

Opdracht : 0063309
Plaats : Rockanje
Project : Project Noordelijke uitbreiding

Betreft : Oriënterend geotechnisch advies ten behoeve van
het project "Noordelijke uitbreiding"

te

ROCKANJE

Opdrachtgever : Grontmij Nederland B.V.
T.a.v. De heer H.J. Mebius
Postbus 190
2740 AD WADDINXVEEN

Behandeld door : ing. H.F.C. Weijde (020-7537984)
ing. L. A. Medema (010-5030200)
ir. H.W. Thijssen (010 50 30 239)

Kenmerk : R0063309-RH_2

Datum : 18 december 2009

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Kleidijk 35	Postbus	801	3160 AA Rhoon	tel. 010-5030200
Kanaaldijk N.O. 104a	Postbus	38	5700 AA Helmond	tel. 0492-535455
Kalanderstraat 10a	Postbus	153	7460 AD Rijssen	tel. 0548-512363
Gyroscoopweg 120			1042 AZ Amsterdam	tel. 020-7537984
Ds Martin Luther Kingweg 150			district Wanica Suriname	tel. +597-488188

Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING	4
2. PROJECTBESCHRIJVING	4
3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS	5
3.1 Uitgevoerd grondonderzoek	5
3.2 Waterkwaliteit.....	5
3.3 Geotechnisch profiel.....	7
3.4 Grondwaterstanden en stijghoogten.....	7
4. FUNDERINGSADVIES	11
4.1 Keuze funderingstype	11
4.2 Paalpuntniveaus en maximale puntweerstand.....	11
4.3 Negatieve kleef en maximale paalschachtwrijving.....	13
4.4 Rekenwaarden netto paaldrukdraagkracht.....	13
4.5 Paalkopzakkingen	14
4.6 Uitvoering.....	14
5. STABILITEITSBEREKENING TALUD	15
5.1 Algemeen.....	15
5.2 Grondprofiel	15
5.3 Resultaten stabiliteitsberekening	16
6. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE ONTGRAVING.....	17
7. KWEL.....	20
7.1 Hoeveelheid kwel huidige situatie	20
7.2 Verandering in kwel.....	21
7.3 Zoete en zoute kwel	22
8. LOZINGSEISEN OMLIGGEND OPPERVLAKTEWATER	23

Opdracht : 0063309
Plaats : Rockanje
Project : Project Noordelijke uitbreiding

- Bijlage A Grondonderzoek
- Bijlage B Analyseresultaten grondwatermonsters
- Bijlage C Peilbuizen TNO Bouw en Ondergrond
- Bijlage D Berekeningsvoorbeelden paal*druk*draagkracht
- Bijlage E Stabiliteitscirkels volgens Bishop
- Bijlage F Algemene uitvoeringsrichtlijn heiwerkzaamheden



1. INLEIDING

In opdracht van Grontmij Nederland B.V. is door Mos Grondmechanica B.V. een grondonderzoek uitgevoerd en is op basis daarvan een oriënterend geotechnisch advies opgesteld ten behoeve van het project "Noordelijke uitbreiding" te Rockanje. De werkzaamheden in dit project bestaan voornamelijk uit de nieuwbouw van woningen en de aanleg van waterpartijen.

Dit rapport bevat zowel het uitgevoerde grondonderzoek, het geotechnisch advies voor het bovengenoemde nieuwbouw project en een beschouwing van de stabiliteit van de taluds en de verticale stabiliteit voor twee verschillende ontgravingniveaus.

Tevens zijn in dit rapport de analyses van de genomen grondwatermonsters opgenomen.

2. PROJECTBESCHRIJVING

Het project betreft de bouw van woningen en waterpartijen ten behoeve van het project "Noordelijke uitbreiding" te Rockanje.

Ten behoeve van dit project is een situatietekening van het te onderzoeken plangebied van de gemeente Westvoorne verstrekt, ref. d.d. 25 mei 2009.

Uit deze tekening en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

Het toekomstige maaiveldniveau ten opzichte van NAP is in dit stadium nog niet exact bekend. Door raadpleging van het Actueel Hoogtebestand Nederland blijkt dat er niet veel verschil is tussen het huidige maaiveldniveau en het toekomstige maaiveldniveau van het te bebouwen gebied.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat waarschijnlijk niet hoger wordt gebouwd dan 2 bouwlagen. Uitgaande van deze informatie wordt een maximale paalbelasting (rekenwaarde) van 400 à 600 kN aangehouden.

Voor de kwel- en stabiliteitsanalyse is door de opdrachtgever aangegeven dat moet worden uitgegaan van tijdelijke ontgravingen tot NAP -3,0 m ter plaatse van de bebouwing en tot maximaal NAP -2,0 m voor de waterpartijen. Verder heeft de gemeente aangegeven dat kan worden uitgegaan van een waterpeil in het gebied van NAP -0,75 m.

De fundering is op basis van bovenstaande projectgegevens ingedeeld in geotechnische categorie 2.

3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Op 7 tot met 9 en 12, 14 en 15 oktober 2009 zijn door Mos Grondmechanica 23 sonderingen uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -33,1 m à maaiveld -37,0 m (maximaal NAP -36,93 m). Naast de conusweerstand (q_c) is de plaatselijke wrijving (f_s) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. Voor de sondeergrafieken wordt verwezen naar bijlage A.

Tevens zijn ter plaatse van de sonderingen 3, 13, 16 en 21 peilbuizen geplaatst met het filter op 3 niveaus, namelijk in het freatische pakket (hoog), onder het relevante evenwichtsniveau in de deklaag (midden) en in het eerste watervoerende pakket (diep).

De sonderingen zijn voorgeboord in verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen.

De sondeerlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. Na plaatsing peilbuizen is de hoogte van de peilbuizen gewaterpast.

3.2 Waterkwaliteit

Uit de geplaatste peilbuizen zijn op 29 oktober 2009 grondwatermonsters genomen. Het bleek bij de freatische peilbuizen moeilijk om representatieve grondwatermonsters te nemen doordat de peilbuizen werden drooggepompt. Uit peilbuis 13-hoog en 16-hoog zijn uiteindelijk geen geschikte grondwatermonsters verkregen. De grondwatermonsters zijn door Alcontrol BV te Hoogvliet, ingeschreven in het Sterlab-register voor laboratoria onder no. L028, geanalyseerd op het standaard pakket voor water en een aantal lozingsparameters. De analyserapporten (certificaatnummer 11497276 en 11497194) zijn in bijlage B opgenomen. De analyseresultaten van de lozingsparameters zijn tevens in tabel 3-1 opgenomen.

De analyseresultaten van het standaard pakket voor water zijn getoetst aan de Wet Bodembescherming (Wbb). Het toetsingsresultaat is eveneens in bijlage B opgenomen. Uit de toetsing blijkt dat ter plaatse van peilbuis 21 (hoog en midden) en 3 (hoog en midden) de parameters lood en nikkel en ter plaatse van peilbuis 21-hoog tevens de parameter 'totaal olie C10 - C40' het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde overschrijden maar kleiner zijn dan de interventiewaarde. Verder is van een aantal andere parameters het gehalte groter dan de streefwaarde.

Tabel 3-1: Analyseresultaten lozingsparameters

parameter	peilbuis 21-midden	peilbuis 16-diepe	peilbuis 16-midden	peilbuis 21-hoog	peilbuis 3-hoog	peilbuis 3-midden	peilbuis 13-midden	eenheid
Onopgeloste bestanddelen	20	25	870	<10	20	34	21	mg/l
pH	7,1	7,5	7,9	7,2	7,8	7,3	7,6	-
meettemperatuur pH	19,7	19,9	20,0	19,9	19,8	19,8	19,7	°C
EC (gecorrigeerd voor 25°C)	31000	3100	5100	29000	22000	17000	4700	µS/cm
Zuurstof (O ₂)	<0,5	1,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	mg O ₂ /l
Arseen (As)	<50	<10	<10	<100	<50	<50	<10	µg/l
Aluminium (Al) (na ontsluiting)	1,10	0,086	0,095	<0,500	<0,250	<0,250	0,160	mg/l
IJzer (Fe) (na ontsluiting)	1,00	1,60	0,190	0,800	0,290	0,260	0,400	mg/l
Opgelost fosfaat (PO ₄ -P)	0,9	2,5	1,5	3,2	0,5	0,8	2,5	mg P/l
Ammonium (NH ₄ -N)	23	9,7	3,8	9,3	21	9,5	27	mg N/l
Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV) ⁽¹⁾	103	4,6	17	5,2	258	97	7,8	mg O ₂ /l
Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV)	270	25	87	88	585	260	82	mg O ₂ /l
Chloride	13000	810	1300	9900	8900	5800	1000	mg/l
Nitrat (NO ₃ -N)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	mg N/l
Nitriet (NO ₂ -N)	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	mg N/l
Stikstof Kjeldahl (N-Kj)	22	10	4,8	12	26	12	6,2	mg/l
Sulfaat (SO ₄ -S)	247	<1,7	16,7	294	5,7	70,1	<1,7	mg S/l

⁽¹⁾ Biologisch Zuurstof Verbruik na 5 dagen

Bij het resultaat van de analyses van het grondwatermonster wordt opgemerkt dat het gehalte onopgeloste bestanddelen in het grondwatermonster uit de peilbuis niet representatief is voor het gehalte onopgeloste bestanddelen tijdens de bemaling. Dit gehalte is namelijk zeer afhankelijk van het bemalingssysteem en van de wijze (kwaliteit) waarop het bemalingssysteem is geplaatst.

In het algemeen is de concentratie van zuurstof in het grondwater te laag om direct op het oppervlakte water te mogen lozen. Het water kan worden belucht door middel van een beluchtingskist of door middel van het installeren van het lozingswerk boven het ontvangend oppervlaktewater, waarbij het lozingswerk voorzien is van een sproeistuk.

Voor een toetsing van de overige parameters aan de lozingseisen, wordt geadviseerd om de analysecertificaten aan de waterkwaliteitsbeheerder voor te leggen (waterschap Hollandse Delta). In hoofdstuk 8 zijn de randvoorwaarden van het Waterschap aangegeven.

3.3 Geotechnisch profiel

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties varieert van NAP +0,39 m tot NAP -1,05 m.

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

- Vanaf maaiveld tot NAP -1,1 m à NAP -1,5 m zijn bij de sonderingen 3, 7 en 11 geen conusweerstand gemeten als gevolg van het voorboren in verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen.
- Vanaf maaiveld tot NAP -3,0 m à NAP -9,1 m is een slap pakket aanwezig dat voornamelijk uit klei bestaat. Lokaal is in het pakket humeus materiaal aanwezig. De toplaag is zandiger. In de laag zijn conusweerstand gemeten die variëren van 0,2 tot 2 MPa in de (humeuze) klei en of veen tot 2 à 8,5 MPa in de zandige toplaag of lokaal aanwezige zandlenzen.
- Hieronder tot aan NAP -18,5 m à NAP -23,0 m zijn zeer grote verschillen aangetroffen in het bodemprofiel. In het algemeen bestaat deze laag uit zand dat op diverse diepten wordt doorsneden door kleilagen. Ter plaatse van de sonderingen 4, 5, 11 en 12 bestaat deze laag volledig uit zand.
- Vanaf NAP -18,5 m à NAP -24,7 m tot NAP -19,2 m à NAP -26,4 m is een kleilaag aangetroffen, waarin conusweerstand zijn gemeten 0,5 à 1,5 MPa. In lokaal aanwezige zandlenzen loopt de conusweerstand op tot 2 à 17 MPa.
- Hieronder tot aan de maximaal verkende diepte van NAP -36,39 m is een draagkrachtig zandpakket aangetroffen, waarin conusweerstand zijn gemeten zijn gemeten van 2 tot 30 MPa en hoger. Terugvallen in de conusweerstand tot 1 à 2 MPa worden veroorzaakt door dunne kleilagen.

Geohydrologisch behoren de lagen van maaiveld tot een diepte van circa NAP -20 à -22 m tot de deklaag. Uit de sonderingen blijkt dat de samenstelling van de deklaag over het gebied varieert. Binnen de deklaag zijn in het algemeen zandige (watervoerende) lagen aanwezig.

Vanaf een niveau van NAP -20 à -22 m wordt het regionaal aanwezige eerste watervoerende pakket aangetroffen.

3.4 Grondwaterstanden en stijghoogten

Ter plaatse van de sonderingen 3, 13, 16 en 21 zijn peilbuizen geplaatst met de filters afgesteld op verschillende diepten. Ter plaatse van alle vier locaties zijn de freatische grondwaterstand (hoog) en de stijghoogte onder het evenwichtsniveau (midden) gemeten dat van belang is voor de opbarstberekeningen. Ter plaatse van peilbuis 16 is tevens de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket (diep) gemeten.

De metingen zijn op 28 oktober 2009 uitgevoerd, circa twee weken na plaatsing van de peilbuizen.

In tabel 3-2 zijn de peilbuisgegevens en de metingen van 28 oktober 2009 opgenomen.

Uit de grondwaterkaart van Nederland (TNO Bouw en Ondergrond; 1984) is af te leiden dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket op 28 augustus 1978 NAP +0,2 à +0,3 m (oplopend

richting het westen) bedroeg. In de grondwaterkaart zijn geen gegevens over de freatische grondwaterstand opgenomen, wel zijn de polderpeilen vermeld.

Tabel 3-2: Gemeten grondwaterstanden en stijghoogten

peilbuisgegevens										
	nummer peilbuis									
	3-hoog	3-midden	13-hoog	13-midden	16-hoog	16-midden	16-diep	21-hoog	21-midden	
	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	
maaiveld	+0.12	+0.12	+0.31	+0.26	-0.14	-0.14	-0.10	-1.05	-1.14	
bovenkant peilbuis	+0.05	+0.04	+1.36	+1.50	-0.17	-0.15	-0.11	+0.01	-0.14	
diepte filter	van	-1.89	-9.89	-0.75	-8.75	-2.09	-10.09	-22.09	-2.06	-10.06
	tot	-2.89	-10.89	-1.75	-9.75	-3.09	-11.09	-23.09	-3.06	-11.06

grondwaterstanden en stijghoogten									
datum	nummer peilbuis								
	3-hoog	3-midden	13-hoog	13-midden	16-hoog	16-midden	16-diep ¹⁾	21-hoog	21-midden
	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]
28-10-2009	-0.66	-0.54	-1.31	-0.17	-1.00	-0.62	+0.02	-1.51	-1.24

¹⁾Peilbuis 1,0 m opgelengd tijdens meting

Uit het grondwaterarchief van TNO Bouw en Ondergrond zijn de gegevens van peilbuizen in de omgeving van het project opgevraagd. Van enkele relevante peilbuizen zijn in het grondwaterarchief gegevens aanwezig. De locaties van de peilbuizen zijn in bijlage C op een topografische ondergrond aangegeven. Ook zijn in bijlage C de tijdstijghoogtelijnen van de peilbuizen opgenomen. In tabel 3-3 is een aantal kenmerken van de peilbuizen aangegeven. Tevens is in deze tabel een aantal statistische grootheden van de gemeten grondwaterstanden opgenomen.

Stijghoogte in het eerste watervoerend pakket

De metingen ter plaatse van peilbuis B37C0173 zijn vermoedelijk verkeerd in het archief geregistreerd. Van 1959 tot en met 1966 zijn geen metingen beschikbaar; nadat de metingen in 1967 weer gestart zijn, lijken de meetwaarden van filter 1 en filter 2 omgedraaid. De metingen zijn daarom aangepast in de tijdstijghoogtelijnen grafiek en tabel 3-3.

Het verschil tussen GHG en GLG bij alle *niet* freatische peilbuizen bedraagt 0,2 à 0,3 m.

De peilbuizen B37C0173_2 en B37C0324_3 zijn afgesteld in het eerste watervoerend pakket; voor deze peilbuizen is een GHG van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket afgeleid van NAP +0,1 m (in de periode 1952 tot 2001). De meting op de projectlocatie van 28 oktober 2009 bedraagt NAP +0,02 m, dus goed in overeenstemming met de peilbuizen van TNO. Opgemerkt wordt dat volgens het algemene beeld de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket richting het



westen oploopt. De GHG voor de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket voor de gehele projectlocatie wordt ingeschat op NAP +0,25 m.

Freatische grondwaterstand en stijghoogte onder evenwichtsniveau

Uit informatie van het waterschap Hollandse Delta blijkt dat het projectgedeelte ten westen van de Vleerdamsedijk in een polder met polderpeil NAP -0,75 m ligt en dat het oostelijk projectgedeelte in een polder ligt met een polderpeil van NAP -2,00 m. Peilbuis 21 ligt het gebied met polderpeil NAP -2,00 m.

Het verschil tussen GHG en GLG bij de hoge peilbuizen B37C0713_1 en B37C0753_1 bedraagt 0,7 à 0,9 m. De locatie van deze peilbuizen ligt echter op enige afstand ten westen van het project waardoor de gegevens mogelijk minder representatief voor de projectlocatie zijn.

De stijghoogte onder het evenwichtsniveau is op 28 oktober 2009 op de projectlocatie gemeten op NAP -0,17 m à NAP -1,24 m. De meting ter plaatse van peilbuis 21-midden (NAP -1,24 m) is daarbij duidelijk lager dan de andere drie metingen (NAP -0,17 à -0,62 m). Dit kan verklaard worden doordat deze peilbuis in een gebied met een lager polderpeil is geplaatst. Ter plaatse van peilbuis B37C0324_1 en B37C0324_2 is de stijghoogte onder het evenwichtsniveau gemeten van 1964 tot 2001. Vanaf 1989 is een duidelijke daling te zien, vanaf 1995 juist weer een duidelijke stijging. De oorzaak van deze daling en stijging is niet bekend. De stijghoogte is ter plaatse van deze peilbuis nooit hoger gemeten dan NAP -0,40 m.

Uit de peilingen blijkt dat op de locatie een duidelijke kwelsituatie voorkomt.

Met de beschikbare gegevens is geen duidelijke GHG voor de stijghoogte onder het evenwichtsniveau (zandlagen in de deklaag) in te schatten. Om meer inzicht te verkrijgen in de fluctuaties in de stijghoogten door het jaar heen, wordt geadviseerd om langdurig twee maal per maand (rond de 14^e en rond de 28^e) alle peilbuizen te peilen.

Tabel 3-3: *Statistische uitwerking van een aantal peilbuizen van TNO Bouw en Ondergrond in de omgeving van het project*

peilbuis	maaiveld [m + NAP]	filter		statistische eigenschappen			
		van [m + NAP]	tot [m + NAP]	HG [m + NAP]	GHG [m + NAP]	Gemiddelde [m + NAP]	GLG [m + NAP]
B37C0173_1	0,00	-1,95	-2,30	-0,03	-0,50	-0,64	-0,78
B37C0173_2	0,00	-25,22	-25,57	+0,32	+0,06	-0,02	-0,09
B37C0324_1	+0,01	-8,00	-9,00	-0,44	-0,75	-0,84	-0,94
B37C0324_2	+0,01	-11,40	-12,40	-0,46	-0,75	-0,84	-0,93
B37C0324_3	+0,01	-24,20	-25,20	+0,35	+0,07	-0,06	-0,17
B37C0713_1	+0,78	-1,17	-1,52	+0,69	+0,50	+0,20	-0,18
B37C0753_1	+4,18	+2,68	+2,18	+3,86	+3,26	+2,86	+2,34

- HG = hoogst gemeten grondwaterstand
- GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand
- GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand

Definitie gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):

Om de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te bepalen is een meetreeks noodzakelijk van ten minste acht hydrologische jaren, waarbij op of omstreeks de 14de en 28ste van iedere maand de grondwaterstand of stijghoogte is bepaald. Vervolgens wordt per hydrologisch jaar (van 1 april tot en met 31 maart) het rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden bepaald (HG3). De gemiddeld hoogste grondwaterstand is de

gemiddelde waarde van tenminste de HG3's van acht jaren. De bepaling van de gemiddeld laagste grondwaterstand gaat identiek, alleen voor de laagste grondwaterstanden.

Uit de definitie van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand valt af te leiden dat deze met een bepaalde frequentie worden over- en onderschreden. Dit betekent dat de GHG niet als absoluut maximum grondwaterstand kan worden gehanteerd. En de GLG kan niet worden gehanteerd als absoluut minimum grondwaterstand. Ook de hoogst gemeten grondwaterstand kan niet worden beschouwd als een absoluut maximum grondwaterstand. Het is namelijk niet waarschijnlijk dat juist een meting van de grondwaterstand plaatsvindt als de grondwaterstand op het hoogste niveau staat.

4. FUNDERINGSADVIES

4.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond is een fundering op geprefabriceerde betonpalen en/of Vibropalen met een schokkend getrokken heibuis een goede keuze, mits enige trillings- en geluidsoverlast in de directe omgeving toelaatbaar is.

De berekeningen van de maximale verticale draagkracht zijn uitgevoerd voor geprefabriceerde betonpalen en voor Vibropalen met een schokkend getrokken heibuis en zijn gebaseerd op de geotechnische normen NEN 6740 en NEN 6743-1.

Ter plaatse van de sondering 4, 5, 11 en 12 is het, gezien het grondprofiel mogelijk om, al dan niet met toepassing van een grondverbetering, de bebouwing op staal te funderen.

4.2 Paalpuntniveaus en maximale puntweerstand

In tabel 4-1 is per sondering het geadviseerde paalpuntniveau met de bijbehorende maximale puntweerstand ($p_{r,max;punt}$) aangegeven. De maximale puntweerstand zijn voor geprefabriceerde betonpalen en voor Vibropalen met een schokkend getrokken heibuis berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 1,0$; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta = s = 1,0$.

Tabel 4-1 Paalpuntniveaus en maximale puntweerstand ($p_{r,max;punt}$)

Sondering Nr.	Maaiveld [m tov NAP]	Geprefabriceerde betonpalen		Vibropalen	
		Paalpuntniveau [§] [m tov NAP]	$p_{r,max;punt}$ * [MPa]	Paalpuntniveau [m tov NAP]	$p_{r,max;punt}$ [@] [MPa]
1	-0,09	-21,5 (-27,0 ¹)	11,1 (12,5 ¹)	-21,5	11,1
2	0,00	-21,5 (-27,0 ¹ /-29,5 ²)	10,8 (11,1 ¹ /5,5 ²)	-21,5 (-27,0/-29,5)	10,7 (11,1/5,5)
3	+0,11	-29,5 ²	7,8 ²	-29,5	7,9
4	+0,01	-21,5 [§] (-24,0/-27,0 ¹)	12,0 (14,6/7,8 ¹)	-21,5 (-24,0/-27,0)	12,0 (14,6/8,0)
5	+0,07	-27,0 ^{§1}	9,7 ¹	-27,0	9,7
6	-0,19	-23,0 (-24,0/ -27,0 ¹ /-29,5 ²)	7,9 (7,4/ 15,0 ¹ /9,8 ²)	-23,0 (-24,0/ -27,0/-29,5)	7,9(7,5/ 15,0/9,8)
7	-0,22	-24,0 (-29,5 ²)	9,3 (15,0 ²)	-24,0 (-29,5)	9,3 (15,0)
8	+0,39	-21,5 [#] (-23,0/-24,0)	6,6 (2,4/2,0)	-21,5 [#] (-23,0/-24,0)	6,2 (2,4/2,0)
9	-0,25	-24,0	6,9	-24,0	7,0
10	-0,30	-23,0 (-24,0)	12,6 (10,6)	-23,0 (-24,0)	12,7 (10,6)

Sondering Nr.	Maaiveld [m tov NAP]	Geprefabriceerde betonpalen		Vibropalen	
		Paalpuntniveau [§] [m tov NAP]	$p_{r,max,punt}^*$ [MPa]	Paalpuntniveau [m tov NAP]	$p_{r,max,punt}^{\textcircled{a}}$ [MPa]
11	-0,13	-23,0 [§] (-24,0)	10,6 (12,7)	-23,0 (-24,0)	10,7 (12,9)
12	-1,06	-24,0 [§]	12,3	-24,0	12,3
13	+0,25	-23,0	5,2	-23,0	5,2
14	-0,06	-23,0	11,5	-23,0	11,4
15	-0,07	-23,0	13,5	-23,0	13,6
16	-0,09	-23,0	12,8	-23,0	12,8
17	-0,07	-23,5 (-24,0)	9,4 (11,2)	-23,5 (-24,0)	9,1 (10,7)
18	-0,20	-23,5 (-24,0)	11,7 (14,0)	-23,5 (-24,0)	11,8 (14,1)
19	-0,33	-23,0 (-23,5/-24,0)	10,3 (10,2/15,0)	-23,0 (-23,5/-24,0)	10,3 (10,2/15,0)
20	-0,02	-23,0 (-23,5)	7,0 (7,8)	-23,0 (-23,5)	7,0 (7,8)
21	-1,06	-23,5	7,0	-23,5	7,1
22	-0,61	-23,0 (-23,5/-24,0)	9,9 (10,1/15,0)	-23,0 (-23,5/-24,0)	10,0 (10,2/15,0)
23	-0,07	-24,0	6,7	-24,0	6,7

() De tussen haakjes vermelde paalpuntniveaus dienen om overgangen in paalpuntniveaus mogelijk te maken;

* De vermelde waarden van de maximale puntweerstand $p_{r,max,punt}$ gelden voor een paalpuntafmeting $\square 290 \times 290 \text{ mm}^2$;

¹ De vermelde waarden van de maximale puntweerstand $p_{r,max,punt}$ gelden voor een paalpuntafmeting $\square 320 \times 320 \text{ mm}^2$;

² De vermelde waarden van de maximale puntweerstand $p_{r,max,punt}$ gelden voor een paalpuntafmeting $\square 350 \times 350 \text{ mm}^2$;

[Ⓐ] De vermelde waarden van de maximale puntweerstand $p_{r,max,punt}$ gelden voor een paalafmeting $\text{Ø } 273/320 \text{ mm}$;

Beslist niet dieper heien, in verband met snel afnemende puntweerstand c.q. paal**dr**ukdraagkracht !;

[§] Af te stemmen met palenleverancier in verband met slankheid van de paal.

[§] Een eventueel hoger paalpuntniveau is mogelijk na uitvoering van aanvullend grondonderzoek



4.3 Negatieve kleef en maximale paalschachtwrijving

In de toekomst kunnen zettingen optreden in de samendrukbare lagen van de ondergrond. Deze zettingen leiden tot negatieve kleef langs de funderingspalen. Voor de berekening van de negatieve kleef is de grondwaterstand aangenomen op een niveau van NAP -2,0 m. De negatieve kleef is vanaf maaiveld tot NAP -2,0 m à NAP -13,1 m in rekening gebracht. De grootte van de representatieve waarde van de negatieve kleef bedraagt 10 à 110 kN/m paalomtrek.

De maximale paalschachtwrijving is met de procentenmethode berekend vanaf de bovenkant van de draagkrachtige zandlagen tot het geadviseerde paalpuntniveau. Hierbij is een factor gehanteerd van $\alpha_s = 0,010$ voor geprefabriceerde betonpalen en $\alpha_s = 0,014$ voor Vibropalen met een schokkend getrokken heibuis. De grootte van de maximale paalschachtwrijving bedraagt op een niveau van NAP -21,5 m à NAP -29,5 m 540 à 3.850 kN/m paalomtrek voor de geprefabriceerde betonpalen en 380 à 2.755 kN/m paalomtrek voor Vibropalen met een schokkend getrokken heibuis.

4.4 Rekenwaarden netto paaldrukdraagkracht

Met de in paragraaf 4.3 aangegeven waarden van de negatieve kleef, maximale paalschachtwrijving en de in tabel 4-1 weergegeven maximale puntweerstand ($p_{r,max,punt}$) zijn voor de geprefabriceerde betonpalen en Vibropalen de rekenwaarden van de netto paaldrukdraagkracht berekend. Hierbij zijn, conform NEN 6743-1, de volgende factoren gehanteerd; $\xi = 0,80$ (>10 sonderingen; niet-stijf bouwwerk), $\gamma_{m,b} = 1,20$ en $\gamma_{f,nk} = 1,0$.

Dit geeft de volgende rekenwaarden voor de netto paaldrukdraagkracht (tabel 4-2):

Tabel 4-2 Rekenwaarden voor de netto paaldrukdraagkracht ($F_{r,net,d}$)

Geprefabriceerde betonpalen		Vibropalen met een schokkend getrokken heibuis	
Paalafmetingen [mm × mm]	$F_{r,net,d}$ * [kN]	Paalafmetingen Schacht [mm] / Voetplaat [mm]	$F_{r,net,d}$ * [kN]
□ 290 × 290	600	∅ 273 / 320	600 ¹⁾
□ 320 × 320	1425 [#]	∅ 300 / 355	690
□ 350 × 350	970 [#]		

* Inclusief negatieve kleef;

Gebaseerd op het inheinniveau conform tabel 4-1;

¹⁾ Dit betreft de rekenwaarde van de aan de funderingsgrondslag te ontleen maximale paal draagkracht. De constructieve sterkte moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

Berekeningsvoorbeelden zijn opgenomen onder bijlage D.

4.5 Paalkopzakkingen

De paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale representatieve paalbelastingen) maximaal circa 5 à 10 mm voor de geprefabriceerde betonpalen en maximaal circa 10 mm voor de Vibropalen. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de belastingsverschillen bedragen de zettingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, maximaal 5 mm.

De werkelijk optredende zettingen en zettingsverschillen zijn onder meer afhankelijk van de beschouwde locatie, de toegepaste paalafmetingen en de werkelijk optredende paalbelastingen.

4.6 Uitvoering

Het op diepte heien van de geprefabriceerde betonpalen zal naar verwachting kunnen worden uitgevoerd met bij voorkeur een (traploos regelbaar) hydraulisch heiblok met een slagenergie van circa 75 à 100kNm.

Het op diepte heien van de Vibropalen zal naar verwachting kunnen worden uitgevoerd met bij voorkeur een (traploos regelbaar) hydraulisch heiblok, dan wel met een dieselheiblok met een slagenergie van globaal 50 à 75 kNm.

Om problemen te voorkomen moet het diepste inheinniveau worden aangehouden tot de sondering die een hoger niveau uitwijst.

In verband met de mogelijk optredende verdichting dient rekening te worden gehouden met een reële kans op zwaar heiwerk; een en ander is mede afhankelijk van de dichtheid van het palenstramien, het paalpuntniveau en de gradatie van het zand van de funderingszandlaag.

De definitieve keuze van het toe te passen heiblok dient vooraf aan de uitvoering met het uitvoerende bedrijf te worden afgestemd.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerken wordt verwezen naar bijlage B (heiwerk).

5. STABILITEITSBEREKENING TALUD

5.1 Algemeen

De stabiliteit is berekend met behulp van het computerprogramma MStab, versie 9.10.

In de berekening is voor 2 verschillende doorsnedes bekeken welke helling het talud minimaal moet hebben bij een ontgraving tot circa NAP -3,0 m en een ontgraving ter plaatse van de waterpartijen tot maximaal NAP -2,0 m.

5.2 Grondprofiel

Voor de schematisering van de ondergrond ter plaatse van het bouwterrein zijn de sonderingen 1 tot en met 23 beschouwd.

Op basis van de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek zijn de sterkteparameters ϕ en c van iedere laag geschat op basis van ervaring en tabel 1 van NEN 6740: 2006. Het geschematiseerde grondprofiel met de bijbehorende parameters is weergegeven in tabel 5-1.

Tabel 5-1: *geschematiseerd grondprofiel*

Laag nr.	o.k. laag [m tov NAP]	Grondslag	γ/γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	-0,5	Toplaag, zand	18,0/20,0	27,5	0
2	-3,0	Klei, organisch	13,0/13,0	15,0	2,5
3	-4,5	Veen	11,0/11,0	15,0	2,5
4	-5,0	Zand	18,0/20,0	30,0	0
5	-6,5	Klei, organisch	18,0/20,0	15,0	2,5
6	-7,5	Klei	16,0/16,0	22,5	2,0
7	-9,0	Klei, zandig	17,0/17,0	27,5	0
8	-12,0	Zand	18,0/20,0	30,0	0

In de berekening is een grondwaterstand aangehouden van NAP -1,0 m. Dit is een inschatting van de gemiddelde grondwaterstand over het hele projectgebied op 28 oktober 2009. Het verdient aanbeveling om over een langere tijd periodiek de grondwaterstanden te meten in de geplaatste peilbuizen om deze aanname te kunnen controleren.

De geometrie en de stabiliteitscirkel van de berekende doorsnedes zijn weergegeven in bijlage E.

5.3 Resultaten stabiliteitsberekening

In de berekening is bekeken welke taludhelling minimaal moet worden aangehouden bij ontgravingen ten behoeve van de aanleg van kelders en waterpartijen.

In tabel 5-2 is voor de uitvoeringsfase de minimale hellingen van het talud weergegeven.

Tabel 5-2: *resultaten stabiliteitsberekening*

Ontgraving [m + NAP]	Veiligheid stabiliteit			
	talud 1:2	talud 1:3	talud 1:3,5	talud 1:4
-2,0	1,16	1,27	1,28	1,38
-3,0	0,81	0,93	1,03	1,13

De berekende veiligheid bij een talud van 1:2 bij ontgraving tot NAP -2,0 m en een talud van 1:4 bij een ontgraving tot NAP -3,0 m wordt voor de bouwphase voldoende geacht.

De maatgevende glijcirkels zijn opgenomen in bijlage D.

6. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE ONTGRAVING

Aangezien de definitieve indeling van het projectgebied nog niet bekend is, is voor elke sondering voor de beide aangegeven ontgravingniveaus de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau beschouwd. Hierbij is voor de tijdelijke ontgravingen tot NAP -3,0 m uitgegaan van een ontgraving in den droge en voor de waterpartijen zowel voor een uitvoering in den droge (aanleg) als voor een situatie na aanleg (met waterpeil op NAP -0,75 m). Opgemerkt wordt dat het te hanteren evenwichtsniveau niet overal duidelijk is te bepalen. In het algemeen is van een ongunstig (hoog) niveau uitgegaan; dit betreft watervoerende lagen in de deklaag. Onderstaand is de berekening voor sondering 1 volledig uitgewerkt. Voor de andere sonderingen is op dezelfde wijze de maximaal toelaatbare stijghoogte berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in tabel 4-1. In de berekeningen is geen rekening gehouden met de neerwaartse gronddruk van de naastliggende grond (spanningsspreiding). Dit omdat het percentage ervan dat meegerekend mag worden onder andere afhankelijk is van de breedte van de ontgravingen. Deze breedten zijn nog niet bekend.

Ontgraving tot NAP -2,0 m ter plaatse van sondering 1

Indien in den droge wordt ontgraven tot NAP -2,0 m bestaat het gevaar dat de voor water slecht doorlatende laag tussen ontgravingniveau en NAP -5,2 m opbarst. Aan de hand van sondering 1 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bodem van de ontgraving. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald.

Maatgevende sondering: 1
Ontgravingniveau: NAP -2,0 m;
Evenwichtsniveau: NAP -5,2 m;
Neerwaartse gronddruk:

1,2 m klei ($\gamma=17 \text{ kN/m}^3$)	20,4 kN/m ²
0,6 m veen matig voorbelast ($\gamma=12 \text{ kN/m}^3$)	7,2 kN/m ²
1,4 m klei ($\gamma=17 \text{ kN/m}^3$)	23,8 kN/m ²
<hr/>	
totale neerwaartse gronddruk	51,4 kN/m ²

Gecorrigeerd met de partiële materiaalfactor van 1,1 bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 46,7 kN/m². De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -0,5 m. Als de stijghoogte tijdens de uitvoering hoger is dan NAP -0,5 m bestaat er gevaar dat de bouwputbodembodem opbarst.

Ontgraving tot NAP -3,0 m ter plaatse van sondering 1

Indien de bouwput in den droge wordt ontgraven tot NAP -3,0 m bestaat het gevaar dat de voor water slecht doorlatende laag tussen ontgravingsniveau en NAP -5,2 m opbarst. Aan de hand van sondering 1 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald.

Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald.

Maatgevende sondering: 1
Ontgravingsniveau: NAP -3,0 m;
Evenwichtsniveau: NAP -5,2 m;
Neerwaartse gronddruk:

0,2 m klei ($\gamma=17 \text{ kN/m}^3$)	3,4 kN/m^2
0,6 m veen matig voorbelast ($\gamma=12 \text{ kN/m}^3$)	7,2 kN/m^2
1,4 m klei ($\gamma=17 \text{ kN/m}^3$)	23,8 kN/m^2
<hr/>	
totale neerwaartse gronddruk	34,4 kN/m^2

Gecorrigeerd met de partiële materiaalfactor van 1,1 bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk $31,3 \text{ kN/m}^2$. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -2,1 m. Als de stijghoogte tijdens de uitvoering hoger is dan NAP -2,1 m bestaat er gevaar dat de bouwputbodem opbarst.

Om een betrouwbare GHG te kunnen bepalen van de stijghoogte onder het evenwichtsniveau is het nodig de geplaatste peilbuizen gedurende lange tijd frequent te peilen (2 maal per maand). Zodra deze stijghoogte bekend is, kan de benodigde verlaging om opbarsten tijdens ontgraving te voorkomen worden berekend. Op basis van de nu bekende gegevens (stijghoogte van NAP -0,2 m tot NAP -0,6 m onder evenwichtsniveau) kan al wel worden geconcludeerd dat vermoedelijk alleen ter plaatse van het gebied "Dik" (zie hoofdstuk 7 voor een verklaring van de gebiedsaanduiding) tijdens een ontgraving tot NAP -2,0 m *geen* spanningsbemaling nodig is. Voor de andere gebieden en een ontgravingsniveau van NAP -3,0 m zal naar verwachting een spanningsbemaling nodig zijn om opbarsten te voorkomen. Verder is de stabiliteit van de bodem van de waterpartij na aanleg kritisch bij de sonderingen 4, 5 en 11. Mogelijk zijn hier maatregelen nodig voor een stabiele situatie; gedacht kan worden aan een bodemverzwarende.

Bij ontgravingen tot NAP -3 m in den droge dient nagenoeg op alle locaties te worden uitgegaan van een reëel risico op opbarsten. Bij de definitieve gebiedsuitwerking dient daarom overal een specifieke analyse van het opbarsten te worden opgesteld waarbij rekening wordt gehouden met de grondopbouw ter plaatse en de diepte en breedte van de ontgraving.

Opgemerkt wordt dat de grondopbouw van plaats tot plaats sterk verschilt. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ligging in een oud krekensysteem. Gezien de variatie in de grondopbouw, polderpeilen en op basis van de huidige peilbuiswaarnemingen, is mogelijk ook de stijghoogte onder de samendrukbare top lagen sterk wisselend.

Tabel 4-1: Toelaatbare stijghoogte (binnen de deklaag) per locatie en ontgravingsniveau

sondering	maaiveld	evenwichtsniveau	max. toelaatbare stijghoogte bij een ontgraving tot NAP -3,0 m in den droge	max. toelaatbare stijghoogte bij een ontgraving tot NAP -2,0 m in den droge	max. toelaatbare stijghoogte bij een bodem op NAP -3,0 m en een waterstand van NAP -0,75 m
[-]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]
1	-0,09	-5,2	-2,1	-0,5	+0,75
2	0,00	-3,8	-2,6	-1,0	+0,25
3	0,11	-4,0	-2,5	-0,9	+0,35
4	0,01	-2,2	g.o.	-1,9	-0,65
5	0,07	-2,7	g.o.	-1,6	-0,35
6	-0,19	-3,3	-2,9	-1,4	-0,15
7	-0,22	-4,2	-2,3	-0,6	+0,65
8	0,39	-6,3	-1,2	+0,3	+1,55
9	-0,25	-8,1	-0,6	+0,8	+2,05
10	-0,30	-4,0	-2,9	-1,5	-0,25
11	-0,13	-2,1	g.o.	-1,9	-0,65
12	-1,06	-3,1	-2,9	-1,4	-0,15
13	0,25	-6,2	-1,3	+0,3	+1,55
14	-0,06	-7,5	-0,7	+0,7	+1,95
15	-0,07	-8,0	-0,6	+0,9	+2,15
16	-0,09	-7,4	-0,8	+0,4	+1,65
17	-0,07	-7,2	-0,7	+0,8	+2,05
18	-0,20	-3,9/-7,5	-2,9/-1,0	-1,4/+0,6	-0,15/+1,85
19	-0,33	-7,3	-0,7	+0,7	+1,95
20	-0,02	-5,0/-7,2	-2,0/-0,8	-0,5/+0,7	+0,75/+1,95
21	-1,06	-5,0/-7,5	-2,1/-0,7	-0,5/+0,8	+0,75/+2,05
22	-0,61	-5,0/-7,5	-2,0/-0,7	-0,5/+0,9	+0,75/+2,15
23	-0,07	-4,0/-7,3	-2,8/-1,0	-1,5/+0,3	-0,25/+1,55

¹⁾g.o. Geen risico van opbarsten; er is geen slecht doorlatende laag onder ontgravingsniveau aanwezig die kan opbarsten nadat tot NAP -3,0 m is ontgraven

7. KWEL

7.1 Hoeveelheid kwel huidige situatie

De grondopbouw in het projectgebied varieert sterk per locatie; de variatie is met name aanwezig in de deklaag vanaf maaiveld tot een diepte van NAP -20 à -22 m. In de deklaag zijn watervoerende zandlagen aanwezig.

Uit de peilingen blijkt dat op de locatie een duidelijke kwelsituatie voorkomt. De GHG van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket bedraagt NAP +0,25 m. Aangegeven is dat het te hanteren waterpeil (in het westelijke gebied) NAP -0,75 m bedraagt.

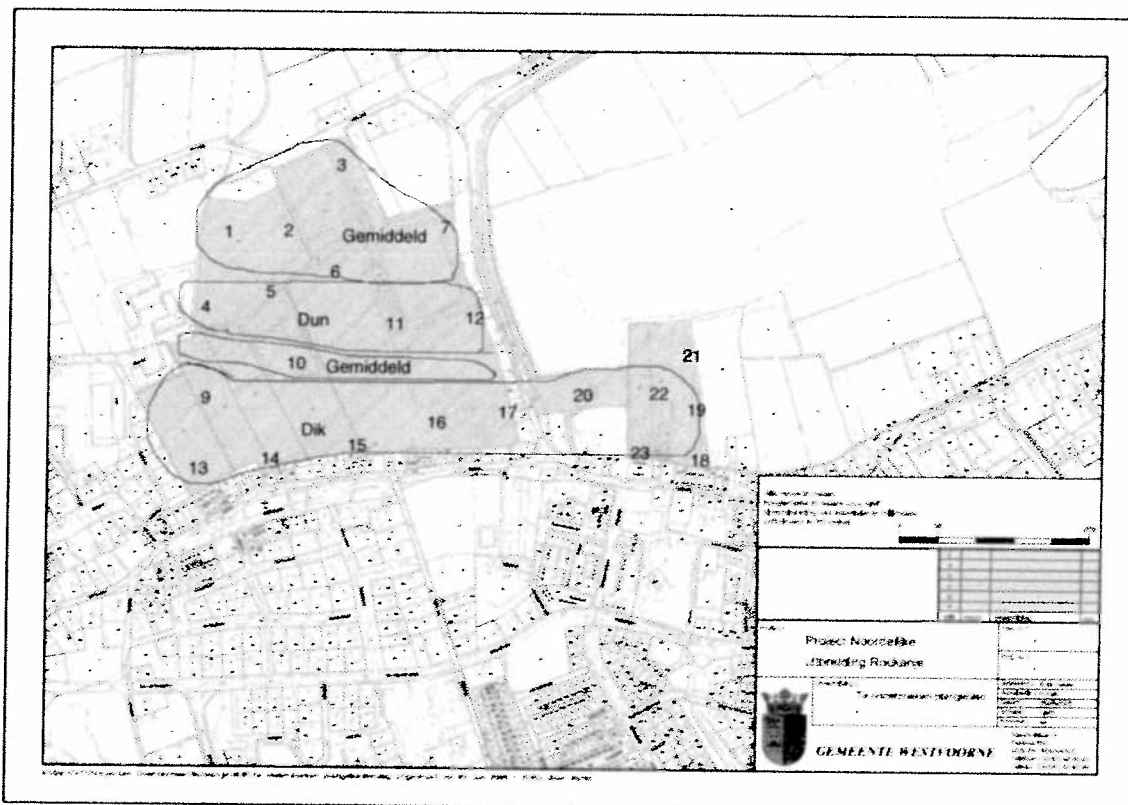
Ten behoeve van de bepaling van de optredende kwel en de verandering in kwel ten gevolge van de vijverpartijen met een bodem op NAP -2,0 m is per sondering gekeken naar de verandering van de dikte van de slecht doorlatende top laag ten gevolge van de ontgraving. Hierbij is gebleken dat aan de hand van de sondeergrafieken het gebied is op te delen in 3 verschillende delen. De verschillende gebieden zijn aangegeven in figuur 7-1, te weten:

- *Dun*: een gebied waar na ontgraving geen slecht doorlatende top laag overblijft (sonderingen 4, 5, 11 en 12).
- *Gemiddeld*: een gebied waar een relatief dunne slecht doorlatende top laag overblijft na ontgraving (sonderingen 1 t/m 3, 6, 7 en 10).
- *Dik*: een gebied waar een relatief dikke slecht doorlatende top laag overblijft na ontgraving (sonderingen 8, 9 en 13 t/m 23).

Ter plaatse van het gebied Gemiddeld en Dik bedraagt de totale huidige dikte van slecht doorlatende lagen in de deklaag globaal 10 m. De totale weerstand van deze lagen samen wordt geschat op 1250 dagen. Uitgaande van het verschil tussen waterpeil en de stijghoogte in het watervoerende pakket wordt voor dit gebied een kwel berekend van circa 0,8 mm/dag.

Ter plaatse van het gebied Dun varieert de totale huidige dikte van slecht doorlatende lagen in de deklaag tussen globaal 1 m en 5 m. De totale weerstand van deze lagen samen wordt geschat op 125 tot 750 dagen. Uitgaande van het verschil tussen waterpeil en de stijghoogte in het watervoerende pakket wordt voor dit gebied een kwel berekend van tussen 1,3 en 8 mm/dag.

Aangezien de slecht doorlatende lagen afgewisseld worden door zandlagen zal in de deklaag naast een verticale stroming ook horizontale stroming optreden. Dit heeft invloed op de uiteindelijke kwel per locatie. Om per locatie een nauwkeuriger uitspraak te doen over de optredende kwel is een gekalibreerd model nodig; het onderzoek uitgevoerd voor deze fase is onvoldoende voor het opstellen van een gekalibreerd model.



Figuur 7-1: Indeling projectgebied naar verandering hoeveelheid kwel voor en na ontgraving.

7.2 Verandering in kwel

Door ontgravingen zal de dikte van de slecht doorlatende lagen afnemen en zal de hoeveelheid kwel toenemen. Voor de toename in kwel is met name gekeken naar de verandering in dikte van slecht doorlatende lagen kort onder maaiveld. Aangenomen wordt namelijk dat onder invloed van (horizontale) stroming in de zandige lagen binnen de deklaag er een herverdeling van water optreedt dat door de diepere lagen heen omhoog komt.

Gebied Dun

Ter plaatse van sondering 11 is voor ontgraving al amper een slecht doorlatende laag aanwezig (<0,2 m); de overige sonderingen laten een slecht doorlatende top van circa 2,0 m dikte zien. Bij een ontgraving tot NAP -2,0 m of dieper wordt de slecht doorlatende top volledig weg gegraven. De stijghoogte onder het evenwichtsniveau zal hierdoor de freatische grondwaterstand worden. De toename in kwel zal in dit gebied fors zijn, mogelijk 5 keer of meer dan nu.

Gebied Gemiddeld

Ter plaatse van gebied Gemiddeld is na een ontgraving tot NAP -2,0 m nog een 2,0 m dikke slecht doorlatende toplaag aanwezig. In de situatie voor ontgraven is een slecht doorlatende toplaag van circa 3,0 m dikte aanwezig. Rekening houdend met dieper gelegen kleilagen zal de toename in kwel in dit gebied tot 30% kunnen bedragen.

Gebied Dik

Ter plaatse van gebied Dik is na ontgraving tot NAP -2,0 m nog een 4,0 m dikke slecht doorlatende

toplaag aanwezig. In de situatie voor ontgraven is een slecht doorlatende toplaag van circa 5,5 m aanwezig. De toename in kwel zal in dit gebied circa 15% bedragen.

Uit hoofdstuk 6 blijkt dat bij ontgravingen tot NAP -3 m in den droge nagenoeg op alle locaties dient te worden uitgegaan van een reëel risico op opbarsten. Bij de definitieve gebiedsuitwerking dient daarom overal een specifieke analyse van het opbarsten te worden opgesteld waarbij rekening wordt gehouden met de grondopbouw ter plaatse en de diepte en breedte van de ontgraving. Er moet rekening worden gehouden met het toepassen van een spanningsbemaling om opbarsten te voorkomen. Na uitvoering van de werkzaamheden wordt aangenomen dat de ondergrond weer wordt aangevuld waarbij de toename in kwel niet optreedt of tot een minimum is beperkt.

7.3 Zoete en zoute kwel

Alle (7) grondwateranalyses laten chloride gehalten zien boven de 800 mg/l, de 7 grondwatermonsters betreffen allen brak tot zout grondwater. Ter plaatse van peilbuis 3, 16 en 21 zijn op twee verschillende diepten grondwatermonsters genomen. Ter plaatse van peilbuis 3 en 16 zijn de dieper genomen monsters het minst zout. Ter plaatse van peilbuis 21 is het freatische monster minder zout dan het diepe monster.

Geconcludeerd kan worden dat een complexe situatie aanwezig is. Dit zal mede te maken hebben met het feit dat het gebied deels een oud krekensstelsel betreft. Gezien de gemeten chloridegehalten is de kwel op zijn minst uiterst brak. Door ontgravingen zal de kwel toenemen. Op dit moment zijn enerzijds onvoldoende uitgewerkte projectgegevens bekend en anderzijds onvoldoende inzicht in de complexe grondopbouw en stijghoogten om nadere uitspraken te doen qua zoutgehalte van de kwel per locatie.

8. LOZINGSEISEN OMLIGGEND OPPERVLAKTEWATER

Bij het waterschap Hollandse Delta is navraag gedaan naar de geldende lozingsparameters in het gebied. Een lijst met grenswaarden is opgenomen in tabel 8-1.

Het aangetroffen chloride gehalte in het grondwater is hoog, het bronneringswater zal niet zondermeer op het oppervlakte water geloosd kunnen worden. Voor kleine lozingen (tot 5 à 10 m³/u) wordt geadviseerd om gebruik te maken van het gemeentelijk riool. Grotere hoeveelheden kunnen, na toestemming, op het oppervlaktewater worden geloosd. Qua hoeveelheid dient bij lozingen op het oppervlakte water van 60 m³/u of meer vóór aanvraag van een lozingstoestemming gecontroleerd te worden of de watergang een dergelijk hoeveelheid aan kan.

Tabel 8-1: Lozingseisen bronnering in oppervlaktewater (bron: waterschap Hollandse Delta)

Parameters	Concentratie in enig monster
BZV	10 mg/l
CZV	50 mg/l
N-totaal	20 mg/l
ijzer	5 mg/l
zuurstof	>5 mg/l
P-tot	1 mg/l
sulfaat	100 mg/l
temperatuur	30 °C
onopgeloste bestanddelen	50 mg/l
chloride	200 mg/l
pH (zuurgraad)	6,5 - 9,0
Extra parameters bij vervuilde grond	
Stof	50 µg/l
Chroom, koper, lood, nikkel, zink, tin (individueel)	10 mg/l
Minerale olie	100 µg/l
Som van Monocyclische Aromatische Koolwaterstoffen (BTEX)	4 µg/l
Naftaleen	50 µg/l
Perchloorethyleen (PER)	1 µg/l
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK 10)	5 µg/l
Trichloorethyleen (TRI)	1 µg/l

Uit de analyses blijkt dat de parameter BZV een overschrijding heeft in de peilbuizen 21-midden, 16-midden, 3-hoog en 3 midden. Een sulfaat overschrijding is geconstateerd in de peilbuizen 21-midden en 21-hoog. Voor peilbuis 3-midden kan de sulfaat parameter kritisch worden bij bemaling. Overschrijding van de P-tot norm treedt op voor de peilbuizen 16-diep, 16 midden, 21-hoog en 13-midden. Overschrijding voor ammonia treedt op in peilbuis 21-midden, 3-hoog en 13 midden.

Het zwevend stofgehalte zoals gemeten in de watermonsters uit de peilbuis is niet representatief voor het zwevend stofgehalte voor een eventuele bemaling; die is namelijk afhankelijk van de kwaliteit van de bemaling.

Gezien de aard en de omvang van de overschrijdingen van de lozingseisen dient waarschijnlijk een zuivering te worden toegepast voorafgaand aan de lozing. Gezien het aantal parameters dat mogelijk bij bemaling de lozingseis kan overschrijden (waaronder chloride hetgeen niet goed gezuiverd kan worden) kan ook gezocht worden naar lozing buiten het gebied op water met minder strenge eisen; mogelijkheden hiervoor kunnen zijn de Noordzee of Rak van Scheelhoek.

Dit rapport is opgesteld door:

ing. H.F.C. Weijde (020-7537984) Rhoon, 18 december 2009
ing. L. A. Medema (010-5030200) Mos Grondmechanica B.V.
ir. H.W. Thijssen (010 50 30 239)

Contr. : r.s./h.t.