276	-1,263	-1,234	-1,199
2 - X -	226,990	228,298	240,012	251,536	253,034
2 - Y -	-1,194	-1,191	-1,159	-1,130	-1,126
2 - X -	254,942	266,056	274,775	279,077	284,562
2 - Y -	-1,122	-1,096	-1,078	-1,069	-1,058
2 - X -	292,099	298,013	305,121	314,181	318,143
2 - Y -	-1,043	-1,031	-1,018	-1,001	-0,994
2 - X -	321,251	331,165	343,800	344,186	344,490
2 - Y -	-0,988	-0,971	-0,949	-0,948	-0,947
2 - X -	357,208	367,728	370,230	373,419	383,252
2 - Y -	-0,926	-0,907	-0,903	-0,898	-0,881
2 - X -	390,966	396,274	403,039	409,296	414,204
2 - Y -	-0,867	-0,858	-0,845	-0,833	-0,824
2 - X -	422,317	432,658	435,339	437,443	448,361
2 - Y -	-0,808	-0,787	-0,781	-0,777	-0,755
2 - X -	460,681	461,383	462,277	474,405	483,919
2 - Y -	-0,727	-0,726	-0,724	-0,696	-0,672
2 - X -	487,427	491,897	500,448	505,074	523,403
2 - Y -	-0,663	-0,651	-0,630	-0,618	-0,567
2 - X -	551,038	553,787	570,811	575,036	585,817
2 - Y -	-0,486	-0,477	-0,426	-0,410	-0,370
2 - X -	617,309	642,016	651,999		
2 - Y -	-0,272	-0,198	-0,162		

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman

- Loads:	None
End of consolidation:	420,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

## 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
9	Zand los	1	1
8	Klei siltig	1	1
7	Zand	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Zand	1	1
4	Zand kleilig	1	1
3	Zand	1	1
2	Klei	1	1
1	Zand los	1	1

## 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
9	Yes	17,00	19,00
8	No	16,00	16,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	16,00
5	Yes	18,00	20,00
4	Yes	17,00	19,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	16,00
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
9	-
8	1,00E-07
7	-
6	1,00E-07
5	-
4	-
3	-
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
9	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
8	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
7	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
6	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	8,00E+01	2,40E+02
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	2,40E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,20E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	8,00E+02	1,00E+09

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: Water load

Phreatic line                    1  
Time [days]                    0

Layer number	PL-line top	PL-line bottom
9	2	2
8	2	2
7	2	2
6	2	2
5	2	2
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
6 - 10	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
11 - 15	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
16 - 20	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
21 - 25	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
26 - 30	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000
31 - 35	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000
36 - 40	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000
41 - 45	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000
46 - 50	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000
51 - 55	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000
56 - 60	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000
61 - 65	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000
66 - 70	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000
71 - 75	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000
76 - 80	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000
81 - 85	400,000	450,000	500,000	550,000	600,000
86	650,000				



### 3 Settlements

#### 3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	0,00	5,85	0,017
2	5,00	0,00	5,85	0,018
3	10,00	0,00	5,85	0,019
4	15,00	0,00	5,85	0,019
5	20,00	0,00	5,85	0,020
6	25,00	0,00	5,85	0,020
7	30,00	0,00	5,85	0,021
8	35,00	0,00	5,85	0,021
9	40,00	0,00	5,85	0,021
10	45,00	0,00	5,85	0,022
11	50,00	0,00	5,85	0,022
12	55,00	0,00	5,85	0,022
13	60,00	0,00	5,85	0,021
14	65,00	0,00	5,85	0,021
15	70,00	0,00	5,85	0,020
16	75,00	0,00	5,85	0,020
17	80,00	0,00	5,85	0,020
18	85,00	0,00	5,85	0,019
19	90,00	0,00	5,85	0,019
20	95,00	0,00	5,85	0,019
21	100,00	0,00	5,85	0,019
22	105,00	0,00	5,85	0,018
23	110,00	0,00	5,85	0,018
24	115,00	0,00	5,85	0,018
25	120,00	0,00	5,85	0,018
26	125,00	0,00	5,85	0,018
27	130,00	0,00	5,85	0,018
28	135,00	0,00	5,85	0,017
29	140,00	0,00	5,85	0,017
30	145,00	0,00	5,85	0,017
31	150,00	0,00	5,85	0,017
32	155,00	0,00	5,85	0,017
33	160,00	0,00	5,85	0,017
34	165,00	0,00	5,85	0,017
35	170,00	0,00	5,85	0,017
36	175,00	0,00	5,85	0,017
37	180,00	0,00	5,85	0,016
38	185,00	0,00	5,85	0,016
39	190,00	0,00	5,85	0,016
40	195,00	0,00	5,85	0,016
41	200,00	0,00	5,85	0,016
42	205,00	0,00	5,85	0,016
43	210,00	0,00	5,85	0,016
44	215,00	0,00	5,85	0,016
45	220,00	0,00	5,85	0,016
46	225,00	0,00	5,85	0,016
47	230,00	0,00	5,85	0,016
48	235,00	0,00	5,85	0,016
49	240,00	0,00	5,85	0,016
50	245,00	0,00	5,85	0,016
51	250,00	0,00	5,85	0,015
52	255,00	0,00	5,85	0,015
53	260,00	0,00	5,85	0,015
54	265,00	0,00	5,85	0,015
55	270,00	0,00	5,85	0,015
56	275,00	0,00	5,85	0,015
57	280,00	0,00	5,85	0,015
58	285,00	0,00	5,85	0,015

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
59	290,00	0,00	5,85	0,015
60	295,00	0,00	5,85	0,015
61	300,00	0,00	5,85	0,015
62	305,00	0,00	5,85	0,015
63	310,00	0,00	5,85	0,015
64	315,00	0,00	5,85	0,015
65	320,00	0,00	5,85	0,015
66	325,00	0,00	5,85	0,015
67	330,00	0,00	5,85	0,014
68	335,00	0,00	5,85	0,014
69	340,00	0,00	5,85	0,014
70	345,00	0,00	5,85	0,014
71	350,00	0,00	5,85	0,014
72	355,00	0,00	5,85	0,014
73	360,00	0,00	5,85	0,014
74	365,00	0,00	5,85	0,014
75	370,00	0,00	5,85	0,014
76	375,00	0,00	5,85	0,014
77	380,00	0,00	5,85	0,014
78	385,00	0,00	5,85	0,013
79	390,00	0,00	5,85	0,013
80	395,00	0,00	5,85	0,013
81	400,00	0,00	5,85	0,013
82	450,00	0,00	5,85	0,012
83	500,00	0,00	5,85	0,010
84	550,00	0,00	5,85	0,007
85	600,00	0,00	5,85	0,004
86	650,00	0,00	5,85	0,003

### 3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,013	78,907	0,004
	180	0,016	92,837	0,001
	365	0,017	98,843	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
2	30	0,014	78,824	0,004
	180	0,016	92,785	0,001
	365	0,017	98,835	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
3	30	0,015	78,689	0,004
	180	0,017	92,704	0,001
	365	0,018	98,822	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
4	30	0,015	78,560	0,004
	180	0,018	92,627	0,001
	365	0,019	98,810	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
5	30	0,016	78,489	0,004
	180	0,018	92,584	0,001
	365	0,020	98,803	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
6	30	0,016	78,456	0,004
	180	0,019	92,563	0,002
	365	0,020	98,800	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
7	30	0,016	78,441	0,004
	180	0,019	92,553	0,002
	365	0,021	98,798	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
8	30	0,017	78,441	0,005
	180	0,020	92,551	0,002
	365	0,021	98,798	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,021	100,000	0,000
9	30	0,017	78,450	0,005
	180	0,020	92,555	0,002
	365	0,021	98,799	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
10	30	0,017	78,474	0,005
	180	0,020	92,567	0,002
	365	0,021	98,801	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
11	30	0,017	78,513	0,005
	180	0,020	92,588	0,002
	365	0,022	98,804	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
12	30	0,017	78,583	0,005
	180	0,020	92,627	0,002
	365	0,022	98,810	0,000
	420	0,022	100,000	0,000
13	30	0,017	78,756	0,005
	180	0,020	92,726	0,002
	365	0,021	98,826	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
14	30	0,016	78,933	0,004
	180	0,019	92,828	0,001
	365	0,021	98,842	0,000
	420	0,021	100,000	0,000
15	30	0,016	79,092	0,004
	180	0,019	92,920	0,001
	365	0,020	98,856	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
16	30	0,016	79,184	0,004
	180	0,019	92,972	0,001
	365	0,020	98,864	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
17	30	0,016	79,261	0,004
	180	0,018	93,016	0,001
	365	0,019	98,871	0,000
	420	0,020	100,000	0,000
18	30	0,015	79,327	0,004
	180	0,018	93,054	0,001
	365	0,019	98,877	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
19	30	0,015	79,374	0,004
	180	0,018	93,079	0,001
	365	0,019	98,880	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
20	30	0,015	79,416	0,004
	180	0,017	93,103	0,001
	365	0,019	98,884	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
21	30	0,015	79,449	0,004
	180	0,017	93,122	0,001
	365	0,018	98,887	0,000
	420	0,019	100,000	0,000
22	30	0,015	79,478	0,004
	180	0,017	93,137	0,001
	365	0,018	98,890	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
23	30	0,014	79,506	0,004
	180	0,017	93,152	0,001
	365	0,018	98,892	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
24	30	0,014	79,528	0,004
	180	0,017	93,164	0,001
	365	0,018	98,894	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,018	100,000	0,000
25	30	0,014	79,547	0,004
	180	0,017	93,174	0,001
	365	0,018	98,895	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
26	30	0,014	79,564	0,004
	180	0,017	93,181	0,001
	365	0,018	98,897	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
27	30	0,014	79,578	0,004
	180	0,016	93,188	0,001
	365	0,017	98,897	0,000
	420	0,018	100,000	0,000
28	30	0,014	79,590	0,004
	180	0,016	93,195	0,001
	365	0,017	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
29	30	0,014	79,599	0,004
	180	0,016	93,198	0,001
	365	0,017	98,899	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
30	30	0,014	79,608	0,004
	180	0,016	93,203	0,001
	365	0,017	98,900	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
31	30	0,014	79,615	0,003
	180	0,016	93,205	0,001
	365	0,017	98,901	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
32	30	0,014	79,620	0,003
	180	0,016	93,207	0,001
	365	0,017	98,901	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
33	30	0,013	79,626	0,003
	180	0,016	93,209	0,001
	365	0,017	98,901	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
34	30	0,013	79,631	0,003
	180	0,016	93,212	0,001
	365	0,017	98,901	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
35	30	0,013	79,636	0,003
	180	0,016	93,213	0,001
	365	0,016	98,901	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
36	30	0,013	79,642	0,003
	180	0,015	93,215	0,001
	365	0,016	98,902	0,000
	420	0,017	100,000	0,000
37	30	0,013	79,646	0,003
	180	0,015	93,217	0,001
	365	0,016	98,902	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
38	30	0,013	79,651	0,003
	180	0,015	93,219	0,001
	365	0,016	98,903	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
39	30	0,013	79,656	0,003
	180	0,015	93,221	0,001
	365	0,016	98,903	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
40	30	0,013	79,660	0,003
	180	0,015	93,222	0,001
	365	0,016	98,903	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,016	100,000	0,000
41	30	0,013	79,664	0,003
	180	0,015	93,224	0,001
	365	0,016	98,903	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
42	30	0,013	79,668	0,003
	180	0,015	93,226	0,001
	365	0,016	98,904	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
43	30	0,013	79,671	0,003
	180	0,015	93,226	0,001
	365	0,016	98,904	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
44	30	0,013	79,675	0,003
	180	0,015	93,228	0,001
	365	0,016	98,904	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
45	30	0,013	79,678	0,003
	180	0,015	93,230	0,001
	365	0,016	98,904	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
46	30	0,013	79,681	0,003
	180	0,015	93,230	0,001
	365	0,016	98,904	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
47	30	0,013	79,684	0,003
	180	0,015	93,232	0,001
	365	0,016	98,905	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
48	30	0,012	79,687	0,003
	180	0,015	93,233	0,001
	365	0,015	98,905	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
49	30	0,012	79,690	0,003
	180	0,015	93,233	0,001
	365	0,015	98,905	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
50	30	0,012	79,692	0,003
	180	0,014	93,235	0,001
	365	0,015	98,905	0,000
	420	0,016	100,000	0,000
51	30	0,012	79,695	0,003
	180	0,014	93,236	0,001
	365	0,015	98,905	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
52	30	0,012	79,696	0,003
	180	0,014	93,236	0,001
	365	0,015	98,905	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
53	30	0,012	79,698	0,003
	180	0,014	93,237	0,001
	365	0,015	98,905	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
54	30	0,012	79,701	0,003
	180	0,014	93,238	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
55	30	0,012	79,702	0,003
	180	0,014	93,238	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
56	30	0,012	79,703	0,003
	180	0,014	93,239	0,001
	365	0,015	98,906	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,015	100,000	0,000
57	30	0,012	79,705	0,003
	180	0,014	93,240	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
58	30	0,012	79,705	0,003
	180	0,014	93,239	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
59	30	0,012	79,707	0,003
	180	0,014	93,240	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
60	30	0,012	79,708	0,003
	180	0,014	93,241	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
61	30	0,012	79,708	0,003
	180	0,014	93,241	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
62	30	0,012	79,708	0,003
	180	0,014	93,240	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
63	30	0,012	79,708	0,003
	180	0,014	93,241	0,001
	365	0,015	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
64	30	0,012	79,708	0,003
	180	0,014	93,241	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
65	30	0,012	79,709	0,003
	180	0,014	93,241	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
66	30	0,012	79,708	0,003
	180	0,014	93,241	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,015	100,000	0,000
67	30	0,012	79,708	0,003
	180	0,013	93,240	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
68	30	0,011	79,707	0,003
	180	0,013	93,240	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
69	30	0,011	79,706	0,003
	180	0,013	93,239	0,001
	365	0,014	98,906	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
70	30	0,011	79,705	0,003
	180	0,013	93,239	0,001
	365	0,014	98,905	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
71	30	0,011	79,703	0,003
	180	0,013	93,238	0,001
	365	0,014	98,905	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
72	30	0,011	79,702	0,003
	180	0,013	93,238	0,001
	365	0,014	98,905	0,000

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	420	0,014	100,000	0,000
73	30	0,011	79,700	0,003
	180	0,013	93,237	0,001
	365	0,014	98,905	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
74	30	0,011	79,698	0,003
	180	0,013	93,236	0,001
	365	0,014	98,905	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
75	30	0,011	79,695	0,003
	180	0,013	93,235	0,001
	365	0,014	98,905	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
76	30	0,011	79,693	0,003
	180	0,013	93,234	0,001
	365	0,013	98,905	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
77	30	0,011	79,690	0,003
	180	0,013	93,232	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,014	100,000	0,000
78	30	0,011	79,686	0,003
	180	0,013	93,231	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
79	30	0,011	79,682	0,003
	180	0,012	93,229	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
80	30	0,011	79,679	0,003
	180	0,012	93,228	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
81	30	0,010	79,675	0,003
	180	0,012	93,226	0,001
	365	0,013	98,904	0,000
	420	0,013	100,000	0,000
82	30	0,009	79,611	0,002
	180	0,011	93,200	0,001
	365	0,011	98,899	0,000
	420	0,012	100,000	0,000
83	30	0,008	79,483	0,002
	180	0,009	93,147	0,001
	365	0,010	98,891	0,000
	420	0,010	100,000	0,000
84	30	0,006	79,212	0,002
	180	0,007	93,036	0,001
	365	0,007	98,873	0,000
	420	0,007	100,000	0,000
85	30	0,003	78,481	0,001
	180	0,004	92,733	0,000
	365	0,004	98,825	0,000
	420	0,004	100,000	0,000
86	30	0,002	77,658	0,001
	180	0,002	92,390	0,000
	365	0,003	98,771	0,000
	420	0,003	100,000	0,000

## 4 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report