

Geohydrologisch, waterhuishoudkundig en
geotechnisch basisonderzoek betreffende

ONTWIKKELING WOONGEBIED HOOG DALEM TE GORINCHEM

Opdrachtnummer: 7004-0242-000

Opdrachtgever : Gemeente Gorinchem
Afdeling Weg en Water
Postbus 108
4200 AC GORINCHEM

Datum grondonderzoek : augustus en november 2004

Projectleider : ir. O.P.M. Mooijman,
Geotechnisch Adviseur.

Opgesteld door : ing. M.C.A. Moerman,
Geohydrologisch adviseur.

ir. O.P.M. Mooijman,
Geotechnisch adviseur.

Gecontroleerd door : ing. F.M.R. Schrauwen,
Hoofd Afdeling Hydrologie.

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	20 januari 2005	7004-0242-000.R01 CONCEPT	
2	29 maart 2005	Definitief CONCEPT	
3	22 juni 2005	7004-0242-000.R03 Definitief Enkele redactionele wijzigingen	

FILE: 7004-0242-000.R03. Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van Fugro Ingenieursbureau B.V. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
2.1 Beschrijving beschikbare informatie en inrichting	2
2.2 Richtlijnen en voorkeuren Waterschap Rivierenland en Gemeente Gorinchem	3
3. ONDERZOEKSOPZET	5
3.1 Sondeeronderzoek	5
3.2 Booronderzoek	5
3.3 Laboratoriumonderzoek	6
3.4 Hoogtemetingen	6
4. BODEM- EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID	8
4.1 Bodemgesteldheid	8
4.2 Geohydrologische gesteldheid	11
4.3 Open water, stijghoogten en grondwaterstanden	11
4.3.1 Open water	11
4.3.2 Hydromorfe kenmerken	12
4.3.3 Grondwaterstanden en peilbuisgegevens	12
4.3.4 Langjarige grondwaterstanden en stijghoogtegegevens	13
5. GEOTECHNISCHE ANALYSE	15
5.1 Uitgangspunten	15
5.2 Grondparameters	15
5.3 Werkwijze berekeningen	15
5.4 Ophoging	16
5.5 Resultaten zettingsberekeningen	17
5.6 Werkwijze algemeen	21
6. WATERHUISHOUDING	23
6.1 Samenvatting geohydrologisch en geotechnisch onderzoek	23
6.2 Waterhuishouding huidige situatie	24
6.3 Ontwateringscriteria	25
6.4 Waterhuishouding tijdens bouwrijpmaken	26
6.5 Waterhuishouding toekomstige situatie	26
6.5.1 Beschrijving toekomstige waterhuishouding	26
6.5.2 Ontwerpmaaiveldniveau	27
6.5.3 Analyse noodzaak voor ontwatering	28
6.5.4 Mogelijkheden voor realisatie van permanent open water	28
6.5.5 Mogelijkheden voor berging en infiltratie	31
6.5.6 Noodzaak retentie van regenwater	31
6.5.7 Geohydrologische effecten op de omgeving	33
6.6 Ecologie	33
6.7 Aandachtspunten	34

BIJLAGEN

Bodem- en laboratoriumonderzoek

- Locatieoverzicht, ligging bodemprofielen 7004-0242-000-1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"
- "Continu Elektrisch Sonderen"
- Sondeergrafieken 7004-0242-000-DKM1 t/m -DKM30
- Boorstaten ondiepe handboringen 7004-0242-000-HB1 t/m -HB8
- Boorstaten diepe mechanische boringen 7004-0242-000-B1 en -B3
- Samendrukkingsdiagrammen 7004-0242-000-S1 t/m -S6
- Bepaling consolidatiecoëfficiënt 7004-0242-000-CV1 t/m -CV6

Advisering

- Locatieoverzicht peilbuizen TNO-NITG 7004-0242-000-2
- Tijd-stijghoogtegegevens peilbuizen TNO-NITG 7004-0242-000-3
- Uitgangspunten en voorkeuren Waterschap Rivierenland 7004-0242-000-4
- Theoretische achtergrond zettingsberekeningen 7004-0242-000-5
- Dikte deklaag (geïnterpoleerd) 7004-0242-000-6

Terreininspectie

- Fotobijlage 7004-0242-000-7

Bestaand grondonderzoek Fugro / derden

Landmeetkunde

- Platte weergave 3D Digitaal Terrein Model
 - Geïnterpoleerde hoogtekaart
 - Locatie profielen
 - Profielen
 - Digitaal Terrein Model (CD-ROM)
-

1. INLEIDING

In juli 2004 werd door Fugro Ingenieursbureau B.V. te Hardinxveld-Giessendam, van de Gemeente Gorinchem, Afdeling Weg en Water de opdracht ontvangen om een gecombineerd geotechnisch en geohydrologisch bodemonderzoek uit te voeren en adviezen uit te brengen voor het toekomstige woongebied "Hoog Dalem" in de Gemeente Gorinchem.

De voorliggende rapportage betreft het gecombineerd geotechnisch, geohydrologisch en waterhuishoudkundig advies met betrekking tot het bouw- en woonrijp maken en herinrichten van het terrein. De rapportage vormt tevens een basis voor het ontwerpen van het stedelijk inrichtingsplan.

Tijdens het opstellen van deze rapportage is op 20 oktober 2004 overleg geweest met de Gemeente Gorinchem en Waterschap Rivierenland. Tijdens dit overleg zijn de richtlijnen en eisen van het Waterschap Rivierenland besproken. De rapportage is 29 maart 2005 in gewijzigde vorm uitgebracht. Op 9 mei 2005 is de rapportage in een overleg met de gemeente en het waterschap toegelicht. Daarbij zijn de door het waterschap geplaatste opmerkingen doorgesproken. Naar aanleiding van dit overleg is de rapportage herzien (voorliggende rapportage met ons kenmerk 7004-0242-000.R03).

In hoofdstuk 2 wordt een algemene projectomschrijving gegeven. In hoofdstuk 3 wordt het uitgevoerde geotechnische en geohydrologische bodemonderzoek beschreven. Hoofdstuk 4 behandelt de globale bodem- en (geo)hydrologische gesteldheid. In hoofdstuk 5 worden de geotechnische voorwaarden van de maaiveldaanpassingen, nodig voor de ontwikkeling van het terrein, beschreven. Hoofdstuk 6 gaat in op de huidige en toekomstige waterhuishouding op de projectlocatie.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het project is gesitueerd ten zuiden van de rijksweg A15 en wordt o.a. begrensd door de Spijksesteeg (oostzijde) en de Graaf Reinaldweg (zuidzijde) in de gemeente Gorinchem. Het terrein beslaat een oppervlak van ca. 95 ha. Een overzicht van de projectlocatie is weergegeven op bijlage 7004-0242-000-1 en op bijlage 7004-0242-000-2 is de locatie op een topografische ondergrond gepresenteerd. Binnen het Rijksdriehoeknet heeft de locatie de coördinaten ca. X = 129.100 en ca. Y = 427.500.

2.1 Beschrijving beschikbare informatie en inrichting

Beschrijving huidige situatie

De projectlocatie heeft een agrarische bestemming (voornamelijk akkerbouw). Op de projectlocatie komen een zestal boerderijen met stallen, een noodschool, een RWZI en een asielzoekerscentrum voor. De ontsluiting van de projectlocatie gebeurt door een drietal wegen; Griendweg (noordzijde), Laag Dalemseweg (midden projectlocatie) en de Graaf Reinaldweg (zuidzijde). Deze drie wegen sluiten aan op de Spijksesteeg (westzijde).

Beschrijving toekomstige situatie

De projectlocatie zal worden ingericht volgens scenario 1 (inrichtingsschets SAB) dit houdt in dat de bebouwing gerealiseerd zal worden aan het water in een lintenstructuur. Hierbij zal tevens een ruim percentage open water en groen worden gecreëerd. De projectlocatie zal een woonbestemming gaan krijgen. De woonboerderijen zullen waar mogelijk behouden blijven in het nieuwe plan. Het is op dit moment nog niet duidelijk of de RWZI zal worden behouden op de huidige locatie. Er bestaat een kans dat deze verplaatst zal worden. Voor het onderzoek zal worden uitgegaan dat de locatie van de RWZI ongewijzigd zal blijven. De school en het asielzoekerscentrum zullen worden gesloopt.

Het huidige wegenstructuur zal uitgebreid worden met een nieuwe ontsluitingsweg naar de Spijksesteeg.

De wens van de gemeente is om de toekomstige bebouwing aan te leggen met een drempelniveau van ca. NAP +0,50 m en de wegen aan te leggen op een niveau van ca. NAP +0,30 m. Dit zal gelijk zijn aan het drempelniveau en het wegniveau van de bestaande woonwijk ten westen van Hoog Dalem.

Ten noorden van de projectlocatie wordt een bedrijventerrein ingericht tussen de rijksweg A15 en woonwijk Hoog Dalem.

Volgens opgaaf bedraagt het oppervlak van het exploitatiegebied 941.072 m². Hiervan zal 22.000 m² worden gehandhaafd en zal het totale gebied 91,3 ha bedragen. Het netto oppervlak van het exploitatiegebied bedraagt volgens opgaaf 89,1 ha. Aan de hand van gegevens van de stedenbouwkundige (SAB) wordt voor scenario 1 uitgegaan van de volgende uitgangspunten (Samenvatting Ruimtegebruik):

- Uitgeefbaar	:	31,7 ha (35 %)
- Verhardingen: (binnen en buiten de woonvlekken)	:	11,1 ha (12 %)
- Groen binnen woonvlekken	:	3,4 ha (4 %)
- Ruimte buiten woonvlekken (groen/water)	:	42,8 ha (47 %)
- Te handhaven, wel vallend binnen exploitatiegebied	:	<u>2,2 ha (2 %)</u>
- Totaal exploitatiegebied volgens opgaaf (circa)	:	91,3 ha (100 %)

De percentages zijn indicatief en uitgezet tegen het opgegeven oppervlak van 91,3 ha. Totaal is er 48,4 ha gereserveerd voor groen en water en te handhaven gebied. Volgens opgave wordt 50 % van de uitgeefbare terreinen mogelijk verhard door daken en particuliere verhardingen (aannee dus ca. 15,9 ha). Hieruit volgt dat het oppervlak 'gerioleerd' gebied binnen het plangebied kan toenemen tot ca. $15,9 + 11,1 = 26,95$ ha (ca. 29,5 % van het plangebied).

Beschikbare informatie

Voor dit onderzoek is door de opdrachtgever de volgende informatie ter beschikking gesteld :

- Document "Nadere uitwerking toetsingscriteria / normen", Waterschap Rivierenland, d.d. 13 juli 2004.
- Resultaten grondonderzoek ten behoeve van het A.Z.C. te Gorinchem, Wiertsema & Partners, d.d. 1 oktober 1999.
- Rapport inzake een grondmechanisch advies ten behoeve van het bouwrijpmaken van het bedrijventerrein oost 2 in de gemeente Gorinchem, Tauw Infra Consult B.V., d.d. 2 maart 1990.
- Krantenknipsel uit "De Stad Gorinchem" d.d. 5 oktober 2004, pagina 11, ruwe inrichtingsschets scenario 1.
- SAB rapportnummer 80.93.02, d.d. december 2003, Vooruitzicht op de ontwikkeling van Hoog Dalem, blz. 20 t/m 22, 26 t/m 27, 34 t/m 35 en 36.
- Kopie uit Linten Programma, Scenario 1, samenvatting ruimtegebruik.
- Plattegrond scenario 1, 2 en 3, opgesteld door SAB.

2.2 Richtlijnen en voorkeuren Waterschap Rivierenland en Gemeente Gorinchem

Door het Waterschap Rivierenland zijn uitgangspunten en voorkeuren opgesteld voor de waterhuishouding in Hoog-Dalem (Nadere uitwerking toetsingscriteria en normen). Deze uitgangspunten en voorkeuren zijn opgenomen in bijlage 7004-0242-000-4.

Daarnaast zijn tijdens de bespreking op 20 oktober 2004 met de gemeente en het Waterschap Rivierenland de volgende richtlijnen en voorkeuren vastgesteld :

- De wens bestaat dat er gewerkt gaat worden met een gesloten grondbalans. Gezien de grote waterpartijen, en de daarmee vrijkomende grond zal hiervoor rekening moeten worden gehouden met een variërend maaiveldniveau met lokaal verhogingen.
- In de toekomst zal in het plangebied één streefwaterpeil gehanteerd worden van NAP -1,0 m.
- De maximale peilstijging bij een bui T=10 (volgens Buishand en Velds) is 0,25 m. Deze mag hoger stijgen dan bij de gedefinieerde "Westlandbui".
- Het Waterschap Rivierenland stelt de eis dat de drooglegging t.o.v. straatpeil minimaal 0,70 m dient te zijn bui een bui T=10. Bij een Westlandbui (deze treedt 1 x in de ca. 2.250 jaar op en typeert een neerslag van ca. 100 mm in 24 uur) dient de drooglegging t.o.v. straatpeil minimaal 0,10 m te bedragen.
- Indien in het nieuwe watersysteem duikers worden toegepast, dienen deze doorvaarbaar te zijn voor de maaiboot van het Waterschap Rivierenland. Het toepassen van duikers wordt gezien de hoge kosten voor de fundering door de Gemeente Gorinchem afgeraden. Het plaatsen van bruggen heeft de voorkeur.

- Het Waterschap Rivierenland stelt de eis dat er voldoende ruimte voor een schouwpad langs open water moet zijn om onderhoud uit te voeren.
- Indien er op de projectlocatie zandbanen aanwezig zijn dient er rekening gehouden te worden met wegzijging van oppervlaktewater in droge periodes (zomerperiode) en eventuele kwel in periode van een hoogwaterafvoergolf op de Waal.

Aanvullend wordt door het waterschap voorgesteld “kwelneutraal” te bouwen waardoor nieuwe ontwateringsniveaus dienen te worden afgestemd op de van nature voorkomende hoge grondwaterstanden en stijghoogten.

Waterloopkundige effecten worden in deze rapportage niet nader beschouwd. Door het waterschap kunnen ten aanzien van de inrichting en veiligheid aanvullende voorwaarden aan het watersysteem worden gesteld. Deze voorwaarden kunnen bij de uitwerking van het watersysteem nader worden geïnventariseerd.

3. ONDERZOEKSOPZET

Als basis voor het geotechnisch, geohydrologisch en waterhuishoudkundig advies is in augustus 2004 een geotechnisch bodemonderzoek uitgevoerd en is in november 2004 een geohydrologisch bodemonderzoek uitgevoerd. De resultaten van de geotechnische en geohydrologische onderzoeksgegevens worden in dit hoofdstuk beschreven.

3.1 Sondeeronderzoek

Voor de verkenning van de diepere bodemgesteldheid is een sondeeronderzoek uitgevoerd op 3 en 4 augustus 2004. Voorafgaand aan de sondeerwerkzaamheden zijn de sondeerlocaties uitgezet en ingemeten ten opzichte van NAP. Een overzicht van de onderzoekslocaties is weergegeven op bijlage 7004-0242-000-1.

Er zijn 30 diepsonderingen uitgevoerd, allen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM). De resultaten van de sonderingen zijn weergegeven op de bijlagen 7004-0242-000-DKM 1 t/m -DKM 30, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. Op de grafieken is tevens het wrijvingsgetal, de verhouding tussen plaatselijke kleef en conusweerstand, weergegeven. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie met de grondsoort vertoont. Het verticaal sonderen is gecontroleerd door middel van een in de conus ingebouwde hellingmeter. Eventuele afwijkingen zijn vermeld op de sondeergrafieken. De sonderingen zijn met elektrische conussen uitgevoerd conform NEN 5140. Nadere informatie omtrent het toegepaste sondeersysteem is gegeven op de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

3.2 Booronderzoek

Voor het geohydrologisch onderzoek zijn door Fugro op 17 en 18 november 2004 8 handboringen tot een diepte van ca. MV -3 m uitgevoerd. De locaties van de handboringen zijn weergegeven op de bijlage 7004-0242-000-1. De boorstaten van de handboringen zijn weergegeven in de bijlagen 7004-0242-000-HB 1 t/m -HB 8, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

Tijdens het bodemonderzoek zijn voor het laboratoriumonderzoek geroerde bodemmonsters genomen en is gelet op hydromorfe kenmerken. Deze kenmerken worden besproken in hoofdstuk 4.

Op de projectlocatie zijn tevens 3 mechanische boringen uitgevoerd tot een diepte van ca. MV -15 m. In de boorgaten is een ondiepe en een diepe peilbuis afgesteld. Voor het laboratoriumonderzoek zijn tijdens het boren geroerde en ongeroerde monsters genomen. De resultaten van de mechanische boringen zijn weergegeven in bijlage 7004-0242-000-B 1 t/m -B 3, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. Op deze bijlagen is tevens de afstelling van de peilbuisfilters aangegeven.

Voor een verklaring van de op de situatietekening en boorstaten gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

3.3 Laboratoriumonderzoek

Tijdens het boren zijn geroerde en ongeroerde monsters genomen. De bodemmonsters zijn in het laboratorium geclassificeerd en van enkele monsters zijn volumegewichten en watergehalten bepaald. De resultaten hiervan zijn gegeven op de boorstaten 7004-0242-000-B 1 t/m -B 3.

Voor de bepaling van de samendrukkings-eigenschappen zijn op geselecteerde monsters samendrukkingsproeven, inclusief het bepalen van de consolidatiecoëfficiënt uitgevoerd. De resultaten van de samendrukkingsproeven zijn gegeven in de bijlagen 7004-0242-000-S 1 t/m -S 6 en de consolidatiecoëfficiënten zijn weergegeven in bijlage 7004-0242-000-CV 1 t/m CV 6.

3.4 Hoogtemetingen

Ten tijde van de uitvoering van de verschillende onderzoeken zijn de maaiveldniveaus bij de sonderingen, boringen en handboringen ingemeten ten opzicht van NAP. Tevens zijn aanvullende hoogtemetingen op de projectlocatie uitgevoerd, waarbij maaiveldniveaus, dorpel- en vloerpeilen van de huidige bebouwing en wegniveaus zijn bepaald.

In tabel 1 zijn alle ingemeten dorpelniveaus weergegeven van de huidige bebouwing.

Tabel 1: *Dorpelniveau / vloerniveau huidige bebouwing*

Omschrijving	Dorpel of vloerniveau	Niveau [m t.o.v. NAP] ca.		
		Minimaal	Gemiddeld	Maximaal
AZC	Dorpel	+0,54	+0,58	+0,63
Griendweg 6 (woonhuis)	Vloer	+0,46	+0,47	+0,49
Griendweg 6 (schuur)	Vloer	+0,11	+0,15	+0,19
Griendweg 8	Vloer	+0,37	-	-
School (Laag Dalemseweg)	Dorpel	+0,66	+0,66	+0,67
Laag Dalemseweg 14a	Dorpel	+0,71	+0,74	+0,76
Laag Dalemseweg 15	Dorpel	+0,36	-	-
Laag Dalemseweg 16	Dorpel	+0,13	+0,51	+0,93
	Vloer	+0,16	-	-
Laag Dalemseweg 18	Dorpel	+0,55	-	-

Het dorpelniveau van de huidige bebouwing op de projectlocatie varieert overwegend van ca. NAP +0,13 m tot ca. NAP +0,93 m. Gemiddeld ligt het dorpelniveau op ca. NAP +0,58 m. Het vloerniveau van de huidige bebouwing op de projectlocatie varieert overwegend van ca. NAP +0,11 tot ca. NAP +0,49 m. Gemiddeld ligt het vloerniveau op ca. NAP +0,3 m. Er zijn geen dorpelniveaus en vloerpeilen bekend van de bebouwing buiten de projectlocatie.

Wegen

De projectlocatie wordt begrensd in het noorden door de Rijksweg A15, in het westen door de Spijksesteeg, en in het zuiden door de Graaf Reinaldweg. Binnen de projectlocatie liggen de wegen "Griendweg" en "Laag Dalemseweg". Deze wegen staan in directe verbinding met de Spijksesteeg.

Het niveau van de wegen rondom en binnen de projectlocatie zijn weergegeven in tabel 2. Van de Rijksweg A15 zijn geen hoogtemetingen opgenomen.

Tabel 2: Wegniveau (asweg) op de projectlocatie

Locatie	Niveau [m t.o.v. NAP] ca.		
	Minimaal	Gemiddeld	Maximaal
Griendweg	-0,39	+0,21	+0,52
Spijksesteeg	+0,24	+0,38	+0,70
Graaf Reinaldweg	+0,35	+0,43	+0,63
Laag Dalemseweg	+0,11	+0,31	+0,67

De wegen op de projectlocatie hebben een hoogteverloop van ca. NAP -0,4 tot +0,7 m. Gemiddeld liggen de wegen binnen de projectlocatie op een niveau van ca. NAP +0,3 m.

Maaiveld

Het maaiveldniveau op de projectlocatie varieert overwegend van ca. NAP -0,5 m tot ca. NAP +0,6 m. Gemiddeld ligt het maaiveldniveau op ca. NAP -0,1 m. Het maaiveld nabij de RWZI heeft een gemiddeld maaiveldniveau van ca. NAP +0,23 m. Op basis van de hoogtemeting is een kaart met geïnterpoleerde maaiveldhoogtes opgesteld en weergegeven in de bijlagen "Landmeetkunde".

Waterpeil, slootbodemplandikte open water

Van het open water op de projectlocatie is het waterpeil op enkele plaatsen gemeten. Een samenvatting van de metingen is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Waterpeil van open water

Open water	Waterpeil [m t.o.v. NAP]		
	minimaal	gemiddeld	maximaal
Rijksweg A15 (zuidzijde)	-0,99	-0,97	-0,96
Griendweg (noordzijde)	-1,00	-0,97	-0,94
Griendweg (zuidzijde)	-1,03	-0,98	-0,95
Spijksesteeg (oostzijde)	-1,10	-0,97	-0,90
Graaf Reinaldweg (noordzijde)	-1,06	-1,02	-0,96
Graaf Reinaldweg (zuidzijde)	-1,11	-0,88	-0,81
Laag Dalemseweg (noordzijde)	-1,04	-	-
Laag Dalemseweg (zuidzijde)	-1,11	-1,03	-0,95
Overige watergangen	-1,09	-1,00	-0,91

Ten tijde van de hoogtemeting is er op de projectlocatie in alle watergangen een gemiddeld waterpeil gemeten van ca. NAP -0,98 m.

4. BODEM- EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID

Op basis van het geohydrologisch en geotechnisch onderzoek, aangevuld met gegevens uit de literatuur, worden in dit hoofdstuk de bodem- en de geohydrologische gesteldheid beschreven.

4.1 Bodemgesteldheid

Tijdens het geotechnisch grondonderzoek varieerde het maaiveldniveau ter plaatse van de onderzoekslocaties (sonderingen) van ca. NAP +0,51 m ter plaatse van DKM 7 tot ca. NAP -0,33 m nabij sondering DKM 23.

Opgemerkt wordt dat de hogere maaiveldniveaus zijn gemeten ter hoogte van een gronddepot (DKM 21) alsmede het opgehoogde terrein van de tijdelijke basisschool (DKM 6). Voor de gemiddelde terreinhoogte van het veenweidegebied is uitgegaan van NAP -0,10 m.

Er is sprake van 2 types bodemopbouw, te weten een grondprofiel met uitsluitend slappe lagen tot een diepte van maximaal ca. NAP -10,0 m (bodemtype A). Tevens is een grondprofiel aangetroffen met ondiepe zandige stroomgeulen (bodemtype B). Tabel 4 geeft een overzicht van de aangetroffen bodemopbouw per sondering. De bodemopbouw is beschreven in de tabellen 5a en 5b. Op bijlage 7004-0242-000-1 is de globale ligging van de twee bodemtypen weergegeven.

Tabel 4: Type bodemopbouw per sondering

Bodemprofiel A		Bodemprofiel B	
Sondering	Aanvangsdiepte zand [m t.o.v. NAP] ca.	Sondering	Aanvangsdiepte zand [m t.o.v. NAP] ca.
DKM 2	-9,0	DKM 1	-5,0
DKM 3	-8,4	DKM 7	-5,5
DKM 4	-8,0	DKM 14	-5,5
DKM 5	-7,8	DKM 15	-5,0
DKM 6	-8,4	DKM 16	-6,0
DKM 8	-7,9	DKM 23	-5,7
DKM 9	-8,0	DKM 24	-4,1
DKM 10	-8,0	DKM 27	-4,2
DKM 11	-8,5	DKM 28	-6,0
DKM 12	-8,2	DKM 30	-6,0
DKM 13	-8,0		
DKM 18	-9,8		
DKM 17	-6,2		
DKM 19	-8,0		
DKM 20	-8,0		
DKM 21	-8,2		
DKM 22	-7,8		
DKM 25	-7,9		
DKM 26	-7,4		
DKM 29	-8,0		

Tabel 5A: Globale bodembeschrijving type A, volledig pakket samendrukbare lagen

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,1	Maaiveld.
-0,1 tot -0,8	KLEI en VEEN, toplaag
-0,8 tot -4,0 à -5,0	VEEN
-4,0 à -5,0 tot -8,0 à -10,0	KLEI en VEEN ¹⁾
-8,0 à -10,0 tot -20,0	ZAND, matig vast tot vast gepakt ²⁾
-25,0	Maximaal verkende diepte.

¹⁾ t.h.v. DKM18 tussen NAP -6,0 en NAP -8,5 afwisselend klei- en zandlagen.
²⁾ t.h.v. DKM6 tussen NAP -9,5 en NAP -14,0 afwisselend klei- en zandlagen.

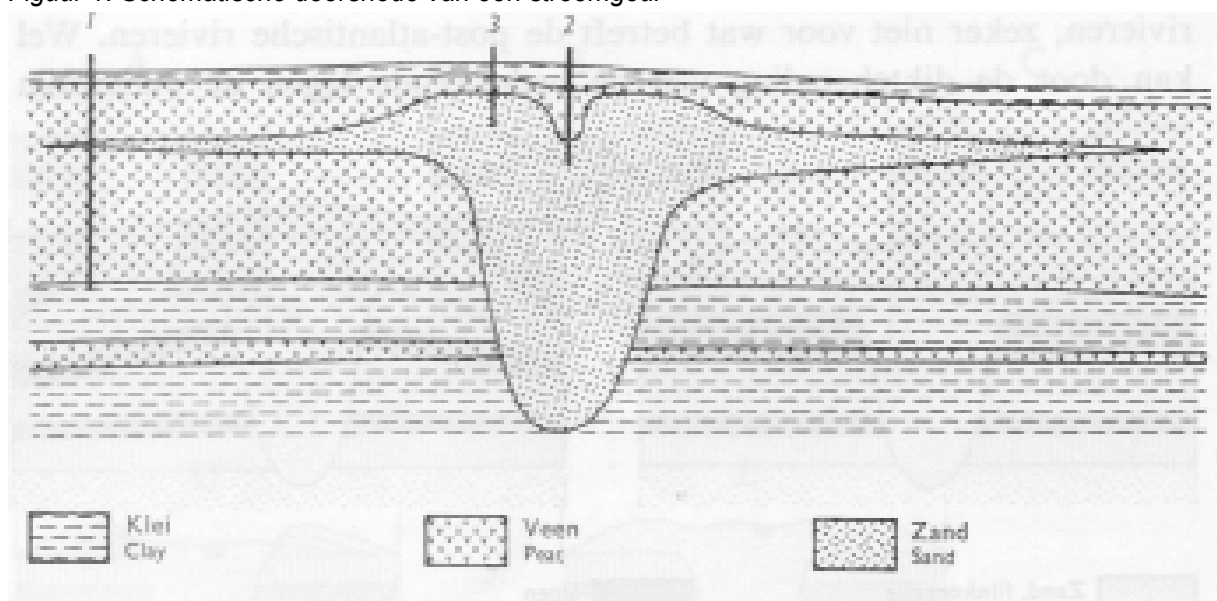
Tabel 5B: Bodembeschrijving type B, stroomgeulen

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,1	Maaiveld.
-0,1 tot -0,8	KLEI en VEEN, toplaag
-0,8 tot -4,0 à -6,0	VEEN
-4,0 à -6,0 tot -15,0 à -20,0	ZAND, matig vast tot vast gepakt ¹⁾
-15,0 à -20,0	Maximaal verkende diepte.

⁽¹⁾ t.h.v. DKM14 tussen NAP -5,5 m en -9,5 m afwisselend klei en zand en t.h.v. DKM28 tussen NAP -7,5 m en -8,5 m klei en veen.

Uit het sondeonderzoek blijkt, dat binnen het projectgebied zandige stroomgeulen (zandruggen) aanwezig zijn. De bovenkant van deze stroomruggen bedraagt ca. NAP -4,0 m à -6,0 m. De dikte van de stroomruggen wordt op basis van het grondonderzoek als variabel ingeschat, echter dit kan verklaard worden uit de geometrie van deze zandvoorkomens (zie figuur 1), waarbij sprake is van een diep uitgesneden centraal kanaal (2) en relatief dunne oeverwallen (tussen 1 en 3).

Figuur 1: Schematische doorsnede van een stroomgeul



bron : Geologische kaart van Nederland, Gorinchem Oost (38 O)

De stroomgeulen zijn van holocene ouderdom, en zijn ontstaan tijdens de vorming van de klei- en veenlagen. In deze zin zijn de stroomgeulen dus afwijkend van de onder andere bij Hoornaar en Hoogblokland aanwezige donken, welke van eolische oorsprong zijn.

De maximale diepte van de stroomgeulen is variabel. Op basis van de in de Geologische Kaart Gorinchem Oost gegeven beschrijving wordt verondersteld dat de stroomgeulen in de zandlagen van het eerste watervoerende pakket zijn gefundeerd (ingesneden) en dus geohydrologisch in contact staan met dit pakket. Uit resultaten van het grondonderzoek blijkt, dat de stroomgeulen allen in het eerste watervoerende pakket zijn ingesneden.

Geologische Kaart 38 Oost geeft enkele aanknopingspunten voor de interpretatie van de loop van de stroomgeulen. Volgens deze kaart loopt een zone met stroomgeulen van grofweg het zuidwestelijk deel van het projectgebied richting noordoost. Halverwege het projectgebied is vertakking in noordwestelijke richting aangegeven. Het nu uitgevoerde grondonderzoek bevestigt de interpretatie in globale zin zeer goed.

Bijlage 7004-0242-000-1 geeft een interpretatie van de loop van stroomruggen op de projectlocatie op basis van het nu uitgevoerde grondonderzoek.

4.2 Geohydrologische gesteldheid

Met behulp van de grondwaterkaart van Nederland en de resultaten van het bodemonderzoek is de ondergrond geohydrologisch geschematiseerd.

In het projectgebied is een deklaag aanwezig, die bestaat uit de vanaf maaiveld ca. NAP -0,3 à +0,5 m tot ca. NAP -8 à -10 m voorkomende klei- en veenlagen. Ter plaatse van de stroomgeulen komt er een deklaag voor vanaf maaiveld tot ca. NAP -4 à -6 m. De dikte van de deklaag loopt uiteen van ca. 4 tot 10 m. De gemiddelde dikte van de deklaag bedraagt op de locatie ca. 7,5 m. Op basis van de sondeergegevens is een kaart met geïnterpoleerde dikte van de deklaag opgesteld en weergegeven op bijlage 7004-0242-000-6.

Uit één van de kaarten van Geologische Kaart 38O blijkt, dat door de projectlocatie een in oost-westelijke richting lopende, licht meanderende wetering heeft gelopen. Deze wetering is thans rechtgetrokken. De oude loop van de wetering is deels zichtbaar op luchtfoto's. Op bijlage 7004-0242-000-1 is de oude loop van de wetering op basis van Geologische Kaart 38O ingetekend. Waarschijnlijk is de wetering opgevuld met gebiedseigen grond.

Onder de deklaag bevindt zich tot ca. NAP -40 m het eerste watervoerend pakket, bestaande uit goed doorlatende zandige afzettingen met een dikte van ca. 30 m. Het doorlaatvermogen van dit pakket is geraamd op ca. 1.750 m²/dag. Onder het eerste watervoerend pakket bevindt zich vanaf ca. NAP -40 m een scheidende laag bestaande uit kleilagen. Deze scheidende laag is ca. 20 m dik en heeft een weerstand tegen verticale waterbewegingen. In dit rapport wordt deze laag beschouwd als geohydrologische basis.

4.3 Open water, stijghoogten en grondwaterstanden

4.3.1 Open water

In het projectgebied komen volgens de leggerkaart van het Waterschap Rivierenland de volgende hoofdwatergangen voor (A-watergangen): De hoofdwatergang die loopt van de westelijk gelegen woonwijk door het midden (langs de zuidzijde van de RWZI) van de projectlocatie naar het oosten van de projectlocatie tot aan de Zeiving. Hier gaat de watergang door middel van een duiker onder de Rijksweg A15 door en loost uiteindelijk ter hoogte van de Spijsche Waard op de Linge (d.m.v. eenemaal). De andere

hoofdwatgang is een zijtak van de hoofdwatgang die gelegen is direct langs de Rijksweg A15. Deze watgang loopt aan de noordzijde van de Griendweg tot aan de Spijksesteeg en heeft een lengte van ca. 900 m. En tot slot de watgang die loopt langs de Graaf Reinaldweg.

Naast deze hoofdwatgangen lopen er in het plangebied diverse B-watgangen.

Op de projectlocatie wordt een zomer- en winterpeil gehanteerd van respectievelijk NAP -1,0 m en NAP -1,2 m (informatie Waterschap Rivierenland).

Op ca. 500 m ten zuiden van de projectlocatie is de rivier "de Waal" gelegen. Bij Rijkswaterstaat zijn van deze rivier voor meetpunt Vuren (X=12944000, Y=42601000) recent nieuw gegevens opgevraagd. Het betreffen hoogten voor de berekende waterstanden bij een herhalingsfrequentie van 1x per 10 jaar en gemiddelde waterstanden. Rijkswaterstaat merkt hierbij op dat het indicatieve standen betreffen. De gegevens zijn verwerkt in tabel 6.

Tabel 6: Waterstanden rivier de "Waal", informatie Rijkswaterstaat, indicatief

Punt	T=10 Hoog [m t.o.v. NAP]	T=10 Laag [m t.o.v. NAP]	Gemiddeld Hoog [m t.o.v. NAP]	Gemiddeld Laag [m t.o.v. NAP]	Waterstanden 17 en 18 november 2004, 12:00 uur [m t.o.v. NAP]	
Vuren	+4,4	-0,25	+1,23	+0,99	+0,85	+1,35

4.3.2 Hydromorfe kenmerken

Tijdens het booronderzoek is gelet op hydromorfe kenmerken. Aan de hand van deze kenmerken (roest e.d.) is nagegaan tot welk niveau de grondwaterstand (regelmatig) is gestegen of gedaald. Uit deze kenmerken blijkt dat, vanwege het voorkomen van ondiepe zwak tot matig siltige kleilagen of veenlagen, lokaal (tijdelijk) schijngrondwaterspiegels kunnen ontstaan. Op basis van deze zeer oriënterende gegevens blijkt dat (schijn)grondwaterstanden op de locatie in het verleden (regelmatig) zijn gestegen tot ca. MV -0,3 m. Op basis van de bodemkaart van Nederland wordt geconstateerd dat in het noordelijk deel van de projectlocatie (ten noorden van de Griendweg) GHG voorkomt van ca. MV -0,4 m en een GLG tussen MV -0,5 en -0,8 m. In het midden van de projectlocatie tevens een GHG kan voorkomen van ca. MV -0,4 m en een GLG van tussen ca. MV -0,8 à -1,2 m.

4.3.3 Grondwaterstanden en peilbuisgegevens

Ten tijde van het bodemonderzoek dat door Fugro op de locatie is uitgevoerd d.d. 17 en 18 november 2004 zijn éénmaal in de handboorgaten de freatische grondwaterstanden opgenomen. Deze dienen als oriënterend gegeven. De grondwaterstand varieerde van ca. NAP -2,4 m tot ca. NAP -0,6 m (ca. MV -2,1 à -0,7 m).

Op 3, 13 en 23 december 2004 zijn de grondwaterstanden of stijghoogtes in de 3 ondiepe en de 3 diepe peilbuizen gemeten. Een overzicht van de gemeten grondwaterstanden en stijghoogtes zijn weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Gemeten grondwaterstanden en stijghoogtes in de peilbuizen

PB	Bodemtype	Maaiveld [m t.o.v. NAP] ca.	Bovenkant peilbuis [m t.o.v. NAP]	Filterafstelling van - tot [m t.o.v. NAP]	Grondwaterstand of stijghoogte [m t.o.v. NAP] ca.		
					3-12-'04	13-12-'04	23-12-'04
B1	A	-0,27	+0,03	-2,3 tot -3,3 (deklaag)	-0,60	-0,65	-0,54
			-0,02	-14,3 tot -15,3 (1 ^e wvp)	-0,16	-0,24	-0,36
B2	B	-0,10	+0,15	-2,1 tot -3,1 (deklaag)	-0,46	-0,53	-0,43
			+0,10	-14,1 tot -15,1 (1 ^e wvp)	+0,02	-0,08	+0,05
B3	A	+0,14	+0,44	-1,9 tot -2,9 (deklaag)	+0,26	+0,12	+0,12
			+1,39	-14,9 tot -15,9 (1 ^e wvp)	+0,68	+0,51	+0,77

De ondiepe filters in de mechanische boorgaten zijn geplaatst in de ondiepe veenlaag. De diepe filters in de mechanische boorgaten zijn geplaatst in het matig siltige zandpakket boven in het eerste watervoerend pakket. De gemeten freatische grondwaterstand in de boringen B1 t/m B3 varieerde van ca. NAP -0,60 m tot ca. NAP +0,26 m (ca. tot aan maaiveld). De gemeten stijghoogte in het eerste watervoerend pakket d.d. 23 december 2004 in de boringen B1 t/m B3 varieerde van ca. NAP -0,36 m ter plaatse van B1 (ca. 2.000 m vanuit "de Waal" tot ca. NAP +0,77 m ter plaatse van B3 (ca. 500 m vanuit "de Waal"). Ten tijde van de metingen was er sprake van een kwelsituatie op de projectlocatie. Uit de metingen blijkt verder dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket wordt beïnvloedt door "de Waal". De stijghoogte neemt in hoogte af naarmate de afstand richting "de Waal" groter wordt.

Opgemerkt wordt dat er slechts enkele metingen beschikbaar zijn. De grondwaterstand en stijghoogte zal in de tijd fluctueren. Om meer inzicht te krijgen in de grondwaterstanden en -fluctuaties wordt geadviseerd de geplaatste peilbuizen met een frequentie van minimaal 2x per maand op te nemen. Tevens wordt voorgesteld het peilbuismeetnet verder te optimaliseren om een meer nauwkeurige indruk te kunnen verkrijgen in het stijghoogteverloop.

4.3.4 Langjarige grondwaterstanden en stijghoogtegegevens

Ter verificatie van grondwaterstanden en stijghoogten is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland en zijn in het grondwater archief (DINO) van TNO-NITG langjarige peilbuisgegevens opgevraagd vanaf 1985 tot heden. Op de projectlocatie zelf bevindt zich geen peilbuis van TNO-NITG, dus wordt de situatie geanalyseerd aan de hand van peilbuizen in de omtrek. Een overzicht van de peilbuislocaties is weergegeven in bijlage 7004-0242-000-2. Een samenvatting van de verwachte maatgevende hoge, lage en gemiddelde grondwaterstand over bovengenoemde meetperiode is weergegeven in tabel 8. Opgemerkt wordt dat deze waarden zijn afgeleid uit tijd-stijghoogtegrafieken en geen statistische analyse betreffen. De tijd-stijghoogtegrafieken zijn weergegeven in bijlage 7004-0242-000-3.

Tabel 8: Peilbuisgegevens TNO-NITG

Nr. peilbuis	Afstand en richting t.o.v. midden locatie [m]	Filterafstelling van - tot [m t.o.v. NAP]	Maaiveld [m t.o.v. NAP] ca.	Stijghoogte [m t.o.v. NAP] ca.		
				Hoge	Gem.	Lage
B38H0123 01	1.500 NO	-14,3 tot -15,3 (1 ^e wvp)	-0,24	-0,1	-0,2	-0,4
B38H0235 01 ¹⁾	1.000 O	-1,8 tot -2,8 (deklaag)	+0,16	+0,0	-0,4	-0,8
B38H0235 02 ¹⁾	1.000 O	-12,8 tot -13,8 (1 ^e wvp)	+0,16	+0,2	+0,0	-0,2

¹⁾ gemeten vanaf 1990

Op basis van bovenstaande peilbuisgegevens en de Grondwaterkaart van Nederland het volgende worden opgemerkt :

- Naar verwachting is peilbuis B38H0235 01 afgesteld in de deklaag en zijn de overige peilbuizen afgesteld in het eerste watervoerend pakket.
- Voor dit onderzoek is voornamelijk gebruik gemaakt van peilbuis B38H0235, dit omdat peilbuis B38H0123 aan de andere zijde van de Rijksweg A15 is gelegen en hiermee niet representatief is voor de projectlocatie.
- Aangezien er relatief weinig peilbuizen van TNO-NITG in de omgeving van de projectlocatie aanwezig zijn, kan op basis van de beschikbare gegevens geen betrouwbare uitspraak worden gedaan over de werkelijk optredende piekstijghoogte in het eerste watervoerend pakket en de freatische grondwaterstand. Om meer inzicht te krijgen in de grondwaterstanden en -fluctuaties wordt geadviseerd de geplaatste peilbuizen met een frequentie van minimaal 2x per maand op te nemen.
- Verwacht wordt dat op de projectlocatie, op basis van de langjarige stijghoogtegegevens, de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ten minste kan stijgen tot ca. NAP +0,2 m. Tijdens het veldonderzoek zijn reeds hogere stijghoogtes gemeten.
- De regionale grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is naar verwachting noordelijk gericht, vanaf "de Waal" richting de polders.
- Op basis van beschikbare gegevens wordt verwacht dat op de projectlocatie sprake is van een kwelsituatie. Voorgesteld wordt de mate van de kwel aan de hand van meer frequentie stijghoogtemetingen en grondwaterstandmetingen op de projectlocatie te verifiëren.

5. GEOTECHNISCHE ANALYSE

In dit hoofdstuk wordt een voorstel gedaan voor de aanleghoogte van het gebied, rekening houdend met de (geo)hydrologische en geotechnische aspecten.

5.1 Uitgangspunten

De huidige geohydrologische situatie wordt als volgt samengevat :

- Het maaiveldniveau op de projectlocatie varieert overwegend tussen ca. NAP 0,0 en -0,3 m. Ter hoogte van ophogingen bedraagt het maaiveldniveau plaatselijk ca. NAP +0,6 m. De laagste in het plangebied gemeten terreinhoogtes bedragen ca. NAP -0,5 m.
- Onder de toplaag bevindt zich een klei- en veenpakket met variabele dikte.
- In het algemeen bedraagt de gewenste drooglegging (verschil tussen maaiveldniveau en open waterpeil) op het terrein ca. 1,2 m. Op de projectlocatie dient eveneens rekening te worden gehouden met de hoge grondwaterstanden (zie ook hoofdstuk 6).

5.2 Grondparameters

Voor de uit te voeren zettingsanalyses zijn aan de hand van een interpretatie van het NEN 6740 tabel 1, op locatie uitgevoerd grondonderzoek en op basis van ervaring, grondparameters opgesteld. De resultaten zijn weergegeven in tabel 9.

Tabel 9: Representatieve grondparameters samendrukbare lagen

Grondsoort	γ_d' [kN/m ³]	γ_n' [kN/m ³]	C_v [m ² /jr.]	C_p [-]	C'_p [-]	C_s [-]	C'_s [-]
Toplagen, bouwvoor	17	18	$1,0 \cdot 10^{-7}$	90	20	300	100
Veen	10,5	10,5	$5,0 \cdot 10^{-7}$	30	6	120	30
Klei	17	17	$5,0 \cdot 10^{-8}$	75	15	260	80
Klei, humeus	15	15	$7,0 \cdot 10^{-8}$	65	10	200	60

5.3 Werkwijze berekeningen

Ten aanzien van de berekeningen worden globaal de volgende stappen doorlopen:

1. Selectie maatgevende types bodemopbouw uit de beschikbare sonderingen en boringen.
2. Evaluatie bestaand en nieuw uitgevoerd geotechnisch laboratoriumonderzoek.
3. Uitvoeren zettingsberekeningen.

De berekeningen worden uitgevoerd met het programma Msettle versie 6.8 uit de M-serie van Delft GeoSystems (GeoDelft). Hierbij vindt de invoer van de geometrie grafisch plaats, evenals de grootte en positie van de belastingen, waarna het programma per verticaal de tijd-zettingslijn bepaalt.

5.4 Ophoging

De te realiseren terreinophoging is afgeleid uit de hydrologische analyse. Op basis van de voor het gebied opgegeven streefwaterpeil van NAP -1,0 m en de drooglegging kan een netto ophoging aangenomen worden tot NAP +0,0 à +0,2 m. Indien rekening wordt gehouden met de vloerpeilen van de omliggende bebouwing bedraagt de netto ophoging NAP +0,3 m à NAP +0,4 m. Er wordt voornamelijk niet vanuit gegaan dat het maaiveld nog verder dient te worden opgehoogd (zie verder hoofdstuk 6).

De zettingsanalyse is uitgevoerd op basis van de volgende 3 scenario's :

1. voorbelastingstijd 550 dagen, restzettingen <0,1 m met en zonder verticale drainage;
2. voorbelastingstijd 365 dagen, restzettingen <0,1 m met en zonder verticale drainage;
3. voorbelastingstijd 270 dagen, restzettingen <0,1 m met en zonder verticale drainage.

Uit het voor dit project uitgevoerde grondonderzoek blijkt een variabele grondslag. Globaal gezien is er sprake van twee soorten hoofdobbouw. Bij het eerste type is sprake van samendrukbare lagen vanaf maaiveld tot aan de bovenzijde van het diepe zandpakket op ca. NAP -7,5 à -10,0 m. Bij het tweede type is sprake van zandige stroomgeulen- en ruggen welke aanvagen op een diepte van NAP -4,0 à -6,0 m.

Voor de berekeningen zijn de volgende typen grondslag gehanteerd :

- A: samendrukbaar pakket klei- en veenlagen van NAP -0,2 m tot NAP -7,5 m;
- B: samendrukbaar pakket klei- en veenlagen met stroomgeulen vanaf NAP -0,2 m tot NAP -4,0 à -6,0 m, dikte variabel.

Uit het voor dit onderzoek uitgevoerde grondonderzoek blijkt dat 19 van de 30 nieuw uitgevoerde sonderingen behoort tot grondslag type A (ca. 63 %). Grondslag type B is bij 37 % van deze sonderingen aangetroffen (11 stuks). In bijlage 7004-0242-000-1 wordt globaal aangegeven waar de genoemde bodemtypen aangetroffen worden.

Voor het toekomstig maaiveldniveau wordt uitgegaan van een ontwerp maaiveldhoogte tussen NAP +0,0 m en +0,4 m. Voornamelijk wordt uitgegaan van een maximaal toelaatbare restzetting van 0,1 m.

De ophoging wordt met zand met een soortelijk gewicht van 18/19 kN/m³ (droog/nat) uitgevoerd. Indien versnelde consolidatie in de vorm van verticale stripdrains of horizontale diepdrainage noodzakelijk blijkt te zijn, wordt gesteld dat de stripdrains ter voorkoming van kortsluiting met het watervoerende pakket niet tot in het pleistocene zand of de lokaal aanwezige stroomruggen mogen worden doorgezet. Gezien de ter plaatse geconstateerde kwelsituatie dient nauwgezet aan deze eis te worden voldaan.

Voorlopig is daar waar stroomgeulen ontbreken voor de stripdrains een maximale diepte van NAP -6,5 m aangehouden. Ter plaatse van de zandige stroomruggen is de installatie van stripdrains, vanwege de beperkte dikte van de samendrukbare lagen, en het risico van kortsluiting met het watervoerend pakket niet aan te bevelen.

Vóór ophogen dienen bij toepassing van verticale stripdrains horizontale drains over het terrein te worden uitgelegd, met een onderlinge hart-op-hart afstand van ca. 25 m om enerzijds het water van het terrein af te voeren, anderzijds om de bovenste slappe laag voldoende te draineren.

In dit oriënterend advies is geen rekening gehouden met eventuele kabels- en/of leidingen die ten gevolge van terreinzetting zouden kunnen worden beschadigd. Door de gemeente dient te worden geïnventariseerd of genoemd aspect zich in onderhavig geval voordoet.

5.5 Resultaten zettingsberekeningen

Op basis van het beschikbare grondonderzoek is de maximale hydrodynamische periode in onderhavig project ingeschat op 2500 à 4500 dagen. Door toepassing van verticale drainage met een h.o.h. afstand van 1,0 m (driehoeksstramien) wordt de hydrodynamische periode van het gedraineerde pakket samendrukbare lagen verkort tot ca. 120 dagen.

De berekende zettingen hebben betrekking op een periode van ca. 30 jaar. Het aandeel van de primaire zetting in de totale zetting wordt geschat op 50 %.

Voor de twee eerder omschreven bodemtypes 'A' en 'B' is een nader onderscheid gemaakt, gebaseerd op het aanvangsniveau van het niet-samendrukbare zandpakket. De volgende indeling is aangehouden :

A1 :	samendrukbare lagen tot	NAP -7,5 m
A2 :	samendrukbare lagen tot	NAP -8,5 m
A3 :	samendrukbare lagen tot	NAP -10,0 m
B1 :	samendrukbare lagen tot	NAP -4,0 m
B2 :	samendrukbare lagen tot	NAP -5,0 m
B3 :	samendrukbare lagen tot	NAP -6,0 m

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek kan de ligging van de verschillende bodemtypen slechts globaal aangeduid worden. Voor een nadere kartering dient aanvullend grondonderzoek uitgevoerd te worden, bij voorkeur voorafgegaan door een elektromagnetisch (bijvoorbeeld EM34) vooronderzoek.

In tabel 10 en 11 zijn de resultaten van de uitgevoerde zettingsberekeningen gepresenteerd.

Tabel 10: resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype 'A' zonder verticale drains

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Netto + bruto ophoging [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Dikte overhoogte [m]		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,4 *	A1	+2,0	1,6	2,5	1,8	1,1
	A2	+2,1	1,7	3,4	2,5	1,5
	A3	+2,4	2,0	5,6	4,3	2,9
+0,3 *	A1	+1,8	1,5	2,2	1,6	1,0
	A2	+1,9	1,6	2,9	2,2	1,4
	A3	+2,1	1,8	4,4	3,3	2,2
+0,2	A1	+1,5	1,3	1,7	1,2	0,7
	A2	+1,6	1,4	2,2	1,7	1,1
	A3	+1,8	1,6	3,4	2,6	1,7
+0,1	A1	+1,2	1,1	1,0	0,7	0,4
	A2	+1,3	1,2	1,4	1,0	0,7
	A3	+1,5	1,4	2,2	1,7	1,2
+0,0	A1	+0,7	0,7	0,4	0,2	0,1
	A2	+0,8	0,8	0,6	0,4	0,3
	A3	+1,0	1,0	1,3	1,0	0,7

* vanwege de zeer grote diktes bruto ophoging en overhoogte wordt voor deze netto ophoogniveaus geadviseerd verticale drainage toe te passen, ongeacht de beschikbare voorbelastingstijd.

Tabel 11: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype 'B' zonder verticale drains

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Netto + bruto ophoging [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Dikte overhoogte [m]		
				T _{voorbelasting = 270 dagen}	T _{voorbelasting = 365 dagen}	T _{voorbelasting = 550 dagen}
+0,4	B1	+1,7	1,3	0,7	0,6	0,5
	B2	+1,9	1,5	0,8	0,7	0,5
	B3	+2,1	1,7	1,8	1,3	0,8
+0,3	B1	+1,6	1,3	0,6	0,5	0,5
	B2	+1,7	1,4	0,7	0,6	0,5
	B3	+1,8	1,5	1,4	0,9	0,6
+0,2	B1	+1,3	1,1	0,4	0,3	0,3
	B2	+1,4	1,2	0,5	0,4	0,3
	B3	+1,6	1,4	1,2	0,8	0,5
+0,1	B1	+1,0	0,9	0,2	0,1	0,1
	B2	+1,1	1,0	0,3	0,2	0,1
	B3	+1,3	1,2	0,6	0,4	0,3
+0,0	B1	+0,6	0,6	-	-	-
	B2	+0,7	0,7	0,1	0,1	-
	B3	+0,8	0,8	0,3	0,2	0,1

Tevens zijn zettingberekeningen uitgevoerd voor de situatie dat het samendrukbare pakket slappe lagen met behulp van verticale stripdrains (driehoeksstramien, h.o.h. 1,0 m) tot op een diepte van ca. NAP -6,5 m wordt gedraineerd. Voor bodemtype 'B' (stroomgeulen) is deze berekening, vanwege het beperkte pakket slappe lagen, niet uitgevoerd. De resultaten van deze zettingberekening is weergegeven in tabel 12.

Tabel 12: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype 'A' met verticale drains tot NAP -6,5 m.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Bruto ophoging [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Dikte overhoogte [m]		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,4	A1	+2,0	1,6	0,6	0,5	0,4
	A2	+2,1	1,7	0,9	0,6	0,4
	A3	+2,4	2,0	2,5	1,7	1,0
+0,3	A1	+1,8	1,5	0,5	0,4	0,4
	A2	+1,9	1,6	0,8	0,6	0,4
	A3	+2,1	1,8	1,9	1,3	0,8
+0,2	A1	+1,5	1,3	0,4	0,3	0,2
	A2	+1,6	1,4	0,6	0,4	0,3
	A3	+1,8	1,6	1,5	1,0	0,6
+0,1	A1	+1,2	1,1	0,2	0,2	0,1
	A2	+1,3	1,2	0,4	0,3	0,2
	A3	+1,5	1,4	1,0	0,7	0,4
+0,0	A1	+0,7	0,7	-	-	-
	A2	+0,8	0,8	0,1	-	-
	A3	+1,0	1,0	0,7	0,4	0,3

Uitgangspunt bij de in tabel 10 t/m 12 gepresenteerde berekeningsresultaten is een beginhoogte van het maaiveld na egaliseren en het verwijderen van toplagen van ca. NAP -0,2 m en een maximaal toelaatbare restzetting van 0,1 m. De in de tabel gegeven ophoogniveaus en overhoogtes zijn gebaseerd op de toepassing van gewoon ophoogzand (volumegewicht droog/nat 18/19 kN/m³). De in de tabel genoemde voorbelastingstijd is berekend vanaf het moment dat de ophoging op hoogte gebracht is.

Uit tabel 10 en 11 blijkt dat voor het realiseren van met name de hogere netto ophoogniveaus in korte tijd zeer grote overhoogtes toegepast moeten worden. Geadviseerd wordt om hier te kiezen voor de toepassing van verticale drainage door middel van stripdrains, zie tabel 12.

Op basis van de in tabel 10 t/m 12 gepresenteerde resultaten kan de feitelijke ophoogstrategie worden afgeleid. **Daar waar overhoogte toegepast wordt dient deze waarde bij de bruto ophoging opgeteld te worden.**

Uit de berekeningen volgt, dat in sommige scenario's zeer geringe overhoogtes gehanteerd dienen te worden. Aanbevolen wordt voor de minimale dikte van de overhoogte ca. 0,3 m aan te houden.

Na de voorbelastingsperiode kan de ophoging tot aan het gewenste netto ophoogniveau worden afgegraven. Het tijdstip van afgraven dient door middel van monitoring van zakbakens te worden geverifieerd.

Bij de berekening van de benodigde voorbelastingstijd is uitgegaan van goed werkende verticale drainage (tabel 12). Gezien de grote initiële zettingen is het mogelijk dat de efficiëntie van de verticale drainage afneemt door bijvoorbeeld het knikken van de stripdrains.

5.6 Werkwijze algemeen

In het algemeen worden bij het bouwrijp maken van dergelijke terreinen de volgende werkzaamheden voorzien :

- Verwijderen van de toplaag en egaliseren ondergrond op een niveau van NAP -0,2 m.
- Dempden van de sloten binnen het gebied met gebiedseigen grond (klei) of licht opvulmateriaal zoals bijvoorbeeld ketelzand.
- Het graven van een sloot zonder eindprofilering en het aanbrengen van duikers voor de bereikbaarheid van de gebieden.
- Aanbrengen horizontale drainage voor de afwatering van de ophooglaag tijdens de zettingsperiode.
- Ophogen met goed doorlatend zand tot een niveau van ca. NAP +0,3 m, waarbij een voldoende dikke werkvloer voor het aanbrengen van verticale drainage wordt gerealiseerd. Hierbij dient extra zorg betracht te worden bij ophoging ter plaatse van gedempte watergangen.
- Aanbrengen van verticale drainage.
- Verder ophogen.

Teneinde het zettingsproces te kunnen volgen dienen de optredende zettingen te worden gecontroleerd. Deze controles kunnen worden verricht met zakbaken, op basis van interpretaties van de metingen kan vervolgens het theoretisch ophoogschema worden aangepast.

Uit het grondonderzoek blijkt dat de toplagen bestaan uit klei. Dit materiaal kan desgewenst in de uiteindelijke situatie als deklaag gebruikt worden. Eventueel voorkomende humeuze lagen zijn voor toepassing als toekomstige deklaag niet geschikt. Gezien de hoogte van de voorbelasting spelen stabiliteitseffecten een belangrijke rol, ook wanneer gekozen wordt voor een voldoende flauw talud (1:3). De voorbelasting kan niet overal in één keer aangebracht worden. De maximale ophoging per ophoogslag alsmede de tijdsduur tussen de verschillende ophoogslagen dient in een gedetailleerd uitvoeringsplan en monitoringsplan omschreven te worden. Desgewenst kan Fugro dit op basis van een gedetailleerd inrichtingsplan voor u verzorgen.

In dit uitvoeringsplan dient tevens extra aandacht besteed te worden aan stabiliteitsaspecten ter hoogte van gedempte watergangen. Ook kan in een uitvoeringsplan aspecten worden beschouwd zoals de invloed van ophogingen op de bestaande ondergrondse infrastructuur en bebouwing.

Na de zettingsperiode zal worden aangevangen met het bouwrijp maken van het terrein, waarbij drainage, riolering en bouwwegen zullen worden aangelegd. Op basis van een stedenbouwkundig inrichtingsplan kan door Fugro voorafgaand aan deze uitvoering een waterhuishoudingsplan, rioolplan en een bouwrijpmaak bestek voorzien van een grondbalans worden uitgewerkt.

Wat betreft horizontale verplaatsingen is globaal te stellen dat de grootte van de verticale zetting zich in horizontale richting als horizontale verplaatsing gedraagt. Dat wil zeggen dat een verplaatsing van maximaal ca. 2 m is te verwachten aan de teen van de ophoging, maar dat deze verplaatsingen over een afstand van circa 10 m (is de dikte van het totale pakket slappe lagen waaruit de zettingen komen) reduceren tot nul. Dit geldt eveneens voor de verticale verplaatsingen: deze reduceren eveneens tot nul bij een afstand van circa 10 m vanaf de ophoging. Daar waar de ophoging naast te handhaven watergangen aangebracht wordt dient dus rekening gehouden met een vernauwing of volledig dichtschuiven van het doorstroomprofiel. Door monitoring kan dit tijdig worden waargenomen waarna direct herprofielingsmaatregelen dienen te worden genomen en wateroverlast kan worden voorkomen.

Indicaties omtrent de stabiliteit van de ophoging alsmede horizontale verplaatsingen kunnen tijdens de uitvoering van de grondwerkzaamheden worden verkregen door aan de randen van de ophoging (teen) perkoenpalen in rechte lijnen te plaatsen. Bijvoorbeeld hart-op-hart 5 m, 2 m onder maaiveld tot 1,5 m boven maaiveld. Hiermee kunnen bewegingen van het grondmassief al worden gesignaleerd, voordat de stabiliteit in gevaar komt.

Geadviseerd wordt dergelijke perkoenpalen te plaatsen langs de sloot en mogelijk andere kritische locaties en elke dag visueel te controleren. Bij afwijkingen wordt geadviseerd de grondmechanisch adviseur te raadplegen.

6. WATERHUISHOUDING

6.1 Samenvatting geohydrologisch en geotechnisch onderzoek

Op basis van het (geo)hydrologisch en geotechnisch onderzoek kan het volgende worden samengevat :

- De wegen op de projectlocatie liggen op een gemiddeld niveau van ca. NAP +0,3 m en de wegen langs de projectlocatie liggen op een gemiddeld niveau van ca. NAP +0,4 m.
- Het dorpelniveau van de huidige bebouwing op de projectlocatie varieert overwegend van ca. NAP +0,13 tot ca. NAP +0,93 m. Gemiddeld ligt het dorpelniveau op ca. NAP +0,58 m. Het dorpelniveau in de westelijk gelegen wijk bedraagt ca. NAP +0,5 m.
- Het maaiveldniveau op de projectlocatie varieert overwegend van ca. NAP -0,5 m tot ca. NAP +0,6 m. Gemiddeld ligt het maaiveldniveau op ca. NAP -0,1 m.
- De bodemgesteldheid is te onderscheiden in een gebied zonder (bodemtype 'A') en met (bodemtype 'B') een zandige stroomgeul. Bij bodemtype 'A' wordt tot ca. NAP -8,0 à -10,0 m een klei- en veenpakket aangetroffen. Hieronder bevindt zich het eerste watervoerend pakket bestaande uit zand. Bij bodemtype 'B' wordt tot ca. NAP -4,0 à -6,0 m een klei- en veenpakket aangetroffen. Hieronder bevindt zich het eerste watervoerend pakket bestaande uit zand.
- Het open waterpeil wordt volgens het Waterschap Rivierenland beheerst op een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -1,0 m en NAP -1,2 m. In de toekomstige situatie zal dit één streefpeil worden van ca. NAP -1,0 m.
- Voor de waterstand in de rivier de "Waal" (gelegen op ca. 500 m ten zuiden van de projectlocatie) wordt een gemiddelde lage waterstand verwacht van ca. NAP +0,99 m en een gemiddeld hoge waterstand van ca. NAP +1,23 m. De maatgevend hoge en lage waterstanden behorende bij een berekende situatie van voorkomen van 1x per 10 jaar bedragen respectievelijk NAP +4,4 m en NAP -0,25 m).
- De freatische grondwaterstand gemeten in de drie peilbuizen in december 2004 (enkele waarneming) varieerde van ca. NAP -0,6 m tot ca. NAP +0,3 m (ca. tot aan maaiveld).
- De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket gemeten in december 2004 (enkele waarneming) varieerde van ca. NAP -0,16 tot ca. NAP +0,68 m (ca. MV -0,1 à +0,6 m).
- Op basis van de voor het gebied opgegeven streefwaterpeilen en de drooglegging wordt een ontwerpmaaiveldniveau aangenomen van NAP +0,2 m. Tevens zijn scenario's gegeven voor netto ophoging tot NAP +0,3 m en NAP +0,4 m. De verwachte zanddikte zal bij integrale ophoging na zetting varieert tussen 1,1 en 1,7 m.
- Op de projectlocatie is sprake van een kwelsituatie. Een wegzijgingsituatie bij lage rivierwaterstanden kan niet worden bevestigd. Voorgesteld wordt aanvullende metingen te verrichten om meer inzicht te krijgen in de variatie en fluctuatie. Op basis van deze aanvullende gegevens kan in relatie tot de wens "kwelneutraal" te bouwen, meer nauwkeurig het ontwerpmaaiveldniveau worden vastgesteld.

6.2 Waterhuishouding huidige situatie

Grondwater

Uit metingen en peilbuisgegevens van TNO-NITG volgt dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket hoger staat dan het open waterpeil en het freatische grondwater. Op de projectlocatie bestaat de kans dat er door ondiep gelegen zandbanen een 'kortsluiting' met het eerste watervoerend pakket is ontstaan. Hierdoor kan in periode van hoogwater op de Waal een verhoogde kwelsituatie ontstaan. Bij lage waterstanden op de Waal kan daarentegen een wegzijging optreden.

Het grondwater op de projectlocatie wordt beheerst door de aanwezige watergangen. Deze watergangen voeren het overtollige grondwater (te weten neerslagwater en kwelwater) af richting de hoofdwatergangen. Verwacht wordt dat het grondwater op de projectlocatie in periode van veel neerslag door stagnatie op de slecht doorlatende lagen (klei en veen) en bij kwel vanuit het watervoerende pakket, gemiddeld hoger staat dan het streefpeil van het open water van NAP -1,0 m (zomerpeil) en NAP -1,2 m (winterpeil).

Inlaten

Voor het projectgebied zijn twee inlaten aanwezig om in een constant waterpeil te voorzien. Een inlaat is gelegen ter hoogte van de Oostgracht (ten zuiden van Hoog Dalem) waar water ingelaten kan worden vanuit de "Linge", maar in het plangebied wordt met name water ingelaten d.m.v. de inlaat ter hoogte van de Spijksedijk (ten zuiden van de Rijksweg A15) waar tevens water wordt ingelaten vanuit de "Linge".

Riolering

Op de projectlocatie is geen gemeentelijk rioolsysteem aanwezig. De meeste bebouwing moet zelfs nog worden aangesloten op een riolering of op een IBA. Langs de tijdelijke school (ten zuiden van Hoog Dalem) is een persriool gelegen, hierop zijn tevens de omliggende boerderijen en de school aangesloten. In het gebied zijn geen overstorten bekend van een riolering.

De naastgelegen (westelijke) bestaande woonwijk kent verschillende rioleringsystemen. Het grootste gedeelte van deze wijk heeft een gemengd rioolsysteem. Het meest oostelijke deel van het bestaand stedelijk gebied alsmede het industrieterrein Oost I en de nieuwbouwwijk Laag Dalem-Zuid heeft een verbeterd gescheiden rioolsysteem.

6.3 Ontwateringscriteria

Bij de herinrichting van stedelijk gebied worden in het algemeen de volgende ontwateringscriteria en algemene ontwerprandvoorwaarden aangehouden :

- Noodzakelijke ontwateringsdiepte voor stedelijk gebied bedraagt MV -0,5 à -1,0 m, afhankelijk van de inrichting en het gebruik.
- Uitgaande van de voorschriften voor nieuwbouw uit het Bouwbesluit 2003 dient bij toepassing van een kruipruimte de constructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied en de kruipruimte waterdicht te zijn (art. 3.23).
- Om in het algemeen vochtoverlast in woonruimten te kunnen voorkomen wordt de norm gehanteerd dat de grondwaterstand niet langer dan 2 dagen boven het niveau van bodem kruipruimte -0,20 m mag uitstijgen, uitgaande van een grofzandige kruipruimtebodem.
- In het algemeen wordt voor de drooglegging (verschil maaiveldniveau en open waterpeil) uitgegaan van minimaal 1,2 m, in verband met de ontwatering van het terrein en de mogelijkheden om het hemelwater wat op daken en verhardingen valt onder vrij verval op open water te laten lozen. Bij een kwelsituatie dient eveneens rekening te worden gehouden met de maatgevend hoge grondwaterstanden.

Toelichting ontwateringscriteria

Voor stedelijke gebieden wordt veelal rekening gehouden met ontwateringsdiepten van ca. MV -0,7 à -1,0 m. De ontwateringsdiepte onder verhardingen dient minimaal 0,7 m te zijn, ter plaatse van intensief bereden wegen wordt veelal uitgegaan van 1,0 m.

Om overlast in groenstroken te voorkomen wordt in het algemeen een ontwateringsdiepte van ca. MV -0,5 à -1,0 m aangehouden, afhankelijk van het type begroeiing (struiken of bomen) en het gebruik.

Structureel (te) hoge grondwaterstanden kunnen leiden tot schade aan verhardingen en plantsoenen en tot wateroverlast in woningen (kruipruimten). Met name door stagnerend regenwater op slecht doorlatende bodemlagen kunnen freatische grondwaterstanden dermate hoog stijgen dat wateroverlast kan ontstaan.

Indien wordt gekozen voor geheel 'kwelneutraal' bouwen zou dat betekenen dat de keuze van het ontwerpmaaiveldniveau geheel wordt bepaald door de maatgevende hoge stijghoogte. Voorgesteld wordt meer inzicht te krijgen in de variatie en fluctuatie van de stijghoogte door het uitvoeren van een aanvullende monitoring.

6.4 Waterhuishouding tijdens bouwrijpmaken

Om tijdens de ophoog-, zettings- en bouwrijpmaakperiode voldoende mogelijkheden te houden voor het bergen van hemelwater dient nagegaan te worden of er gedurende deze periode steeds voldoende waterpartijen aanwezig zijn. Voorgesteld wordt voor het dempen en graven van watergangen een “graaf- en dempingsprogramma” op te stellen en dit af te stemmen op het ophoogplan. Op deze wijze kan ook tijdens de zettingsperiode in voldoende ontwatering en afvoer worden voorzien. De drainage in de ophooglaag dient na de zettingsperiode als verloren te worden beschouwd.

Voor de ontwatering van het plangebied tijdens de bouwperiode kunnen in de bouwwegen bouwdrains worden aangebracht. Deze drainage wordt bij voorkeur aangelegd met de aanleg van de riolering. Na de bouwfase dienen deze drainage te worden gecontroleerd en zo nodig te worden vervangen / hersteld. Gezien het duurzame en permanente karakter wordt geadviseerd met PP-omhullende drainage toe te passen.

Door het toepassen van verticale drainage tijdens de zettingsperiode zal het kwelwaterbezwaar op de locatie mogelijk fors toenemen. Bij de ontwatering in de zettingsfase, bouwfase en zelfs mogelijk in de ingerichte situatie dient hier rekening mee worden gehouden.

Bij de aanleg van de riolering dient rekening te worden gehouden met het aanbrengen van een tijdelijke bemaling.

6.5 Waterhuishouding toekomstige situatie

6.5.1 Beschrijving toekomstige waterhuishouding

De huidige afwateringsrichting van de projectlocatie blijft ongewijzigd, deze blijft richting het noordoosten. Tevens zal de hoofdwatergang in het nieuwe plan zijn functie blijven behouden om een goede afwatering van de projectlocatie en de bestaande woonwijk ten westen van Hoog Dalem te garanderen. Wellicht wordt deze wel voorzien van een ander profiel.

In de toekomst zal op de projectlocatie één streefpeil gehanteerd worden van NAP -1,0 m. Dit zal worden ingesteld voor geheel Gorinchem met uitzondering van Laag Dalem-Zuid waar een fluctuerend waterpeil gehanteerd wordt. Hiervoor zullen aan de oostzijde van de nieuwbouwlocatie Hoog Dalem één of meerdere stuwen geplaatst moeten worden.

In het ontwerp dient in relatie tot het peilbeheer rekening te worden gehouden met het voorkomen van zandlagen. Aangezien ter plaatse van dergelijke zandlagen een verhoogde kwel en ook wegzijging kan worden verwacht, wordt bij voorkeur de plas niet ter plaatse van deze bodempbouw wordt gekozen of in aanvullende onderafdichtingen te voorzien.

Riolering

In de toekomstige situatie zal er een gescheiden rioleringsstelsel aangelegd gaan worden. Hierop zullen ook de bestaande (behouden) woonboerderijen aangesloten gaan worden. Volgens het Waterschap Rivierenland heeft de huidige RWZI voldoende capaciteit, indien het HWA wordt afgekoppeld, om het afvalwater van Hoog Dalem te zuiveren.

6.5.2 Ontwerpmaaiveldniveau

Uitgaande van een toekomstig open waterpeil op het terrein van NAP -1,0 m, een variërend maaiveldniveau van ca. NAP -0,5 tot +0,6 m en een gangbare drooglegging (verschil tussen open waterpeil en maaiveldniveau) op het toekomstige terrein van ca. 1,2 m zal het huidige maaiveld lokaal opgehoogd moeten worden. Uitgaande van een ontwerp maaiveldniveau van minimaal NAP +0,2 m (voor een drooglegging van 1,2 m) zal het maaiveld ca. 0,0 en 0,7 m moeten worden verhoogd.

In de omgeving westelijk van de projectlocatie bedraagt het maaiveldniveau NAP +0,3 à +0,4 m (dorpelniveaus van ca. NAP +0,5 m). De drooglegging neemt hiermee beperkt toe. Binnen het projectgebied komen echter woningen voor met een lager dorpelniveau en/of lager maaiveldniveau. Met name voor deze woningen, maar ook voor infrastructuur en kabels en leidingen, dienen aanvullende maatregelen te worden getroffen om schade te kunnen voorkomen.

Uitgaande van de wens 'kwelneutraal' te bouwen dient rekening houdend met de hogere stijghoogten en de daarbij optredende kwel, een hoger maaiveldniveau te worden gekozen. Tijdens het veldonderzoek zijn in december 2004 grondwaterstanden en stijghoogte waargenomen die ruim boven oppervlaktewaterpeil voorkomen (gemeten zijn stijghoogten boven NAP +0,0 m en zelfs NAP +0,7 m nabij de Waal). In relatie tot de huidige functie en inrichting van het gebied wordt in de huidige situatie beperkte drainage van dit kwelwater toegestaan.

Bij de keuze van het ontwerpmaaiveldniveau dient voor de toekomstige situatie rekening te worden gehouden met een meer verandering in functie waarbij tijdelijke hoge grondwaterstanden niet meer worden toegestaan. Er dient in het ontwerp rekening te worden gehouden met de wenselijke ontwateringsdiepten van 0,7 à 1,0 m (zie paragraaf 6.3). Gezien de bodemopbouw en zettingsgevoeligheid van de bodem wordt echter afgeraden het plangebied op te gaan hogen naar niveaus boven NAP +0,4 m. Voorgesteld wordt daarom te zoeken naar een ontwerpmaaiveldniveau waarbij grondwaterstand beheersing mogelijk wordt en waarbij een beperkte mate van kwel door het waterschap zal worden geaccepteerd.

Daarnaast is het aan te bevelen een kruipruimteloze bouwwijze te kiezen.

6.5.3 Analyse noodzaak voor ontwatering

Uitgaande van een ontwerpmaaiveldniveau van ca. NAP +0,2 m dient de grondwaterstand ter plaatse van secundaire wegen te worden beheerst beneden NAP -0,5 m en ter plaatse van primaire (doorgaande) wegen beneden NAP -0,8 m. Beide ontwateringsniveaus liggen ruim boven het niveau van het open water (streefpeil ca. NAP -1,0 m).

Bij hogere maaiveldniveaus zullen de ontwateringsniveaus evenredig wijzigen.

In de gemiddelde situatie is er op de projectlocatie sprake van een kwelsituatie. Aangezien wordt verwacht dat de grondwaterstanden op de projectlocatie in perioden met hoge stijghoogten mogelijk kunnen stijgen tot ten minste ca. NAP +0,2 m (tijdens veldwerk gemeten zelfs NAP +0,7 m) is het aan te bevelen in aanvullende ontwatering te voorzien die wordt afgestemd op de mogelijkheden water te lozen op de watergangen (zie ook paragraaf 5.5.2.). De ontwatering van de projectlocatie kan worden gerealiseerd door het aanbrengen van drainages en/of wadi's met een ontwateringsmiddel onderin.

De intensiteit van het systeem is afhankelijk van de inrichting en het uiteindelijk gekozen maaiveldniveau en de dikte en doorlatendheid van de ondiepe bodemlagen. Voorgesteld wordt tenminste rekening te houden met een drainage onder de weg, aangevuld met een drainage in de tuin en/of kruipruimte (indien van toepassing). Deze drainage dient te worden afgesteld op het inrichtingsplan en waterhuishoudingsplan.

6.5.4 Mogelijkheden voor realisatie van permanent open water

Hierna zal een technische beschouwing worden gegeven van de mogelijkheden van het aanleggen van watergangen en/of een waterplas op de projectlocatie vanuit geohydrologisch oogpunt.

Voor permanent watervoerende watergangen is het noodzakelijk om een voldoende waterdiepte te realiseren. Het Waterschap Rivierenland gaat hierbij uit van een minimale waterdiepte van 1 m. Bij deze waterdiepte en een open waterpeil van NAP -1,0 m komt de bodem van de watergangen minimaal op ca. NAP -2,0 m. Indien het maaiveld wordt opgehoogd dient er rekening te worden gehouden met de inpassing (groter ruimtebeslag) van watergangen, uitgaande van een gelijkblijvend open waterpeil.

Voor het inlaten van water in het projectgebied wordt er vanuit gegaan dat deze ongewijzigd zal blijven (twee inlaten vanuit de Linge).

Op de projectlocatie wordt een deklaag aangetroffen die in dikte varieert van ca. 4 à 10 m, hieronder bevindt zich het eerste watervoerend pakket (zie paragraaf 4.2). Ervan uitgaande dat het toekomstige streefpeil van het open water ca. NAP -1,0 m zal worden ingesteld, zal er op de projectlocatie naar verwachting in een groot deel van het jaar sprake blijven van een kwelsituatie uitgaande van een hoge stijghoogte in het eerste watervoerend pakket van ca. NAP +0,2 m (zie paragraaf 4.3). Opgemerkt wordt dat bij hoge waterstanden in de Waal op de projectlocatie mogelijk een grotere kwelsituatie ontstaat.

Uitgaande van een slootbodem van eventuele watergangen en of waterpartijen op ca. NAP -2,0 m zal de deklaag tot in de veenlaag ontgraven moeten worden. Aangezien er op de projectlocatie sprake is van een kwelsituatie dient er rekening gehouden te worden met extra afvoer van water ten gevolge van kwel. Uitgaande van een waterpeil van NAP -1,0 m, een stijghoogte van NAP +0,2 m en een geschatte hydraulische weerstand van de deklaag van ca. 100 dagen/m zijn in tabel 13 enkele zeer oriënterende berekeningen gemaakt om inzicht te krijgen in het waterbezwaar veroorzaakt door kwel (exclusief opbarsten en extra kwel via verticale drains).

Tabel 13: Zeer oriënteerde berekeningen om inzicht te krijgen in het kwelbezwaar

Dikte deklaag [m]	Stroomsnelheid [mm/dag]	Kwelbezwaar bij oppervlak open water 470.000 m ² [m ³ /dag]
4	3,0	1.410
8	1,5	705
10	1,2	564

Uit tabel 13 blijkt dat indien de gemiddelde dikte van de deklaag 8 m is het kwelbezwaar per dag ca. 705 m³ bedraagt. Aan de hand meer gerichte aanvullende geohydrologische berekeningen kan de variatie in het kwelbezwaar worden bepaald. Voorafgaand is een goed inzicht in de variatie en hoogte van de stijghoogten en de hydraulische weerstanden (aanwezigheid zandlagen) noodzakelijk. Een voorstel hiervoor is kort beschreven in paragraaf 6.7.

Daarnaast dient er rekening gehouden te worden met de kans op opbarsten van de deklaag bij het graven van de waterpartijen, onder invloed van de in het eerste watervoerend pakket. Indien de deklaag opbarst zal naar verwachting het kwelbezwaar extreem toenemen en oncontroleerbaar worden. Om inzicht te krijgen op de kans van opbarsten van de deklaag bij het graven van watergangen, waterpartijen of riolering zijn er enkele oriënterende berekeningen gemaakt. Voor deze oriënterende berekeningen wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten :

- Een veiligheidsfactor van 1,1 is toepast op de opwaartse druk van het grondwater.
- Een hoge stijghoogte in het eerste watervoerend pakket van ten minste NAP +0,2 m en een maximum van NAP +1,0 m.
- Het toekomstig maaiveldniveau wordt aangenomen op NAP +0,2 m.
- De waterpartijen worden in den natte aangelegd met een minimale waterdiepte van 1,0 m.
- De onderkant van de deklaag is aangenomen op NAP -8 m voor profiel bodembeschrijving type 'A' en op NAP -4 m voor profiel bodembeschrijving type 'B' "stroomgeulen".
- Maatgevende bodemopbouw volgens tabel 5a en 5b van paragraaf 4.1.
- Volumieke gewicht van de bodemlagen volgens tabel 9 van paragraaf 5.2.
- Bodembreedte waterpartij >50 m.
- Sleufbreedte t.b.v. riolering 2 m met een talud 1:2.
- Ontgravingsniveau watergang NAP -2,0 m.
- Ontgravingsniveau riolering NAP -1,8 m.

In het geval van een smalle sleuf of ingraving mag voor de beoordeling van de veiligheid tegen opbarsten het effect van spanningsverspreiding door de aan weerszijden van de ontgraving aanwezige hogere grondbelasting meegenomen worden in de toetsing.

In tabel 14 zijn de oriënterende berekeningsresultaten weergegeven voor de bodemopbouw behorende bij tabel 5a en in tabel 15 zijn de oriënterende berekeningsresultaten weergegeven voor de bodemopbouw behorende bij tabel 5b.

Tabel 14: Resultaten oriënterende evenwichtsberekeningen bodemopbouw tabel 5a

Onderdeel	Ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Neerwaartse druk [kN/m ²]	Opwaartse druk [kN/m ²]	Veiligheid tegen opbarsten ca.
Waterpartij	-2,0	+0,2	90,9	82,0	1,11
		+1,0	90,9	90,0	1,01
Riolering	-1,8	+0,2	135,2	82,0	1,65
		+1,0	135,2	90,0	1,50

Tabel 15: Resultaten oriënterende evenwichtsberekeningen bodemopbouw tabel 5b

Onderdeel	Ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Neerwaartse druk [kN/m ²]	Opwaartse druk [kN/m ²]	Veiligheid tegen opbarsten ca.
Waterpartij	-2,0	+0,2	29,1	42,0	0,69
		+1,0	29,1	50,0	0,58
Riolering	-1,8	+0,2	27,8	42,0	0,66
		+1,0	27,8	50,0	0,57

Uit de oriënterende berekening blijkt dat voor de aanleg van de waterpartij in het gebied met bodemprofiel volgens tabel 5a de veiligheid van opbarsten van de deklaag ca. 1,1 bedraagt uitgaande van een stijghoogte van ca. NAP +0,2 m en bovenstaande uitgangspunten. Indien de stijghoogte toeneemt tot NAP +1,0 neemt de veiligheid tegen opbarsten af tot ca. 1. Verder blijkt dat bij een stijghoogte van NAP +0,2 m en NAP +1,0 m de veiligheid tegen opbarsten van de deklaag ten behoeve van de aanleg van de riolering ruim voldoende is (exclusief rekening houdend met zandophoging).

Indien zonder aanvullende maatregelen de riolering en de waterpartij ter plaatse van bodemprofiel volgens tabel 5b wordt aangelegd is de veiligheid van opbarsten van de deklaag, volgens bovenstaande uitgangspunten, onvoldoende. Uitgaande van deze berekeningen is de kans van opbarsten van de deklaag voor het aanleggen van de grote waterpartijen ter plaatse van de stroomgeulen (deklaag ca. 4 m) groot. Voorgesteld wordt om nader onderzoek te verrichten naar de exacte locaties van de stroomgeulen en de dikte van de deklaag. Verder wordt voorgesteld om grote waterpartijen zover mogelijk van de rivier de Waal dit in relatie tot de afbouw van de stijghoogte. Voorgesteld wordt zonodig extra peilfilters aan te brengen om bij een hoogwaterafvoergolf meer inzicht te krijgen in het stijghoogte verloop over de projectlocatie.

6.5.5 Mogelijkheden voor berging en infiltratie

Uitgaande van de voorkeursvolgorde volgens de WRW (Werkgroep Riolering West-Nederland) "Beslisboom aan- en afkoppelen verharde oppervlakken 2003" worden de voorkeuren beschreven in tabel 16.

Tabel 16: Voorkeursvolgorde afvoeren hemelwater

Categorie	Afkomstig van	1 ^e voorkeur	Bij lozing op watergang waterschap
Woonwijk	Dak / gevel	Infiltreren	Kan direct
Voet-/ fietspaden	Verharding	Infiltreren	Kan direct
Parkeerterrein (lage wisselfrequentie)	Verharding	Infiltreren	Na voorbehandeling ¹⁾
30/50km zone	Verharding	Infiltreren	Na voorbehandeling ¹⁾
Ontsluitingswegen	Verharding	Infiltreren	Na voorbehandeling ¹⁾
¹⁾ behandeling door middel van bodempassage of hoogrendement slibafscheider en eventueel een olieafscheider			

Door het Waterschap Rivierenland kunnen aanvullende kwaliteitseisen worden gesteld aan het te lozen regenwater middels eisen ten aanzien van het beheer en onderhoud en de gebruikte materialen.

Gezien de aanwezigheid van ondiep slecht doorlatende bodemlagen (klei en veen) op de projectlocatie is infiltratie van regenwater minder geschikt. De mogelijkheden voor ondergrondse berging zijn eveneens beperkt tot afwezig. Voorgesteld wordt in het plangebied uit te gaan van berging van regenwater in open water of in bovengrondse infiltratie- / bergingsvoorzieningen zoals een wadi.

6.5.6 Noodzaak retentie van regenwater

Door het Waterschap Rivierenland zijn richtlijnen opgesteld ten aanzien van berging en afvoer van regenwater afkomstig uit nieuw stedelijk gebied. Deze richtlijnen zijn opgenomen in bijlage 7004-0242-000-4. Volgens het Waterschap Rivierenland dient er retentie van regenwater op de projectlocatie plaat te vinden.

Voor de oriënterende berekening van de toekomstige benodigde retentie in het gebied is verder uitgegaan van de volgende uitgangspunten (zie ook hoofdstuk 2) :

- Oppervlak projectlocatie totaal 913.000 m².
- Voor de verhardingen (wegen e.d.) wordt uitgegaan van een gerioleerd oppervlak van 111.000 m². Voor het uitgeefbare terrein (317.000 m²) wordt uitgegaan dat maximaal 50 % wordt verhard, dit betekent dat 177.000 m² is verhard en gerioleerd van het uitgeefbare terrein. Totaal wordt uitgegaan van ca. 269.500 m² gerioleerd oppervlak.
- De afvloeiingscoëfficiënt van alle verhardingen bedraagt volgens het waterschap 1,0.
- Voor de neerslag afkomstig van de onverharde terreinen dient uit te worden gegaan van een afstroming naar oppervlaktewater van 0,75 l/sec/ha. Hierbij wordt uitgegaan van een oppervlak van 643.500 m² te weten het resterende oppervlak inclusief het oppervlak van het water.

Volgens scenario 1 bestaat tot maximaal ca. 47 % van de projectlocatie uit open water en groen. Bij de berekeningen zal echter worden nagegaan welk oppervlak benodigd is voor de berging van het afstromende regenwater.

De berekeningen worden uitgevoerd met een statistische regenbui van T=10 (ca. 51,4 mm in 24 uur), T=10 + 10 % (ca. 56,5 mm in 24 uur) volgens Buishand en Velds (T=10 is een berekende herhalingstijd van éénmaal in de 10 jaar) en met de “Westlandbui” (ca. 100 mm in 24 uur). Daarbij worden de volgende criteria gehanteerd :

- Retentie vindt plaats in open water, waarin de maximale peilstijging bij een bui T=10 en T=10+10% maximaal 0,25 m bedraagt. Bij de “Westlandbui” mag deze hoger zijn.
- De maximaal toegestane afvoer uit het plangebied is 1,5 l/s/ha.
- Er van uitgaande dat kwelneutraal zal worden gebouwd zal geen extra afvoer van kwelwater vanuit het gebied plaatsvinden. Bestaand kwelwater mag worden geloosd mits het huidige kweldebiet meer nauwkeurig wordt aangetoond (zie paragraaf 6.7).

Zoals opgemerkt wordt geen rekening gehouden met afvoer van kwelwater, mede omdat de wens is kwelneutraal te bouwen en hierbij het ‘bestaande’ kwelwater mag worden geloosd. In tabel 17 is voor de beschreven uitgangspunten berekend wat het minimale percentage aan open water moet zijn in het plangebied indien de maximale peilstijging 0,25 m bedraagt. Deze berekening is uitgevoerd voor de verschillende buien rekening houdende met een constante afvoer uit het plangebied. Daarbij wordt wel uitgegaan van het oppervlak van het gehele projectgebied. Tevens is voor de betreffende oppervlakken gekeken wat de peilstijging zal zijn bij de Westlandbui. De percentages zijn afgezet tegen een oppervlak van 913.000 m².

Tabel 17: Benodigd percentage open water bij een peilstijging van 0,25 m

Bui	Stijging waterpeil [m]	Open water		Peilstijging bij Westlandbui [m] ca. t.o.v. streefpeil van NAP -1,0 m
		[%] t.o.v. 94,1 ha	[m ²] op waterlijn	
T=10	0,25	Ca. 3,8	34.450	0,58
T=10+10%	0,25	Ca. 4,2	38.250	0,52
Westlandbui	0,50	Ca. 4,4	39.950	n.v.t.

Uit deze oriënterende berekening blijkt dat het minimaal benodigd oppervlak aan open water (op de waterlijn) in het plangebied bij een bui T=10 + 10 % ca. 38.250 m² bedraagt, dit komt overeen met ca. 4,2 % van het oppervlak van 91,3 ha. Hierbij treedt een peilstijging op van ca. 0,5 m bij een “Westlandbui”.

In het plan wordt rekening gehouden met een forse waterplas van ruim meer dan 10 %. Zoals deze bovenstaande berekeningen aantonen is een groot deel van deze aanleg niet benodigd voor de retentie van afstromend regenwater afkomstig van de geplande verhardingen en de geplande niet verharde terreinen. Dit overblijvende oppervlak kan mogelijk dienen compensatie van retentieoppervlak voor overige stedelijke gebieden.

Opgemerkt wordt dat in het inrichtingsplan rekening gehouden dient te worden met de inpassing van de hemelwaterafvoeren richting het open water (opstellen rioolplan) om ervoor te zorgen dat het hemelwater onder vrijverval op open water kan lozen en een voldoende gronddekking op het HWA riool gewaarborgd blijft. Daarbij dient tevens rekening te worden gehouden met taluds, plasbermen, ecologische zones, schouwpaden en andere onderhouds- en randvoorzieningen. Hierdoor zal het uiteindelijke oppervlak in het inrichtingsplan significant groter kunnen uitvallen.

De leeglooptijd bij de bui $T=10 + 10 \%$, tijd benodigd om weer terug te komen op het streefpeil, bedraagt ca. 46 uur. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat er tijdens de leeglooptijd geen neerslag valt.

6.5.7 Geohydrologische effecten op de omgeving

Aangezien de plannen en het maaiveldniveau nog niet zijn vastgesteld, kan niet worden uitgesloten dat zich effecten voordoen in de omgeving. Met name bij stijging of daling van stijghoogten zullen zich effecten in de omgeving voor kunnen doen. Vooral nog wordt verwacht dat als uit wordt gegaan van een gelijk ontwerpmaaiveldniveau als het maaiveldniveau van de bestaande in de directe omgeving, dat de (geo)hydrologische effecten op de omgeving beperkt zullen blijven. Wanneer het maaiveld ruim wordt opgehoogd boven het maaiveldniveau van de bestaande woonwijk dient rekening gehouden te worden met de mogelijkheid dat wateroverlast in de omgeving van de projectlocatie optreedt door afstromend hemelwater en/of door een wijziging in het grondwaterstromingspatroon. Bij extreme extra ontwatering kunnen verlagingen van grondwaterstanden in de omgeving optreden wat niet wenselijk zal zijn. Om wateroverlast door het nieuwe plan te voorkomen wordt voorgesteld aan de randen van het plangebied watergangen te creëren en/of drainage aan te leggen. Op deze manier kan het grondwater op de grens van het plangebied worden beheerst en bij voorkeur onveranderd blijven. Middels een geohydrologische modellering kunnen effecten van veranderingen in de stijghoogten meer nauwkeurig worden beoordeeld.

Mogelijk is de huidige bebouwing op de projectlocatie 'op staal' gefundeerd. Dit dient nader te worden onderzocht in verband met eventuele zettingen van de ondergrond door ophogingen of daling van het grondwater. Tevens wordt voorgesteld rekening te houden met het voorkomen van lagere maaiveldniveaus en/of afwijkende bodemgesteldheid, dit in relatie tot het risico van wateroverlast.

6.6 Ecologie

De waterkwaliteit binnen het watersysteem zal een basiskwaliteit kennen dat hoofdzakelijk beïnvloedt wordt door het hemelwater en daarnaast voor een klein deel door de 'Linge' (inlaatwater) en kwelwater. In het ontwerp dienen de lozingspunten van de HWA-riolering zo gekozen te worden dat tot een maximale doorstroming in de watergangen kan worden gekomen. Hiermee kan de verversing en daarmee de verslechtering van de waterkwaliteit door stagnatie worden tegengegaan. In het plan dient daarom ook voorkomen te worden dat er doodlopende watergangen worden aan gelegd.

Opgemerkt wordt dat indien de bodem van de watergangen of waterpartijen uit veen bestaat er mogelijk fosfaat vrij kan komen uit dit veenpakket door vervuiling met sulfaat. Bij de reductie van sulfaat door bacteriën in de zuurstofloze bodem ontstaat sulfide. Sulfide bindt zich sterker aan het ijzer in het veenpakket en verstoort zo het fosfaat. De omzetting van sulfaat in sulfide stimuleert daarnaast de afbraak van organisch materiaal, waardoor er extra nutriënten vrijkomen. Sulfide is ook nog eens erg giftig voor plantenwortels. Mogelijk kan hierdoor een slechte waterkwaliteit worden gekregen. Indien mogelijk wordt voorkomen dat de watergangen in direct contact komen te staan met de veenlaag.

De waterkwaliteit wordt in geringe mate beïnvloedt door het type oever. Oeverplanten, waaronder riet, zijn in staat water te reinigen. Dit vermogen wordt vooral toegeschreven aan de micro-organismen die tussen de wortels en wortelstokken leven. Nitraten, fosfaten, metalen en organische stoffen worden door deze organismen aan het water onttrokken en uiteindelijk opgenomen door de plant. De golfdempende werking van oeverplanten bevordert het bezinken van zwevende slibdeeltjes met de daaraan gehechte verontreinigingen.

Toepassing van verduurzaamd hout, voor bijvoorbeeld damwanden of paalrijen, kan daarentegen door uitloging van schadelijke stoffen nadelig zijn voor de waterkwaliteit.

Intensief bereiden wegen dienen te worden voorzien van een verbeterd gescheiden stelsel waarbij de eerste hoeveelheid sterk vervuild water wordt afgevoerd naar de zuivering. Voor overige verhardingen dient in relatie tot de waterkwaliteit rekening te worden gehouden met het treffen van zuiverende maatregelen, het beperken van vervuilende activiteiten zoals een aangepast strooibeeld en onkruidbestrijdingsbeleid, het toepassen van niet milieubelastende bouwmaterialen en het beperken van bijvoorbeeld het wassen van auto's in de wijk. Deze maatregelen dienen verder te worden uitgewerkt in een Uitwerkingsplan en een Communicatieplan naar de toekomstige bewoners en beheerders.

6.7 Aandachtspunten

Gezien de onzekerheid tot de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket op de projectlocatie wordt voorgesteld deze stijghoogte te monitoren om inzicht te verkrijgen in het stijghoogteverloop, de mate van kwel en de kans op opbarsten van de deklaag voor het realiseren van de waterpartijen. Om beter inzicht te verkrijgen in de kans van opbarsten van de deklaag dient tevens meer onderzoek te worden verricht naar de dikte en samenstelling van deze deklaag. Tot slot dienen ontwikkelaars en toekomstige gebruikers op de hoogte te worden gesteld voor het risico voor grondwateroverlast in tuinen. Gezien de bodemgesteldheid zal met name door verdichtingen tijdens de bouwwerkzaamheden in combinatie met kwel, afhankelijk van de keuze van de tuinrichting en de ligging van de lokale ontwateringsmiddelen, grondwateroverlast kunnen ontstaan.

In een gesprek met de gemeente en het waterschap is vastgesteld dat dit onderzoek nadere verfijning behoeft om te komen tot een rapportage waarop het feitelijke terreinontwerp kan worden gebaseerd. Op 6 juni jl. is contact geweest met de opsteller van het Waterplan. Tijdens dit telefonisch overleg is door het waterschap aangegeven dat extra inzicht dien te worden verkregen in het optreden van kwel door de variatie en de fluctuatie van de stijghoogte ten gevolge van hoge waterstanden op de Waal in relatie tot het voorkomen van zandinsluitingen in de deklaag. Daarbij heeft het waterschap aangegeven dat "kwelneutraal" moet worden gebouwd, ofwel dat door de herinrichting geen extra hoeveelheid kwelwater mag worden afgevoerd. Daarbij moet worden getoetst aan de waterstanden op de Waal die voor kunnen komen met een kans van 1 x per 10 jaar (hoog en laag). De keuze van het ontwerpmaaveld en de locatiekeuze en inrichting van de geplande vijver moet hierop worden afgestemd. In het plan wordt ten aanzien van de beperking van de afvoer van regenwater in een grote vijver voorzien. Door het waterschap is aangegeven dat een officiële notitie met randvoorwaarden ter beschikking zal worden gesteld. Om schade bij meer extreme Waalwaterstanden te kunnen voorkomen dient eveneens inzicht te worden verkregen in de minder voorkomende afvoersituaties en stijghoogtesituaties.

Om te komen tot nader inzicht in de genoemde vraagstukken wordt het volgende voorgesteld :

- Uitvoeren van een aanvullende inventarisatie bestaande uit een uitgebreider literatuur- en kaartenonderzoek naar de verbreiding van de zandlaag.
- Het plaatsen van peilbuizen in raaien ten opzichte van de Waal, rekening houdend met het inrichtingsvoorstel en de aanwezigheid van zandlagen en een uitgebreidere monitoring van de grondwaterstanden, stijghoogten en Waalstanden.
- Nadere kartering van de zandinsluiting die voorkomt in de deklaag door het uitvoeren van aanvullende sonderingen.
- Het nader vaststellen van volumieke gewichten ter verificatie van het opbarstrisico en bepalen van maximale ontgravingsniveaus in relatie tot stijghoogten.
- Zo mogelijk op basis van de aanvullende meetgegevens vaststellen van de relatie tussen rivierstanden en stijghoogten en op basis van deze relatie inzicht krijgen in de huidige kwelsituatie.
- Op basis van de aanvullende grondonderzoeksgegevens meer nauwkeurig vaststellen van de bodemtypen en verifiëren van de zettingsprognoses.
- Het nagaan van de effecten van de nieuwe inrichting op de stijghoogten en kwelsituatie.

Dit onderzoek vormt de basis voor de vaststelling van het stedenbouwkundig ontwerp. Na vaststelling van het ontwerp kan het riool- en waterhuishoudingsplan, evenals de grondbalans nader worden uitgewerkt. In relatie tot het Waterplan dienen de voorgestelde werkzaamheden in goed overleg met de gemeente, de stedenbouwkundig bureau en het waterschap te worden gecoördineerd en te worden uitgevoerd.

GEOTECHNISCH EN GEOHYDROLOGISCH
ONDERZOEK EN ADVIES
betreffende

**TOEKOMSTIG WOONGEBIED HOOG DALEM
AAN DE SPIJKSESTEEG TE GORINCHEM**

Opdrachtnummer: 7004-0242-003

Opdrachtgever : Gemeente Gorinchem
Afdeling Weg en Water
Postbus 108
4200 AC GORINCHEM

Projectleider : ir. O.P.M. Mooijman
Adviseur Geotechniek

Mede opgesteld door : ing. F.M.R. Schrauwen en ing. G.J.P. Boers
Adviseur Geohydrologie

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	27 februari 2006	concept	
2	19 april 2006	7004-0242-000.R01 definitief	

FILE: 7004-0242-003.R01 Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

1.	LUCHTFOTO ONDERZOEK	2
2.	GEOFYSISCH ONDERZOEK	3
3.	AANVULLEND GROND- EN LABORATORIUMONDERZOEK	4
	3.1. Grondonderzoek	4
	3.2. Laboratoriumonderzoek	4
4.	BODEM- EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID	5
	4.1. Bodem- en geohydrologische gesteldheid	5
	4.2. Beschrijving Waalstanden	6
	4.3. Beschrijving stijghoogten en grondwaterstanden	7
	4.4. Samenvatting huidige geohydrologische situatie	9
5.	ZETTINGSANALYSE	11
	5.1. Uitgangspunten en werkwijze	11
	5.2. Analyse zakbaakgegevens	11
	5.3. Grondparameters	12
	5.4. Uitgangspunten aanvullende zettingsberekeningen	13
6.	KWEL EN VERTICALE STABILITEIT	17
	6.1. Algemeen	17
	6.2. Opbarstberekeningen	19
	6.2.1. Scenario 1 : aanleg watergangen zonder verdere maatregelen	20
	6.2.2. Scenario 2 : aanleg watergangen met verzwaarde slootbodemp (grind)	21
	6.2.3. Scenario 3: aanleg ondiepe watergangen	22
	6.3. Indicatieve ontwerpberekeningen	23
	6.3.1. Ontwerpberekening 1: Aanleg open water zonder ballast	23
	6.3.2. Ontwerpberekening 2: Bepaling dikte ballastlaag (zand), uitgaande van plas-dras	24
7.	CONCLUSIES	27
	7.1. Kwel	27
	7.2. Verticaal evenwicht	27
	7.2.1. Appartementengebouw	27
	7.2.2. Centrale watergang	28
	7.2.3. NO Eilandengebied	28
	7.2.4. Oostelijke watergang, onderdeel Hollandse waterlinie	29
	7.2.5. Zuidelijk Wadigebied	29
8.	AANBEVELINGEN	30

BIJLAGEN

Blz.

Algemeen

- Situatietekening 7004-0242-003-1E
- Legenda "terreinproeven en grondsoorten" 7004-0242-003-2
- Situatie op luchtfoto en inrichtingstekening
- Sonderingen
- "Continu elektrisch sonderen"
- Boringen 7004-0242-000-B1 t/m B3, 7004-0242-003-B4 t/m B8
- Samendrukkingsproeven en bepaling afstromingcoëfficiënt 7004-0242-003-3

Zetting

- Interpretatie zakbaakmetingen 7004-0242-003-ZB1 t/m ZB4

Waterstanden en stijghoogten

- Locatieoverzicht en peilbuizenlocaties TNO/NITG 7004-0242-000-4
- Tijdstijghoogtegegevens peilbuizen TNO/NITG 7004-0242-000-5
- Waalstanden locatie Vuren 7004-0242-003-6
- Overschrijdingsfrequentie voor afvoertoppen Waal 7004-0242-003-7
- Overzicht meetgegevens peilbuizen op locatie 7004-0242-003-8
- Geïnterpoleerde stijghoogtekaart, 19 december 2005 7004-0242-000-9a
- Geïnterpoleerde stijghoogtekaart, 9 januari 2006 7004-0242-000-9b
- Geïnterpoleerde stijghoogtekaart, 5 april 2006, incl. zonering 7004-0242-000-10

Bodem

- Geïnterpoleerde dikte deklaagkaart 7004-0242-003-11
- Geïnterpoleerde bovenzijde zandlaag kaart (opbarstniveau) 7004-0242-003-12
- Aanduiding verwachte ligging zandige geul 7004-0242-003-13

Evenwichtsberekeningen

- Scenario 1: Berekende toegestane stijghoogte, veiligheidsfactor $n=1,1$ 7004-0242-003-14
- Scenario 1: Berekende toegestane stijghoogte, zonder veiligheidsfactor 7004-0242-003-15
- Scenario 2: Berekende toegestane stijghoogte, met grindbed en $n=1,1$ 7004-0242-003-16
- Scenario 3: Berekende toegestane stijghoogte, ondiepe bodem en $n=1,1$ 7004-0242-003-17

1. LUCHTFOTO ONDERZOEK

Op 21 september 2005 heeft in het luchtfotoarchief van de Topografische Dienst te Emmen een onderzoek plaatsgevonden naar mogelijke op luchtfoto's zichtbare aanwijzingen voor de aanwezigheid van stroomgeulen. Nadruk ligt hierbij op het identificeren van geulvormige verkleuringspatronen welke afhankelijk van het jaargetijde en de aard van de beplanting zichtbaar kunnen worden. Hierbij kan sprake zijn van verdroging (inzijging) of vernatting (kwel).

Uit de voor dit project uitgevoerde terreininmeting blijkt een uniform maaiveldniveau, waaruit kan worden afgeleid dat het terrein in een vrij recent verleden afgevlakt is. Ter hoogte van de zandige stroomgeulen is de dikte van de deklaag aanmerkelijk geringer, wat zou resulteren in minder natuurlijke klink. De stroomgeulen zouden derhalve na verloop van tijd in het landschap zichtbaar worden. Mocht een dergelijke situatie zich in het verleden hebben voorgedaan kan ook dit mogelijk zichtbaar zijn op luchtfoto's in de vorm van relatief droge gebieden.

De foto's zijn paarsgewijs met gebruikmaking van een stereoscoop onderzocht op mogelijke geulvormige vernatting. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de onderzochte jaargangen, alsmede een beoordeling van de bruikbaarheid van de onderzochte foto's.

Maand / jaar	Bruikbare aanwijzingen
(-) 1930	ja
Augustus 1944	ja
(-) 1955	ja
April 1966	ja
Mei 1977	ja
April 1981	ja
Februari 1983	ja
Mei 1985	nee
Mei 1986	nee
April 1989	nee
Maart 1992	ja
April 1993	ja
April 1995	nee
Februari 1998	nee
Maart 2002	ja

De resultaten van de luchtfoto-onderzoek zijn getoetst aan de in het basisonderzoek gegeven interpretatie van de geologie van het projectgebied. Geconcludeerd wordt, dat de op de luchtfoto's aanwezige aanwijzingen voornamelijk lijken te zijn ontstaan als gevolg van het ondiepe oost-west afwateringssysteem van de oude wetering.

2. GEOFYSISCH ONDERZOEK

Op 5 oktober 2005 heeft in de uiterste zuidwesthoek van het terrein een geo-electrisch veldonderzoek plaatsgevonden. Het veldwerk heeft bestaan uit 10 zogenaamde Wenner-Array metingen welke op een met behulp van GPS uitgezette lijn zijn uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd met een ABEM Terrameter. In totaal waren 4 geofysische lijnen voorzien.

Doelstelling van het onderzoek was om op relatief eenvoudige wijze de dikte van de deklaag vast te stellen, door de overgang tussen deze deklaag (klei/veen) en het onderliggende zand op basis van het verschil in elektrische weerstand in te meten. De resultaten zijn per meetlocatie met een inversie-programma in een 3-lagen model (droge toplaag, deklaag en onderliggend zandpakket) beoordeeld.

De resultaten van interpretatie van de Wenner-meting zijn weergegeven in de onderstaande tabel:

Meting	Afstand t.o.v. nulpunt [m]	Diepte zandlaag [m -MV]	Fout [m]
ER1-2	0	5,3	0,06
ER1-3	20	5,3	0,04
ER1-4	40	5,6	0,05
ER1-6	80	7,0	0,01
ER1-7	100	7,1	0,09
ER1-8	120	7,3	0,05
ER1-10	160	7,0	0,02
ER1-12	200	6,6	0,03
ER1-14	240	11,9	0,10
ER1-16	260	6,7	0,09

De resultaten van de geo-elektrische metingen zijn gecontroleerd aan de hand van bestaande en nieuwe op de lijn uitgevoerde sonderingen. Omdat uit deze controle bleek, dat de resultaten geen duidelijk verband lieten zien tussen sondering en geofysische interpretatie is besloten af te zien van het uitvoeren van verder geofysisch onderzoek. In plaats hiervan is het sondeeronderzoek verder uitgebreid.

3. AANVULLEND GROND- EN LABORATORIUMONDERZOEK

3.1. Grondonderzoek

Het aanvullend grondonderzoek voor dit project heeft bestaan uit 48 diepsonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) en het plaatsen van 5 extra peilbuizen. In enkele maatgevende peilbuizen zijn dataloggers weggehangen, waarmee het verloop van de grondwaterstand continu wordt gemeten.

De sonderingen zijn vanaf een track-truck uitgevoerd met de elektrische Fugro- (kleefmantel)conus conform norm NEN 5140. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

De onderzoekslocaties zijn door Fugro Ingenieursbureau uitgezet en gewaterpast (ten opzichte van NAP) en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 7004-0242-003-1E. Hierbij heeft de door de opdrachtgever verstrekte tekening als basis gediend. De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein zijn uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken in de bijlagen, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

3.2. Laboratoriumonderzoek

Bij het plaatsen van de 5 extra peilbuizen zijn ongeroerde monsters gestoken. Per ongeroerd monster is het volumegewicht en watergehalte bepaald. De resultaten van de boringen zijn weergegeven op bijlagen 7004-0242-003-B4 t/m -B8.

Op 4 geselecteerde monsters zijn samendrukkingsproeven uitgevoerd. De resultaten van de samendrukkingsproeven zijn weergegeven in de bijlagen.

4. BODEM- EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID

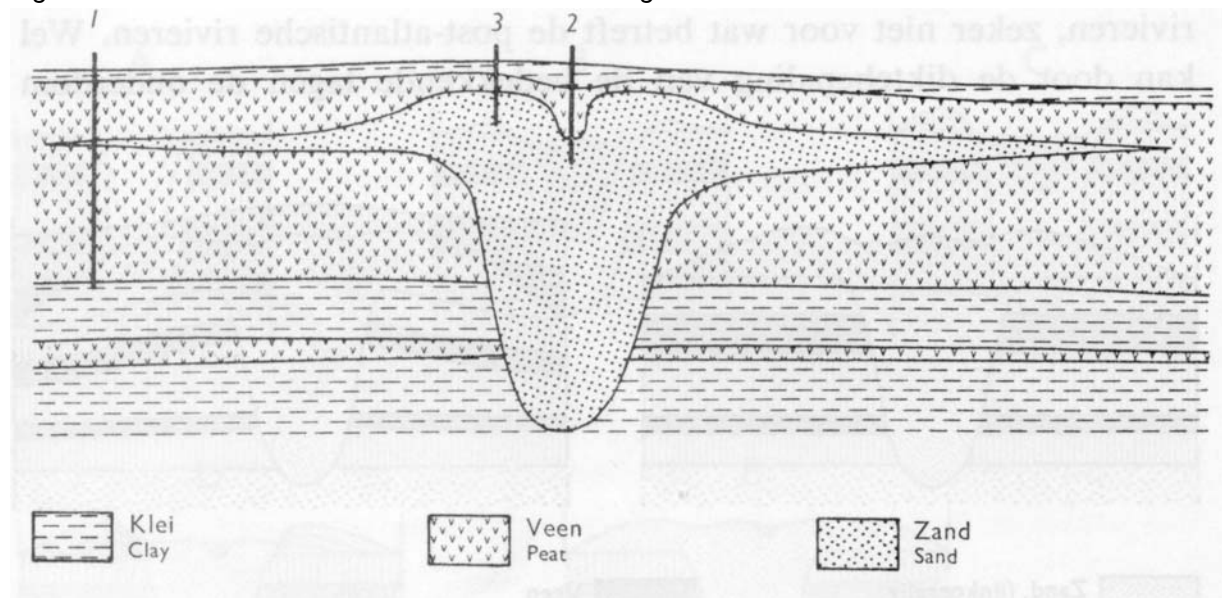
4.1. Bodem- en geohydrologische gesteldheid

Het maaiveldniveau voor het veenweidegebied bedraagt gemiddeld ca. NAP -0,1 m. Nabij wegen bedraagt het actuele maaiveldniveau ca. NAP +0,5 m. Op de diepste gedeelten zijn maaiveldhoogten tot NAP -0,5 m vastgesteld.

Binnen het onderzoeksgebied is sprake van 2 types bodemopbouw, te weten een grondprofiel met uitsluitend slappe lagen tot een diepte van maximaal NAP -10,0 m (bodemtype A). De deklaagdikte in het projectgebied bedraagt gemiddeld ca. 7 à 8 m en bestaat overwegend uit veen- en kleiafzettingen.

Binnen het projectgebied komen zandige geulafzettingen (zie figuur 3-1) voor waar de afstand tussen de zandlaag en het maaiveld aanzienlijk kleiner is dan buiten die geul (bodemtype B). In de regionale geologische beschrijving worden deze geulen het Arkel-Gorcum systeem genoemd. Daar waar geen geulen van het Arkel-Gorcum systeem aanwezig zijn komen ondiep tussenzandlagen van beperkte dikte voor. Deze afzettingen zijn van latere datum en kunnen ten dele worden toegekend aan het Spijk systeem. Daar waar geulafzetting voorkomen varieert de dikte van de deklaag tussen 3 en 5 m.

Figuur 3-1: Schematische doorsnede van een stroomgeul



bron : Geologische kaart van Nederland, Gorinchem Oost (38 O)

Een beschrijving van de bodemtypen is gegeven in de tabellen 4-1 en 4-2. Op bijlage 7004-0242-003-11 t/m -13 zijn respectievelijk de dikte van de deklaag, het niveau van de bovenzijde van het zandpakket en de verwachte ligging van de zandige geul aangegeven.

Tabel 4-1 : Globale bodembeschrijving type A, volledig pakket samendrukbare lagen

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,1	Maaiveld.
-0,1 tot -0,8	KLEI en VEEN, toplaag
-0,8 tot -4,0 à -5,0	VEEN
-4,0 à -5,0 tot -8,0 à -10,0	KLEI en VEEN
-8,0 à -10,0 tot -20,0	ZAND, matig vast tot vast gepakt ²⁾
-25,0	Maximaal verkende diepte.

Tabel 4-2 : Bodembeschrijving type B, zandige stroomgeulen

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,1	Maaiveld.
-0,1 tot -0,8	KLEI en VEEN, toplaag
-0,8 tot -4,0 à -6,0	VEEN
-4,0 à -6,0 tot -15,0 à -20,0	ZAND, matig vast tot vast gepakt ¹⁾
-15,0 à -20,0	Maximaal verkende diepte.
⁽¹⁾ plaatselijk bovenin afwisselend klei en zand, plaatselijk doorsneden door humeuze lagen	

Onder de deklaag komt tot ca. NAP -40 m een zandlaag voor dit behoort tot het 1^{ste} watervoerend pakket. Deze zandlaag van een verwachte dikte van ca. 30 m heeft een doorlaatvermogen dat is geraamd op ca. 1.750 m²/dag. Dit watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door een pakket bestaande uit kleilagen. Dit kleipakket wordt voor dit onderzoek als geohydrologische basis beschouwd.

4.2. Beschrijving Waalstanden

Op ca. 550 à 900 m ten zuiden van de projectlocatie loopt de rivier de Waal. Ter hoogte van Vuren (circa 1 km stroomopwaarts van de projectlocatie) bevindt zich meetpunt Vuren van Rijkswaterstaat.

Op basis van de berekende "gemiddelde overschrijdingsfrequenties voor afvoertoppen" voor meetpunt Vuren zijn de maatgevende hoge en lage waterstanden afgeleid. Een overzicht hiervan is gegeven in tabel 4-1. Een uitgebreid overzicht van de historische waalstanden is weergegeven op bijlage 7004-0242-003-6. Een overzicht van de door Rijkswaterstaat gehanteerde gemiddelde overschrijdingsfrequenties voor afvoertoppen (hoogwatergolven) is weergegeven op bijlage 7004-0242-003-7.

Tabel : 4-1 Hoogwaterstanden meetpunt Vuren

Meetpunt	Gemiddeld	1x per jaar	1x per 5 jaar	1x per 10 jaar	1x per 50 jaar
Vuren km 951.780	NAP +1,3 m	NAP +2,76 m	NAP +3,80 m	NAP +4,14 m	NAP +4,77 m

Actuele waterstanden van meetpunt Vuren kunnen worden opgevraagd op <http://www.actuelewaterdata.nl/waterstand/>.

Voor de laagwaterstanden is geen onderschrijdingsfrequentie beschikbaar. De Waal loost op zeeniveau, waarbij ter hoogte van de projectlocatie sprake is van een nog meetbare getijdewerking. Op basis van de waterstandreeks wordt verwacht dat een laagste gemiddelde waterstand van NAP +0,0 m op kan treden. Deze waterstand kan ten gevolge van getijdewerking kortdurend worden onderschreden.

Omdat op de projectlocatie nog een duidelijke invloed van (mariene) getijdewerking aanwezig is wordt gesproken over berekende waterstanden die behoren bij een situatie waarbij kortdurende hogere en lagere waterstanden, afhankelijk van het getij voorkomen.

Het Waterschap Rivierenland rekent ten aanzien van de kwel met de hoog- en laagwatersituatie behorende bij T=10. Op basis van de gegevens van Rijkswaterstaat dient uit te worden gegaan van een Waalwaterstand van NAP +4,14 m bij een overschrijdingsfrequentie van 1x per 10 jaar (T=10). Als laagwaterstand bij T=10 wordt uitgegaan van NAP+0,0 m.

Uit langjarige gegevens van de Waalstanden ter hoogte van meetstation Vuren blijkt dat tijdens de hoogwatersituatie van 1994 een waterstand is gemeten van ca. NAP +4,7 m. Op basis van de tabel wordt geschat dat deze situatie een overschrijdingsfrequentie kent van iets minder dan ca. 1x per 50 jaar.

4.3. Beschrijving stijghoogten en grondwaterstanden

Op basis van peilbuisgegevens van de Gemeente Gorinchem, gegevens uit de database van TNO/NITG en de gegevens van de projectlocatie is een analyse van de maatgevende stijghoogte uitgevoerd.

Gegevens van de Gemeente Gorinchem

Door de Gemeente zijn peilbuisgegevens van het gebied Laag Dalem ter beschikking gesteld van de periode 4 juni 2004 t/m 1 november 2005. De afstelling van de filters en de locaties van deze peilbuizen zijn niet beschikbaar. Een overzicht van de uit de peilbuisgegevens afgeleide maatgevende grondwaterstanden is gegeven in tabel 4-2.

Tabel 4-2 : *peilbuisgegevens Laag-Dalem (bron: Gemeente Gorinchem)*

Opnamedatum	Typering data van peilbuis	Peilbuis hoogste	Peilbuis laagste	Waalstand (eb/vloed)
2-11-2004	Gedeelde hoogste	0,08 (pb12)	-0,74 (pb19)	0,62 à 1,02
15-2-2005	Gedeelde hoogste	0,04 (pb12)	-0,83 (pb19)	1,62 à 1,87
12-7-2005	Hoog	-0,18 (pb12)	-0,79 (pb19)	0,44 à 0,85
18-3-2005	Laag(ste)	-0,40 (pb12)	-1,07 (pb19)	0,79 à 1,18

Op basis van deze gegevens wordt verwacht dat de situatie van 15 februari 2005 uit de meetreeks als "redelijk hoog" kan worden aangemerkt. Deze situatie ligt echter nog ruim onder de Waalstand met een herhalingstijd van 1x per jaar (T=1) met een Waalstand van NAP +2,76 m. Deze situatie kan dus zeker niet als maatgevend worden beschouwd. Het lijkt meer waarschijnlijk dat deze peilbuizen staan afgesteld in de deklaag en dat de peilbuiswaarnemingen meer zijn gerelateerd aan de neerslagsituatie.

Op basis van de door de Gemeente Gorinchem verstrekte peilbuisgegevens kunnen geen sluitende uitspraken worden gedaan over de maatgevende stijghoogte behorende bij de situatie T=10.

Gegevens database TNO/NITG

Ter verificatie van de grondwaterstanden en stijghoogten is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland en zijn in het grondwaterarchief (DINO) van NITG-TNO langjarige peilbuisgegevens opgevraagd vanaf 1985 tot heden. In deze database zijn geen actuele meetgegevens beschikbaar.

In de directe nabijheid van de projectlocatie is meetpunt B38H0235 gesitueerd. Dit meetpunt heeft een peilfilter in de deklaag en in het watervoerend pakket. Tevens staat er een meetpunt op grotere afstand van de Waal (meetpunt B380123).

Een overzicht van de peilbuislocaties is weergegeven op bijlage 7004-0242-000-4. Bij dit project wordt uitgegaan van de verwachte "maatgevende" hoge, gemiddelde en lage stijghoogte over de meetperiode.

De in tabel 4-3 weergegeven waarden zijn afgeleid uit de tijd-stijghoogtegrafieken die zijn weergegeven in bijlage 7004-0243-000-5.

Tabel 4-3: Afgeleide stijghoogtegegevens volgens TNO/NITG

Meetpunt, filter staat afgesteld in watervoerend pakket	Inschatting extreem hoog (1994)	Inschatting hoog	Inschatting gemiddeld	Inschatting laag
B38 H0235	NAP +0,4 m	NAP +0,2 m	NAP -0,1 m	NAP -0,3 m
B38 H0123	NAP +0,1 m	NAP -0,1 m	NAP -0,25 m	NAP -0,4 m

Ten aanzien van de TNO-NITG gegevens wordt het volgende opgemerkt:

- Vooral nog wordt voor ontwerp voor de noordzijde, ter hoogte van meetpunt B38H0235 rekening gehouden met een "hoge stijghoogte" die meer frequent voorkomt (inschatting =< T=10) van NAP +0,2 m.
- Er wordt voor diezelfde peilbuis rekening gehouden met een "lage stijghoogte" die meer frequent voorkomt van NAP -0,3 m. Gemiddeld wordt uitgegaan van NAP -0,1 m;
- Kortdurend komen hogere stijghoogten voor. In 1994 is een stijghoogte waargenomen van NAP +0,4 m. Dit was een incidentele waarneming (opname 1x per 2 weken) waardoor de werkelijke stijghoogte, afhankelijk van de duur en hoogte van een hoogwatergolf op de Waal nog hoger kan voorkomen.
- Langjarige stijghoogtegegevens op kortere afstand van de Waal zijn op dit moment niet beschikbaar. Stijghoogten nabij de Waal zullen significant hoger zijn, echter er kan op basis van deze gegevens geen uitspraak worden gedaan over de hoogte.

Gegevens op de projectlocatie

Ten behoeve van het in 2004 uitgevoerde basisonderzoek zijn 3 peilbuizen geplaatst. Eind 2005 is het meetnet op de projectlocatie met 5 peilbuizen uitgebreid. Daarbij zijn gebiedsdekkend peilbuizen afgesteld in de diepere zandlaag (watervoerend pakket). Door Fugro zijn de peilbuizen enkele malen handmatig opgenomen. Een overzicht van de meetgegevens is weergegeven op bijlage 7004-0242-003-8.

Voor de verdere monitoring van de stijghoogte zijn dataloggers afgesteld in een aantal peilbuizen. Ten tijde van het schrijven van dit rapport waren de datalogger metingen nog in uitvoering. Na voltooiing zullen deze metingen separaat worden gerapporteerd. De handmatige gegevens zijn verwerkt tot geïnterpoleerde isohypsenpatronen. Een overzicht van deze isohypsenpatronen van de stijghoogten in het watervoerend pakket voor de situatie van 19 december 2005 en 9 januari 2006 is respectievelijk weergegeven op bijlage 7004-0243-003-9a en -9b.

Voor het projectgebied wordt een polderpeil nagestreefd van NAP -1,0 m. De freatische grondwaterstanden liggen daarom overwegend lager dan de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket. Deze waarde is sterk afhankelijk van de afstand tot drainage en watergangen en neerslag.

Uit de geïnterpoleerde stijghoogtemetingen van 9 januari 2006 volgt dat de stijghoogte nabij de zuidelijke grens (nabij de Waal) ca. NAP +0,2 m bedroeg. In het noordelijke deel werden stijghoogten gemeten van ca. NAP -0,2 à -0,3 m. De Waalstand ter plaatse van meetpunt 952 van 5 januari 2006 bedroeg gemiddeld ca. NAP +0,6 m. Door getijdewerking fluctueert deze waarde beperkt gedurende een etmaal. Deze rivierwaterstand wordt als lager dan gemiddeld aangemerkt.

De stijghoogte situatie van 19 december geeft een nauwkeuriger beeld van de gemiddelde situatie op de projectlocatie. De stijghoogte in peilfilter B3 bedroeg ca. NAP +0,4 m. Dit is ruim boven het maaiveld. De stijghoogte in het noordelijke deel van de projectlocatie bedroeg ca. NAP -0,2 m. In die tijd bedroeg de Waalstand ca. NAP +1,3 m, wat als meer dan gemiddeld wordt aangemerkt.

4.4. Samenvatting huidige geohydrologische situatie

Uit het isohypsenpatroon kan een duidelijke invloed van de rivier de Waal worden afgeleid. De stijghoogte bouwt zich af richting de polder.

Op basis van het isohypsenpatroon kan geen duidelijke kortsluiting met de watergangen (polderpeil NAP -1,0 m) worden herleid. De hoofdwetering heeft een geschatte waterdiepte van ca. 1,5 m. Deze watergang vormt onderdeel van het huidige watersysteem dat met de ruilverkaveling in de jaren '60 is ontstaan. Deze watergang ligt in een gebied waar in de deklaag ondiepe zandinsluitingen voorkomen. Dieper in de deklaag is een zandige stroomgeul van het Arkel-Gorcum systeem aanwezig (zie bijlage 7004-0242-003-13).

Van het op bijlage 7004-0272-003-9a getoonde isohypsenpatroon van de stijghoogte in het watervoerend pakket van 19 december 2005 wordt verondersteld dat dit overeenkomt

met een gemiddelde situatie. Hierbij worden op het zuidelijke deel stijghoogten waargenomen van NAP +0,4 m (boven het bestaande maaiveld). De Waalstand bedroeg ca. NAP +1,3 m. Deze stijghoogte bouwt zich af richting de polders tot ca. NAP -0,2 m, noordelijk van de centraal gelegen watergang. Het polderpeil bedraagt ca. NAP -1,0 m waardoor op de gehele projectlocatie sprake is van een kwelsituatie.

Er is nog geen inzicht in de verwachte stijghoogte bij T=10 hoogwaterstanden op de Waal. Omdat in 2005 geen hoogwatergolf met een bijzondere herhalingstijd is opgetreden zijn geen meetgegevens of ervaringsgegevens beschikbaar. Verwacht wordt dat noordelijk van de watergang rekening moet worden gehouden met een stijghoogte van tenminste NAP +0,2 m. Meer richting de Waal zullen stijghoogten optreden welke fors hoger dan maaiveld zijn. De Waalstand bij T=10 bedraagt ca. NAP +4,14 m.

Verwacht wordt dat de lage stijghoogte bij laagwaterstanden op de Waal in het noordelijke deel van de projectlocatie niet lager dan ca. NAP -0,3 m zal bedragen. In die situatie is nog steeds sprake van een kwelsituatie waardoor watergangen niet door wegzijging zullen droogvallen.

Onderstaand is een samenvatting gegeven van de inschatting van de maatgevende stijghoogte. Door gebrek aan informatie bij een hoogwaterafvoergolf op de Waal kunnen verschillende waarden niet worden ingeschat.

Tabel 4-4 : *Maatgevende stijghoogten*

Situatie	Waalstand	Nabij de Waal (B3)	Centraal op de projectlocatie	Noordelijk van de centrale watergang
Gemiddeld (19-12-'05)	NAP +1,3 m	NAP +0,4 m	NAP -0,1 m	NAP -0,2 m
T=10 Hoog	NAP +4,14 m	Onbekend	Onbekend	NAP +0,2 m ¹⁾
T=10 Laag	(<) NAP +0,0 m ²⁾	Onbekend ³⁾	Onbekend ³⁾	NAP -0,3 m ¹⁾
1) Op basis van TNO gegevens 2) Inschatting op basis van reeks rivierstanden '80 - '04, laagtij heeft belangrijke invloed op een mogelijke onderschijding van deze geschatte waterstand 3) Deze waarde zal naar verwachting liggen rond NAP, met onderschijding door getijdewerking				

Voor zover bekend vinden in het projectgebied geen gegunde onttrekkingen plaats. Er blijkt door de provincie Zuid-Holland een vergunning te zijn afgegeven voor een onttrekking voor de Evenementenhal (mogelijk KWO systeem). Mogelijk is tevens een onttrekkingsvergunning afgegeven bedrijventerrein Oost I, ten westen van de Linge. Verwacht wordt dat deze systemen geen significant effect zullen hebben op het stijghoogteverloop ter plaatse van de projectlocatie.

5. ZETTINGSANALYSE

5.1. Uitgangspunten en werkwijze

De huidige situatie wordt als volgt samengevat :

- Het maaiveldniveau op de projectlocatie varieert overwegend tussen ca. NAP 0,0 en -0,3 m. Ter hoogte van ophogingen bedraagt het maaiveldniveau plaatselijk ca. NAP +0,6 m. De laagste in het plangebied gemeten terreinhoogtes bedragen ca. NAP -0,5 m.
- Onder de toplaag bevindt zich een klei- en veenpakket met variabele dikte.

In deze aanvullende analyse zijn globaal de volgende stappen doorlopen:

1. Evaluatie zakbaakmetingen.
2. Evaluatie extra uitgevoerd geotechnisch laboratoriumonderzoek en controle keuze grondparameters.
3. Uitvoeren zettingsberekeningen.

De berekeningen worden uitgevoerd met het programma Msettle versie 6.8 uit de M-serie van Delft GeoSystems (GeoDelft). Hierbij vindt de invoer van de geometrie grafisch plaats, evenals de grootte en positie van de belastingen, waarna het programma per verticaal de tijd-zettingslijn bepaalt.

5.2. Analyse zakbaakgegevens

Door de Gemeente Gorinchem zijn zakbaakgegevens beschikbaar gesteld van enkele ophogingen welke recentelijk in het gebied hebben plaatsgevonden.

Het betreft de strook tussen de Griendweg en de Wetering, waarbij ter hoogte van het voormalig Asielzoekerscentrum (AZC) alsmede de terreinen aan weerszijde van de Rioolwaterzuivering (RWZI) grond in depot is aangebracht. De dikte van de opgebrachte laag bedraagt ca. 1,0 m. Er is geen verticale- en of horizontale drainage toegepast.

De resultaten van de zakbaakmetingen zijn per groep als tijd-zettingslijnen weergegeven (zie bijlage 7004-0242-003-ZB1 t/m -ZB4).

Aan de hand van de oorspronkelijke voor dit project onder nummer 7004-0242-000 opgestelde rekenmodellen zijn nieuwe zettingsberekeningen gemaakt voor het opbrengen van 1,0 m grond met een soortelijk gewicht van 15 kN/m^3 .

Uit de berekeningen blijkt, dat de maximaal gemeten zettingen redelijk overeenkomen met de maximaal aan hand van het bestaande rekenmodel voorspelde zettingen. Met name ter hoogte van het voormalige AZC is een grote spreiding in de resultaten van de zakbaakmetingen. Bij enkele zakbaken blijft de zetting aanmerkelijk achter bij de voorspelling. In het eerdere zettingsadvies is bij de zettingsberekening uitgegaan van lineaire rek, wat kan worden gezien als een conservatieve aanname. Besloten is voor de extra analyse uit te gaan van natuurlijke rek, waardoor geringere eindzettingen worden voorspeld.

Uit het voor dit project uitgevoerde grondonderzoek blijkt dat ter hoogte van de voormalig AZC sprake is van variabele grondopbouw. Deze variabiliteit zou echter, gezien de korte duur van de belasting geen grote verschillen in zettingen mogen opleveren.

Verondersteld wordt dat als gevolg van de aanleg van de infrastructuur op het terrein van het AZC belastingverhogingen hebben plaatsgevonden, waardoor de grond nu plaatselijk stijver gedrag vertoont. Ook moet er rekening mee gehouden worden dat vanwege de waarschijnlijk weinig doorlatende materiaal in het gronddepot ophoping van (grond)water heeft plaatsgevonden. De effectieve korrelspanning in de ondergrond is hierdoor mogelijk slechts ten dele toegenomen.

5.3. Grondparameters

Ten behoeve van de aanvullende geotechnische analyse zijn een viertal extra samendrukkingsproeven uitgevoerd. Het totaal aantal binnen het projectgebied uitgevoerde samendrukkingsproeven komt hiermee op 13. Een overzicht van de resultaten van de individuele samendrukkingsproeven per grondsoort (hoofdcomponent) is gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5-1 : overzicht resultaten laboratoriumonderzoek (samendrukking)

Monsterbeschrijving	Boring	γ_n' [kN/m ³]	w [%]	C _p [-]	C' _p [-]	C _s [-]	C' _s [-]	C _v [m ² /jr.]
VEEN, mineraalarm bruin	B2	10,4	322,8	55,5	7,4	429,3	26,0	2,9.10 ⁻⁶
VEEN	<i>h-B2</i>	10,8	428,8	41,0	6,0	131,1	41,0	2,8.10 ⁻⁷
VEEN, zwak kleilig, bruin	B6	10,0	484,5	15,9	5,7	88,3	19,9	2,3.10 ⁻⁷
VEEN, mineraalarm bruin	B1	9,7	623,2	19,4	4,3	111,2	22,3	4,5.10 ⁻⁷
VEEN, zwak kleilig bruin	B8	9,5	508,9	17,7	6,5	85,7	24,7	3,8.10 ⁻⁷
VEEN, mineraalarm bruin	B3	10,3	420,7	17,0	6,5	86,1	24,2	2,1.10 ⁻⁶
VEEN, bruin	<i>h-B2</i>	11,5	243,5	46,8	6,6	131,1	41,0	1,2.10 ⁻⁷
VEEN, zwak kleilig, bruin	B1	10,8	221,3	18,9	5,9	117,9	27,2	2,4.10 ⁻⁷
KLEI, uiterst siltig, matig humeus, bruin	B3	12,1	194,0	8,4	6,6	29,2	28,9	5,2.10 ⁻⁸
KLEI, matig siltig, zwak humeus, grijs	B4	18,2	37,4	240,3	83,7	949,7	458,8	1,4.10 ⁻⁸
KLEI, matig siltig, zwak humeus, grijs	B7	18,2	38,7	74,6	33,3	377,1	219,8	2,8.10 ⁻⁷
KLEI, sterk siltig grijs	B2	15,3	64,4	32,9	13,1	157,7	66,9	3,5.10 ⁻⁸
KLEI, veenhoudend grijs	<i>h-B2</i>	17,2	45,5	72,8	15,1	262,5	82,0	2,5.10 ⁻⁷

De in tabel 5-1 schuin gedrukte waarden betreffen resultaten van door derden uitgevoerd laboratoriumonderzoek. Fugro staat niet in voor de juistheid van deze resultaten.

Op basis van de resultaten van het aanvullend laboratoriumonderzoek en de zakbaakanalyse zijn de in de eerdere zettingsberekeningen gehanteerde parameters gecontroleerd. Uit deze beoordeling volgt, dat de materiaalparameters niet hoeven te worden gewijzigd. Wel is gekozen voor het rekenen met natuurlijke rek in plaats van lineaire rek, wat leidt tot gunstiger uitkomsten. De voor de zettingsberekeningen gehanteerde parameters zijn weergegeven in tabel 5-2.

Tabel 5-2 : *Representatieve grondparameters samendrukbare lagen*

Grondsoort	γ_d' [kN/m ³]	γ_n' [kN/m ³]	C_v [m ² /jr.]	C_p [-]	C'_p [-]	C_s [-]	C'_s [-]
Toplagen, bouwvoor	17	18	$1,0 \cdot 10^{-7}$	90	20	300	100
Veen	10,5	10,5	$5,0 \cdot 10^{-7}$	30	6	120	30
Klei	17	17	$5,0 \cdot 10^{-8}$	75	15	260	80
Klei, humeus	15	15	$7,0 \cdot 10^{-8}$	65	10	200	60

5.4. Uitgangspunten aanvullende zettingsberekeningen

Op basis van het aanvullend uitgevoerde grondonderzoek kan een scherper onderscheid gemaakt worden in zones van gelijke voorbelasting. Het in het oorspronkelijke zettingsadvies aangehouden onderscheid tussen grondsoort "A" en "B" is ongewijzigd aangehouden. In de eerdere berekeningen is per grondtype een onderscheid gemaakt tussen 3 dieptes van het aanvangsniveau van het diepe zand. Omdat uit de zettingsberekeningen is gebleken, dat het verschil in bruto ophoging en voorbelastingstrategie niet erg groot wat, is er voor gekozen deze 3 categorieën samen te vatten tot 2.

Gezien de vrij geringe verschillen tussen deze 3 klassen is in dit aanvullend advies gekozen voor een onderscheid in 2 diktes deklaag per grondtype, te weten:

A1 : aanvangsdiepte zand NAP -6,0 à -8,0 m

A2 : aanvangsdiepte zand NAP -8,0 à NAP -10,0 m

B1 : aanvangsdiepte zand tot NAP -4,0 m

B2 : aanvangsdiepte zand NAP -4,0 à -6,0 m

In overleg met de opdrachtgever zijn ophoogniveau's berekend aan de hand van de volgende peilkeuze:

- Vloerpeil NAP : NAP +0,5 m
- Uitgiftepeil kavels : NAP +0,4 m (restzetting < 0,3 m / 30 jaar)
- Wegpeil : NAP +0,3 m (restzetting < 0,1 m / 30 jaar)

Tevens bestaat het voornemen om een deel van het plan in te richten als "Donk" met een niveau wat oploopt tot NAP +1,3 m.

De definitieve berekening is gebaseerd op de volgende netto ophoogniveau's bij oplevering:

- NAP +0,3 m
- NAP +0,8 m
- NAP +1,3 m

Voor de openbare terreinen is hierbij een restzettingseis van 0,1 m in 30 jaar aangehouden. Voor de kavels is gerekend met een restzetting van 0,2 m in 30 jaar, hetgeen grofweg overeenkomt met een restzetting van 0,3 m in 30 jaar bij een 0,1 m hoger ophoogniveau.

In de navolgende paragrafen wordt aangegeven welke bruto ophoging nodig is om de hierboven omschreven netto ophogingen te realiseren. De termen netto en bruto ophoging worden als volgt gedefinieerd:

Netto ophoging	:	Gedeelte van de grondconstructie dat na een arbitrair gekozen periode van 10.000 dagen boven het oorspronkelijke maaiveld uitsteekt.
Overhoogte	:	Zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die wordt aangebracht met het doel na zetting van de ondergrond de gewenste hoogte van de constructie te bereiken.
Bruto ophoging	:	Totale hoogte van de aangebrachte grondconstructie. bruto ophoging = netto ophoging + overhoogte
Extra overhoogte	:	Extra tijdelijke (terugwinbare) ophoging welke tot doel heeft tijdens de voorbelastingsperiode extra zetting te forceren.

De feitelijk benodigde hoeveelheid aan te voeren grond is de bruto ophoging plus een eventuele tijdelijke terugwinbare overhoogte.

Tabel 5-3 : resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1, A2 zonder verticale drainage

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Overhoogte [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Extra tijdelijke overhoogte [m], restzetting < 0,1 m / 30 jaar		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,3	A1	1,5	1,2	x	1,5	0,75
	A2	1,7	1,4	x	x	1,50
+0,8	A1	2,4	1,6	x	x	x
	A2	2,6	1,8	x	x	x
+1,3	A1	3,2	1,9	x	x	x
	A2	3,4	2,1	x	x	x

x : niet haalbaar

Tabel 5-4 : resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1, A2 inclusief verticale drains h-o-h 1,0 m

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Overhoogte [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Extra tijdelijke overhoogte [m], restzetting < 0,1 m / 30 jaar		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,3	A1	1,5	1,2	0,5	0,5	0,25
	A2	1,7	1,4	0,5	0,5	0,25
+0,8	A1	2,4	1,6	1,0	0,75	0,75
	A2	2,6	1,8	1,0	0,75	0,75
+1,3	A1	3,2	1,9	1,25	1,25	1,0
	A2	3,4	2,1	1,25	1,25	1,0

Tabel 5-5: resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype B1, B2 zonder verticale drainage

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Overhoogte [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Extra tijdelijke overhoogte [m], restzetting < 0,1 m / 30 jaar		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,3	B1	1,0	0,7	0,25	0,25	0,25
	B2	1,2	0,9	0,75	0,5	0,25
+0,8	B1	1,9	1,1	0,75	0,5	0,5
	B2	2,2	1,4	2,0	1,5	1,0
+1,3	B1	2,6	1,3	1,0	1,0	1,0
	B2	2,9	1,6	x	x	1,5

Tabel 5-6 : resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1, A2 **zonder** verticale drainage

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Overhoogte [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Extra tijdelijke overhoogte [m], restzetting < 0,3 m / 30 jaar		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,4	A1	1,2	0,8	0,5	0,25	0,0
	A2	1,4	1,0	1,25	0,75	0,5
+0,9	A1	2,2	1,3	1,5	1,0	0,5
	A2	2,4	1,5	x	1,5	1,25
+1,4	A1	3,0	1,6	x	x	x
	A2	3,2	1,8	x	x	x

Tabel 5-7 : resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1, A2 **inclusief** verticale drains h-o-h 1,0 m

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Overhoogte [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Extra tijdelijke overhoogte [m], restzetting < 0,3 m / 30 jaar		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,4	A1	1,2	0,8	0,25	0	0
	A2	1,4	1,0	0,25	0	0
+0,9	A1	2,2	1,3	0,25	0,25	0
	A2	2,4	1,5	0,25	0,25	0
+1,4	A1	3,0	1,6	0,25	0,25	0
	A2	3,3	1,9	0,5	0,25	0,25

Tabel 5-8 : resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype B1, B2 zonder verticale drainage

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-opbouw	Overhoogte [m t.o.v. NAP]	Initiële zetting [m]	Extra tijdelijke overhoogte [m], restzetting < 0,3 m / 30 jaar		
				T _{voorbelasting} = 270 dagen	T _{voorbelasting} = 365 dagen	T _{voorbelasting} = 550 dagen
+0,4	B1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0
	B2	1,2	0,8	0,25	0,0	0,0
+0,9	B1	1,9	0,9	0,25	0,0	0,0
	B2	2,2	1,2	0,75	0,5	0,25
+1,4	B1	2,6	1,1	0,5	0,25	0,0
	B2	2,9	1,4	1,25	0,75	0,25

6. KWEL EN VERTICALE STABILITEIT

6.1. Algemeen

Binnen het projectgebied is sprake van een kwelsituatie. De stijghoogte in het watervoerend pakket is nagenoeg altijd hoger dan het gehanteerde oppervlaktewaterpeil. Door het waterschap is gevraagd na te gaan wat de verwachte kwel zal zijn in de volgende situaties:

- Bestaande situatie T=10 bij Hoogwater en Laagwater op de Waal;
- Nieuwe ontwerpsituatie T=10 bij Hoogwater en Laagwater op de Waal.

Door het waterschap wordt gesteld dat géén toename van de kwel mag optreden door herinrichting van het gebied. Daarnaast worden voorwaarden gesteld aan de berging van regenwater en het peilbeheer waarvoor binnen dit onderzoek geen berekeningen zullen worden uitgevoerd.

Zoals reeds aangegeven in paragraaf 4.4. is er nog geen inzicht in de maatgevende stijghoogte bij T=10 zuidelijk van de centraal gelegen watergang beschikbaar. Om die reden kan nog geen uitspraak worden gedaan over de maatgevende kwelsituatie en kan het vergelijk van de huidige en de toekomstige situatie nog niet worden gemaakt. Om echter een indruk te krijgen van de kwelverandering zijn oriënterende berekeningen uitgevoerd voor de meetdatum 5 april 2006 waarbij een afvoergolf met een herhalingsfrequentie van ca. 1x per jaar is gemeten.

Berekening volgens de methode van Mazure

Om inzicht te krijgen in de omvang van de kwel zijn de aanvullende meetgegevens van 5 april 2006 gebruikt. Deze situatie komt overeen met een berekende rivierstand van ca. 1 keer per jaar.

De oriënterende berekening is uitgevoerd volgens de methode van "Mazure". De grondwaterstroming tussen een rivier en een polder vormt een complex proces. Indien het rivierpeil hoger is dan het constante polderpeil dan zal er een kweldebiet per strekkende meter uit de rivier het eerste watervoerend pakket instromen. Als gevolg van kwel door de deklaag neemt het debiet per strekkende meter in het eerste watervoerend pakket af met de afstand tot de rivier. Omdat eveneens de stijghoogte daalt, zal de kwel ook met de afstand tot de rivier afnemen.

Bij de oriënterende berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Waterstand van de Waal d.d. 5 april 2006 van ca. NAP +2,6 m;
- Polderpeil bedraagt ca. NAP -1,0 m;
- De hydraulische weerstand van de deklaag (c-waarde) en de transmissiviteit (KD-waarde) van het 1^e watervoerend pakket zijn berekend.

Bij de uitgevoerde oriënterende berekeningen is gebruik gemaakt van de analytische rekenmethode van Mazure. Voor het profiel, zoals weergegeven op bijlage 7004-0242-003-10, is de weerstand en de doorlatendheid van het eerste watervoerend pakket zodanig gevarieerd dat de berekende stijghoogten de gemeten stijghoogten van 5 april 2006 benaderen. Om een marginaal verschil te verkrijgen tussen de berekende en

de gemeten stijghoogte van 5 april 2006 dient ter plaatse van de Waal rekening te worden gehouden met een intree-weerstand en dient een significante weerstand van de deklaag (van ca. 3.500 dagen) te worden aangehouden. De kD-waarde van het eerste watervoerend pakket is bepaald op ca. 600 m²/dag. Dit houdt in dat met name door het bovenste deel van het eerste watervoerend pakket de stroming optreedt. Tevens wordt een intreeweerstand bij de Waal verwacht waarbij de stijghoogte in watervoerend pakket ca. NAP +1,9 m bedraagt. De projectlocatie ligt tussen ca. 600 en 1710 m afstand van Waal.

Tabel 6-1 : Berekende stijghoogte en kwel op afstand t.o.v. de Waal

Afstand tot Waal in m	0	600	1320	1360	1710
Huidig stijghoogte (m tov NAP)	1,9	0,92	0,17	0,14	-0,11
Huidige kwel (mm/dag) ¹⁾	-	0,548	0,333	0,324	0,255
Toekomstig stijghoogte(m tov NAP)	1,9	0,85	0,45	0,25	-0,13
Vershil stijghoogte (m)	0	0,07	0,28	0,11	0,02
Toename kwel (mm/dag)	0	0,045	0,012	0,011	0,003

- 1) De berekende hydraulische weerstand van de deklaag lijkt echter erg hoog, echter bij lagere weerstanden kunnen niet dergelijke stijghoogten worden berekend.

Ten oosten van het profiel is op bijlage 7004-0242-003-10 duidelijk zichtbaar dat de stijghoogte op dit deel van de projectlocatie betrekkelijk laag is. Op deze locatie bleek het niet mogelijk de genoemde parameters zodanig te veranderen dat de berekende stijghoogten de gemeten stijghoogten van 5 april 2006 benaderen.

Op basis van de meetgegevens van de stijghoogte van de diepe peilbuizen en de oriënterende berekeningen kunnen de volgende mogelijke oorzaken worden gezien:

1. De weerstand van de deklaag op de projectlocatie ter plaatse van de zandrug is laag, waardoor de stijghoogte wordt ontlast (zie zonering op bijlage 7004-0242-003-10). De zandrug heeft een "radiaal" effect op de stijghoogte waardoor deze als een soort ontwateringsmiddel optreedt. Aangezien de stijghoogte echter geheel zuidelijk van de locatie ook als laag is, lijkt deze benadering minder voor de hand liggend;
2. Of de stijghoogte is reeds vóór de projectlocatie door sterke kwel ter plaatse "ontlast", waardoor het verloop de stijghoogte over de projectlocatie kleiner is dan het verloop tussen de Waal en de projectlocatie. Gezien de lagere stijghoogte op het zuidelijke deel, lijkt dit meer aannemelijk. Dit zou betekenen dat tussen de Waal en de projectlocatie meer kwelplekken of ontwateringen aanwezig zouden moeten zijn waardoor de stijghoogte wordt gedraineerd.

Aangezien geen stijghoogtegegevens tussen de Waal en de projectlocatie beschikbaar zijn kan geen duidelijke uitspraak worden gedaan. Verwacht wordt dat de berekende kwel laag zal kunnen zijn. Of door een hoge hydraulische weerstand noodzakelijk om een dergelijke beperkte "afbouw" van de stijghoogte te kunnen realiseren, waardoor een laag kweldebiet zal optreden (westelijk deel projectlocatie). Of mogelijk doordat de stijghoogte zuidelijk van de projectlocatie al sterk is afgebouwd door lokaal sterkere kwel (oostelijk deel projectlocatie). Door de lagere stijghoogte blijft eveneens het kweldebiet beperkt.

Voor de situatie waarbij we rekening houden met een beperkte reductie van de deklaag door het aanbrengen van watergangen wordt in het Mazure-model uitgegaan van een reductie van de gehele weerstand van de deklaag. De watergang is in dit model niet specifiek te modelleren. De berekende vervangingsweerstand van de gehele deklaag reduceert met ca. 11%. De berekende toename van kwel varieert van ca. 8,2 % op de zuidelijke rand van de projectlocatie (ca. 600 m afstand van de Waal) tot ca. 1,3% op de meest noordelijke rand de projectlocatie (ca. 1.710 m afstand van de Waal).

Beperking van de kweltoename

Om toename van de kwel te kunnen beperken is voor dit rapport gesteld dat gezocht moet worden naar een stabiele ingerichte situatie. De voor dit project verzamelde peilbuisgegevens tonen aan dat in het 1^e watervoerende pakket stijghoogten kunnen voorkomen welke hoger zijn als het huidige maaiveld. Bij het ontgraven van de deklaag ontstaat het risico dat bij dergelijke hoge stijghoogten in het 1^e watervoerende pakket de druk onder de resterende deklaag dermate groot wordt dat de verticale stabiliteit van de grondkolom onvoldoende is. In deze situatie kan de grond opbarsten.

Bij een dergelijke opbarsting kan zand met water vanuit het diepere pakket zich gaan verplaatsen in de deklaag waardoor uiteindelijk kwelplekken ontstaan waar meer permanent een grotere kwelstroom kan optreden. Omdat de ondiepe zandige stroomgeulen in contact staan met het 1^e watervoerende pakket is vanwege de beperkte dikte van de deklaag sprake van een verhoogd opbarstrisico.

Bij het ontwerpen van een watersysteem alsmede de voorbereiding van de aanleg van diepere bouwdelen, kelders en leidingen dient rekening te worden gehouden met opbarstrisico. In de volgende paragrafen wordt het opbarstrisico binnen het kader van de gewenste realisatie van nieuw open water op de projectlocatie nader geanalyseerd. In deze paragrafen zal richting worden gegeven aan de keuze en inrichting van het nieuwe watersysteem.

Na het beschikbaar komen van de maatgevende stijghoogtegegevens en na vaststelling van het ontwerp watersysteem, kunnen de kwelberekeningen worden uitgevoerd. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat een stabiele ontwerpsituatie zal worden gekozen.

6.2. Opbarstberekeningen

Ter inventarisatie van het opbarstrisico in het projectgebied zijn voor verschillende locaties indicatieve opbarstberekeningen uitgevoerd. Deze opbarstberekeningen bestaan uit het bepalen van de maatgevende stijghoogte bij het gewenste slootbodenniveau van NAP -2,0 m (waterdiepte 1 m) en een polderpeil van NAP -1,0 m.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van het door de opdrachtgever verstrekte inrichtingsplan (SAB, december 2005).

Noodzaak veiligheid op materiaalfactor

Conform NEN 6740 is gerekend met een veiligheid van 10% op de in het laboratorium vastgestelde volumegewichten door toepassing van een materiaalfactor ($n=1,1$). Deze materiaalfactor is gebaseerd op statistische analyses en brengt de onzekerheid van het, ten opzichte van de omvang van het terrein, relatief kleine aantal laboratoriumtests in rekening. Indien de berekende stijghoogte lager is dan de op basis van meetgegevens te verwachten stijghoogte is sprake van opbarstrisico. Tevens zijn berekeningen uitgevoerd zonder toepassing van de materiaalfactor ($n=1,0$).

Voor een robuust ontwerp van het watersysteem, wat gedurende lange tijd en in veranderende omstandigheden goed moet functioneren wordt aanbevolen te ontwerpen met materiaalfactor $n=1,1$.

Scenario's

De volgend scenario's zijn doorgerekend:

- 1) Aanleg watergangen zonder verdere maatregelen (uitgangssituatie).
- 2) Aanleg watergangen met verzwaarde slootbodem (grind).
- 3) Aanleg watergangen met een beperkte diepte.

Opgemerkt wordt dat een aantal berekeningen alleen van toepassing zijn op het meest noordelijke gebied (Eilanden gebied en noordelijke zone) aangezien uit wordt gegaan van een aangenomen maatgevende stijghoogte van NAP +0,2 m. Omdat gedurende de looptijd van het project (vanaf zomer 2004) nog geen uitzonderlijk hoge rivierwaterstanden zijn voorgekomen kan voor het zuidelijk deel van het gebied (richting de Waal) nog geen maatgevende stijghoogte bepaald worden. Derhalve kunnen hier nog geen betrouwbare opbarstberekeningen gemaakt worden.

6.2.1. Scenario 1 : aanleg watergangen zonder verdere maatregelen

De resultaten van de referentieberekening (scenario 1) zijn (per deelgebied) weergegeven in tabel 6-1. Een overzicht van de berekende maximale stijghoogten met en zonder een veiligheidsfactor is gegeven op bijlage 7004-0242-003-14 en -15.

Tabel 6-1 : *Indicatie maximale toegestane stijghoogte per deelgebied;*

Deelgebied	Maximaal toelaatbare (berekende) stijghoogte in m t.o.v. NAP		Toetsingswaarde in m. t.o.v. NAP	Beoordeling	Opmerking
	n=1,1	n=1,0			
NW gebied rond appartementen	-0,3 à +0,5	+0,3 à +1,3	+0,2	Kritisch	Er ligt westelijk ook water in de wijk
Westelijk deel centrale watergang	-0,3 à +0,1	+0,3 à +0,9	+0,2	Kritisch	Er ligt al een watergang
Centrale watergang ter plaatse van geul	-0,8 à -0,7	-0,6 à -0,5	+0,2	Groot risico	Anders inrichten (Er ligt al een watergang)
Oostelijk deel centrale watergang	-0,3 à -0,2	+0,2 à +0,4	+0,2	Kritisch	Er ligt al een watergang
NO eilandengebied	-1,0 à -0,3	-0,8 à -0,0	+0,2	Groot risico	Anders inrichten
ZO wadigebied	-0,6 à +0,2	-0,1 à +1,1	Onbekend ¹⁾	Kritisch	Wadi is een goede keuze
ZO watergang Hollandse Waterlinie	-0,2 à -0,1	+0,4 à +0,7	Onbekend ¹⁾	Kritisch	Anders inrichten
Geul (DKM114 en DKM106)	-0,9 à -0,5	-0,6 à +0,2	Onbekend ¹⁾	Groot risico	Anders inrichten

¹⁾ Nog onbekend maar veel hoger dan NAP +0,4 m (bij gemiddelde situatie gemeten in B3)

Uit de in tabel 6-1 gepresenteerde resultaten kan worden opgemaakt dat het verschil tussen rekenen met en zonder de materiaalfactor groot is. Met name door de beperkte dikte van de deklaag en het geringe volumieke gewicht van veen (nagenoeg gelijk aan dat van water), wordt in veel gevallen de mogelijkheid voor de aanleg van water als “kritisch” beoordeeld.

De kritische situatie betekent dat open water alleen kan worden gecreëerd indien niet gerekend wordt met veiligheid. Uitgaande van de normale rekenmethode, waarbij een veiligheid van 10% op het gewicht van de grond wordt aangehouden, kan in vrijwel alle gevallen géén open water worden aangelegd. Een aanpassing in het ontwerp van dit watersysteem is hierbij noodzakelijk.

In verschillende gevallen is reeds water aanwezig en bestaan er volgens zeggen geen aanwijzingen van opbarstingen uit het verleden. Dit bevestigt dat mogelijk water kan worden aangelegd, maar dan echter zonder handhaving van de theoretische veiligheid. Dit wordt als risicovol beoordeeld. De huidige labiele situatie kan niet middels berekeningen worden onderbouwd.

In verschillende gevallen wordt een “groot risico” aangeduid. In die gevallen kan ook zonder theoretische veiligheid, géén stabiele situatie worden berekend. Voorgesteld wordt voor deze gebieden, NO eilandengebied en watergangen ter plaatse van de kruising met de geul, een ander watersysteem te kiezen. De verwachting is dat ter plaatse van de zandige geulen aanwezige watergangen bij een historische hoogwatergolf zeker een verhoogde kwel zal optreden. Deze conclusie kan door de beheerder echter niet worden bevestigd.

6.2.2. Scenario 2 : aanleg watergangen met verzwaarde slootbodem (grind)

Bij deze berekeningen is uitgaande van het aangegeven watersysteem voor de noordelijke zone nagegaan tot welk niveau de stijghoogte zou mogen stijgen, uitgaande van aanbrengen van een ballastlaag van 0,5 m grind (volumegewicht 20 kN/m³). De overige uitgangspunten zijn gelijk aan de berekening voor scenario 1 (slootbodem NAP –2,0 m, polderpeil NAP –1,0 m).

De resultaten van deze berekening (scenario 2) zijn weergegeven in tabel 6-2. Een overzicht van de berekende maximale stijghoogten, uitgaande van een veiligheidsfactor van n=1,1 is gegeven op bijlage 7004-0242-003-16.

Tabel 6-2 : indicatie maximale toegestane stijghoogte per deelgebied, met grind ballastlaag

Deelgebied	Maximaal toelaatbare (berekende) stijghoogte in m t.o.v. NAP		Toetsingswaarde in m. t.o.v. NAP	Beoordeling	Opmerking
	n=1,1	n=1,0			
Centrale watergang ter plaatse van geul	-0,3	-0,15	+0,2	Risico	Er ligt al een watergang
Oostelijk deel centrale watergang	+0,15 à +0,25	+0,6 à +0,9	+0,2	Mogelijk	Er ligt al een watergang
ZO watergang	+0,3 à +0,5	+0,9 à +1,2	Onbekend ¹⁾	Zuidelijk	Richting Waal

Hollandse Waterlinie				beperkt risico	meer hogere stijghoogten
¹⁾ Nog onbekend maar veel hoger dan NAP +0,4 m (bij gemiddelde situatie gemeten in B3)					

Indien wordt uitgegaan van aanbrengen van een dikte van 0,5 cm grindbed en uitgaande van een integrale ontgraving ter plaatse van de watergangen, wordt de situatie ter plaatse van de centrale watergang bij de geul nog steeds als risicovol beoordeeld. De berekende toegestane stijghoogte bedraagt ca. NAP -0,3 m, terwijl de een maximaal optredende stijghoogte van NAP +0,2 m wordt verwacht. De bodem zal dus nog steeds opbarsten. Een dikker ballastbed is noodzakelijk, of een ander ontwerp dient te worden gekozen (smallere, ondiepere watergangen).

In het oostelijke deel van de centrale watergang, buiten de geul, kan met toepassing van een ballastbed wel open water gerealiseerd worden.

Ook in het zuidelijk deel van het projectgebied nemen de mogelijkheden toe. De maatgevende stijghoogte bij T=10 is voor dit gebied nog niet bekend, maar zal naar verwachting hoger liggen dan NAP +0,4 m (is als gemeten bij gemiddelde situatie). Om die reden wordt hier nog steeds gesproken over “beperkt risico”.

6.2.3. Scenario 3: aanleg ondiepe watergangen

In de berekening voor scenario 3 is op basis van het voor het “Eilandengebied” aangegeven watersysteem nagegaan tot welk niveau de stijghoogte zou mogen stijgen, uitgaande van een ondiepere watergang met een slootbodem op NAP -1,5 m. Bij een aangehouden polderpeil van NAP -1,0 m bedraagt de waterdiepte dan 0,5 m.

De resultaten van deze berekening (scenario 3) zijn weergegeven in tabel 6-3. Een overzicht van de berekende maximale stijghoogten, uitgaande van een veiligheidsfactor van n=1,1 is gegeven op bijlage 7004-0242-003-17.

Tabel 6-3 : Indicatie maximale toegestane stijghoogte per deelgebied, met grind ballastlaag

Deelgebied	Maximaal toelaatbare (berekende) stijghoogte in m t.o.v. NAP		Toetsingswaarde in m. t.o.v. NAP	Beoordeling	Opmerking
	n=1,1	n=1,0			
NO eilandengebied	-0,9 à -0,3	-0,6 à +0,0	+0,2	Groot risico	Anders inrichten
ZO wadigebied	-0,4 à +0,2	+0,3 à +1,0	Onbekend ¹⁾	Kritisch	Richting Waal hogere stijghoogten verwacht
¹⁾ Nog onbekend maar veel hoger dan NAP +0,4 m (bij gemiddelde situatie gemeten in B3)					

Als alternatief voor het NO eilandengebied waar behoorlijk veel nieuw water gepland staat, is nagegaan of ter plaatse voor een ondieper watersysteem kan worden gekozen. Voor het NO eilandengebied wordt echter ook voor dit scenario, géén mogelijkheid gezien voor de aanleg van oppervlaktewater.

Voor het ZO wadgebied zijn de mogelijkheden in relatie tot de hogere stijghoogten eveneens beperkt waardoor verschuiving van dit watersysteem (omruilen wadi en eilandengebied) niet tot de mogelijkheden behoort.

6.3. Indicatieve ontwerpberekeningen

Gezien de ongunstige uitkomsten van de controleberekeningen voor het NO eilandengebied, is door de opdrachtgever verzocht enige indicatieve ontwerpberekeningen te maken ter vaststelling van qua opbarstrisico veilige slootprofielen.

Bij deze aanvullende berekeningen is de nadruk gelegd op het NO Eilandengebied waar oppervlaktewater noodzakelijk wordt geacht. De variabele bij deze berekeningen is het ontgravingsniveau van de slootbodems. Afhankelijk van dit ontgravingsniveau kan voor water, plas-dras zones, of voor grienden worden gekozen.

Gezien de onzekerheid in de werkelijk optredende maatgevende stijghoogte is op het gewicht van de grondlagen een materiaalfactor van 1,1 in rekening gebracht. De uitgangsstijghoogte is gelijk aan die in de controleberekeningen voor het noordelijke gebied (NAP +0,2 m).

De volgende berekeningen zijn uitgevoerd:

- Ontwerpberekening 1 : bepaling maximale ontgravingdiepte zonder toepassing ballast.
- Ontwerpberekening 2 : bepaling dikte ballastlaag (zand) uitgaande van keuze voor een plas-dras zone.

6.3.1. Ontwerpberekening 1: Aanleg open water zonder ballast

In ontwerpberekening 1 is nagegaan tot welke diepte watergangen kan worden gegraven zonder toepassing van ballast op of in de slootbodem. Op basis van de per deelgebied verkregen resultaten is globaal nagegaan welke (cultuurtechnische) oplossingen de stabiliteit van de situatie kunnen vergroten.

Tabel 6-4 : *Berekend ontgravingsniveau, uitgaande van stijghoogte NAP +0,2 m*

Gebied	Sondering	Berekend max. ontgravingsniveau in m t.o.v. NAP	Mogelijkheden aanleg oppervlaktewater (uitgaande van polderpeil NAP -1,0 m)	Mogelijkheden aanleg grienden en greppels
NW gebied rond appartementen en Watergang westelijk van geul	DKM20 DKM112	-0,65 -0,7	Veiligheidsfactor is zeer bepalend. Bestaand open water ligt nabij. Uitvoeren in gunstige periode en zo mogelijk beperkt ballastlaag aanbrengen	Mogelijk deels alternatief. Voor watergang geen alternatief
Watergang ter plaatse van geul	DKM 208	-0,55	Met ballastlaag 0,5 m grind nog steeds opbarstrisico	Geen alternatief i.v.m. watergang
Deel watergang oostelijk van de geul	DKM118	-0,9	Aanbrengen ballastlaag van grind.	Geen alternatief i.v.m. watergang
Noordelijk gelegen	DKM219 DKM124	-1,0 -0,4	Aanbrengen ballastlaag van grind, ter plaatse van geul nog	Overwegend goed alternatief

watergang	DKM125	-0,6	steeds risico, lokaal kunnen plasbermen worden overwogen.	
Noordoostelijk deel watergang Hollandse waterlinie	DKM125 DKM28 DKM220 DKM126	-0,6 -0,6 -0,6 -1,0	Aanbrengen ballastlaag van grind, ter plaatse van geul nog steeds risico, lokaal kunnen plasbermen worden overwogen.	Goed alternatief
NO eilandengebied	DKM210 DKM119 DKM24 DKM222 DKM27 DKM221 DKM26	-0,4 -1,3 -0,3 -0,3 -0,45 -0,2 -1,0	Ter plaatse van DKM119 en DKM26 is geen water gepland. Bij overige locaties kan geen water worden aangelegd.	Mogelijkheden als greppels smal blijven en grienden boven water.

Ter plaatse van de watergang wordt, gezien de afvoerfunctie, géén mogelijkheid voor grienden voorzien. Met name ter plaatse van de geul is nog geen passende oplossing gevonden.

Voor het NO eilandengebied zijn de mogelijkheden voor oppervlaktewater voor een groot deel zeer beperkt. De deklaag is dermate dun dat bij een stijghoogte van NAP +0,2 m tot maximaal ca. NAP -0,4 m kan worden gegraven. Voorgesteld wordt hier een combinatie van grienden (ruim boven het polderpeil) in combinatie met ondiepe greppels van beperkte breedte te voorzien. Door “taludwerking” wordt de veiligheid dan beperkt vergroot.

Voor de zuidelijk gelegen deelgebieden zijn geen berekeningen uitgevoerd. Daar wordt een hogere stijghoogte verwacht, welke op basis van de beschikbare gegevens nog niet kan worden vastgesteld. Afgeraden wordt om in het zuidelijk deel van het projectgebied grote oppervlakken water te realiseren. Voor de watergang in noord-zuid richting dient rekening te worden gehouden met een ballastlaag. In het meest zuidelijke deel nabij de Waal wordt open water, in welke vorm dan ook, afgeraden.

6.3.2. Ontwerpberekening 2: Bepaling dikte ballastlaag (zand), uitgaande van plas-dras

Voor het NO Eilandgebied dient een oplossing te worden gevonden waarbij kan worden gekozen voor de aanleg van oppervlaktewater. Aanvullend zijn daarom berekeningen voor een aantal maatgevende sonderingen uitgevoerd waarbij de benodigde dikte van de ballastlaag is berekend, uitgaande van aanleg van een plas-dras zone. In overleg met de Gemeente Gorinchem is voor plas-dras zone uitgegaan van een waterdiepte van 0,3 m. In theorie kan een plas-dras zone worden aangelegd met variërende waterdiepten en droge zones. Op die wijze ontstaat een gevarieerde situatie met een (gemiddeld) hoger ontgravingniveau. Voorts zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Het oppervlaktewaterpeil wordt verhoogd van NAP -1,0 m (polderpeil) naar NAP -0,7 m.
- Als ballastbed voor de plas-dras zone wordt uitgegaan van integraal aanbrengen van een zandlaag (Volumegewicht 18 kN/m²).
- Er wordt geen rekening gehouden met zetting. Er wordt dus uitgegaan van een volledig theoretisch profiel. In de praktijk zal door zetting mogelijk extra zand noodzakelijk zijn, of zal een deel van de veenlaag vooraf moeten worden ontgraven.

- Nadat de zandlaag voor het ballastbed van de plas-dras zone is aangebracht, kan de watergang worden gegraven. Deze zal lokaal dieper moeten worden uitgegraven waarbij zand zonodig wordt vervangen door grind (Volumegewicht 20 kN/m²);
- Maximaal optredende stijghoogte NAP +0,2 m.
- Veiligheid op volumegewicht grondlagen n=1,1.

Opgemerkt wordt dat de toepassing van zand als ballast naar verwachting de meest eenvoudige uitvoeringsoptie is. Het op de juiste diepte aanleggen van de onderzijde van het ballastlichaam zal desondanks zeer nauwkeurige uitvoering vereisen.

In het huidige indicatieve ontwerpstadium is er voor gekozen de ontwerpberekening voor slechts 5 sondeerlocaties uit te voeren. Bij het uitwerken van het definitief ontwerp zijn uitgebreide stabiliteitsberekeningen en zakkingsberekeningen noodzakelijk.

Tabel 6-5 : *Berekende dikte zandbed onder plas-dras zone bij integrale verlaging*

Sondering nr.	Variant 1, bestaand polderpeil NAP –1,0 m		Variant 2, verhoogd polderpeil NAP –0,7 m	
	Niveau plasberm in m. t.o.v. NAP	Berekende zanddikte in m	Niveau plasberm in m. t.o.v. NAP	Berekende zanddikte in m
DKM112	-1,3	0,85	-1,0	0,35
DKM210	-1,3	1,35	-1,0	0,90
DKM222	-1,3	1,50 ¹⁾	-1,0	1,00
DKM221	-1,3	1,75 ¹⁾	-1,0	1,30
DKM125	-1,3	1,95	-1,0	1,50

1) Resterende dikte tussen onderzijde ballastbed van de plas-dras en het 1^e watervoerende pakket bedraagt ca. 1 m. Er ontstaat een risico voor directe kortsluiting.

Uit tabel 6-5 volgt dat de variatie in de benodigde dikte van het zand ballastbed groot is. Er zal in de gehele plas-dras zone een laagdikte van zand moeten worden aangebracht van ca. 0,9 à 1,5 m, uitgaande van een verhoogd polderpeil en een ondiepe plas-dras zone. Indien van het huidige polderpeil wordt uitgegaan dient nog meer zand te worden aangebracht.

Op verzoek van de opdrachtgever is voorts nagegaan welke aanvullende maatregelen getroffen moeten worden voor het creëren van een open watergang in de plas-dras zone. Deze zijn noodzakelijk om in afvoer van water te voorzien en tevens voor beheer en onderhoud. Deze watergang zou dan in de vorm van een sleuf door de plas-draszone aangebracht moeten worden. De gewenste slootbodembreedte bedraagt 2 m en er is een talud gewenst van 1:3. In de berekeningen is uitgegaan van het aanbrengen van extra ballast bestaande uit grind. De berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 6-6.

Tabel 6-6 : *Berekende dikte grindbed onder bodem watergang*

Sondering nr.	Variant 1, bestaand polderpeil NAP –1,0 m		Variant 2, verhoogd polderpeil NAP –0,7 m	
	Niveau slootbodem in m. t.o.v. NAP	Berekende grinddikte	Niveau slootbodem in m. tov NAP	Berekende grinddikte

DKM112	-2,0	Niet nodig	-1,7	Niet nodig
DKM210	-2,0	0,4	-1,7	0,1
DKM222	-2,0	1,0 ¹⁾	-1,7	0,6
DKM221	-2,0	1,2 ¹⁾	-1,7	0,8
DKM125	-2,0	Niet nodig	-1,7	Niet nodig

1) Resterende dikte tussen onderzijde ballastbed van de watergang en het 1^e watervoerend pakket bedraagt lokaal minder dan ca. 1 m. Er ontstaat een risico voor directe kortsluiting.

Uit de in tabel 6-6 gepresenteerde resultaten blijkt dat, vanwege de verzwaring onder de plas-dras zone de mogelijkheden voor het graven van smallere watergangen (bodembreedte ca. 2 m) toenemen. In enkele gevallen kan zelfs zonder aanvullende maatregelen worden gegraven.

Uitgaande van het verhoogde polderpeil is het in verschillende gevallen theoretisch nog noodzakelijk een beperkt deel van de zandlaag te vervangen door iets zwaarder grind. Hierdoor neemt lokaal de dikte van de resterende deklaag onder de ballastlaag af tot minder dan 1 m dikte. Het risico van directe kortsluiting met het 1^e watervoerende pakket wordt in enkele gevallen aanzienlijk geacht.

7. CONCLUSIES

7.1. Kwel

Binnen het projectgebied is sprake van een kwelsituatie. De stijghoogte in het watervoerend pakket is nagenoeg altijd hoger dan het gehanteerde oppervlaktewaterpeil. Door het waterschap wordt gesteld dat géén toename van de kwel mag optreden door herinrichting van het gebied. Daarbij wordt de ontwerpsituatie met een herhalingsfrequentie van 1x per 10 jaar ($T=10$) maatgevend geacht.

Om toename van de kwel te kunnen beperken moet worden gezocht naar een stabiele ingerichte situatie. De voor dit project verzamelde peilbuisgegevens tonen aan dat in het 1^e watervoerende pakket stijghoogten kunnen voorkomen welke significant hoger zijn als het huidige maaiveld. Bij ontgraving van de deklaag kan daarbij de druk dermate groot worden dat de grond kan opbarsten. Omdat de ondiepe zandige stroomgeulen in contact staan met het 1^e watervoerende pakket is vanwege de beperkte dikte van de deklaag sprake van een verhoogd opbarst risico. Indien de waterbodems opbarsten zal dit een forse toename van de kwel veroorzaken. Ter voorkoming van een extra kwel is de nadruk gelegd op het zoeken naar een robuust en duurzaam watersysteem waarbij voldoende weerstand is tegen opbarsten.

Op dit moment worden de stijghoogten gemonitord. Na het beschikbaar komen van de maatgevende stijghoogtegegevens en na vaststelling van het ontwerp watersysteem, kunnen de kwelberekeningen worden uitgevoerd. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat een stabiele ontwerpsituatie zal worden gekozen.

7.2. Verticaal evenwicht

De projectlocatie is op basis van terreingebruik globaal opgedeeld in deelgebieden, waarvoor in dit rapport voor de afzonderlijke berekeningen zijn gedaan. Gezien de variabiliteit in bodemopbouw en stijghoogte kunnen slechts in zeer algemene bewoordingen uitspraken gedaan worden welke betrekking hebben op het gehele projectgebied.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor theoretische profielen, waarbij geen rekening gehouden met horizontale stabiliteit en zakking. Eventueel optredende "randverschijnselen" dan wel "overgangsgebieden" zijn niet nader onderzocht.

De genoemde resultaten zijn oriënterend en richtinggevend voor het voorontwerp van een watersysteem. Bij vaststelling van het definitief ontwerp van het watersysteem dient rekening te worden gehouden met het uitvoeren van gedetailleerde opbarst-, zettings- en stabiliteitsberekeningen. Voor het zuidelijk terreindeel zijn dergelijke berekeningen pas verantwoord te maken na voltooiing van de nog in uitvoering zijnde grondwatermonitoring.

7.2.1. Appartementengebouw

Oppervlaktewater in het noordwestelijke (NW) deel van het projectgebied bij de appartementen lijkt mogelijk. De afstand tot de rivier de Waal is maximaal. In de directe nabijheid ligt bestaand open water.

Indien wordt gerekend met veiligheden conform NEN 6740 word het maximale ontgravingsniveau beperkt tot NAP -0,7 m. Als alternatief kan ook worden gekozen voor een verhoogd polderpeil tot NAP -0,7 m, een plasberm tot NAP -1,0 m en een ballastlaag van 0,35 m zand. Watergangen met beperkte bodembreedte (2 m) kunnen zonder extra ballastlaag worden gegraven. Indien een grindbed van ca. 0,5 m wordt toegepast kan zonder specifieke beperkingen aan de breedte water worden gegraven.

Opgemerkt wordt dat westelijk van dit gebied inmiddels waterpartijen tot NAP -2,0 m zijn aangelegd. Indien géén veiligheid wordt gehanteerd, wordt net geen opbarsten berekend en zijn aanvullende maatregelen niet noodzakelijk, echter blijft een beperkt risico voor opbarsten aanwezig.

7.2.2. Centrale watergang

De centrale watergang wordt onderscheiden in een westelijk deel, een deel ter plaatse van de kruising met de geul en een oostelijk deel.

Voor het westelijk deel wordt gerefereerd aan de situatie bij het appartementgebouw, wat betekend dat plasbermen, in combinatie met een beperkt ballastbed en in combinatie met een polderpeilverhoging kunnen worden overwogen. Indien een ballastbed van 0,5 m grind wordt toegepast, kan zonder specifieke beperkingen aan de breedte water worden gegraven.

Voor het oostelijk deel kan worden volstaan met het aanbrengen van een ballastbed (grind) onder de bodem van de watergang met een dikte van 0,5 m. Hierbij is gerekend met veiligheidsfactor $n=1,1$. Er zijn in dit geval geen specifieke beperkingen aan de breedte.

Voor het deel ter plaatse van de zandige stroomgeul zijn de mogelijkheden voor het creëren van open water zeer beperkt. De watergang met grotere diepte ligt al lange tijd op deze locatie en er zijn volgens de beheerder geen aanduidingen die wijzen op opbarsten. In theorie zal deze watergang (zeker bij hoogwatergolven) de omgeving zelfs draineren. Voor dit gebied wordt een grindlaag van 0,5 m onvoldoende dik geacht. Er is nog geen passende oplossing voor deze situatie.

7.2.3. NO Eilandengebied

Tijdens de voortgang van het project is duidelijk geworden dat voor dit gebied de noodzaak voor het creëren van open water erg groot is. Voorgesteld is af te zien van oppervlaktewater en te kiezen voor een zelfde situatie als het zuidelijke wadgebied. In het algemeen kan, indien de ontgraving beperkt blijft tot NAP -0,3 à -0,4 m, veilig worden ontgraven. Lokaal kan dieper worden gegraven.

Binnen dit gebied komt in de deklaag de zandige stroomgeul voor. Dit betekent dat de resterende klei/veenlagen erg dun zijn en dus het gewicht tegen opbarsten zeer beperkt is. Indien voor dit gebied in permanent water moet worden voorzien wordt het volgende voorgesteld:

- Verhoging polderpeil tot ten minste NAP -0,7 m. Hierbij dient nog wel de ontwatering van het terrein in het oog te worden gehouden.
- Integraal aanbrengen van een zandlaag van een dikte van 0,9 tot 1,5 m, ónder de plasberm. De plasberm heeft een bodemniveau van NAP -1,0 m (0,3 m

waterdiepte). Dit is een theoretisch profiel dat moet blijven liggen. Rekening houdend met zetting zal waarschijnlijk een deel van de deklaag moeten worden ontgraven alvorens de ballastlaag kan worden aangebracht.

- In deze ballastlaag worden vervolgens watergangen van beperkte omvang (bodembreedte 2 m) gegraven. In een aantal gevallen dient hiervoor het zand ter plaatse van de watergang tot grotere diepte te worden ontgraven en te worden vervangen door grind (zwaarder materiaal). Door taludwerking is het in elke gevallen niet noodzakelijk nog een ballastbed aan te brengen en kan een watergang van beperkte afmeting zonder aanvullende maatregelen worden aangebracht.

7.2.4. Oostelijke watergang, onderdeel Hollandse waterlinie

Het terrein ten zuiden van de centrale watergang wordt aangelegd in een dikkere deklaag. Er zijn op dit moment nog géén maatgevende stijghoogtegegevens van dit zuidelijke deel naar de Waal beschikbaar. Wel is in de gemiddelde situatie al een stijghoogtedruk van NAP +0,4 m (fors boven maaiveld) aanwezig. Metingen door middel van dataloggers vinden plaats echter er zijn nog geen metingen bij een hoogwatergolf beschikbaar.

Voorgesteld wordt voor dit deel uit te gaan van een beperking van de waterdiepte en beperking van de afmetingen van de watergangen, bij voorkeur in combinatie met een polderpeilverhoging.

Aangezien geen meetgegevens beschikbaar zijn waaruit de maatgevende stijghoogte kan worden afgeleid, kan nog geen uitspraak worden gedaan over de omvang van een eventueel ballastbed.

7.2.5. Zuidelijk Wadigebied

Controleberekeningen tonen aan dat binnen dit gebied eveneens géén mogelijkheden zijn voor grote waterpartijen. De keuze voor een wadigebied is in dit geval een goede oplossing. De stijghoogte neemt in zuidelijke richting fors toe. Voor noodzakelijke afvoerende watergangen wordt eveneens voorgesteld uit te gaan van een verhoogd polderpeil in combinatie met ondiepe en smalle watergangen. Er kan nog geen uitspraak worden gedaan over de omvang van een eventueel ballastbed.

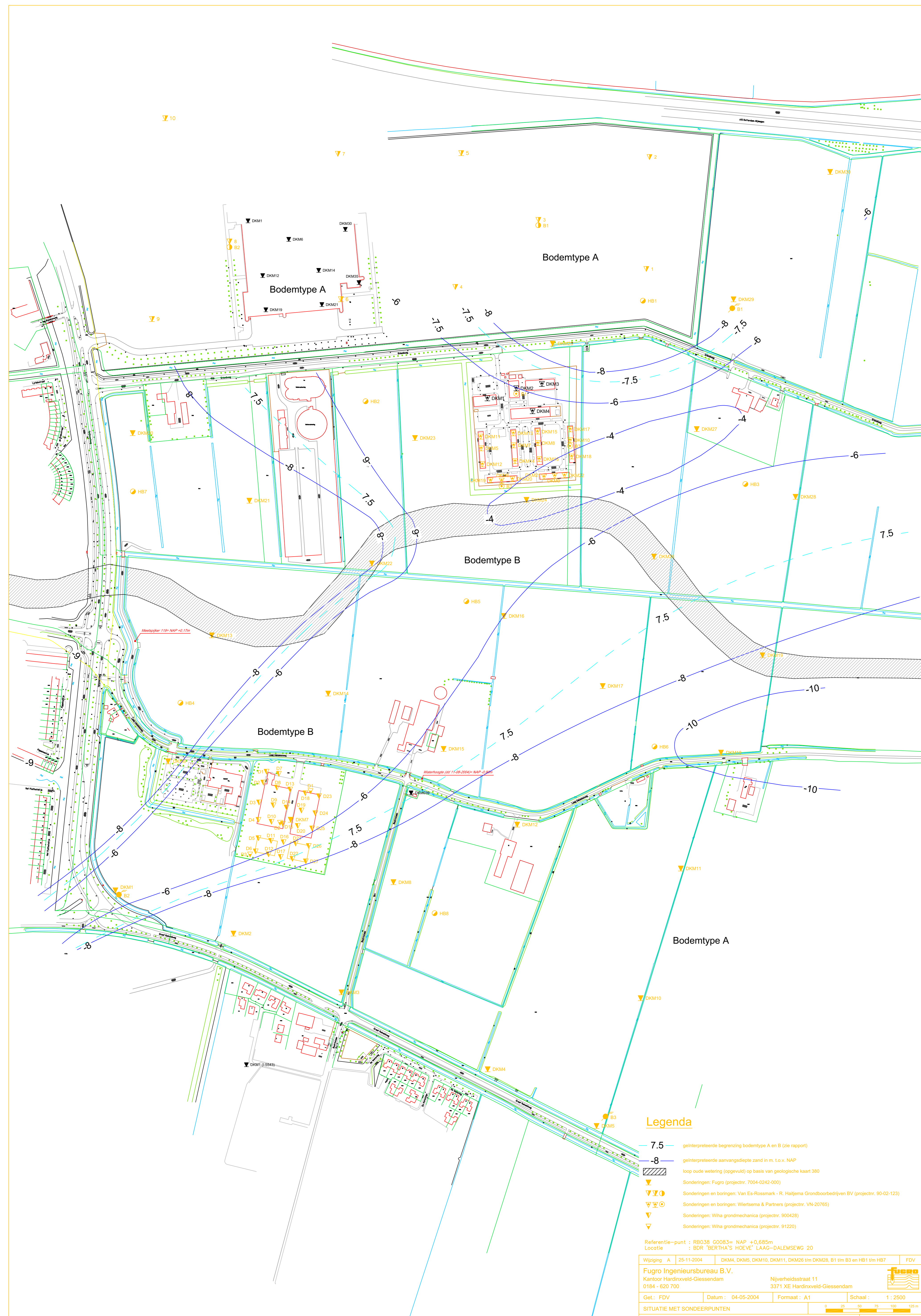
Kruisingen van nieuw te realiseren open water met de zandige stroomgeul worden richting de rivier de Waal zéér risicovol. De maatgevende stijghoogte zal fors hoger zijn dan de kruising van de centrale watergang met de zandige geul, waarvoor reeds nog geen passende oplossing is gevonden. Voorgesteld wordt zo mogelijk met duikerelementen verbindingen te werken om het risico verder te kunnen beperken.

8. AANBEVELINGEN

Voorgesteld wordt het waterhuishoudingsplan uit te werken op basis van deze oriënterende gegevens. Na vaststelling van ontwerpvarianten kunnen uitgebreide controle berekeningen voor opbarsten in relatie tot zakking en stabiliteit worden uitgevoerd. De aangenomen maatgevende stijghoogte voor het noordelijke terreindeel (NAP +0,2 m) zal bij meer extreme hoogwaterafvoergolven worden overschreden. Om die reden dient bij het ontwerp uit te worden gegaan van een robuust en duurzaam ontwerp. Zo mogelijk dient op verschillende locaties oppervlaktewater te worden vermeden.

Bij ontgravingen van rioolsleuven en aanbrengen van putten en (DWA) pompgemalen en de watergangen dient eveneens rekening te worden gehouden met risico van opbarsten. Voor de aanleg van deze voorzieningen lijkt het aanbrengen van een spanningsbemaling noodzakelijk, afhankelijk van de actuele stijghoogte.

Voorgesteld wordt graafwerkzaamheden alleen uit te voeren bij lage en gemiddelde waterstanden op de Waal. Dit zal consequenties hebben voor het moment van aanleg en de duur en werksnelheid van deze werkzaamheden. Ook in deze situatie kunnen bij ontgravingen risico's optreden ten aanzien van opbarsten (zie eerdere berekeningen). Indien mogelijk kunnen ontgravingen in den natte worden overwogen of dient een spanningsbemaling te worden aangebracht. Voor grotere bouwprojecten, zoals bijvoorbeeld ondergrondse parkeerkelders, dient rekening te worden gehouden met de toepassing van onderwaterbeton.



Legenda

- 7.5 geïnterpreteerde begrenzing bodentype A en B (zie rapport)
- -8 geïnterpreteerde aanvangsdiepte zand in m. t.o.v. NAP
- loop oude wetering (opgevuld) op basis van geologische kaart 380
- Sondringen: Fugro (projectnr. 7004-0242-000)
- Sondringen en boringen: Van Es-Rossmark - R. Hailjema Grondboorbedrijven BV (projectnr. 90-02-123)
- Sondringen en boringen: Wiertsema & Partners (projectnr. VN-20765)
- Sondringen: Wiha grondmechanica (projectnr. 900428)
- Sondringen: Wiha grondmechanica (projectnr. 91220)

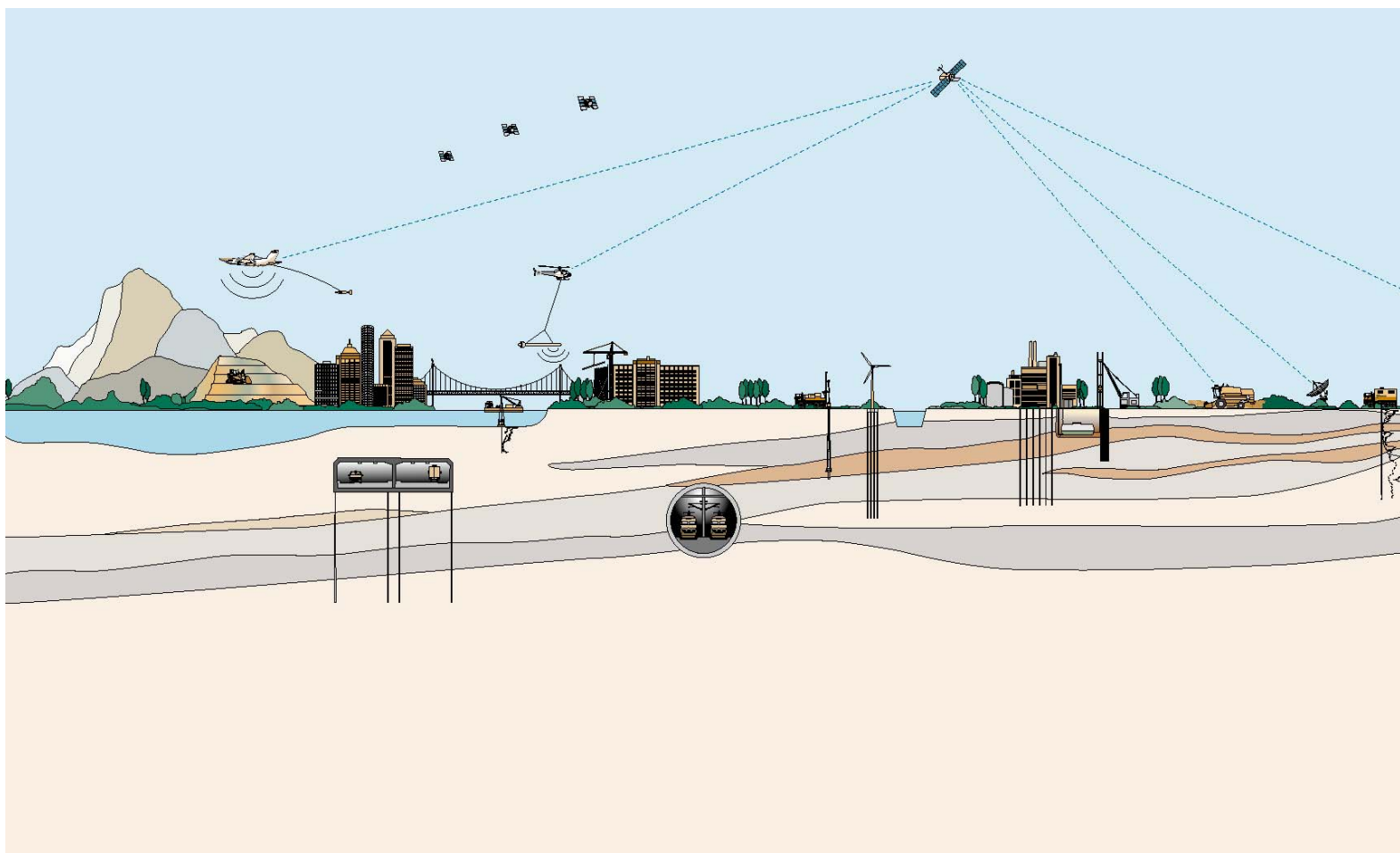
Referentie-punt : RB038 G0083= NAP +0,685m
 Locatie : BDR 'BERTHA'S HOEVE' LAAG-DALEMSEWG 20

Wijziging	A	25-11-2004	DKM4, DKM5, DKM10, DKM11, DKM26 t/m DKM28, B1 t/m B3 en HB1 t/m HB7	FDV
Fugro Ingenieursbureau B.V.				
Kantoor Hardinxveld-Giessendam		Nijverheidsstraat 11 3371 XE Hardinxveld-Giessendam		
Get.:	FDV	Datum :	04-05-2004	Formaat : A1
		Schaal :	1 : 2500	
SITUATIE MET SONDEERPUNTEN				
Gebiedsonderzoek Hoog Dalem te Gorinchem				Opdr.: 7004-0242-000 Bijl.: 1A
				Versie : Revisie Datum :

ZETTINGSBESCHOUWING TEN BEHOEVE VAN
ONDERSTEUNING VOOR BESTEKSVORMING
betreffende

**PROJECT HOOG-DALEM
TE GORINCHEM**

Opdrachtnummer: 7004-0242-009



ZETTINGSBESCHOUWING TEN BEHOEVE VAN
ONDERSTEUNING VOOR BESTEKSVORMING
betreffende

**PROJECT HOOG-DALEM
TE GORINCHEM**

Opdrachtnummer: 7004-0242-009

Opdrachtgever : De Dalemse Donken
Laag Dalem Zuid C.V.
Postbus 632
3430 AP NIEUWEGEIN

Project-coördinator : Gemeente Gorinchem
Afdeling Weg en Water
Postbus 108
4200 AC GORINCHEM

Projectleider : drs. P.H.A. van Steenoven,
Afdelingshoofd Regio Zuid

Opgesteld door : ir. E. Vlasblom,
Geotechnisch Adviseur.

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	31 juli 2007	vlekken 10b t/m 15	
2	12 september 2007	aanvullingen	
3	23 januari 2008	aanvullingen	
4	20 juni 2008	aanvullingen	
5	4 juli 2008	definitief	

FILE: 7004-0242-009-Advies R01-v5a.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. ALGEMENE TOELICHTING	3
1.1. Algemeen	3
1.2. Leeswijzer	3
2. PROJECTOMSCHRIJVING	4
3. SAMENVATTING VAN AANGEPASTE UITGANGSPUNTEN	5
4. RESULTATEN AANVULLENDE ZETTINGSBEREKENINGEN	7
4.1. ZUIDELIJK HOOFD-DEELGEBIED	7
4.1.1. Vlekken 10b t/m 12	7
4.1.2. Vlekken 13 en 14	8
4.1.3. Vlek 15	8
4.1.4. Verbreding cq. verlegging van de Beatrixlaan	10
4.1.5. Slootdemping naast de Graaf Reinaldweg	11
4.2. NOORDELIJK HOOFD-DEELGEBIED	15
4.2.1. Kavelstrook langs de Griendweg	15
4.2.2. Vlekken 2 t/m 6	16
4.2.3. Vlek 1a; winkelgebied	19
4.2.4. Slootdemping naast de Griendweg	20
4.3. MIDDEN HOOFD-DEELGEBIED	21
4.3.1. Scholencomplex	21
4.3.2. 'Lint'-bebouwing noordelijk en zuidelijk deel en 'wooneilanden'.	22
4.3.3. Verbreding infrastructuur Laagdaalseweg	25
4.4. ALGEMENE OPMERKINGEN	27
5. AANBEVELINGEN VOOR DE UITVOERING	28
5.1. Verticale drainage met horizontale drains	28
5.2. Dempen van bestaande sloten en/of watergangen	29
5.3. Plaatsing en monitoring van zakkakens	29
5.4. Horizontale vervormingen en stabiliteit	30
5.5. Ondergrondse kabels en/of leidingen	31
5.6. Aanleg van definitieve verhardingsconstructie	31
6. LITERATUUROVERZICHT	32
<u>BIJLAGEN</u>	<u>Nr.</u>
Situatietekening met voorstel ophoogplan – zuidelijk hoofd-deelgebied (vlekken 10b t/m 15)	1
Situatietekening Graaf Reinaldweg – slootdemping en persleidingen	1a
Situatietekening met voorstel ophoogplan – noordelijk hoofd-deelgebied (vlekken 1a, 2 t/m 6)	2
Situatietekening met slootdemping naast de Griendweg	2a
Situatietekening met voorstel ophoogplan – midden hoofd-deelgebied (vlekken 1b, 7 t/m 9b en scholencomplex)	3
Resultaten zettingsberekeningen slootaanvulling Graaf Reinaldweg	
- Eerste fase - slootdemping (gezette geometrie)	4-1
- Tweede fase – voorbelasting (gezette geometrie)	4-2
- Invoerbestand programma MSettle	4-3

1. ALGEMENE TOELICHTING

1.1. Algemeen

Op 14 juni 2007 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Hardinxveld-Giessendam van De Dalemse Donken, Laag Dalem Zuid B.V. te Nieuwegein, de opdracht voor het verwerken van eerder uitgebrachte adviezen tot een basis voor een door de Gemeente op te stellen bestek voor plan Hoog-Dalem te Gorinchem.

Voor dit project zijn door Fugro Ingenieursbureau B.V. te Hardinxveld-Giessendam in eerdere stadions onder opdrachtnummers 7004-0242-000 t/m 7004-0242-008 meerdere grondonderzoeken uitgevoerd en adviezen uitgebracht.

Door de Gemeente Gorinchem zijn recentelijk aangepaste uitgangspunten voor het bouwrijp maken van het plan Hoog-Dalem opgegeven. Op basis van de eerdere zettingsbeschouwing en nieuwe, aanvullende berekeningen is voor dit project een ophoogplan opgesteld.

Onderhavige rapportage omvat de resultaten van de aanvullende zettingsberekeningen, zowel tabellarisch als grafisch, en enkele uitgangspunten en aanbevelingen voor de uitvoering van de ophoogwerkzaamheden.

Voor de resultaten van de eerdere grondonderzoeken en zettingsbeschouwingen wordt verwezen naar de rapporten 7004-0242-000 en 7004-0242-003. Deze rapporten hebben de basis gevormd voor de onderhavige rapportage en aanvullende berekeningen.

1.2. Leeswijzer

Dit rapport bevat:

- Een korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- Een samenvatting van de aangepaste uitgangspunten (hoofdstuk 3);
- De resultaten van de aanvullende zettingsberekeningen (hoofdstuk 4);
- Aanbevelingen voor de uitvoering (hoofdstuk 5).

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het project is gesitueerd ten zuiden van de rijksweg A15 en wordt o.a. begrensd door de Spijksesteeg (oostzijde), de Graaf Reinaldweg (zuidzijde) en de Griendweg (noordzijde) in de gemeente Gorinchem.

Het plan omvat de nieuwbouw van diverse woonwijken, een winkelcentrum, een scholencomplex en nieuwe infrastructuur. De duur voor de verwezenlijking van deze plannen bedraagt ca. 12 jaar.

In de eerste fase zullen de vlekken 10b t/m 15 worden gerealiseerd. Aansluitend worden de vlekken 2 t/m 6, direct ten zuiden van de Griendweg, gerealiseerd. Tijdens en na de eerste ophoogslagen zullen de nu aanwezige Beatrixlaan en de Graaf Reinaldweg, worden verbreed cq. verlegd. Hierbij zullen tevens diverse watergangen worden gegraven ter compensatie van te dempen waterlopen. Nabij de Graaf Reinaldweg liggen ondergrondse kabels en/of leidingen die nadelig beïnvloed kunnen worden door de ophoog- en graafwerkzaamheden. Ten slotte zullen het winkelcentrum, scholencomplex en overige woonwijken worden gerealiseerd

Bovenstaande gegevens zijn door de Gemeente verstrekt.

Voor nadere gegevens omtrent de inrichting en verdere planvorming wordt verwezen naar de plannen en tekeningen van de Gemeente.

3. SAMENVATTING VAN AANGEPASTE UITGANGSPUNTEN

Globaal is het plan Hoog Dalem in drie hoofd-deelgebieden onder te verdelen:

- *noordelijk deelgebied* ten oosten van de Spijksesteeg, ten zuiden van de Griendweg;
- *midden deelgebied*; ten oosten van de Spijksesteeg, tussen noordelijk en zuidelijk deel in;
- *zuidelijk deelgebied* ten oosten van de Spijksesteeg, ten noorden van de Graaf Reinaldweg.

Voor deze hoofd-deelgebieden en sub deelgebieden zijn door de Gemeente beschikbare periodes voor voorbelasting opgegeven, in combinatie met al dan niet herziene netto ophoogniveaus.

Zuidelijk hoofd-deelgebied

Voor dit hoofd-deelgebied gelden algemene netto ophoogniveaus van:

- NAP +0,65 m, voor de kavelgebieden en
- NAP +0,55 m, voor de infrastructuur.

Binnen dit hoofd-deelgebied zijn door de Gemeente subgebieden aangegeven.

<u>Subgebied</u>	<u>voorbelastingsperiode</u>
woonterpen vlekken 10, 11 en 12	180 dagen
woonterpen vlekken 13 en 14	270 dagen
woonterp vlek 15	550 dagen
de verbreding cq. verlegging van de Beatrixlaan	180 dagen
de verbreding cq. verlegging van de Graaf Reinaldweg	270 à 365 dagen

Noordelijk hoofd-deelgebied

Voor dit hoofd-deelgebied zijn herziene algemene netto ophoogniveaus opgegeven van:

- NAP +0,40 m, voor de kavelgebieden en
- NAP +0,30 m, voor de infrastructuur.

Binnen dit hoofd-deelgebied zijn door de Gemeente subgebieden aangegeven.

<u>Subgebied</u>	<u>voorbelastingsperiode</u>
Percelen aan de Griendweg (oostelijk deel, ten zuiden van de Griendweg)	180 dagen
vlekken 2, 3, 4, 5 en 6	550 dagen (* 180 dagen)
vlek 1a; winkelgebied langs Spijksesteeg en Griendweg	180 dagen of 365 dagen

* Hierbij is er van uitgegaan dat ter plaatse van de randen van de toekomstige waterpartijen een kortere voorbelastingstijd van 180 dagen ter beschikking staat, zodat de waterpartijen eerder kunnen worden gerealiseerd dan de omliggende kavels en infrastructuur.

Midden hoofd-deelgebied

Voor dit hoofd-deelgebied zijn algemene netto ophoogniveaus opgegeven van:

- NAP +0,40 m, voor de kavelgebieden en
- NAP +0,30 m, voor de infrastructuur.

Binnen dit hoofd-deelgebied zijn door de Gemeente subgebieden aangegeven.

<u>Subgebied</u>	<u>voorbelaastingperiode</u>
Scholencolplex (ten oosten van Spijksesteeg)	180 dagen
'Lint'-bebouwing aan de noordzijde	365 dagen
11 wooneilanden	365 dagen
'Lint'-bebouwing aan de zuidzijde (westelijk deel)	180 dagen of 365 dagen
'Lint'-bebouwing aan de zuidzijde (oostelijk deel)	365 dagen

Algemeen

In alle gevallen is uitgegaan van een nivellering van het huidig maaiveld tot een niveau van NAP -0,2 m. Eventuele droge grond kan hiervan gebruikt worden voor het ophogen van openbare gebieden, tuinen en het eventueel aanvullen van de te dempen sloten en watergangen (zie ook hoofdstuk 5).

De volgende (globale) bodemschematisaties zijn aangehouden:

- A1 : samendrukbare lagen tot NAP -7,5 m
- A2 : samendrukbare lagen tot NAP -8,5 m
- A3 : samendrukbare lagen tot NAP -10,0 m

- B1 : samendrukbare lagen tot NAP -4,0 m
- B2 : samendrukbare lagen tot NAP -5,0 m
- B3 : samendrukbare lagen tot NAP -6,0 m

4. RESULTATEN AANVULLENDE ZETTINGSBEREKENINGEN

4.1. ZUIDELIJK HOOFD-DEELGEBIED

4.1.1. Vlekken 10b t/m 12

Tabel 1: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype 'A'
met verticale drains tot maximaal NAP -6,5 m.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur						
+0,55	A1	3,20	+3,00	1,45 à 1,55	0,90 à 1,00	< 0,1
	A2	3,20	+3,00	1,50 à 1,60	0,80 à 0,90	< 0,1
	A3	3,20	+3,00	1,60 à 1,70	0,70 à 0,80	< 0,1
Kavels						
+0,65	A1	2,70	+2,50	1,25 à 1,35	0,45 à 0,55	< 0,3
	A2	2,70	+2,50	1,35 à 1,45	0,40 à 0,50	< 0,3
	A3	2,70	+2,50	1,40 à 1,50	0,30 à 0,40	< 0,3

Tabel 2: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype 'B'
zonder verticale drainage.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
infrastructuur						
+0,55	B1	2,95	+2,75	1,35 à 1,45	0,70 à 0,80	< 0,1
	B2	2,95	+2,75	1,30 à 1,40	0,75 à 0,85	< 0,1
	B3	2,95	+2,75	1,15 à 1,25	0,90 à 1,00	< 0,1
Kavels						
+0,65	B1	2,70	+2,50	1,30 à 1,40	0,45 à 0,55	< 0,3
	B2	2,70	+2,50	1,20 à 1,30	0,50 à 0,60	< 0,3
	B3	2,70	+2,50	1,10 à 1,20	0,65 à 0,75	< 0,3

Voor dit gebiedsdeel zijn de bodemtypes A3 en B3 maatgevend voor de bepaling van de benodigde ophoging en te verwachten zettingen.

De overgang tussen bodemtype A en B is niet met een duidelijk getrokken lijn aan te geven. Omdat type B niet met verticale drains kan worden uitgevoerd, is de grens tussen de twee types dicht bij de sonderingen DKM 2 en DKM 201 (met een dik pakket slappe lagen) gekozen. Hierdoor is de kans op kortsluiting met het watervoerende zandpakket het kleinst. Aan de andere kant is de kans op (rest)zettingen in het "grijze" gebied tussen de types weer groter.

4.1.2. Vlekken 13 en 14

Tabel 3: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype 'A'
met verticale drains tot maximaal NAP -6,5 m.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 270 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur						
+0,55	A1	2,95	+2,75	1,40 à 1,50	0,65 à 0,75	< 0,1
	A2	2,95	+2,75	1,50 à 1,60	0,60 à 0,70	< 0,1
	A3	2,95	+2,75	1,55 à 1,65	0,50 à 0,60	< 0,1
Kavels						
+0,65	A1	2,45	+2,25	1,25 à 1,35	0,25 à 0,35	< 0,3
	A2	2,45	+2,25	1,30 à 1,40	0,20 à 0,30	< 0,3
	A3	2,45	+2,25	1,40 à 1,50	0,15 à 0,25	< 0,3

Voor dit gebiedsdeel is bodemtypes A2 maatgevend voor de bepaling van de benodigde ophoging en te verwachten zettingen.

4.1.3. Vlek 15

Tabel 4: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype 'A'
met verticale drains tot maximaal NAP -6,5 m.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 550 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur						
+0,55	A1	2,70	+2,50	1,35 à 1,45	0,45 à 0,55	< 0,1
	A2	2,70	+2,50	1,40 à 1,50	0,40 à 0,50	< 0,1
	A3	2,70	+2,50	1,50 à 1,60	0,30 à 0,40	0,10 < z < 0,15
Kavels						
+0,65	A1	2,20	+2,00	1,15 à 1,25	0,05 à 0,15	< 0,3
	A2	2,20	+2,00	1,25 à 1,35	0,00 à 0,10	< 0,3
	A3	2,20	+2,00	1,30 à 1,40	~ 0,00	< 0,3

Voor dit gebiedsdeel is bodemtypes A2 maatgevend voor de bepaling van de benodigde ophoging en te verwachten zettingen.

Samenvattend:

Tabel 5

Gebied	10b t/m 12	10b t/m 12	13 - 14	15
Bestemming	Infrastructuur (openbaar gebied)			
Type grond	A3 (A2)	B3 (B2)	A2 (A3)	A2
Voorbelastperiode	180 dagen	180 dagen	270 dagen	550 dagen
Netto ophoogniveau	NAP +0,55 m			
Hoogte voorbelasting	NAP +3,0 m	NAP +2,75 m	NAP +2,75 m	NAP +2,5 m
Dikte voorbelasting	3,2 m	2,95 m	2,95 m	2,7 m
Zetting na periode	1,55 à 1,70 m	1,10 à 1,25 m	1,45 à 1,60 m	1,40 à 1,55 m
Afgraven na periode	0,65 à 0,80 m	0,80 à 1,00 m	0,55 à 0,70 m	0,35 à 0,50 m
Verticale drainage	ja	nee	ja	ja
Bestemming	Kavels (uitgeefbaar gebied)			
Type grond	A3 (A2)	B3 (B2)	A2 (A3)	A2
Voorbelastperiode	180 dagen	180 dagen	270 dagen	550 dagen
Netto ophoogniveau	NAP +0,65 m			
Hoogte voorbelasting	NAP +2,5 m	NAP +2,5 m	NAP +2,25 m	NAP +2,0 m
Dikte voorbelasting	2,7 m	2,7 m	2,45 m	2,2 m
Zetting na periode	1,40 à 1,50 m	1,05 à 1,20 m	1,30 à 1,45 m	1,20 à 1,35 m
Afgraven na periode	0,30 à 0,40 m	0,60 à 0,75	0,15 à 0,30 m	0,0 à 0,15 m
Verticale drainage	ja	nee	ja	ja

Binnen de bovengenoemde gebieden zijn nog bestaande sloten aanwezig die zullen worden gedempt. Uitgaande dat het dempen (zie paragraaf 5.2) zal worden uitgevoerd met droog, terrein-eigen materiaal en daarna als het overig naastgelegen terrein zal worden opgehoogd en voorbelast, wordt aanbevolen ter plaatse van deze sloten de ophoging lokaal een **halve meter hoger** te maken. Tevens wordt aanbevolen op enkele punten op deze sloten tevens een zakbaak te plaatsen voor monitoring van eventuele extra zettingen.

4.1.4. Verbreding cq. verlegging van de Beatrixlaan

Het noordelijk deel van de Beatrixlaan valt, op basis van het uitgevoerde grondonderzoek, binnen de invloedssfeer van een stroomgeul, waardoor de toepassing van verticale drainage vooralsnog niet in beschouwing is genomen.

Het zuidelijk deel van de Beatrixlaan valt buiten de stroomgeul en heeft een aanzienlijk dik pakket slappe lagen, waar verticale drainage kan worden toegepast. Echter, de overgang tussen beide zones is dusdanig onzeker en arbitrair, zodat enige verkenning tussen de installatie van de verticale drainage gewenst is (door middel van regelmatig dieper 'prikken' en zondig het installatieniveau aan te passen).

Gebied	Beatrixlaan	Beatrixlaan
	Zone I	Zone J
Bestemming	Infrastructuur (openbaar gebied)	
Type grond	A2 (A3)	B2
Voorbelastperiode	180 dagen	180 dagen
Netto ophoogniveau	NAP +0,55 m	
Hoogte voorbelasting	NAP +3,0 m* NAP +2,75 m	NAP +5,0 m* ¹ NAP +3,5 m
Dikte voorbelasting	3,2 m* 2,95 m	5,2 m* 3,7 m
Zetting na periode	1,4 à 1,55 m	1,5 à 1,65 m
Afgraven na periode	0,9 à 1,0 m* 0,45 à 0,55 m	2,8 à 3,0 m* 1,35 à 1,5 m
Verticale drainage (tot)	Ja (NAP -6,5 m)	nee

* ter plaatse van de met droge grond te dempen sloten.

¹ de dikte is een theoretisch bepaalde waarde. Om praktische redenen wordt geadviseerd een minder dik pakket aan te brengen (tot ca. NAP +3,75 m à +4,0 m) en door intensieve zakbaakmetingen de zettingen nauwlettend te volgen. Eventueel kan op basis van het zettingsgedrag een en ander worden bijgesteld.

Gezien het zeer dikke pakket voorbelasting, kan ook worden overwogen een langere voorbelastperiode te kiezen.

4.1.5. Slootdemping naast de Graaf Reinaldweg

In deze paragraaf wordt een voorstel aangegeven voor de volgorde van werkzaamheden ten behoeve van de demping van de sloot naast de bestaande Graaf Reinaldweg in relatie tot de aanwezige persleidingen (De persleiding Vuren lopende van oost naar west aan de noordzijde van de Graaf Reinaldweg, de persleiding Dalem lopende van zuid naar noord en persleiding Wijdschild lopende van west naar oost. De laatste twee persleidingen kruisen de Graaf Reinaldweg en bestaande watergang op hun weg naar RWZI langs de Griendweg).

Het doel is de invloed van optredende zettingen op de bestaande persleidingen zoveel mogelijk te beperken.

- Voor persleiding Vuren : met licht materiaal de bestaande sloot te dempen en met in acht name van bepaalde afstanden tot de diverse naast gelegen voorbelastingen het graven van een tijdelijke vervangende watergang, in combinatie met het verleggen van de persleiding.
- Voor de persleidingen Dalem en Wijdschild is met name de kruising met de te dempen bestaande watergang een knelpunt. Mogelijk dient hier met behulp van een onderheide overkluizing de kruising te worden uitgevoerd. Dit wordt separaat uitgewerkt en gerapporteerd.

Dit voorstel moet worden gezien als een eerste aanzet voor wat betreft de mogelijke fasering, een en ander vanuit geotechnisch oogpunt. Naast geotechnische aspecten spelen er mogelijk ook andere zaken, welke door Fugro niet kunnen worden overzien. Eventueel kan in verder overleg een en ander nader worden uitgebreid en uitgewerkt.

Persleiding Vuren (noordzijde van de Graaf Reinaldweg)

De Graaf Reinaldweg zal in de nieuwe situatie deels verlegd en verbreed worden. Hierdoor zal de nu aanwezige watergang/sloot moeten worden verplaatst. De uiteindelijke watergang heeft nog geen definitieve vorm zover nu bij Fugro bekend is.

In principe dient een 'nieuwe' tijdelijke watergang eerst te worden aangelegd alvorens de 'oude' watergang mag worden gedempt.

Naast het dempen en aanleggen van een watergang is er binnen dit deelgebied ook een persleiding aanwezig. Gezien de huidige ligging ten opzichte van de watergang zal deze leiding te veel invloed ondervinden van de uiteindelijke voorbelasting en realisatie van de nieuwe Graaf Reinaldweg. Derhalve moet deze persleiding worden verlegd.

Het aanleggen van de nieuwe watergang, het dempen van de bestaande watergang en het voorbelasten van de woonterpen binnen het plangebied zullen invloed op elkaar uitoefenen, afhankelijk van de onderlinge afstand tussen de verschillende delen. Daarom is het raadzaam alvorens de werkzaamheden te starten de plaatsingsmogelijkheden en eventuele probleemlocaties op voorhand te signaleren.

Positionering van de verschillende onderdelen

Binnen het plangebied liggen de begrenzingen van de woonterpen en de uiteindelijke Graaf Reinaldweg redelijk vast. De volgorde van het aanleggen van de nieuwe watergang, verlegging van de persleiding en het dempen van de bestaande watergang dient hierbinnen te worden afgestemd.

Aanbevolen wordt het nieuwe persleidingstracé zodanig te kiezen dat er voldoende ontwerpruimte overblijft voor de in de definitieve situatie aan te leggen waterpartij(en). Als reële optie bevindt

zich een dergelijk tracé op een minimale afstand van ca. 10 m uit de teen van het talud van de terp-voorbellingen. Hierdoor is de speelruimte voor de tijdelijke en later de definitieve watergang het grootst. Ten opzichte van de aanvulling en voorbelasting van de bestaande watergang wordt eveneens een minimale afstand van 10 m aanbevolen alvorens de nieuwe watergang te graven.

Op enkele plaatsen is de afstand tussen de voorziene voorbelasting van de woonterpen en aanvulling/voorbelling van de bestaande watergang zeer beperkt tot nihil. Hierdoor kan niet aan de minimale afstandseis van 10 m naar beide kanten worden voldaan. Het graven van met name de tijdelijke watergang kan hierdoor voor stabiliteitsproblemen gaan zorgen. In plaats van een open gegraven watergang kan hier aan een (tijdelijke) overkluisd gedeelte worden gedacht (bijvoorbeeld in de vorm van een serie geschakelde grote (betonnen) rioolbuizen, die over het kritieke traject voor de waterdoorstroming en -afvoer kan zorgdragen).

Voorstel voor uitvoeringsvolgorde

Als vervanging van de te dempen watergang kan een tijdelijke watergang worden gerealiseerd. In eerste instantie zal deze gang een simpele rechte sloot kunnen zijn. In een later stadium, na het gereedkomen van de diverse voorbelastingen, kan de definitieve vorm van de watergang worden gerealiseerd zonder al te veel beperkingen. Onbekend is waar een eventuele tijdelijke watergang aan moet voldaan vanuit de eisen van het Waterschap.

Door de Gemeente is gemeld dat het Waterschap heeft aangegeven dat voor dit project het realiseren van een vervangende watergang ten tijde van de voorbelastwerkzaamheden onder bepaalde voorwaarden niet strikt noodzakelijk is. Echter, de Gemeente heeft aangegeven zo mogelijk toch een tijdelijke watergang te willen aanleggen om de waterhuishouding binnen en rond het plangebied zo veel mogelijk te waarborgen.

Ten behoeve van het verkrijgen van inzicht in de mogelijkheden voor de uitvoeringsvolgorde zijn met behulp van het rekenprogramma MSettle (versie 7.1) zettingsberekeningen uitgevoerd. De resultaten hiervan worden in onderstaande uitvoeringsfasering beschreven. Opgemerkt wordt dat de onnauwkeurigheid voor deze berekeningen ca. $\pm 30\%$ bedraagt, hetgeen gebruikelijk is voor dit soort geotechnische berekeningen.

- Allereerst dient het traject van de tijdelijke sloot te worden bepaald op basis van de eerder gestelde randvoorwaarden (afstand tot voorbelastingen e.d.). De aanleg van deze watergang dient hierna conform eerdere uitgebrachte adviezen met betrekking tot uitvoering (evt. met ballastbed) te worden uitgevoerd. Op de eerder genoemde kritieke trajecten binnen dit tracé maatregelen (bijvoorbeeld overkluisingsgedeeltes) nemen om stabiliteitsproblemen zo veel mogelijk te beperken. Hierbij wordt uitgegaan dat de voorbelastingen voor de woonterpen (vlek 10b, 11, 14 en 15) minimaal ca. 6 maanden aanwezig zijn.
- De bestaande watergang wordt opgevuld met licht materiaal (nu aangehouden als bimszand), met een beperkte extra hoogte van ca. 0,7 m (tot NAP +0,5 m). Deze aanvulling blijft ongeveer 3 maanden aanwezig. Voor de eerste aanvulling van de sloot met bimszand ($\gamma_{dr} = 8 \text{ kN/m}^3$ en $\gamma_{nat} = 3 \text{ kN/m}^3$) en de extra zanddikte worden zettingen verwacht van ca. 0,35 m à 0,40 m (ter plaatse van het diepste deel van de sloot). Deze zettingen gelden met name voor het slootprofiel waarbinnen wordt aangevuld. Op ca. 0,5 à 1,0 m afstand van de insteek van de bestaande sloot, waar de begrenzing van de nieuwe aanvulling is voorzien, worden zettingen berekend van ca. 0,05 à 0,1 m, op grotere afstand worden deze zettingen steeds minder; vanaf ca. 10 m wordt deze invloed op nagenoeg nihil geschat. De invloed van dergelijke zettingen op de bestaande persleiding wordt derhalve als

marginaal ingeschat, gezien de afstand van de persleiding (gemiddeld ca. 3 à 5 m) tot de nu nog bestaande, te dempen watergang.

- Na deze periode is voorzien de persleiding te verplaatsen naar het nieuwe tracé, rekening houdend met de gestelde randvoorwaarden.
- Ter plaatse van de deels gedempte watergang kan de benodigde voorbelasting (inclusief overhoogte; totale dikte zand van tweede fase van 2,25 m à 2,5 m) verder worden aangebracht. Bij deze dikte dient rekening te worden gehouden met zettingen tot ca. 10 m vanuit de aanvulling.
- Na ca. 6 maanden maximale voorbelasting van de watergang, wordt verwacht dat de overhoogte kan worden verwijderd (tot netto-ophoogniveau van NAP +0,55 m). Op basis van de resultaten van de berekeningen wordt met deze voorbelasting en aangehouden tijdsduur aan de gestelde restzettingseis voor de Graaf Reinaldweg voldaan.
- Na het verwijderen van de diverse voorbelastingen/overhoogtes zowel van de slootaanvulling als voor de woon-terpen kan de vorm van de definitieve watergang worden aangelegd. Op de eerder genoemde kritieke trajecten dient wel met de nodige voorzichtigheid eventuele tijdelijke maatregelen (bijvoorbeeld de overkluisde watergang e.d.) te worden verwijderd.

Eventueel kan voor de te verleggen persleiding de afstand van de naastgelegen voorbelastingen tot het nieuwe traject worden vergroot of met een flauwer talud worden uitgevoerd om de invloed van deze voorbelastingen op de persleiding zoveel mogelijk te beperken. Wel dient dan gerealiseerd te worden dat daardoor de gestelde restzettingseis (meestal voor de kavels (tuinen)) plaatselijk misschien niet kan worden gehaald.

Een mogelijk traject voor de te verleggen persleiding, de zone voor eventuele aanleg van en tijdelijke watergang en de kritische trajecten zijn op de tekening in bijlage 1A grafisch weergegeven.

Aanbevolen wordt, op de droge slootbodem van de te dempen sloot, een geotextiel te leggen alvorens het bimszand aan te brengen, om wegpersing van het bimszand zoveel mogelijk te beperken.

De door de opdrachtgever verstrekte profielen (PP1 t/m PP3) voor de slootdempingen naast de Graaf Reinaldweg zijn als uitgangspunt in de bovengenoemde berekeningen toegepast.

In de bijlagen 4-1 en 4-2 zijn enkele resultaten van de zettingsberekeningen grafisch gepresenteerd. Tevens is in bijlage 4-3 het invoerbestand van een van de MSettle-berekeningen bijgevoegd.

Persleidingen Dalem en Wijdschild (noord-zuid-kruising van de Graaf Reinaldweg)

Voor zover nu bekend is, ligt persleiding Dalem onder een aanwezige dammetje vanaf de Graaf Reinaldweg en persleiding Wijdschild kruist onder de slootbodem. De aanlegdieptes van deze leidingen bedragen :

- bij de wegekruising met de Graaf Reinaldweg bedragen ongeveer NAP -3,25 m (ca. 3,8 m beneden maaiveld),
- aan de zuidzijde van de Graaf Reinaldweg ca. NAP -1,85 m (ca. 2,1 m beneden maaiveld) en
- aan de noordzijde van de Graaf Reinaldweg op ca. NAP -1,45 m (ca. 1,5 m beneden maaiveld).

De sloot langs de Graaf Reinaldweg wordt gedempt en daarna verder voorbelast. Om de hierdoor ontstane spanningsverhogingen niet naar deze persleidingen en directe omgeving af te voeren, waardoor zettingen zullen optreden, wordt gedacht aan een overkluizing van de leidingen. Zijdelingse afscherming ter voorkoming van horizontale grondvervorming dient te geschieden met een damwand (parallel aan de leidingen, haaks op de watergang), terwijl met een (onderheide) afdekplaat de verticale vervormingen kunnen worden voorkomen. Deze optie wordt momenteel beschouwd en de resultaten zullen separaat worden gerapporteerd.

Als alternatief voor de aanleg van de gehele nieuwe Graaf Reinaldweg kan tevens worden overwogen een onderheide constructie toe te passen (paalmatrasconstructie). Hierdoor kunnen eventuele problemen met onvoorziene zettingen en verschilzettingen op voorhand worden vermeden. De opdrachtgever dient deze optie zelf op economische gronden af te wegen.

Het Waterschap heeft aangegeven dat de watergang langs de Graaf Reinaldweg gedempt mag worden voordat de nieuwe watergang daar wordt gegraven, mits de waterstroming in het projectgebied via de hoofdwatergang ten zuiden van de vlekken 2 t/m 6 gewaarborgd blijft. Vanuit geotechnisch oogpunt is dit een uitvoeringsmethodiek die minder risico's met zich meeneemt, dan het openhouden van een watergang gedurende de werkzaamheden (uitvoeringsvolgorde zoals eerder beschreven).

Indien toch wordt gekozen de watergang langs de Graaf Reinaldweg te dempen voordat er een nieuwe watergang wordt gegraven, dienen de werkzaamheden voor de voorbelastingen voor de vlekken 2 t/m 6 en de daaropvolgende werkzaamheden voor verbreding van deze hoofdwatergang afgestemd te worden op de werkzaamheden voor het dempen van de watergang langs de Graaf Reinaldweg, zodat er geen conflict met eerdere uitgangspunten ontstaat.

4.2. NOORDELIJK HOOFD-DEELGEBIED

4.2.1. Kavelstrook langs de Griendweg

Het gebied van de percelen ten zuiden van de Griendweg (oostelijk deel) ligt in een dusdanig variabel gebied dat er globaal drie zones zijn onderscheiden:

- zone G1 dik pakket slappe lagen, zonder aanwezigheid van een stroomgeul.
- zone G2 middel dik pakket slappe lagen, als overgang tussen het gebied zonder stroomgeul (G1) en het gebied met stroomgeul (G3). De grenzen van deze zone zijn onzeker en arbitrair getrokken. Mogelijk kan of door aanvullend grondonderzoek of door extra verkenning tijdens de installatie van de verticale drainage nader inzicht worden verkregen in een nauwkeuriger overgangsgebied.
- zone G3 relatief dun pakket slappe lagen op een stroomgeulafzetting van zand.

Als beschikbare voorbelastingsperiode is 180 dagen aangehouden.

Tabel 6

Gebied	Zone G1	Zone G2	Zone G3
Infrastructuur (openbaar gebied)			
Bestemming	G1_i	G2_i	G3_i
Type grond	A3	A2	B2
Voorbelastperiode	180 dagen	180 dagen	180 dagen
Netto ophoogniveau	NAP +0,30 m		
Hoogte voorbelasting	NAP +3,0 m	NAP +2,0 m	NAP +2,0 m
Dikte voorbelasting	3,2 m	2,2 m	2,2 m
Zetting na periode	1,40 à 1,60 m	0,80 à 1,10 m	1,0 à 1,15 m
Afgraven na periode	1,10 à 1,25 m	0,70 à 0,90 m	0,50 à 0,70 m
Verticale drainage (tot)	Ja (NAP -6 à -6,5 m)	Ja (NAP -5 m)	Nee
Kavels (uitgeefbaar gebied)			
Bestemming	G1_k	G2_k	G3_k
Type grond	A3	A2	B2
Voorbelastperiode	180 dagen	180 dagen	180 dagen
Netto ophoogniveau	NAP +0,40 m		
Hoogte voorbelasting	NAP +2,25 m	NAP +1,75 m	NAP +1,75 m
Dikte voorbelasting	2,45 m	1,95 m	1,95 m
Zetting na periode	1,25 à 1,40 m	0,70 à 0,95 m	0,90 à 1,05 m
Afgraven na periode	0,45 à 0,60 m	0,45 à 0,60	0,25 à 0,45 m
Verticale drainage (tot)	Ja (NAP -6 à -6,5 m)	Ja (NAP -5 m)	Nee

4.2.2. Vlekken 2 t/m 6

Binnen dit gebied zijn diverse subgebieden te onderscheiden op basis van de dikte van het slappe lagenpakket. Door het gebied loopt een stroomrug afzetting. Echter, door een minder dicht raster van sonderingen zijn de diverse deelgebieden niet precies aan te geven en zullen er onzekerheden in de aangehouden grenzen van deze gebieden blijven ontstaan.

Tabel 7: Resultaten zettingsberekeningen.

Gebied N - Stroomrug – slappe lagen tot ca. NAP -4,0 m à -4,5 m – <u>geen</u> verticale drainage						
Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 550 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [N2]						
+0,30	B1	1,70	+1,50	0,70 à 0,80	0,40 à 0,50	< 0,1
Kavels [N1]						
+0,40	B1	1,70	+1,50	0,70 à 0,80	0,30 à 0,40	< 0,3
Gebied O – Gebied naast stroomrug – slappe lagen tussen ca. NAP -4,0 m en -6,0 m – <u>geen</u> verticale drainage						
Netto ophoging * [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte * [m]	Verwachte restzetting [m]
Watergang, inclusief eventuele voorziene naastliggende infrastructuur [N2 kort]						
+0,30	B1	2,20	+2,00	0,80 à 0,95	0,70 à 0,85	< 0,1

Tabel 8: Resultaten zettingsberekeningen.

Gebied O – Gebied naast stroomrug – slappe lagen tussen ca. NAP -4,0 m en -6,0 m – <u>geen</u> verticale drainage						
Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 550 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [O2]						
+0,30	B1 (B2)	1,70	+1,50	0,70 à 0,80	0,40 à 0,50	< 0,1
Kavels [O1]						
+0,40	B1 (B2)	1,70	+1,50	0,70 à 0,80	0,30 à 0,40	< 0,3
Gebied O – Gebied naast stroomrug – slappe lagen tussen ca. NAP -4,0 m en -6,0 m – <u>geen</u> verticale drainage						
Netto ophoging * [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte * [m]	Verwachte restzetting [m]
Watergang, inclusief eventuele voorziene naastliggende infrastructuur [O2 kort]						
+0,30	B1 (B2)	2,20	+2,00	0,80 à 0,95	0,70 à 0,85	< 0,1

* ophogingsniveau van infrastructuur (vanaf dit niveau wordt verder ontgraven ten behoeve van de watergang. De dikte van de te ontgraven overhoogte is ook in relatie tot dit ophogingsniveau.

Tabel 9: Resultaten zettingsberekeningen.

Gebied P – Tussengebied – slappe lagen tussen ca. NAP -6,0 m en -7,5 m – verticale drainage tot ca. NAP -5,0 m						
Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 550 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [P2]						
+0,30	B3 - A1	2,20	+2,00	1,00 à 1,15	0,50 à 0,60	< 0,1
Kavels [P1]						
+0,40	B3 - A1	1,70	+1,50	0,80 à 0,95	0,15 à 0,25	< 0,3
Netto ophoging * [m t.o.v. NAP]						
Watergang, inclusief eventuele voorziene naastliggende infrastructuur [P2 kort]						
+0,30	B3 - A1	2,20	+2,00	0,80 à 0,95	0,55 à 0,65	< 0,1

Tabel 10: Resultaten zettingsberekeningen.

Gebied Q – Tussengebied 2 – slappe lagen tot ca. NAP -5,5 m – verticale drainage tot ca. NAP -4,0 à -4,5 m						
Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 550 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [Q2]						
+0,30	B2 - B3	1,70	+1,50	0,90 à 1,05	0,25 à 0,35	< 0,1
Kavels [Q1]						
+0,40	B2 - B3	1,70	+1,50	0,90 à 1,05	0,15 à 0,25	< 0,3
Netto ophoging * [m t.o.v. NAP]						
Watergang, inclusief eventuele voorziene naastliggende infrastructuur [Q2 kort]						
+0,30	B2 - B3	1,70	+1,50	0,80 à 0,95	0,25 à 0,35	< 0,1

* ophogingsniveau van infrastructuur (vanaf dit niveau wordt verder ontgraven ten behoeve van de watergang. De dikte van de te ontgraven overhoogte is ook in relatie tot dit ophogingsniveau.

Tabel 11: Resultaten zettingsberekeningen.

Gebied R – slappe lagen tot ca. NAP -7,5 m à -8,0 m – verticale drainage tot ca. NAP -6,5 m à -7,0 m						
Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 550 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [R2]						
+0,30	A1 - A2	2,20	+2,00	1,20 à 1,35	0,35 à 0,50	< 0,1
Kavels [R1]						
+0,40	A1 - A2	1,70	+1,50	0,95 à 1,10	0,05 à 0,15	< 0,3
Netto ophoging * [m t.o.v. NAP]						
	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte * [m]	Verwachte restzetting [m]
Watergang, inclusief eventuele voorziene naastliggende infrastructuur [R2 kort]						
+0,30	A1 - A2	2,20	+2,00	1,15 à 1,25	0,45 à 0,55	< 0,1

Tabel 12: Resultaten zettingsberekeningen.

Gebied S - Tussengebied 3 - slappe lagen tot ca. NAP -5,5 m en -7,5 m - verticale drainage tot ca. NAP -4,5 m à -6,0 m						
Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 550 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [S2]						
+0,30	A1 - B3	2,20	+2,00	0,95 à 1,20	0,25 à 0,45	< 0,1
Kavels [S1]						
+0,40	A1 - B3	1,70	+1,50	0,80 à 1,05	0,05 à 0,20	< 0,3
Netto ophoging * [m t.o.v. NAP]						
	Bodem-type	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte * [m]	Verwachte restzetting [m]
Watergang, inclusief eventuele voorziene naastliggende infrastructuur [S2 kort]						
+0,30	A1 - B3	2,20	+2,00	0,90 à 1,05	0,35 à 0,50	< 0,1

* ophogingsniveau van infrastructuur (vanaf dit niveau wordt verder ontgraven ten behoeve van de watergang. De dikte van de te ontgraven overhoogte is ook in relatie tot dit ophogingsniveau.

4.2.3. Vlek 1a; winkelgebied

Tabel 13a: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1-A2 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 180 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [T2]						
+0,30	A1	2,20	+2,00	1,10 à 1,20	0,50 à 0,60	< 0,1
	A2	2,20	+2,00			
Kavels [T1]						
+0,40	A1	1,70	+1,50	0,95 à 1,10	0,10 à 0,20	< 0,3
	A2	1,70	+1,50			

Tabel 13b: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1-A2 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 365 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 365 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Infrastructuur [T2]						
+0,30	A1	1,20	+2,00	1,20 à 1,30	0,45 à 0,55	< 0,1
	A2	2,20	+2,00			
Kavels [T1]						
+0,40	A1	1,70	+1,50	1,0 à 1,15	0,05 à 0,15	< 0,3
	A2	1,70	+1,50			

Bij toepassing van de langere voorbelastperiode worden de geforceerde zettingen groter waardoor de marge met de gestelde restzettingseis groter wordt; met andere woorden: wanneer de voorbelasting langer kan blijven liggen, zullen de restzettingen lager uitvallen.

In principe is uitgegaan van een verticale drainage tot ca. 1 m boven het watervoerende zandpakket. Voor bovengenoemde gebieden uit tabellen 13a en 13b tussen de NAP -6,5 m en NAP -7,0 m.

4.2.4. Slootdemping naast de Griendweg

Gebied	Griendweg	Griendweg	Griendweg
	Zone Ga (Profiel PP4)	Zone Gb (Profiel PP4)	Zone Gc (Profiel PP4)
Bestemming	Infrastructuur (openbaar gebied)		
Type grond	A3 (A2)	B3 (B2)	B3 (B2)
Voorbelastperiode	365 dagen	365 dagen	365 dagen
Netto ophoogniveau	NAP +0,30 m		
Hoogte voorbelasting	NAP +2,0 m*	NAP +2,0 m*	NAP +2,0 m*
Dikte voorbelasting	ca. 2,0 m*	ca. 2,0 m*	ca. 2,0 m*
Zetting na periode	0,95 à 1,05 m	0,85 à 1,00 m*	0,80 à 0,90 m*
Afgraven na periode	0,65 à 0,75 m*	0,70 à 0,85 m*	0,75 à 0,9m*
Verticale drainage (tot)	Ja (NAP -6,5 m)	Ja (NAP -5,0 à -4,5 m)	Ja (NAP -4,5 à -4,0m)

* ter plaatse van de te dempen sloten.

Gebieden zijn globaal aangegeven op situatietekening in bijlage 2a.

Het door de opdrachtgever verstrekte profiel (PP4) voor de slootdempingen naast de Griendweg is als uitgangspunt in de bovengenoemde berekeningen toegepast. Voor bovengenoemde berekeningen is uitgegaan van toepassing van demping met droge terreineigen grond tot omliggend maaiveld, alvorens verder met zand op te hogen cq. voor te belasten.

4.3. MIDDEN HOOFD-DEELGEBIED

Binnen dit gebied zijn diverse subgebieden te onderscheiden op basis van de dikte van het slappe lagenpakket. Door dit hoofd-deelgebied loopt een stroomrug afzetting. Echter, door een minder dicht raster van sonderingen zijn de diverse deelgebieden niet precies aan te geven en zullen er onzekerheden in de aangehouden grenzen van deze gebieden blijven bestaan.

4.3.1. Scholencomplex

Tabel 14: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1-A2
met toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 180 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AA en AB - slappe lagen tot ca. NAP -8,0 à -8,5 m – verticale drainage tot ca. NAP -7,0 à -7,5 m						
Infrastructuur [AA180]						
+0,30	A1 – A2	2,20	+2,00	1,10 à 1,25	0,45 à 0,55	< 0,1
Kavels [AB180]						
+0,40	A1 - A2	1,70	+1,50	0,85 à 1,00	0,05 à 0,15	< 0,3

4.3.2. 'Lint'-bebouwing noordelijk en zuidelijk deel en 'wooneilanden'.

Hierbij valt een klein gedeelte binnen een voorbelastingsperiode van 180 à 365 dagen, voor het merendeel is een voorbelastingsperiode van 365 dagen aangegeven. Binnen deze laatste periode wordt verder onderscheid gemaakt op basis van de dikte van het slappe-lagen-pakket.

Tabel 15a: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1-A2 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingsijd 180 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AA en AB - slappe lagen tot ca. NAP -8,0 à -8,5 m – verticale drainage tot ca. NAP -7,0 à -7,5 m						
Infrastructuur [AA180]						
+0,30	A1 - A2	2,20	+2,00	1,10 à 1,25	0,45 à 0,55	< 0,1
Kavels [AB180]						
+0,40	A1 - A2	1,70	+1,50	0,85 à 1,00	0,05 à 0,15	< 0,3

Tabel 15b: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1-A2 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingsijd 365 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 365 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AA en AB - slappe lagen tot ca. NAP -8,0 à -8,5 m – verticale drainage tot ca. NAP -7,0 à -7,5 m						
Infrastructuur [AA365]						
+0,30	A1 - A2	2,20	+2,00	1,15 à 1,30	0,40 à 0,50	< 0,1
Kavels [AB365]						
+0,40	A1 - A2	1,70	+1,50	0,90 à 1,05	0,0 à 0,10	< 0,3

Tabel 16a: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1-B3 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingsijd 180 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AC en AD - slappe lagen tot ca. NAP -6,0 à -7,0 m – verticale drainage tot ca. NAP -5,0 à -6,0 m						
Infrastructuur [AC180]						
+0,30	A1 - B3	2,20	+2,00	0,90 à 1,05	0,35 à 0,50	< 0,1
Kavels [AD180]						
+0,40	A1 - B3	1,70	+1,50	0,85 à 0,95	0,10 à 0,25	< 0,3

Tabel 16b: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype A1-B3 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 365 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 365 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AC en AD - slappe lagen tot ca. NAP -6,0 à -7,0 m – verticale drainage tot ca. NAP -5,0 à -6,0 m						
Infrastructuur [AC365]						
+0,30	A1 - B3	2,20	+2,00	0,95 à 1,10	0,30 à 0,45	< 0,1
Kavels [AD365]						
+0,40	A1 - B3	1,70	+1,50	0,90 à 1,00	0,05 à 0,20	< 0,3

Tabel 17a: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype B2-B3 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 180 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AE en AF - slappe lagen tot ca. NAP -5,5 m – verticale drainage tot ca. NAP -4,5 m						
Infrastructuur [AE180]						
+0,30	B2 - B3	1,70	+1,50	0,80 à 0,95	0,30 à 0,45	< 0,1
Kavels [AF180]						
+0,40	B2 - B3	1,70	+1,50	0,80 à 0,95	0,20 à 0,35	< 0,3

Tabel 17b: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype B2-B3 met toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 365 dagen.

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 365 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AE en AF - slappe lagen tot ca. NAP -5,5 m – verticale drainage tot ca. NAP -4,5 m						
Infrastructuur [AE365]						
+0,30	B2 - B3	1,70	+1,50	0,85 à 1,00	0,25 à 0,40	< 0,1
Kavels [AF365]						
+0,40	B2 - B3	1,70	+1,50	0,85 à 1,00	0,15 à 0,30	< 0,3

Tabel 18a: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype B1-(B2) **zonder toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 180 dagen.**

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 180 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AG en AH - slappe lagen tot ca. NAP -4,0 m à -5,0 – <u>geen</u> verticale drainage						
Infrastructuur [AG180]						
+0,30	B1 - (B2)	1,70	+1,50	0,70 à 0,80	0,40 à 0,50	< 0,1
Kavels [AH180]						
+0,40	B1 - (B2)	1,70	+1,50	0,70 à 0,80	0,30 à 0,40	< 0,3

Tabel 18b: Resultaten zettingsberekeningen voor bodemtype B1-(B2) **zonder toepassing van verticale drains. Voorbelastingstijd 365 dagen.**

Netto ophoging [m t.o.v. NAP]	Bodemtype	dikte ophoging [m]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m t.o.v. NAP]	Verwachte zetting na 365 dagen [m]	Dikte overhoogte [m]	Verwachte restzetting [m]
Gebied AG en AH - slappe lagen tot ca. NAP -4,0 m à -5,0 – <u>geen</u> verticale drainage						
Infrastructuur [AG365]						
+0,30	B1 - (B2)	1,70	+1,50	0,75 à 0,85	0,35 à 0,45	< 0,1
Kavels [AH365]						
+0,40	B1 - (B2)	1,70	+1,50	0,75 à 0,85	0,25 à 0,35	< 0,3

4.3.3. Verbreding infrastructuur Laagdalemseweg

Het ontwerp voor het traject van de Laagdalemseweg wordt aangepast. De huidige weg, met een (aangenomen) breedte van ca. 3,5 m heeft aan weerszijden slootjes. In het nieuwe ontwerp wordt de totale breedte van de infrastructuur (rijweg, trottoirs en evt. groenstrook) ca. 10 à 11 m.

De huidige verharding zal worden verwijderd en de nu aanwezige slootjes zullen over het algemeen worden gedempt, op de slootjes na langs niet nieuw te bebouwen kavels. Voor het geometrisch profiel van de huidige slootjes is uitgegaan van een slootbodem op NAP -1,4 m, breedte van de slootbodem van ca. 1,5 m en een talud van 1:1 (v:h). Het slootwaterpeil is aangehouden op NAP -1,0 m.

De zettingen die zullen optreden ten gevolge van deze slootdemping zijn naar verwachting groter dan de te verwachten zetting ter plaatse van de (huidige) Laagdalemseweg. Onbekend is wat de exacte opbouw van de verhardingsconstructie van de huidige Laagdalemseweg is, en in welke mate er in het verleden zettingen en zettingsverschillen zijn opgetreden. Het huidige peil van de Laagdalemseweg varieert tussen NAP +0,35 m tot NAP +0,65 m. Voor de berekeningen is voorsnog uitgegaan van een gemiddeld niveau van ca. NAP 0,0 m (na verwijdering van de verhardingslaag).

Door de Gemeente is aangegeven dat de slootjes in principe met droge terreineigen grond zullen worden gedempt.

Verder is aangenomen dat er geen ondergrondse kabels en/of leidingen meer in de bodem achterblijven binnen de invloedssfeer van de voorgenomen dempingen en voorbelastingen.

Voor de berekeningen is dezelfde onderverdeling op basis van de bodemopbouw aangehouden. Voor het traject van de bestaande Laagdalemseweg zijn derhalve de gebieden AA, AC, AE en AG van toepassing.

In de eerdere paragrafen 4.3.1 en 4.3.2 genoemde zones AA t/m AH zijn van toepassing voor de 'maagdelijke' gebieden binnen het gebied. Voor de directe omgeving van de bestaande Laagdalemseweg ontstaan, mede door de demping van de sloten, afwijkingen in het zettingsgedrag.

In onderstaande tabel 19 zijn de uitvoerhoogten van de zandvoorbelasting aangegeven.

Als netto ophoogniveau voor de nieuwe Laagdalemseweg is NAP +0,3 m aangehouden, en een restzettingseis van 0,1 m in 30 jaar.

Tabel 19: Resultaten zettingsberekeningen

Ter plaatse van en langs de bestaande Laagdaalseweg, inclusief één- of tweezijdig slootdemping.

Gebied/Zone	Voorbelast- periode [dagen]	Bruto ophoging, inclusief overhoogte, [m tov NAP]	Dikte zandophoging (tov NAP -0,2m) [m]	Verwachte zetting na voorbelast- periode [m]	Dikte overhoogte [m]	Verticale drainage tot [m tov NAP]
AA	180	+2,25	2,45	1,05 à 1,15	0,80 à 0,90	-6,5 à -7,5
	365			1,10 à 1,20	0,75 à 0,85	
AC	180	+2,25	2,45	0,85 à 0,95	1,00 à 1,10	-5,0 à -6,0
	365			0,90 à 1,00	0,95 à 1,05	
AE	180	+2,00	2,20	0,80 à 0,90	0,80 à 0,90	-4,5
	365			0,85 à 0,95	0,75 à 0,85	
AG	180	+2,00	2,20	0,65 à 0,75	0,90 à 1,00	--
	365			0,75 à 0,85	0,85 à 0,95	

In het algemeen is af te leiden dat ten opzichte van de 'maagdelijke' grondslag er voor de demping van de sloten van uit moet worden gegaan dat een extra 0,25 m à 0,5 m zand benodigd is om aan de gestelde restzettingseis kan worden voldaan. Echter, door de toepassing van droge terreineigen grond, hetgeen geen niet-samendrukbaar materiaal is, kunnen afhankelijk van de uitvoering van de aanvulling afwijkende (grotere) zettingen ontstaan dan verwacht op basis van de berekeningen.

Een goede uitvoering is derhalve essentieel om zo min mogelijk (extra) zettingen te krijgen uit de aanvulling van de sloten. Zie hoofdstuk 5, paragraaf 5.2.

4.4. ALGEMENE OPMERKINGEN

Voor de alle voornoemde berekeningen is uitgegaan van een ophoging/voorbelasting met zand, met uitzondering van de aanvullingen van de sloten met bimszand of gebiedseigen droge grond. Door de Gemeente is aangegeven dat voor de infrastructuur alleen zand zal worden toegepast, maar dat voor de kavels wordt overwogen ook grond toe te passen. Bij de toepassing van grond als voorbelasting moet men zich wel realiseren dat door uitlevering bij het ontgraven, transporteren en storten van dit materiaal en vervolgens klink, bij het daadwerkelijk voorbelasten afwijkende (grotere) zettingen kunnen optreden.

Bij de toepassing van grond als voorbelasting wordt aanbevolen de dikte van voorbelasting in grond dusdanig aan te passen dat het gewicht grond gelijk is aan het gewicht van het aangehouden zandpakket van de voorbelasting. Dit resulteert in de regel in een pakket grond met een grotere dikte dan bij een pakket ophoogzand. (Bijvoorbeeld : stel volumiek gewicht 'grond' ca. 14 à 15 kN/m³, dan is per meter zandophoging 1,3 à 1,2 m 'grond' noodzakelijk om dezelfde belasting te verwezenlijken).

Grafisch zijn op de situatietekeningen in de bijlagen de berekeningsresultaten aangegeven. **De op deze tekeningen aangegeven niveaus van de ophogingen zijn alleen van toepassing voor ophoogmateriaal bestaande uit zand.**

Voor de drie hoofd deelgebieden zijn, op basis van de aangetroffen bodemopbouw, zones aangegeven binnen de diverse 'projectvlekken' met de beschikbare voorbelastingstijd, de benodigde (zand)ophoging en de te verwachten zettingen en indicatie van de af te graven hoeveelheid zand na de voorbelastingsperiode, alsmede een indicatie van de toe te passen verticale drainage.

Als basis is de door de Gemeente beschikbare tekening van de deelgebieden gebruikt. Per aangegeven oppervlakte voor het openbare gebied en de uitgeefbare kavels is de benodigde ophoging (bestaande uit zand) aangegeven om aan de gestelde restzettingseisen te voldoen.

Voor de volume bepalingen dient hierbij nog wel rekening te worden gehouden met de hoogte van de ophoging en het vergroten van de 'footprint' van de deelgebieden met de taluds van deze ophoging (met een maximale taludhelling van 1:2 (v:h)) bij de toepassing van ophoogzand. Bij de toepassing van grond kunnen flauwere taluds nodig zijn.

Opgemerkt wordt dat de onnauwkeurigheid van de uitgevoerde zettingsanalyses ca. ± 30 % bedraagt, hetgeen gebruikelijk is voor dit soort geotechnische berekeningen. Bij het voorspellen van restzettingen is de onzekerheid groter:

- Zettingen ± 30% → overschrijdingskans 5%
- Restzettingen ± 50% → overschrijdingskans 10%

De betrouwbaarheid van een zettingsberekening is afhankelijk van verschillende factoren, zoals b.v. de geometrie van de ondergrond (heterogeniteit), representatieve waarde van de grondparameters en het rekenmodel. De grondparameters zijn zodanig gekozen dat over het algemeen kan worden uitgegaan van een nauwkeurigheid van ca. 30% op de zettingen en 50% op de restzettingen [3].

Verder kunnen afwijkingen ontstaan door variatie in de bodemopbouw en samenstelling van grondlagen, alsmede vroegere terreinbelastingen en veranderingen in de grondwaterstand. Eveneens kunnen door de verschillen in de hoogteliggingen in het terrein diversiteit in de zettingen ontstaan.

5. AANBEVELINGEN VOOR DE UITVOERING

5.1. Verticale drainage met horizontale drains

Een verticale drainage mag niet tot aan de pleistocene zandafzettingen worden doorgezet, teneinde kortsluiting van het freatisch grondwater met het diepere watervoerende zandpakket te voorkomen.

Het installatieniveau van de verticale drains dient voor bodemtype A in de regel ca. NAP -6,5 m te bedragen. Dit niveau kan eventueel nader worden verfijnd met behulp van aanvullende sonderingen.

Mogelijk kan tijdens het installeren van de verticale drains ook een soort verkenning van deze structuren worden uitgevoerd, door periodiek het zand aan te prikken en vervolgens de drain op te trekken tot minimaal één meter boven dit aangetroffen zandniveau alvorens de drain op maaiveld te knippen. Aanbevolen wordt de haalbaarheid van deze methode met het uitvoerende installatiebedrijf van de drains te bespreken.

Voor meerdere plekken binnen het plan is de overgang tussen de bodemtypes A en B niet duidelijk te trekken, deels door het globale karakter van het destijds uitgevoerde grondonderzoek. Ook hier geldt dat aanvullend sonderen of het periodiek dieper verkennen met de verticale drainage duidelijkheid kan verschaffen over deze overgangen.

Uitgaande van een eerste ophogingslag van 0,75 à 1,0 m zand, van waaraf de verticale drainage zal worden geïnstalleerd, kan een horizontale drainage voor afvoer van het drainagewater worden toegepast op het huidige maaiveld met een hart-op-hart-afstand (hoh) tussen de drains van ca. 5 à 10 m. Eventueel kunnen deze horizontale drains al met een zekere tegenbolling worden gelegd (hoger in het midden van de “terpen” naar iets lager bij een eventuele ringdrain of sloot). Hierdoor komt de drain door het optreden van de zettingen ten gevolge van de voorbelasting in het midden van de terp minder diep dan bij oorspronkelijk horizontaal leggen van deze drains en optreden van gelijk grote zettingen.

Ook binnen het gebied waarin geen verticale drainage hoeft te worden toegepast, wordt aanbevolen horizontale drains te installeren. Hiermee kan de ontwatering van de ophoging enigszins worden bewaakt, waardoor de effectiviteit en stabiliteit van de ophoging toeneemt.

De hoeveelheid af te voeren water met deze drains zal mede afhankelijk zijn van de periode van het jaar waarin de werkzaamheden zijn gepland. Regenbuien en meer of minder kwel zijn bij de bepaling van de hoh-afstand van de drains van wezenlijk belang.

5.2. Dempen van bestaande sloten en/of watergangen

Om extra zettingen ter plaatse van de nu aanwezige sloten en watergangen tot een minimum te beperken wordt geadviseerd de volgende werkmethode voor het aanvullen van de sloten toe te passen:

- een slootsegment van ca. 10 à 15 m afdammen van de rest van de sloot
- dit segment droogpompen
- de sloot dempen met droog materiaal, zoals dat oorspronkelijk op de locatie voorkomt. Dit kan los gestort worden.
- als beperkte verdichting kan dit materiaal worden aangedrukt met de bak van bijvoorbeeld een shovel of bulldozer.
- hierna kunnen bovenstaande punten worden herhaald voor een volgend segment van de aan te vullen sloot.
- na de aanvulling van alle te dempen sloten, kan de voorbelasting cq. ophoging worden aangebracht.

Indien de toepassing van gebiedseigen grond in de uitvoering problematisch blijkt te zijn, kan er ook voor worden gekozen de te dempen sloten op te vullen met licht ophoogmateriaal (bijvoorbeeld Argex-korrels, bimszand of soortgelijk materiaal). Hierbij wordt de toepassing van een geotextiel aanbevolen om wegdrücken van het materiaal zoveel mogelijk te beperken.

Hierbij is de diepte en breedte van de sloot van belang om te bepalen of dit zonder aanvullende maatregelen kan gebeuren, in verband met het mogelijk opbarsten van de slootbodem. Voor meer achtergrond informatie wordt verwezen naar de eerder uitgebrachte geohydrologische advisering.

5.3. Plaatsing en monitoring van zakbakens

Teneinde het zettingsproces te kunnen volgen dienen de optredende zettingen te worden gecontroleerd. Deze controles kunnen worden verricht met zakbakens, op basis van interpretaties van de metingen kan vervolgens het theoretisch ophoogschema worden aangepast.

Voor het verkrijgen van de goede nulstand van de zakbakens dienen deze ruim voor het aanbrengen van het zand op het huidige maaiveld te worden geplaatst. Het niveau van de voetplaats dient te worden gemeten ten opzichte van NAP. Vervolgmetingen dienen zodanig te worden uitgevoerd, dat het niveau van voornoemde plaat steeds kan worden teruggerekend naar NAP. Tevens dient bij elke meting de NAP-hoogte van het maaiveld bij de zakbakens te worden bepaald, zodat de dikten van de ophooglagen kunnen worden gecontroleerd. Tijdens het ophoogproces dienen in de beginfase de zakbakens iedere week te worden gemeten. Naarmate het zettingsproces vordert, kan deze frequentie dalen tot 1 maal per maand. Geadviseerd wordt de zakbakens in een stramien h.o.h. 40 à 50 m te plaatsen.

Ter plaatse van te dempen sloten en watergangen wordt eveneens aanbevolen enkele zakbakens te plaatsen.

5.4. Horizontale vervormingen en stabiliteit

Wat betreft horizontale verplaatsingen is globaal te stellen dat de grootte van de verticale zetting zich in horizontale richting als horizontale verplaatsing gedraagt. Dat wil zeggen dat een verplaatsing van maximaal ca. de berekende (verticale) zetting is te verwachten aan de teen van de ophoging, maar dat van deze verplaatsingen wordt verwacht dat ze over een afstand van circa 4 à 9 m (is de dikte van het totale pakket slappe lagen waaruit de zettingen komen) reduceren tot nagenoeg nul. Dit geldt eveneens voor de verticale verplaatsingen: bij de aangetroffen bodemopbouw wordt verwacht dat deze reduceren tot nul bij een afstand van circa 10 m vanaf de ophoging. Daar waar de ophoging naast te handhaven watergangen aangebracht wordt dient dus rekening gehouden met een vernauwing of volledig dichtschuiven van het doorstroomprofiel (oppersing of afschuiving).

In die gebieden waar verticale drains worden aangebracht, wordt geadviseerd het eventuele ophoogpakket van 0 m tot 1,0 m in lagen van 0,5 m aan te brengen met taluds van 1 : 2 (1 verticaal en 2 horizontaal) zonder tijdsbeperkingen. Op basis van ervaringen met voornoemde basisophoging dient vervolgens verder te worden opgehoogd in lagen van 0,5 m en een snelheid van ophogen van maximaal 1,0 m à 0,5 m / week.

Indien geen verticale drainage wordt toegepast wordt het volgende geadviseerd: Het eventuele ophoogpakket van 0 m tot 1,0 m in lagen van 0,5 m aanbrengen met taluds van 1 : 2 (1 verticaal en 2 horizontaal) zonder tijdsbeperkingen. Vervolgens dient te worden opgehoogd met 0,5 m per maand.

Opgemerkt wordt dat:

- geringe oppersingen in maagdelijke gebieden niet uit te sluiten zijn;
- Sloten/watergangen tot 10 m uit de teen van de ophoging bij voorkeur dienen te worden opgevuld.

Verwacht mag worden dat door middel van stabiliteitsberekeningen is bepaald dat wanneer de afstand van de ophoging/voorbelaasting ca. 10 m (of meer) tot de boveninsteek van het talud bedraagt, de stabiliteit van de watergangen gewaarborgd blijft. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van ingeschatte bodemparameters uit boringen en sonderingen.

Door monitoring kan een eventuele instabiliteit tijdig worden waargenomen waarna direct herprofilingsmaatregelen kunnen worden genomen en wateroverlast kan worden beperkt. Indicaties omtrent de stabiliteit van de ophoging kunnen tijdens de uitvoering van de grondwerkzaamheden worden verkregen door aan de randen van de ophoging (teen) perkoenpalen in rechte lijnen te plaatsen. Bijvoorbeeld hart-op-hart 5 m, 2 m onder maaiveld tot 1,5 m boven maaiveld. Hiermee kunnen bewegingen van het grondmassief al worden gesignaleerd, voordat de stabiliteit in gevaar komt.

Geadviseerd wordt dergelijke perkoenpalen te plaatsen langs de sloten en mogelijk andere kritische locaties en elke dag visueel te controleren. Bij afwijkingen wordt geadviseerd de grondmechanisch adviseur te raadplegen.

5.5. Ondergrondse kabels en/of leidingen

Aanbevolen wordt voorafgaand aan het aanbrengen van de ophogingen eventuele bestaande ondergrondse infrastructuur te inventariseren, zodat kan worden bepaald of beschermende (overkluizen e.d.) of ontwijkende (omleggen, verwijderen e.d.) maatregelen noodzakelijk zijn. Geadviseerd wordt eventuele (rest)zettings- of deformatie-eisen te krijgen van de betreffende beheerders van de betrokken kabels en/of leidingen.

Door het terrein lopen een drietal persleidingen vanaf de Graaf Reinaldweg naar de RWZI aan de Griendweg. Hoeveel vervorming deze leidingen kunnen en mogen hebben is vooralsnog niet bekend. Derhalve wordt vooralsnog aanbevolen de afstand van de ophogingen/voorbelastingen tot deze leidingen minimaal op 10 m te houden, met name in het gebied van slappe lagen tot NAP -5,5 m à NAP -8,5 m. In het gebied met slappe lagen tot ca. NAP -3,5 m à NAP -5,0 m, kan deze afstand mogelijk beperkt kleiner worden tot minimaal ca. 5 m. Bij voorkeur wordt het talud van de ophogingen zo flauw mogelijk gekozen (maximaal 1:2 (v:h) of flauwer).

In deze gevallen zullen de grondvervormingen ter plaatse van de leidingen ten gevolge van de ophogingen enigszins worden beperkt. Geadviseerd wordt een definitieve toetsing op basis van concrete zettingscriteria voor de leidingen nog te laten plaatsvinden. Indien de ophogingen ontoelaatbare vervormingen tot gevolg hebben kunnen mogelijk beschermende maatregelen worden toegepast. Bijvoorbeeld, zijdelings beschermen door het plaatsen van een damwandscherm, in combinatie met een al dan niet onderheide overkluizing.

5.6. Aanleg van definitieve verhardingsconstructie

Onderhavig rapport behandelt het bouwrijp maken van het terrein naar een ontwerp netto-ophoogniveau. Nadat de uiteindelijke verhardingsconstructie is gekozen, dient deze zoveel mogelijk gewichts-neutraal te worden uitgevoerd om aanvullende zettingen in de gebruiksfase tot een minimum te beperken.

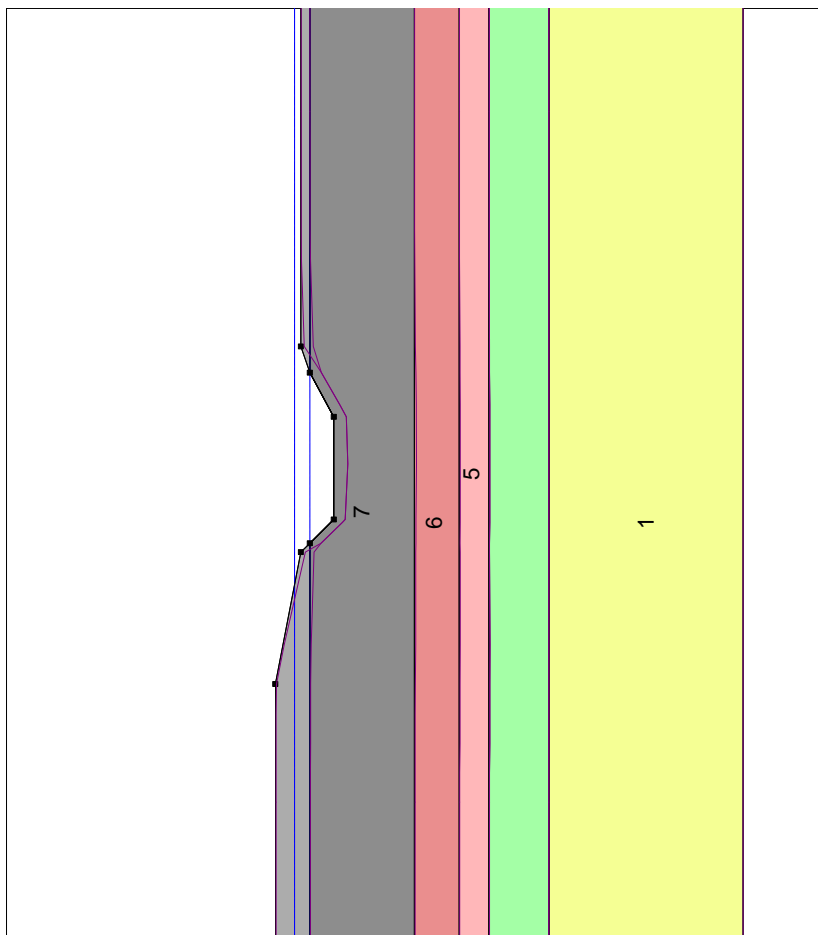
Hierbij dient het gewicht van de (nieuwe) verhardingsconstructie lager of maximaal gelijk te zijn aan het gewicht van het voor de aanleg van deze constructie te ontgraven (zandig) materiaal.

6. LITERATUUROVERZICHT

1. *Construeren met grond*, CUR rapport 162, CUR Gouda, 1992, ISBN 90-376-0024-7
2. *MSettle user manual*, versie 7.3, geodelft Delft, 2006;
3. *Betrouwbaarheid van zettingsprognoses*, CROW-publicatie 204, ISBN 90 6628 430 7.
4. *Verticale drainage*, CROW rapport 77, CROW Ede, 1993, ISBN 90-6628-163-4;
5. "Wegwijs in geforceerde consolidatie", artikel in Land&Water, nr. 12, december 2007
6. "forceren van zetting vraagt om intensieve monitoring", artikel in Land&Water, nr. 1/2, februari 2008

Gezette Geometrie

- Lagen
- 8. Toplagen
 - 7. Veen
 - 6. Klei
 - 5. Klei, humeus alg
 - 4. Klei, humeus (1)
 - 3. Klei, humeus (2)
 - 2. Klei, humeus (3)
 - 1. Zand Pleistoceen



Methode = NEN - Koppejan met Terzaghi (Natuurlijke rek)

MSettle 7.3 : 7004-0242-009 Rnldwg-dsn2-Bims+50cmXtraZand-VertDr.sli



Fugro Ingenieursbureau BV

Postbus 242
3370 AE Hardinx-Giessendam

Tel 0184 620700
Fax 0184 620711

datum
2-7-2008

get.
EV

Eerste fase slootdemping naast Graaf Reinaldweg
aanvul met bims, + 0,5m zand (zetting na 90dagen)

7004-0242-009

ctr.

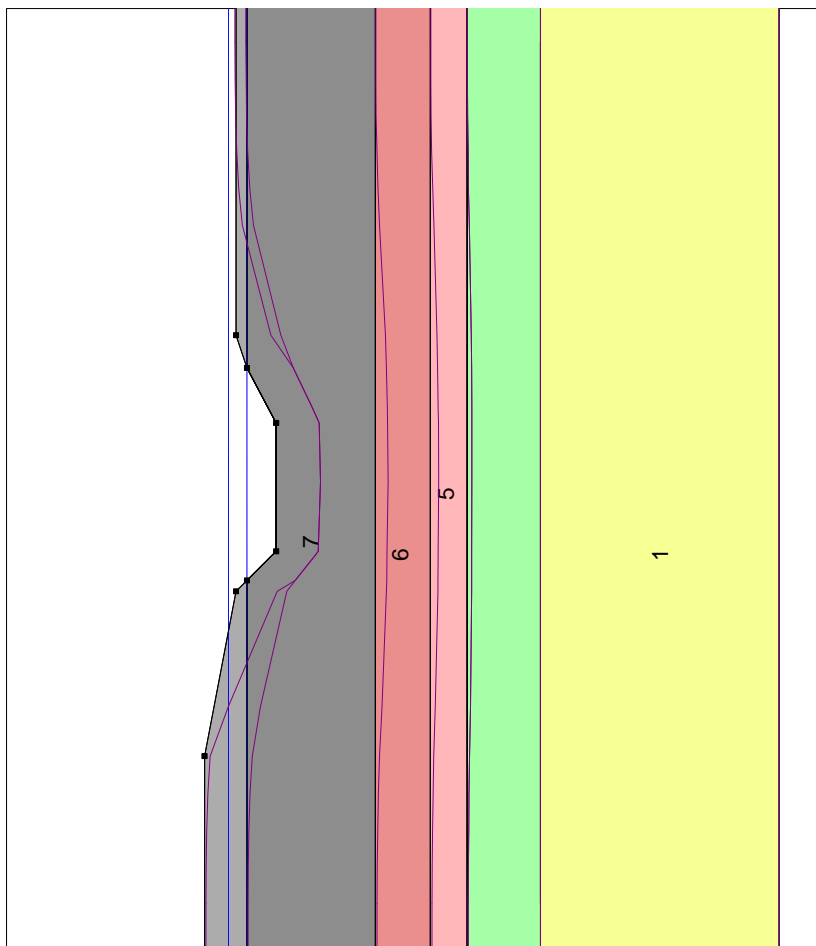
Ontwikkeling Terrein Hoog Dalem - Gorinchem

Bijl. 4-1

form.
A4

Gezette Geometrie

- Lagen
- 8. Toplagen
 - 7. Veen
 - 6. Klei
 - 5. Klei, humeus alg
 - 4. Klei, humeus (1)
 - 3. Klei, humeus (2)
 - 2. Klei, humeus (3)
 - 1. Zand Pleistoceen



Methode = NEN - Koppejan met Terzaghi (Natuurlijke rek)

MSettle 7.3 : 7004-0242-009 Rnldwg-Bims+50cmXtraZand-OphZ-275NAP-VrtDm.sli



Fugro Ingenieursbureau BV Postbus 242
3370 AE Hardinx-Giessendam

Tel 0184 620700
Fax 0184 620711

datum	get.
2-7-2008	EV

1e en 2e fase slootdemping naast Graaf Reinaldweg
aanvul met bims, +0,5m zand+ VB (zetting na 280dgn)

7004-0242-009	ctr.
---------------	------

Ontwikkeling Terrein Hoog Dalem - Gorinchem

Bijl.	4-2	form.
		A4

Rapport voor MSettle 7.3

Zettingsberekeningen
Ontwikkeld door GeoDelft



Bedrijfsnaam: Fugro Ingenieursbureau BV

Datum van rapport: 4-7-2008
Tijd van rapport: 13:50:52

Datum van berekening: 4-7-2008
Tijd van berekening: 13:50:09

Bestandsnaam: G:\..\7004-0242-009 Rnldwg-Bims+50cmXtraZand-OphZ-275NAP-VrtDrm

Projectbeschrijving: 1e en 2e fase slootdemping naast Graaf Reinaldweg
aanvul met bims,+0,5m zand+ VB (zetting na 280dgn)
Ontwikkeling Terrein Hoog Dalem - Gorinchem

1 Weergave van de Invoer

1.1 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
8 - X -	0.000	25.000	275.000	325.000	380.000
8 - Y -	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.650
8 - X -	444.500	449.000	449.300	450.100	453.600
8 - Y -	0.650	-0.200	-0.500	-1.300	-1.300
8 - X -	455.100	456.000	575.000	625.000	875.000
8 - Y -	-0.500	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
8 - X -	900.000				
8 - Y -	-0.200				
7 - X -	0.000	25.000	275.000	325.000	449.300
7 - Y -	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500
7 - X -	450.100	453.600	455.100	575.000	625.000
7 - Y -	-1.300	-1.300	-0.500	-0.500	-0.500
7 - X -	875.000	900.000			
7 - Y -	-0.500	-0.500			
6 - X -	0.000	900.000			
6 - Y -	-4.000	-4.000			
5 - X -	0.000	25.000	275.000	325.000	575.000
5 - Y -	-5.500	-5.500	-5.500	-5.500	-5.500
5 - X -	625.000	875.000	900.000		
5 - Y -	-5.500	-5.500	-5.500		
4 - X -	0.000	300.000	610.000	900.000	
4 - Y -	-6.500	-6.500	-6.500	-6.500	
3 - X -	0.000	25.000	275.000	300.000	610.000
3 - Y -	-7.500	-7.500	-7.500	-6.500	-6.500
3 - X -	900.000				
3 - Y -	-6.500				
2 - X -	0.000	25.000	275.000	325.000	575.000
2 - Y -	-7.500	-7.500	-7.500	-8.500	-8.500
2 - X -	610.000	900.000			
2 - Y -	-6.500	-6.500			
1 - X -	0.000	25.000	275.000	325.000	575.000
1 - Y -	-7.500	-7.500	-7.500	-8.500	-8.500
1 - X -	625.000	875.000	900.000		
1 - Y -	-10.000	-10.000	-10.000		
0 - X -	0.000	900.000			
0 - Y -	-15.000	-15.000			

1.2 PN-Lijnen

PN-lijnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	0.000	900.000			
1 - Y -	-0.500	-0.500			
2 - X -	0.000	900.000			
2 - Y -	0.000	0.000			

1.3 Algemene Gegevens

Grondmodel:	Koppejan
Consolidatiemodel:	Terzaghi
Rekmodel:	Natuurlijk
Grondwaterniveau:	Initieel bepaald door PN-lijnummer 1
Volumiek gewicht grondwater:	9.81 kN/m ³
Dispersiecondities laagscheidingen	
- Boven:	gedraineerd
- Onder:	gedraineerd
Spanningsspreiding	
- Grond:	Buisman
- Belastingen:	Geen
Einde consolidatie:	10000.00 dagen

Geen onderhouden hoogte
 Pg (initiëel): Variabel evenwijdig aan de initiële grondspanning
 Pg (Per stap): Automatisch verhoogd tot de uiteindelijke grondspanning
 Geen denkbeeldig maaiveld
 Met onderwaterzakken
 (alleen voor niet-uniforme belastingen)
 - Criterium einde iteratie : 0.10 m
 Breedte belastingkolom
 Niet-Uniforme Belastingen : 1.00 m
 Trapeziumvormige Belastingen : 1.00 m

1.4 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-lijn boven	PN-lijn onder
8	Toplagen	1	1
7	Veen	1	1
6	Klei	1	1
5	Klei, humeus alg	1	2
4	Klei, humeus (1)	2	2
3	Klei, humeus (2)	2	2
2	Klei, humeus (3)	2	2
1	Zand Pleistoceen	2	2

1.5 Grondeigenschappen

Laag nummer	Gedraineerd	Volumiek gewicht		Vert. consolid. coëfficiënt Cv [m2/s]	Ratio Ch/Cv [-]
		Onverzadigd [kN/m³]	Verzadigd [kN/m³]		
8	Ja	17.00	18.00	1.00E-07	3.000
7	Nee	10.50	10.50	5.00E-07	2.000
6	Nee	17.00	17.00	5.00E-08	1.000
5	Nee	15.00	15.00	7.00E-08	1.500
4	Nee	15.00	15.00	7.00E-08	1.500
3	Nee	15.00	15.00	7.00E-08	1.500
2	Nee	15.00	15.00	7.00E-08	1.500
1	Ja	19.00	20.00	1.00E-04	5.000

Laag nummer	Grens-spanning [kN/m²]	OCR [-]
8	1.0E+01	
7	1.3E+01	
6	1.9E+01	
5	2.3E+01	
4	2.8E+01	
3	3.1E+01	
2	3.4E+01	
1	1.5E+02	

Laag nummer	Primaire compr.constanten		Secundaire compr.constanten		Compr.constanten Buisman	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
8	9.00E+01	2.00E+01	3.00E+02	1.00E+02	9.00E+01	3.00E+02
7	3.00E+01	6.00E+00	1.20E+02	3.00E+01	3.00E+01	1.20E+02
6	7.50E+01	1.50E+01	2.60E+02	8.00E+01	7.50E+01	2.60E+02
5	6.50E+01	1.00E+01	2.00E+02	6.00E+01	6.50E+01	2.00E+02
4	6.50E+01	1.00E+01	2.00E+02	6.00E+01	6.50E+01	2.00E+02
3	6.50E+01	1.00E+01	2.00E+02	6.00E+01	6.50E+01	2.00E+02
2	6.50E+01	1.00E+01	2.00E+02	6.00E+01	6.50E+01	2.00E+02
1	1.00E+04	1.00E+04	1.00E+04	1.00E+04	1.00E+04	1.00E+04

1.6 Niet-Uniforme Belastingen

Belasting nummer	Tijd [dagen]	Volumiek gewicht	
		Onverzadigd [kN/m³]	Verzadigd [kN/m³]

Belasting nummer	Tijd [dagen]	Volumiek gewicht	
		Onverzadigd [kN/m ³]	Verzadigd [kN/m ³]
1	1	8.00	13.50
2	10	17.00	19.00
3	190	17.00	19.00

Belastingnummer	Coördinaten [m]					
1 - X -	449.00	450.00	454.00	456.00		
1 - Y -	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20		
2 - X -	449.00	450.00	454.00	456.00		
2 - Y -	-0.20	0.50	0.50	-0.20		
3 - X -	445.85	450.00	454.00	459.00		
3 - Y -	0.40	2.75	2.75	-0.20		

1.7 Verticalen

Verticaalnummer	X-coördinaten [m]					
1 - 5	0.000	25.000	275.000	300.000	325.000	
6 - 10	380.000	440.483	441.483	442.482	443.482	
11 - 15	444.500	445.846	449.000	449.300	450.000	
16 - 20	450.100	451.993	453.600	454.000	455.100	
21 - 25	456.000	459.000	460.000	460.999	461.999	
26 - 30	462.998	463.997	575.000	610.000	625.000	
31 - 32	875.000	900.000				

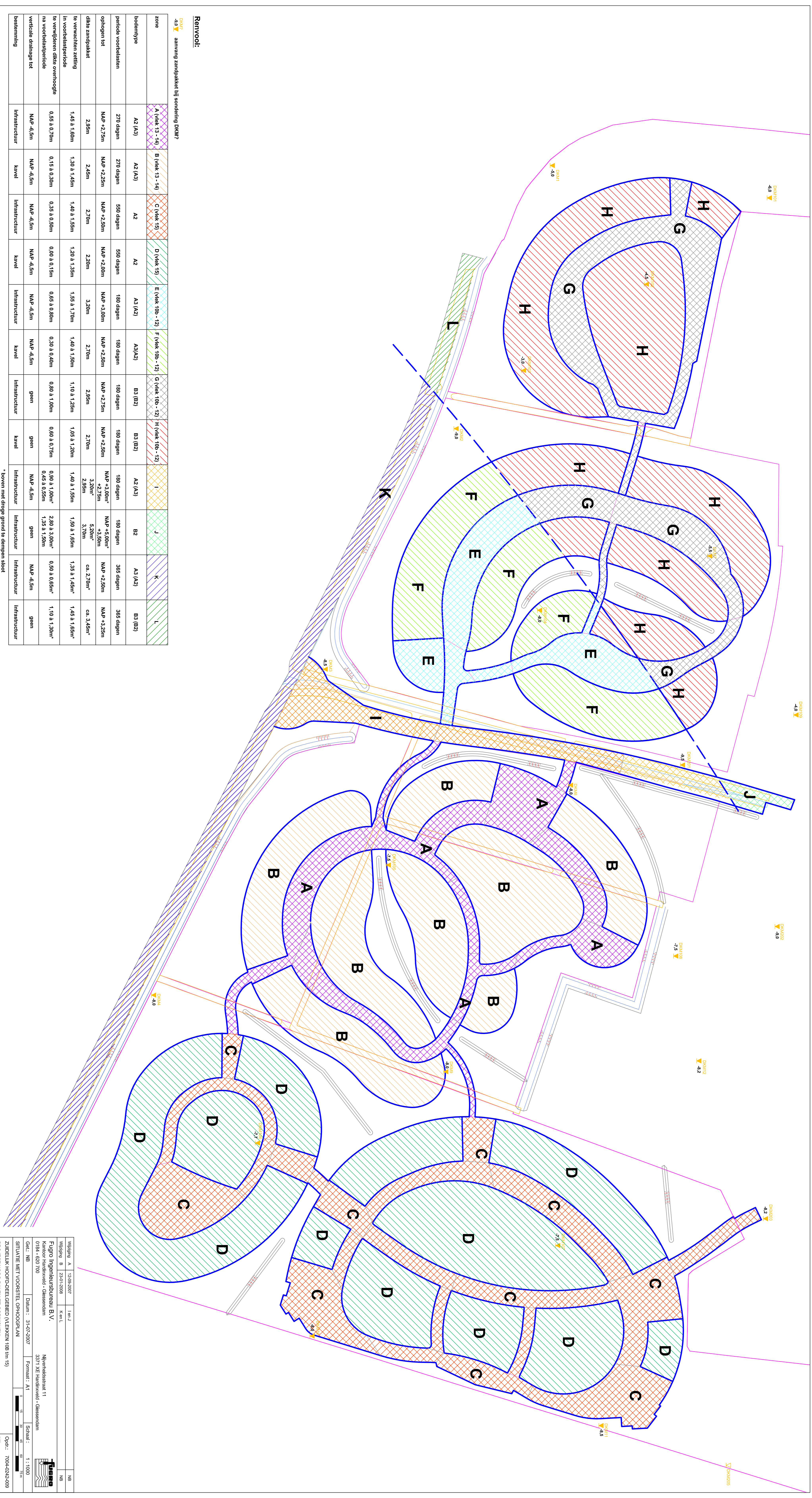
Berekening doorsnede op Z = 0.000 m

1.8 Verticale Drains

Stroomtype: Radiaal
 Bodempositie [m]: -6.500
 Hart-op-hartafstand [m]: 1.50
 Diameter [m]: 0.10

Tijd [dagen]	Lucht-Water-	
	druk [kPa]	niveau [m]
0.000	0.000	-0.500

Einde Rapport



Renvooi:

aanwring zandpakket bij sanderig DKM?

zone	A (vlak 13 - 14)	B (vlak 13 - 14)	C (vlak 15)	D (vlak 15)	E (vlak 10b - 12)	F (vlak 10b - 12)	G (vlak 10b - 12)	H (vlak 10b - 12)	I	J	K	L
bodemtype	A2 (A3)	A2 (A3)	A2	A2	A3 (A2)	A3(A2)	B3 (B2)	B3 (B2)	A2 (A3)	B2	A3 (A2)	B3 (B2)
periode voorbalken	270 dagen	270 dagen	550 dagen	550 dagen	180 dagen	180 dagen	180 dagen	180 dagen	180 dagen	365 dagen	365 dagen	365 dagen
ophogen tot	NAP +2,75m	NAP +2,25m	NAP +2,50m	NAP +2,00m	NAP +3,00m	NAP +2,50m	NAP +2,75m	NAP +2,50m	NAP +3,00m*	NAP +3,50m*	NAP +2,50m	NAP +3,25m
dikte zandpakket	2,95m	2,45m	2,70m	2,20m	3,20m	2,70m	2,95m	2,70m	3,20m	5,20m	ca. 2,70m*	ca. 3,45m*
te verwachten zetting in voorbelastperiode	1,45 à 1,60m	1,30 à 1,45m	1,40 à 1,55m	1,20 à 1,35m	1,55 à 1,70m	1,40 à 1,50m	1,10 à 1,25m	1,05 à 1,20m	1,40 à 1,55m	1,50 à 1,65m	1,35 à 1,45m*	1,45 à 1,65m*
te verwachten dikte overhoogte na voorbelastperiode	0,55 à 0,70m	0,15 à 0,30m	0,35 à 0,50m	0,00 à 0,15m	0,65 à 0,80m	0,30 à 0,40m	0,80 à 1,00m	0,60 à 0,75m	0,90 à 1,00m*	2,80 à 3,00m*	0,50 à 0,65m*	1,10 à 1,30m*
verticale drainage tot	NAP -6,5m	NAP -6,5m	NAP -6,5m	NAP -6,5m	NAP -6,5m	NAP -6,5m	geen	geen	NAP -6,5m	geen	NAP -6,5m	geen
bestemming	Infrastructuur	kavel	Infrastructuur	kavel	Infrastructuur	kavel	Infrastructuur	kavel	Infrastructuur	Infrastructuur	Infrastructuur	Infrastructuur

* boven met droge grond te dempen sloop

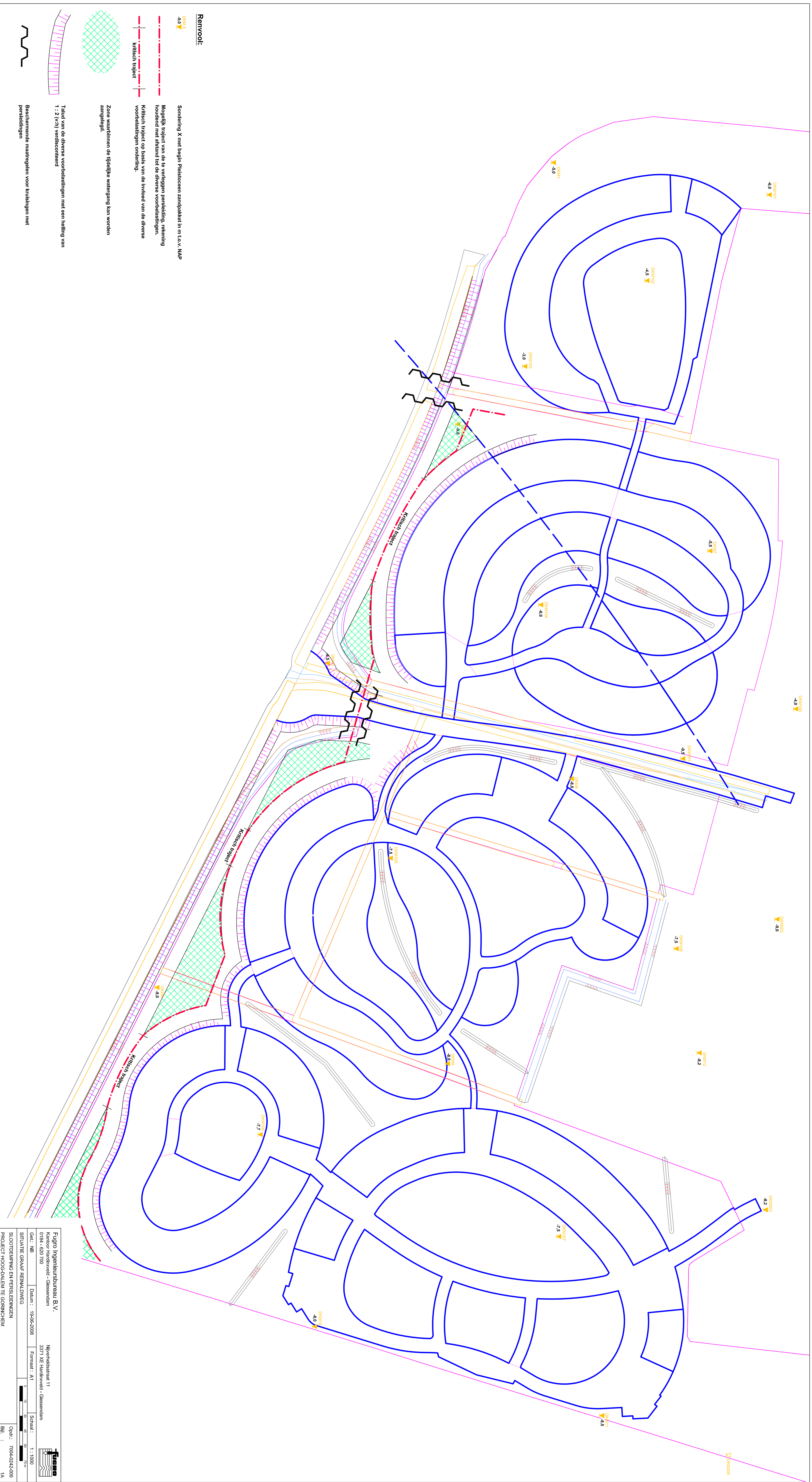
WISNING A	1326/2007	1e en 2	NB
WISNING B	1331/2008	K en L	NB

Fugio Ingenieursbureau B.V.
 Kantoor Hordijkveld - Gessendam
 0184 - 620 700
 3371 XE Hordijkveld - Gessendam





SITUATIE MET VOORSTEL OPHOOGPLAN
 ZUIDELIJK HOOPDEELGEBIED (WERKEN 10B t/m 15)
 PROJECT HOOGDALEM TE GORINCHEM

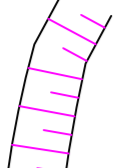

Datum: 31-07-2007
 Schaal: 1 : 1000
 Opdr.: 7004-02-009
 Blf.: 1

Revisie Datum:



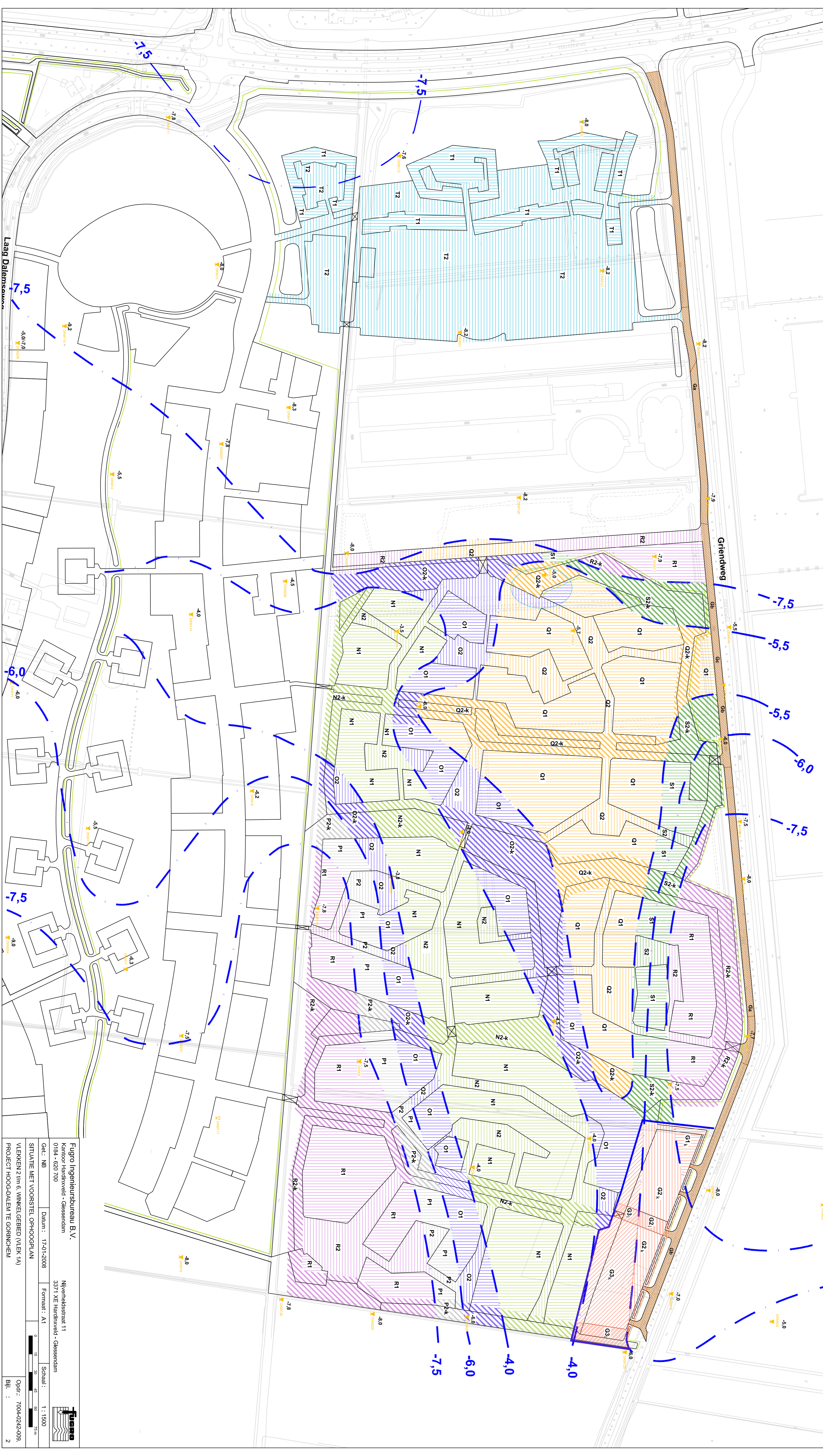
Reinvoel:

-  **D.M.N.X**
-8.0
-  Mogelijk traject van de te verleggen persleiding, rekening houdend met afstand tot de diverse voorbelastingen.
-  **Kritisch traject**
Kritisch traject op basis van de invloed van de diverse voorbelastingen onderling.
-  Zone waarbinnen de tijdelijke watertang kan worden aangelegd.

-  Talud van de diverse voorbelastingen met een helling van 1 : 2 (v/h) verdisconterd
-  Beschermende maatregelen voor kribbingen met persleidingen

Fugro Ingenieursbureau B.V. Katoor Hardinxveld - Gessendam 0184 - 620 700		Nijverheidsstraat 11 3271 XE Hardinxveld - Gessendam	
Gal.: NB Situatie: GRAAF RENVALDWEG	Datum: 19-06-2008 Formaat: A1	Schaal: 1 : 1.000	Opdr.: 7004-0242-009 Bpl.: 1A
PROJECT HOOGDALEN TE GORINCHEM			

Zone	Gebied G					Gebied N					Gebied O					Gebied P					Gebied Q					Gebied R					Gebied S					Gebied T				
bodentype	A3	A2	B2	A3	A2	B2	B1																																	
bestemming	Infrastructuur (openbaar gebied)					Kavels (uitgebaarbaar gebied)					Infra					Kavels					stroominfra					Infra					Kavels					stroominfra				
aangegeven op tekening	G1	G2	G3	G1	G2	G3	N2	N1	N2 kort	Infra	Kavels	O1	O2 kort	Infra	Kavels	P1	P2 kort	stroominfra	Infra	Kavels	O1	O2	Q1	Q2	Q1	Q2 kort	stroominfra	Infra	Kavels	R1	R2 kort	stroominfra	Infra	Kavels	S1	S2 kort	stroominfra	Infra	T2	T1
netto ophoogniveau (m tov NAP)	+0,55	+0,55	+0,55	+0,65	+0,65	+0,65	+0,55	+0,65	(+0,55)	+0,55	+0,65	(+0,55)	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,55	(+0,55)	+0,30	+0,40	
periode voorbelasting (dgn)	180	180	180	180	180	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	550	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	365	180	365		
ophogen tot (m tov NAP)	+3,50	+2,50	+2,75	+2,50	+2,00	+2,75	+2,00	+2,00	+2,75	+2,00	+2,00	+2,75	+2,00	+2,00	+2,25	+2,00	+2,75	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00	+2,00		
dikte zandpakket (m)	3,70	2,70	2,95	2,70	2,20	2,95	2,20	2,20	2,95	2,20	2,20	2,95	2,20	2,20	2,45	2,20	2,95	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20		
te verwachten zetting in voorbelastperiode (m)	1,50 à 1,70	0,85 à 1,15	1,10 à 1,25	1,30 à 1,50	0,75 à 1,05	1,45 à 1,60	0,90 à 1,05	0,90 à 1,05	1,00 à 1,15	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	1,05 à 1,20	0,90 à 1,10	0,95 à 1,10	1,05 à 1,20	0,95 à 1,10	1,05 à 1,20	0,95 à 1,10	1,05 à 1,20	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	0,95 à 1,10	1,40 à 1,50	1,15 à 1,30	1,40 à 1,50	1,05 à 1,25	1,05 à 1,25	1,15 à 1,35	1,10 à 1,20	1,20 à 1,30	1,10 à 1,20	1,20 à 1,30	1,10 à 1,20	1,20 à 1,30	
indicatie te verwijderen dikte voorbelasting na periode (m)	1,25 à 1,40	0,80 à 1,10	0,80 à 1,00	0,35 à 0,55	0,35 à 0,60	0,55 à 0,70	0,40 à 0,50	0,30 à 0,45	1,00 à 1,15	0,30 à 0,50	0,25 à 0,40	0,95 à 1,10	0,35 à 0,50	0,25 à 0,45	0,95 à 1,10	0,30 à 0,40	0,20 à 0,30	0,90 à 1,05	0,45 à 0,60	0,05 à 0,15	1,00 à 1,15	0,35 à 0,50	0,10 à 0,25	0,80 à 1,00	0,50 à 0,60	0,45 à 0,55	0,40 à 0,50	0,55 à 0,65	0,40 à 0,50	0,35 à 0,45	0,50 à 0,60	0,45 à 0,55	0,40 à 0,50	0,35 à 0,45	0,50 à 0,60	0,45 à 0,55	0,40 à 0,50	0,35 à 0,45		
verticale drainage tot (m tov NAP)	-6,0	-5,0	-	-6,0	-5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Renvoei:
 -0,0
 -7,5 lijnen van begin zandpakket (ingeschat verloop)

Figuro Ingenieursbureau B.V.
 Kantoor Herdinxveld - Gessensdam
 0194 - 620 700

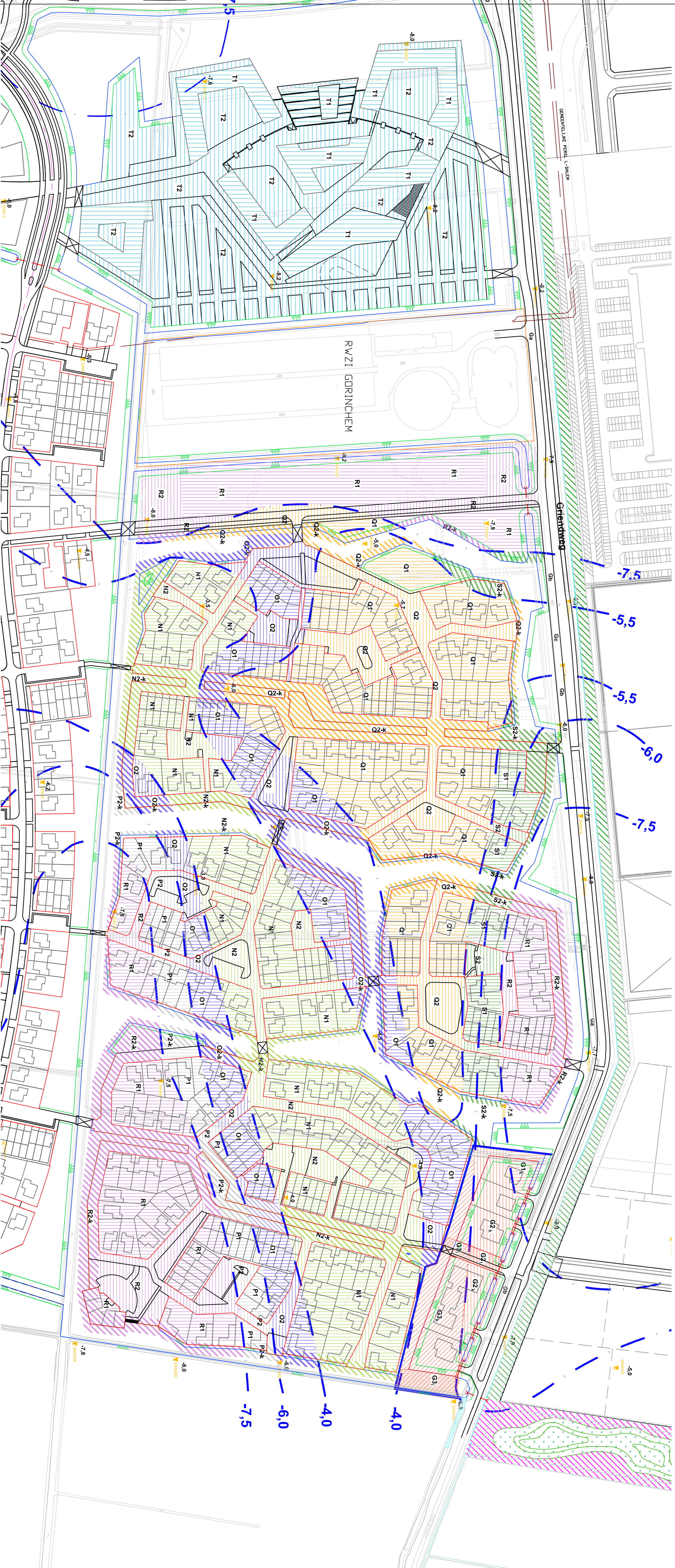
Nijenborststraat 11
 3371 XE Herdinxveld - Gessensdam

Gat: NB Datum: 17-01-2008
 Formaat: A1
 Schaal: 1:1500

SITUATIE MET VOORSTEL OPHOOGPLAN
 VLEKKEN 2 t/m 6 WINKELGEBIED (VLEK 1A)
 PROJECT HOOGDALEM TE GORINCHEM

Opdr.: 7004-0242-009
 Blz.: 2
 Versie: 2
 Revisie Datum: 23-04-2008

zone	Gebied G				Gebied N				Gebied O				Gebied P				Gebied Q				Gebied R				Gebied S				Gebied T			
	A3	A2	B2	A3	A2	B2	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra		
bestemming	Infrastructuur (openbaar gebied)				kavels (uitgebaar gebied)				Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra	Infra	Kavels	stroominfra
aangegeven op tekening	G1 I	G2 I	G3 I	G1 k	G2 k	G3 k	N2	N1	N2 kort	O2	O1	O2 kort	P2	P1	P2 kort	Q2	Q1	Q2 kort	R2	R1	R2 kort	S2	S1	S2 kort	T2	T1						
netto ophoogtevlak (m tov NAP)	+0,3	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,4	+0,3	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,4		
periode voorlasten (dgn)	180	180	180	180	180	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	550	550	180	365	180	365	180	365	180		
oplossen tot (m tov NAP)	+3,0	+2,0	+2,0	+2,25	+1,75	+1,95	+1,5	+1,5	+2,0	+1,5	+1,5	+2,0	+2,0	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+2,0	+1,5	+1,5	+2,0	+1,5	+1,5	+2,0	+2,0	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5		
dikte voorlasting zand (m)	3,2	2,2	2,2	2,45	1,95	1,95	1,7	1,7	2,2	1,7	1,7	2,2	2,2	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	2,2	1,7	1,7	2,2	1,7	1,7	2,2	2,2	1,7	1,7	1,7	1,7		
te verwachten zetting in voorlastperiode (m)	1,40 à 1,60	0,80 à 1,10	1,00 à 1,20	1,25 à 1,40	0,70 à 0,95	0,90 à 1,05	0,70 à 0,80	0,70 à 0,80	0,80 à 0,95	0,70 à 0,80	0,70 à 0,80	0,80 à 0,95	1,00 à 1,15	0,80 à 0,95	0,80 à 0,95	0,90 à 1,05	0,90 à 1,05	0,80 à 0,95	1,20 à 1,35	0,95 à 1,10	1,15 à 1,25	0,95 à 1,20	0,80 à 1,05	0,90 à 1,05	1,10 à 1,20	1,20 à 1,30	0,95 à 1,10	1,00 à 1,15	1,10 à 1,20	1,20 à 1,30		
Indicatie te verwijderen dikte voorlasting na periode (m)	1,10 à 1,25	0,70 à 0,90	0,50 à 0,70	0,45 à 0,60	0,45 à 0,60	0,25 à 0,45	0,40 à 0,50	0,30 à 0,40	0,70 à 0,85	0,40 à 0,50	0,30 à 0,40	0,70 à 0,85	0,50 à 0,60	0,15 à 0,25	0,55 à 0,65	0,25 à 0,35	0,15 à 0,25	0,25 à 0,35	0,35 à 0,50	0,05 à 0,15	0,45 à 0,55	0,25 à 0,45	0,05 à 0,20	0,35 à 0,50	0,50 à 0,60	0,45 à 0,55	0,10 à 0,20	0,05 à 0,15	0,05 à 0,15	0,05 à 0,15		
Indicatie verticale drainage tot (m tov NAP)	-6,0 à -6,5	-5,0	-	-6,0 à -6,5	-5,0	-	-	-	-	-	-	-	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-4,0 à -4,5	-4,0 à -4,5	-4,0 à -4,5	-5,5 à -7,0	-6,5 à -7,0	-6,5 à -7,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0		



Renvooi:

sondering X met begin Pleistoceen zandpakket in m t.o.v. NAP

— -7,5 — lijnen van begin Pleistoceen zandpakket (ingeschat verloop)

Figuro Ingenieursbureau B.V.
Kantor Helderiveld - Gessendam
0184 - 620 700

Nieuwsteiraan 11
3371 XE Helderiveld - Gessendam

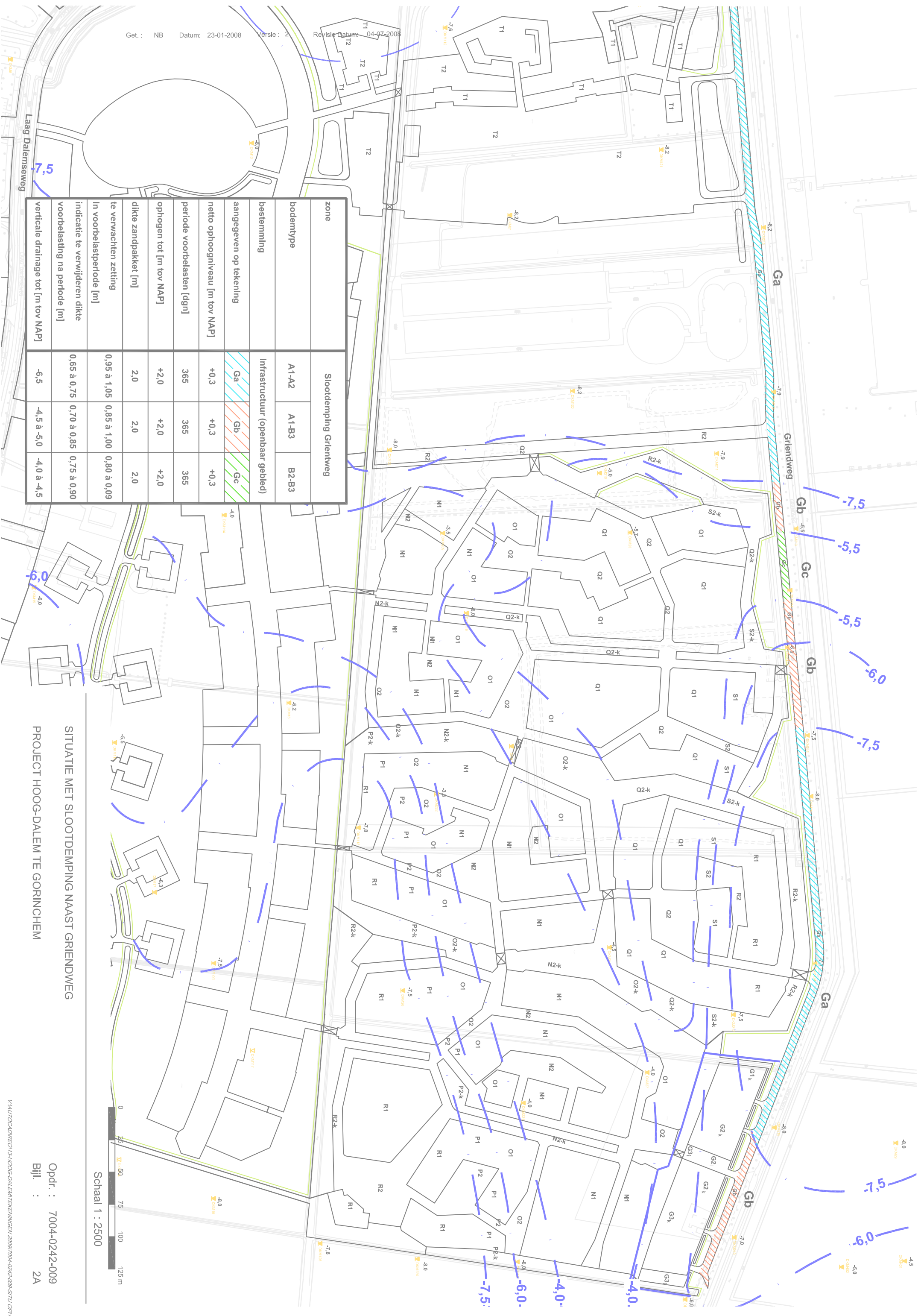
Gat: NB Datum: 12-06-2008 Formaat: A1 Schaal: 1:1500

SITUATIE MET VOORSTEL OPHOOGPLAN
NOORDELIJK HOEFD DEELGEBIED VLEKEN 2 t/m 6 WINKELGEBIED (VLEK 1A)
PROJECT HOOGDALEM TE GORINCHEM

Opdr.: 7004-0242-009
Blz.: 2

Laag Dalemweg

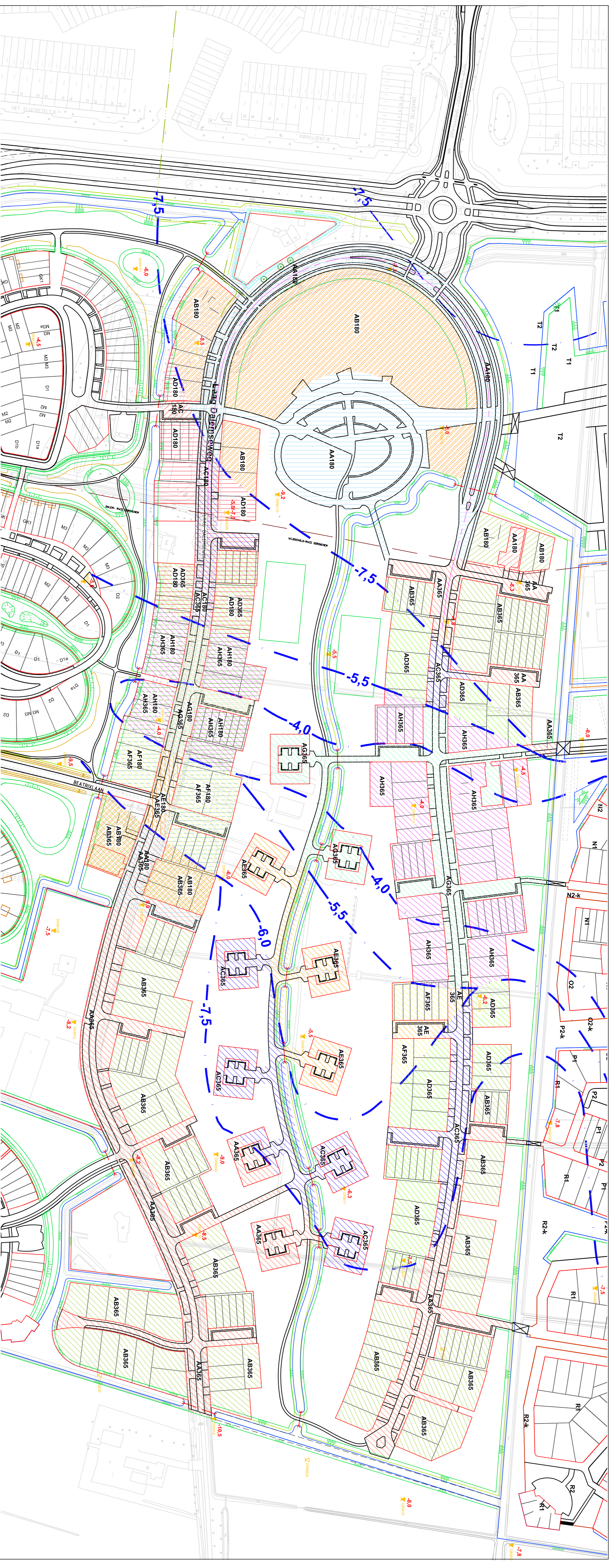
zone	Slootdemping Grietweg		
bodentype	A1-A2	A1-B3	B2-B3
bestemming	infrastructuur (openbaar gebied)		
aangegeven op tekening	Ga	Gb	Gc
netto ophoogniveau [m tov NAP]	+0,3	+0,3	+0,3
periode voorbelasten [dgn]	365	365	365
ophogen tot [m tov NAP]	+2,0	+2,0	+2,0
dikte zandpakket [m]	2,0	2,0	2,0
te verwachten zetting in voorbelastperiode [m]	0,95 à 1,05	0,85 à 1,00	0,80 à 0,09
indicatie te verwijderen dikte voorbelasting na periode [m]	0,65 à 0,75	0,70 à 0,85	0,75 à 0,90
verticale drainage tot [m tov NAP]	-6,5	-4,5 à -5,0	-4,0 à -4,5



SITUATIE MET SLOOTDEMPING NAAST GRIETWEG
PROJECT HOOG-DALEM TE GORINCHEM

Schaal 1 : 2500

Opdr. : 7004-0242-009
Bijl. : 2A



Zone	Gebied AA		Gebied AB		Gebied AC		Gebied AD		Gebied AE		Gebied AF		Gebied AG		Gebied AH	
	A1-A2	A1-A2	A1-A2	A1-A2	A1-B3	A1-B3	A1-B3	A1-B3	B2-B3	B2-B3	B2-B3	B2-B3	B1(B2)	B1(B2)	B1(B2)	B1(B2)
soorttype	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra
bestemming	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra
aangegeven op tekening	AA180	AA365	AB180	AB365	AC180	AC365	AD180	AD365	AE180	AE365	AF180	AF365	AG180	AG365	AH180	AH365
netto ophoogniveau [m tov NAP]	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4
periode voorbelasting [dgn]	180	365	180	365	180	365	180	365	180	365	180	365	180	365	180	365
ophoogen tot [m tov NAP]	+2,0	+2,0	+1,5	+1,5	+2,0	+2,0	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5	+1,5
dikte voorbelasting zand [m]	2,2	2,2	1,7	1,7	2,2	2,2	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
te verwachten zetting in voorbelastperiode [m]	1,10 à 1,25	1,15 à 1,30	0,95 à 1,00	0,90 à 1,05	0,90 à 1,05	0,95 à 1,10	0,85 à 0,95	0,90 à 1,00	0,80 à 0,95	0,85 à 1,00	0,80 à 0,95	0,85 à 1,00	0,70 à 0,80	0,75 à 0,85	0,70 à 0,80	0,75 à 0,85
indicatie te verwachten dikte voorbelasting na periode [m]	0,45 à 0,55	0,40 à 0,50	0,05 à 0,15	0,0 à 0,10	0,35 à 0,50	0,30 à 0,45	0,10 à 0,25	0,05 à 0,20	0,30 à 0,45	0,25 à 0,40	0,20 à 0,35	0,15 à 0,30	0,40 à 0,50	0,35 à 0,45	0,30 à 0,40	0,25 à 0,35
verticale drainage tot [m tov NAP]	-6,5 à -7,5	-6,5 à -7,5	-6,5 à -7,5	-6,5 à -7,5	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-5,0 à -6,0	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-	-	-	-

Renvooi:

 sondering X met begin Pleistoceen zandpakket in m.t.o.v. NAP

 lijnen van begin Pleistoceen zandpakket (ingeschat verloop)