



12022578



Gedeputeerde Staten van Zeeland
Directie Ruimte, Milieu en Water
T.a.v. de heer A. Goud
Postbus 165
4330 AD MIDDELBURG

Stortplaats
Koegorspolder B.V.

POSTADRES
Postbus 44
4460 AA Goes

BEZOEKADRES
Koegorsstraat 50
4541 HT Sluiskil
Telefoon 0115 67 88 00
Telefax 0115 67 88 80
www.delta.nl
info@delta.nl

onze referentie 120907/dvr
behandeld door D.M.M. van Rijn
telefoon (078) 630 67 09
e-mail dvanrijn@delta.nl
onderwerp Integraal eindafwerkingsplan en bestek stortplaats
Koegorspolder te Sluiskil

Dordrecht, 19 september 2012

Geachte heer Goud,

Met het besluit van 29 september 2011, kenmerk 11113509, hebben Gedeputeerde Staten van Zeeland op grond van de vergunningvoorschriften 4.13.4 en 4.13.5 goedkeuring gegeven aan het "Integraal eindafwerkingsplan en bestek stortplaats Koegorspolder te Sluiskil".

Mede naar aanleiding van een in uw opdracht uitgevoerde second opinion plaatste u met betrekking tot de stabiliteit van de eindafwerking echter een kanttekening. U adviseerde om proeven uit te voeren waarmee wordt aangetoond dat gehanteerde waarden juist zijn.

De door u geplaatste kanttekening met betrekking tot de stabiliteit was voor ons aanleiding in overleg te treden met onze adviseur Grontmij. Allereerst geven wij u te kennen dat in het bestek een uitgebreid vooronderzoek is voorgeschreven op basis waarvan diverse toe te passen materialen, waaronder de afdekgrond, op stabiliteit moeten worden onderzocht. Dit geldt ook voor de samengestelde gelaagde afdekconstructie (interfaces). Dit biedt de garantie dat geschikte materialen worden toegepast. De provincie zal door ons worden betrokken zodra toetsingsresultaten bekend zijn.

Hoewel Grontmij van mening blijft dat het toepassen van geogrid strikt niet noodzakelijk is, hebben wij ter meerdere zekerheid besloten geogrid in het bestek als eis op te laten nemen voor de onderste steilere taluds.

Wat betreft de onderbouwing in het plan en bestek zijn naar aanleiding van uw reactie ook enkele wijzigingen en aanvullingen aangebracht om het inzicht te vergroten.

De belangrijkste aanvullingen / wijzigingen betreffen:

- In de tekst is verduidelijkt dat gangbare reductiefactoren zijn toegepast in de berekeningen conform NEN 6740. Door het toepassen van deze factoren wordt een veiligheidsmarge ingebouwd. Een uitkomst van een

berekening met 1,01 is daarom vanwege deze reductiefactoren niet marginaal maar veilig;

- In het bestek is voor de onderste steilere taluds aanvullend een geogrid opgenomen;
- De geotechnische berekeningen zijn verduidelijkt, toegelicht en aanvullend opgenomen in de rapportage met geotechnische berekeningen;
- Bij een nadere focus op de eisen voor de drainagemat is gebleken dat momenteel slechts één type van een bepaalde fabrikant aan de voor het werk gestelde eisen voldoet. Deze mat is dan nu ook voorgeschreven in het bestek.

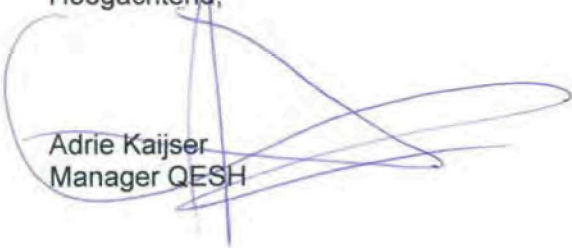
Omdat wij het ongewenst vinden om wijzigingen en verbeteringen middels een addendum in het plan en bestek op te nemen, is er een tweede versie van het eindafwerkingsplan en bestek opgesteld. Deze tweede versies zijn als bijlagen toegevoegd.

Wij stellen voor dat u kennis neemt van de tweede versies van het Integraal eindafwerkingsplan en bestek stortplaats Koegorspolder te Sluiskil. Gezien dat er meer verduidelijkingen en onderbouwingen zijn gegeven, gaan wij er vanuit dat uw eerdere goedkeuring op de eerste versies ook onverkort van kracht is op deze tweede versies. In het vervolg betreffen deze tweede versies dan de vigerende goedgekeurde documenten.

Gezien het vorenstaande en de bepalingen ter zake het vooronderzoek door de aannemer in het bestek en uw betrokkenheid in deze, zijn wij van mening dat we er voldoende vertrouwen in kunnen hebben dat met betrekking tot stabiliteit de uitvoering van de eindafwerking op een zorgvuldige wijze gaat plaats vinden en onnodige risico's worden voorkomen.

Wij zullen u binnenkort informeren over de planning rondom de eindafwerking van stortplaats Koegorspolder.

Hoogachtend,



Adrie Kaijser
Manager QESH

Bijlage:

- Integraal Eindafwerkingsplan Stortplaats Koegorspolder, versie 2, d.d 1 juni 2012 ;
- Bestel nr: GM-AHM-2010-15, Eindafwerking stortplaats Koegorspolder, versie 2, d.d. 24-4-2012.

Integraal Eindafwerkingsplan Stortplaats Koegorspolder

ten behoeve van de aanleg van een dichte eindafwerking en
het realiseren van een grondwaterbeheersmaatregel

Definitief

Stortplaats Koegorspolder B.V.

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 1 juni 2012

Verantwoording

Titel : Integraal Eindafwerkingsplan
Stortplaats Koegorspolder

Subtitel : ten behoeve van de aanleg van een dichte eindafwerking en
het realiseren van een grondwaterbeheersmaatregel

Projectnummer : 285287

Referentienummer : GM-0057988

Revisie : D2

Datum : 1 juni 2012

Auteur(s) : ir. H.L.J. Geusebroek, ir. S.H. Witteveen, ing. S.J.A. Copray

E-mail adres : hans.geusebroek@grontmij.nl

Gecontroleerd door : drs. R. van Wijhe

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : drs. P.A.A. Verhaagen

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Molen 48
3994 DB Houten
Postbus 119
3990 DC Houten
T +31 30 634 47 00
F +31 30 637 94 15
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Doel	6
1.3	Overzicht documenten	6
1.4	Leeswijzer	7
2	Basisgegevens	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Gegevens locatie	8
2.3	Bodemopbouw	9
2.3.1	Hoogteligging	9
2.3.2	Bodemopbouw	9
2.4	Geohydrologie	10
2.4.1	Grondwatermonitorsysteem	10
2.4.2	Grondwatermetingen	11
2.4.3	Stroomsnelheid	11
2.4.4	Oppervlaktewater	11
2.5	Kabels en leidingen	11
2.6	Beoordeling bestaande toestand	13
2.6.1	Zetting en Klink	13
2.6.2	Processen in de stortplaats	14
2.6.3	Staat en beoordeling bodembeschermende voorzieningen	16
2.6.4	Eindoordeel	17
3	Ontwerp dichte eindafwerking	18
3.1	Algemeen	18
3.2	Vergunningseisen	18
3.3	Uitgangspunten voor de vormgeving	18
3.4	Kwaliteit & levensduur	19
3.5	Voorgestelde vormgeving	20
3.5.1	Taluds	20
3.5.2	Bovenvlak	21
3.5.3	Oprit	21
3.6	Constructie	21
3.6.1	Afval (Basislaag)	22
3.6.2	Stortgasonttrekking	22
3.6.3	Steunlaag	23
3.6.4	Minerale laag	24
3.6.5	Folie	25
3.6.6	Drainagelaag	26
3.6.7	Geogrid	27
3.6.8	Afdeklaag	28
3.7	Voorkeursconstructie	29
3.8	Beplanting	29
3.9	Teenconstructie	29
3.9.1	Algemeen	29
3.9.2	Koegorsstraat-zijde (NO-zijde)	30
3.9.3	België-zijde (ZO-zijde)	30
3.9.4	Kanaal-zijde (ZW-zijde)	30

3.9.5	Westerschelde-zijde (NW-zijde).....	30
3.10	Percolaatafvoersysteem (renovatie)	30
4	Ontwerp beheersmaatregel grondwater.....	32
4.1	Algemeen	32
4.2	Ontwerp	32
4.2.1	Inleiding	32
4.2.2	Uitgangspunten en randvoorwaarden	32
4.2.3	Beheersdrain	33
4.2.4	Pompput & Pomp	33
4.2.5	Lozingssysteem.....	33
4.2.6	Effecten van de beheersdrain	33
4.2.7	Materiaalkeuze en functionele levensduur.....	34
4.3	Noodzakelijke vergunningen en overleg	34
4.4	Effect van de beheersdrain op aanwezige leidingen	35
4.5	Monitoringplan	35
4.5.1	Voorstel peilbuizen	35
4.5.2	Voorstel frequentie & pakket	35
5	Hemelwateropvang en – afvoer	36
5.1	Huidige situatie.....	36
5.2	Toekomstige situatie	36
5.3	Beschrijving ontwerp	38
5.4	Analyse ontwerp.....	38
5.5	Afsluitende opmerking.....	40
	Literatuur	41

- Bijlage 1: Ligging locatie (tek.nr. 44A-59781)
- Bijlage 2: Inmeting situatie 2009 (tek.nr. 44A-59786)
- Bijlage 3: Ligging kabels en leidingen (tek.nr. 44A-59799 en 44A-60458)
- Bijlage 4: Relevante vergunningseisen
- Bijlage 5: Voorgestelde vormgeving (tek.nr. 44A-61652)
- Bijlage 6: Dwarsprofielen (tek.nr. 44A-61627 + 44A-61627)
- Bijlage 7: Geotechnisch rapport
- Bijlage 8: Brief Zakkingsmetingen (nr. 13/99100904)
- Bijlage 9: Kadastrale situatie (d.d. 7-7-2010)
- Bijlage 10: Schema opbouw bovenafdicthting (tek.nr. 44A-59797)
- Bijlage 11: Isohypsenkaarten (tn02120 en tn02010)
- Bijlage 12: Controleberekening DOW en Shell leidingen
- Bijlage 13: Aanpassing percolaatafvoersysteem (tek.nr. 44A-60231)
- Bijlage 14: Regenwateropvang en afvoersysteem (tek.nr. 44A-60459)
- Bijlage 15: Stortgasopvang en afvoersysteem (tek.nr. 44A-60460)
- Bijlage 16: Drainagemat berekeningen

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Stortplaats Koegorspolder B.V. heeft Grontmij opdracht gegeven voor het uitvoeren van de volgende werkzaamheden:

- Het opstellen van een rapport van afdichting waarin zijn geïntegreerd:
 - Een definitief ontwerp voor de dichte eindafwerking;
 - Een definitief ontwerp voor het aanleggen van een grondwaterbeheersmaatregel;
 - Een plan voor de monitoring van het grondwater;
 - Een beplantingsplan;
- Het opstellen van een bestek. Dit bestek bevat de technische uitwerking van:
 - Het aanbrengen van de dichte eindafwerking;
 - Het aanbrengen van de grondwaterbeheersmaatregel inclusief monitoringsysteem;
 - Het aanbrengen van de beplanting.

De grondwaterbeheersmaatregel is opgenomen in het huidige nazorgplan. Het ontwerp en de berekeningen die hiervoor in het kader van dit nazorgplan zijn gemaakt, worden in dit plan en het bestek uitgewerkt tot een definitief ontwerp.

In voorschrift 4.13.4 van de Wm-vergunning (kenmerk 0400898/37/39, d.d. 3 februari 2004) is een plan van afdichting voorgeschreven. Dit plan dient te bestaan uit:

- 1) Een rapport van afdichting;
- 2) Een uitvoeringsgereed bestek inclusief kwaliteitsplan.

Het voorliggende plan geeft invulling aan punt 1.

Het gezamenlijke doel van het plan en bestek is:

- Het aanbrengen van een dichte eindafwerking;
- Het aanbrengen van een grondwaterbeheersmaatregel;
- Het realiseren van een dichte eindafwerking met een levensduur van minimaal 75 jaar, maar met 100 jaar als inzet;

1.2 Doel

Voorliggend rapport heeft een vierledig doel:

- Het toelichten van de ontwerpkeuzes van het ontwerp van de dichte eindafwerking;
- Het toelichten van de ontwerpkeuzes van het ontwerp van de grondwaterbeheersmaatregel;
- Het rapport dient samen met het bestek de provincie in staat te stellen om haar goedkeuring te verlenen;
- Het rapport dient samen met het bestek om voor het uitvoeren van de werkzaamheden overeenstemming te verkrijgen van de eigenaren van de kabels en leidingen die in directe nabijheid van de stortplaats liggen.

1.3 Overzicht documenten

In onderstaande opsomming is de plaats van dit rapport weergegeven in het stappenplan dat moet leiden tot een goedgekeurde dichte eindafwerking. De verschillende documenten worden in de loop der tijd opgesteld.

In de ontwerpfase:

1. Rapport van eindafwerking;
2. Bestek aanleg dichte eindafwerking en grondwaterbeheersmaatregel (RAW-systematiek), inclusief tekeningen;
3. Kwaliteitsplan (bijlage bij Bestek). In het kwaliteitsplan worden kwaliteitseisen aan de diverse materialen opgenomen en bevat tevens het Keuringsplan;
4. VGM-plan (ontwerpfase) (bijlage bij Bestek).

Voor deze vier stappen (twee documenten inclusief bijlagen) dient goedkeuring van Bevoegd Gezag verkregen te worden.

Na gunning worden de volgende documenten opgesteld:

5. VGM-plan (uitvoering) (op te stellen vóór aanleg door de aannemer).
6. Kwaliteitsplan (uitvoering) (op te stellen vóór aanleg door de aannemer).

Na aanleg van de dichte eindafwerking wordt opgesteld:

7. Keuringsrapport dichte eindafwerking (op te stellen na aanleg door de Directie).

1.4 Leeswijzer

Voorliggend rapport is ingedeeld in de volgende hoofdstukken:

- Basisgegevens (hoofdstuk 2);
- Ontwerp dichte eindafwerking (hoofdstuk 3);
- Ontwerp beheersmaatregel grondwater (hoofdstuk 4);
- Hemelwateropvang en -afvoer (hoofdstuk 5).

2 Basisgegevens

2.1 Inleiding

In deze rapportage worden de voor dit plan relevante basisgegevens over de stortplaats weer-gegeven.

2.2 Gegevens locatie

De stortplaats is gelegen aan de Koegorsstraat 19, ongeveer 1.500 m ten noordoosten van Sluiskil in de gemeente Terneuzen. De stortplaats heeft een (plat) oppervlakte van circa 9,85 ha en is gefaseerd in 3 fasen, aangelegd: fasen 2, 3a en 3b. In de periode 1989 tot eind 2004 is afval gestort op de stortplaats. Een overzichtstekening van het hele gebied is opgenomen in bijlage 1. Een recente hoogtemeting van de stortplaats (2009) is weergegeven in bijlage 2. Bijlage 9 bevat de kadastrale kaart.

De exploitatie is gestart door de gemeente Terneuzen en is later overgegaan naar Stortplaats Koegorspolder B.V..

In de 1^e stortperiode zijn relatief steile taluds (huidige helling 1:2,1 tot circa NAP +10m) aangelegd. In die periode was aanvankelijk alleen een grondafdekking noodzakelijk. Door Stortplaats Koegorspolder B.V. is een volumeneutrale wijziging van de eindvorm doorgevoerd ten einde te gaan voldoen aan de eisen van het Stortbesluit. De vanaf dat moment aangelegde taluds zijn verflauwd naar aanleg van 1:2,5 waarbij er vanuit werd gegaan dat deze helling door klink verder zou verflauwen. Verder is een bolling aan de bovenzijde voorgesteld voor de noodzakelijke afwatering. Door deze aanpassing is de eindhoogte afval hoger geworden (NAP +35m). In de huidige situatie is het onderste talud 1:2,1 (tot circa NAP +10m), is het middelste talud 1:2,6 (tot circa NAP +20m) 1:2,6 en is het bovenste talud van 1:3 (tot circa NAP +30m).

In de Richtlijn dichte eindafwerking [VROM, 1991a] is op basis van de stand der techniek (van 1991) een maximaal talud van 1:2,5 voorgeschreven, met voorkeur van minder dan 1:3. Voor het bovenvlak is een minimale helling van 1:33, met voorkeur van 1:20 voorgeschreven (pagina 8).

Het Stortbesluit is een instructie-AMvB (1993). Op basis van het Stortbesluit worden in vergunningen de plicht tot aanleg van een bovenafdichting opgenomen.

In 2001 is een bovenafdichtingsplan opgesteld met als uitgangspunt zo min mogelijk afval te verplaatsen. Op basis van de toenmalige technische inzichten is gesteld dat afdichting van het steile talud mogelijk is. De meerkosten van de (aanleg van de) afdichting zijn in deze rapportage benoemd.

In de vigerende vergunning is de door Stortplaats Koegorspolder B.V. gekozen vormgeving bevestigd (art. 4.6.3: nieuwe taluds niet steiler dan 1:3 en maximale stortheogte NAP +30m en (daarboven voor het bovenvlak) een bolling van 5% (de maximale hoogte is dus afhankelijk van de grootte van het bovenvlak).

In het bovenafdichtingsplan 2005 is met betrekking tot de vormgeving gesteld:

- Handhaving huidige taluds (de getrapte vorm met steeds flauwere taluds);
- Bolling bovenvlak 5% tot maximaal NAP +34m.

In het goedgekeurde nazorgplan [Grontmij, 2008] wordt de gekozen variant uit het bovenafdichtingsplan beschreven en financieel gewaardeerd. In het nazorgplan staat op pagina 15:

" Het eindmodel is vastgelegd in de Wm-vergunning van de stortplaats en is binnen de grenzen van de stortcompartimenten als volgt:

- Taludhelling van max. 26^0 (1:2,1) tot de eerste steunberm op NAP +10 m;
- Steunberm (op NAP +10 m) van 4 m horizontaal;
- Taludhelling van max. 26^0 (1:2,1) tot de tweede steunberm op NAP +20 m;
- Steunberm (op NAP +20 m) van 4 m horizontaal;
- Taludhelling van $18,4^0$ (1:3) tot NAP +30 m;
- Bolling van 5% tot NAP +33,5 m."

Het beschikbaar grondoppervlak rondom de stortplaats is beperkt en vrijwel volledig benut.

Ten noordwesten van de stortplaats liggen 3 voormalige stortplaatsen:

- Stortplaats ACZC (gestort 1965 – 1977);
- Stortplaats fase 0 (gestort 1977 – 1981);
- Stortplaats fase 1 (gestort 1981 – 1989).

Deze drie stortplaatsen zijn zogenoemde NAVOS-locaties. De fasen 0 en 1 zijn in eigendom van de Gemeente Terneuzen. Fase ACZC is in eigendom van ACZC (of diens rechtsopvolger). Deze drie stortplaatsen maken geen onderdeel uit van de af te dichten stortplaats Koegorspolder en vallen daarom buiten de scope van dit afdichtingsplan.

Nadat de dichte eindafwerking is gerealiseerd, wordt een nieuw hekwerk geplaatst tussen stortplaats Koegorspolder en de stortplaatsen fase 0 en fase 1. Op die manier wordt een fysieke scheiding tussen de locaties gerealiseerd.

De vier zijden van de stortplaats worden in dit afdichtingsplan en in het op te stellen bestek op de volgende wijze benoemd:

- Straatzijde;
- Belgiëzijde;
- Kanaalzijde
- Westerscheldezijde.

2.3 Bodemopbouw

2.3.1 Hoogteligging

De maaiveldhoogte rondom de stortplaats ligt globaal tussen NAP +1,05 m en NAP +1,56 m, zoals blijkt uit de hoogtemeting 2009.

2.3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is in onderstaande tabel geschematiseerd.

Tabel 2.1 Bodemopbouw geschematiseerd

Diepte (m -mv.)	Omschrijving	Bijzonderheid	Formatie
0,0 tot 1 à 2	Jonge zeeklei (zavelgrond)	Kleigehalte 20-40%	Duinkerke-klei (Holoceen)
1 à 2 tot 10	Zwak tot matig slibhoudend fijn zand	Kleigehalte 2-5%	Formatie van Twente (Jong-Holocene Scheldeloop)
10 tot 10 à 30	Matig fijn tot middelfijn zand.	Plaatselijk lagen met een hoger kleigehalte	Eemformatie / Afzetting van Vlissingen
10 à 30 tot 30	Kleilaag	Kleigehalte van 10-20%, plaatselijk 20-40% klei	Oligoceen

De bodem bestaat uit een afwisseling van leem, zand en klei. Uit grondmechanisch onderzoek is gebleken dat het samendrukbare pakket een dikte heeft van circa 4 m. Dit pakket bestaat uit een opeenvolging van meer of minder sterk lemige lagen. Verder is in het samendrukbare pakket op veel plaatsen een veenlaag aangetroffen van enkele centimeters tot een halve meter dik.

2.4 Geohydrologie

De geohydrologie is geschematiseerd weergegeven in onderstaande tabel. Deze schematisatie is voornamelijk gebaseerd op de gegevens van de Rijks Geologische Dienst (RGD), sondeergrafieken en boringen op de locatie.

Tabel 2.2 Geohydrologische schematisatie

diepte (m +NAP)	geohydrologische eenheid	samenstelling	Weerstand (c) / Doorlatendheid (kD)
+1,5 tot -2	deklaag	matig lichte zavel tot lichte klei, lokaal zijn zandlaagjes en veen aanwezig	C0 = 200 à 300 d
-2 tot -5	1e watervoerende laag (Ondiep)	zeer fijn tot matig fijn, matig kleiarm tot kleilig zand	kD1 = 10 à 15 m ² /d
-5 tot -7	1e scheidende laag	klei (niet uniform en niet aaneengesloten)	C1 = 100 d
-7 tot -10	2e watervoerende laag (Middeldiep)	Zand en kleilaagjes	kD2 = 10 m ² /d
-10 tot -12	2e scheidende laag	klei- en zandlaagjes	C2 = 500 d
-12 tot -18	3e watervoerende laag (Diep)	zandig, incidenteel fijnzandige leemlagen	kD3 = 25 m ² /d

2.4.1 Grondwatermonitorsysteem

Voor de controle van het grondwater zijn rondom de locatie elf peilbuizen aanwezig met in totaal 27 filters.

Tabel 2.3 Overzicht peilbuizen (onderkant filter in m t.o.v. NAP)

Peilbuis	Omschrijving (en locatie) peilbuis	Ondiep (O)	Middendiep (M)	Diep (D)
		4,0-6,0 -NAP	8,0-10,0 -NAP	14,0-16,0 -NAP
B10	Koegorsstraat zijde (benedenstrooms stortplaats)	-4,70	-8,60	-14,60
B11	Koegorsstraat zijde (benedenstrooms stortplaats)	-4,80	-8,70	-
B12	Koegorsstraat zijde (benedenstrooms stortplaats)	-4,50	-8,50	-14,50
B13	België zijde (zuidzijde stortplaats)	-4,80	-8,80	-14,80
B14	Kanaal zijde (westzijde stortplaats)	-4,90	-8,90	-
B15	Kanaal zijde (westzijde stortplaats)	-5,10	-9,00	-15,00
B16	Westerschelde-zijde (noordzijde stortplaats)	-4,90	-9,40	-
B17	Westerschelde-zijde (noordzijde stortplaats)	-5,50	-10,0	-
B18	Koegorsstraat zijde (benedenstrooms stortplaats)	-6,00	-10,0	-16,00
B19	Koegorsstraat zijde (benedenstrooms stortplaats)	-6,00	-10,0	-
B20	Koegorsstraat zijde (benedenstrooms stortplaats)	-6,00	-10,0	-

2.4.2 Grondwatermetingen

Sinds 1999 wordt tweemaal per maand de grondwaterstand opgenomen in de peilbuizen B10 tot en met B17. Vanaf 2002 wordt ook in de peilbuizen B18, B19 en B20 de grondwaterstand gemeten.

Op basis van de ondiepe grondwaterstanden gemeten op 27 maart 2009 en 14 oktober 2009 is een isohypsenkaart opgesteld (zie bijlage 11). Op basis van deze kaarten wordt geconcludeerd dat de grondwaterstromingsrichting gedurende het gehele jaar oostelijk is georiënteerd.

2.4.3 Stroomsnelheid

Het verhang in het grondwater is afgerond 0,0013 (0,5m/380m). Het effectieve poriënvolume is 30% en de doorlaatfactor is via Microfem bepaald op 3 à 4,5 m/etm. De stroomsnelheid van het grondwater kan met de volgende formule worden bepaald:

$$\text{Stroomsnelheid} = \frac{\text{verhang (i)} * \text{doorlaatfactor (k)}}{\text{effectieve porositeit}}$$

De effectieve stroomsnelheid bedraagt circa 5 tot 10 m/jaar. In grote lijnen beweegt het ondiepe grondwater zich in oostelijke richting. De stromingsrichting van het tweede watervoerend pakket is zuidelijk tot zuidoostelijk gericht.

2.4.4 Oppervlaktewater

Het streefpeil van het oppervlaktewater in de omgeving is NAP -1,00/-1,10m (zomer/winterpeil). Bij hevige neerslag zijn waterstanden tot ongeveer NAP -0,50m geconstateerd (opgave Waterschap).

Op de locatie is een bergingsloot aanwezig aan de België-, Kanaal- en Westerscheldezijde. De bodem van deze sloot bevindt zich gemiddeld op NAP -0,40m.

Het water in de bergingsloot wordt in de huidige situatie bij een hoge waterstand samen met het percolaat afgevoerd via een persleiding van het Waterschap Zeeuws Vlaanderen naar een rwzi.

2.5 Kabels en leidingen

Rondom de locatie bevinden zich diverse kabels en leidingen, waarvan diverse zeer dicht bij de teen van de stortplaats. De nabijheid van de kabels en leidingen brengt technische beperkingen met zich mee voor het ontwerp van de dichte eindafwerking.

Bijlage 3 bevat twee tekeningen met een overzicht van de aanwezige kabels en leidingen.

De volgende leidingen zijn de meest belangrijke leidingen die aanwezig zijn:

- Straatzijde: DOW-productleiding en Shell-productleiding (diepte van NAP -0,1 m en op een afstand tot de teen van de eindafwerking van ten minste 3,8 meter);
- Belgiëzijde: geen;
- Westerscheldezijde: Yara-koelwaterleiding (diepte van NAP -0,9m tot NAP -2,5m, afstand tot de eindafwerking 10 m), Evides waterleiding (2 stuks, afstand tot de teen eindafwerking 2,0 meter, diepte van NAP -0,5m tot NAP -9,5m), Delta-percolaatleidingen, Delta-stortgasleiding;
- kanaalzijde: Gasunie-gasleiding (diepte van NAP -0,5 m en op een afstand tot de teen van de eindafwerking van circa 12,0 meter), Delta-middenspanning, Delta-percolaatleiding.

Gezien de aard en omvang van de aanwezige kabels- en leidingen is het verleggen hiervan vanuit kosten oogpunt geen optie. In plaats daarvan moeten, indien noodzakelijk, maatregelen genomen worden ter bescherming van de kabels- en leidingen tijdens de uitvoering van het werk. Deze maatregelen vallen uiteen in ontwerp & uitvoering, waarbij tevens rekening gehouden moet worden met de zakelijke rechten die op een aantal tracés zijn gevestigd.

Ontwerp

Voorliggend plan bevat het ontwerp voor de dichte eindafwerking (hoofdstuk 3) en het ontwerp voor de beheersmaatregel grondwater (hoofdstuk 4). Deze ontwerpen bevatten een aantal elementen die van invloed kunnen zijn op de kabels en leidingen:

- De dichte eindafwerking veroorzaakt zettingen op de ondergrond. Deze zettingen kunnen op hun beurt weer invloed hebben op de aanwezige kabels en leidingen;
- Het tijdelijk verlagen van de grondwaterstand tijdens het aanbrengen van de grondwaterbeheersmaatregel kan invloed hebben op de aanwezige kabels en leidingen;
- Het permanent verlagen van de grondwaterstand tijdens het in gebruik zijn van de grondwaterbeheersmaatregel kan invloed hebben op de aanwezige kabels en leidingen.

De volgende geotechnische berekeningen (zie bijlage 7) zijn uitgevoerd:

1. De stabiliteit van de constructie van de dichte eindafwerking op de taluds. De stabiliteitsberekeningen geven de randvoorwaarden aan waaraan het ontwerp van de dichte eindafwerking moet voldoen, inclusief de daarbij benodigde materialen. Deze randvoorwaarden maken deel uit van het bestek;
2. Grondverplaatsing als gevolg van het aanbrengen van de dichte eindafwerking. De zettingen ter plaatse van de kabels en leidingen aan de Straatzijde blijven beperkt tot circa 0,01 meter. De horizontale grondvervorming ter plaatse van de kabels en leidingen aan de straatzijde bedraagt circa 0,03 meter;
3. Dimensionering van een optionele grondkerende constructie (stalen damwand) ter bescherming van kabels en leidingen (Straatzijde);
4. Dimensionering van een optionele grondkerende constructie (stalen damwand) die eventueel noodzakelijk kan zijn om de dichte eindafwerking op te vangen wegens ruimtegebrek (Belgiëzijde). Door het beschikbaar komen van terrein is deze grondkerende constructie niet noodzakelijk gebleken.

De grondwaterbeheersmaatregel wordt aangebracht met een kettinggraver waardoor de invloed op de nabije leidingen minimaal is. De invloed van de grondwaterbeheersmaatregel op de kabels en leidingen is minimaal. Het ontwerp van dit systeem is uitgewerkt in hoofdstuk 4.

Maatregelen leidingen DOW en Shell (Straatzijde)

Op basis van het verwachte verplaatsingsgedrag van de bodem (maximaal 3 cm horizontaal en maximaal 1 cm verticaal) zijn, voor de situatie zonder stalen damwand, controleberekeningen gemaakt door r+k Consulting Engineers (zie bijlage 12). De berekeningen hebben betrekking op de leidingen van DOW en Shell en zijn berekend conform de NEN 3650.

De uitkomsten van deze berekeningen zijn dat, in de eindsituatie (zonder grondkerende constructie), de integriteit van de leidingen van DOW en Shell gewaarborgd blijft. De grootste spanningen treden op bij de bocht waarbij beide leidingen de Koegorsstraat kruisen en het veld inbuigen. Deze spanning is een gevolg van de optredende bochtkrachten en de optredende horizontale en verticale zettingen ten gevolge van het afdekken van de stortplaats.

Ten aanzien van de rapportage van r+k heeft Grontmij de volgende aanvullingen en toelichtingen:

- De leidingen van Shell en DOW zijn gelijktijdig berekend. Omdat van de Shell leiding alleen een bovenaanzicht bekend is, is voor de alignment (ligging, boogstralen, diepte etc.) van de Shell leiding hetzelfde aangehouden als voor de DOW-leiding. In de rapportage van r+k, hoofdstuk 2, zin 1 wordt gesproken over 'leiding', hier wordt dus beide leidingen bedoeld;
- De berekeningen betreffen de eindsituatie. Er is niet gerekend voor de situatie tijdens de uitvoering. Hiervoor zullen de volgende maatregelen in het bestek worden opgenomen:
 - Het plaatsen van zakkbaken en het periodiek inmeten hiervan. De resultaten van de metingen dienen één dag later bekend te zijn voor de beheerders;
 - Het plaatsen van draglineschotten boven de leidingen tijdens de uitvoering;
 - De leiding dient te allen tijde toegankelijk te zijn voor de netbeheerder.

- In de teen van het talud van de stortplaats wordt een diepdrainage aangelegd met een kettinggraver (op NAP -2,5m of dieper). Bij aanleg en in de definitieve situatie (onttrekking) moet zorg worden gedragen dat de integriteit van de leidingen gewaarborgd blijft. In hoofdstuk 4 is daarom als uitgangspunt genomen dat de onttrekking van grondwater niet mag leiden tot zettingen ter plaatse van de nabijgelegen gevoelige transportleidingen. In het bestek zullen bepalingen worden opgenomen om de integriteit in de aanlegfase te waarborgen.

Maatregelen Gasunie-leiding (Kanaalzijde)

Door Gasunie is aangegeven dat de verwachte grondbewegingen (maximaal 1 cm horizontaal en maximaal 1 cm verticaal) geen bezwaar zijn voor de nabij gelegen gastransportleiding. Voor de zekerheid wil zij een nulmeting van de ligging van de leiding en een controle meting na een aantal maanden laten verrichten om zo zeker te zijn dat de gerealiseerde zettingen ook de verwachte zettingen volgen.

Maatregelen Yara-leidingen (Westerscheldezijde)

De koelwaterleiding van Hydro-Agri ligt circa 12 m van de huidige teen van de stortplaats. Op deze leiding is een zakelijk recht van 4 m (aan weerszijde) van toepassing. Er is voldoende ruimte voor de teenconstructie. De huidige sloot is gesitueerd ter plaatse van de toekomstige ringsloot en kan derhalve deze functie overnemen. De verwachte grondbeweging ter plaatse van deze leiding is minimaal (maximaal 1 cm horizontaal en maximaal 1 cm verticaal).

Speciale aandacht is nodig ter plaatse van de bocht in deze leiding. De ophoging ten behoeve van de oprit en mogelijk ook de storkade van fase 3b bevindt zich boven de leiding. Dit is in principe ongewenst. Gestreefd wordt naar het verwijderen van de ophoging en het in de richting van de Koegorsstraat verplaatsen van de oprit. In het werk zal moeten worden bepaald of een volledige verwijdering van de ophoging mogelijk is. Door het verwijderen van de ophoging neemt de belasting op de leiding af en zijn er in de bocht van de Yara-leiding geen bewegingen te verwachten.

Maatregelen Evides-leidingen (Westerscheldezijde)

Voor de waterleidingen van Evides is ter plaatse van de oude stortfase 1 beperkte ruimte beschikbaar. Na aanleg van de afdichting is voor de binnenste leiding circa 1,5 m beschikbaar. Deze leiding ligt deels op circa 1,2m -mv. en deels veel dieper (gestuurde boring tot maximaal NAP -9,6m). De verwachte beweging ter plaatse van het ondiepe deel van de leiding is maximaal 1 cm horizontaal en maximaal 1 cm verticaal. Deze grondbewegingen vormen naar verwachting geen gevaar voor de integriteit van de Evides-leidingen.

Maatregelen in de uitvoering

Door de leidingeigenaren zijn wensen en eisen naar voren gebracht. Tezamen met de resultaten van de geotechnische berekeningen zullen deze worden vertaald in een serie van operationele maatregelen die de aannemer tijdens het werk moet nemen. Deze maatregelen zullen worden opgenomen in het bestek.

2.6 Beoordeling bestaande toestand

Op basis van voorschrift 4.13.2 (Wm-vergunning) dient, voorafgaand aan het aanbrengen van de dichte eindafwerking, de bestaande toestand van de stortplaats beoordeeld te worden op de vraag of de stortplaats voldoende tot rust is gekomen om de dichte eindafwerking aan te brengen. Deze beoordeling vindt plaats op de volgende punten:

2.6.1 Zetting en Klink

Door Landmeterkantoor Tom Barbe is van november 2006 tot en met oktober 2009 in totaal zeven maal de stortplaats ingemeten door middel van GPS (november 2006, april/oktober 2007, april/november 2008, april/oktober 2009). In 2010 zijn de metingen niet meer uitgevoerd. Er zijn op de locatie Koegorspolder geen zakbaken of vaste meetpunten aanwezig. De meetgegevens zijn aan Grontmij ter beschikking gesteld, waarin de hoogten op punten in een raster zijn weergegeven. De gegevens hebben grotendeels betrekking op het bovenvlak.

In bijlage 8 is een brief gevoegd genaamd Zakkingsmetingen Koegorspolder, waarin de zakkingsgegevens zijn beschreven, geanalyseerd en een advies over de technische uitvoerbaarheid is gegeven. De conclusies zijn onderstaand kort samengevat:

De gepresenteerde waarnemingen wijzen erop dat waarschijnlijk binnen afzienbare tijd de afvlakking overal op zal treden. Verwacht wordt dat de hoeveelheid restzakking in de orde van tientallen centimeters is. Dergelijke zakkingsvormen vormen geen belemmering voor het aanbrengen van de dichte eindafwerking. Verschilzakkingen (over korte afstand) worden vanwege de lange rustperiode niet meer verwacht.

Bovenaanstaand zettingsgedrag is in lijn met de ervaringen bij andere stortplaatsen. De aanbrengen dichte eindafwerking is flexibel van aard en in staat op de verwachte zettingen op te vangen.

2.6.2 *Processen in de stortplaats*

In het stortlichaam doen zich bij de afbraak van het stortlichaam biologische processen plaats. De aard van deze processen kan worden afgeleid uit het percolaat en de vorming van stortgas.

Percolaat

Jaarlijks wordt het percolaat van stortfase 3B bemonsterd en geanalyseerd. De analyseresultaten van het percolaat worden besproken in de Jaarrapportage Koegorspolder – onderdeel monitoring.

In tabel 2.4 zijn de geanalyseerde parameters van de afgelopen vijf jaar weergegeven. In tabel 2.4 is van het percolaat het gemiddelde en de standaard afwijking van het percolaat berekend op basis van alle bekende meetgegevens.

Op basis van de analyseresultaten van het percolaat van fase 3B kan worden geconcludeerd dat de concentraties van de verschillende geanalyseerde parameters in het percolaat over de afgelopen vijf jaar vrij constant zijn.

Tabel 2.4 Percolaat stortfase 3B trend laatste vijf jaar incl. gemiddelde over negen jaar

Parameter	Eenheid	Jaren					gemiddelde*	standaard deviatie
		2005	2006	2007	2008	2009		
Gidsstoffen								
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mgN/l	1610	1330	1400	1130	1370	1384	144
CZV	mgO/l	3590	3100	3080	2440	2900	2775	547
Arseen (As)	µg/l	155	178	151,2	85,3	161,1	201	101
Chroom (Cr)	µg/l	508	479	513	434	522	393	130
Nikkel (Ni)	µg/l	448	485	496	512	576	379	144
BTEX	µg/l	<i>n.b**</i>	48	53	54	<i>n.b.</i>	76	35
Naftaleen	µg/l	4,2	10,5	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	19	9,8	5,8
Andere geanalyseerde stoffen								
Koper (Cu)	µg/l	4,3	42,1	24,1	62,8	26	31	21
Zink (Zn)	µg/l	131	404	166	45,9	138	154	95
Cadmium (Cd)	µg/l	0,4	1,7	0,8	2,1	<1,5	2	2
Lood (Pb)	µg/l	6,90	26,9	15,3	52,8	<25	31	30
Kwik (Hg)	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0,10	0,12
Benzeen	µg/l	<i>n.b.</i>	<15	<15	<15	<15	10	1
Tolueen	µg/l	<i>n.b.</i>	<15	<15	<15	<15	15	10
Ethylbenzeen	µg/l	<i>n.b.</i>	27	<15	17	<15	21	13
Xylenen	µg/l	<i>n.b.</i>		21	16	24	28	16
m,p-xyleen	µg/l	<i>n.b.</i>	27	21	16	<i>n.b.</i>	21	6
1,2-xyleen	µg/l	<i>n.b.</i>	<15	<15	<15	<15	11	0
Som 1,3 en 1,4-xyleen	µg/l	<i>n.b.</i>	27	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	27	0
Minerale olie	µg/l	250	180	50	200	530	208	164
Chloride (als Cl)	mg/l	2900	2600	2700	2500	2700	2610	270

*Betreft aantal metingen meegenomen in berekening van gemiddelde en standaard deviatie. Indien tijdens een meetronde voor een parameter een waarde is gemeten kleiner dan de detectielimiet dan is deze meting als 0,7 maal de detectielimiet meegenomen in de berekening van het gemiddelde en de standaard deviatie. Het gemiddelde is bepaald over de meetresultaten van de afgelopen elf jaar;

**n.b.: niet bepaald.

Stortgas

De biochemische processen waardoor stortgas gevormd wordt verlopen langzaam. Hierdoor komt stortgas vertraagd vrij. In het begin relatief veel, in latere jaren steeds minder. Daarbij wordt de zogenaamde halfwaardetijd gehanteerd. Dit resulteert in een vormingscurve met de volgende algemene kenmerken: In de exploitatiefase stijgt de hoeveelheid gevormd stortgas vrij snel als gevolg van de toenemende hoeveelheid afval op de stortplaats, om in de daaropvolgende jaren te dalen (afhankelijk van de halfwaardetijd).

In 2004 is voor Stortplaats Koegorspolder door Royal Haskoning een stortgasproductieprognose opgesteld op basis van het multi-fasen model. De minimale en maximale vormingshoeveelheid, de bandbreedte van de stortgasvorming, is daarmee geprognosticeerd bij een methaanpercentage van 50%. De bandbreedte is gebaseerd op de halfwaardetijd van de microbiologische afbraak van het afval en dit is een inschatting gebaseerd op ervaringsgegevens. Deze geprognosticeerde minimale en maximale vormingshoeveelheden stortgas zijn opgenomen in tabel 1.

Het winningsrendement in de exploitatiefase is doorgaans minder hoog. Zodra een stortplaats definitief afgedicht is, wordt veelal een winningrendement van 95-100% aangenomen¹. Uit ervaringsgegevens van stortplaats Koegorspolder kan worden afgeleid dat de stortgasvorming de minimale vormingshoeveelheid benaderd. Op basis van de stortgasproductieprognose en aanleg van de afdichting in 2011 blijkt dat er circa 260 Nm³/hr aan stortgas kan worden verwerkt. Doordat na aanleg van de afdichting het afvalpakket uitdroogt, vertraagt de stortgasvorming en zal de stortgaswinning sneller afnemen.

¹ Handreiking methaanreductie stortplaatsen, SenterNovem

Verwacht wordt dat vanwege het uitdrogen van het stortlichaam maximaal na tien jaar na het aanbrengen van de dichte eindafwerking de affakkeling kritisch zal zijn en zal stoppen. Vervolgens zal een periode het vrijkomende stortgas via een biofilter of een actiefkoolfilter worden geëmitteerd².

Tabel 2.5 Geprognosticeerde stortgasvorming Stortplaats Koegorspolder (2005 – 2026)

Jaar	Vorming Nm ³ /hr min	Vorming Nm ³ /hr max
2005	541	670
2006	477	573
2007	414	509
2008	363	456
2009	322	411
2010	288	372
2011	259	339
2012	235	311
2013	214	286
2014	195	264
2015	179	245
2016	165	228
2017	152	213
2018	140	199
2019	130	187
2020	120	176
2021	112	166
2022	104	156
2023	96	148
2014	90	140
2025	84	133
2026	78	126

Uit de stortgasproductieprognose en op basis van de gerealiseerde stortgaswinning blijkt dat de piek van stortgasvorming al jaren geleden is gepasseerd en dat de stortgasvorming van Stortplaats Koegorspolder in het dalende gedeelte van de vormings- en winningscurve zit. Na aanleg van de dichte eindafwerking wordt nog wel een kleine piek in de stortgaswinning verwacht.

Slotconclusie percolaat en stortgas:

Uit bovenstaande bevindingen kan worden afgeleid dat er vanuit de biologische processen in de stortplaats geen beperkingen meer zijn t.a.v. het aanbrengen van de dichte eindafwerking.

2.6.3 Staat en beoordeling bodembeschermende voorzieningen

Jaarlijks wordt in de Jaarrapportage Koegorspolder – onderdeel monitoring de staat van de bodembeschermende voorzieningen (onderafdichtingsconstructies) besproken. Onderstaand worden de conclusies en bevindingen van 2009 samengevat:

Overzicht

In de tabel 2.6 wordt een overzicht gegeven van de bodembeschermende voorzieningen van de stortplaats Koegorspolder.

² Nazorgplan stortplaats Koegorspolder (versie 2008), Grontmij, 22 mei 2008

Tabel 2.6 Overzicht bodembeschermende voorzieningen (onderafdichting)

Fase	Oppervlakte	Voorzieningen				Datum ingebruikname
		Folie	Minerale afdichting	Drainage		
				M*	P*	
2a	2,1 ha.	+	-	-	+	1986
2b	2,0 ha.	+	-	-	+	1986
3a	3,4 ha.	+	-	+	+	1989
3b	2,0 ha.	+	-	+	+	1991

* M = monitoringdrainage, P = percolaatdrainage;

+ = van toepassing;

- = niet van toepassing.

Levensduur van de aanwezige afdichtingen

Percolaatdrainage

Het systeem bestaat uit HDPE-drains. De levensduur van dergelijke drains is minstens 50 jaar.

De percolaatdrains worden jaarlijks doorgespoten. Gezien de constructie van percolaatdrains en het foliecompartiment bestaan er geen mogelijkheden om bijvoorbeeld via camera-inspectie de oorzaak van verstoppingen na te gaan. De percolaatdrainage is over het algemeen goed doorspuitbaar.

Folieafdichting

De folieafdichting bestaat uit 2mm HDPE. De levensduur wordt door diverse auteurs geschat op minstens 50 jaar.

Onderdrainage

Het systeem bestaat uit PVC-ribbeldrains. De levensduur van dergelijke drains wordt door diverse auteurs geschat op 30 tot 50 jaar.

De drains zijn aangelegd in de periode van 1986 t/m 1991. De controledrains worden vanaf de aanleg jaarlijks doorgespoten. Gezien de geringe diameter (Ø 50 mm) van de drains bestaan er geen mogelijkheden om bijvoorbeeld via camera-inspectie de oorzaak van verstoppingen na te gaan. De onderdrainage is over het algemeen slecht doorspuitbaar (circa 20% van de totale lengte). Vanaf 2005 wordt de onderdrainage niet meer gebruikt bij de jaarlijkse monitoring.

Conclusies

Een eventueel falen van de onderafdichting is vanwege het niet meer kunnen gebruiken van de onderdrainage lastig te detecteren. Tot op heden zijn er geen aanwijzingen aangetroffen die er op duiden dat de onderafdichting faalt. Derhalve wordt er van uitgegaan dat de isolatie van de IBC-stortplaats functioneert.

2.6.4 Eindoordeel

In deze paragraaf zijn de diverse onderdelen behandeld op basis waarvan bepaald kan worden of de stortplaats voldoende in rust is om een dichte eindafwerking aan te leggen. Onderstaande conclusies zijn getrokken:

- De te verwachten restzakkingen zijn dermate klein dat er technisch gezien geen aanleiding is om de aanleg van de dichte eindafwerking uit te stellen;
- De samenstelling van het percolaat is al jaren constant;
- De piek van stortgasvorming al jaren geleden is gepasseerd en dat de stortgasvorming van Stortplaats Koegorspolder in het dalende gedeelte van de vormings- en winningscurve zit;
- Er zijn geen aanwijzingen aangetroffen die er op duiden dat de onderafdichting faalt.

Op basis van de gepresenteerde gegevens wordt de stortplaats als voldoende "in rust" beschouwd om een dichte eindafwerking aan te brengen.

3.1 Algemeen

Voor het ontwerp worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

1. Voldoen aan de eisen van de vigerende Wm-vergunning;
2. Aan de huidige vormgeving wordt zo min mogelijk gewijzigd;
3. Zo beperkt mogelijk herschikken van reeds gestorte afvalstoffen;
4. De levensduur van de afdichting en het grondwaterbeheerssysteem dient minimaal 75 jaar te bedragen, gestreefd wordt naar een levensduur van 100 jaar.

3.2 Vergunningseisen

In hoofdstuk 4.13 van de vigerende Wm-vergunning zijn de eisen opgenomen die gelden t.a.v. het aanbrengen van een dichte eindafwerking. Deze eisen zijn toegevoegd als bijlage 4.

In voorschrift 4.13.3 wordt voorgeschreven dat dichte eindafwerking ten minste dient te voldoen aan het beschermingsniveau zoals bedoeld in de Richtlijn Dichte Eindafwerking [VROM,1991]. In deze Richtlijn wordt een combinatieafdichting voorgeschreven.

3.3 Uitgangspunten voor de vormgeving

In de Richtlijn dichte eindafwerking wordt een taludhelling geadviseerd van (minder dan) 1:3 en wordt 1:2,5 als maximaal toelaatbaar geacht. Deze hellingen zijn gebaseerd op de toenmalige stand der techniek. Ondertussen zijn in Nederland op een aantal plaatsen steilere hellingen afdicht:

- C2-deponie (aanleg in 2002, talud 1:2, hoogte 11m, folie+trisoplast);
- Geluidswallen Vleuten-de Meern (aanleg in 2000, talud 1:1,5, hoogte 10m, folie + bentonietmat).

In de Richtlijn dichte eindafwerking wordt voor het bovenzvlak een helling van 1:20 (= 5%) geadviseerd en wordt een helling van 1:33,3 (= 3%) als minimum toelaatbaar geacht.

Voor de vormgeving en de daaraan verbonden technische eisen zijn de volgende punten van belang:

- Steilheid van de (huidige) taluds. Er zijn geotechnische berekeningen (zie bijlage 7) uitgevoerd om de maatregelen vast te stellen die een voldoende stabiele constructie garanderen. Deze eisen worden later in dit hoofdstuk beschreven en worden opgenomen in het bestek;
- Aanwezigheid van leidingen in de directe nabijheid van de stortplaats, waardoor de ruimte voor de teen van de dichte eindafwerking aan de Koegorsstraat beperkt is. Het grondmechanisch effect van de dichte eindafwerking op de kabels- en leidingen is doorgerekend. De maatregelen die nodig zijn om de kabels en leidingen te beschermen zijn beschreven in hoofdstuk 2.5 en worden opgenomen in het bestek;
- De beperkte ruimte in de teen ter hoogte van de Belgiëzijde. Plaatselijk is, op eigen terrein, niet voldoende ruimte aanwezig voor een teenconstructie. In dit plan wordt er vanuit gegaan dat ruimte ter beschikking wordt gesteld;
- De dichte eindafwerking moet een beperkte laagdikte hebben om ruimtegebruik in de teen zoveel mogelijk te beperken;

- Aanwezigheid van een windturbine aan de Kanaalzijde. Het betreft een 2MW windturbine met een ashoogte van 78 m en een rotordiameter van 80 m. Hieruit komen geen gebruiksbeperkingen voor. Wel moet de aannemer hier in zijn VGM-plan (zie 3.4) rekening mee houden.

3.4 Kwaliteit & levensduur

De dichte eindafwerking wordt aangelegd met materialen die beschikken over een levensduurverwachting van bij voorkeur 100 jaar en een minimum van ten minste 75 jaar. Door tijdens de uitvoering sterk te sturen op de kwaliteit van de aanleg kan voor de gehele dichte eindafwerking een levensduur van 100 jaar behaald worden. De kwaliteit van de gebruikte materialen, de kwaliteit van de uitvoering van het werk en de controle op kwaliteit wordt gegarandeerd op de volgende wijzen:

Functionele eisen te gebruiken materialen

Deze worden later in dit hoofdstuk per onderdeel van de afdichting beschreven.

Kwaliteitseisen te gebruiken materialen / Kwaliteitsplan

Deze worden beschreven in het kwaliteitsplan. Het kwaliteitsplan maakt onderdeel uit van het bestek. De aannemer is verplicht zich te houden aan dit kwaliteitsplan. In het onderstaande is de inhoud van het kwaliteitsplan kort samengevat:

Keuringsplan

Onderdeel van het kwaliteitsplan is het keuringsplan. Dit plan geeft aan op welke punten en op welke wijze keuring plaats vindt van de uitgevoerde werkzaamheden en de daarbij gebruikte materialen. De aannemer is verplicht te werken volgens dit keuringsplan;

VGM-plan

Onderdeel van het bestek is een Veiligheids-, Gezondheids- en Milieuplan. De aannemer is verplicht te werken volgens dit VGM-plan.

Selectie aannemer

Het werk wordt aanbesteed. Onderdeel van de aanbesteding is een selectieleidraad waarin de kwaliteitseisen worden opgenomen waaraan de aannemer moet voldoen wil hij kunnen inschrijven op dit werk.

Directie & Toezicht

Tijdens de uitvoering van het werk wordt door Stortplaats Koegorspolder directie- en toezicht uitgevoerd. De wijze van bewaking is vastgelegd in een zogenaamde controlematrix. De controlematrix geeft aan:

- Wie welke controles uitvoert;
- Schriftelijke vastlegging van de resultaten (op Kwaliteitsformulier);
- De controlepunten, stoppunten, bijwoonpunten en registratiepunten;
- De toetsing aan de bestekseisen;
- Eventuele corrigerende acties.

Het bevoegd gezag is opgenomen in deze controlematrix om daarmee transparantie en een zo optimaal mogelijke kwaliteit te bereiken.

Onafhankelijk keuring

Diverse punten in het werk dienen gekeurd te worden door een onafhankelijke keuringsinstantie. Welke punten dit zijn is beschreven in het kwaliteitsplan.

Projectevaluatie & levensduur

Na de aanleg van de dichte eindafwerking wordt een evaluatierapportage opgesteld waarin alle relevante gegevens van de aanleg van de dichte eindafwerking staan teneinde een levensduurverwachting van minimaal 75 jaar te effectueren.

Het evaluatierapport bevat in ieder geval:

- Alle uitgevoerde keuringen;
- Alle (materiaal)certificaten;
- Een overzicht van de bestekswijzigingen;
- Een overzicht van alle garanties van de toegepaste materialen;
- Revisietekeningen, inclusief relevante detailtekeningen.

Deze evaluatierapportage wordt ter goedkeuring aan de provincie Zeeland toegestuurd. Omdat de evaluatierapportage een revisie van het complete werk betreft, kan deze evaluatie tevens gebruikt worden als input voor het Nazorgplan voor deze locatie.

3.5 Voorgestelde vormgeving

3.5.1 Taluds

In het Eindafdichtingsplan [Delta, 2005] zijn de ontwerpuitgangspunten vastgelegd voor de opbouw van de taluds en het bovenvlak. Dit plan is door de provincie goedgekeurd d.d. 14 juni 2005 (besluit nr. 0506098).

Door de sindsdien opgetreden klink van het stortlichaam komt de vorm van het stortlichaam voor een deel niet meer overeen met de bovengenoemde ontwerpuitgangspunten. Taluds zijn plaatselijk flauwer geworden en het bovenvlak ligt grotendeels lager dan destijds werd verwacht.

Voor de stabiliteit van het stortlichaam in het algemeen en die van de taluds in het bijzonder is het noodzakelijk om zo min mogelijk afval te verplaatsen. Om deze reden is bij de voorgestelde vormgeving zoveel mogelijk getracht de huidige contouren van het stortlichaam te volgen.

Naast de hiervoor genoemde randvoorwaarde zijn er eisen die voortvloeien uit de stabiliteit (standzekerheid) van de afdichtingsconstructie op het talud. Dit leidt tot de volgende randvoorwaarden voor het eindontwerp van de stortplaats:

- Het 1^e talud tot het 1^e banket heeft een maximale helling van 1:2,1;
- Een 1^e banket van minstens 4 m op circa NAP +13m;
- Het 2^e talud tot het 2^e banket heeft een maximale helling van 1:2,6;
- Een 2^e banket van minstens 4 m op circa NAP +20m;
- Het 3^e talud tot circa NAP +28m heeft een maximale helling van 1:3;
- De banketten worden met een helling van 3% naar buiten gelegd;
- Het bovenvlak wordt aangelegd met een helling groter dan 4%;
- Het stortlichaam wordt zo geprofileerd dat er geen scherpe overgangen zitten tussen taluds, banketten en bovenvlak;
- Het stortlichaam wordt zo geprofileerd dat er geen ingesloten laagtes ontstaan;
- Versmallen van de oprit;
- Het in beperkte mate gebruik maken van het terrein van Yara (Belgiëzijde).

Uitgaande van deze randvoorwaarden is er een ontwerp gemaakt voor de eindvormgeving. Bijlage 5 bevat de voorgestelde eindvorm en bijlage 6 bevat de bijbehorende dwarsprofielen.

De voorgestelde vormgeving is het uitgangspunt voor het bestek en daarin aangegeven hoeveelheden. De voorgestelde vormgeving zal met de gestelde voorwaarden worden opgenomen in het bestek. In het bestek zal duidelijk worden aangegeven dat de voorgestelde vormgeving een richtlijn voor de aannemer is, waarbinnen de gestelde randvoorwaarden van afgeweken kan worden.

Hierdoor wordt de aannemer de mogelijkheid geboden om zoveel mogelijk aansluiting te zoeken bij de huidige vormgeving van het stortlichaam. Dit voorkomt het onnodig verplaatsen van afvalstoffen waardoor mogelijke overlast van geur, zijdelings uittredend percolaat en fijn stof wordt voorkomen. Daarnaast is het voor een stabiel stortlichaam noodzakelijk om zo min mogelijk afval te verplaatsen.

Alvorens tot uitvoering over te gaan wordt door de aannemer een plan van uitvoering opgesteld waarin maatregelen ter voorkoming van geurhinder en het continueren van de afvoer van percolaat wordt beschreven.

Voor het bepalen van de stabiliteit van de taluds zijn geotechnische berekeningen uitgevoerd. Deze zijn toegevoegd als bijlage 7. In deze berekeningen is uitgegaan van een worst-case benadering, wat wil zeggen dat is gerekend op basis van het onderste en steilste deel van het talud. Kan hierop een stabiele afdichting worden aangelegd, dan kan dat ook op de flauwere delen.

Uit de uitgevoerde berekeningen blijkt dat het mogelijk is om een stabiele afdichting aan te brengen op de voorgestelde vormgeving.

3.5.2 *Bovenvlak*

Het bovenvlak krijgt een verhang van minimaal 4%. Dit verhang voldoet aan de eis van de Richtlijn dichte eindafwerking en garandeert een goede ontwatering van het bovenvlak. Het huidige hoogste punt van het stortlichaam ligt niet in het midden, maar ter hoogte van de Koegorsstraat. Dit wordt gehandhaafd. Hierdoor wordt het grootste deel van het afstromende regenwater afgevoerd naar die zijden van de stortplaats waar voldoende ruimte is voor een teenconstructie inclusief bergingsloot.

3.5.3 *Oprit*

Een oprit is noodzakelijk voor controle- en onderhoudsactiviteiten. Ter hoogte van de bestaande oprit wordt op de dichte eindafwerking een nieuwe smallere oprit gerealiseerd. Hierbij wordt specifiek aandacht besteed aan de voorzieningen die nodig zijn om de oppervlakkige afstroming van regenwater van deze oprit op te vangen. De oprit wordt zodanig geconstrueerd dat hij op enig moment ook direct bereikbaar is vanaf de Koegorsstraat.

Speciale aandacht is nodig ter plaatse van de bocht in Yara-leiding (zie paragraaf 2.5).

3.6 **Constructie**

De dichte eindafwerking krijgt van beneden naar boven de volgende constructie:

1. Afval (basislaag);
2. Gasonttrekking;
3. Steunlaag;
4. Minerale laag;
5. Folie;
6. Drainagelaag;
7. Geogrid (alleen op het onderste talud);
8. Afdeklaag.

Deze onderdelen worden hierna toegelicht.

Een nieuwe ontwikkeling is het aanbrengen van een elektrisch meetsysteem rondom de folieconstructie. Beschadigingen van de folie kunnen daarmee worden gedetecteerd en gelokaliseerd tot op enkele meters. In de Europese markt zijn drie systemen beschikbaar, namelijk Geologger[®], Sensor[®] en Texplor[®]. In Nederland is tot op heden alleen Geologger toegepast op stortplaatsen.

Het elektrisch meetsysteem kan als vervanging van de minerale laag worden aangelegd (Friesche pad, Schoteroog en Hollandsche Brug) of als een extra controle op de gehele combinatieafdichting worden aangelegd (C2-deponie).

Periodiek kan een meting worden uitgevoerd waarbij de resultaten op afstand (via telemetrie) kunnen worden afgelezen. Periodiek is controle en onderhoud aan het systeem noodzakelijk. Kennis over de (functionele) levensduur van elektrische meetsystemen is relatief beperkt. Het systeem onder de afdichting is lastig vervangbaar en waarschijnlijk maatgevend voor de levensduur. Provincie Zuid-Holland heeft bij brief (kenmerk PZH-2007-288617, d.d. 17 juli 2007) voor de levensduur van Geologger[®] bij de C2-deponie gesteld dat dit vooralsnog maximaal 40 jaar is.

IPO heeft gesteld (mondelinge informatie) dat Geologger[®] een levensduur heeft van 50 jaar.

In de komende periode kan mogelijk een verlengde levensduur tot 75 jaar op grond van nieuwe inzichten worden verkregen.

Op basis van bovenstaande komt het gebruik van Geologger voor deze stortplaats niet in aanmerking.

3.6.1 Afval (Basislaag)

Binnen de randvoorwaarden die beschreven zijn in de voorgaande paragraaf zal het op een aantal punten noodzakelijk zijn om afval te verplaatsen. Aan het verplaatsen zijn de volgende eisen verbonden:

- Op de taluds wordt zo nodig ontgraven en zo min mogelijk bijgestort;
- Op de taluds ter hoogte van de banketten mogen geen ingesloten laagten ontstaan;
- Herstorten vindt voornamelijk plaats op het bovenvlak;
- Voor het verdichten van het herstorte afval dient een bulldozer gebruikt te worden met een minimaal gewicht van 20 ton.

3.6.2 Stortgasonttrekking

Op de locatie is een stortgasonttrekkings- en fakkelinstallatie aanwezig met een maximale capaciteit van circa 350 Nm³/uur. Daarnaast is een benuttinginstallatie aanwezig van 445 kW.

Dit is voldoende om in 2011 en 2012 de piek in de stortgaswinning te verwerken.

In het stortlichaam bevinden zich in de huidige situatie 16 verticale bronnen die door middel van een horizontaal leidingstelsel met elkaar verbonden zijn. Dit leidingstelsel is vervolgens weer verbonden aan het beschreven systeem voor onttrekken en benutten.

Gezien de teruglopende gasproductie van het stortlichaam en het feit dat doorvoeringen de 'zwakke plekken' in een eindafdichting zijn, wordt er voor gekozen om de bestaande 16 verticale bronnen niet door te voeren door de dichte eindafwerking. Hierdoor wordt het risico op lekkages verkleind.

Bij de aanleg van de dichte eindafwerking worden de volgende aanpassing aangebracht:

- In de basislaag wordt een horizontaal gasdrainagesysteem aangelegd dat wordt aangesloten op het onttrekkingssysteem. Dit horizontale systeem bestaat uit HDPE-gasdrains in een grofzand- of puinomhulling;
- Van de bestaande verticale bronnen worden de bronkoppen verwijderd;
- Deze verticale bronnen worden aangesloten op het horizontale systeem;
- Dit volledige systeem wordt door middel van bronkisten en een beperkt aantal doorvoeringen door de dichte eindafwerking aangesloten op een leidingstelsel dat is verbonden aan het systeem voor onttrekken en benutten.

Na realisatie van de dichte eindafwerking kan worden aangenomen dat 95 tot 100% van het stortgas wordt gewonnen. Voor de verwerking hiervan is voldoende onttrekking- en benuttingcapaciteit beschikbaar. De stortgaspiek die ontstaat na aanleg van de dichte eindafwerking wordt hiermee onttrokken en benut. Vanwege de aanleg van de dichte eindafwerking en het vervolgens uitdrogen van het afvalpakket zal de stortgaswinning snel dalen waardoor de benutting niet meer interessant is. Daarom zal naar verwachting eind 2012 de benuttinginstallatie worden verwijderd.

De onttrekkinginstallatie, de fakkkel en de benuttinginstallatie worden in het kader van de aanleg van de dichte eindafwerking niet verplaatst.

In bijlage 15 is het stortgasopvang- en afvoersysteem schematisch weergegeven.

3.6.3 Steunlaag

Functie

De steunlaag dient als werkvloer voor de bovenliggende lagen (klankbordfunctie) en als doorlaatmedium voor stortgas. Tevens beschermt de steunlaag de bovenliggende lagen tegen indringing van voorwerpen vanuit het stortlichaam.

Functionele eisen

De steunlaag moet voldoende stevigheid hebben en kunnen worden verdicht om een goede werkvloer te krijgen voor het aanbrengen van bovenliggende lagen. De steunlaag mag geen negatieve invloed hebben op de bovenliggende afdichtingslaag. De steunlaag moet tevens een goede stortgasdoorlatendheid bezitten. De laagdikte dient minimaal 0,30 m te bedragen. De specifieke eisen voor de steunlaag zijn opgenomen in het kwaliteitsplan (bijlage bij Bestek).

Geschikte materialen

Materialen voor de steunlaag kunnen zijn:

- Redelijk tot goed doorlatend zand (zand in zandbed). Dit zand moet voldoen aan de eisen van artikel 22.06.03 van de Standaard RAW Bepalingen 2005.
- Secundaire materialen, zoals sorteerzeefzand, AVI-bodemas, zandige baggerspecie, (verontreinigde) grond of gebroken puin. Voorwaarde is dat deze materialen vergelijkbare fysische en milieuhygiënische eigenschappen hebben als zand en dat de fysische en chemische samenstelling van de steunlaag geen negatieve invloed heeft op de bovenliggende minerale afdichtingslaag. Van de bovenstaande secundaire materialen is met de verwerking van AVI-bodemas in een dichte eindafwerking de meeste ervaring voorhanden. Een constante kwaliteit wordt gegarandeerd via de KOMO-certificering [KIWA, 2008].

Materiaalkeus

De voorkeur gaat uit naar de toepassing van AVI-bodemas om de volgende redenen:

- Besparing op primaire materialen;
- Goede ervaringen op diverse afdichtingswerken;
- Beschikbaarheid van voldoende hoeveelheden in de nabijheid van de locatie;
- Aandachtspunt is de invloed vanuit AVI-bodemas op het zwelvermogen van de bovenliggende bentoniethoudende minerale afdichtingslaag [Alterra, 2001]. Heel recent is een normering voorhanden [NEN, 2010] voor het onderzoek naar dit effect.

Met betrekking tot de laagdikte zijn de volgende overwegingen van belang:

- Constructieve overwegingen:
 - De stortplaats wordt gedeeltelijk geherprofileerd. Op de plaatsen waar gegraven en herstort, wordt de ondergrond minder draagkrachtig. Op deze plaatsen is een grotere laagdikte gewenst. Voor het bovenvlak die vrijwel geheel van een nieuw profiel wordt voorzien wordt uitgegaan van een benodigde steunlaagdikte van 50 cm om daarmee een betere funderingslaag te verkrijgen. Voor de taluds wordt geen dikkere steunlaag voorgesteld in verband met de beperkte ruimte, ofwel wordt een dikte van 30 cm aangehouden;
 - Plaatselijk is in de taluds grof puin toegepast ten behoeve van de afvoer van het uittredend percolaat. In het bestek zullen maatregelen moeten worden voorgesteld om vermenging van de aanwezige puinlaag en de op te brengen steunlaag te voorkomen.
- Belastingstechnische. De toepassing van AVI-bodemas zal onder strikte voorwaarden moeten worden uitgevoerd om in een later stadium met voldoende bewijsmiddelen eventuele problemen met de Belastingdienst te voorkomen.

Volgens het Besluit bodemkwaliteit valt AVI-bodemas onder de IBC-bouwstoffen. Volgens dit besluit moeten IBC-maatregelen worden aangebracht en geldt een terugnameplicht als het werk zijn functie verliest.

Bij toepassing van AVI-bodemas zijn de volgende voorwaarden van toepassing:

- De aanleg van de dichte eindafwerking dient een werk te zijn in de zin van Besluit bodemkwaliteit;
- De AVI-bodemas dient een bouwstof te zijn en dient te zijn voorzien van een KOMO-certificaat (conform BRL 2307 [KIWA, 2008]);
- In verband met de toepassing van een minerale laag op de AVI-bodemas worden de volgende aanvullende chemische eisen gesteld:
 - Een zoutgehalte lager dan 800 meq/l;
 - Een SAR hoger dan $0,35 \text{ (eq/l)}^{0,5}$.

3.6.4 Minerale laag

Functie

De minerale afdichtingslaag wordt aangebracht op de steunlaag ligt direct onder de synthetische laag. De belangrijkste functie van de minerale laag is het voorkomen van infiltratie van regenwater in het stortlichaam en het verhogen van de duurzaamheid van de gehele afdichting.

Functionele eisen

De minerale afdichting dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Een zeer lage waterdoorlatendheid voor een periode van tenminste 75 jaar, met een voorkeur van 100 jaar. Ter plaatse van eventuele beschadigingen in de synthetische laag zal de minerale laag de infiltratie van regenwater moeten beperken. Daartoe dient de minerale laag een maximale doorlatendheid te hebben van 20 mm/jaar onder ontwerpomstandigheden [VROM, 1991]. Onder ontwerpomstandigheden worden verstaan:
 - Een zuigspanning onder de dichte eindafwerking van 0,5 m;
 - Een waterkolom op de dichte eindafwerking van 0,5 m;
 - Een lekkageperiode van 200 dagen.
- Plastisch te zijn en een zelfherstellend vermogen te hebben. Deze eigenschappen zijn van belang om zettingen te kunnen volgen zonder dat de doorlatendheid toeneemt;
- Goede verwerkbaarheid te hebben;
- Bestand te zijn tegen worteldoorgroei en graafactiviteiten van bodemdieren.

Geschiede materialen

Op dit moment zijn in Nederland de volgende minerale materialen voor het vervaardigen van een afdichtingslaag voorhanden: zand-bentoniet, klei, Trisoplast[®], Hydrostab[®] en ML40:

1. Zand-bentoniet is een mengsel van zand en bentoniet (een kleimineraal). Door menging van het zand en de bentoniet met water worden de poriën tussen de zandkorrels met bentoniet opgevuld. Bij bevochtiging zwelt het kleimineraal (montmorilloniet) sterk, waardoor de poriën worden afgesloten en een waterdichte laag ontstaat. De benodigde dikte (om te voldoen aan de lekkage-eis van 20 mm/jaar) bedraagt minimaal 0,25 m. Zand-bentoniet is in het verleden zeer veel toegepast. IPO [IPO, 2009] stelt een levensduur voor van 75 jaar;
2. De kleisoorten die kunnen worden toegepast zijn voornamelijk tertiaire kleien zoals Boomse klei, Tegelse klei, Reuverse klei en Brunsummer klei.
De waterdichte werking berust op de zweleigenschappen van kleimineralen uit de smectietengroep. De benodigde laagdikte (om te voldoen aan de lekkage-eis van 20 mm/jaar) is ongeveer 0,40 m. Tertiaire klei is toegepast op een beperkt aantal stortplaatsen (o.a. Schinnen, Winterswijk, Linne/Montfort);
3. Trisoplast[®] is een mengsel van bentoniet, een polymeer en zand. Protocollen zijn opgesteld voor de toepassing in onder- en bovenafdichtingen in stortplaatsen [Grontmij, 1996]. De waterdoorlatendheid is dermate gering dat in theorie volstaan kan worden met zeer geringe laagdikten. Om de spreiding in laagdikte bij de aanleg te compenseren is een minimale ontwerp dikte van 0,07 m gewenst. De lekkage bij deze laagdikte bedraagt maximaal 10 mm/jaar. VROM heeft bij brief aangegeven dat Trisoplast[®] gelijkwaardig is aan zand-bentoniet. Trisoplast[®] is toegepast op een zeer groot aantal stortplaatsen. Het toegepaste zand kan zowel primair zand zijn als een secundaire bouwstof zoals vormzand. IPO [IPO, 2009] stelt een levensduur voor van 75 jaar;
4. ML40 is een fabrieksmatig geproduceerde vloeistof remmende laag, bestaande uit zand-bentoniet (25% calciumbentoniet en 75% gesorteerd zand) met aan weerszijden gecoate HDPE-bandjesweefsel die verbonden worden door afstandhouders (lengte 20 mm, raster 25x25 mm)). De dikte van de matten is beperkt tot circa 20 mm. De matten kunnen snel en

zonder verdichting worden aangebracht. De matten worden met een overlap aangebracht, waarna een verbinding wordt gemaakt door de zijkant open te branden en de overlap aan elkaar te lassen.

Door ENBB is geconcludeerd [ENBB, 2009] dat ML40 voldoet aan de eisen van het Stortbesluit. Metingen van de afschuifweerstand tussen ML40 en HDPE-folie (2,5 mm) glad en met een structuur, laten zien dat de hoek van inwendige wrijving varieert van 19 tot 22 graden en de cohesie is verwaarloosbaar [Blümel und Odens, 2001]. Daarmee is de wrijvingsweerstand voldoende voor hellingen van bovenafdichtingen niet steiler dan 1:3. Aandacht is nodig voor de verbindingen, de stabiliteit en het risico op ontmenging tijdens transport. Door Bentin (interne brief, 2010) wordt voornamelijk een maximale levensduur van 75 jaar aangehouden. ML40 is tot op heden beperkt toegepast (stortplaats Ubbena). IPO [IPO, 2009] stelt een levensduur voor bentonietmatten voor van 50 jaar;

5. Hydrostab[®] is een product waarmee met behulp van waterglas reststoffen (onder andere C2- en C3-afval) worden geïmmobiliseerd. Het bestaat naast waterglas uit drie soorten reststoffen. Dit zijn:
 - Een korrelfractie (zoals zeefzand, vormzand, kolenvbrandingsassen of ovenpuinzand);
 - Een slibfractie (zoals zuiveringsslib, baggerslib of industrieslib);
 - Een vulstoffractie (zoals vliegassen of afzuigingstof).

Hydrostab[®] wordt toegepast in afdichtingslagen met een dikte van circa 0,5 m tot 0,6 m. Het materiaal verliest zijn doorlatendheid bij een te groot vochtverlies. Hydrostab[®] verdraagt een rek tot 10% [Alterra, 2001]. In de Hydrostab[®]- laag wordt veelal een geogrid opgenomen om lokale vervorming van de laag te verminderen. Invloed van huisvuilpercolaat of zoute kwel op waterdoorlatendheid is niet aannemelijk. Verwerking van Hydrostab[®] is arbeidsintensief en vraagt een uitgebreide kwaliteitscontrole [INTRON, 2001]. Er bestaat ook een gemodificeerde versie genaamd Hydrostab[®]+, deze is geformuleerd voor de stortplaats De Wierde te Oudehaske. [INTRON, 2003]. Op een aantal stortplaatsen is Hydrostab[®] toegepast (o.a. Hengelo, Nuenen, Schijndel, Oudehaske, Woldjerspoor) IPO [IPO, 2009] stelt een levensduur voor van 50 jaar.

Materiaalkeus

De minerale laag dient te voldoen aan de volgende eisen:

- Minimale levensduur van 75 jaar, met een voorkeur van 100 jaar;
- Beperkte ruimte in de teen in te nemen;
- De gekozen laag moet geschikt zijn om aan te leggen op taluds tot een maximale helling van 1 op 2,1.

Op basis van het bovenstaande gaat de voorkeur uit naar Trisoplast (dikte ten minste 70 mm). Voor trisoplast kan een levensduur, in toepassing, van 100 jaar worden aangehouden.

Zand-bentoniet voldoet in principe ook aan de eisen. Op dit moment wordt een dergelijk afdichtingmateriaal maar zeer beperkt toegepast. Het opnemen van zand-bentoniet in het bestek wordt daarom niet voorgesteld.

ML40 valt af vanwege de helling van 1:2,1.

In verband met de toepassing van de AVI-bodemas onder de trisoplast-laag wordt een verscherpte k-waarde eis (t.o.v. de protocollen trisoplast) toegepast conform de methode NTA 8888. Uitgaande van de eis aan de AVI-bodemas (voorgaande paragraaf) is de k-waarde-eis bij aanleg voor trisoplast $7,49 \cdot 10^{-12}$ m/s (bij een dikte van 70 mm).

3.6.5 Folie

Functionele eisen

De kunststof folie-constructie dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Levensduur van ten minste 100 jaar;
- Absoluut water- en gasdicht te zijn;
- Hoge resistentie te bezitten voor stoffen in het milieu van toepassing;
- Goede verwerkbaarheid (onder andere lasbaar);
- Zettingen te kunnen volgen zonder schade aan de duurzaamheid;
- Bestand te zijn tegen wortelgroei en graafactiviteiten van bodemdieren.

Geschikte materialen

Polyetheen (PE) is het enige materiaal dat in aanmerking komt voor toepassing als synthetische afdichtingslaag in een dichte eindafwerking. Al naar gelang het vervaardigingsproces van de PE-grondstof kan relatief stijf (hoge dichtheid of high density) tot zeer flexibel (lage dichtheid of low density) polyetheen worden gemaakt.

Ook kunnen polymeren worden toegevoegd om de flexibiliteit en verwerkbaarheid te vergroten (gemodificeerde of flexibele PE) en profileringen worden aangebracht om de stabiliteit op taluds te vergroten. De volgende typen PE worden onderscheiden: HDPE, LLDPE en VLDPE.

Daar de eigenschappen van LLDPE en VLDPE grotendeels overeenkomen worden ze samen behandeld en moet daar waar 'VFPE' staat, 'VLDPE en LLDPE' worden gelezen.

1. HDPE (high-density-polyetheen) is het materiaal waar zeer veel ervaring mee is opgedaan in stortplaatsen (meer dan tien jaar). Het materiaal is qua flexibiliteit in vergelijking met VF-PE het minst soepel. HDPE heeft van de typen PE de beste chemische weerstand tegen aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen en oplosmiddelen (apolaire verbindingen) en de geringste permeatie (door diffusie) voor deze stoffen. De gevoeligheid voor spanningscorrosie (dit is de gecombineerde werking van milieu en spanning die leidt tot versneld falen; andere termen zijn milieuspanningsbroosheid en environmental stress-cracking) is relatief hoog. HDPE voldoet aan de folieprotocollen [TNO, 1991][TNO, 1999];
2. VLDPE (very-low-density-polyetheen) en LLDPE (lineair-low-density-polyetheen) zijn de nieuwste PE's. Het is zeer flexibel waardoor de verwerkbaarheid en de lange-duursterkte beduidend hoger zijn dan HDPE-flex en HDPE. De chemische resistentie tegen en de permeatie voor de verbindingen als hierboven genoemd bij HDPE-folie, zijn lager dan bij HDPE en HDPE-flex (onder extreme laboratoriumomstandigheden). De gevoeligheid voor spanningscorrosie blijkt laag te zijn.

Materiaalkeus

Gekozen wordt voor HDPE 2,00 mm. Op het bovenvlak kan een gladde folie toegepast worden. Voor de taluds wordt een dubbelzijdig geruwde folie voorgeschreven. Hiermee wordt het risico van afschuiven verkleind en de stabiliteit van het talud vergroot. De toegepaste folies moeten voldoen aan de eisen uit het Kwaliteitsplan (bijlage bij Bestek). In dat geval kan een levensduur, in toepassing, van 100 jaar worden aangehouden.

3.6.6 Drainagelaag

Functie

De drainagelaag heeft als hoofdfunctie de afvoer van het overtollige neerslagwater. Tevens beschermt de drainagelaag de onderliggende afdichtingslagen tegen beschadiging door indringing van plantenwortels en graafactiviteiten van bodemdieren.

Functionele eisen

De drainagelaag dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Een doorlatendheid van minimaal 2,5 m/dag ofwel minimaal $3 \cdot 10^{-5}$ m/s [VROM, 1991] ofwel een afvoervermogen groter dan $1,0 \cdot 10^{-3}$ m²/s, bij gradiënt (i) = 1 en 20 kPa bovenbelasting (EN ISO 12958);
- Bescherming te bieden voor de onderliggende afdichtingslagen;
- Bestand zijn tegen worteldoorgroei en graafactiviteiten van bodemdieren;
- Een functionele levensduur van 100 jaar.

Geschikte materialen

Voor de drainagelaag zijn twee materialen beschikbaar: drainagezand met drains en drainage-matten met drains.

1. Drainagezand is zand met een zodanige samenstelling en textuur, dat het geschikt is voor de afvoer van regenwater. De drains zorgen voor een snelle afvoer van het regenwater en voorkomen een sterke opbolling van water bovenop de afdichtingslagen. De dikte van de zandlaag dient 0,3 m te bedragen. Beschadiging door graven van bodemdieren kan worden tegengegaan door humusarm zand toe te passen (organische-stofgehalte <3%). Indringing van plantenwortels wordt voorkomen door het drainagezand te verdichten tot een maximaal poriënvolume van 40%. Dit komt gemiddeld neer op een soortelijk gewicht van 1.600 kg/m³;

2. Een drainagemat bestaat minimaal uit een geotextiel (vlies) met daaronder een drainerende laag. De dikte bedraagt één tot enkele centimeters. Indringing van plantenwortels wordt voorkomen door een geotextiel aan de bovenzijde van de mat. Plaatselijk worden drains en leidingen aangebracht om te drainagemat te ontwateren.

Materiaalkeuze

De drainagelaag dient te voldoen aan de volgende eisen:

- Minimale levensduur van 75 jaar;
- Maximale dikte van 10 cm om ruimtegebruik in de teen te beperken;
- Het gekozen materiaal moet geschikt zijn om aan te leggen op taluds tot een maximale helling van 1 op 2,1.

Op basis hiervan komt uitsluitend een drainagemat in aanmerking.

Keuze drainagemat

In bijlage 16 is de keuze van de drainagemat nader uitgewerkt. Conclusie is dat alleen de drainagemat RTN35 voldoet aan alle eisen.

Voor de ontwatering van de mat worden drainagebuizen, leidingen en putten aangebracht bestaande uit PE-materiaal. De drainagebuizen zijn rondom gesleufd, voorzien van een PP-omhulling (700 mu) en hebben een uitwendige diameter ≥ 100 mm. De leidingen hebben een uitwendige diameter ≥ 100 mm.

Geotechnische berekeningen drainagemat

In bijlage 7 zijn stabiliteitsberekeningen uitgevoerd waarin opgenomen een drainagemat. Hierbij zijn de gegevens van diverse leveranciers gebruikt. Conclusie is dat de beschouwde drainagemat voldoende sterkte bezit.

3.6.7 Geogrid

Functie

Op het onderste deel van het talud wordt een geogrid toegepast om daarmee de kans van afschuiving van de afdeklaag verder te verlagen.

Functionele eisen

Het geogrid dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Voldoende langeduur treksterkte (tensile strength) te hebben;
- De toe te passen geogrid moet een levensduurverwachting (in toepassing) hebben hoger dan 100 jaar.

Materiaalkeuze

Op het onderste talud (1:2,1) gaat een geogrid worden toegepast om de veiligheid te verhogen. Op het eerste banket (helling 3% = 1,7°) is een verankeringslengte van 4 m aanwezig. Op dit banket ligt circa 0,8 m grond ter verankering op het geogrid.

De beschikbare door enkelzijdige wrijving beschikbare ankerkracht (F_a) op dit vlakke deel bedraagt ca. $L \times H \times \gamma \times \tan \delta \times f_{ds}$

Waarin:

- L: lengte verankering (4 m)
- H: dikte grondlaag (0,8 m)
- δ : interne wrijvingshoek onderliggende grond (30°) minus bankethelling (1,7°)
- f_{ds} : interactiefactor doek/grond (ca. 1,0)

Dit levert $F_a = 4 \times 0,8 \times 18 \times \tan(30-1,7) \times 1 = 31$ kN/m

Uit bovenstaande berekening blijkt het toe te passen geogrid een treksterkte (design-sterkte of 'maximum allowable design strength') bij een levensduur van 120 jaar van 31 kN/m nodig heeft. Deze waarde is een rekenwaarde.

Om deze rekenwaarde voor de treksterkte van het geogrid om te zetten naar de materiaaleis moet hij vermenigvuldigd worden met:

- Een algehele veiligheidsfactor (1,3);
- Een materiaalspecifieke reductiefactor voor kruip (1,54);
- Een veiligheidsfactor voor mechanische schade (1,1);
- Een veiligheidsfactor voor chemische schade (1,1);
- Een veiligheidsfactor voor biologische schade (1,0).

Dit sommetje levert een factor 2,4 op.

Er moet dus een geogrid worden gekozen met een langeduur treksterkte ('ultimate tensile strength') van minimaal 75 kN/m.

3.6.8 Afdeklaag

De minimale dikte van de afdeklaag bedraagt 0,80 m voor gras [VROM, 1991a]. Bij beplanting met struiken is een laagdikte van ten minste 1,00 m vereist en bij boombeplantingen is een dikte van circa 1,50 m noodzakelijk. Deze locatie wordt ingezaaid met gras (zie par. 3.8) ofwel een laagdikte van 0,80 m voldoet.

Functie

De afdeklaag dient als gebruikslaag tijdens de eindbestemming, als stand- en groeiplaats voor de vegetatie en als bescherming van de onderliggende drainagelaag en afdichtingslagen.

Functionele eisen

De afdekgrond dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Zorgen voor voldoende vochtvoorziening voor de vegetatie;
- Het samen met de vegetatie voldoende bestand zijn tegen eventueel optredende run-off van regenwater;
- Voldoende infiltratiecapaciteit om het ontstaan van run-off te beperken;
- Bescherming te bieden voor de onderliggende lagen;
- Vochtleverend vermogen hoger dan 200 mm/m [Hoeks et al, 1990];
- Geschikt voor gewenste vegetatie.

Materiaalkeuze

Voorkeur gaat uit naar de toepassing van lokaal beschikbare kleigrond (lutumfractie ($< 2 \mu\text{m}$) tussen 5 en 25% (kleig zand tot zware zavel)) met een maximale klasse industrie volgens het Besluit bodemkwaliteit. Daarnaast moet de grond voldoen aan de bovenstaande functionele eisen.

Aanvullend geldt voor de taluds de eis dat het gekozen materiaal geschikt moet zijn om aan te leggen op taluds tot een maximale helling van 1 op 2,1. Naast deze hellingeis wordt de volgende eis gesteld aan de afdeklaag voor het talud:

- Lutumfractie ($< 2 \mu\text{m}$) tussen 15% en 25%;
- Zandfractie (50 tot 2000 μm) lager dan 40%.

Uit een grondonderzoek in de nabijheid van de stortplaats is gebleken dat bovenstaande grond beschikbaar is.

3.7 Voorkeursconstructie

Op grond van de afwegingen die in de vorige paragrafen zijn gemaakt, wordt de voorkeur gegeven aan de volgende bovenafdichtingsconstructie.

Tabel 3.1 Opbouw dichte eindafwerking (bovenvlak)

dichte eindafwerkingslaag	dikte	Voorkeursmateriaal
Afdeklaag	$\geq 0,80$ m	Afdekgrond (klei)
Drainagelaag	< 10 cm	Drainagemat
kunststof folie	$\geq 2,00$ mm	HDPE-folie glad
minerale afdichting	$\geq 0,07$ m	Trisoplast®
steunlaag	$\geq 0,3$ m en $\leq 0,5$ m	AVI-bodemas

Tabel 3.2 Opbouw dichte eindafwerking (talud) *

dichte eindafwerkingslaag	Dikte	Voorkeursmateriaal
Afdeklaag	$\geq 0,80$ m	Afdekgrond (klei)
Drainagelaag	< 10 cm	Drainagemat
kunststof folie	$\geq 2,00$ mm	HDPE-folie, dubbelzijdig geruwd
minerale afdichting	$\geq 0,07$ m	Trisoplast®
steunlaag	$0,3$ m	AVI-bodemas

* alleen in het onderste talud wordt een geogrid toegepast gelegen op de drainagemat

In bijlage 10 zijn bovenstaande constructies schematisch weergegeven.

3.8 Beplanting

In voorschrift 4.13.5 van de vigerende Wm-vergunning is opgenomen dat gelijktijdig met het indienen van een plan van afdichting, een beplantingsplan moet worden ingediend ter goedkeuring van het bevoegd gezag. Dit hoofdstuk moet beschouwd worden als de invulling van dit voorschrift.

Voor het aanbrengen van de dichte eindafwerking is het noodzakelijk dat alle bomen + overige begroeiing wordt verwijderd. Nadat de dichte eindafwerking is aangebracht wordt de stortplaats ingezaaid met een grasmengsel bestaande uit snelgroeiend gras + breed uitzettend langzaamgroeiend sterk gras: snelle dichtgroei om uitspoeling te voorkomen, daarna steviger gras dat de afdeklaag goed op zijn plaats houdt en relatief weinig onderhoud nodig heeft.

In lijn met het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking worden geen nieuwe bomen geplant. Bomen vormen een risico voor beschadiging van de dichte eindafwerking.

3.9 Teenconstructie

3.9.1 Algemeen

Aan de voet van het talud (de teen) komen de lagen van de dichte eindafwerking samen. Ter plaatse van de teen moeten deze lagen op adequate wijze op het maaiveld worden aangesloten. Hierbij wordt de nieuwe folie van de dichte eindafwerking vast gelast aan de bestaande folie van de onderafdichting. Indien de bestaande folie van de onderafdichting beschadigd blijkt te zijn moeten eerst reparaties aan deze folie worden uitgevoerd.

De belangrijkste functie van de teenconstructie is de opvang en afvoer van het neerslagwater, waaronder wordt verstaan het run-off-water en het water uit het hemelwater-drainagesysteem. Aansluitend aan de teenconstructie wordt een inspectieweg gerealiseerd en een bergingsloot voor de opvang van het hemelwater. Omdat niet op alle plaatsen rondom deze stortplaats hiervoor voldoende ruimte beschikbaar is, worden op een aantal plaatsen alternatieve constructies gerealiseerd. Deze alternatieve constructies worden hieronder beschreven.

3.9.2 Koegorsstraat-zijde (NO-zijde)

De aanwezigheid van diverse leidingen aan deze zijde van de stortplaats op beperkte afstand van de teen van het talud maakt dat het niet mogelijk is een reguliere teenconstructie te realiseren. Omdat er geen ruimte is voor een bergingsloot wordt een betonnen goot aangebracht om het afstromende hemelwater op te vangen en te lozen op de bergingsloot. Op deze wijze is voor een inspectieweg aan deze zijde ruimte. De maximale gronddruk is 2 ton/m². In bijlage 6 bevat dwarsprofielen van deze zijde.

3.9.3 België-zijde (ZO-zijde)

Aan het grootste deel van de Belgiëzijde is voldoende ruimte voor het realiseren van een reguliere teenconstructie. Dit is niet het geval voor een strook van 130 meter lopend vanaf de Koegorsstraat. De huidige teen van het stortlichaam komt vrijwel overeen met de huidige terreingrens.

Om de teenconstructie te maken wordt een beperkte strook grond van Yara overgenomen. In de teen van het talud wordt een betonnen goot aangebracht. Het opgevangen regenwater wordt afgevoerd naar de bestaande bergingsloot langs het resterende deel van de Belgiëzijde. Voor een inspectieweg is eveneens ruimte gemaakt. Bijlage 6 bevat dwarsprofielen van deze zijde.

3.9.4 Kanaal-zijde (ZW-zijde)

Aan de Kanaalzijde is voldoende ruimte voor het realiseren van een reguliere teenconstructie (bijlage 6). De aanwezige windmolen staat op voldoende afstand en kent geen gebruiksbeperkingen.

3.9.5 Westerschelde-zijde (NW-zijde)

Aan het grootste deel van de Westerscheldezijde is voldoende ruimte voor het realiseren van een reguliere teenconstructie. Dit is niet het geval voor een strook van 110 meter lopend vanaf de Koegorsstraat. In de teen van het talud wordt een betonnen goot aangebracht. Het opgevangen regenwater wordt afgevoerd naar de bestaande bergingsloot langs het resterende deel van de Westerscheldezijde.

Aan deze zijde van de stortplaats bevindt zich de huidige ontsluiting via de bestaande weg tussen de fase 0 en 1. Op het moment van overdracht naar de nazorg wijzigt het recht van overpad. Op dat moment is een ontsluiting langs deze zijde naar de Koegorsstraat nodig.

De bestaande ophoging wordt gefaseerd verwijderd:

- In 2011 wordt de bestaande ophoging verwijderd, inclusief de daarop aangebrachte stelconplaten en keerwanden, met uitzondering van het deel van de ophoging waarop de gasonttrekkingsinstallatie en de fakkels staan;
- Voor aanvang van de nazorg wordt de gasonttrekkingsinstallatie en de fakkels verplaatst naar een nader te bepalen locatie buiten de inrichting. Vervolgens wordt het restant van de ophoging verwijderd.

In de besteksfase wordt aandacht geschonken aan de gefaseerde verwijdering van de ophoging in relatie tot de oprit om op de stortplaats te kunnen komen.

3.10 Percolaatafvoersysteem (renovatie)

De aanleg van de dichte eindafwerking is een natuurlijke moment om het bestaande percolaatafvoersysteem (gedeeltelijk) te renoveren. Het percolaatafvoersysteem bestaat uit [Grontmij, 2008]:

- Percolaatverzamelput A (bij fase 3b);
- Percolaatverzamelput B (bij fase 3a);
- Vrijvalleiding van put A naar put B;
- Vrijvalleiding van put B naar de percolaatpompput (C) (20 m);
- Percolaatpompput (B) met 2 percolaatpompen en twee debietmeters;
- Persleiding naar persleiding Waterschap (250 m).

De percolaatdrainage is het percolaatopvangsysteem, dat uiteraard niet renoveerbaar is.

Het percolaatafvoersysteem wordt gedeeltelijk verplaatst om hiermee ruimte maken voor enerzijds de aanleg van de bovenafdichting en anderzijds voorbereid te zijn op een eventuele wijziging van de ontsluiting van Yara Sluiskil B.V..

De volgende aanpassingen worden voorgesteld (zie bijlage 13).

- Voorgesteld wordt om alle putten te verwijderen.
- Put A wordt Put D (gelegen in de as van de nieuwe inspectieweg);
- Put B en C worden vervangen door put E (verzamel en pompput);
- De vrijvalleiding van put A naar B wordt vervangen door een nieuwe vrijvalleiding, gelegen in de as van de nieuwe inspectieweg;
- De nieuwe persleiding van put E wordt aangesloten op de bestaande persleiding.

4 **Ontwerp beheersmaatregel grondwater**

4.1 **Algemeen**

In de monitoringdrainage onder het zuidelijk deel van de stortplaats worden verontreinigingen aangetroffen. Deze verontreinigingen zijn waarschijnlijk afkomstig van restverontreinigingen van een voormalige stortplaats en teerputten. In 1986 heeft geen grondwatersanering plaatsgevonden ondanks het feit dat onderzoeken uitwezen dat het grondwater ter plaatse sterk verontreinigd was met onder andere ammonium, lood, arseen en vanadium.

In overleg met Bevoegd Gezag is vervolgens besloten om allereerst het monitoringsysteem van het grondwater uit te breiden. Indien met dit systeem verontreinigingen worden gedetecteerd die de terreingrens aan de Koegorsstraat overgaan, zal vervolgens met behulp van een beheersmaatregel grondwater worden onttrokken.

Tussen Delta en Bevoegd Gezag is afgesproken dat bij het aanbrengen van de dichte eindafwerking ook de beheersmaatregel voor het grondwater wordt gerealiseerd. Deze afspraak is onder andere vastgelegd in de vigerende Wvo-vergunning (2 september 2008, kenmerk 0801938/0804).

4.2 **Ontwerp**

4.2.1 *Inleiding*

In het onderstaande wordt het ontwerp van het beheerssysteem gepresenteerd. Op dit moment is de (historische) vuilpluim (nog) niet gedetecteerd met de aanwezige monitoringpeilbuizen [Grontmij, 2010]. Wanneer de vuilpluim, in welke mate en op welke diepte(s) de vuilpluim gedetecteerd zal worden is om die reden niet bekend.

Uit voorzorg wordt een ontwerp van de beheersmaatregel gemaakt, uitgaande van de worst-case aanname dat een interceptie over het gehele pleistocene pakket met watervoerende lagen (tot maximaal NAP -30 m diepte) noodzakelijk kan zijn.

Op grond van een effectieve grondwatersnelheid (5 tot 10 m/jr, zie par.2.4.2) en de afstand van circa 150 m tussen de bron (de gesaneerde stortplaats) en de monitoringpeilbuizen zal de vuilpluim circa 15 tot 30 jaar nodig hebben om de monitoringpeilbuizen te bereiken. Hierbij moet worden bedacht dat enige verspreiding pas na demping van een kreek (in het jaar 1986) kan gaan optreden [Grontmij, 1999]. Op grond van het voorgaande is berekend dat ergens in de periode 2001 en 2016 de vuilpluim de monitoringpeilbuizen kan bereiken. Door de interactie met de bodem zullen de concentraties sterk zijn afgenomen.

De beheersmaatregel wordt tegelijkertijd met het aanbrengen van de dichte eindafwerking aangelegd. Vooralsnog is het activeren van dit systeem niet noodzakelijk.

4.2.2 *Uitgangspunten en randvoorwaarden*

Voor het ontwerp van de grondwaterbeheersmaatregel zijn de volgende ontwerpuitgangspunten en randvoorwaarden gehanteerd:

- Het hoofddoel van het beheerssysteem is interceptie van het, via het eerste en tweede watervoerend pakket, in oostelijke richting afstromende verontreinigde grondwater (worst-case aanname);
- De stortplaats is zowel in de huidige als in de nieuwe situatie voorzien van een onderafdichting. Dit betekent dat het isohypsenpatroon en de hoeveelheid afstromend water in het eerste watervoerend pakket niet wordt beïnvloed door de aanleg van de bovenafdichting van de stortplaats;

- De onttrekking van grondwater ter plaatse van de beheersdrain mag niet leiden tot zettingen ter plaatse van de nabijgelegen gevoelige transportleidingen.

4.2.3 *Beheersdrain*

De beheersdrain wordt onder een klein afschot (1%) in de richting van het lozingspunt aangelegd. Hij dient daarbij ruim onder de slecht doorlatende klei- en veenlaag te worden aangebracht (ontwerpdiepte op circa NAP -2,50 m of dieper). De definitieve diepte wordt tijdens de aanleg vastgesteld aan de hand van een aanvullende kartering van de onderzijde van genoemde klei/veenlaag door middel van handboringen. De benodigde lengte van de beheersdrain bedraagt 350 m.

Om risico's voor schade aan transportleidingen te voorkomen dient de drain bij voorkeur in den natte, met behulp van een draineermachine, te worden aangebracht. Dit betekent dat wordt gekozen voor de aanleg van een HDPE drain met een binnendiameter van 100 mm, met PP filteromhulling (450 µm) in plaats van een drain in een zandkoffer.

4.2.4 *Pompput & Pomp*

Bij de gegeven lengte van de beheersdrain kan worden volstaan met een centrale pompput in het midden van de drain. In deze put wordt een pompinstallatie en doorspuitvoorzieningen aangebracht. De dimensionering van deze put (lengte, breedte en diepte) wordt opgenomen in het bestek.

Bij de beheersdrain wordt (op termijn) een zodanige hoeveelheid grondwater opgepompt dat al het verontreinigde grondwater dat via de ondiepe en eventueel via het middeldiepe en diepe watervoerende zandlaag afstroomt, in de drain wordt afgevangen. Op basis van de in paragraaf 2.3 weergegeven geohydrologische situatie, bedraagt de totale hoeveelheid via het eerste en via het tweede watervoerend pakket afstromende grondwater ten hoogste 0,5 m³/d per strekkende meter.

Rekening houdend met onzekerheden in de verspreidingsdiepte van de verontreinigingen en de toestroming van extra schoon grondwater en neerslagwater bedraagt de maximale hoeveelheid te onttrekken grondwater naar schatting 50 à 150 m³/dag (dit is het maximum bij volledige interceptie van het gehele watervoerend pakket).

Op enig moment kan besloten worden dat de interceptie noodzakelijk is. Op dat moment zal de capaciteit van de te plaatsen pomp en de instelling van het lozingsniveau van de interceptiedrain gebaseerd moeten zijn op de geconstateerde diepte van de vuilpluim en daarmee het benodigde gemiddelde interceptiedebiet.

De pomp wordt aangestuurd door middel van niveauschakelaars in de put. Het lozingsniveau van de drains dient door middel van een instelbare overstort te kunnen worden ingesteld tussen een niveau van NAP -0,0 en -1,0 m (bijvoorbeeld door middel van opzetstukken op de uitstroombuis van de drains). Storingen bij de pomp dienen automatisch te worden gesignaleerd. Doorspuiten van de beide drains vindt periodiek plaats vanuit de doorspuitvoorzieningen in de pompput.

4.2.5 *Lozingssysteem*

Het waterbezwaar wordt geloozd via het bestaande percolaatafvoersysteem. De lozing vindt plaats via een nieuwe afvoerleiding naar de bestaande percolaatleiding.

Bij de pomp wordt een watermeter geplaatst.

4.2.6 *Effecten van de beheersdrain*

Als gevolg van deze grondwateronttrekking zal in de nabijheid van de beheersdrain een verlaging van de grondwaterstand optreden.

Uit berekeningen blijkt dat als gevolg van de interceptie van grondwater een plaatselijke verlaging van de grondwaterstijghoogte kan optreden in de ordegrootte van maximaal 0,65 m ter plaatse van de beheersdrain.

Zettingen bij de nabijgelegen leidingen leidend tot schade kan optreden als de grondwaterstijg-hoogte wordt verlaagd tot beneden de natuurlijk laagste grondwaterstijg-hoogte. Deze zettingen treden op door het dan optreden van oxidatie van het dan drooggevalen organische materiaal in de bodem. Dit moet dus te allen tijde worden voorkomen.

Een grondwateronttrekking met bijkomende verlaging van de grondwaterstijg-hoogten mag alleen plaatsvinden in gemiddelde en natte meteorologische perioden. Om te voorkomen dat gedurende droge perioden de grondwaterstand beneden de kritisch laagste grondwaterstand kan uitzakken, dient het in de put in te stellen lozingsniveau van de drain niet dieper te worden ingesteld dan tot circa 0,10 m boven de kritisch laagste grondwaterstand.

Bij deze vaste instelling van het lozingsniveau zal de drainafvoer in een nattere (winter-) situatie met hogere grondwaterstanden automatisch toenemen. Het gemiddelde onttrekkingsdebiet blijft daarbij zodanig dat een volledige interceptie van het verontreinigde grondwater van onder het stort kan worden bereikt. De doelbewuste stagnatie van afvoer gedurende droge perioden heeft geen nadelige gevolgen voor de interceptie van het verontreinigde grondwater, zolang het gemiddelde interceptiedebiet op peil blijft.

Onder zeer droge omstandigheden zijn ter plaatse van de nabijgelegen peilbuizen B11, B19, B12 en B20 laagste grondwaterstanden gemeten. Hierbij is gebleken dat de laagste grondwaterstanden in het diepe en middeldiepe filter ongeveer gelijk zijn en aflopen van NAP -0,48 m bij peilbuis B11 tot NAP -0,67 m bij peilbuis B20 (meetgegevens 2005-2009). De laagste (natuurlijke) grondwaterstijg-hoogte ter plaatse van de beheersdrain bedraagt daarom ten hoogste NAP -0,48 m. Bij verlaging van de grondwaterstand beneden deze kritische waarde kan risico voor schade door zettingen ontstaan.

Risico's voor te lage grondwaterstanden nabij de beheersdrain kunnen worden tegengegaan door (een vaste) instelling van het drainageniveau in de pompput te realiseren van NAP -0,4 m; op ruim 0,10 m boven de tot nu toe als laagst gemeten grondwaterstand.

Het ontworpen drainagesysteem kan binnen zeer ruime grenzen functioneren en worden ingesteld.

De 1^e periode na de ingebruikname van het systeem moet gebruikt worden voor het realiseren van een goede instelling (inregeling) van het drainageniveau en van de te verpompen hoeveelheid water.

Na ingebruikname kan op basis van de periodieke monitoringgegevens worden overwogen om het lozingsniveau van de beheersdrain bij te stellen.

4.2.7 *Materiaalkeuze en functionele levensduur*

Voor het drainage- en omhullingsmateriaal wordt gekozen voor toepassing van HDPE en PP in verband met de hogere chemische resistentie van deze materialen.

De functionele levensduur van drainagesystemen bedraagt in de praktijk 20 tot 40 jaar, een en ander is afhankelijk van de mate van onderhoud en lokale omgevingsfactoren zoals verstoring, zetting, samenstelling grondwater.

4.3 **Noodzakelijke vergunningen en overleg**

De maximale onttrekking is naar verwachting groter dan 30.000 m³/jaar met een pompcapaciteit die kleiner is dan 10 m³/uur. Dit maakt dat een vergunning noodzakelijk is in het kader van de Grondwaterwet. Deze vergunning moet worden aangevraagd bij de provincie.

De vigerende Wvo-vergunning voorziet in een maximaal lozingsdebiet van 54.750 m³ en hoeft daarom naar verwachting niet aangepast te worden. Wel is overleg nodig met het Waterschap voor de benodigde aansluitvergunning (Waterschap).

4.4 Effect van de beheersdrain op aanwezige leidingen

De beheersdrain (aanleg en de onttrekking) alsmede de aanleg van de dichte eindafwerking heeft consequenties voor de leidingeigenaren. De beheersdrain en de dichte eindafwerking komen te liggen in de zakelijk recht strook van een aantal leidingen. Hierdoor is overleg nodig met en toestemming van de leidingbeheerders. De resultaten hiervan zijn besproken in hoofdstuk 2.

4.5 Monitoringplan

Rondom de inrichting is een systeem van peilbuizen aanwezig waarmee de grondwaterkwaliteit gecontroleerd kan worden. De huidige doelstellingen van de monitoring zijn:

1. Het detecteren van de historische vuilpluim (= restverontreiniging van de voormalig gesaneerde stortplaatsen teerputten van NSM) aan de benedenstroomse zijde van de stortplaats;
2. Het detecteren van eventuele lekkage van de onderafdichting van de stortplaats;
3. Het bepalen van het hydrologisch beeld en de grondwaterstromingsrichting;
4. Het bepalen van de grondwaterkwaliteit rondom de stortplaats (uitsluiten externe invloeden).

4.5.1 Voorstel peilbuizen

Bovenstrooms

Aan elke zijde waar geen onttrekkingsstelsel ligt (dus aan de Noordwestzijde, de Zuidwestzijde en de Zuidoostzijde) dient minimaal één peilbuis aanwezig te zijn. Eén peilbuis moet uitgerust zijn met drie filters (ondiep, middendiep en diep) om in ieder geval één monster van het diepe grondwater te kunnen nemen, de beide andere peilbuizen moeten uitgerust zijn met twee filters (ondiep en middendiep).

Benedenstrooms

Deze peilbuizen dienen ter detectie van de vuilpluim en in een later stadium ter controle van het beheerssysteem. Het is niet noodzakelijk om in deze peilbuizen diepe filters aan te brengen. Als een eventuele verontreiniging de beheersmaatregel passeert wordt deze gedetecteerd in ondiep of middendiep filter, aangezien er weinig tot geen sprake is van kwel of wegzijging. Er moeten vier peilbuizen staan, twee aan de uiteinden van het beheerssysteem en twee peilbuizen ertussenin. Alle vier peilbuizen hebben een ondiep en middendiep filter. De middendiep filters hebben als doel te controleren of een eventuele verontreiniging het beheerssysteem niet onderlangs passeert.

4.5.2 Voorstel frequentie & pakket

De beschreven peilbuizen (zeven stuks met in totaal vijftien filters) worden twee keer per jaar bemonsterd op het volgende pakket:

- pH;
- Ec;
- Ammonium;
- CZV;
- Arseen;
- Chroom;
- Nikkel;
- BTEX (sompameter);
- Naftaleen.

Ook het grondwater dat wordt onttrokken met het beheerssysteem wordt op dit pakket geanalyseerd.

5 Hemelwateropvang en – afvoer

5.1 Huidige situatie

Het huidige afstromende hemelwater wordt opgevangen en geborgen in de bergingsloot op eigen terrein die ligt aan de Kanaal-zijde (geheel), België-zijde (gedeeltelijk) en de Westerschelde-zijde (gedeeltelijk).

Bij een hoge waterstand in deze bergingsloot loopt het water onder vrij verval naar de pompput in de sloot tussen de voormalige stortplaats fase 0 en fase 1. Het water in deze sloot wordt afgevoerd naar de pompput op de stortplaats en vervolgens als percolaat gevoerd. Op die plaatsen waar sprake is van zijdelings uittredend percolaat zijn maatregelen genomen die voorkomen dat percolaat en de bergingsloot stroomt maar terecht komt in het percolaatsysteem van de stortplaats.

5.2 Toekomstige situatie

Na het aanbrengen van de dichte eindafwerking wordt de hierboven beschreven situatie gewijzigd. Uitgangspunt hierbij is dat al het van de dichte eindafwerking afstromende hemelwater schoon water betreft dat gescheiden van het percolaat wordt afgevoerd naar het oppervlaktewatersysteem buiten de inrichting. De volgende wijzigingen worden voorgesteld:

- De bergingsloot aan de kanaalzijde blijft intact;
- Aan de Westerschelde zijde wordt gedeeltelijk een betonnen goot aangebracht (zie hiervoor 3.10.3) die afstromend hemelwater loost op de aan deze zijde aanwezige bergingsloot;
- Aan de Belgiëzijde wordt gedeeltelijk een betonnen goot aangebracht (zie hiervoor 3.10.3) die afstromend hemelwater loost op de aan deze zijde aanwezige bergingsloot;
- Aan de Straatzijde wordt een betonnen goot aangebracht om afstromend hemelwater op te vangen, met afvoer naar de bergingsloot aan de Westerscheldezijde en de Belgiëzijde (zie hiervoor 3.10.2);
- De vrijvalleiding om hemelwater vanuit de bergingsloot af te voeren naar de percolaatsloot tussen de fasen 0 en 1 wordt verwijderd;
- Er wordt geen water meer verpompt vanaf de pompput tussen de fasen 0 en 1 naar de pompput op de stortplaats;
- Het afstromende hemelwater wordt geborgen in de bergingsloot en stroomt vertraagd af vanuit de bergingsloot geloosd op de B watergang (=secundaire watergang die uitkomt op de primaire watergang) aan de Belgiëzijde.

In hoofdstuk 3.7.7 is op hoofdlijnen het drainagesysteem beschreven dat onderdeel uitmaakt van de dichte eindafwerking. Dit systeem heeft de volgende functies:

- Het zorgen voor voldoende ontwatering van de afdeklaag ten behoeve van de stabiliteit van het stortlichaam (met name op de taluds en in de teen) en de vegetatie;
- Het creëren van een tijdelijke berging met vertraagde afvoer in het ontwateringssysteem.

Het drainagestelsel zal de afvoerintensiteiten die ontstaan bij (hevige) neerslag spreiden in tijd waardoor afvoerpieken worden afgevlakt.

Het drainagestelsel bestaat uit de volgende onderdelen:

- Infiltratie in de afdeklaag. Deze laag is circa 0,80 m dik. Door middel van infiltratie vindt hier zowel berging plaats als vertraagde afvoer naar drainagematten;
- Drainage door middel van drainagematten gelegen op de folie-afdichtingslaag. Dit zorgt voor afvoer van water op de afdichtingslaag;

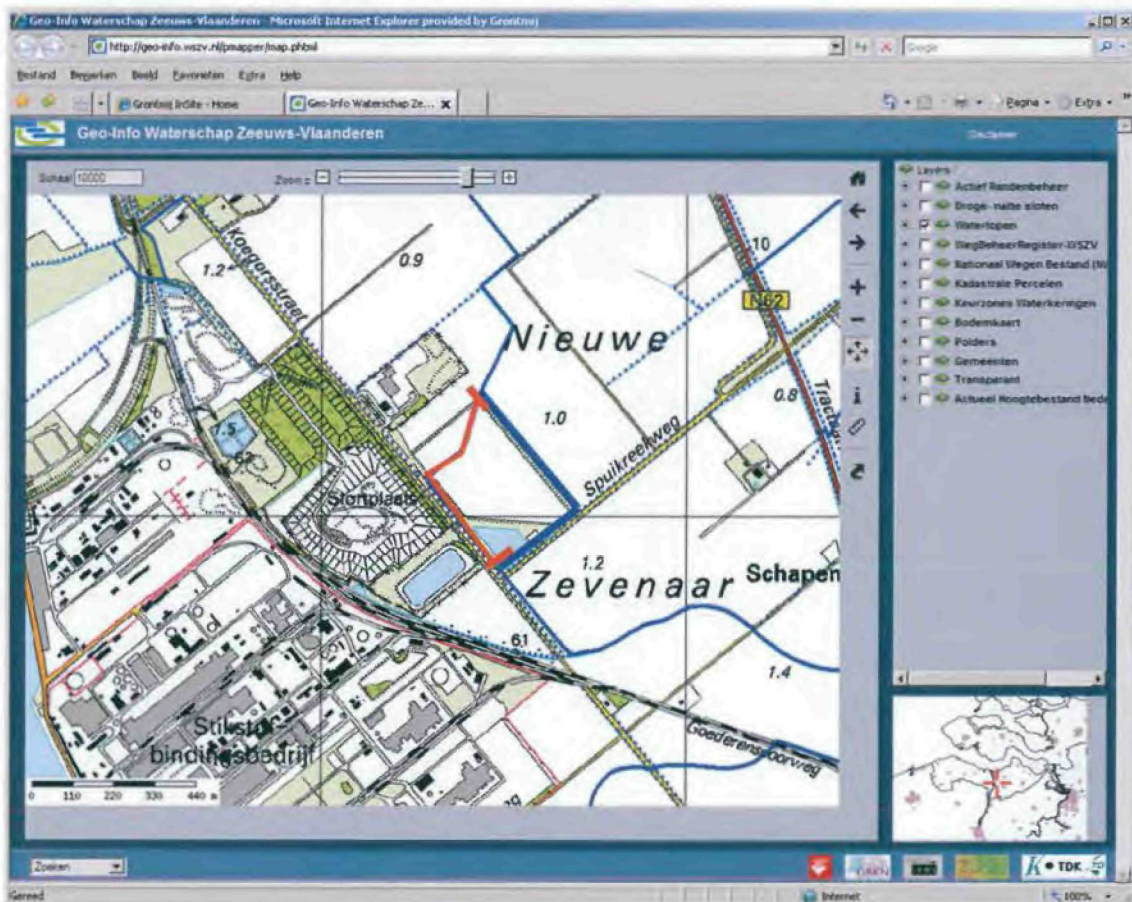
- Vertraagde afvoer door hemelwater te verzamelen op de banketten van de dichte eindafwerking. Het water komt hier via run-off en de drainagematten in grindkoffers waar door middel van infiltratie naar een drain vertraagde afvoer plaatsvindt;
- Run-off wordt opgevangen in de bergingsloot of in de betonnen goot;
- Berging in de bergingsloot;
- Vertraagde lozing naar het oppervlaktewatersysteem.

In bijlage 14 is het regenwateropvang- en afvoersysteem schematisch weergegeven.

Om de afvoer naar het bestaande oppervlaktewatersysteem te realiseren zijn twee lozingspunten geselecteerd:

- Aan de noordoostzijde;
- Aan de zuidzijde.

De voorkeur gaat uit naar lozing via de zuidelijk B-watergang. Bij de noordoostelijke lozing is een duiker onder de Koegorsstraat noodzakelijk en een verlengde lozingleiding omdat de betreffende watergang is omgelegd (zie onderstaande figuur).



De maximale afvoer naar het oppervlaktewatersysteem is (door het Waterschap) begrensd tot 10 mm/24 uur (uitgaande van een oppervlak binnen de bergingsloot van circa 10 ha, circa 12 l/s, of 1.000 m³/dag).

Het ontvangend oppervlaktewater heeft een variërend peil van NAP -1,00/-1,10 (zomer en winterpeil).

5.3 Beschrijving ontwerp

De bergingsloot wordt aangepast waarbij het streven is om voldoende berging te creëren. De dimensies van de bergingssloot zijn:

- Bodem van de sloot NAP -1,00m;
- Bovenzijde van de bergingssloot is maaiveld, maar niet lager dan NAP +1,00m;
- Hoogste toelaatbaar peil NAP +0,90m;
- Laagste peil NAP -0,80m (gereguleerd middels een drempel);
- Bodembreedte is variabel, gemiddeld 1 m;
- Bovenbreedte is variabel, gemiddeld 5 m;
- Taluds 1:1;
- Lengte sloot = 675 m;
- Bergingsvolume sloot = circa 3.800 m³;
- Betonnen lozingsput met een spindelschui. De put maakt het mogelijk om het lozingsdebiet te begrenzen, de kwaliteit van het geloosde water te controleren en indien noodzakelijk om de afvoer te blokkeren.
- PE-lozingsleiding vanuit de put naar ontvangend oppervlaktewater (lengte van circa 45 m). Deze leiding passeert de (plaatselijk) verdiept gelegen Gasunie-leidingen (bovenkant buis NAP -2,90m, plaatselijk maaiveld is circa NAP+0,2m) en zorgt voor een gelimiteerde afvoer;
- Voorgesteld wordt om de leiding onder afschot aan te leggen onder het peil van het oppervlaktewater te leggen (bovenkant leiding op circa NAP -1,30m);
- De lozingsleiding heeft een binnendiameter van 100 mm (uitgaande van piekafvoer van 1.000 m³/dag en een maximale drukverval van 1,9m). Bij een horizontale ligging is een diameter van 250 mm noodzakelijk.

5.4 Analyse ontwerp

Om te analyseren hoeveel water er van de dichte eindafwerking afkomt is bij verschillende buisituaties berekend hoeveel water infiltreert, draineert en via run-off tot afstroming komt. Hiervoor is gebruik gemaakt van de onderstaande neerslagsituaties die volgens KNMI-gegevens met een bepaalde herhalingsjijd mogen worden verwacht (Aanpassing KD-voorlichtingsbrochure "Neerslagfrequentie. J. Wijngaard, R. Sluiter).

Tabel 5.1 Neerslaghoeveelheden (in m)

tijsduur (etmaal)	1 keer per 2 jaar	1 keer per 5 jaar	1 keer per 10 jaar	1 keer per 50 jaar	1 keer per 100 jaar
0,003 (5 min.)	0,007	0,009	0,010	0,014	0,015
0,010 (15 min.)	0,012	0,015	0,018	0,025	0,028
0,042 (1 uur)	0,018	0,023	0,027	0,037	0,042
0,250 (6 uur)	0,027	0,034	0,039	0,053	0,059
1	0,039	0,047	0,054	0,071	0,079
4	0,060	0,071	0,080	0,100	0,109
10	0,091	0,105	0,114	0,135	0,143

De bergingsloot wordt gedeeltelijk om de stortplaats aangelegd in een slecht waterdoorlatende deklaag. Kwelstroming vanuit het watervoerend pakket naar de sloot is in verhouding gering en is in de afvoerberekening niet meegenomen.

Bij een bodemdtepte van NAP -1,00m zal de bergingsloot ten alle tijde water voeren. De grondwaterstand varieert in de tijd (zie bijlage 11). Uitgaande van een gemiddelde grondwaterstijg-hoogte in het watervoerend pakket van NAP +0,5m, een waterpeil van NAP -0,80m, een nat oppervlak van 2.700 m² en een bodemweerstand van 250 dagen bedraagt de basisafvoer 14 m³/dag (1,3x2700/250). Dit is gering ten opzichte van de maximale basisafvoer van 1.000 m³/dag.

De aanwezige bergingssloot heeft een beperkte buffercapaciteit. De benodigde buffercapaciteit is berekend. De grootte van de capaciteit is afhankelijk van de grootte van de maatgevende regenbui. In het onderstaande is de uitvoer van de berekening weergegeven.

In de berekening zijn de volgende aannames gekozen:

- Interceptie: 1 mm neerslag wordt opgenomen door de vegetatie of door verdamping;
- Infiltratie: een deel van de neerslag zal infiltreren in de afdeklaag (worst-case aanname 0,02 m/dag);
- Run-off: het verschil tussen neerslag en interceptie+infiltratie komt tot run-off;
- Berging afdeklaag: het geïnfiltreerde water wordt tijdelijk geborgen in de afdeklaag en komt via de drainagemat vertraagd tot afvoer (reservoirconstante 0,2 dag);
- Aanvoer bergingsloot: sommatie van run-off en (vertraagde) afvoer van geïnfiltreerd water
- Afvoer naar oppervlaktewater: vanuit de bergingsloot wordt met een constante snelheid geloosd (10 mm/dag = 1.000 m3/dag);
- Te bergen in de sloot: het verschil tussen aanvoer en afvoer moet (tijdelijk) worden gebufferd.

Tabel 5.3 Output van de hemelwaterafvoer berekening

Koegorspolder		neerslag	interceptie	infiltratie	lozing	berging	run-off	aanvoer	afvoer	te bergen
			vegetatie	afdeklaag	drainage	afdeklaag	naar sloot	naar sloot	naar opp.	in sloot
		m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
1x2jaar	5 min	700	100	7	1	6	593	594	3	591
	15 min	1.200	100	21	3	18	1.079	1.082	10	1.072
	1 uur	1.800	100	83	18	65	1.617	1.635	42	1.593
	6 uur	2.400	100	500	258	242	1.800	2.058	250	1.808
	1 dag	3.900	100	2.000	1.683	317	1.800	3.483	1.000	2.483
	4 dagen	6.000	100	5.900	5.700	200	0	5.700	4.000	1.700
	10 dagen	9.100	100	9.000	8.918	82	0	8.918	10.000	0
1x5jaar	5 min	900	100	7	1	6	793	794	3	791
	15 min	1.500	100	21	3	18	1.379	1.382	10	1.372
	1 uur	2.300	100	83	18	65	2.117	2.135	42	2.093
	6 uur	3.400	100	500	258	242	2.800	3.058	250	2.808
	1 dag	4.700	100	2.000	1.683	317	2.600	4.283	1.000	3.283
	4 dagen	7.100	100	7.000	6.745	255	0	6.745	4.000	2.745
	10 dagen	10.500	100	10.400	10.290	110	0	10.290	10.000	290
1x10jaar	5 min	1.000	100	7	1	6	893	894	3	891
	15 min	1.800	100	21	3	18	1.679	1.682	10	1.672
	1 uur	2.700	100	83	18	65	2.517	2.535	42	2.493
	6 uur	3.900	100	500	258	242	3.300	3.558	250	3.308
	1 dag	5.400	100	2.000	1.683	317	3.300	4.983	1.000	3.983
	4 dagen	8.000	100	7.900	7.600	300	0	7.600	4.000	3.600
	10 dagen	11.400	100	11.300	11.172	128	0	11.172	10.000	1.172
1x50jaar	5 min	1.400	100	7	1	6	1.293	1.294	3	1.291
	15 min	2.500	100	21	3	18	2.379	2.382	10	2.372
	1 uur	3.700	100	83	18	65	3.517	3.535	42	3.493
	6 uur	4.900	100	500	258	242	4.300	4.558	250	4.308
	1 dag	7.100	100	2.000	1.683	317	5.000	6.683	1.000	5.683
	4 dagen	10.000	100	8.000	7.695	305	1.900	9.595	4.000	5.595
	10 dagen	13.500	100	13.400	13.230	170	0	13.230	10.000	3.230
1x100jaar	5 min	1.500	100	7	1	6	1.393	1.394	3	1.391
	15 min	2.800	100	21	3	18	2.679	2.682	10	2.672
	1 uur	4.200	100	83	18	65	4.017	4.035	42	3.993
	6 uur	5.500	100	500	258	242	4.900	5.158	250	4.908
	1 dag	7.900	100	2.000	1.683	317	5.800	7.483	1.000	6.483
	4 dagen	10.900	100	8.000	7.695	305	2.800	10.495	4.000	6.495
	10 dagen	14.300	100	14.200	14.014	186	0	14.014	10.000	4.014

Uit bovenstaande tabel kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De beschikbare buffercapaciteit is voldoende voor de opvang van de run-off (piek na 1 uur);
- Uitgaande van een gelimiteerde afvoer van 10 mm/dag is de buffercapaciteit niet voldoende voor de extreme regenbui situatie T50 (1x50jaar) (grijs gemarkeerd).

Om wateroverlast te voorkomen bij extreme buien zijn er 2 opties:

- Vergroten buffercapaciteit met 2.695 m^3 (= berekend - aanwezig = $6.495 \text{ m}^3 - 3.800 \text{ m}^3$);
- Vergroten van de maximale afvoer. Bij de T100 (1x100jaar) bui is een aanvullende afvoer van $675 \text{ m}^3/\text{dag}$ ($2.695 \text{ m}^3/4\text{dagen}$, ofwel $6,7 \text{ mm/dag}$) nodig.

Nadere afstemming met het Waterschap is noodzakelijk. Verder wordt gestreefd naar het creëren van aanvullende buffercapaciteit nabij de inrichting.

5.5 Afsluitende opmerking

Het Waterschap heeft gevraagd om te zoeken naar mogelijkheden om het hemelwater op te vangen binnen de inrichting. Er is echter geen ruimte meer beschikbaar om meer berging voor hemelwater te creëren, gelet op het onderstaande:

- Er is geen ruimte voor een infiltratiebekken;
- Het aanbrengen van een dikkere afdeklaag zorgt er voor dat de taluds nog verder naar buiten komen, hetgeen ongewenst is;
- De bergingsloot is al maximaal gedimensioneerd;
- Het vergroten van de grindkoffers op de taluds kan in principe. Dit is echter ongewenst omdat dit relatief dure elementen zijn en maar een beperkte capaciteitsuitbreiding opleveren.

Uitgangspunt is dat in overleg met het Waterschap een passende oplossing zal worden gevonden in de nabijheid van de inrichting. Deze oplossing hoeft niet op korte termijn te worden gerealiseerd. Het is uiteraard wenselijk dat deze oplossing tijdens de sluitingsfase van de stortplaats wordt gerealiseerd.

Literatuur

[Alterra, 2006]

Onderbouwing kwaliteitsborging HYDROSTAB; aanvullend veld-, laboratorium- en modelonderzoek. D. Boels en J. Bril. Alterra-rapport 1374. 2006.

[Alterra, 2005]

Duurzaamheid Hydrostab; een veldonderzoek en een prognose. D. Boels et al. Alterra-rapport 1118. 2005.

[Alterra, 2001]

Functionele levensduur van minerale afdichtingmaterialen en kunststoffen in vloeistofdichte eindafwerking van stortplaatsen. D. Boels en J. Breen. Alterra rapport 290. 2001.

[BDA-Intron, 1997a]

BRL 1134. Drainagematten voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval-en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorie-bouwstoffen. BDA-Intron, 19 december 1997.

[BDA-Intron, 1997b]

BRL 1136. Bentonietmatten bestaande uit bentoniet ingesloten door ten minste twee geotextielen, voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval-en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorie-bouwstoffen. BDA-Intron. 19 december 1997.

[Blümel und Odens, 2001]

Reibungsversuche. Briefrapport van Prof. Dr. Ing W. Blümel und Dipl. Ing. H. Odens, 2001. aan Gebr. Friedrich GmbH, Salzgitter van Institut für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau, Universität Hannover. 27/04/2001.

[CUR/PBV, 2002]

Beoordeling van vloeistofdichte voorzieningen. CUR/PBV-Aanbeveling 44 (derde herziene uitgave). Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. Januari 2002.

[CUR/PBV, 2002]

Ontwerp en detaillering bodembeschermende voorzieningen, CUR/PBV rapport 196, Gouda, juni 2000.

[CUR, 2001]

Aanbeveling 75. Vervormingscriteria en meetmethoden van minerale afdichtingslagen. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. januari 2001.

[CUR/PBV, 1998]

Aanbeveling 65. Ontwerp en aanleg van bodembeschermende voorzieningen. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. April 1998.

[CUR/PBV, 1997]

Aanbeveling 49. Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen - beoordeling geschiktheid. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. November 1997.

[CUR/PBV, 1997]

Aanbeveling 50. Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen - productie en verwerking. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. November 1997.

[CUR, 1997]

Rapport 97-6. Bentonietmatten in bovenafdichtingen van afval- en reststofbergingen. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. 1997.

[CUR/PBV; 1996]

Aanbeveling 33. Granulaire afdichtingslagen op basis van zand-bentoniet. Tweede druk. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. September 1996.

[CUR, 1995b]

Geotextielen in afval- en reststofbergingen. CUR rapport 176. Januari 1995.

[CUR, 1994]

Granulaire afdichtingslagen op basis van zandbentoniet. Achtergrondrapport bij CUR-Aanbeveling 33. CUR rapport 94-1. Februari 1994.

[Delta, 2005]

Bovenafdichtingsplan stortplaats Koegorspolder te Sluiskil. kenmerk BOPLKO. Revisie 00. Delta. 12 januari 2005.

[ECN, 2002]

Second opinion. Functionele levensduur van minerale afdichtingmaterialen en kunststoffen in vloeistofdichte eindafwerking van stortplaatsen. ECN rapport C-02-068. Oktober 2002.

[ENBB, 2009]

Gelijkwaardigheidsbeoordeling ML40. ENBB advies nr. 16. 7 oktober 2009.

[Grontmij, 1996]

Protocolen Trisoplast ten behoeve van boven- en onderafdichtingen bij afvalbergingen, 2e druk, 20 maart 1996.

[Grontmij, 1997]

Vormzand als minerale afdichting. Voorschriften voor verwerking in bovenafdichtingen van afvalbergingen (2e druk). Grontmij. 10 maart 1997.

[Grontmij, 1999]

Bodemonderzoek stortplaats Koegorspolder. documentnummer: 13/99002850.DL/JdB, Grontmij Advies & Techniek bv. Houten, 5 mei 1999.

[Grontmij, 1999]

Geotechnisch advies bovenafdichting, stortplaats 'Sloe' en 'Koegorspolder', documentnummer: 13/98002912.dw/HG, Grontmij Advies & Techniek bv. De Bilt/Houten, 21 januari 1999.

[Grontmij, 2008]

Nazorgplan stortplaats Koegorspolder (versie 2008), Grontmij, 22 mei 2008.

[Grontmij, 2010]

Jaarrapportage Koegorspolder 2009. Onderdeel: Monitoring. Grontmij, 24 maart 2010.

[Hoeks et.al., 1990]

Richtlijnen voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen. Staring Centrum Wageningen, rapport 91. 1990.

[IPO, 2002a]

Aanpassing IPO-checklist beoordeling nazorgplannen, deelonderzoek A1. Haskoning in opdracht van IPO. 21 februari 2002.

[IPO, 2009]

IPO-Checklist 2008 stortplaatsen, Checklist nazorgplannen stortplaatsen. Definitief rapport II. Haskoning in opdracht van IPO, 9 juli 2009.

[KIWA, 2006]

Beoordelingsrichtlijn voor het KIWA-productcertificaat voor Afdichtingsfolie van hoge dichtheid polyetheen zonder versterking. BRL K538/04. 2004-06-15.

[KIWA, 2002]

Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-procescertificaat voor Verwerken van kunststof folie. BRL 1149. 2002-06-14.

[KIWA, 1998a]

Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor Aanleg van afdichtingslagen met zand-bentonietpolymeer gel inclusief combinatiedichtingen. BRL 1148. 1998-09-01.

[KIWA, 1998c]

Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-procescertificaat voor Aanleg van granulaire afdichtingslagen op basis van zandbentoniet inclusief combinatieafdichtingen. BRL 1130. 1998-04-01.

[KIWA, 2008]

BRL 2307. Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO® productcertificaat voor AVI-bodemas voor ongebonden toepassing in grond- en wegenbouwkundige werken. 27 mei 2008.

[NEN-EN-13493, 2005]

Geokunststof-afdichtingen – Vereiste eigenschappen voor gebruik bij de bouw van opslag- en stortplaatsen voor vaste afvalstoffen. NEN, 2005.

[NEN, 2010]

Bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt na maximale aantasting van zouten op bentoniethoudende afdichtingen in IBC-werken. Nederlandse Technisch afspraak, NTA 8888. NEN, juli 2010.

[NIL, 1999]

Extrusiellen van afdichtende folies voor toepassing bij bodembescherming en weg- en waterbouw. VF99-48.

[Staringcentrum, 1990]

Richtlijnen voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen. Staringcentrum, 1990.

[Stb., 1995]

Bouwstoffenbesluit, 1995.

[Stb., 2001]

Stortbesluit bodembescherming, Staatsblad 2001, 336.

[Stcrt., 1998]

Besluit wijziging Stortbesluit bodembescherming, Staatscourant 121, april 1998.

[Stcrt., 2001]

Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming, Staatscourant 2001, 133.

[TNO, 2000]

Beoordeling van de gelijkwaardigheid van de toepassing van Geologger® als dichte eindafwerking van een stortplaats. TNO-MEP-R2000/366. oktober 2000.

[TNO, 1999]

Protocolen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming Herziening 1999. deel I Materialen (VF99-52) en deel II Aanleg en acceptatie (VF99-53).

[VROM, 1991a]

Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen. Publikatiereeks bodembescherming nr. 1991/2. 1991.

[VROM, 1991b]

Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu. Publikatiereeks nr. 1991/5. 1991

Bijlage 1

Ligging locatie (tek.nr. 44A-59781)

Status:

DEFINITIEF

Project

BOVENAFDICHTINGSPLAN STORTPLAATS KOEGORSPOLDER



Opdrachtgever

STORTPLAATS KOEGORSPOLDER B.V.



Onderdeel

SITUATIE TOPKAART

Besteknummer

Formaat

Schaal

A4

1:25,000

Projectnummer

Tekeningsnummer

Gew.

Datum

Get.

Gez

Acc

Datum

Stadnummer

285287

44A-59781

E.B

08-04-2011

Bijlage:1

Bestand : 44A59781

© Grontmij Groep. Alle rechten voorbehouden

Plotdatum : 08-04-2011

Bijlage 2

Inmeting situatie 2009 (tek.nr. 44A-59786)



Koegorsstraat

België zijde

Westerseheldezijde

Kanaalzijde

VERKLARING

1.06

HOOGTE IN m
T.O.V. N.A.P.

12.5

HELLING TALUD.

KADASTRALE GRENS

TN2009 02055

KADASTAAL
PERCEELNUMMER

WIERKGRENS

Status: **DEFINITIEF**

Gronit Nederland B.V.
Postbus 445
6000 AL Arnhem
T +31 26 355 83 53
W +31 26 445 92 81
W www.gronit.com

Project: **BESTEK BOVENAFMETSING
STORTPLAATS KOEGROSPOLDER TE SLUISKIL**

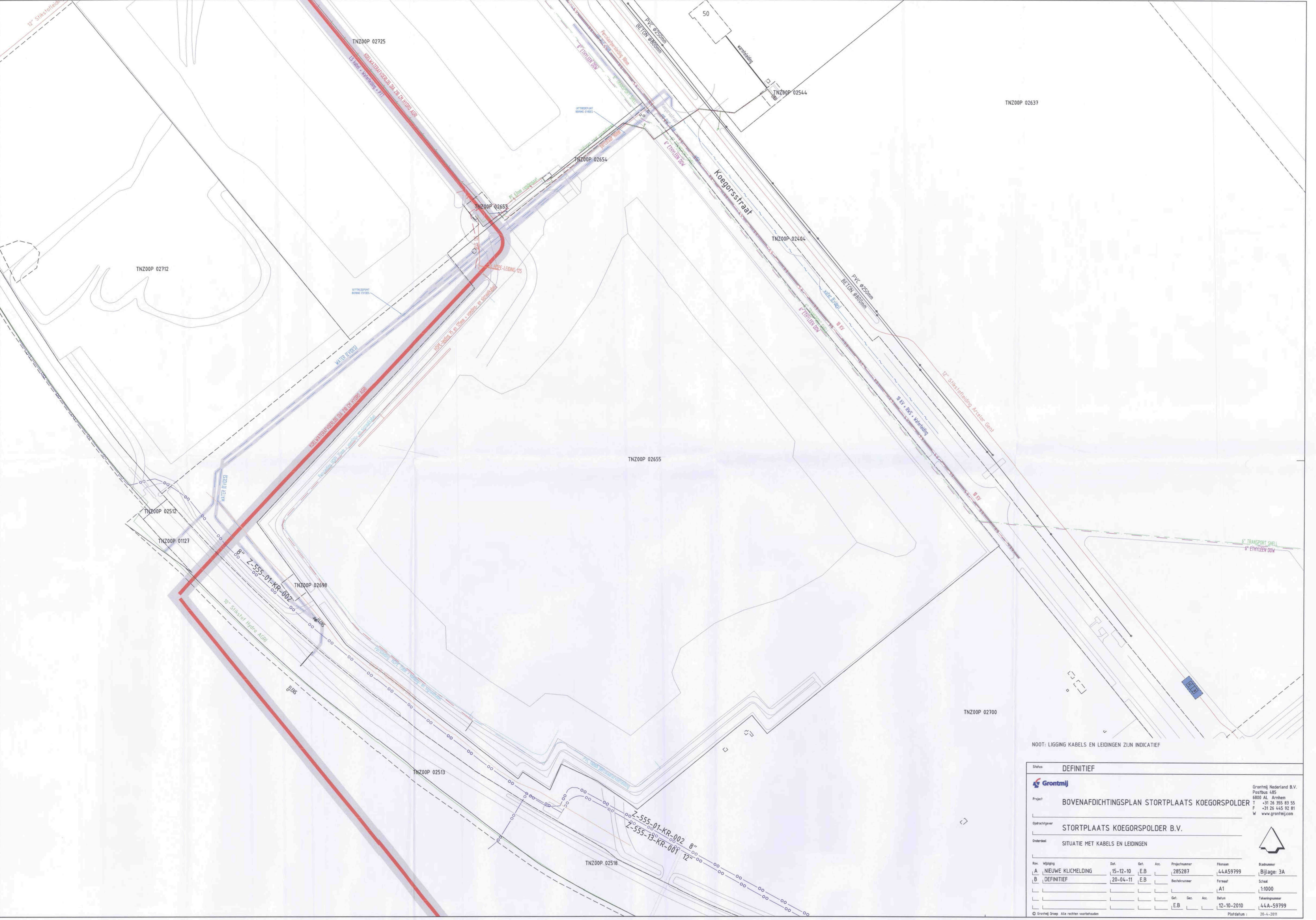
Opleidingsoort: **STORTPLAATS KOEGROSPOLDER B.V.**

Onderwerp: **HOOGTEMETING 2009 MET HELLINGSPERCENTAGE TALUD**

Reo.	Vrijdag	Dat.	Get.	Acc.	Projectnummer	Faseaan	Beaknummer
A	DEFINITIEF	20-04-11	E.B.		285287	4.4.A5.9786	1
					Beaknummer	Faseaan	Schied
					GRM-AHM-2010-15	A0	1500
					Get.	Datum	Tekeningnummer
			E.B.		No.	08-04-2011	4.4.A. 9786
© Gronit Group Alle rechten voorbehouden							Plaatnummer
							04-4-2012

Bijlage 3

Ligging kabels en leidingen (tek.nr. 44A-59799 en
44A-60458)



NOOT: LIGGING KABELS EN LEIDINGEN ZIJN INDICATIEF

Status:DEFINITIEF

Grontmij

ProjectBOVENAFDICHTINGSPLAN STORTPLAATS KOEGORSPOLDER

OprachtgeverSTORTPLAATS KOEGORSPOLDER B.V.

OnderdeelSITUATIE MET KABELS EN LEIDINGEN

Rev. Wijziging

A	NIEUWE KLICHELDING	Dat. 15-12-10	Get. E.B	Acc.	Projectnummer 285287	Plaatnummer 44A59799	Bladnummer Bijlage: 3A
B	DEFINITIEF	20-04-11	Get. E.B	Acc.	Besteknummer	Formaat A1	Schaal 1:1000
					Get. Gez. Acc.	Datum 12-10-2010	Tekeningnummer 44A-59799

© Grontmij Groep. Alle rechten voorbehouden

Platdatum : 20-4-2011

Bijlage 4

Relevante vergunningseisen

Teneinde de goede werking van het drainagesysteem en het controledrainagesysteem te waarborgen, worden de buizen regelmatig en ten minste één keer per jaar doorgespoten, waarbij de doorspuitfrequentie proefondervindelijk door de vergunninghouder wordt bepaald.

4.12.2. Ongedierte

Ten minste jaarlijks dient geïnspecteerd te worden of er schade aan de bodembeschermende voorzieningen optreedt door ongedierte.

4.12.3. Onderhouds- en controleplan

Uiterlijk zes maanden na het van kracht worden van deze vergunning dient door de vergunninghouder aan de directie RMW een onderhouds- en controleplan ter goedkeuring te worden voorgelegd.

Dit plan dient ten minste te bevatten:

- a) overzicht van de momenten en de wijze waarop het jaarlijkse onderzoek als bedoeld in voorschrift 4.7.2 wordt uitgevoerd;
- b) overzicht van de momenten en de wijze waarop het doorspuiten van de drainagesystemen als bedoeld in voorschrift 4.12.1 wordt uitgevoerd.

4.13. Afwerken stortplaats

4.13.1. Afvallagen onder bovenafdichting

De samenstelling en het aanbrengen van de afvallagen direct gelegen onder de bovenafdichting dient in overeenstemming te zijn met het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking.

4.13.2. Beoordelen toestand voor aanbrengen dichte bovenafdichting

Alvorens de dichte eindafwerking wordt aangelegd, dient door een ter zake kundige de toestand van het gedeelte van de stortplaats waarbij de dichte eindafwerking wordt aangebracht, te worden beoordeeld.

Deze beoordeling moet worden uitgevoerd overeenkomstig hetgeen gesteld is in paragraaf 8.1 van de Leidraad Storten en omvat tenminste:

- a) het verloop van zetting en klink in de tijd en een op basis van dit verloop gemaakte schatting van de restzettingen, de restklink en de verschilzakkingen;
- b) het verloop van de processen die in de stort plaatsvinden aan de hand van de samenstelling van het percolaat en de vorming en samenstelling van het gas;
- c) de staat van de aanwezige bodembeschermende voorzieningen;
- d) het, op basis van de onder a, b en c in dit voorschrift genoemde beoordelingen, bepalen of aanpassing van de aanwezige bodembeschermende voorzieningen noodzakelijk is;
- e) het aangeven van de ontwerp-voorwaarden voor de dichte eindafwerking.

De resultaten van deze beoordeling dienen ter goedkeuring te worden overlegd aan de directie RMW. De directie RMW kan nadere eisen stellen ten aanzien van de beoordeling van de toestand van het gedeelte van de stortplaats waar een dichte eindafwerking wordt aangebracht, voor zover van belang voor de goede werking en de landschappelijke inpassing van de dichte eindafwerking.

4.13.3. Dichte eindafwerking

Aan de bovenkant van de gestorte afvalstoffen moet een dichte eindafwerking worden aangebracht zodanig dat infiltratie van water in de gestorte afvalstoffen wordt tegengegaan.

De dichte eindafwerking dient ten minste een gelijkwaardig beschermingsniveau te bieden dan de bescherming van de bodem die is beoogd met het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking.

4.13.4. Afdichtingsplan

De dichte eindafwerking dient te worden uitgevoerd zoals beschreven

in een door de vergunninghouder op te stellen afdichtingsplan. Minimaal drie maanden voor het aanbrengen van de dichte eindafwerking moet de houder van de vergunning een afdichtingsplan ter goedkeuring aan de directie RMW voorleggen. Het afdichtingsplan bestaat ten minste uit een rapport van afdichting en een uitvoeringsgereed plan (bestek). In het rapport van afdichting beschrijft de vergunninghouder de toestand van het gedeelte van de stortplaats waarbij de dichte eindafwerking wordt aangebracht, als bedoeld in voorschrift 4.13.2 en 4.13.3. Daarnaast wordt in het rapport van afdichting beschreven hoe met de dichte eindafwerking een beschermingsniveau wordt gerealiseerd dat ten minste gelijkwaardig is aan de bescherming van de bodem die is beoogd met het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking. Ook geeft het rapport van afdichting het tijdstip aan waarop de bovenafdichting wordt aangebracht. Het bestek geeft de wijze van uitvoering van het rapport van afdichting aan.

4.13.5. Beplantingsplan

Gelijktijdig met het indienen van het afdichtingsplan dient de houder van de vergunning een beplantingsplan voor de gedeelten van de inrichting waar de dichte eindafwerking wordt aangebracht, ter goedkeuring aan de directie RMW voor te leggen.

4.14. Aanleg dichte eindafwerking

4.14.1. Tijdstip aanbrengen dichte eindafwerking

Zo spoedig als technisch mogelijk, rekening houdend met onder meer de processen gasvorming en klink, maar uiterlijk 30 jaar na het aanbrengen van de onderafdichting dient de dichte eindafwerking te worden aangebracht.

Het tijdstip van het aanbrengen van de dichte eindafwerking dient overeenkomstig het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking te worden bepaald.

4.14.2. Eventuele aanpassing gasonttrekkingsstelsel

Indien bij de beoordeling van de toestand van het gedeelte van de stortplaats waarbij de dichte eindafwerking wordt aangebracht als bedoeld in voorschrift 4.13.3, blijkt dat aanpassing van het gasonttrekkingssysteem nodig is in verband met een optimale afvoer van gas, dienen deze aanpassingen voor het aanbrengen van de dichte eindafwerking te worden uitgevoerd.

4.14.3. Doorvoeringen gasonttrekkingssysteem door dichte eindafwerking

Bij doorvoering van het gasonttrekkingssysteem door de dichte eindafwerking dient de gas- en waterdichtheid van de dichte eindafwerking gewaarborgd te blijven.

4.14.4. Aansluiting op onderafdichting

De dichte eindafwerking dient zodanig aan te sluiten op de onderafdichting dat de water- en gasdichtheid van deze aansluiting gewaarborgd is en blijft.

4.14.5. Controleren drainagebuizen

Na het aanbrengen van drainagebuizen van de bovenafdichting moet direct worden gemeten of deze open zijn.

4.14.6. Gebruik milieubelastende stoffen

Indien bij de dichte eindafwerking gebruik wordt gemaakt van milieuverontreinigende stoffen, wordt er voor gezorgd dat door de afdichtingsconstructie geen verontreiniging van bodem en oppervlaktewater kan optreden.

4.15. Keuren dichte eindafwerking

4.15.1. Onmiddellijk nadat een dichte eindafwerking is aangebracht dient in opdracht van de vergunninghouder door een in overeenstemming met

directie RMW aangewezen terzake kundige, een keuring te worden verricht van de voorzieningen die in het belang van de bescherming van de bodem op de stortplaats zijn getroffen, alsmede onderzoek te worden gedaan met betrekking tot de hoedanigheden van de bodem onder de stortplaats.

- 4.15.2. De in voorschrift 4.15.1 bedoelde keuringen van de bodembeschermende voorzieningen en onderzoeken naar de technische staat dienen te geschieden overeenkomstig:
- a) hoofdstuk 15 van de Richtlijn dichte eindafwerking voor de bovenafdichting;
 - b) de Richtlijn drainage- en controlesystemen, met uitzondering van de paragrafen 3.11 en 4.3.2, voor het opvang- en afvoersysteem van het percolaat, voor de controle van drainagevoorzieningen en voor bemonsteringsdrainagebuizen;
 - c) de Ontwerpprocedure grondwatermonitoring voor de bemonsteringspeilbuizen met uitzondering van bijlage V;
 - d) de Richtlijn geohydrologische isolatie voorzover geohydrologische isolatie is vereist;
 - e) het bepaalde in voorschrift 4.10.4.

- 4.15.3. De inspectie van de bodembeschermende voorzieningen bestaat uit een vaststelling van de technische staat van alle in deze vergunning voorgeschreven bodembeschermende voorzieningen overeenkomstig hoofdstuk 15 van de Richtlijn dichte eindafwerking voor wat betreft de bovenafdichting, en overeenkomstig de methode vastgelegd in de Richtlijn drainage- en controlesystemen, voor wat betreft de controle van drainagevoorzieningen, bemonsteringsbuizen en het opvang- en afvoersysteem van percolaat.

- 4.15.4. Het onderzoek naar de hoedanigheden van de bodem bestaat uit een bemonstering van het percolaat, van het water in de verschillende bemonsteringsbuizen en verzamelleidingen van het drainagesysteem onder de onderafdichting, en van het grondwater in de grondwaterbemonsteringsbuizen. De verkregen monsters moeten, worden geanalyseerd op:
- cadmium, chroom, koper, nikkel, lood, zink, kwik en arseen;
 - chloride, sulfaat, zuurgraad (pH), elektrische geleidbaarheid;
 - Kjeldahl-N;
 - CZV;
 - VOX;
 - minerale olie;
 - PAK's.

- 4.15.5. **Achterwege blijven analyse en aanvullende analyse**
Gedeputeerde Staten kunnen in afwijking van voorschrift 4.15.4 nadere regels stellen inhoudende dat analyse van een of meer van de genoemde parameters achterwege kan blijven, indien op grond van de samenstelling van de gestorte afvalstoffen danwel op de uit het verleden bekende monitoringsgegevens buiten twijfel staat dat deze stoffen niet voorkomen in het percolaat van de stortplaats. Indien analyse van een of meer niet in voorschrift 4.15.4 genoemde parameters gewenst is, kunnen Gedeputeerde Staten de bedoelde analyses voorschrijven.

4.16. Registratie en rapportage

- 4.16.1. De resultaten van de keuring en het onderzoek dienen zodanig op schrift te worden gesteld dat:
- een duidelijk inzicht wordt gegeven in de beheersbaarheid van de situatie;
 - de technische staat van de voorzieningen wordt aangegeven waarbij tevens een schatting van de resterende levensduur van de voorzieningen is opgenomen;
 - de resultaten van het onderzoek naar de kwaliteit van het water uit de drainagebuizen en het water uit de stroomafwaarts van de stortplaats gelegen bemonsteringsbuizen, worden vergeleken met de

resultaten van het onderzoek naar de kwaliteit van het water uit de stroomopwaarts gelegen bemonsteringsbuizen. De onderzoeksresultaten worden bovendien vergeleken met alle voorafgaande onderzoeksresultaten.

- 4.16.2. De resultaten van de keuring en het onderzoek dienen zo spoedig mogelijk nadat de keuring heeft plaatsgevonden, in afschrift te worden toegezonden aan de directie RMW.
- 4.17. **Inzaaien gras**
Ten behoeve van de opname van neerslag door vegetatie en het tegengaan van erosie dienen de terreingedeelten die voorzien zijn van de afdichting, direct te worden ingezaaid met gras of andere daartoe geschikte vegetatie, overeenkomstig het gestelde in hoofdstuk 8 van de Richtlijn dichte eindafwerking.
- 4.18. **Beplanting**
In het eerstvolgende plantseizoen dienen de afgewerkte stortgedeelten te worden beplant volgens het landschapsplan en het beplantingsplan.
- 4.19. **Controle bovenafdichting op zakking**
Controle van de bovenafdichting op zakking vindt om het jaar plaats, door hoogtemeting van het eindafwerkingsoppervlak overeenkomstig de methode, aangegeven in hoofdstuk 1.3 van de Richtlijn dichte eindafwerking.
- 4.20. **Periodieke controle bovenafdichting na aanleg en keuring**
a) Controle op de dichtheid van de bovenafdichting vindt plaats door middel van een onderzoek naar het uittreden van stortgas door de bovenafdichting. Dit onderzoek vindt elke zes maanden plaats overeenkomstig de methode aangegeven in hoofdstuk 13 van de Richtlijn dichte eindafwerking.
b) Elke zes maanden dient controle op de dichtheid van de bovenafdichting door het inspecteren van de taluds op uittredend percolatiewater plaats te vinden. Verder dient onderzocht te worden of er sprake is van lekkage van percolatiewater ter plaatse van de teenconstructie, zijnde de verbingsconstructie tussen de onder- en de bovenafdichting en het nabijgelegen deel van het talud. De controle en het onderzoek geschieden overeenkomstig de methode aangegeven in hoofdstuk 13 van de Richtlijn dichte eindafwerking.
- 4.21. **Inspectie stort**
- 4.21.1. De stabiliteit van de bovenafdichting en van het stort als geheel, dient halfjaarlijks te worden bepaald. Deze inspectie dient met de periodieke controle als bedoeld in voorschrift 4.20 te worden uitgevoerd.
- 4.21.2. De vergunninghouder dient de resultaten van de inspectie en het onderzoek als bedoeld in voorschrift 4.19, 4.20 en 4.21.1 op schrift te stellen, te bewaren en in afschrift aan directie RMW te sturen.
- 4.22. **Financiële zekerheid eindafwerking**
- 4.22.1. Ter nakoming van de voorschriften met betrekking tot de dichte eindafwerking dient de vergunninghouder zorg te dragen voor financiële zekerheid. Het bedrag waarvoor zekerheid dient te worden verkregen bedraagt € 7.000.000,-. De financiële zekerheid wordt gesteld tot het moment dat de keuring als bedoeld in voorschrift 4.15.1 heeft plaatsgevonden.
- 4.22.2. Vergunninghouder dient zekerheid te stellen:

- door storting of overschrijving van € 7.000.000,- op bankrekeningnummer 28.50.10.557 t.n.v. de provincie Zeeland te Middelburg, onder vermelding van de naam van de vergunninghouder, de datum en het nummer van de vergunning of,
 - door toezending van een bankgarantie, afgegeven door een erkende bankinstelling.
- Op dit bedrag kan de provincie de kosten verhalen, welke door haar in de plaats van de vergunninghouder moeten worden gemaakt.

- 4.22.3. Vergunninghouder kan vrijstelling van de wijze van zekerheidstelling als genoemd in voorschrift 4.22.2 krijgen indien binnen zes maanden na het van kracht worden van onderhavige vergunning bindende afspraken van kracht zijn waarin de financiële zekerheidstelling als geformuleerd in voorschrift 4.22.1 geborgd is.
- 4.22.4. Vergunninghouder is gerechtigd om een borgtocht als financiële zekerheid te stellen, uitsluitend conform de in dit voorschrift bedoelde overeenkomst van borgtocht. Als borg zal bij uitsluiting gelden Delta N.V.
Aan het stellen van financiële zekerheid door middel van borgtochtovereenkomst zal zijn voldaan indien deze overeenkomst is ondertekend door de bevoegd vertegenwoordigers van:
- a) Vergunninghouder;
 - b) Delta N.V (borg);
 - c) en Gedeputeerde Staten.
- Vergunninghouder dient Gedeputeerde Staten jaarlijks voor 1 juli, direct indien Vergunninghouder blijkt dat de gestelde zekerheid ontoereikend is geworden en daarnaast zo vaak als Gedeputeerde Staten dit nodig achten:
- aan te tonen dat de borg voldoende verhaal biedt om aan de verplichtingen tot het aanbrengen van de dichte eindafwerking te voldoen;
 - en hen hiervoor de benodigde informatie te verschaffen, welke dient te zijn onderbouwd door relevante financiële stukken.
- 4.22.5. Indien Vergunninghouder een ander wil aanwijzen, dan de in voorschrift 4.22.4 genoemde borgsteller, is dit pas toegestaan nadat is aangetoond dat de vorm van financiële zekerstelling gelijkwaardig is aan de vorm als bedoeld in voorschrift 4.22.4 of op een andere wijze wordt voldaan aan het gestelde in voorschrift 4.22.3.
- 4.22.6. Alvorens voor de eerste keer na het in werking treden van deze vergunning kan worden gestort, moet aan Gedeputeerde Staten een schriftelijk bewijs van de gestelde financiële zekerheid zijn overgelegd en moet dit door Gedeputeerde Staten zijn goedgekeurd respectievelijk geaccordeerd.
- 4.22.7. Vergunninghouder dient, indien de gestelde financiële zekerheid onvoldoende is geworden, uiterlijk binnen 10 dagen na ontvangst van een schriftelijk verzoek van Gedeputeerde Staten zorg te dragen voor aanvulling of vervanging van de gestelde financiële zekerheid, totdat deze volgens Gedeputeerde Staten weer voldoende is.
- 4.22.8. **Overdracht vergunning**
Indien deze vergunning is overgedragen aan een ander moet deze nieuwe Vergunninghouder/exploitant, alvorens deze na de overdracht van deze vergunning voor de eerste keer kan overgaan tot storten, aan Gedeputeerde Staten een schriftelijk bewijs hebben overlegd van de ingevolge voorschrift 4.22.1 gestelde financiële zekerheid onderscheidenlijk van een getroffen voorziening die gelijkwaardig is aan het stellen van financiële zekerheid.

4.23. Nazorg

4.23.1. Van kracht blijven voorschriften

Revisievergunning Stortplaats Koegorspolder

De voorschriften 3.1 t/m 3.6 en 4.7 t/m 4.22.8 blijven van kracht totdat Gedeputeerde Staten aan Vergunninghouder een verklaring als bedoeld in artikel 8.47, lid 3 van de Wet milieubeheer hebben afgegeven.

4.24. Nazorg van reeds afgewerkte stortgedeelten

4.24.1. Inspectierapport

Van de verrichte werkzaamheden (inspecties, onderhoud en kleine reparaties) die hebben plaatsgevonden op dat gedeelte van de stortplaats dat reeds is voorzien van een dichte afwerking dient binnen drie maanden na afloop van elk jaar in een nazorg-rapport aan Gedeputeerde Staten verslag worden gedaan.

4.24.2. Gebreken

Indien gebreken aan de milieuhygiënische voorzieningen worden vastgesteld of vermoed, moet de Vergunninghouder dit onmiddellijk aan de directie RMW melden. Gedeputeerde Staten kunnen aanvullend onderzoek verplicht stellen en zullen na overleg met de Vergunninghouder besluiten welke maatregelen noodzakelijk zijn.

4.24.3. Nadere eisen

De Gedeputeerde Staten kunnen ten aanzien van het hiervoor gegeven voorschrift 4.24.1, na overleg met de Vergunninghouder, nadere eisen stellen.

4.24.4. Nazorgplan

Op aanwijzing van Gedeputeerde Staten moet Vergunninghouder een aangepast plan van nazorg, als bedoeld in artikel 8.49, lid 3 van de Wet milieubeheer, bij Gedeputeerde Staten indienen. Het nazorgplan dient gebaseerd te zijn op het IPO-nazorgmodel, en moet ondermeer ingaan op:

- a) de wijze van instandhouding van de voorzieningen, die nodig zijn om voor de lange termijn de isolatie te waarborgen en de overige in de vergunning voorgeschreven beheers- en nazorgmaatregelen die te allen tijde moeten worden uitgevoerd; hierbij moet aangegeven worden, van welke calamiteit wordt uitgegaan, welke maatregelen maximaal worden getroffen en op welke wijze op grond hiervan de financiële garanties worden gegeven;
- b) aard en soort van voorzieningen die in een onderhoudsprogramma worden opgenomen;
- c) frequenties van inspecties, onderhoud en periodieke vervangingen gericht op het langdurig in stand houden van het baggerdepot met alle bijbehorende voorzieningen en de goede werking daarvan;
- d) een waarnemingsprogramma waarin wordt aangegeven welke parameters en gegevens jaarlijks zullen worden gemeten en verzameld ter controle op de bodem- en grondwaterkwaliteit in de omgeving;
- e) een begroting van de kosten van eeuwigdurende nazorg; hierbij moet de omvang van het fonds dat ter financiering van deze nazorg moet worden gecreëerd worden aangegeven.

Bijlage 5

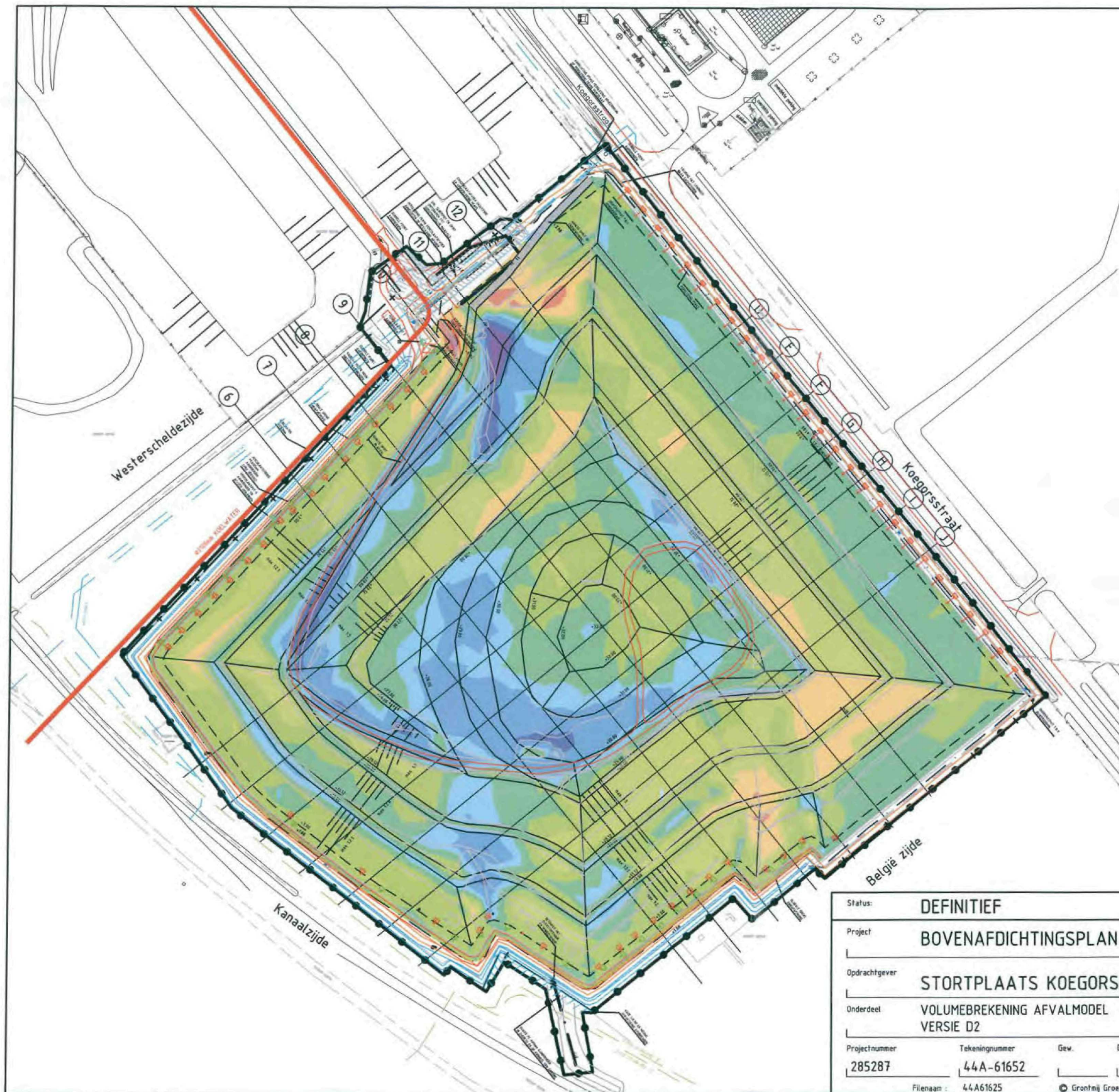
Voorgestelde vormgeving (tek.nr. 44A-61652)

TERREINHOOGTES

REEKS	MIN.	MAX.	KLEUR	OPP.
1	-3.61	-3.00		30 m ²
2	-3.00	-2.00		367 m ²
3	-2.00	-1.00		5866 m ²
4	-1.00	-0.50		17962 m ²
5	-0.50	0.00		30478 m ²
6	0.00	0.50		30213 m ²
7	0.50	1.00		10395 m ²
8	1.00	2.00		9701 m ²
9	2.00	3.00		1360 m ²
10	3.00	4.50		253 m ²

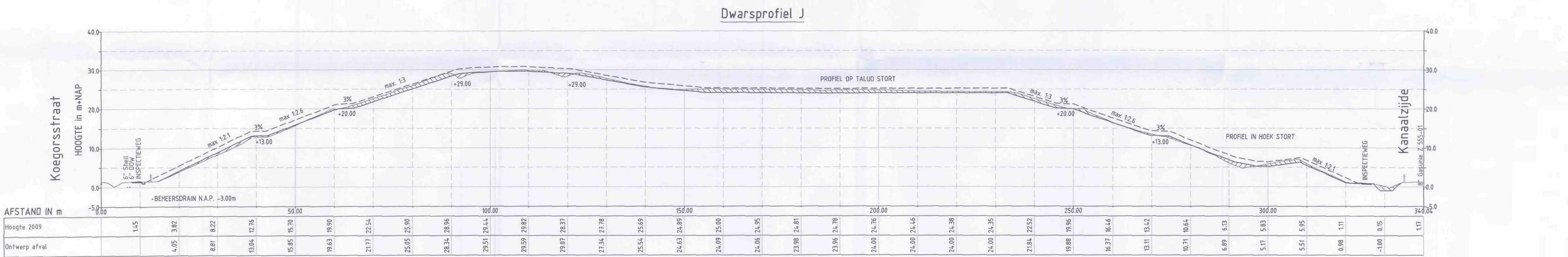
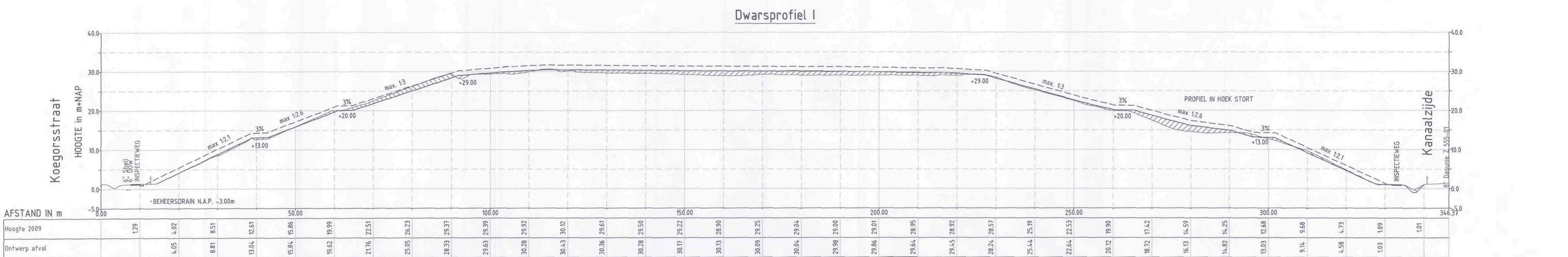
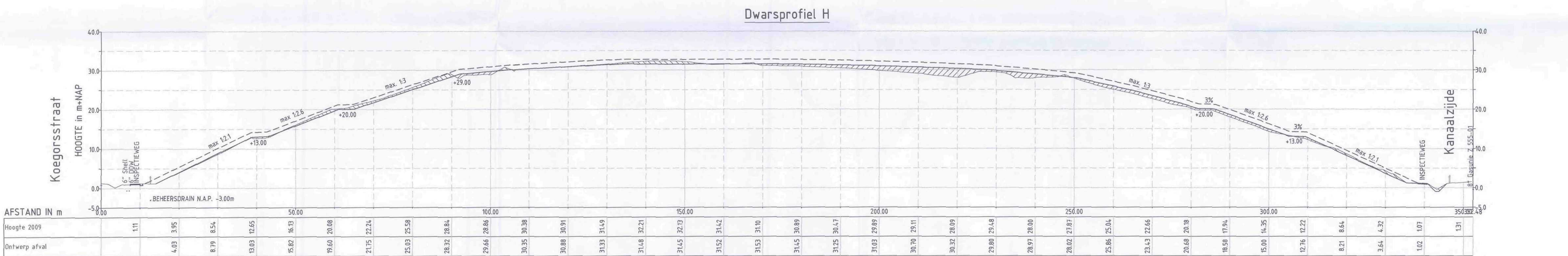
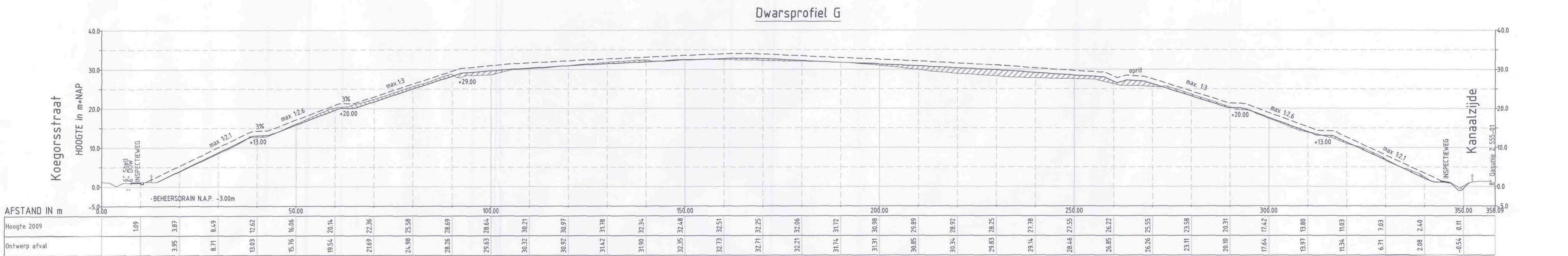
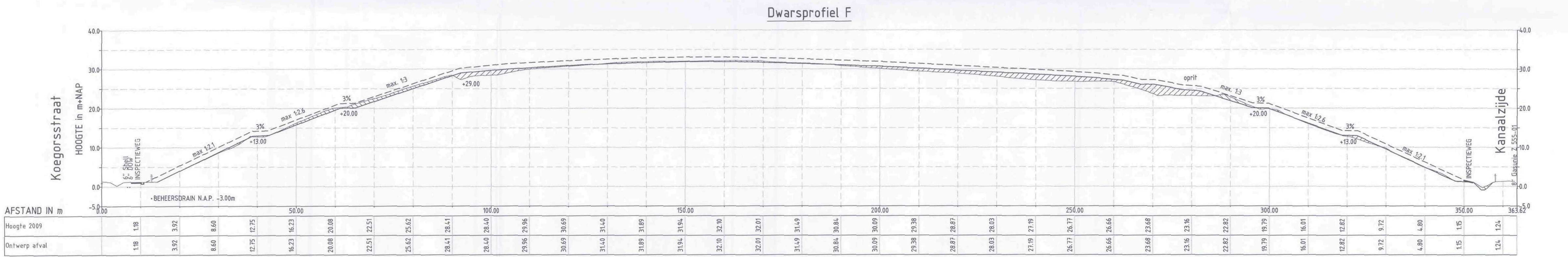
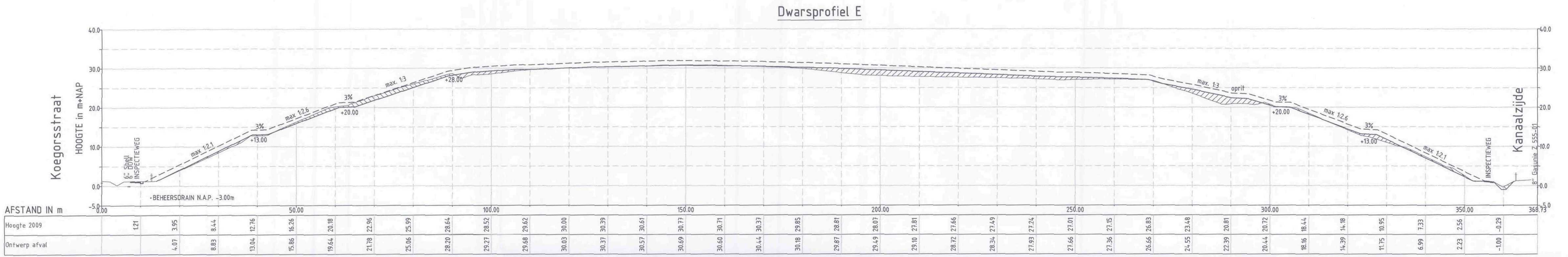
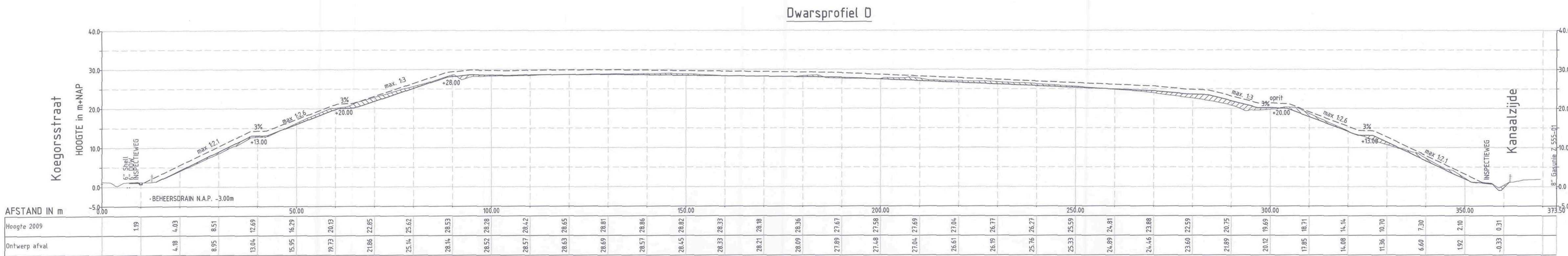
BEREKENING GRONDVERZET
 ONTGRAVEN AFVAL 26.500m³
 ONTGRAVEN VOORTERRAIN 2.400m³
 AANVULLEN 28.900m³

Status:	DEFINITIEF										
Project	BOVENAFDICHTINGSPLAN STORTPLAATS KOEGORSPOLDER										
Oprachtgever	STORTPLAATS KOEGORSPOLDER B.V.										
Onderdeel	VOLUMEBREKENING AFVALMODEL VERSIE D2					Besteknummer	Formaat A3		Schaal 1:2000		
Projectnummer	285287	Tekeningnummer	44A-61652	Gew.	Datum	Get.	Gez.	Acc.	Datum	Bladnummer	
						E.B			14-03-2012	Bijlage: 5	
Besteknummer	44A61625					Grontmij Groep Alle rechten voorbehouden				Plotdatum	15-03-2012



Bijlage 6

Dwarsprofielen (tek.nr. 44A-61627 + 44A-61627)



VERKLARING:

- HOOGTE METING 2009 AFVAL IN m T.O.V. N.A.P.
- ONTWERP AFVAL
- ENDAFWERKING STORTPLAATS
- ONTGRAVEN AFVAL
- AANVULLEN AFVAL
- max 1:2.1 MAXIMALE NIEUWE HELLING TALUD
- +20.00 HOOGTE ONTWERP AFVAL
- BETONGOOT
- AFRASTERING BESTAAND/NIET

NOOT: LIGGING EN DIEPTE KABELS EN LEIDINGEN ZIJN INDICATIEF
BREDTE BODEN BESTAANDE SLOTEN NIET GEMETEN (SLECHTS ENKELE HOOGTEPUNTEN)

DEFINITIEF					
BESTEK BOVENAFDICHTING STORTPLAATS KOEGORSPOLEER TE SLUISKIL					
STORTPLAATS KOEGORSPOLEER B.V.					
DWARSPROFIELEN D T/M J					
VERSIE D2					
Rev.	Wijziging	Dat.	Act.	Projectnummer	Revisie
1	DEFINITIEF	24-04-2012	E	285287	44A61625
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					
109					
110					
111					
112					
113					
114					
115					
116					
117					
118					
119					
120					
121					
122					
123					
124					
125					
126					
127					
128					
129					
130					
131					
132					
133					
134					
135					
136					
137					
138					
139					
140					
141					
142					
143					
144					
145					
146					
147					
148					
149					
150					
151					
152					
153					
154					
155					
156					
157					
158					
159					
160					
161					
162					
163					
164					
165					
166					
167					
168					
169					
170					
171					
172					
173					
174					
175					
176					
177					
178					
179					
180					
181					
182					
183					
184					
185					
186					
187					
188					
189					
190					
191					
192					
193					
194					
195					
196					
197					
198					
199					
200					

Bijlage 7

Geotechnisch rapport

Geotechnisch rapport stortplaats Koegorspolder

Bijlage 7 van het integraal eindafwerkingsplan

Definitief

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 29 mei 2012

Verantwoording

Titel : Geotechnisch rapport
stortplaats Koegorspolder

Subtitel : Bijlage 7 van het integraal eindafwerkingsplan

Projectnummer : 301644 / 285287

Referentienummer : GM-0057988

Revisie : D4

Datum : 29 mei 2012

Auteur(s) : ir. L.B. Verbeek

E-mail adres : geotechniek@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ir. N.P. van Leeuwen

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd door : ir. J.A. Kleinjan

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 220 02 94
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Doel	5
1.3	Leeswijzer	5
2	Uitgangspunten	6
2.1	Normen en richtlijnen	6
2.2	Veiligheidsklasse damwanden	6
2.3	Geotechnische categorie	6
2.4	Grondonderzoek	6
2.5	Bodemopbouw	6
2.6	Grondwaterstanden	8
2.7	Kabels & leidingen en teenconstructie	8
2.8	Vormgeving	8
2.9	Uitgangspunten damwandberekeningen	8
2.10	Uitgangspunten zettingen	8
2.11	Uitgangspunten stabiliteitsberekeningen	9
2.12	Constructie bovenafdichting	9
3	Stabiliteit bovenafdichting	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Berekeningsresultaten	10
3.3	Conclusie en advies	10
3.4	Eisen bestek	10
4	Analyse grondvervormingen	12
4.1	Resultaten zettingsanalyse	12
4.2	Invloed omgeving	12
4.3	Conclusie en advies	13
5	Grondkering	14
5.1	Damwand ter plaatse van de Straatzijde	14
5.2	Grondkering wegens ruimtegebrek, Belgiëzijde	14
5.2.1	L-wand	14
5.2.2	Damwand	14
6	Conclusies	16
6.1	Bovenafdichting	16
6.2	Macrostabiliteit	16
6.3	Grondvervormingen	16
6.4	Grondkering	16

Bijlage 1: Boorlocaties

Bijlage 2: Boorgrafieken

- Bijlage 3: Resultaten zettingsberekeningen
- Bijlage 4: Horizontale grondvervormingen
- Bijlage 5: Stabiliteit L-wand
- Bijlage 6: Corrosiereductie
- Bijlage 7: Damwandconstructie straatzijde
- Bijlage 8: Damwandconstructie Belgiezijde
- Bijlage 9: Stabiliteitsberekeningen bovenafdichting

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In voorliggend rapport zijn de geotechnische advieswerkzaamheden gerapporteerd, die zijn uitgevoerd ten behoeve van de bovenafdichting van de stortplaats Koegorspolder te Sluiskil. Dit rapport is een onderdeel van het bovenafdichtingsplan en is geen losstaand document.

1.2 Doel

Doelstelling van voorliggend rapport is om de geotechnische uitgangspunten aan te geven en aan de hand van geotechnische berekeningen de bovenafdichting en de grondkeringen in de teen van het talud te dimensioneren.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de relevante projectgegevens en de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden weergegeven.

In hoofdstuk 3 is verslag gedaan van de berekeningen van de stabiliteit van de bovenafdichting. De berekeningen van de grondverplaatsingen als gevolg van het aanbrengen van de bovenafdichting zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Het dimensioneren van de grondkerende constructies is opgenomen in hoofdstuk 5.

In hoofdstuk 6 is het geotechnisch advies samengevat.

2 Uitgangspunten

2.1 Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn in dit geotechnische advies toegepast:

Tabel 2.1 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Datum
NEN 6702	Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen	december 2001
NEN 6740	Geotechniek – TGB 1990 – Basiseisen en belastingen	september 2006
CUR166	Damwandconstructies	oktober 2005

De bovengenoemde normen betreffen de vigerende normen, conform de UAV. Volgens het Bouwbesluit dient op basis van NEN 2000:2005 echter nog te worden uitgegaan van de voorgaande normen NEN 6740 en NEN 6743 uit 1991. Door Grontmij wordt een norm vanaf zes maanden na de uitgifte datum vigerend geacht, daar de laatste verschenen normen zijn gebaseerd op voortschrijdend inzicht en de huidige stand der techniek.

2.2 Veiligheidsklasse damwanden

Volgens CUR 166 kan onderscheid worden gemaakt in drie klassen kerende constructies. De beschouwde damwanden worden tot klasse II gerekend. Klasse II staat voor aanzienlijke schade bij falen en geringe persoonlijke veiligheidsrisico's.

2.3 Geotechnische categorie

Gezien de aard van de constructies, de onderhavige bodemopbouw en de omgevingsbeïnvloeding dient de constructie te worden ingedeeld in geotechnische categorie 2. Tot deze categorie behoren gangbare constructies, waarbij geen bijzondere risico's, grondgesteldheid of belastingen aanwezig zijn.

2.4 Grondonderzoek

Ten behoeve van de geotechnische advieswerkzaamheden is gebruik gemaakt van de beschikbaar gestelde boringen. De locaties van de boringen zijn opgenomen in bijlage 1. De boorgrafieken zijn opgenomen in bijlage 2.

2.5 Bodemopbouw

Op basis van de boringen blijkt dat de bodem op de onderzoekslocatie sterk varieert. Dit wordt veroorzaakt doordat zich vroeger een kreek op de projectlocatie bevond. In de zandige ondergrond bevinden zich oude lenzen van leem, klei en veen.

Voor de geotechnische berekeningen is per zijde een maatgevende bodemopbouw opgesteld zoals weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Maatgevende Bodemschematisatie*

Straatzijde		Belgiëzijde		Kanaalzijde		Westerschelde zijde	
Bovenkant laag	Grondsoort	Bovenkant laag	Grondsoort	Bovenkant laag	Grondsoort	Bovenkant laag	Grondsoort
[m NAP]		[m NAP]		[m NAP]		[m NAP]	
Maaiveld	Klei, zandig	Maaiveld	Klei	Maaiveld	Klei	Maaiveld	Klei
0	Klei	0,5	Klei, zandig	1,25	Veen	-1,0	Veen
-0,5	Veen	-0,5	Klei	1,0	Klei	-2,0	Klei, zandig
-1,5	Zand, kleiig	-1,0	Veen	-0,5	Veen	-3,0	Zand
-3,5	Klei, zandig	-2,5	Zand	-2,5	Zand, kleiig	-5,0	Zand, kleiig
-6,0	Zand, kleiig	-5,5	Zand, kleiig	-7,5	Klei, zandig	-5,5	Klei, zandig
-8,5	Klei, zandig	-6,0	Klei	-11,0	Zand	-8,5	Zand
-13,5	Zand	-7,0	Zand, kleiig				
		-8,5	Klei				
		-13,5	Zand				

In tabel 2.3 en 2.4 zijn de sterkte- en samendrukkingparameters weergegeven van de onderscheiden bodemlagen weergegeven. De grondparameters zijn bepaald op basis van ervaring met soortgelijke gronden en tabel 1 van NEN6740.

Tabel 2.3 *Representatieve waarden sterkteparameters*

Grondsoort	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ' [°]
Veen	12,0	12,0	2,5	15,0	-
Klei	15,0	15,0	0,0	22,5	15,0
Klei, zandig	18,0	18,0	5,0	22,5	15,0
Zand, kleiig	18,0	20,0	0,0	25,0	16,7
Zand	18,0	20,0	0,0	32,5	21,7
Puin	14,0	14,0	0,0	30,0	20,0
Afdeklaag	17,6	17,6	2,0	22,5	15,0

Tabel 2.4 *Representatieve waarden samendrukkingparameters*

Grondsoort	OCR* [-]	C_p [-]	C_s [-]	C'_p [-]	C'_s [-]	C_v [m ² /S]
Veen	1,3	35	150	7,5	30	$2,0 \cdot 10^{-7}$
Klei	1,3	50	550	10	110	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Klei, zandig	1,3	125	1600	25	320	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Zand, kleiig	1,3	1000	∞	200	∞	-
Zand	1,3	2000	∞	400	∞	-
Puin	1,3	2000	∞	400	∞	-

* De OCR is gedefinieerd als het quotiënt van de grensspanning (P_g) en de huidige terreinspanning ($\sigma'_{v,0}$).

Waarin:

γ aardvochtig volumegewicht;

γ_{sat} nat volumegewicht;

c' effectieve cohesie;

ϕ' effectieve hoek van inwendige wrijving;

δ' representatieve waarde van de wandwrijvingshoek langs de damwand;

C_p primaire samendrukkingsconstante voor de grensspanning;

C'_p primaire samendrukkingsconstante na de grensspanning;

C_s secundaire samendrukkingsconstante voor de grensspanning;

C'_s secundaire samendrukkingsconstante na de grensspanning;

C_v verticale consolidatiecoëfficiënt.

2.6 Grondwaterstanden

Het grondwaterpeil in de omgeving van het stort bevindt zich tussen circa NAP -0,5 en +0,65 m. Het grondwaterpeil heeft hiermee geen directe invloed op de stabiliteitsberekening voor de bovenafdichting. Voor de toetsing van de stabiliteit van de bovenafdichting wordt ervan uitgegaan dat de drainagelaag een zodanig drainerend vermogen heeft, dat ook tijdens een zware regenbui geen opbouw van water(over)spanningen op het contactvlak tussen de drainagelaag en de afdeklaag plaatsvindt.

Voor de overige geotechnische berekeningen is uitgegaan van een grondwaterstand van NAP +0,65 m.

2.7 Kabels & leidingen en teenconstructie

Voor een aantal locaties zijn grondkerende voorzieningen noodzakelijk:

- Ter plaatse van kabels en leidingen waar te grote grondvervormingen worden verwacht.
- Op de locaties waar een natuurlijk talud wegens ruimtegebrek niet haalbaar is. Hier dient tot maximaal 1,0 m grond te worden gekeerd.

De volgende ondergrondse leidingen zijn het meest relevant:

- Straatzijde: DOW-productleiding en Shell-productleiding. De dichtstbijzijnde (maatgevende) Shell-productieleiding bevindt zich op een afstand tot de teen van de bovenafdichting van 3,8 m en op een diepte van NAP -0,1 m.
- Belgiëzijde: geen.
- Westerscheldezijde: Yara-koelwaterleiding, Evides waterleiding, Delta-percolaatleidingen, Delta-stortgasleiding. De dichtstbijzijnde Evides waterleiding bevindt zich op een afstand tot de teen van de bovenafdichting van 2 m. De diepteligging van de leiding varieert tussen NAP -0,5 m en NAP -9,6 m. De diepteligging van de Yara-koelwaterleiding varieert tussen NAP -0,9 m en NAP -2,5 m. De minimale afstand van deze leiding tot de teen van de bovenafdichting varieert tussen 4 en 10 m.
- Kanaalzijde: Gasunie-leiding, Delta-middenspanning, Delta-percolaatleiding. De maatgevende Gasunie-leiding bevindt zich op een afstand tot de teen van de bovenafdichting van 12,0 m en een diepte van NAP -0,5 m.

2.8 Vormgeving

De stortplaats krijgt de volgende vormgeving:

- Helling van 1:2,1 tot het eerste banket op NAP + 13 m.
- Eerste banket (NAP + 13 m) van 4 m horizontaal.
- Helling van 1:2,6 tot het tweede banket op NAP + 20 m.
- Tweede banket (NAP + 20 m) van 4 m horizontaal.
- Helling van 1:3 tot NAP + 28 m.
- Helling in het bovenvlak van 4% tot een eindhoogte van NAP + 30,5 m.

2.9 Uitgangspunten damwandberekeningen

- De damwandberekeningen zijn uitgevoerd conform CUR 166, waarbij gebruik is gemaakt van het computerprogramma MSheet.
- Als gevolg van corrosie treedt sterkte- en stijfheidsreductie op van de stalen damwandprofielen. Uitgaande van een levensduur van 100 jaar bedraagt de aantasting als gevolg van corrosie 2,4 mm. De corrosie leidt tot een reductie in momentcapaciteit en stijfheid van 32%, zie bijlage 6.
- De maximale kerende hoogte bedraagt circa 1,0 m.
- Er is geen rekening gehouden met een bovenbelasting op de taludhelling.

2.10 Uitgangspunten zettingen

- Maaiveldzakking ten gevolge van klink in de ophoging zijn in de berekeningen verwaarloosd.
- Voor de te verwachten zettingen is geen rekening gehouden met autonome zettingen.
- Uit de praktijk is bekend dat de natuurlijke variatie aan grondslag, de beperking van het terreinonderzoek, alsmede de onnauwkeurigheid van de gebruikte rekenmodellen kunnen leiden tot afwijking van de rekenresultaten.

- De zettingen zijn berekend met de representatieve waarde conform tabel 1 uit NEN6740 (95% ondergrens). Hierover is geen veiligheid toegepast.
- De zettingen zijn berekend met de methode Koppejan. Voor het toepassen van deze methode is gebruik gemaakt van het programma MSettle.

2.11 Uitgangspunten stabiliteitsberekeningen

- De macrostabiliteit betreft de weerstand tegen afschuiven door de bovenafdichting én de natuurlijke ondergrond.
- In de beschouwing van de macrostabiliteit zijn glijvlakberekeningen uitgevoerd volgens de methode Bishop met behulp van het computerprogramma MStab.
- In de eindsituatie en in de bouwphase dient de veiligheid tegen afschuiven van het talud (FS) tenminste $FS = 1,0$ te bedragen.
- Er is geen rekening gehouden met een bovenbelasting op de taludhelling.

2.12 Constructie bovenafdichting

Bij de geotechnische berekeningen is uitgegaan van de volgende opbouw van de bovenafdichting (van onderen naar boven):

- Afval (stortmateriaal).
- 0,3 m steunlaag van zand of AVI-slakken.
- 0,08 m trisoplast.
- 0,002 mm HDPE-folie (geruwd).
- 0,02 m drainagemat.
- 0,8 m afdekgrond (zandige klei).

Voor de afschuiving in de contactvlakken tussen de verschillende lagen van de bovenafdichting zijn een aantal toetsberekeningen uitgevoerd. Er zijn zes afschuivingsvlakken (interfaces) beschouwd, te weten het afschuifvlak:

1. tussen de steunlaag en het trisoplast;
2. tussen het trisoplast en de HDPE-folie;
3. tussen de HDPE-folie en de drainagemat;
4. in de drainagemat;
5. tussen de drainagemat en de afdeklaag;
6. in de afdeklaag.

De standzekerheid van het talud wordt in negatieve zin bepaald door de lengte van het talud. Om extra zekerheid te krijgen voor het steilste talud (en daarmee het meest risicovolste talud) kan de effectieve lengte van dit talud enigszins worden bekort door hier een geogrid toe te passen op de drainagemat. Het bovenste deel van het talud wordt daarbij via het geogrid 'opgehangen' aan het erboven gelegen banket.

Veiligheidshalve is het geogrid niet meegenomen in onderstaande veiligheidsbeschouwingen.

De beschouwde interfaces hebben (conform opgave van diverse leveranciers) tenminste de wrijvings eigenschappen zoals vermeld in tabel 2.5.

Tabel 2.5 Representatieve berekeningsparameters afschuiving in het vlak

Interface	δ [°]	c_a [kN/m ²]	Bron
Steunlaag - trisoplast	30	0	Website trisoplast
Trisoplast - HDPE-folie	30	0	Website trisoplast
HDPE-folie - drainagemat	27	3,4	Info Colbond
Interne wrijving drainagemat	36	0	Info Colbond
Drainagemat - afdeklaag	20,2	4,7	Gereduceerde info Colbond
Interne wrijving afdeklaag	22,5	2	Inschatting Grontmij

δ representatieve waarde wrijvingshoek in de interface tussen twee verschillende materialen;

c_a representatieve waarde adhesie tussen de interfaces.

3 Stabiliteit bovenafdichting

3.1 Algemeen

De stabiliteitsanalyse is uitgevoerd voor de afschuiving in het vlak tussen de verschillende lagen van de bovenafdichting evenwijdig aan het talud. Hiervoor geldt een veiligheidsfactor ($F_s > 1,0$). De methode zoals Grontmij die heeft gebruikt is de methode zoals beschreven door [Koerner & Daniel, 1997]. Met deze methode wordt aan de hand van de optredende krachten de veiligheid berekend. Dit wordt gedaan voor ieder potentieel glijvlak (zowel tussen de diverse lagen als inwendig). Deze berekeningen zijn uitgevoerd met een specifiek hiervoor geschreven spreadsheet.

De reductiefactoren zoals toegepast in onze berekeningen zijn de gangbare reductiefactoren, conform NEN 6740:

- 1,2 op de hoek van inwendige wrijving en de wrijvingshoek tussen 2 interfaces.
- 1,5 op de cohesie (inwendig) en adhesie (bij interfaces).

3.2 Berekeningsresultaten

In tabel 3.1 zijn de berekeningsresultaten tussen de verschillende interfaces weergegeven, uitgaande van de parameters uit tabel 2.5. In bijlage 9 zijn rekensheet van ieder interface opgenomen.

Tabel 3.1 Berekeningsresultaten afschuiving in het vlak

Interface	FS
[-]	[-]
1. Steunlaag – trisoplast	1,07
2. Trisoplast – HDPE-folie	1,07
3. HDPE-folie – drainagemat	1,35
4. Drainagemat	1,33
5. Drainagemat – afdeklaag	1,22
6. Afdeklaag	1,02

Uit tabel 3.1 blijkt dat overal aan de vereiste veiligheid wordt voldaan. Het voorontwerp voldoet derhalve aan de eisen.

3.3 Conclusie en advies

Het ontwerp van de afwerking voldoet aan de vereiste veiligheid tegen afschuiven en kan op basis hiervan worden toegepast zoals voorzien.

3.4 Eisen bestek

In het kwaliteitsplan (onderdeel uitmakend van het bestek) zijn de volgende eisen opgenomen:

- De rekenwaarde van de hoek van inwendige wrijving van alle afzonderlijke lagen dient hoger te zijn dan de hellingshoek van het talud van toepassing.
- De rekenwaarde van de wrijvingshoek tussen twee verschillende lagen dient hoger te zijn dan de hellingshoek van het talud van toepassing.

Voor het steilste talud (1:2,1) moet de rekenwaarde groter zijn dan 25,7° (ofwel de representatieve waarde groter dan 30°). Met de eisen uit het kwaliteitsplan is de standveiligheid van het steilste talud (1:2,1) voldoende, zie tabel 3.2. De in tabel 3.2 beschreven parameters wijken

door veranderde inzichten af van de voor het voorontwerp gehanteerde parameters zoals beschreven in paragraaf 2.12.

Tabel 3.2: Geotechnische bestekseisen (representatieve waarde)

	materiaal (intern)		interface		Fs
	f	c	D	c _a	(bij 1:2,1)
	inw.rijving	cohesie	wrijvingshoek	adhesie	veiligheid
Afdeklaag	30				1,07
Afdeklaag-drainagemat			30		1,07
Drainagemat	30				1,07
Drainagemat-Folie			30		1,07
Folie					
Folie-trisoplast			30		1,07
Trisoplast	30				1,07
AVI assen - trisoplast			30		1,07
AVI assen	30				1,07

In werkelijkheid zal de veiligheid door het optreden van cohesie en adhesie hoger zijn dan de hierboven gepresenteerde waarden.

De passieve wig is een fysieke werkelijkheid, om die reden is de passieve wig meegenomen in de stabiliteitsbeschouwing. Als we passieve wig niet meenemen dan wordt de veiligheidsfactor 1,01.

Om voor het steilste (onderste talud) een hogere veiligheid te bereiken wordt een geogrid op het grensvlak van de afdeklaag met de drainagemat toegepast. Rekentechnisch is aangetoond dat bij toepassing geogrid de veiligheid (weerstand/aandrijvende kracht) met ongeveer 1% toeneemt.

4 Analyse grondvervormingen

4.1 Resultaten zettingsanalyse

In tabel 4.1 is aangegeven welke zettingen zijn te verwachten en hoe groot de zakkingen ter plaatse van de (maatgevende) leidingen zijn als gevolg van het aanbrengen van de bovenafdichting. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 4.1 Berekende zettingen bovenafdichting

Zijde	Leiding	Huidig maaiveldniveau	Toekomstig maaiveldniveau	Netto Ophoging	Maximale Eindzetting	Zakking tpv leiding
[-]	[-]	[m tov NAP]	[m tov NAP]	[m]	[m]	[m]
Straatzijde	DOW & Shell	+1,3	+2,6	1,3	0,26	0,01
Kanaalzijde	Gasunie	+1,1	+2,5	1,4	0,62	0,01
Westerscheldezijde	Evides	+1,0	+2,0	1,0	0,12	0,02
	Yara	+1,0	+2,0	1,0	0,12	0,01

Uit de berekeningsresultaten blijkt dat als gevolg van het aanbrengen van de bovenafdichting maximaal circa 0,6 m zetting is te verwachten. De berekende zakkingen ter plaatse van de leidingen blijven beperkt tot circa 0,01 m.

4.2 Invloed omgeving

Als gevolg van het aanbrengen van de bovenafdichting zal de ondergrond in de omgeving vervormen. Met de verticale berekende vervormingen zijn de horizontale grondverplaatsingen bepaald volgens Loof / IJsseldijk / De Leeuw. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4 en staan samengevat in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Laterale grondvervormingen als gevolg van bovenafdichting

Zijde	Netto Ophoging	Afstand tot maatgevende ophoging	Diepte leiding(en)	Horizontale Grondverplaatsing
	[m]	[m]	[m tov NAP]	[m]
Straatzijde	1,3	3,8	-0,1	0,03
Kanaalzijde	1,4	12,0	-0,5	0,01
Westerscheldezijde	1,0	2,0	-0,5	0,03
Evides*				
Westerscheldezijde	1,0	10,0	-2,5	< 0,01
Yara				

*het diepere deel van de leiding (gerealiseerd met een gestuurde boring) is niet maatgevend

Uit de berekeningen blijkt dat de maximaal berekende horizontale grondvervorming ter plaatse van de leidingen circa 0,03 m bedraagt. De horizontale vervormingen kunnen worden gereduceerd door toepassing van een damwand. In hoofdstuk 5 is deze damwand nader gedimensioneerd.

4.3 Conclusie en advies

De berekende grondvervormingen zijn samengevat in de tabellen 4.1 en 4.2. Indien de grondvervormingen ontoelaatbaar zijn (vanwege de aanwezigheid van kabels en leidingen) kunnen deze worden gereduceerd door toepassing van een damwand (zie volgend hoofdstuk).

Aan de Kanaalzijde bedraagt de maximaal berekende grondvervorming ter plaatse van de leidingen circa 0,01 m. Gezien de beperkte vervormingen ter plaatse van de leidingen, is hier geen damwandconstructie gedimensioneerd.

5 Grondkering

5.1 Damwand ter plaatse van de Straatzijde

Voor het ontwerp van de damwandconstructie is aan de Straatzijde één maatgevende situatie beschouwd. In tabel 5.1 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. In bijlage 7 zijn de uitkomsten uit MSheet bijgevoegd.

Tabel 5.1 Resultaten damwandberekening

Profiel	Staal kwaliteit	Kopniveau [m +NAP]	Puntniveau [m +NAP]	Lengte [m]	$M_{r,max,d}$ [kNm/m']	$M_{s,max,d}$ [kNm/m']	$u_{x,max}$ [mm]	FS
Larssen 601	S240	1,3	-4,7	6,0	122	19,8	3,5	1,21

Waarbij geldt:

$M_{r,max,d}$ = maximaal opneembaar moment van gecorrodeerd profiel;

$M_{s,max,d}$ = maximaal optredend moment berekend in uiterste grenstoestand 1A;

$u_{x,max}$ = maximale uitwijking berekend in bruikbaarheidsgrenstoestand 2;

FS = veiligheid macrostabiliteit.

Het opneembaar moment van het damwandprofiel Larssen 601 met minimale staalkwaliteit S240 bedraagt inclusief reductie door corrosie 122 kNm/m en voldoet daarmee aan de vereiste sterkte. De maximale optredende damwandverplaatsing in de BGT bedraagt circa 0,4 cm en wordt acceptabel geacht. Aan de overige (CUR) eisen (stabiliteit, verticaal evenwicht, grondbreuk) wordt eveneens voldaan.

5.2 Grondkering wegens ruimtegebrek, Belgiëzijde

Aangezien de verwachting is dat een L-wand hier goedkoper is dan een stalen damwand-scherf heeft de L-wand in eerste instantie de voorkeur.

5.2.1 L-wand

Uit een verkennende stabiliteitsanalyse, die is opgenomen in bijlage 5, blijkt dat de lengte van de L-wand ten minste 4,5 m moet bedragen om te voldoen aan de vereiste veiligheid tegen afschuiven (macro-stabiliteit). De L-wand heeft dan dusdanige afmetingen dat het vuil gedeeltelijk dient te worden afgegraven om de L-wand te plaatsen. Dat is ongewenst. Om deze reden is ervoor gekozen een stalen damwandscherf toe te passen.

5.2.2 Damwand

Als constructief ontwerp van de damwandconstructie is één maatgevende situatie beschouwd. In tabel 5.2 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. In bijlage 8 zijn de uitkomsten uit MSheet bijgevoegd.

Tabel 5.2 Resultaten damwandberekening

Profiel	Staal kwaliteit	Kopniveau [m +NAP]	Puntniveau [m +NAP]	Lengte [m]	$M_{r,max,d}$ [kNm/m']	$M_{s,max,d}$ [kNm/m']	$u_{x,max}$ [mm]	FS
Larssen 601	S240	2,2	-5,3	7,5	122	97,2	13,6	1,42

Waarbij geldt:

$M_{r,max,d}$ = maximaal opneembaar moment van gecorrodeerd profiel;

$M_{s,max,d}$ = maximaal optredend moment berekend in uiterste grenstoestand 1A;

$u_{x,max}$ = maximale uitwijking berekend in bruikbaarheidsgrenstoestand 2;

FS = veiligheid macrostabiliteit.

Het opneembaar moment van het damwandprofiel Larssen 601 met minimale staalkwaliteit S240 bedraagt inclusief reductie door corrosie 122 kNm/m en voldoet daarmee aan de vereiste sterkte. De maximale optredende damwandverplaatsing in de BGT bedraagt circa 1,4 cm en wordt acceptabel geacht. Aan de overige (CUR) eisen (macrostabiliteit, verticaal evenwicht, grondbreuk) wordt eveneens voldaan.

6 Conclusies

6.1 Bovenafdichting

Het ontwerp van het Integraal eindafwerkingsplan (VO) voldoet aan de stabiliteitseisen (zie paragraaf 3.2) en kan op basis hiervan worden toegepast zoals voorzien.

In het kwaliteitsplan van het bestek (DO) zijn de volgende eisen opgenomen om stabiliteit (volgens de norm) te waarborgen:

- De rekenwaarde van de hoek van inwendige wrijving van alle afzonderlijke lagen dient hoger te zijn dan de hellingshoek van het talud van toepassing.
- De rekenwaarde van de wrijvingshoek tussen twee verschillende lagen dient hoger te zijn dan de hellingshoek van het talud van toepassing.
- Om voor het steilste (onderste talud) een hogere veiligheid te bereiken wordt een geogrid op het grensvlak van de afdeklaag met de drainagemat toegepast.

6.2 Macrostabiliteit

De toetsing van de macrostabiliteit (diepe glijvlakanalyse) is expliciet uitgevoerd voor situaties met een grondkering (damwand). De stabiliteit blijkt daarbij ruim voldoende.

De locaties c.q. (lokale) varianten zonder toepassing van een grondkering zijn qua macrostabiliteit niet wezenlijk onderscheidend van de situaties met een grondkering.

Bovendien wijzigt het bestaande (en sinds decennia stabiele) talud van het stort feitelijk niet noemenswaardig als gevolg van het aanbrengen van de bovenafdichting.

De macrostabiliteit is daarmee voldoende aangetoond.

6.3 Grondvervormingen

De maximaal berekende grondvervormingen aan de Straatzijde bedraagt ter plaatse van de kabels en leidingen circa 0,03 m. Indien de grondvervormingen ontoelaatbaar zijn (vanwege de aanwezigheid van kabels en leidingen) kunnen deze worden opgevangen door toepassing van een damwand Larssen 601 staalkwaliteit S240 met een lengte van circa 6,0 meter en een inheinniveau tot ten minste NAP -4,7 m.

Aan de Kanaalzijde en Westerscheldezijde bedragen de maximaal berekende grondvervorming ter plaatse van de leidingen circa 0,01 m. Gezien de beperkte vervormingen ter plaatse van de leidingen, is hier geen damwandconstructie gedimensioneerd.

6.4 Grondkering

Er is niet overal genoeg ruimte voor een natuurlijk talud, waardoor tot maximaal 1,0 m grond te worden gekeerd. Hiervoor is een stalen damwandscherm gedimensioneerd met een profiel Larssen 601 en een minimale staalkwaliteit S240. De lengte van het damwandscherm bedraagt circa 7,5 meter met een inheinniveau tot ten minste NAP -5,3 m.

De damwanden dienen trillingsvrij te worden ingebracht om de kans op schade als gevolg van trillingen en het verdichten van losgepakte zandlagen te beperken.

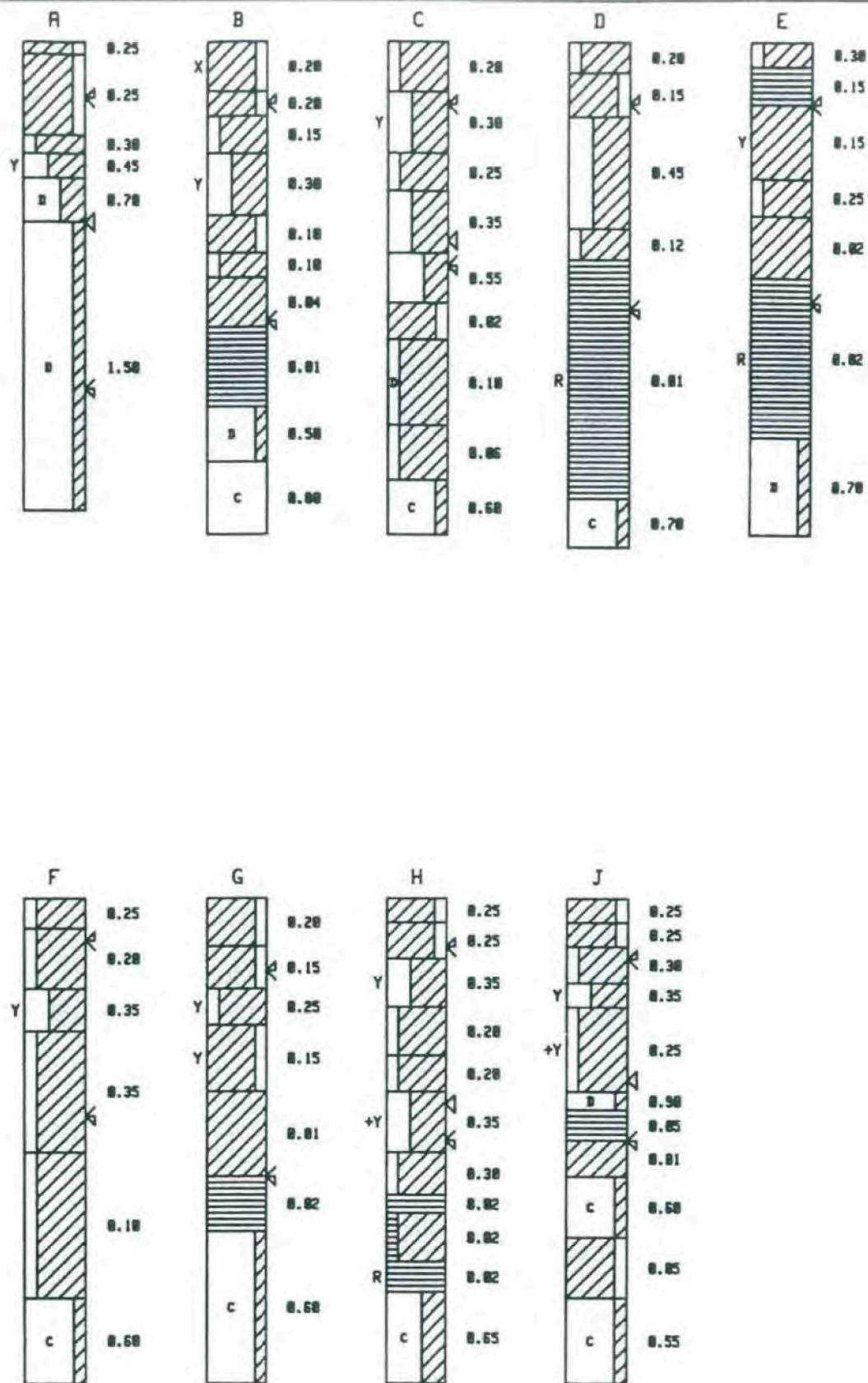
Bijlage 1

Boorlocaties



Bijlage 2

Boorgrafieken



voor legenda
zie figuur 3

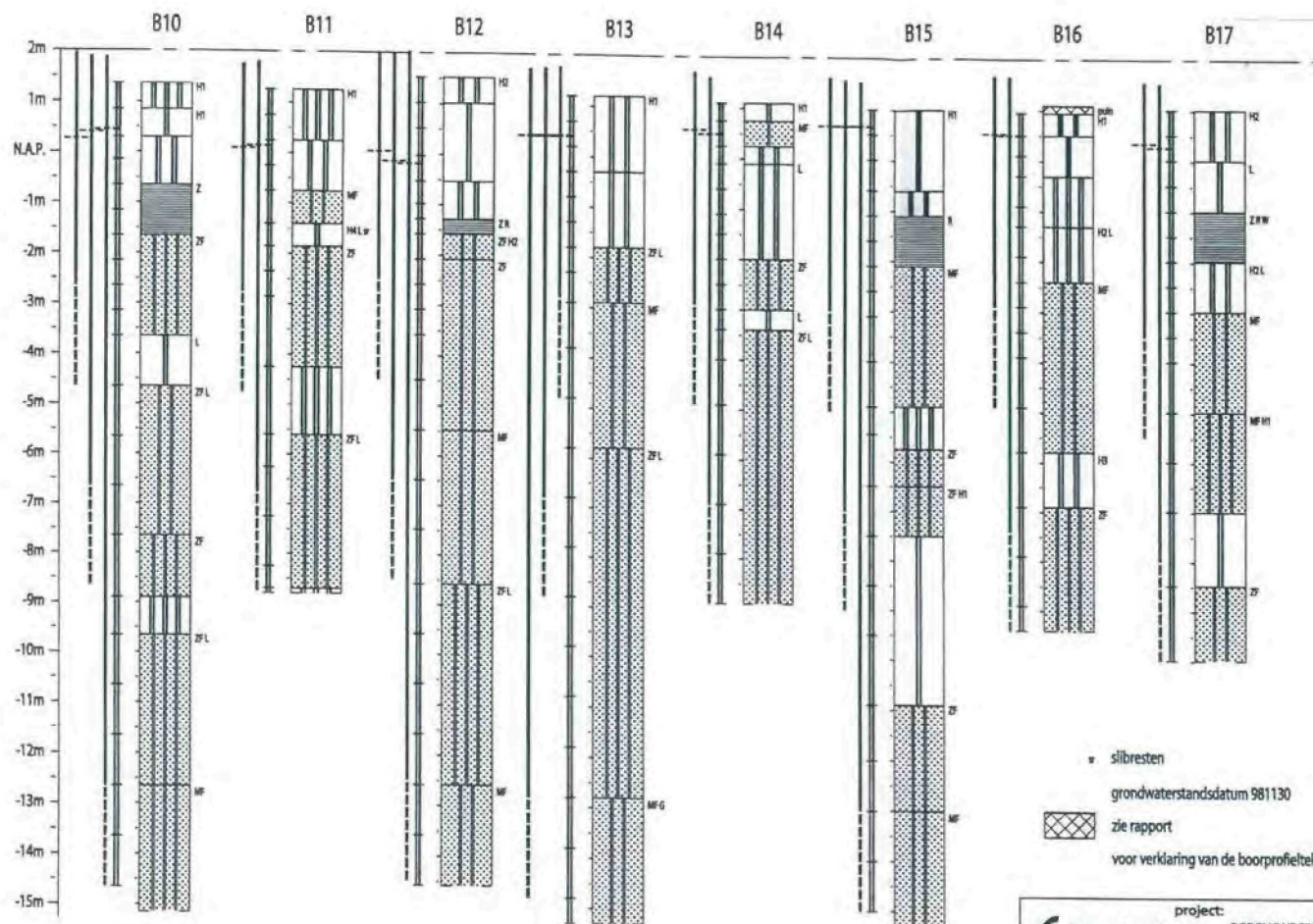
Ondiepe boringen

GEM. TERNEUZEN * KOGORSPOOLDER

SCHAAL 1 : 50

DATUM 13-02-1981

FIGUUR 2



project: BODEMONDERZOEK STORTPLAATS KOEGORSPOLDER TE SLUISKIL

opdrachtgever:

AVZV.

onderdeel:

Boorprofielen

wijzigingen:

code	d.d.	omschrijving	get.	acc.

schaal: 1:100

bestek:

datum:	apr. '99	get:	acc:	formaat:

order nr: 3376901.3

A3

tekening nr: Z13-1357-98

bijlage nr: 5 in bladen bladnr:

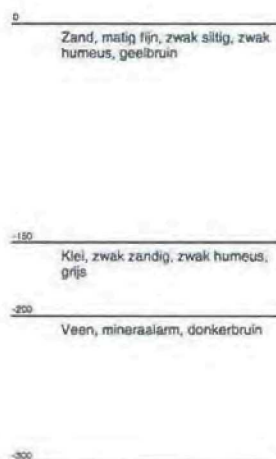
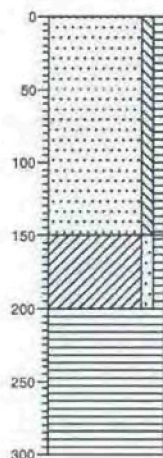
© Grontmij

tel:

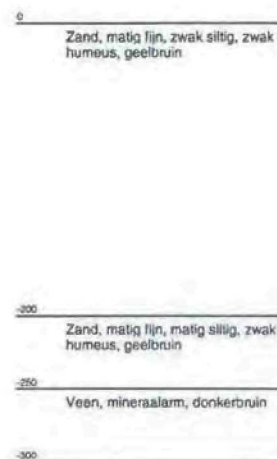
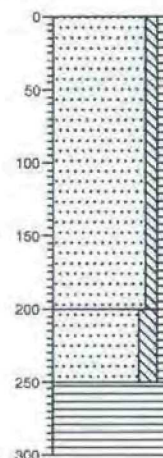
afd. / prov. kantoor:

Boring: a

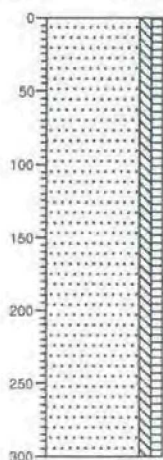
X:
Y:
Datum: 27-03-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: 50 m

**Boring: b**

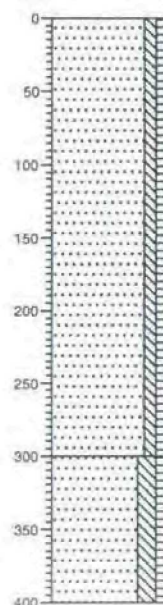
X:
Y:
Datum: 27-03-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: 85 m

**Boring: c**

X:
Y:
Datum: 27-03-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: 102 m

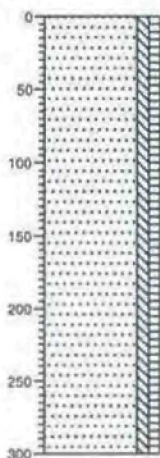
**Boring: d**

X:
Y:
Datum: 27-03-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: 113 m



Boring: e

X:
Y:
Datum: 27-03-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: 160 m

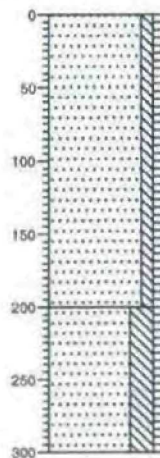


0
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, geelbruin

-300

Boring: f

X:
Y:
Datum: 27-03-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: 177 m



0
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, geelbruin

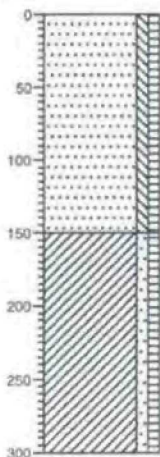
-200

Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak
humeus, grijsbruin

-300

Boring: g

X:
Y:
Datum: 27-03-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: 185 m



0
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, geelbruin

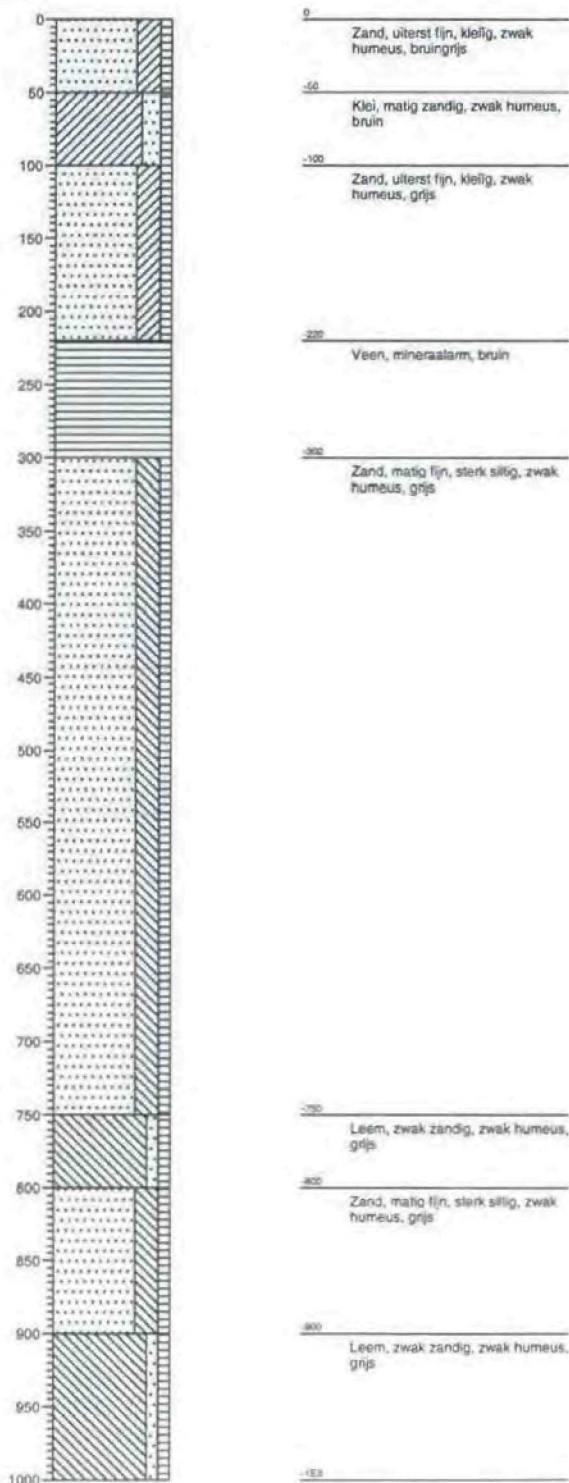
-150

Klei, zwak zandig, zwak humeus,
grijs

-300

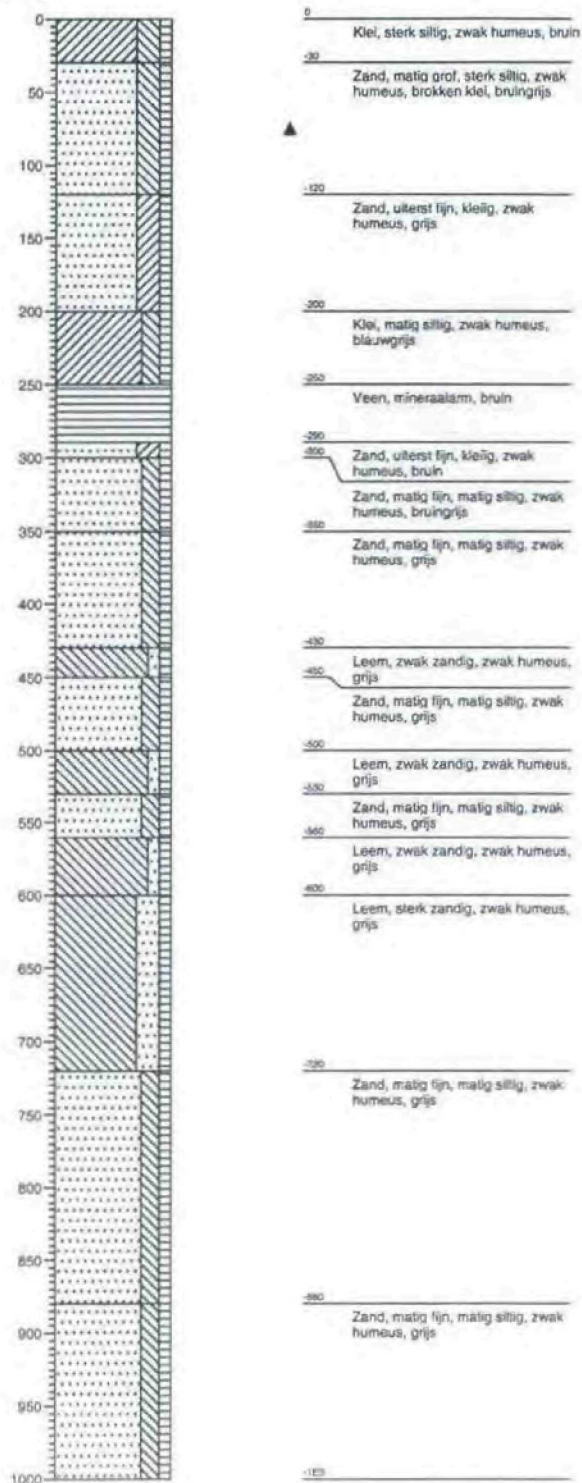
Boring: 1

X:
Y:
Datum: 04-04-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



Boring: 2

X:
Y:
Datum: 04-04-2002
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



Boring: 3

X:

Y:

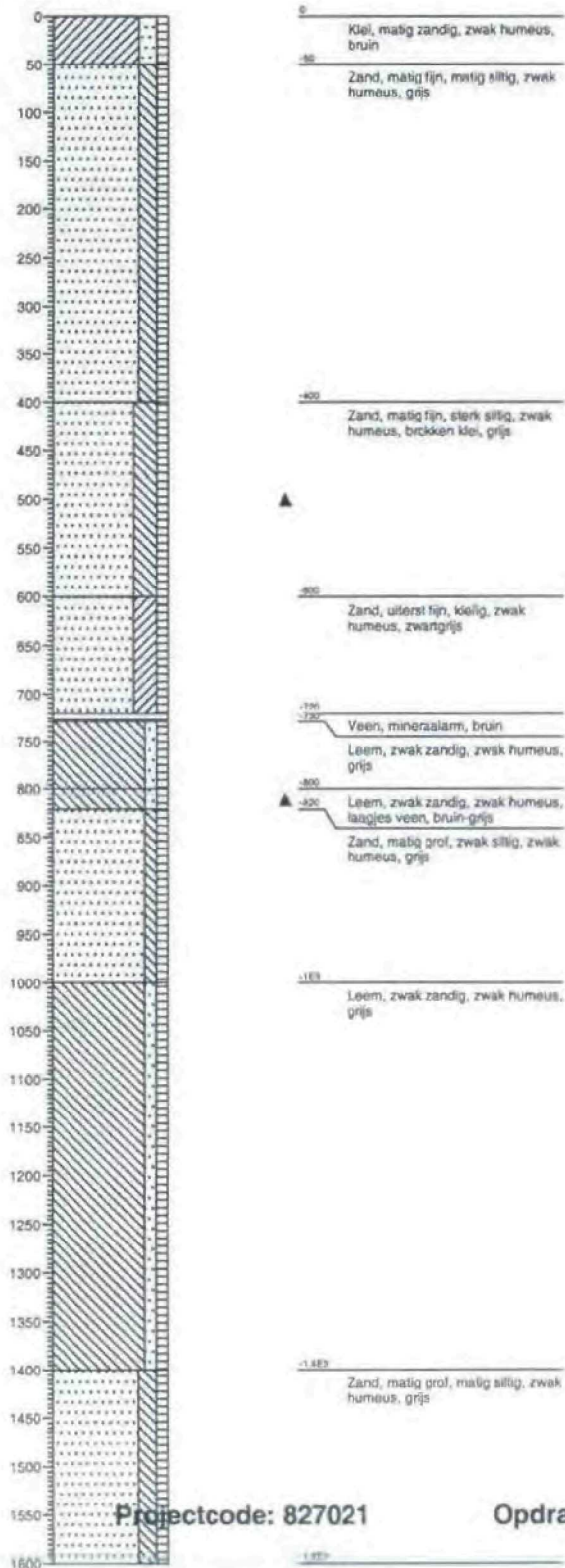
Datum: 04-04-2002

GWS:

GHG:

GLG:

Opmerking:



Projectcode: 827021

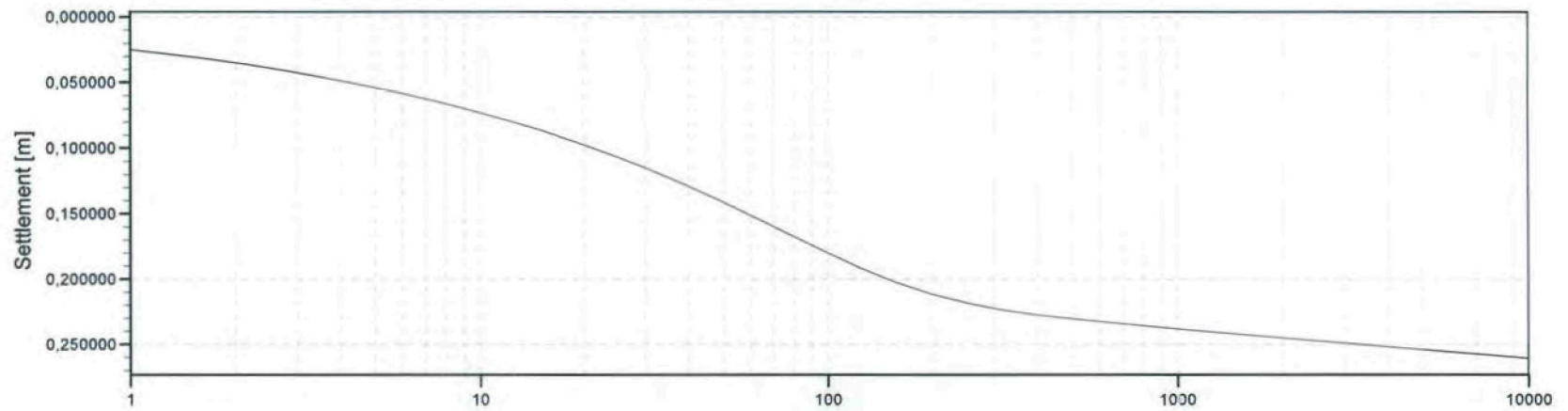
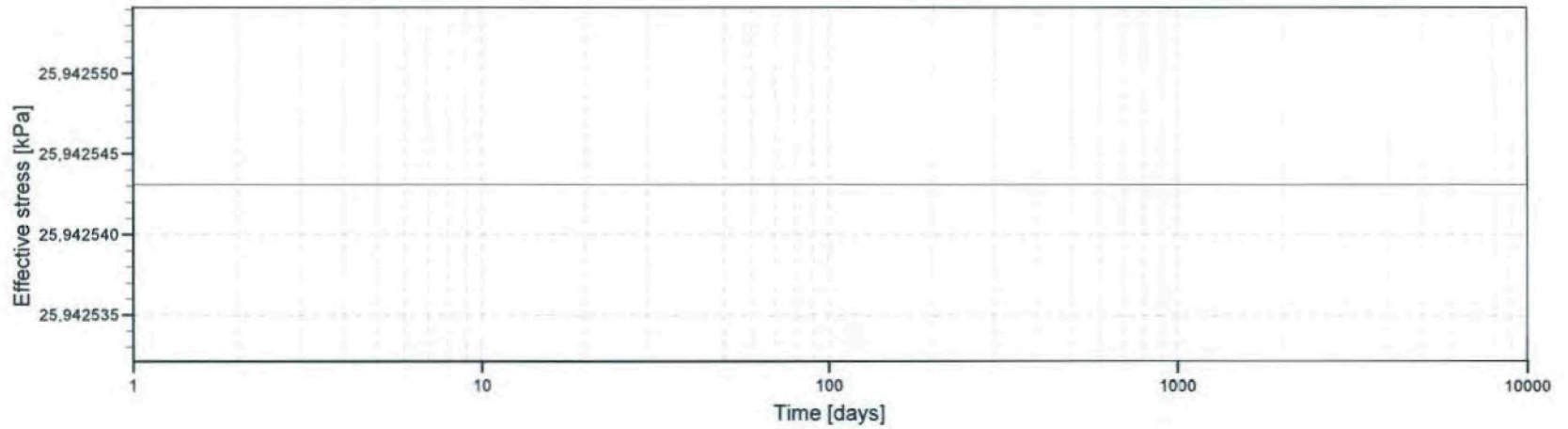
Opdrachtgever:

Datum: 05-04-2002

Bijlage 3

Resultaten zettingsberekeningen

Time-History



Vertical 3 (X = 14,100 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 1,304 [m]
Settlement after 10000 days = 0,261 [m]

Grontmij

Phone
Fax

date
22-10-2010

dw.
WW

MSette 8.2 : Straatzijde - E-ak

Straatzijde

Dwarsprofiel E

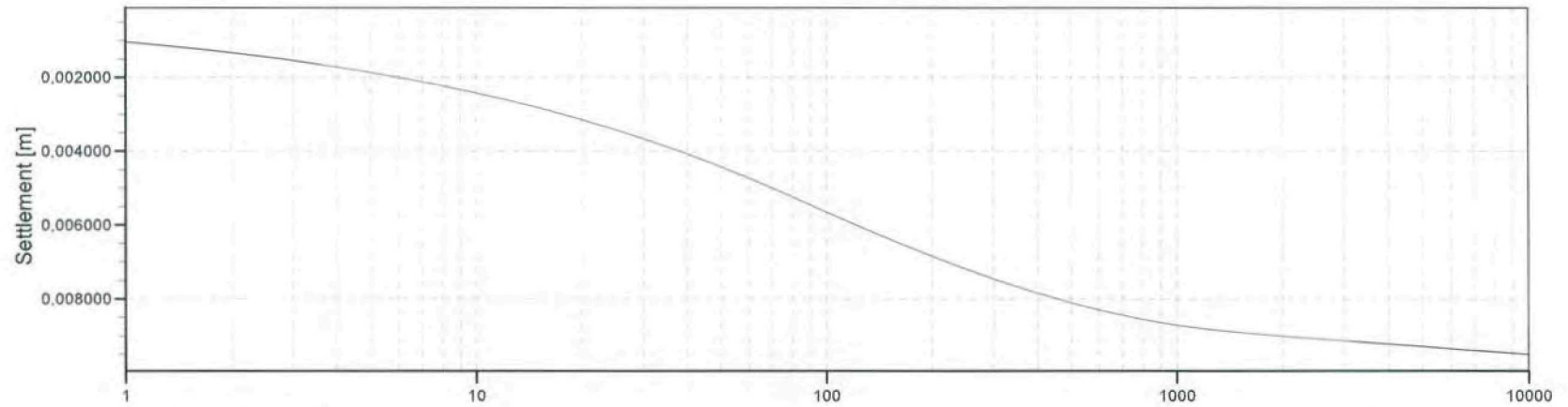
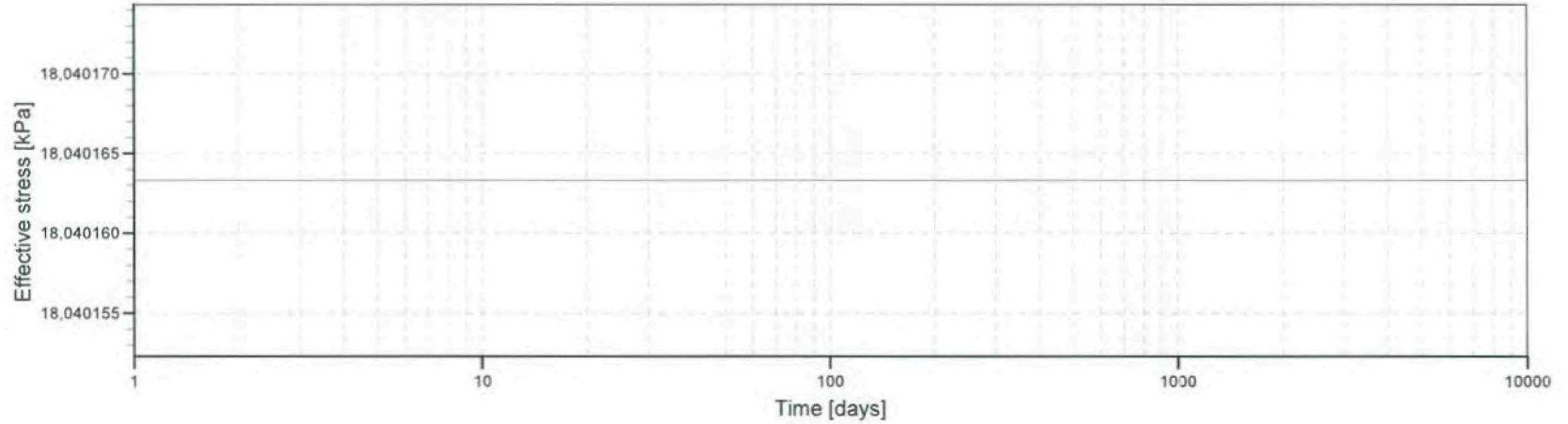
Zakking tpv DOW en Shell leidingen

301644

Annex

btm.
A4

Time-History



Vertical 2 (X = 7,130 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 0,500 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 0,010 [m]

Grontmij

Phone
Fax

MSettle 8.2: Straatzijde - E-ell
date

19-10-2010

WW

Straatzijde

Dwarsprofiel E

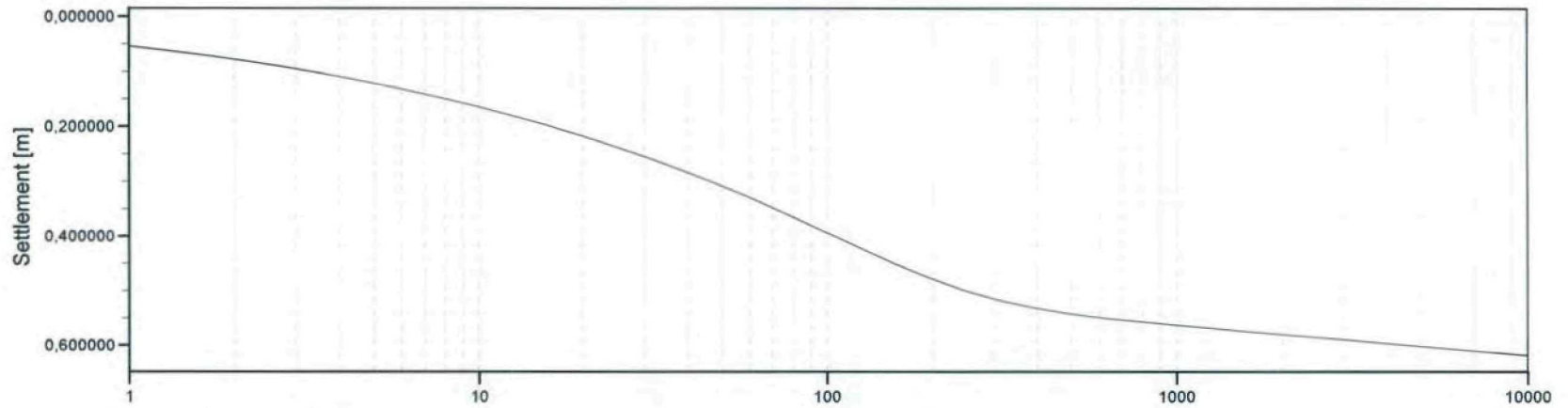
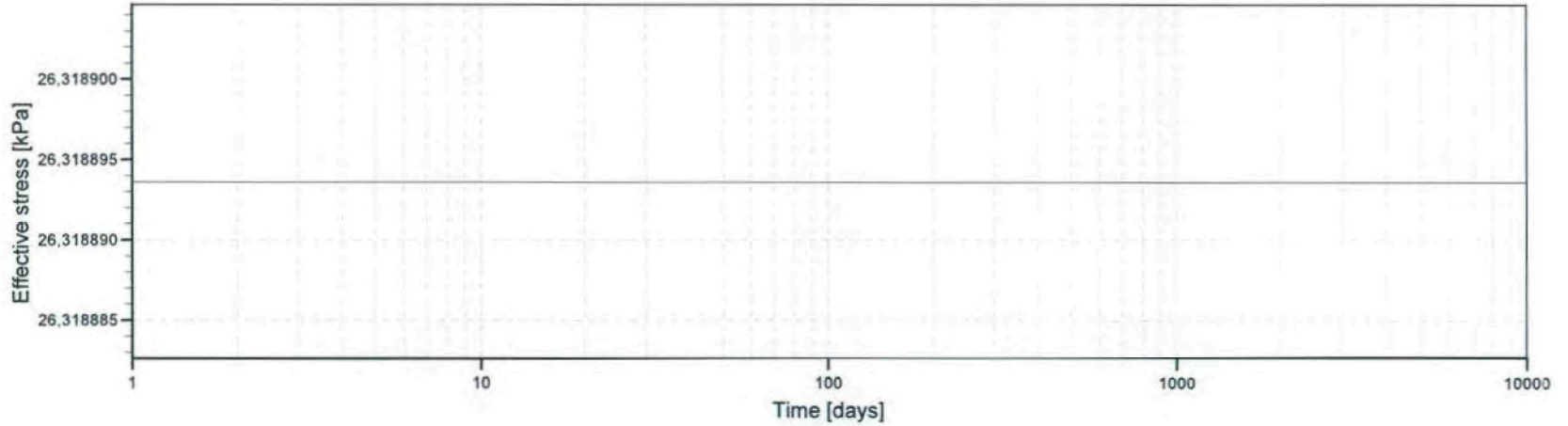
301644

Zakking tpv DOW en Shell leidingen

Annex

M4

Time-History



Vertical 1 (X = -16,000 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 1,209 [m]
Settlement after 10000 days = 0,619 [m]

Grontmij

Phone
Fax

MSettle 6.2 : Kanaalzijde - Q all

date
22-10-2010

dwg.
WW

Kanaalzijde

Dwaarsprofiel G

301644

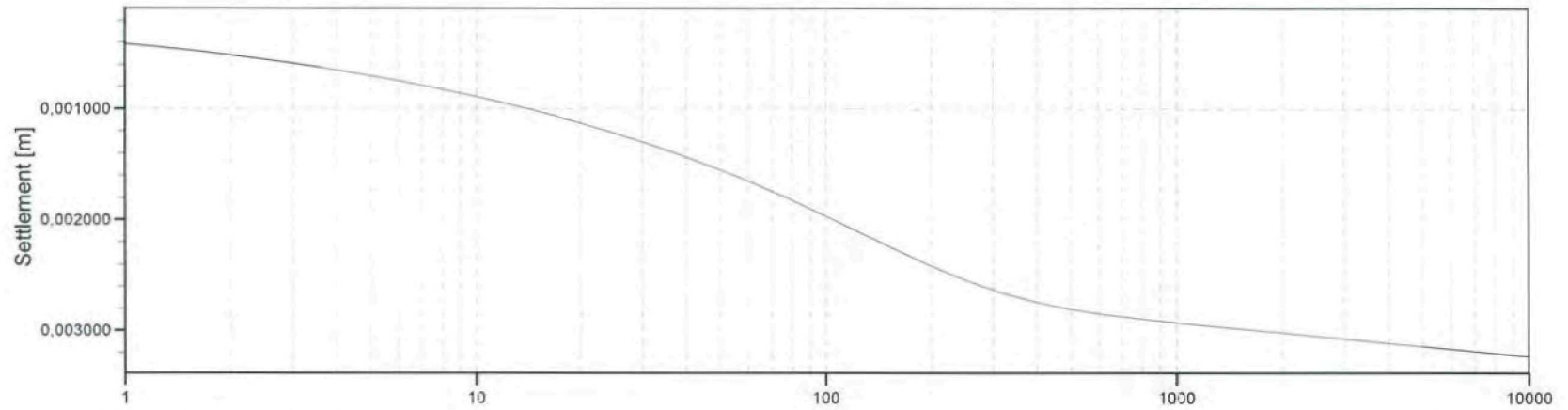
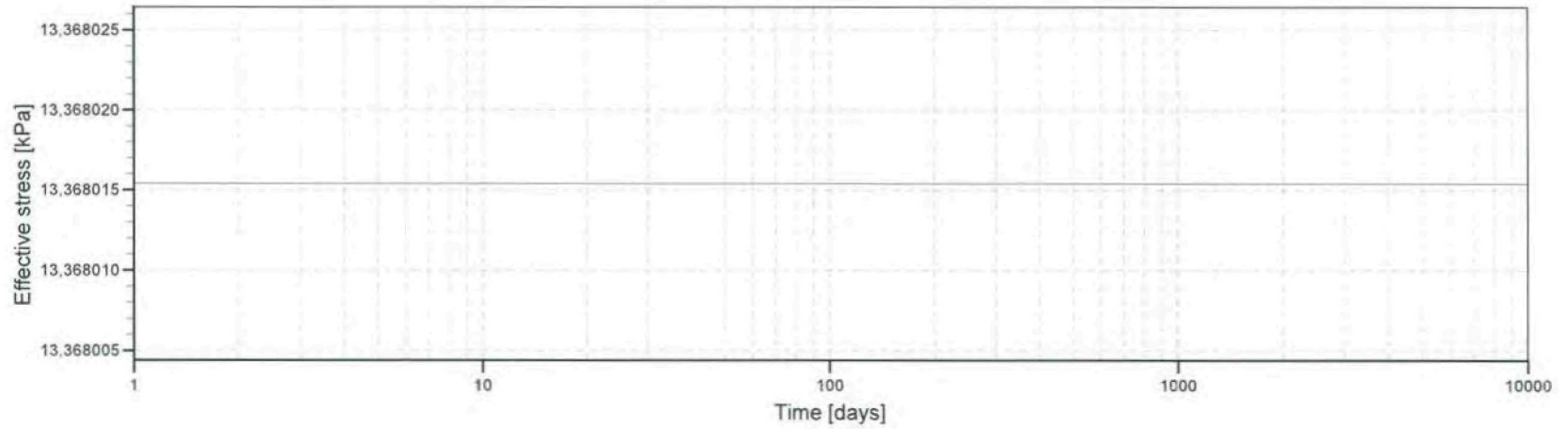
dr.

Maximale zetting

Annex

M

Time-History



Vertical 2 (X = -0,200 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 0,090 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 0,003 [m]

Grontmij

Phone
Fax

MSettle 6.2 - Kanaalzijde - G. all

date
19-10-2010

drv.
WW

301644

ct.

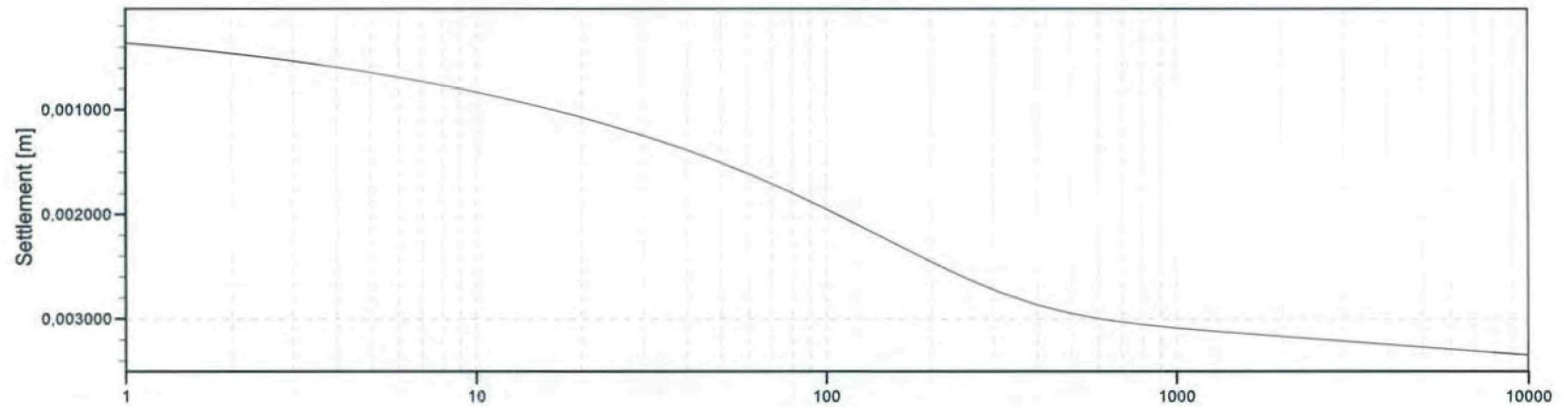
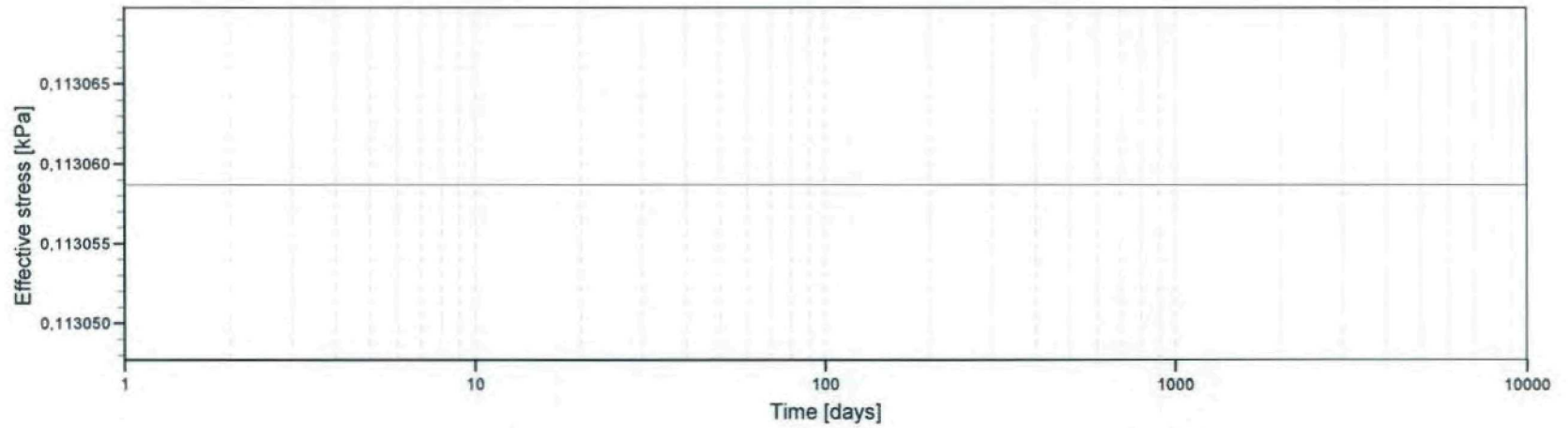
Kanaalzijde
Dwarsprofiel G

Zakking tpv Gaasnic leiding

Annex

M
bom.

Time-History



Vertical 1 (X = 16,000 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 1,000 [m]
Settlement after 10000 days = 0,003 [m]

Grontmij NV

Phone
Fax

D:\Settlement B.1 - Westerscheldezijde.nl
date
12-4-2011
NL

Westerscheldezijde

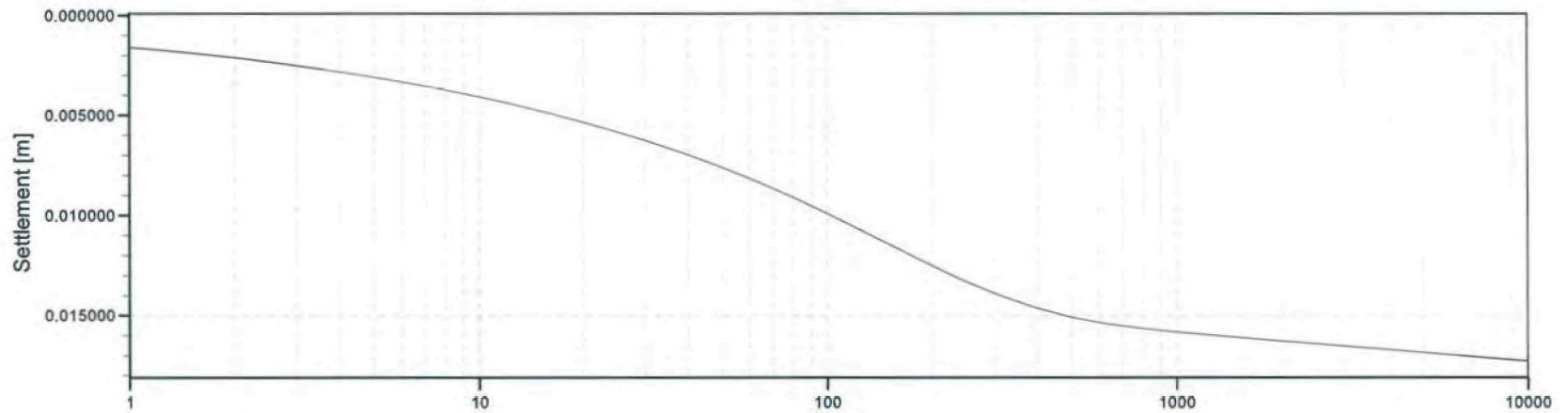
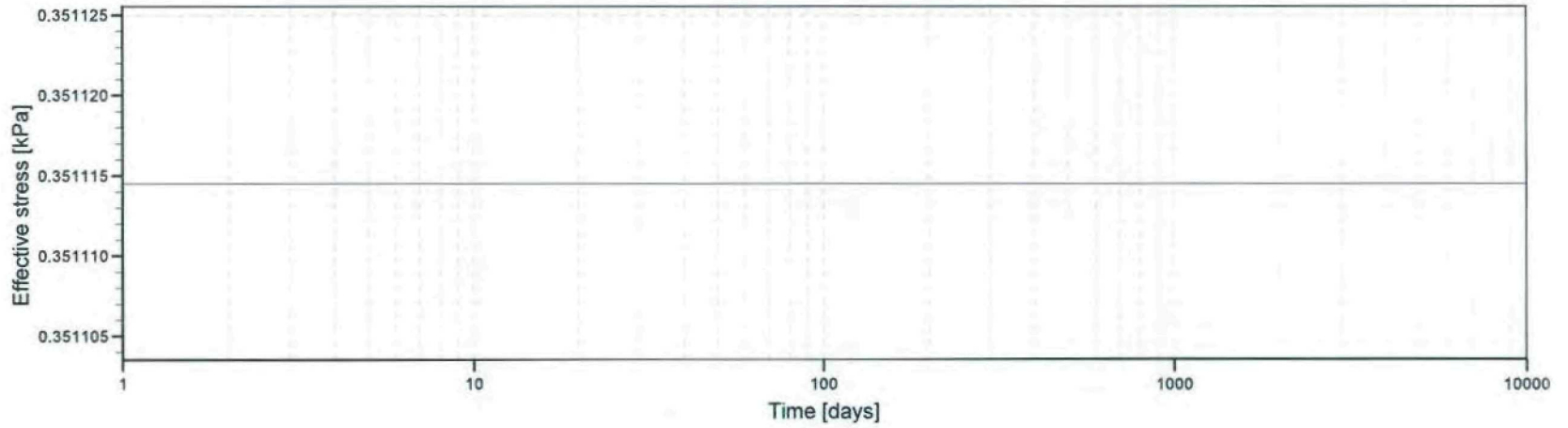
301644

Zakking tpv leiding Yara

Annex

M4

Time-History



Vertical 2 (X = 24.000 m; Z = 0.000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 1.000 [m]
Settlement after 10000 days = 0.017 [m]

Grontmij NV

Phone
Fax

date
19-4-2011

D:\Settlement 5.1 - Westerscheldezijde Evides.all

dr.
NL

Westerscheldezijde

Dwarsprofiel 12

Zakking ipv leiding Evides

301644

Annex

form.
M1

Bijlage 4

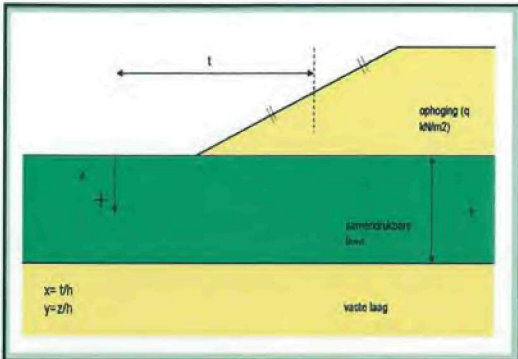
Horizontale grondvervormingen

GM-Leeuw-Loof-IJsseldijk 7.4

Bepaling zijdelingse grondverplaatsing volgens Loof/IJsseldijk/De Leeuw
Uitgangspunten Betuweroute
Copyrights L. Verbeek & Mape Soft for Grontmij, 2006



Opdrachtnummer:	301644
Werkomschrijving:	Horizontale grondverplaatsing op aanwezige leiding
Betreft:	Koegorspolder, Gasunie leiding Bovengrens



Gegevens bodemopbouw en zettingen

Invoer landhoofd	
niveau bovenzijde landhoofd	2,5 m+NAP
niveau onderzijde landhoofd	1,10 m+NAP
rechterse bovenlaag (ja/nee)	nee

Invoer samendrukbare laag	
- niveau bovenzijde	1,1 m+NAP
- niveau onderzijde	-2,5 m+NAP
- dikte h	3,6 m
afstand t	15 m
x = t/h	4,2 [-]

Paalgegevens

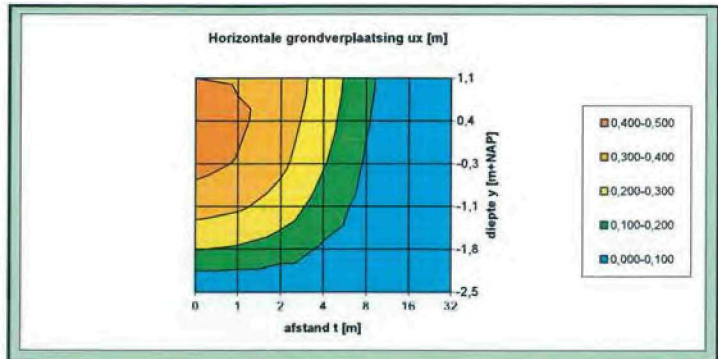
Invoer paaleigenschappen	
paaldoorsnede	400x400
E	15000 MN/m2
niveau kop/maaiveld	6,0 m+NAP
PPN	-10,0 m+NAP
L	16,0 m
schoorstand	10000 :1
I	0,00213 m4, diameter D = 0,4
EI paal	32000 kNm2/paal

Inklemmeigenschappen (optioneel, methode Betuweroute)

Y	0,9 m
horizontale belasting op kop	0,0 kN/paal
momentbelasting op kop	0,0 kNm/paal
niveau veeroplegging	2,0 m+NAP
veerconstante rotatieveer	62470 kNm/rad/paal
veerconstante translatieveer	2120 kNm/m/paal

Uitvoer grondverplaatsing volgens tabellen Loof/IJsseldijk/De Leeuw

y = z/h [-]	niveau [m+NAP]	u _{max} [m]	u _{min} [m]
paalkop	1,1		
(ophoging)	1,1		
(ophoging)	1,1		
(ophoging)	1,1		
0,0	1,1	0,028	0,014
0,2	0,4	0,025	0,012
0,4	-0,3	0,021	0,010
0,6	-1,1	0,015	0,007
0,8	-1,8	0,008	0,004
1,0	-2,5	0,000	0,000

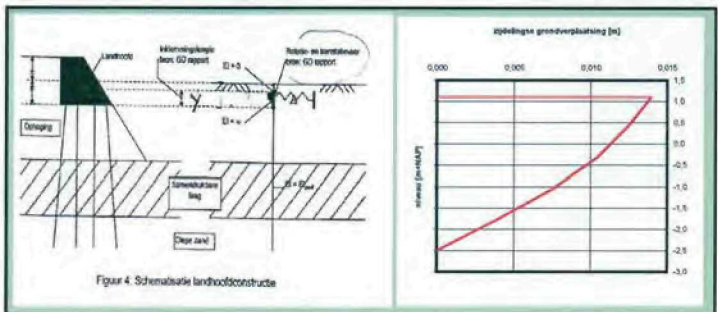


Ophoging	
ruimte	1,40 m
zetting z	0,62 m
bruto	2,02 m
breedte	1,00E+02 m
volumegewicht ophoging	17,6 kN/m3
belasting aerd, onderwater zakkende	36 kN/m2
belasting q incl. aerd onder water	26 kN/m2

Zettingen	
zetting [m]	eindzetting na plaatsing palen
E = 1,25xqxh/z [kN/m2]	0,62 0,62
	189 189

Variatie in afstand t	
t1 =	0,0 m
t2 =	1,0 m
t3 =	2,0 m
t4 =	4,0 m
t5 =	8,0 m
t6 =	16,0 m
t7 =	22,0 m

ingevoerde t: 15,0 m



Resultaten inclusief invloed schoorstand

Uitvoer paal	Uitvoer paal	Uitvoer schoorstand	Uitvoer schoorstand
[m]	[m]	[m]	[m]
0,000	0,62	0,000	0,000
0,003	0,62	0,000	0,004
0,007	0,62	0,000	0,007
0,010	0,62	0,000	0,010
0,014	0,62	0,000	0,014
0,017	0,50	0,000	0,012
0,010	0,37	0,000	0,010
0,007	0,25	0,000	0,007
0,004	0,12	0,000	0,004
0,000	0,00	0,000	0,000

GM-Leeuw-Loof-IJsseldijk 7.4

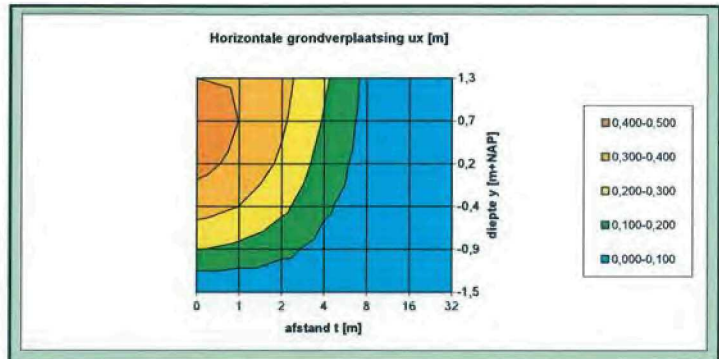
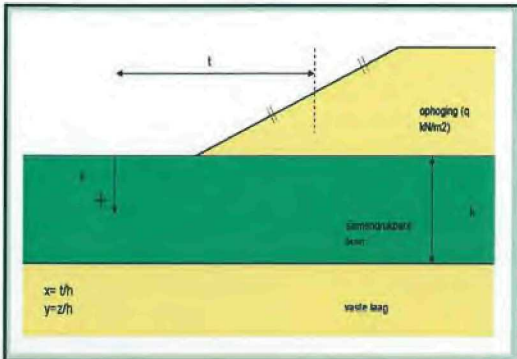
Bepaling zijdelingse grondverplaatsing volgens Looft/IJsseldijk/De Leeuw

Uitgangspunten Betuweroute

Copyrights L. Verbeek & Mape Soft for Grontmij, 2006



Oprachtnummer:	301644
Werkomschrijving:	Horizontale grondverplaatsing op aanwezige leidingen
Betreft:	Koegorspolder, DOW en Shell leidingen
Ondergrens:	Ondergrens



Gegevens bodemopbouw en zettingen

Invoer landhoofd	
niveau bovenzijde landhoofd	2,6 m+NAP
niveau onderzijde landhoofd	1,30 m+NAP
reksluis bovenlaag (a/h)	no

Invoer samendrukbare laag	
- niveau bovenzijde	1,3 m+NAP
- niveau onderzijde	-1,5 m+NAP
- dikte h	2,8 m
afstand t	6 m
x = t/h	2,1 [-]

Paalgegevens

Invoer paaleigenschappen	
paaldoorsnede	400x400
E	15000 MN/m2
niveau kop/maaiend	6,0 m+NAP
PPN	-10,0 m+NAP
L	16,0 m
schoorstand	10000 :1
I	0,00213 m4, diameter D = 0,4
EI paal	32000 kNm2/paal

Inklemmingseigenschappen (optioneel, methode Betuweroute)	
Y	0,9 m
horizontale belasting op kop	0,0 kN/paal
momentbelasting op kop	0,0 kNm/paal
niveau veeroplegging	2,2 m+NAP
veerconstante rotatieveer	62470 kNm/rad/paal
veerconstante translatieveer	2130 kNm/m/paal

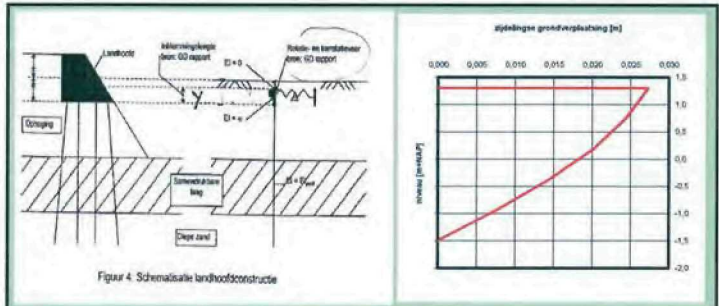
Uitvoer grondverplaatsing volgens tabellen Looft/IJsseldijk/De Leeuw

y = z/h	niveau [m+NAP]	tabel [m]	u[m]
paalkop	1,3		
(vrijruyging)	1,3		
(ophoging)	1,3		
(ophoging)	1,0		
0,0	1,3	0,131	0,027
0,2	0,7	0,117	0,024
0,4	0,2	0,097	0,020
0,6	-0,4	0,069	0,014
0,8	-0,9	0,037	0,008
1,0	-1,5	0,000	0,000

Ophoging	
netto	1,30 m
zetting z	0,26 m
bruto	1,56 m
breedte	1,00E+02 m
volumegewicht ophoging	17,6 kN/m3
belasting werk, onderwater zakken	27 kN/m2
belasting q werk, onder water zakken	25 kN/m2

Zettingen	
zetting [m]	eindzetting na plaatsing palen
E = 1,25 x 10^10 [kN/m2]	0,26 0,26
	337 337

Variatie in afstand t	
t1 =	0,0 m
t2 =	1,0 m
t3 =	2,0 m
t4 =	4,0 m
t5 =	8,0 m
t6 =	16,0 m
t7 =	32,0 m
Ingevoerde t:	6,0 m



Resultaten inclusief invloed schoorstand

Uitvoer paal	Uitvoer paal	Uitvoer schoor	Uitvoer schoor
[m]	[m]	[m]	[m]
0,000	0,26	0,000	0,000
0,007	0,26	0,000	0,007
0,014	0,26	0,000	0,014
0,020	0,20	0,000	0,020
0,027	0,26	0,000	0,027
0,024	0,21	0,000	0,024
0,020	0,16	0,000	0,020
0,014	0,10	0,000	0,014
0,008	0,05	0,000	0,008
0,000	0,00	0,000	0,000

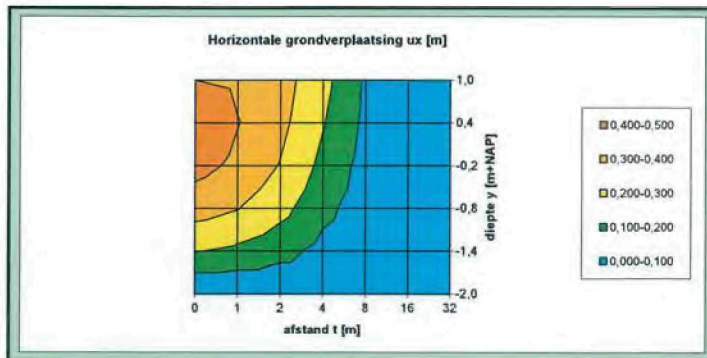
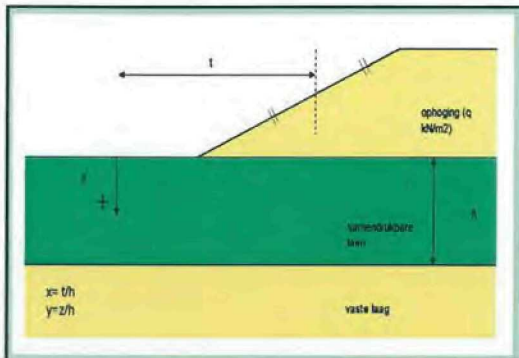


GM-Leeuw-Loof-IJsseldijk 7.4

Bepaling zijdelingse grondverplaatsing volgens Loof/IJsseldijk/De Leeuw
Uitgangspunten Betuweroute
Copyrights L. Verbeek & Mape Soft for Grontmij, 2006



Opdrachtnummer:	301644
Werkomschrijving:	Horizontale grondverplaatsing op aanwezige leidingen
Betreft:	Koegorspolder, Yara leiding
	Bovengrens



Gegevens bodemopbouw en zettingen

Invoer landhoofd	
niveau bovenzijde landhoofd	2 m+NAP
niveau onderzijde landhoofd	1,00 m+NAP
rekbare bovenlaag (ja/nee)	nee

Invoer samendrukbare laag	
niveau bovenzijde	1,0 m+NAP
niveau onderzijde	-2,0 m+NAP
dikte h	3,0 m
afstand t	11 m
x=th	3,7 [-]

Paalgegevens

Invoer paaleigenschappen	
paaldoorsnede	400x400
E	15000 MN/m2
niveau kop/maaiveld	6,0 m+NAP
PPN	-10,0 m+NAP
L	16,0 m
schoorstand	10000 :1
I	0,00213 m4, diameter D = 0,4
EI paal	32000 kNm2/paal

Inklemmingseigenschappen (optioneel), methode Betuweroute

Y	0,9 m
horizontale belasting op kop	0,0 kN/paal
momentbelasting op kop	0,0 kN/paal
niveau veeroplegging	1,9 m+NAP
veerconstante rotatieveer	62470 kNm/rad/paal
veerconstante translatieveer	2130 kNm/m/paal

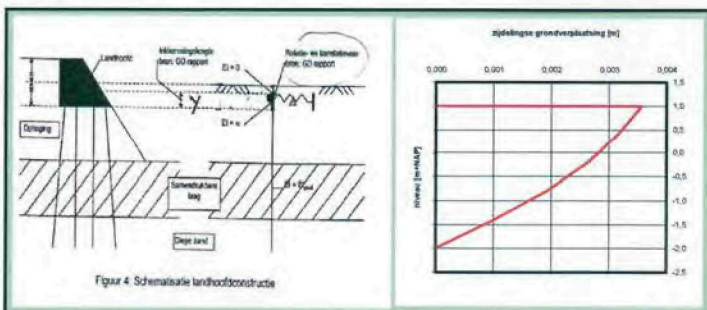
Uitvoer grondverplaatsing volgens tabellen Loof/IJsseldijk/De Leeuw

y = z/h	niveau [m+NAP]	Umax [m]	Umin [m]
paalkop	1,0		
(ophoging)	1,0		
(ophoging)	1,0		
(ophoging)	1,0		
0,0	1,0	0,040	0,004
0,2	0,4	0,036	0,003
0,4	-0,2	0,030	0,003
0,6	-0,8	0,022	0,002
0,8	1,4	0,011	0,001
1,0	-2,0	0,000	0,000

Ophoging	
netto	1,00 m
zetting z	0,11 m
bruto	1,11 m
breedte	1,00E+02 m
volumegewicht ophoging	17,6 kN/m3
belasting	20 kN/m2
belasting q	22 kN/m2

Zettingen	
zetting [m]	sindeeling na plaatsing palen
	0,11 0,11
	7,7% 7,7%

Variatie in afstand t	
t1 =	0,0 m
t2 =	1,0 m
t3 =	2,0 m
t4 =	4,0 m
t5 =	8,0 m
t6 =	16,0 m
t7 =	32,0 m
ingevoerde t:	11,0 m



Resultaten inclusief invloed schoorstand

Umax paal [m]	Umax eel [m]	Umax schoor [m]	Umax afw. sch. [m]
0,000	0,11	0,000	0,000
0,001	0,11	0,000	0,001
0,002	0,11	0,000	0,002
0,003	0,11	0,000	0,003
0,004	0,11	0,000	0,004
0,003	0,09	0,000	0,003
0,003	0,07	0,000	0,003
0,002	0,04	0,000	0,002
0,001	0,02	0,000	0,001
0,000	0,00	0,000	0,000

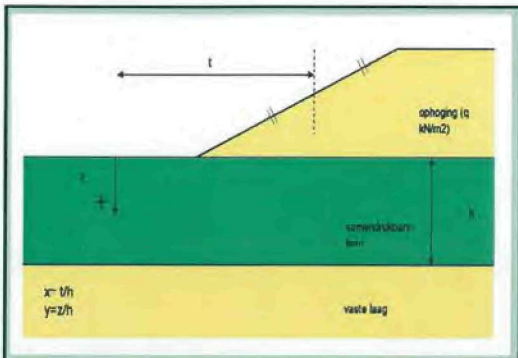


GM-Leeuw-Loof-IJsseldijk 7.4

Bepaling zijdelingse grondverplaatsing volgens Loof/IJsseldijk/De Leeuw
Uitgangspunten Betuweroute
Copyrights L. Verbeek & Mape Soft for Grontmij, 2006



Opdrachtnummer:	301644
Werkomschrijving:	Horizontale grondverplaatsing op aanwezige leidingen
Betreft:	Koegorspolder, Evides leiding
	Bovengrens



Gegevens bodemopbouw en zettingen

Invoer landhoofd	
niveau bovenzijde landhoofd	2 m+NAP
niveau onderzijde landhoofd	1.00 m+NAP
rekening bovenzijde (jarnee)	nee

Invoer schandmijlen hsg	
niveau bovenzijde	1.0 m+NAP
niveau onderzijde	-2.0 m+NAP
dikte li	3.0 m
afstand t	2 m
x= t/h	0.7 [-]

Paalgegevens

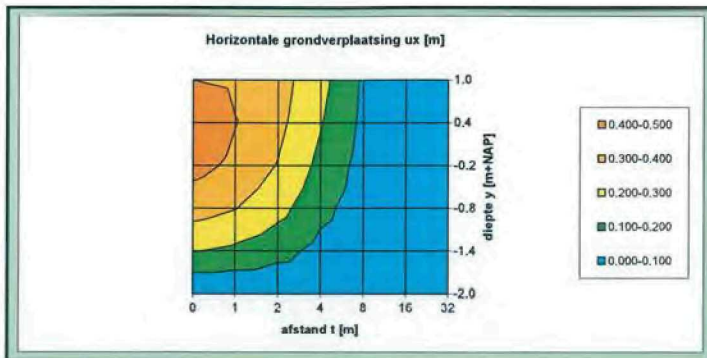
Invoer paaleigenschappen	
paaldoorsnede	400x400
E	15000 MN/m²
niveau kop/maaiend	6.0 m+NAP
PPN	-10.0 m+NAP
L	16.0 m
schoorstand	10000 :1
I	0.00213 m⁴, diameter D = 0.4
EI paal	32000 kNm²/paal

Inklemmingseigenschappen (optioneel, methode Betuweroute)

Y	0.9 m
horizontale belasting op kop	0.0 kN/paal
momentbelasting op kop	0.0 kNm/paal
niveau veeroplegging	1.9 m+NAP
veerconstante rotatieveer	62470 kNm/rad/paal
veerconstante translatieveer	2130 kNm/m/paal

Uitvoer grondverplaatsing volgens tabellen Loof/IJsseldijk/De Leeuw

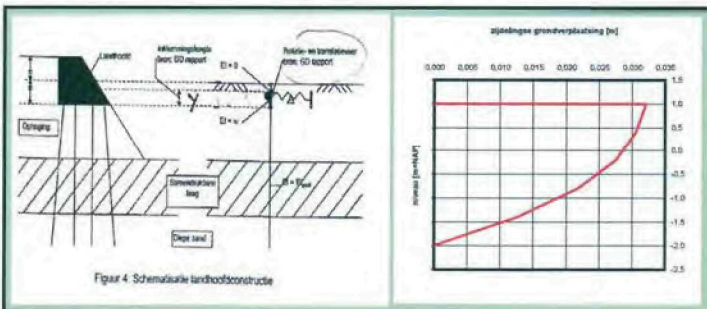
y = z/h	niveau [m+NAP]	U _{hor} [m]	U _{vert} [m]
paalkop	1.0		
(afhoging)	1.0		
(ophoging)	1.0		
0.0	1.0	0.134	0.070
0.2	0.4	0.318	0.028
0.4	-0.2	0.724	0.026
0.6	-0.8	0.227	0.020
0.8	-1.4	0.131	0.012
1.0	-2.0	0.000	0.000



Uphoging	
netto	1.00 m
zetting z	0.11 m
bruto	1.11 m
breedte	1.00E+02 m
volumegewicht ophoging	17.6 kN/m³
belasting q ₀ (kN/m²)	20 kN/m²
belasting q ₁ (kN/m²)	22 kN/m²

Zettingen	
zetting [m]	eindzetting na plaatsing palen
E = 1.25xqxhzv [kN/m²]	0.11 0.12
	750 688

Variatie in afstand t	
t1 =	0.0 m
t2 =	1.0 m
t3 =	2.0 m
t4 =	4.0 m
t5 =	8.0 m
t6 =	16.0 m
t7 =	32.0 m
ingevoerde t:	2.0 m



Resultaten inclusief invloed schoorstand

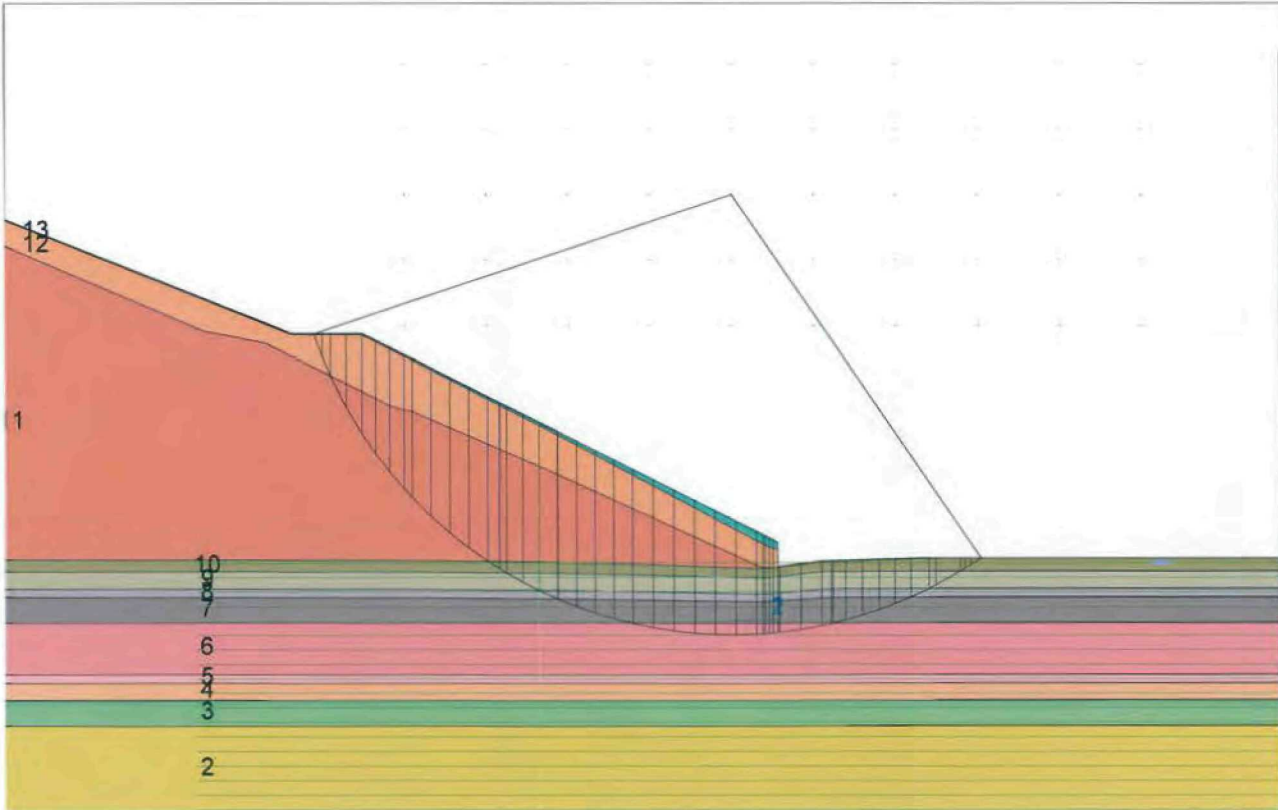
U _{hor} paal [m]	U _{hor} paal [m]	U _{hor} schoor [m]	U _{hor} schoor [m]
0.000	0.12	0.000	0.000
0.008	0.12	0.000	0.000
0.016	0.12	0.000	0.016
0.024	0.12	0.000	0.024
0.032	0.10	0.000	0.032
0.031	0.10	0.000	0.031
0.028	0.07	0.000	0.028
0.022	0.05	0.000	0.022
0.013	0.02	0.000	0.013
0.000	0.00	0.000	0.000



Bijlage 5

Stabiliteit L-wand

Critical Circle Bishop



Xm : -11,81 [m]
Ym : 22,32 [m]

Radius : 25,53 [m]
Safety : 1,09

Layers

- | | |
|---|--------------------|
|  | 13. Superelevation |
|  | 12. Bovenafdeling |
|  | 11. Puin |
|  | 10. Klei |
|  | 9. Klei, zandig |
|  | 8. Klei |
|  | 7. Veen |
|  | 6. Zand |
|  | 5. Zand, kleiig |
|  | 4. Klei |
|  | 3. Zand, kleiig |
|  | 2. Klei |
|  | 1. Zand |

Grontmij

Phone _____
Fax _____

MSIab 9.10 : Belgiezijde - 12Aa1000days_keerwand.stl

19-10-2010

419

Belgiëzijde

Dwarsprofiel 12

Findingsituation, Stabilität L-Wand

date

419

301644

Annex

form.
A4

Bijlage 6

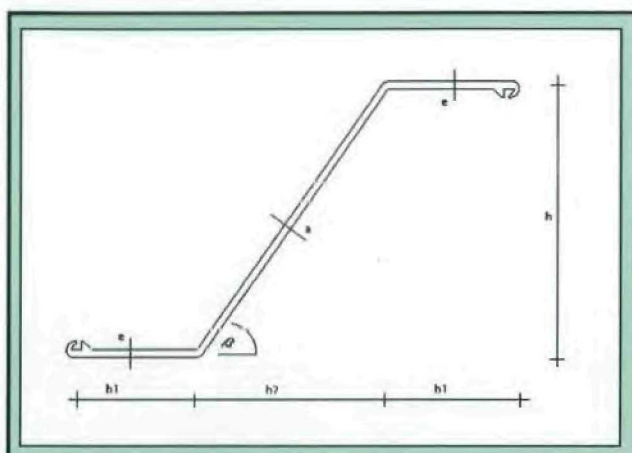
Corrosiereductie

GM-Corrosiereduct 4.7

Berekening van de maximale corrosiereductie van elastische en plastische doorsnedegrootheden voor stalen damwanden

Corrosiesnelheden conform CUR 166, paragraaf 5.2.2 (deel II)

Copyrights L. Verbeek & MAPe Soft for Grontmij 2006

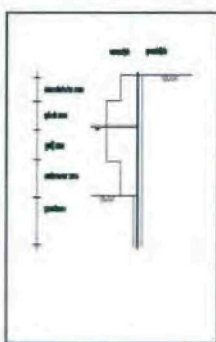


Corrosiesnelheden damwanden conform ROBK

waterkwaliteit	zoet	zout	
atmosferische zone	0,012	0,050	mm/jaar
getij/spatzone	0,012	0,120	mm/jaar
onderwaterzone	0,012	0,026	mm/jaar
grondzone	0,012	0,014	mm/jaar

Corrosiesnelheden kademuren CUR 211

zout water	min	max	
atmosferische zone	0,050	0,100	mm/jaar
spatzone	0,160	0,400	mm/jaar
getij/laagwaterzone	0,100	0,250	mm/jaar
onderwaterzone	0,050	0,200	mm/jaar
grondzone	0,025	0,050	mm/jaar



Standard referred to :				Comparable International Standards		
EN 10248				USA	Canada	Japan
	point	strength	elongation			
			Lo = 5,65			
			S _c %			
Grade	N/mm ²	N/mm ²		ASTM	G 4021	A552B
S 240 GP	240	340	26			
S 270 GP	270	410	24	A 328	Gr. 260 W	
						SY 295
S 320 GP	320	440	23			
S 355 GP	355	480	22	50	Gr. 350 W	
S 390 GP	390	490	20			SY 390
S 430 GP	430	510	19	60	Gr. 400 W	

Invoer damwandprofiel

type profiel (ALLEEN AZ of PU!!!)

LARSEN 601

oorspronkelijke dimensies

b1	131 mm
b2	338 mm
b	600 mm
h	310 mm
ao	6,4 mm
eo	7,5 mm
lo	41,8 graden

massa wand volgens fabrikant

77,0 kg/m

staalkwaliteit damwand

S 240 (MPa)

elasticiteitsmodulus

E 2,10E+08 kN/m²

corrosie (handberek. totale reductie) n

2,4 mm

Uitvoer gereduceerde damwanddoorsneden (totale reductie)

gereduceerde afmetingen	B _{corr}	4,0 mm
	Ø _{corr}	5,1 mm
traagheidsmoment org.	I _{2,0}	11520 cm ⁴ /m
traagheidsmoment red.	I _{2,corr}	7841 cm ⁴ /m
weerstandsmoment elast. org	W _{z,el,0}	743 cm ³ /m
weerstandsmoment elast. red.	W _{z,el,corr}	506 cm ³ /m
weerstandsmoment plast. org	W _{z,pl,0}	0 cm ³ /m
weerstandsmoment plast. red.	W _{z,pl,corr}	-173 cm ³ /m
factor (b/e) / ε		51,9
doorsnedeklasse		4

Berekening gereduceerde damwandparameters (opv. totale reductie n)

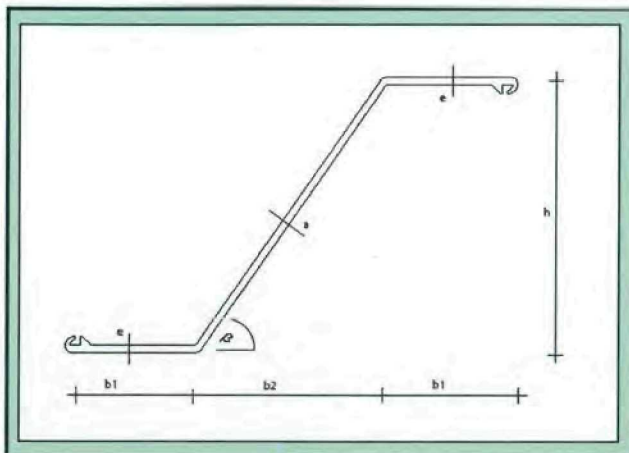
oorspronkelijke doorsnede damwand	A _{u,0}	1 cm ² /m
gereduceerde buigstijfheid	EI _{z,red}	16466 kNm ² /m (= 68 %)
rekenwaarde oorspr. elastisch moment	M _{re,el,0,d}	178 kNm/m (= 100 %)
rekenwaarde vloei moment el.	M _{re,el,corr,d}	121 kNm/m (= 68 %)
rekenwaarde vloeimoment pl.	M _{re,pl,corr,d}	10 kNm/m

Invaltabel corrosietoetsing conform CUR 166 (automatisch met rekenknop)

levensduur damwand	100	jaar				
	snelheid	toeslag	reductie	M _{re,el,0,d}	M _{re,el,corr,d}	
	[mm/jaar]	[mm]	factor	[kNm ² /m]	[kNm/m]	
atmosferische zone	0,090	9,0	1,8	800	323	
spatzone	0,090	9,0	1,8	800	323	
getijzone	0,090	9,0	1,8	800	323	
laagwaterzone	0,090	9,0	1,8	800	323	
onderwaterzone	0,050	5,0	3,0	800	535	
grondzone	0,050	5,0	3,0	800	535	

GM-Corrosiereduct 4.7

Berekening van de maximale corrosiereductie van elastische en plastische doorsnedegrootheden voor stalen damwanden
Corrosiesnelheden conform CUR 166, paragraaf 5.2.2 (deel II)
Copyrights L. Verbeek & MAPe Soft for Grontmij 2006

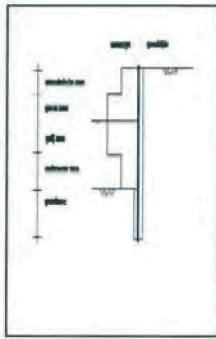


Corrosiesnelheden damwanden conform ROBK

waterkwaliteit	zoet	zout	
atmosferische zone	0,012	0,050	mm/jaar
getij/spatzone	0,012	0,120	mm/jaar
onderwaterzone	0,012	0,025	mm/jaar
grondzone	0,012	0,014	mm/jaar

Corrosiesnelheden kademuuren CUR 211

zout water	min	max	
atmosferische zone	0,050	0,100	mm/jaar
spatzone	0,150	0,400	mm/jaar
getij/laagwaterzone	0,100	0,250	mm/jaar
onderwaterzone	0,050	0,200	mm/jaar
grondzone	0,025	0,050	mm/jaar



Invoer damwandprofiel

type profiel (ALLEEN AZ of PU!!!)

LARSEN 602

oorspronkelijke dimensies	b1	134 mm
	b2	333 mm
	b	600 mm
	h	310 mm
	ao	8,0 mm
	eo	8,2 mm
	beta	42,2 graden
massa wand volgens fabrikant		89,0 kg/m
staalkwaliteit damwand	S	430 (MPa)
elasticiteitsmodulus	E	2,10E+08 kN/m ²
corrosie (handberek. totale reductie) n		2,4 mm

Uitvoer gereduceerde damwanddoorsneden (totale reductie)

gereduceerde afmetingen	B _{corr}	5,6 mm
	B _{corr}	5,8 mm
traagheidsmoment org.	I _{z,0}	12870 cm ⁴ /m
traagheidsmoment red.	I _{z,corr}	9182 cm ⁴ /m
weerstandsmoment elast. org	W _{z,el,0}	830 cm ³ /m
weerstandsmoment elast. red.	W _{z,el,corr}	592 cm ³ /m
weerstandsmoment plast. org	W _{z,pl,0}	0 cm ³ /m
weerstandsmoment plast. red.	W _{z,pl,corr}	-174 cm ³ /m
factor (b/e) / z		62,3
doorsnedeklasse		4

Berekening gereduceerde damwandparameters (bv totale reductie n)

oorspronkelijke doorsnede damwand	A _{s,0}	1 cm ² /m
gereduceerde buigstijfheid	EI _{z,corr}	19282 kNm ² /m (= 71 %)
rekenwaarde oorspr.elastisch moment	M _{re,el,0,d}	357 kNm/m (= 100 %)
rekenwaarde vloei moment el.	M _{re,el,corr,d}	255 kNm/m (= 71 %)
rekenwaarde vloei moment pl.	M _{re,pl,corr,d}	kNm/m

Invaltabel corrosietoetslaag conform CUR 166 (automatisch met rekenknop)

levensduur damwand	100	jaar					
	snelheid [mm/jaar]	toeslag [mm]	reductie factor	M _{u,el,0,d} [kNm/m]	M _{u,el,corr,d} [kNm/m]		
atmosferische zone	0,090	9,0	0,9	800	323		
spatzone	0,090	9,0	0,9	800	323		
getijzone	0,090	9,0	0,9	800	323		
laagwaterzone	0,090	9,0	0,9	800	323		
onderwaterzone	0,050	5,0	1,5	800	535		
grondzone	0,050	5,0	1,5	800	535		

Standard referred to :
EN 10248

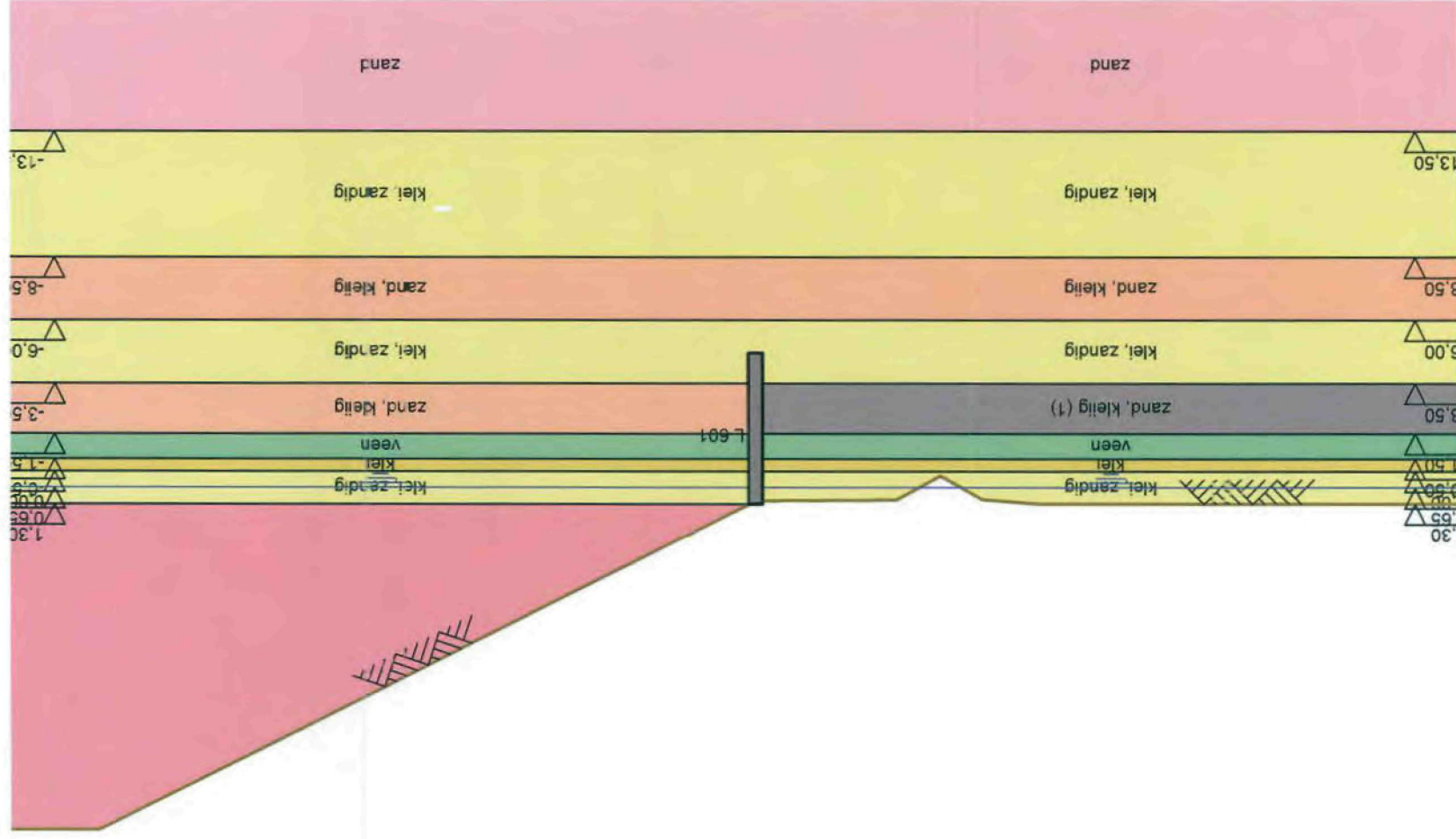
Comparable International
Standards

Grade	point	strength N/mm ²	elongation Le = 5,65 S _{0.2} %	USA	Canada	Japan
S 240 GP	240	340	26	ASTM	CSA	JIS
S 270 GP	270	410	24	A 328	Gr. 260 W	A5528
S 320 GP	320	440	23			SY 295
S 355 GP	355	480	22	50	Gr. 350 W	
S 390 GP	390	490	20			SY 390
S 430 GP	430	510	19	60	Gr. 400 W	

Bijlage 7

Damwandconstructie straatzijde

Outline - Stage 2: Bovenafdichting



MSheet 6.2 : Straatzijde - E-01

Grontmij	Phone Fax	date	dwn. WW
		10/21/2010	
Straatzijde Dwarsprofiel E		301644	cf.
Damwandconstructie L601 6 meter		Annex	form. A4

Report for MSheet 8.2

Design of Sheet Piling
Developed by Deltares

Company: Grontmij

Date of report: 10/21/2010

Time of report: 4:02:28 PM

Date of calculation: 10/21/2010

Time of calculation: 3:59:15 PM

Filename: P:\WP20 Geotechnisch advies\berekeningen\MSheet\Straatzijde - E

Project identification: Straatzijde
Dwarsprofiel E
Damwandconstructie L601 6 meter

Verification according to CUR 166

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.1		-1,5	3,0	0,0	48,5	Sufficient
1	CUR-Step 6.2		-1,3	3,0	0,0	48,5	Sufficient
1	CUR-Step 6.3		-2,7	5,1	0,0	45,4	Upwards
1	CUR-Step 6.4		-2,4	5,0	0,0	45,4	Upwards
1	CUR-Step 6.5	-0,6	-4,5	6,8	0,0	29,9	Upwards
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		-5,5	8,2			
2	CUR-Step 6.1		19,8	-26,3	0,0	76,3	Sufficient
2	CUR-Step 6.2		19,8	-26,2	0,0	76,3	Sufficient
2	CUR-Step 6.3		-9,7	12,6	0,0	71,0	Sufficient
2	CUR-Step 6.4		-9,8	12,6	0,0	70,9	Sufficient
2	CUR-Step 6.5	-3,5	-9,2	14,1	0,0	42,6	Sufficient
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		-11,0	16,9			
Max		-3,5	19,8	-26,3	0,0	76,3	Sufficient

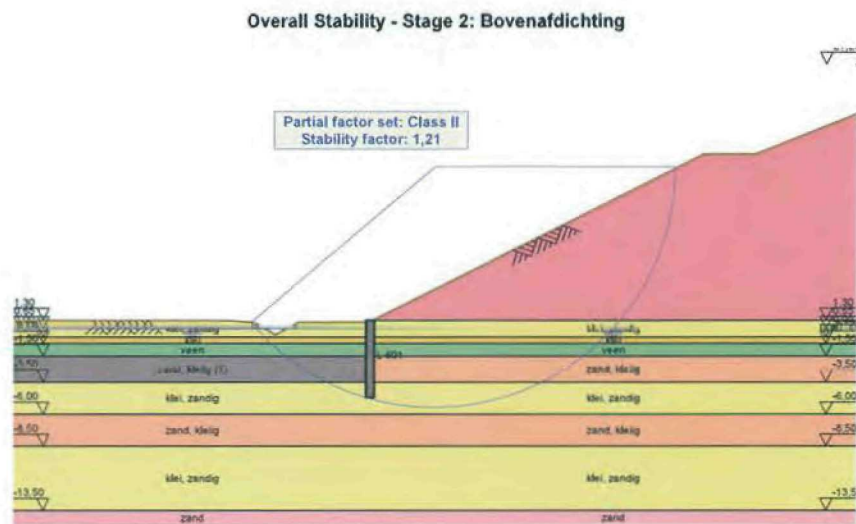
1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Huidige situatie	1,42
Bovenafdichting	1,21

2 Overall Stability Stage 2: Bovenafdeling

Stability factor : 1,21

2.1 Overall Stability

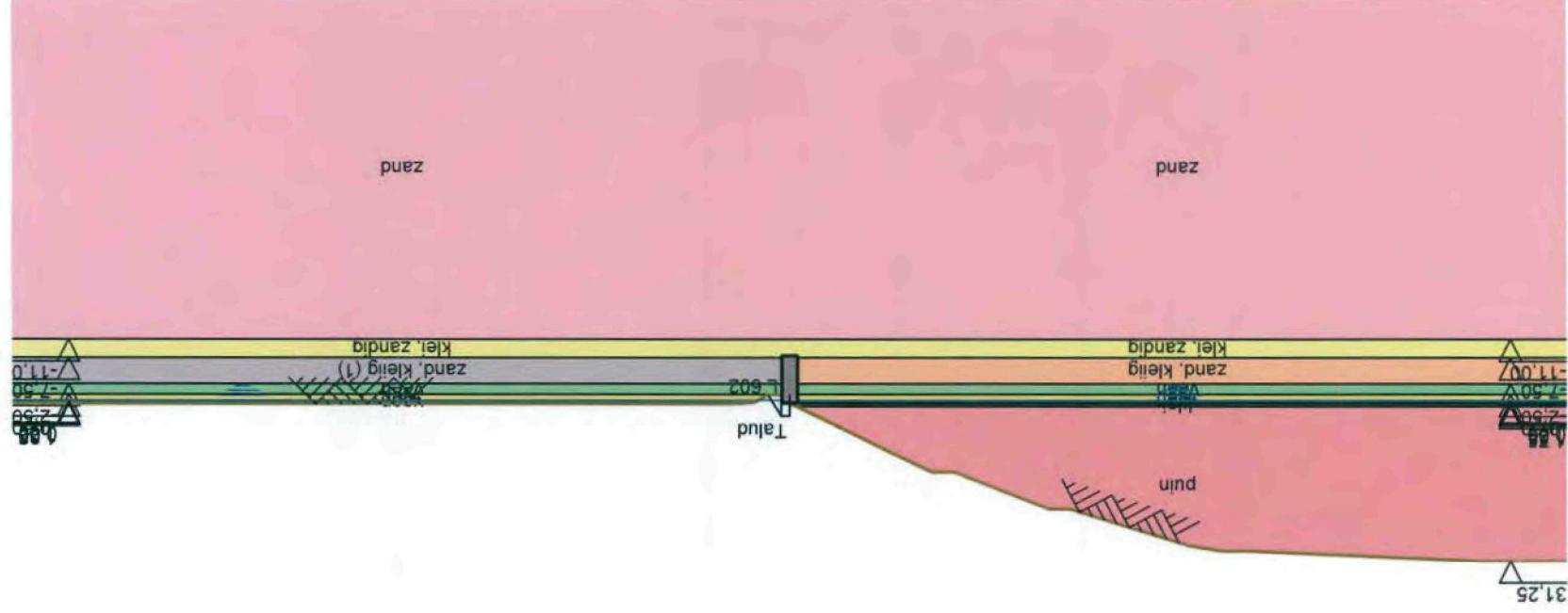


End of Report

Bijlage 8

Damwandconstructie Belgiezijde

Outline - Stage 2: Bovenafdichting



MSheet 8.2 : Kanaalzijde - G.2.dit

Grontmij	Phone Fax	date	dwn.
Kanaalzijde		10/21/2010	WW
Dwarsprofiel G		301644	cl.
Damwandconstructie L602 9 meter		Annex	form. A4

Report for MSheet 8.2

Design of Sheet Piling
Developed by Deltares

Company: Grontmij

Date of report: 10/21/2010

Time of report: 4:13:25 PM

Date of calculation: 10/21/2010

Time of calculation: 4:10:55 PM

Filename: P:\..WP20 Geotechnisch advies\berekeningen\MSheet\Kanaalzijde - G_2

Project identification: Kanaalzijde
Dwarsprofiel G
Damwandconstructie L602 9 meter

Verification according to CUR 166

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.3		-43,9	-20,1	0,0	43,4	Sufficient
1	CUR-Step 6.4		-25,7	-12,6	0,0	42,3	Sufficient
1	CUR-Step 6.5	14,9	-21,7	-15,6	0,0	27,7	Sufficient
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		-26,0	-18,7			
2	CUR-Step 6.3		-225,7	139,8	0,0	72,9	Sufficient
2	CUR-Step 6.4		-225,4	140,2	0,0	72,9	Sufficient
2	CUR-Step 6.5	64,0	-74,7	-31,4	0,0	36,6	Sufficient
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		-89,7	-37,7			
Max		64,0	-225,7	140,2	0,0	72,9	Sufficient

1.2 Overall Stability per Stage

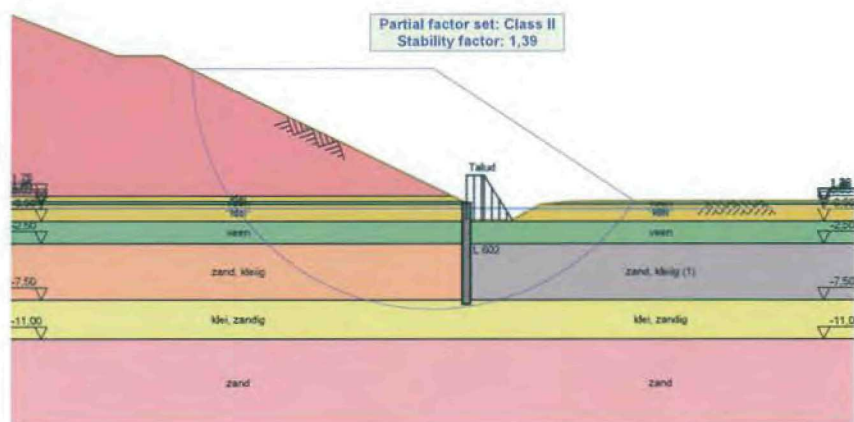
Stage name	Stability factor [-]
Huidige situatie	1,49
Bovenafdichting	1,39

2 Overall Stability Stage 2: Bovenafdichting

Stability factor : 1,39

2.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 2: Bovenafdichting



End of Report

Bijlage 9

Stabiliteitsberekeningen bovenafdichting

JEQUISTAB 1.3

Programma voor berekening van de afschuiving van de verschillende lagen evenwijdig aan het talud

projectnaam: Evenwichtsberekening voor HDPE met trisoplast
projectnummer: 250033

datum: 25-apr-12

veiligheidsfactoren (conform NEN 6740):

$\gamma_M; \tan(\phi)$

1,2

$\gamma_M; \tan(\delta)$

1,2

$\gamma_M; c_a$

1,5

$\gamma_M; c$

1,5

volumiek gewicht van de afdeklaag

γ repr. waarde 16,6 rekenwaarde 16,6 kN/m³

dikte van de laag

H 0,8 0,8 m

lengte talud

L 30,0 30 m

hoek die helling maakt met de horizontaal

β 25,5 25,5 ° 2,1

hoek van inwendige wrijving van afdeklaag

ϕ 22,5 19,0 °

wrijvingshoek tussen twee interfaces

δ 30,0 25,7 °

adhesie van de afdeklaag

c_a 0,0 0,0 kN/m²

cohesie van de afdeklaag

c 2,0 1,3 kN/m²

eigen gewicht actieve wig

W_a 371,1596825 kN

normaalkracht actieve wig

N_a 335,1054235 kN

adhesieve kracht

C_a 0

eigen gewicht passieve wig

W_p 13,68472381 kN

cohesieve kracht

C 2,481003381 kN

leden van de kwadratische vergelijking

A 61,94185278 kN

B -75,86269426 kN

C 10,28692058 kN

veiligheidsfactor FS

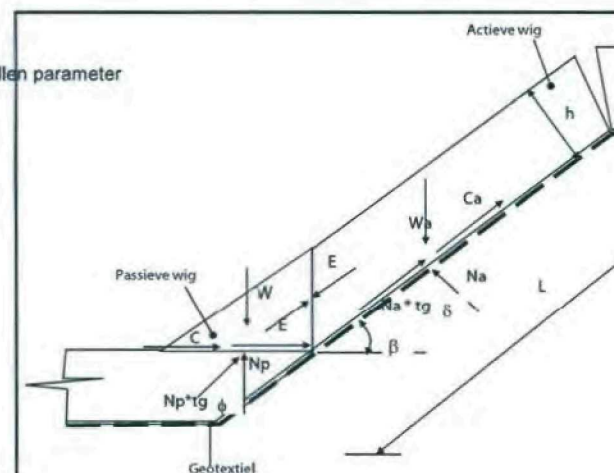
FS = 1,07

goedgekeurd door:

N_a : effectieve normaalkracht op het bezwijkvlak in de actieve zone [kN];
 N_p : effectieve normaalkracht op het bezwijkvlak in de passieve zone [kN];
 C_a : adhesieve kracht tussen de afdeklaag en geotextiel in de actieve zone [kN];
C: cohesieve kracht langs het bezwijkvlak van de passieve wig [kN];
 W_a : eigen gewicht actieve wig [kN];
 W_p : eigen gewicht passieve wig [kN];

E_a : kracht tussen de wiggen aangrijpend vanuit de passieve wig op de actieve wig [kN];
 E_p : kracht tussen de wiggen aangrijpend vanuit de actieve wig op de passieve wig [kN];
 β : helling van het talud ten opzichte van horizontaal [grad];
 γ : volumiek gewicht van de grond [kN/m³];
 ϕ : hoek van inwendige wrijving van de afdeklaag [grad];
 δ : wrijvingshoek tussen twee aangrenzende materialen [grad].

in te vullen parameter



Programma voor berekening van de afschuiving van de verschillende lagen evenwijdig aan het talud

datum: 25-apr-12

1.5

2.0

63 78229425

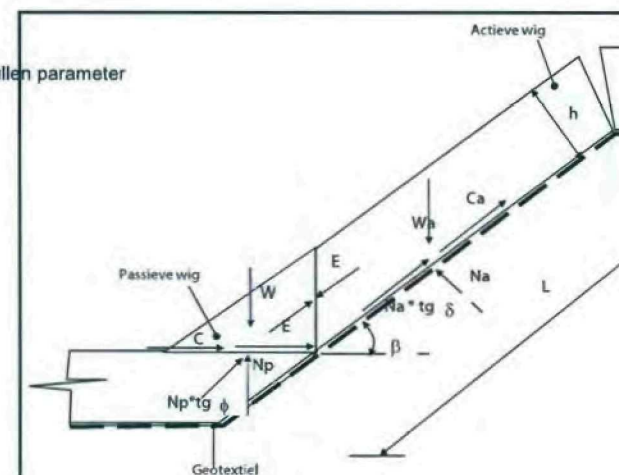
2.481003381 kN

13,14799975 kN

FS = 1.35

in te vullen parameter

E_a : kracht tussen de wiggen aangrijpend vanuit de passieve wig op de actieve wig [kN]
 E_p : kracht tussen de wiggen aangrijpend vanuit de actieve wig op de passieve wig [kN]
 β : helling van het talud ten opzichte horizontaal [grad];
 γ : volumiek gewicht van de grond [kN/m³];
 ϕ : hoek van inwendige wrijving van de afdeklaag [grad];
 δ : wrijvingshoek tussen twee aangrenzende materialen [grad].



JEQUISTAB 1.3

Programma voor berekening van de afschuiving van de verschillende lagen evenwijdig aan het talud

projectnaam: Evenwichtsberekening voor drainagemat (intern)
projectnummer: 250033

datum: 25-apr-12

veiligheidsfactoren (conform NEN 6740):

$\gamma M; \tan(\phi)$

1,2

$\gamma M; \tan(\delta)$

1,2

$\gamma M; c_a$

1,5

$\gamma M; c$

1,5

volumiek gewicht van de afdeklaag

γ

repr. waarde rekenwaarde

16,6 6,6 kN/m³

dikte van de laag

H

0,8 0,8 m

lengte talud

L

30,0 30 m

hoek die helling maakt met de horizontaal

β

25,5 25,5 °

2,1

hoek van inwendige wrijving van afdeklaag

ϕ

22,5 19,0 °

wrijvingshoek tussen twee interfaces

δ

36,0 31,2 °

adhesie van de afdeklaag

c_a

0,0 0,0 kN/m²

cohesie van de afdeklaag

c

2,0 1,3 kN/m²

eigen gewicht actieve wig

W_a

371,1596825 kN

normaalkracht actieve wig

N_a

335,1054235 kN

adhesieve kracht

C_a

0

eigen gewicht passieve wig

W_p

13,68472381 kN

cohesieve kracht

C

2,481003381 kN

leden van de kwadratische vergelijking

A

61,94185278 kN

B

-92,03487289 kN

C

12,94514904 kN

veiligheidsfactor FS

FS = 1,33

goedgekeurd door:

N_a : effectieve normaalkracht op het bezwijkvlak in de actieve zone [kN];

N_p : effectieve normaalkracht op het bezwijkvlak in de passieve zone [kN];

C_a : adhesieve kracht tussen de afdeklaag en geotextiel in de actieve zone [kN];

C: cohesieve kracht langs het bezwijkvlak van de passieve wig [kN];

W_a : eigen gewicht actieve wig [kN];

W_p : eigen gewicht passieve wig [kN];

E_a : kracht tussen de wigen aangrijpend vanuit de passieve wig op de actieve wig [kN]

E_p : kracht tussen de wigen aangrijpend vanuit de actieve wig op de passieve wig [kN]

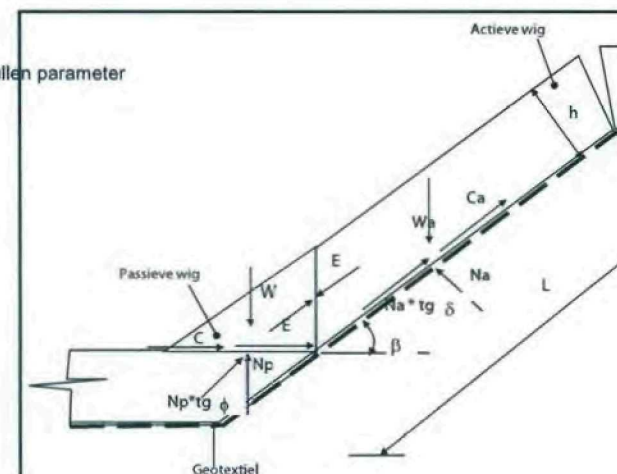
β : helling van het talud ten opzichte horizontaal [grad];

γ : volumiek gewicht van de grond [kN/m³];

ϕ : hoek van inwendige wrijving van de afdeklaag [grad];

δ : wrijvingshoek tussen twee aangrenzende materialen [grad];

in te vullen parameter



JEQUISTAB 1.3

Programma voor berekening van de afschuiving van de verschillende lagen evenwijdig aan het talud

projectnaam: Evenwichtsberekening voor afdeklaag (intern)
 projectnummer: 250033

datum: 25-apr-12

veiligheidsfactoren (conform NEN 6740):

 $\gamma M; \tan(\phi)$

1,2

 $\gamma M; \tan(\delta)$

1,2

 $\gamma M; c_a$

1,5

 $\gamma M; c$

1,5

volumiek gewicht van de afdeklaag

 γ repr. waarde 16,6 rekenwaarde 6,6 kN/m³

dikte van de laag

H 0,8 0,8 m

lengte talud

L 30,0 30 m

hoek die helling maakt met de horizontaal

 β 25,5 25,5 ° 2,1

hoek van inwendige wrijving van afdeklaag

 ϕ 22,5 19,0 °

wrijvingshoek tussen twee interfaces

 δ 22,5 19,0 °

adhesie van de afdeklaag

 c_a 2,0 1,3 kN/m²

cohesie van de afdeklaag

c 2,0 1,3 kN/m²

eigen gewicht actieve wig

 W_a 371,1596825 kN

normaalkracht actieve wig

 N_a 335,1054235 kN

adhesieve kracht

 C_a 37,51899662

eigen gewicht passieve wig

 W_p 13,68472381 kN

cohesieve kracht

C 2,481003381 kN

leden van de kwadratische vergelijking

A 61,94185278 kN

B -72,74271298 kN

C 9,774087816 kN

veiligheidsfactor FS

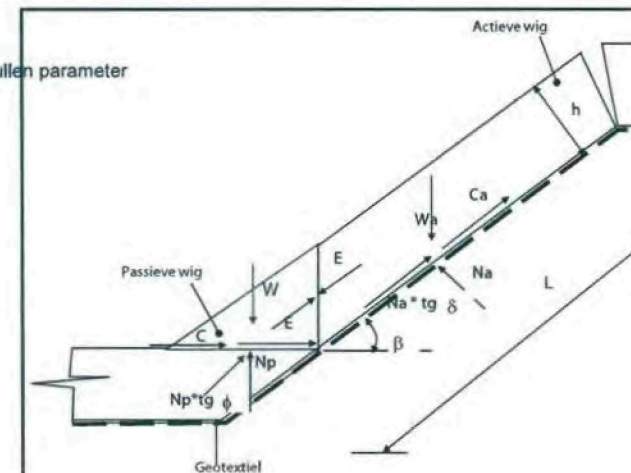
FS = 1,02

goedgekeurd door:

N_a : effectieve normaalkracht op het bezwijkvlak in de actieve zone [kN];
 N_p : effectieve normaalkracht op het bezwijkvlak in de passieve zone [kN];
 C_a : adhesieve kracht tussen de afdeklaag en geotextiel in de actieve zone [kN];
 C : cohesieve kracht langs het bezwijkvlak van de passieve wig [kN];
 W_a : eigen gewicht actieve wig [kN];
 W_p : eigen gewicht passieve wig [kN];

E_a : kracht tussen de wippen aangrijpend vanuit de passieve wig op de actieve wig [kN];
 E_p : kracht tussen de wippen aangrijpend vanuit de actieve wig op de passieve wig [kN];
 β : helling van het talud ten opzichte horizontaal [grad];
 γ : volumiek gewicht van de grond [kN/m³];
 ϕ : hoek van inwendige wrijving van de afdeklaag [grad];
 δ : wrijvingshoek tussen twee aangrenzende materialen [grad].

in te vullen parameter



Bijlage 8

Brief Zakkingsmetingen (nr. 13/99100904)

De Molen 48
3994 DB Houten
Postbus 119
3990 DC Houten
T +31 30 634 47 00
F +31 30 637 94 15
www.grontmij.nl

Delta Milieu B.V.
t.a.v. de heer D. van Rijn
Postbus 445
4530 AK TERNEUZEN

Plaats
Houten, 25 november 2010

Referentienummer
13/99100904/RvW

Kenmerk
285287

Betreft
Zakkingsmetingen Koegorspolder

Geachte heer Van Rijn,

Vanaf november 2006 is de hoogte van de stortplaats Koegorspolder in totaal zeven keer gemeten. In deze notitie worden de zeven metingen van het bovenzvlak vergeleken, wordt het verloop van de hoogte van de stortplaats in de tijd bepaald en worden de te verwachten zakkings geprognoseerd. Op basis van de gegevens wordt een advies gegeven over de technische uitvoerbaarheid van de aanleg van de eindafsluiting.

NB: in voorliggend rapport wordt het woord zakkings gebruikt voor een combinatie van zetting en klink, aangezien er met de vergaarde gegevens geen onderscheid kan worden gemaakt tussen zetting van de ondergrond en klink van het afval.

Voorliggende notitie is een actualisatie van de notitie d.d. 16 december 2008, documentnummer 13/99089137/RvW, die de eerste 5 hoogtemetingen omvatte.

Aanleiding

Het einde van de exploitatie van de stortplaats is 31 december 2004. Tot 1 oktober 2005 is door de provincie Zeeland ontheffing verleend tot het aanbrengen van een bolling boven op de eindhoogte van NAP +30 m. Aangezien er op de stortplaats Koegorspolder relatief organisch rijk afval is gestort, is indertijd (2004) rekening gehouden met een rustperiode tot aanleg bovenafsluiting van vier à vijf jaar. Die periode is inmiddels verstreken. In 2008 is reeds geconcludeerd dat uitstel van de aanleg van de bovenafsluiting technisch gezien niet noodzakelijk is. In voorliggende notitie wordt dit aan de hand van de meest recente gegevens geverifieerd.

Zakkingsgegevens Koegorspolder.

Door Landmeterkantoor Tom Barbe is van november 2006 tot en met oktober 2009 in totaal 7 maal de stortplaats ingemeten door middel van GPS (november 2006, april/oktober 2007, april/november 2008, april/oktober 2009). In 2010 zijn de metingen niet meer uitgevoerd.

Er zijn op de locatie Koegorspolder geen zakkings of vaste meetpunten aanwezig. De meetgegevens zijn aan Grontmij ter beschikking gesteld in een Excelfile, waarin de

Grontmij Nederland B.V.
Statutair gevestigd te
De Bilt
Handelsregister 30129769

hoogten op punten in een raster zijn weergegeven. De gegevens hebben grotendeels betrekking op het bovenvlak.

Enkele profielen (J en 6) zijn echter op (de hogere delen van) de taluds gelegen.

In bijlage 1 is het raster weergegeven. Op de kruisingen van de zuidwest-noordoost profielen (letters D-J) en de noordwest-zuidoost profielen (nummers 6-11) is de hoogte ten tijde van de 5 meetmomenten vastgesteld. Deze hoogtes zijn in grafiekvorm per kruising (rasterpunt) weergegeven in bijlage 2.

Daarnaast wordt de lengte van de profielen bepaald. In bijlage 3 is het verloop van de lengte van deze profielen weergegeven. Tevens is de verandering van de lengte van het profiel ten opzichte van de meting van november 2006 in grafieken weergegeven.

Bevindingen zakking

Hoogte van het bovenvlak

Uit de hoogtemetingen blijkt dat de stortplaats aan de noordzijde meer zakt dan aan de zuidzijde (0,8 versus 0,3 m). Daarnaast is de zakking boven fasen 3a en 3b over het algemeen groter dan de zakking boven fasen 2a en 2b. Dit is logisch, aangezien fase 3a en 3b later zijn aangelegd.

De verschillen zijn echter niet groot. Het grootste verschil in zakking tussen twee aanliggende rasterpunten bedraagt 0,44 m (over een afstand van 25 m). Dit houdt een rek in van minder dan 0,2%, indien dit in een horizontaal vlak zou zijn. De locatie Koegorspolder heeft echter een pyramidevorm. Wanneer er van wordt uitgegaan dat bij een dikker afvalpakket een grotere zakking zal optreden, treedt er bij zakking van het bovenvlak verkorting op.

Op kleinere schaal is het mogelijk dat door verschilzakkingen wel (significante) rek optreden. Op basis van de verkregen informatie kan echter niet worden beoordeeld of dit het geval is.

Zakking per rasterpunt

Per punt is het verloop van de zakking weergegeven in tabellen en grafieken. Bij een normaal zakkingsverloop is in de tijd eerst een (bijna) lineair verband zichtbaar, die overgaat in een afvlakking van de zakking in de tijd. De restzakking is goed te prognosticeren op het moment dat het initiële lineaire verloop overgaat in een afvlakking.

Op de stortplaats Koegorspolder is het verloop van de zakking zeer divers. Op alle lijnen van het raster zijn punten die al afvlakking laten zien, en punten die nog lineair zakken. Het is dus moeilijk om te voorspellen wat de restzakking is. Hierbij speelt ook mee dat door de meetmethode (geen gemarkeerde meetpunten) de foutenmarge op de meting groot kan zijn.

In vergelijking met de analyse in december 2008 is de afvlakking van de zakking op meer rasterpunten zichtbaar. Er is dus een trend dat op meerdere rasterpunten op het bovenvlak de snelheid van zakking aan het afnemen is. Dit wijst erop dat waarschijnlijk binnen afzienbare tijd de afvlakking overal op zal treden. Verwacht wordt dat de hoeveelheid restzakking in de orde van tientallen centimeters is. Dergelijke zakkingen vormen geen belemmering voor het aanbrengen van de afdichting.

NB: Opvallend is dat de zakking van de rasterpunten op het noordwest-zuidoost profiel nummer 6 (het meest westelijke profiel) bij de laatste meetronde duidelijk is toegenomen. Mogelijk is hier sprake van een meetfout. Dit profiel bevindt zich grotendeels op

het talud, een horizontale afwijking in het veld heeft daardoor grote invloed op de hoogtemeting.

Eisen restzakking

De eisen die in de Richtlijn Dichte Eindafwerking (VROM, 1991) voor het moment van aanleg gelden, vormen op grote schaal geen probleem. Er wordt met name uitgegaan van verschilzettingen binnen 1 m. Deze zijn op basis van de ons bekende gegevens niet te bepalen.

De uniaxiale rek mag niet groter dan 20% zijn en de biaxiale rek maximaal 5%. Dit komt neer op een verlenging van de folie van 5 cm/meter oftewel een (biaxiale) verschilzakking van 32 cm/m. Bij uniaxiale rek mag de verschilzakking zelfs 66 cm/m zijn. Dergelijke verschilzakkingen zijn bij Koegorspolder op grote schaal niet te verwachten, tenzij er lokaal een specifieke zakking optreedt, hetzij door herprofilen of door het aanbrengen van de bovenafdichting zelf.

Lengte profielen

Bij gelijkmatige zakking van de stortplaats worden de profielen over het stort korter (er vindt dus verkorting plaats). In bijlage 3 zijn de gegevens weergegeven. Met uitzondering van profiel J zijn de lengten van de profielen circa gelijk gebleven of kleiner geworden. De verkorting van de profielen is echter kleiner dan je zou verwachten op basis van de opgetreden zakking. Bij een zakking van gemiddeld 30 cm op het hele profiel, zou je minimaal een verkorting van 60 cm van het profiel verwachten.

Vershilzakkingen kunnen een verlenging maar ook een verkorting van het profiel tot gevolg hebben, dit hangt mede af van de absolute hoogte. Daarnaast zijn voor enkele profielen grote schommelingen in de lengte waargenomen. Met name profiel J (verkortingen en verlengingen van circa 2 meter) en profiel 11 laten deze schommelingen zien, hetgeen waarschijnlijk te maken heeft met de meetmethode en de ligging van beide profielen op het talud.

Het is dus op dit moment voor Grontmij niet mogelijk om conclusies aan de lengte van de profielen te verbinden.

Conclusies

De gepresenteerde waarnemingen wijzen erop dat waarschijnlijk binnen afzienbare tijd de afvlakking overal op zal treden. Verwacht wordt dat de hoeveelheid restzakking in de orde van tientallen centimeters is. Dergelijke zakkingen vormen geen belemmering voor het aanbrengen van de eindafdichting.

Aanbeveling

Door herprofilering van het stort voorafgaande aan de aanleg van de eindafdichting kan het zakkingspatroon wijzigen. Aangeraden wordt om de zakkingsmetingen na aanleg van de eindafdichting te continueren. In het nazorgplan (versie 2008) wordt eveneens aangenomen dat de huidige werkwijze wordt gecontinueerd.

Nadere informatie

Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de heer drs. R. van Wijhe, telefoon 030 - 634 47 38, e-mail: ruurd.vanwijhe@grontmij.nl of met de heer ir. H.L.J. Geusebroek., telefoon 030 - 634 46 14, e-mail: hans.geusebroek@grontmij.nl.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,
Grontmij Nederland B.V.

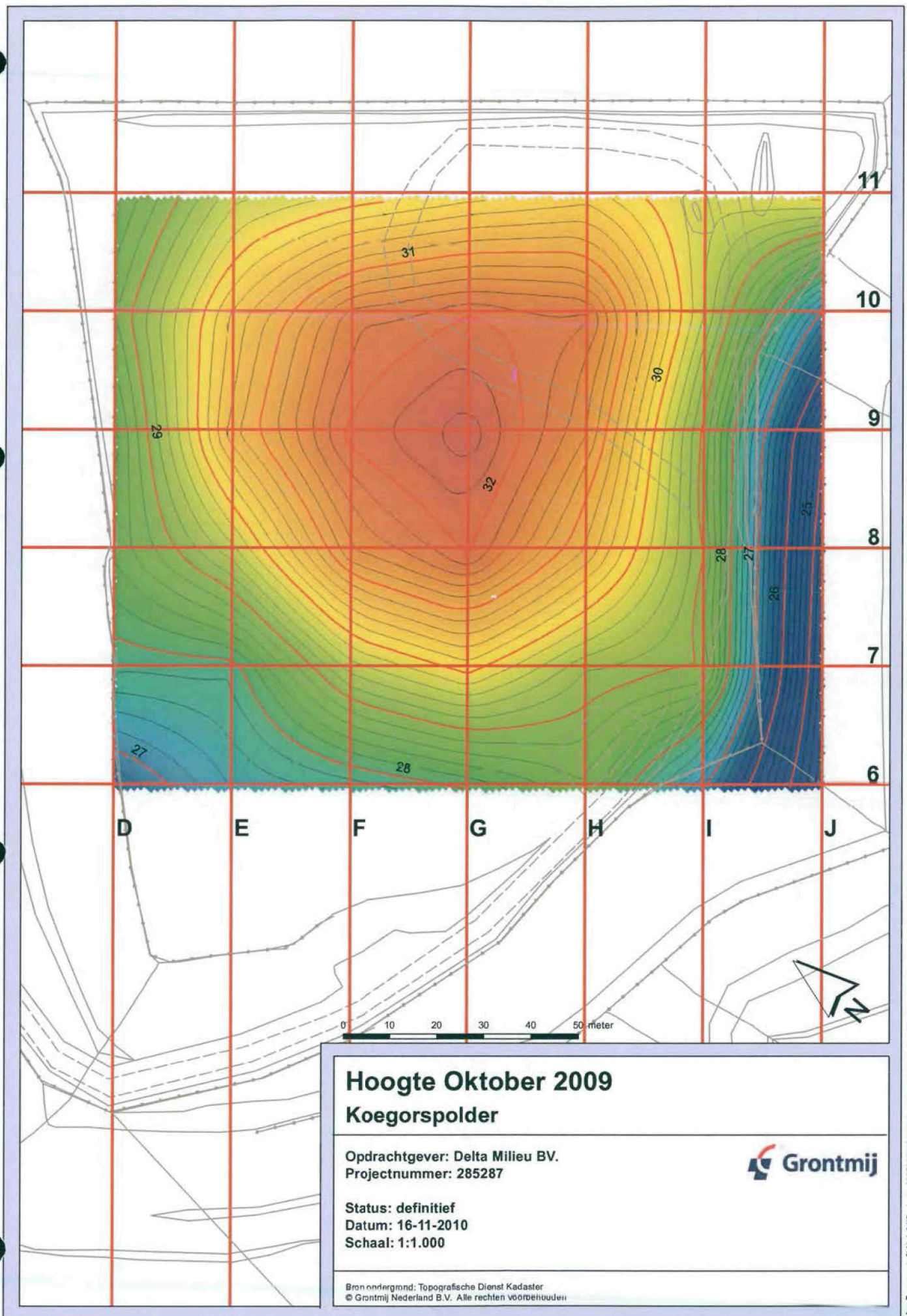
drs. J.P.J.J. Theeuwen
Hoofd Bodem

Bijlagen:

- rasterlijnen en hoogtemetingen;
- zakking per rasterpunt;
- lengte profielen.

Bijlage 1

Rasterlijnen en hoogtemetingen



Hoogte Oktober 2009

Koegorspolder

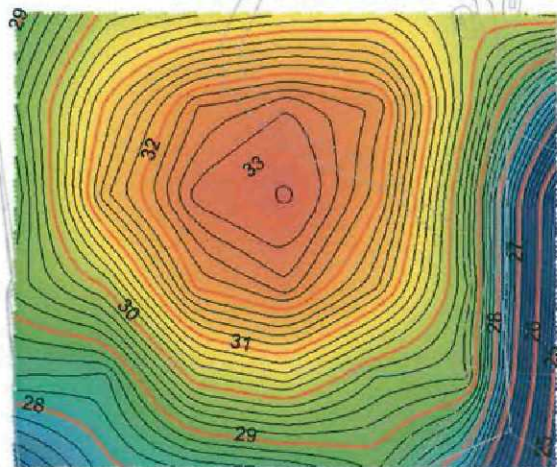
Opdrachtgever: Delta Milieu BV.
Projectnummer: 285287



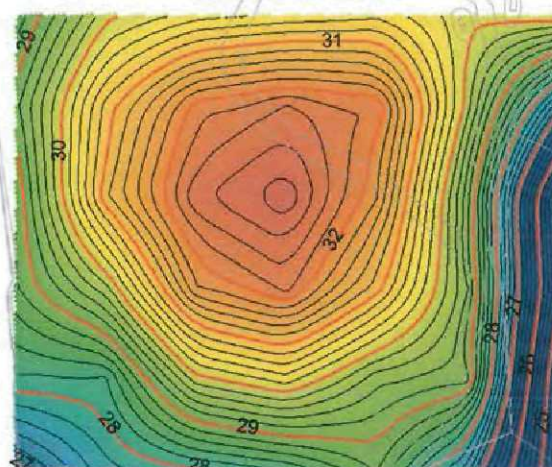
Status: definitief
Datum: 16-11-2010
Schaal: 1:1.000

Bron ondergrond: Topografische Dienst Kadaster
© Grontmij Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

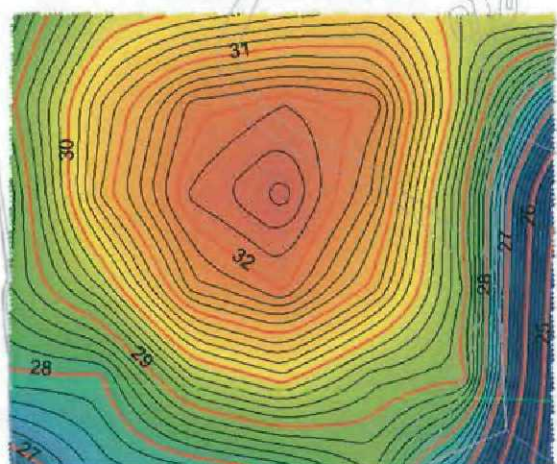
November 2006



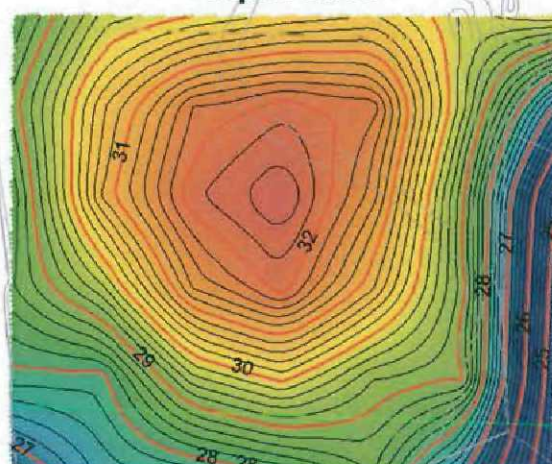
Oktober 2007



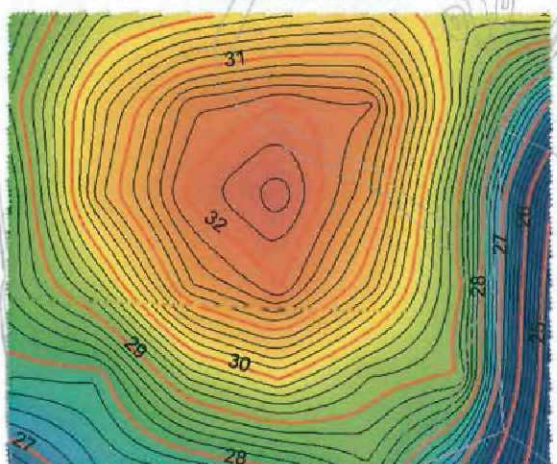
November 2008



April 2009



Oktober 2009



Vershil maaiveldhoogte
November 2006 - Oktober 2009



Bijlage 2

Zakking per rasterpunt

situatie november 2006

	6	7	8	9	10	11
D	27,02	28,39	29,30	29,01	29,39	28,90
E	27,91	28,32	30,00	31,55	31,05	30,10
F	28,25	30,12	32,03	32,90	32,38	30,34
G	28,42	30,50	32,55	33,28	32,77	30,59
H	28,84	29,57	31,41	32,08	32,36	30,70
I	27,63	29,43	29,60	29,50	30,03	30,11
J	24,56	24,85	25,07	25,16	27,36	30,28

maaveldpeilen op basisraster [m]

situatie april 2007

	6	7	8	9	10	11
D	26,99	28,27	29,22	29,03	29,30	28,87
E	27,86	28,26	30,02	31,42	31,01	30,06
F	28,20	30,02	31,96	32,82	32,30	30,34
G	28,38	30,48	32,48	33,12	32,64	30,58
H	28,95	29,57	31,35	31,96	32,26	30,70
I	27,54	29,38	29,52	29,45	30,00	30,08
J	24,58	24,83	25,15	25,22	27,30	30,19

maaveldpeilen op basisraster [m]

situatie april 2007

	6	7	8	9	10	11
D	26,89	28,18	28,77	28,80	29,14	28,67
E	27,74	28,17	29,74	31,16	30,88	29,93
F	27,96	29,90	31,77	32,56	32,11	30,31
G	28,22	30,30	32,27	32,95	32,42	30,44
H	28,82	29,46	31,09	31,81	32,17	30,54
I	27,49	29,27	29,42	29,27	29,86	30,05
J	24,42	24,43	25,16	24,93	27,20	30,17

maaveldpeilen op basisraster [m]

situatie oktober 2008

	6	7	8	9	10	11
D	26,75	28,03	28,65	28,70	29,04	28,55
E	27,66	28,11	29,63	30,93	30,70	29,89
F	27,91	29,72	31,65	32,44	32,03	30,19
G	28,17	30,27	32,17	32,79	32,32	30,37
H	28,77	29,39	31,01	31,65	31,97	30,48
I	27,16	29,17	29,32	29,22	29,74	29,86
J	24,34	24,55	24,76	25,06	27,03	30,08

maaveldpeilen op basisraster [m]

situatie oktober 2008

	6	7	8	9	10	11
D	26,68	27,94	28,60	28,51	28,94	28,50
E	27,52	27,94	29,63	30,84	30,61	29,75
F	27,76	29,69	31,51	32,26	31,89	30,05
G	28,08	30,13	32,06	32,70	32,20	30,32
H	28,66	29,28	30,91	31,55	31,97	30,47
I	27,15	29,09	29,16	29,03	29,65	29,76
J	24,34	24,53	24,74	25,05	26,99	29,98

maaveldpeilen op basisraster [m]

situatie april 2009

profiel	6	7	8	9	10	11
D	26,67	27,91	28,57	28,45	28,88	28,42
E	27,50	27,88	29,56	30,84	30,55	29,68
F	27,75	29,52	31,41	32,16	31,81	30,00
G	28,11	30,06	32,12	32,62	32,13	30,25
H	28,64	29,20	30,81	31,48	31,91	30,41
I	27,08	29,02	29,07	29,00	29,62	29,74
J	24,30	24,49	24,69	25,03	26,95	29,96

maaveldpeilen op basisraster [m]

situatie oktober 2009

profiel	6	7	8	9	10	11
D	26,57	27,81	28,45	28,34	28,80	28,38
E	27,41	27,83	29,50	30,73	30,46	29,55
F	27,64	29,43	31,35	32,09	31,73	29,87
G	27,98	30,03	32,02	32,54	32,02	30,14
H	28,57	29,18	30,74	31,39	31,83	30,33
I	26,98	28,97	29,00	28,91	29,56	29,65
J	24,23	24,46	24,64	25,01	26,85	29,86

6

	nov-06	apr-07	okt-07	apr-08	okt-08	apr-09	okt-09	zetting
D	27,02	26,99	26,89	26,75	26,68	26,67	26,57	0,45
E	27,91	27,86	27,74	27,66	27,52	27,50	27,41	0,50
F	28,25	28,20	27,96	27,91	27,76	27,75	27,64	0,61
G	28,42	28,38	28,22	28,17	28,08	28,11	27,98	0,44
H	28,84	28,95	28,82	28,77	28,66	28,64	28,57	0,27
I	27,63	27,54	27,49	27,18	27,15	27,09	26,98	0,65
J	24,56	24,58	24,42	24,34	24,34	24,30	24,23	0,33

7

	nov-06	apr-07	okt-07	apr-08	nov-08	apr-09	okt-09	
D	26,39	28,27	28,18	28,03	27,94	27,91	27,81	0,58
E	28,32	28,26	28,17	28,11	27,94	27,88	27,83	0,49
F	30,12	30,02	29,90	29,72	29,59	29,52	29,43	0,69
G	30,50	30,48	30,30	30,27	30,13	30,06	30,03	0,47
H	29,57	29,57	29,46	29,39	29,28	29,20	29,18	0,39
I	29,43	29,38	29,27	29,17	29,09	29,02	28,97	0,46
J	24,85	24,83	24,43	24,55	24,53	24,49	24,46	0,39

8

	nov-06	apr-07	okt-07	apr-08	nov-08	apr-09	okt-09	
D	29,30	29,22	28,77	28,65	28,60	28,57	28,45	0,85
E	30,00	30,02	29,74	29,63	29,63	29,56	29,50	0,50
F	32,03	31,96	31,77	31,65	31,51	31,41	31,35	0,68
G	32,55	32,48	32,27	32,17	32,06	32,12	32,02	0,53
H	31,41	31,35	31,09	31,01	30,91	30,81	30,74	0,67
I	29,60	29,52	29,42	29,32	29,16	29,07	29,00	0,60
J	25,07	25,15	25,16	24,76	24,74	24,69	24,64	0,43

9

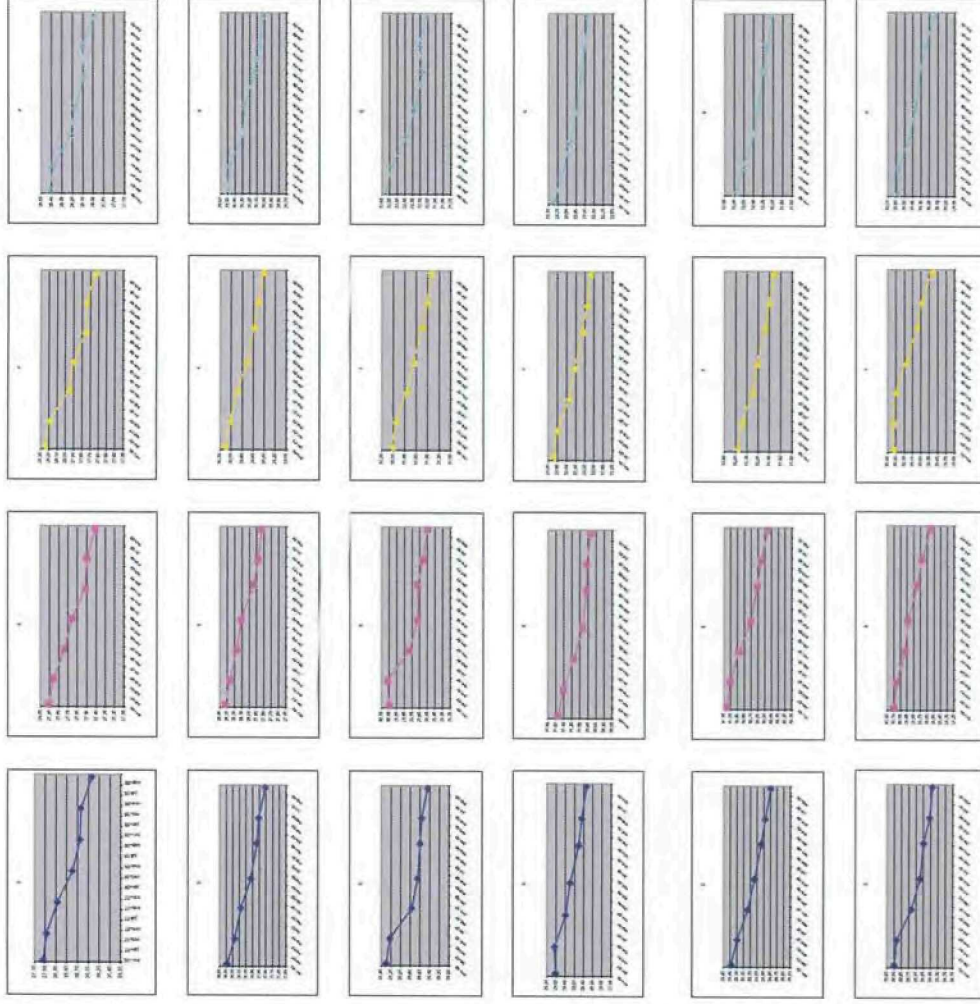
	nov-06	apr-07	okt-07	apr-08	nov-08	apr-09	okt-09	
D	29,01	29,03	28,80	28,70	28,51	28,45	28,34	0,67
E	31,55	31,42	31,16	30,93	30,84	30,84	30,73	0,82
F	32,90	32,82	32,56	32,44	32,26	32,16	32,09	0,81
G	33,28	33,12	32,95	32,79	32,70	32,62	32,54	0,74
H	32,08	31,96	31,81	31,65	31,55	31,46	31,39	0,69
I	29,50	29,45	29,27	29,22	29,03	29,00	28,91	0,59
J	25,18	25,22	24,93	25,06	25,05	25,03	25,01	0,15

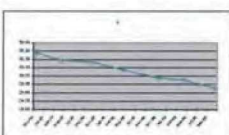
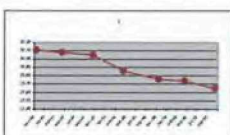
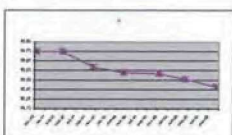
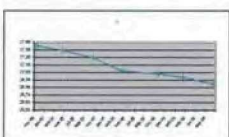
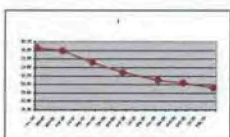
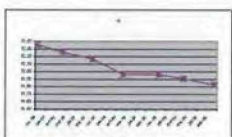
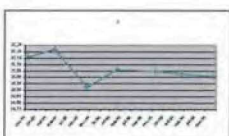
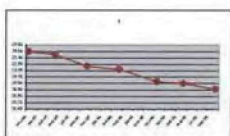
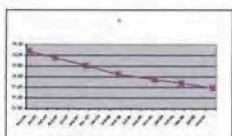
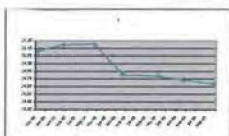
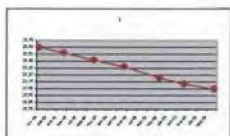
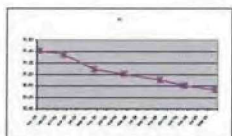
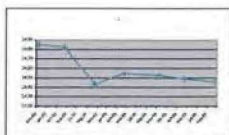
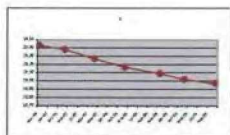
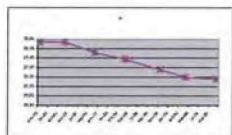
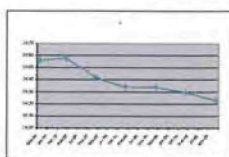
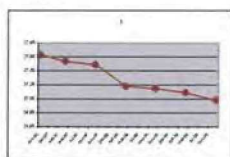
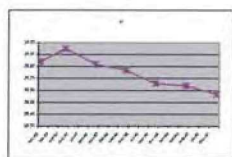
10

	nov-06	apr-07	okt-07	apr-08	nov-08	apr-09	okt-09	
D	29,39	29,30	29,14	29,04	28,94	28,88	28,80	0,59
E	31,05	31,01	30,88	30,70	30,61	30,55	30,46	0,59
F	32,38	32,30	32,11	32,03	31,89	31,81	31,73	0,65
G	32,77	32,64	32,42	32,32	32,20	32,13	32,02	0,75
H	32,36	32,26	32,17	31,97	31,97	31,91	31,83	0,53
I	30,03	30,00	29,86	29,74	29,65	29,62	29,56	0,47
J	27,36	27,30	27,20	27,03	26,99	26,95	26,85	0,51

11

	nov-06	apr-07	okt-07	apr-08	nov-08	apr-09	okt-09	
D	28,90	28,87	28,67	28,55	28,50	28,42	28,38	0,52
E	30,10	30,06	29,93	29,89	29,75	29,68	29,55	0,55
F	30,34	30,34	30,31	30,19	30,05	30,00	29,87	0,47
G	30,59	30,58	30,44	30,37	30,32	30,25	30,14	0,45
H	30,70	30,70	30,54	30,48	30,47	30,41	30,33	0,37
I	30,11	30,08	30,05	29,86	29,76	29,74	29,65	0,46
J	30,28	30,19	30,17	30,08	29,98	29,96	29,86	0,42





Bijlage 3

Lengte profielen

3D-lengte profielen [m]

profiel	nov. 2006	apr. 2007	apr.2007 - nov. 2006	
6	297,95	298,04	0,09	0,03%
7	302,53	302,41	-0,12	-0,04%
8	307,15	307,10	-0,05	-0,02%
9	324,95	324,97	0,02	0,01%
10	337,67	337,70	0,03	0,01%
11	348,37	348,41	0,04	0,01%
D	350,35	350,52	0,17	0,05%
E	351,54	351,54	0,00	0,00%
F	346,95	346,99	0,04	0,01%
G	341,30	341,29	-0,01	0,00%
H	335,43	335,42	-0,01	0,00%
I	327,46	327,51	0,05	0,02%
J	317,21	317,31	0,10	0,03%

profiel	apr. 2007	okt. 2007	okt.2007 - apr. 2007	
6	298,04	298,34	0,30	0,10%
7	302,41	302,10	-0,31	-0,10%
8	307,10	306,92	-0,18	-0,06%
9	324,97	325,13	0,16	0,05%
10	337,70	337,87	0,17	0,05%
11	348,41	349,15	0,74	0,21%

D	350,52	350,28	-0,24	-0,07%
E	351,54	351,93	0,39	0,11%
F	346,99	347,24	0,25	0,07%
G	341,29	341,22	-0,07	-0,02%
H	335,42	335,49	0,07	0,02%
I	327,51	327,73	0,22	0,07%
J	317,31	319,41	2,10	0,66%

profiel	okt. 2007	apr. 2008	apr. 2008 - okt.2007	
6	298,34	298,16	-0,18	-0,06%
7	302,10	302,32	0,22	0,07%
8	306,92	306,99	0,06	0,02%
9	325,13	324,86	-0,27	-0,08%
10	337,87	337,69	-0,18	-0,05%
11	349,15	348,67	-0,48	-0,14%

D	350,28	350,24	-0,04	-0,01%
E	351,93	351,48	-0,45	-0,13%
F	347,24	346,57	-0,67	-0,19%
G	341,22	341,09	-0,13	-0,04%
H	335,49	335,23	-0,26	-0,08%
I	327,73	327,67	-0,06	-0,02%
J	319,41	317,40	-2,01	-0,63%

profiel	apr. 2008	okt. 2008	apr. 2008 - okt.2007	
6	298,16	297,87	-0,29	-0,10%
7	302,32	302,12	-0,20	-0,06%
8	306,99	306,74	-0,25	-0,08%
9	324,86	324,77	-0,09	-0,03%
10	337,69	337,69	0,00	0,00%
11	348,67	348,98	0,31	0,09%

D	350,24	349,97	-0,27	-0,08%
E	351,48	351,26	-0,22	-0,06%
F	346,57	346,72	0,15	0,04%
G	341,09	340,76	-0,32	-0,09%
H	335,23	335,47	0,24	0,07%
I	327,67	327,51	-0,16	-0,05%
J	317,40	317,25	-0,15	-0,05%

profiel	okt. 2008	apr. 2009	apr. 2009 – okt.2008	
6	297,87	297,68	-0,19	-0,06%
7	302,12	302,04	-0,08	-0,03%
8	306,74	306,89	0,15	0,05%
9	324,77	324,57	-0,20	-0,06%
10	337,69	337,44	-0,25	-0,07%
11	348,98	348,28	-0,70	-0,20%

D	349,97	350,22	0,25	0,07%
E	351,26	351,26	0,00	0,00%
F	346,72	346,66	-0,06	-0,02%
G	340,76	341,02	0,26	0,08%
H	335,47	335,66	0,19	0,06%
I	327,51	327,37	-0,14	-0,04%
J	317,25	317,39	0,14	0,04%

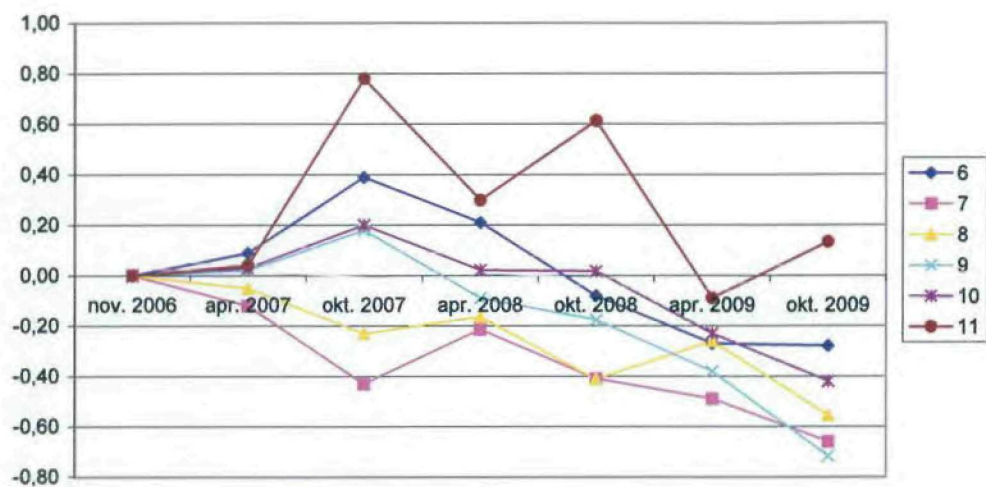
profiel	apr. 2009	okt. 2009	okt. 2009 – apr. 2009	
6	297,68	297,67	-0,01	0,00%
7	302,04	301,87	-0,17	-0,06%
8	306,89	306,60	-0,29	-0,10%
9	324,57	324,24	-0,33	-0,10%
10	337,44	337,25	-0,19	-0,06%
11	348,28	348,50	0,22	0,06%

D	350,22	349,93	-0,29	-0,08%
E	351,26	351,09	-0,17	-0,05%
F	346,66	346,62	-0,04	-0,01%
G	341,02	340,67	-0,35	-0,10%
H	335,66	335,51	-0,15	-0,04%
I	327,37	327,35	-0,02	-0,01%
J	317,39	319,18	1,79	0,56%

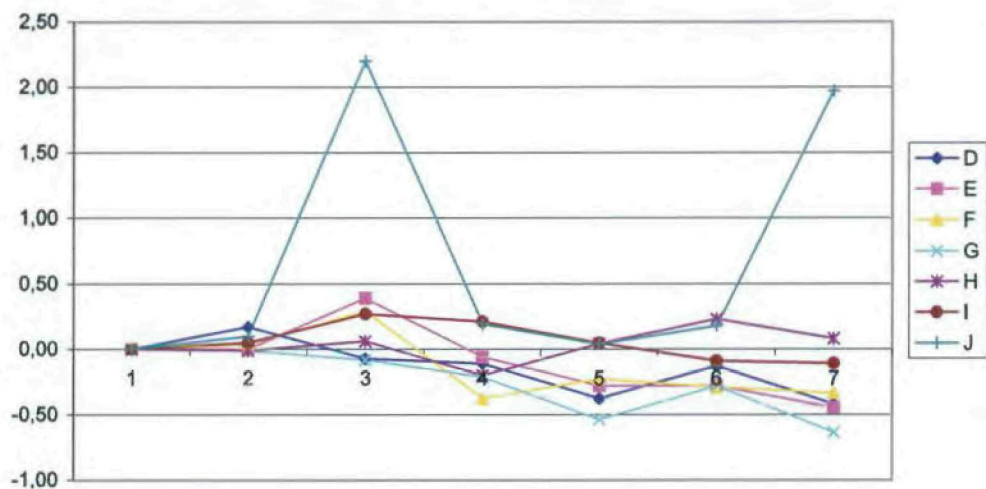
	nov. 2006	apr. 2007	okt. 2007	apr. 2008	okt. 2008	apr. 2009	okt. 2009	Inegteverschil
6	297,95	298,04	298,34	298,16	297,87	297,68	297,67	-0,28
7	302,53	302,41	302,10	302,32	302,12	302,04	301,87	-0,66
8	307,15	307,10	306,92	306,99	306,74	306,89	306,60	-0,55
9	324,95	324,97	325,13	324,86	324,77	324,57	324,24	-0,71
10	337,67	337,70	337,87	337,69	337,69	337,44	337,25	-0,42
11	348,37	348,41	349,15	348,67	348,98	348,28	348,50	0,13
D	350,35	350,52	350,28	350,24	349,97	350,22	349,93	-0,42
E	351,54	351,54	351,93	351,48	351,26	351,26	351,09	-0,45
F	346,95	346,99	347,24	346,57	346,72	346,66	346,62	-0,33
G	341,30	341,29	341,22	341,09	340,76	341,02	340,67	-0,63
H	335,43	335,42	335,49	335,23	335,47	335,66	335,51	0,08
I	327,46	327,51	327,73	327,67	327,51	327,37	327,35	-0,11
J	317,21	317,31	319,41	317,40	317,25	317,39	319,18	1,97

	nov. 2006	apr. 2007	okt. 2007	apr. 2008	okt. 2008	apr. 2009	okt. 2009
6	0,00	0,09	0,39	0,21	-0,08	-0,27	-0,28
7	0,00	-0,12	-0,43	-0,21	-0,41	-0,49	-0,66
8	0,00	-0,05	-0,23	-0,16	-0,41	-0,26	-0,55
9	0,00	0,02	0,18	-0,09	-0,18	-0,38	-0,71
10	0,00	0,03	0,20	0,02	0,02	-0,23	-0,42
11	0,00	0,04	0,78	0,30	0,61	-0,09	0,13
D	0,00	0,17	-0,07	-0,11	-0,38	-0,13	-0,42
E	0,00	0,00	0,39	-0,06	-0,28	-0,28	-0,45
F	0,00	0,04	0,29	-0,38	-0,23	-0,29	-0,33
G	0,00	-0,01	-0,08	-0,21	-0,54	-0,28	-0,63
H	0,00	-0,01	0,06	-0,20	0,04	0,23	0,08
I	0,00	0,05	0,27	0,21	0,05	-0,09	-0,11
J	0,00	0,10	2,20	0,19	0,04	0,18	1,97

Afwijking t.o.v. nov-06

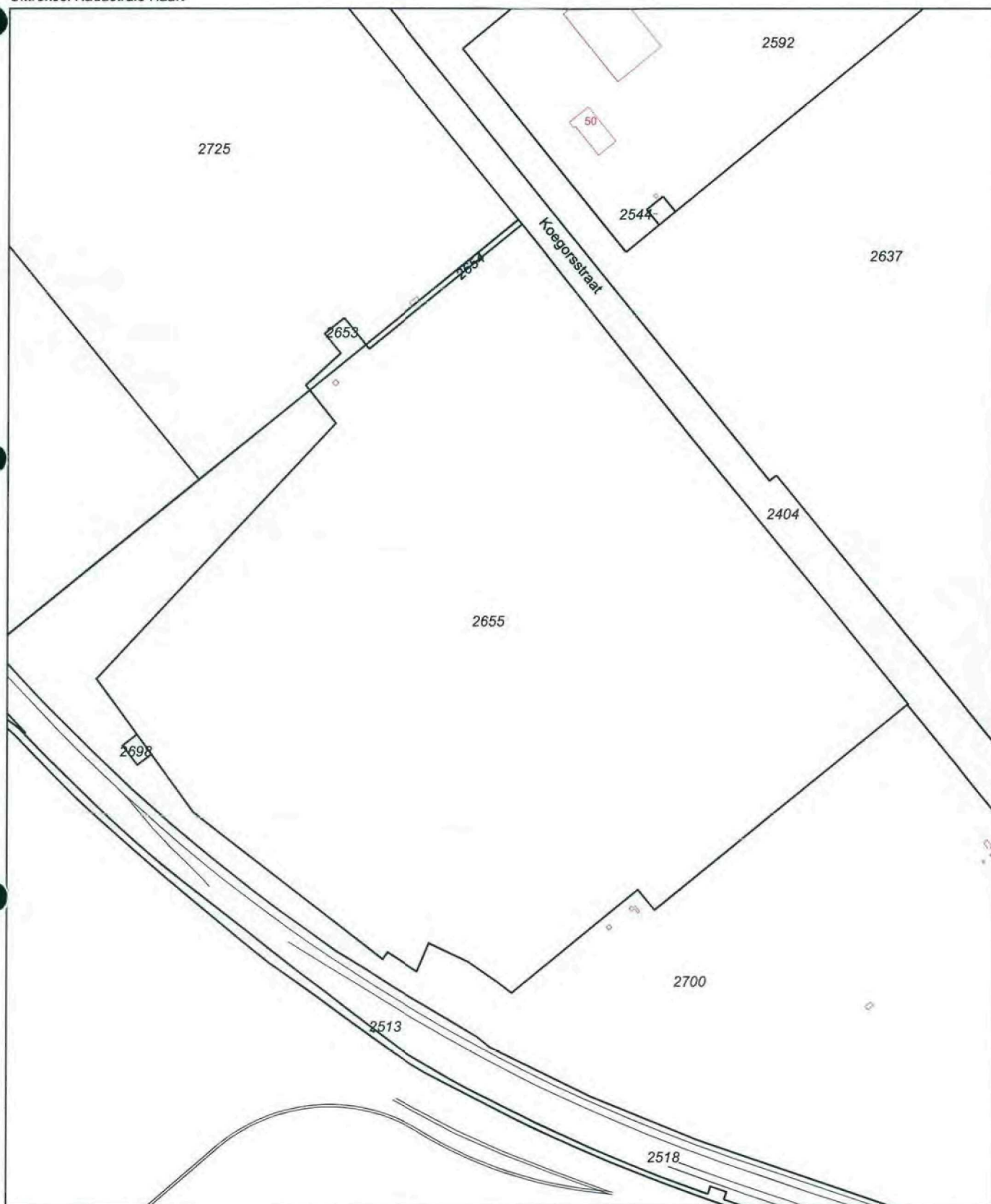


Afwijking t.o.v. nov-06



Bijlage 9

Kadastrale situatie (d.d. 7-7-2010)



0 m 30 m 150 m

Deze kaart is noordgericht
 12345 Perceelnummer
 25 Huisnummer
 — Kadastrale grens
 — Voorlopige grens
 — Bebouwing
 — Overige topografie

Schaal 1:3000

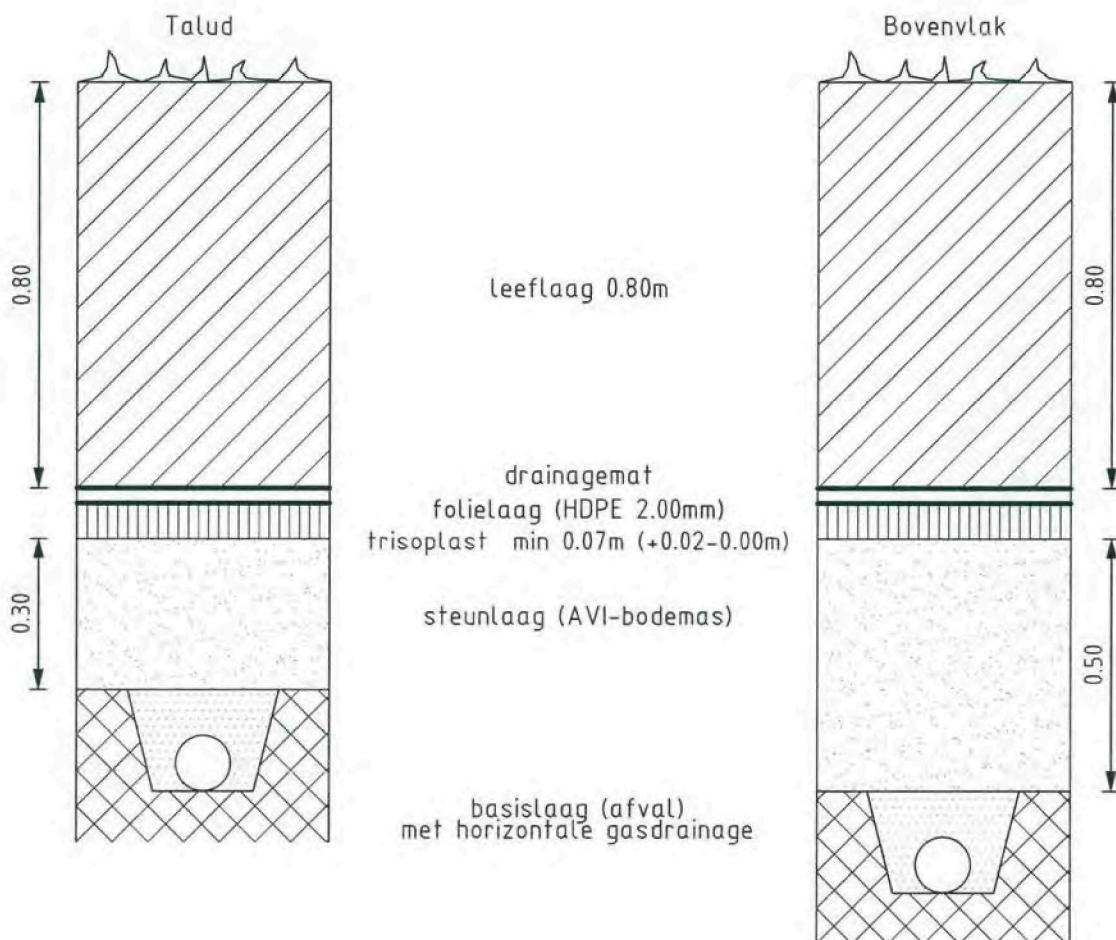
Kadastrale gemeente
 Sectie
 Perceel

TERNEUZEN
 P
 2655



Bijlage 10

Schema opbouw bovenafdichting (tek.nr. 44A-59797)



Status: **DEFINITIEF**

Project: **BOVENAFDICHTINGSPLAN STORTPLAATS KOEGORSPOLDER**



Opdrachtgever: **STORTPLAATS KOEGORSPOLDER B.V.**

Onderdeel: **OPBOUW BOVENAFDICHTING**

Besteknummer

Formaat

Schaal

Projectnummer

Tekeningnummer

Gew.

Datum

Get.

Gez.

Acc.

Datum

Bladnummer

285287

44A-59797

E.B

20-04-11

E.B

12-10-2010

Bijlage: 10

Besteknummer: 44A59797

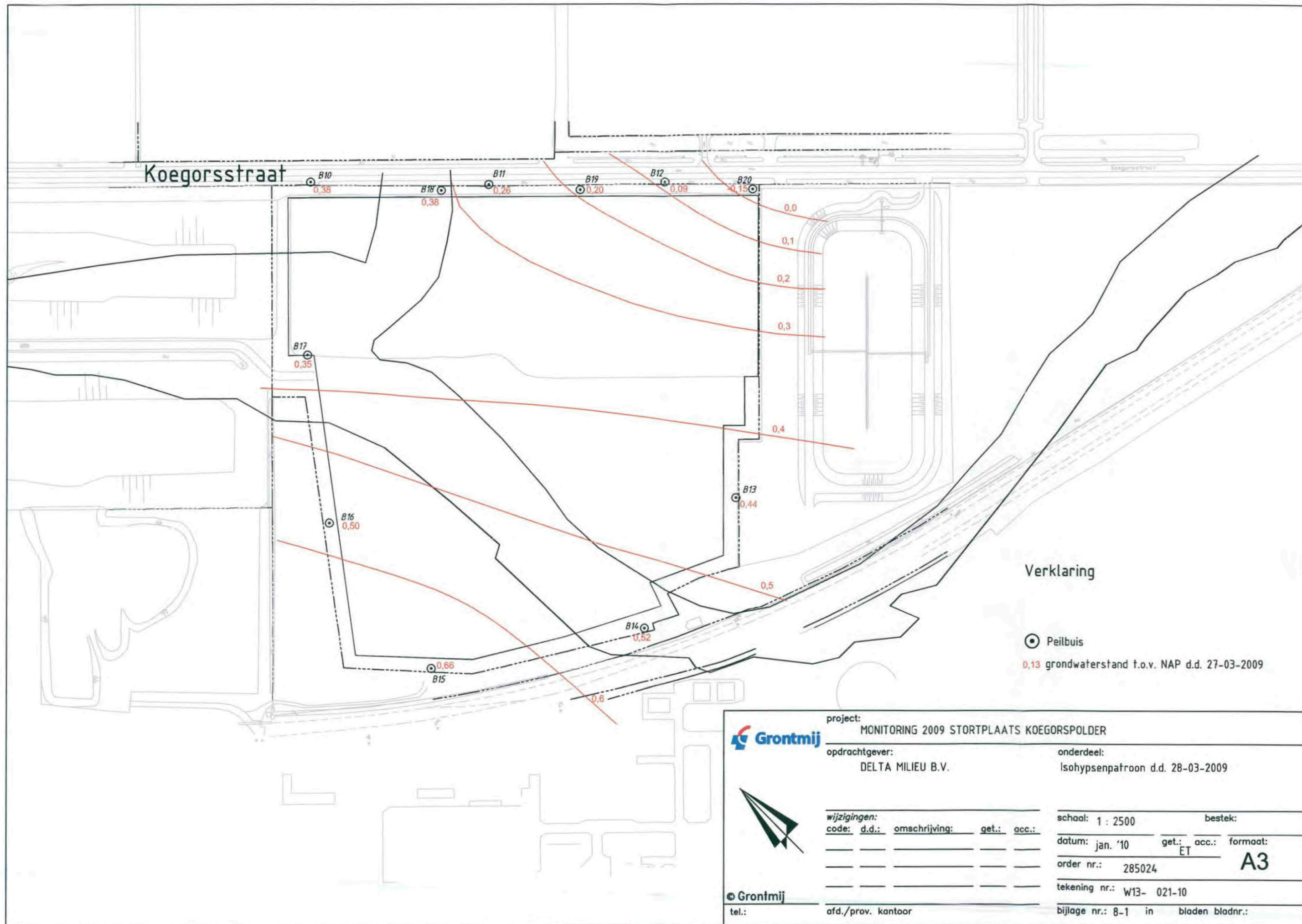
Grontmij groep Alle rechten voorbehouden

Plotdatum

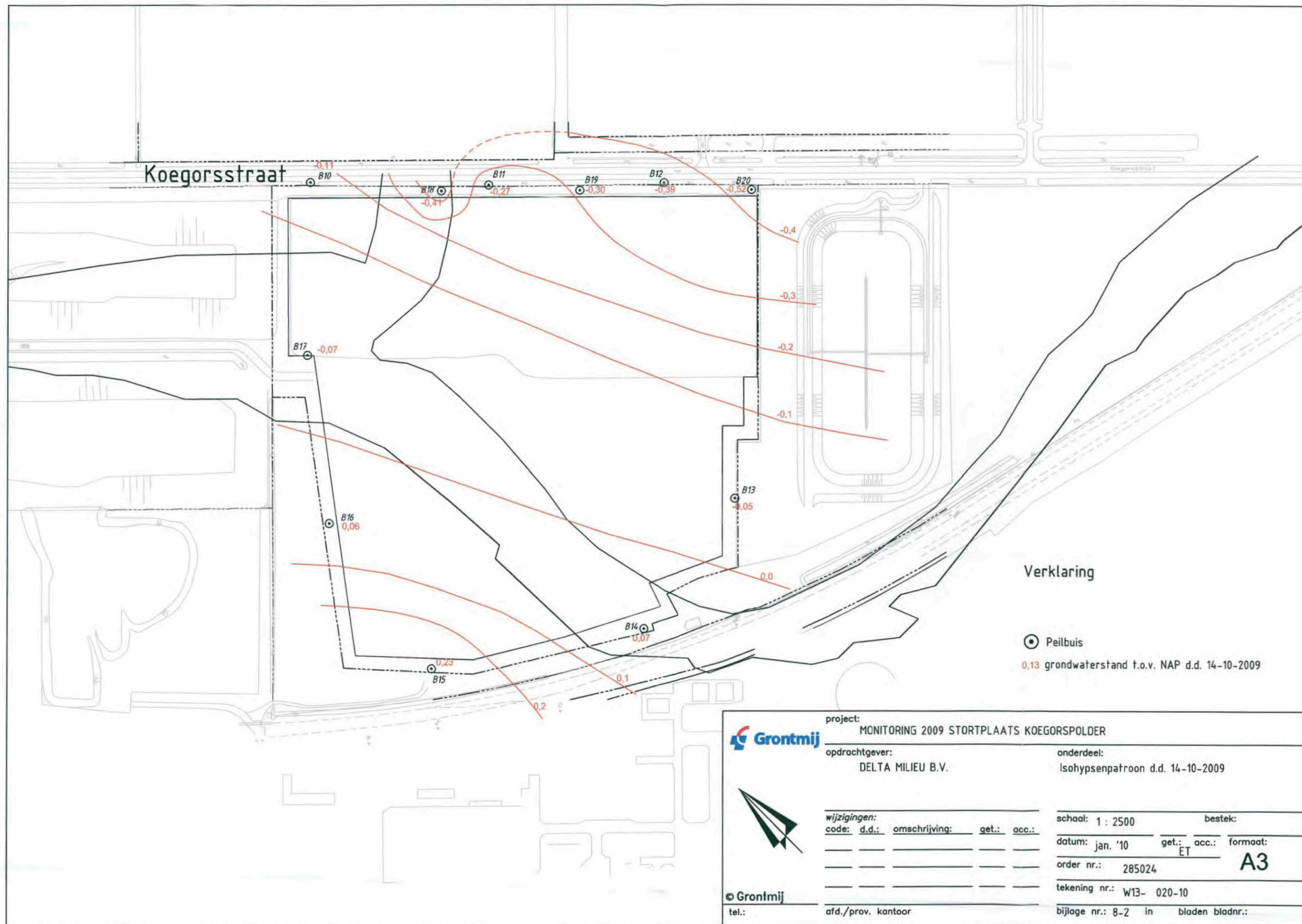
20-04-2011

Bijlage 11

Isohypsenaarten (tn02120 en tn02010)



		project: MONITORING 2009 STORTPLAATS KOEGORSPOLDER							
opdrachtgever: DELTA MILIEU B.V.		onderdeel: Isohypsenpatroon d.d. 28-03-2009							
									
wijzigingen:		schaal: 1 : 2500							
code:	d.d.:	omschrijving:	get.:	acc.:	bestek:				
					datum:	jan. '10	get.:	acc.:	formaat:
							ET		A3
					order nr.:	285024			
					tekening nr.:	W13- 021-10			
					bijlage nr.:	8-1 in bladen bladnr.:			
Grontmij		afdel./prov. kantoor							
tel.:									



Bijlage 12

Controleberekening DOW en Shell leidingen



r+k Consulting Engineers

Raadgevend Ingenieurs- en konstruktieadviesbureau b.v.

Geestbrugweg 44

2281 CM Rijswijk

The Netherlands

tel: +31-70-3906890

fax: +31-70-3989475

Controleberekening

van de krachten, spanningen en vervormingen

t.g.v. grondophoging nabij twee

stalen Ø168 mm leidingen

van DOW en Shell t.p.v. de Koegorsstraat

in Sluiskil

rapport 5-169-328/01

In opdracht van:



Grontmij Nederland b.v.

Houten

1	DEFINITIEVE UITGAVE	04 jan. 2011	Ir. M. Lammers	✓	Ir. K.W. Radder	✓
0	INTIELE UITGAVE	23 dec. 2010	Ir. M. Lammers	✓	Ir. K.W. Radder	
REVISIES		DATUM	AUTEUR		QA CONTROLE	
Ref:	E-mail Hans Geusebroek, d.d. 15 december 2010, onderwerp: Koegorspolder – leidingberekening opdracht		r+k project: 5-169-328			

INHOUD

pagina

1. Inleiding	2
2. Uitgangsgegevens sterkteberekeningen	3
2.1 Leidingconfiguratie	3
2.2 Materiaal- en doorsnedegegevens	3
2.3 Grondmechanische parameters	3
2.4 Randvoorwaarden	4
2.5 Belastingen	4
2.6 Uitgangspunten voor spanningsberekeningen	5
3. Uitgevoerde berekeningen	6
4. Resultaten, samenvatting en conclusies	7
4.1 Resultaten van de berekeningen	7
4.2 Samenvatting en conclusies	8
Referenties	9
Figuren 1 t/m 8 (plotuitvoer <i>Ple4Win</i>)	10
Bijlagen:	
A. Leidingtekeningen	15
B. Boringen	19
C. Korte beschrijving <i>Ple4Win</i>	26
D. Verklaring invoer- en resultaatgegevens <i>Ple4Win</i>	31
E. Programma in- en uitvoer <i>Ple4Win</i>	46
1. Run DOWbasis0	47
2. Run DOWbasis	54
3. Run DOWzettingP0	57
4. Run DOWzettingP1	60
5. Run ShellZetP0	63
6. Run ShellZetP1	66

1. INLEIDING

In de Koegorspolder nabij Sluiskil en Terneuzen is een vuilstortplaats. Deze stortplaats zal worden afgedekt met een extra grondlaag. Hierdoor zullen grondzettingen plaatsvinden en enkele leidingen nabij de stortplaats ondervinden hiervan effect. Grontmij wil graag weten wat het effect is van de ophoging op twee nabij gelegen leidingen. De twee leidingen liggen tussen de stortplaats en de Koegorsstraat op enkele meters van de teen van de ophoging. Het betreft stalen leidingen met een diameter van 168 millimeter en een wanddikte van 5,56 millimeter. Een uitgebreide berekening is gemaakt om de leidingen ter plaatse van de zettingen te toetsen.

Grontmij Nederland b.v. te Houten heeft r+k raadgevend ingenieurs- en konstruktieadviesbureau b.v. te Rijswijk gevraagd een berekening van deze twee leidingen te maken. In het onderhavige rapport zal het hiervoor beschreven traject worden getoetst aan de NEN 3650.

De sterkteberekeningen zijn uitgevoerd op basis van de norm NEN 3650 [1, 2] voor verschillende (belasting)-situaties. Het doel van de berekeningen is te controleren of de optredende krachten, spanningen en vervormingen voldoen aan de eisen van deze normen. De benodigde uitgangsgegevens, verstrekt door de opdrachtgever, worden in hoofdstuk twee besproken.

Aan r+k raadgevend ingenieurs- en konstruktieadviesbureau is tevens gevraagd om de grondmechanische parameters te bepalen. Dit is gedaan met de zogenaamde "Soil Wizard" van *Ple4Win* [3]. Hiervoor is, door Grontmij Nederland b.v., een rapport ter beschikking gesteld [4]. Er is gebruik gemaakt van de grondopbouw, zoals beschreven is in de bijlagen 1 (boorlocaties) en 2 (boorgrafieken) van dit rapport (zie bijlage B).

De sterkteberekeningen, zoals beschreven in hoofdstuk 3, zijn door r+k uitgevoerd met *Ple4Win* [3], een computerprogramma voor het bepalen en controleren van het gedrag en de veiligheid van transportpijpleidingen onder en/of boven de grond. Een korte beschrijving van de achtergrond en de opties van het programma is in bijlage C opgenomen.

De berekeningsresultaten zijn (numeriek) samengevat in paragraaf 1 van hoofdstuk 4 en grafisch weergegeven in de figuren aan het eind van het rapport. De numerieke computeruitvoer staat in bijlage E. Een verklaring van de in de figuren en in de numerieke uitvoer gebruikte namen wordt in bijlage D gegeven. De berekende krachten, spanningen en vervormingen van de leiding in het genoemde traject zijn getoetst aan de criteria van NEN 3650.

Tenslotte wordt in paragraaf 2 van hoofdstuk 4 een samenvatting gegeven en worden conclusies getrokken ten aanzien van de sterkte en stabiliteit van onderhavige leidingtraject.

2. UITGANGSGEGEVENS STERKTEBEREKENINGEN

De gegevens, nodig voor de sterkteberekeningen van de leiding, zijn ontleend aan tekeningen, rapporten, correspondentie en telefonische informatie, verstrekt door de opdrachtgever en/ of verzameld door r+k zelf.

2.1 Leidingconfiguratie

De betreffende leiding staat aangegeven op de volgende tekeningen van DOW Benelux N.V.:

- Tekening B3-50007-0-0251; "Routekaart Nr. 07", datum onbekend, getekend door Inpark.b.v.,
- Tekening DC701-5-KP08; "Lengteprofielkaart", d.d. 22-12-1969, getekend door Kon. Ned. Heidemij, revisie 2, d.d. juni 1989, getekend door CD,
- Tekening DC701-5-XZ08-01; "Kunstwerk Koegorspolder" d.d. januari 1987, getekend door C. Dobbelaar.

Zie bijlage A voor een verkleinde weergave van deze tekeningen.

Specifieke punten van de configuratie en overige in te voeren gegevens worden in *Ple4Win* met een naam (IDENT) aangeduid. Bij het samenstellen van de configuratie worden door het programma knooppuntnummers gegenereerd. De ingevoerde elementlengte is ongeveer driemaal de diameter voor de rechte delen van de leiding en éénmaal de diameter voor de bochtdelen. Hierdoor is de berekeningsonnauwkeurigheid in de orde van 5% bij de bochtdelen en mogelijk wat groter bij de rechte delen. Deze onnauwkeurigheid volgt uit een vergelijk met het analytische model van een elastisch ondersteunde ligger met de onderhavige buis- en grondkarakteristieken. De voorgenomen onnauwkeurigheid ontstaat door de verdeling van de leiding in kleine delen, de zogenaamde discretisering. Bij de berekening van krachten, momenten, vervormingen en verplaatsingen wordt het gemiddelde in een element of knoop bepaald. Dit gemiddelde kan afwijken van de 'werkelijke' waarde. Deze afwijking wordt berekeningsonnauwkeurigheid genoemd. (Modelleringsonnauwkeurigheid is een betere term.) De modelleringsonnauwkeurigheid speelt maar een beperkte rol vergeleken met andere onnauwkeurigheden zoals leidingconfiguratiegegevens, leiding-, materiaal-, belasting-, en grondgegevens en heeft vrijwel geen invloed op de berekende resultaten.

Het in het berekeningsmodel ingevoerde leidingtraject begint tien meter ten westen van de eerste 22,5° knik, op afstand 111,2 meter op de lengteprofielkaart (tek. DC701-5-KP08) en eindigt ruim veertig meter ten oosten van het kunstwerk Koegorspolder, op afstand 525 meter op de lengteprofielkaart (tek. DC701-5-KP08). Het verloop van de leidingas, zoals ingevoerd in het PLE programma via de tabellen ORIGIN en POLYDIF, is in de figuren 1 en 2 weergegeven. Voor de Shell leiding zijn dezelfde polygoonpunten aangehouden als voor de DOW leiding.

2.2 Materiaal- en doorsnedegegevens

Voor de materiaal- en geometriegegevens van de leiding is van de volgende waarden uitgegaan:

Leidinggegevens	naam	waarde	eenheid
Uitwendige diameter	D _o	168,3	mm
Wanddikte	t	5,56	mm
Corrosietoeslag	c	0	mm
Fabricagetolerantie op de wanddikte	-	+15 / -12,5	%
Staalkwaliteit DOW / Shell buisleiding	-	Grade B / X42	
Rekgrens API 5L grade B (DOW)	R _e	241	N/mm ²
Rekgrens API 5L grade X42 (Shell)	R _e	289	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	E	207.000	N/mm ²
Volumieke massa	ρ _s	7850	kg/m ³
Dwarscontractiecoëfficiënt	ν	0,3	

2.3 Grondmechanische parameters

Op basis van het geotechnisch rapport "Afdichting Stortplaats Koegorspolder te Sluiskil", van Grontmij Nederland b.v. [4], zijn door r+k grondmechanische parameters bepaald. Aan de hand van vier boringen zijn grondprofielen ingevoerd en toegekend aan bepaalde leidingdelen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de "Soil Wizard" van *Ple4Win* [3]. De (plaats van) de boringen en de in- en uitvoergegevens zijn terug te vinden in bijlage B van dit rapport.

De grondmechanische parameters betreffen:

- horizontale grondstijfheid (beddingconstante)	(KLH)
- verticale grondstijfheid, omlaag (beddingconstante)	(KLS)
- maximale wrijving buis-grond	(F)
- verplaatsing bij maximale grondwrijving	(UF)
- verticaal evenwichtsdraagvermogen	(RVS)
- passieve grondreactie	(RVT)
- horizontale grondreactie (evenwichtsdraagvermogen)	(RH)
- neutrale grondbelasting	(SOILNB)

De onzekerheidsfactoren zijn toegepast conform NEN 3650. Om de meest ongunstige situatie te verkrijgen voor de spanningen, zijn de parameters met hun respectieve factoren vermenigvuldigd; zie tabel UNCER, bijlage E. De grondmechanische parameters staan in tabellen KLH t/m RH, en SOILNB in bijlage E. De gegenereerde waarden langs de leidingen van de belangrijkste parameters staan in de figuren 3 en 4.

2.4 Randvoorwaarden

Zowel het begin- als eindpunt van de leiding zijn gemodelleerd als zijnde aangesloten op een open en half oneindige, elastisch ondersteunde ligger (OPEN en INFIN). Zie de tabel ENDPTS in bijlage E.

2.5 Belastingen

De volgende belastingen zijn in rekening gebracht:

Inwendige druk

De maximale inwendige druk bedraagt 100 bar voor de DOW leiding en 98 bar voor de Shell leiding. Zie tabel PRESS in bijlage E.

Eigen gewicht leidingen

Het eigen gewicht van de leiding onder druk bestaat uit het gewicht van de stalen buis plus het gewicht van het vervoerde medium, in dit geval ethyleen voor de DOW leiding. De Shell leiding is op dit ogenblik niet in gebruik en is gevuld met stikstof. Waar de leiding onder de grondwaterspiegel ligt, wordt de opwaartse kracht in rekening gebracht. Zie tabel DEADW in bijlage E.

Grondzakkingen

Bij de berekening is er van uitgegaan dat uitvoeringszakkingen (t.g.v. de aanleg van de betreffende leiding) reeds hebben plaatsgevonden en over het beschouwde leidingdeel gelijkmatig zijn geweest. Hierdoor zijn er geen spanningen ten gevolge van de uitvoeringszakkingen. De 'zettingen' ten gevolge van de ophoging nabij de leiding zijn zowel in horizontale (SETY = 30 millimeter) als verticale (SETZ = -10 millimeter) richting en komen uit hoofdstuk 4 van het geotechnische rapport "Afdichting Stortplaats Koegorspolder te Sluiskil", van Grontmij [4]. Zie de tabellen SETY en SETZ en LOCASE in bijlage E.

Grondbelasting

Voor het tracé is de neutrale grondbelasting door $r + k$ zelf bepaald. Zie tabel SOILNB in bijlage E en figuur 4.

Verkeersbelasting

Boven de leiding is verkeersbelasting volgens NEN 3650, figuur C.17 toegepast. Op plaatsen waar zich wegen bevinden, zal met zwaar verkeer gerekend worden volgens grafiek I: Load model 3. In de berm van deze wegen en bij in- en uitritten van landbouwverkeer wordt gerekend met grafiek II: Load model 2, lorry 4. In het veld zal worden gerekend met de helft van grafiek II: Load model 2, lorry 4. De verkeersbelasting is ingevoerd via tabel TOPLOAD. Zie bijlage E en figuur 4.

Rekenfactoren

De voornoemde karakteristieke gebruiksbelastingen moeten nog met belastingfactoren worden vermenigvuldigd volgens de NEN 3650.

<u>Belasting</u>	<u>rekenfactor</u>
inwendige druk	1,15
eigen gewicht leiding	1,10
zettingen	1,10
grondbelasting	1,00
verkeersbelasting	1,35

De rekenfactoren staan in tabel LOCASE (specificatie belastingcombinatie); voor de bovenbelasting van grond in tabel SOILNB en voor de verkeersbelasting in tabel TOPLOAD.

2.6 Uitgangspunten voor spanningsberekeningen

De spanningsberekeningen zijn gebaseerd op gegevens en criteria uit NEN 3650 [1, 2]. De volgende punten zijn van belang als basis voor of als toetsingscriterium na de spanningsberekeningen.

Opleghoek

De opleghoek is volgens NEN 3650-1, bijlage C.4.1.3 afhankelijk van het bereikte percentage van het evenwichts-draagvermogen. Voor deze buisleidingen is de opleghoek 70°. Zie hiervoor tevens de tabel SUPANG in bijlage E.

Horizontale steundruk

Er is bij deze buisleidingen geen horizontale steundruk in rekening gebracht. Dit mag alleen indien aan een aantal voorwaarden is voldaan. Zie hiervoor NEN 3650-1, bijlage C.4.5.2.

Doorsnedebebelastingen

De belastingen op en in de doorsnede, die de spanningen veroorzaken, vallen uiteen in inwendige en uitwendige belastingen. De inwendige belastingen zijn de inwendige krachten als normaalkracht, dwarskracht, torsie- en buigend moment. De druk, de neutrale of reële grondbelasting en de laterale en axiale grondreacties vormen de uitwendige belastingen. Er is rekening mee gehouden dat naastliggende doorsneden meewerken bij het opnemen van de (piek) grondbelastingen, zodat er een herverdeling van doorsnede-ervormingen en -spanningen plaatsvindt, meestal resulterend in een spanningsreductie. Herverdeling van spanningen is toegestaan volgens NEN 3650.

Toelaatbare spanningen

De toelaatbare spanningen voor de stalen leiding worden bepaald aan de hand van NEN 3650-2, hoofdstuk 7, tabel 3 en bijlage D.3 [2]. Zie ook paragraaf 2.2 van dit rapport.

- σ_p = omtrekspanning uit inwendige druk, uitgaande van de minimum wanddikte
 σ_v = totale primaire en secundaire (Von Mises) spanning (uit alle aanwezige belastingen)

Voldaan moet worden aan de volgende criteria:

$$\begin{aligned}\sigma_p &\leq R_e(\theta)/\gamma_m \times S \\ \sigma_v &\leq 0,85 (R_e + R_e(\theta))/\gamma_m \times S\end{aligned}$$

waarin:

$$\begin{aligned}R_e &= \text{gespecificeerde minimum rekgrens bij } 20^\circ\text{C}, \\ R_e(\theta) &= \text{gespecificeerde minimum rekgrens bij } \theta^\circ\text{C}, \\ \gamma_m &= \text{materiaalfactor} = 1,10, \\ S &= \text{schadefactor} = 1,00.\end{aligned}$$

Bij 10-50 °C geldt: $R_e = 241 \text{ N/mm}^2$ (API 5L grade B – DOW leiding)

Bij 10-50 °C geldt: $R_e = 289 \text{ N/mm}^2$ (API 5L grade X42 – Shell leiding)

Toelaatbare vervormingen

De toelaatbare deflectie voor een stalen leiding bedraagt $S \times 15\% = 15\%$ van de diameter van de leiding volgens art. 11.1.5 van NEN 3651. De schadefactor S is voor dit leidingtracé 1,00. In verband met doorvoeren van meet- en detectieapparatuur geldt voor leidingen vaak een toelaatbare deflectie van 5%.

3. UITGEVOERDE BEREKENINGEN

Uitgaande van de basisgegevens, zoals vermeld in het vorige hoofdstuk, zijn een aantal runs met *Ple4Win* [3] gedraaid ten einde de krachten, momenten, spanningen, vervormingen en verplaatsingen te bepalen. De toetsing zal in paragraaf 4.1 van dit rapport plaatsvinden.

De beschouwde belastingcombinaties zijn conform NEN3650:

- a. DOWbasis0: berekening met PLE van de drukloze (en gevulde) DOW leiding met uitwendige belastingen (eigen gewicht, grondbelasting en verkeer) maar zonder grondverplaatsingen (zettingen);
- b. DOWbasis: berekening met PLE van de DOW leiding met inwendige druk en uitwendige belastingen (eigen gewicht, grondbelasting en verkeer) maar zonder grondverplaatsingen (zettingen);
- c. DOWzettingP0: als a., maar nu met de grondverplaatsingen;
- d. DOWzettingP1: als b., maar nu met de grondverplaatsingen;
- e. ShellZetP0: berekening met PLE van de drukloze (en lege) Shell leiding met uitwendige belastingen (eigen gewicht, grondbelasting en verkeer) en met grondverplaatsingen;
- f. ShellZetP1: berekening met PLE van de Shell leiding met inwendige druk en uitwendige belastingen (eigen gewicht, grondbelasting en verkeer) en met grondverplaatsingen.

Run a. en b. bekijken de bestaande situatie en zijn vooral ter referentie. De overige runs zijn berekeningen met de te verwachten grondverplaatsingen. De runs van berekeningen a. t/m f. zullen in het vervolg geïdentificeerd worden met de naam van de betreffende ontwerpdatabase, zoals in het programma gebruikt. Deze naam staat ook boven elke tabellarische of grafische uitvoer van het programma.

<u>Run</u>	<u>Belastingcombinatie</u>	<u>Berekende belangrijke grootheden</u>
DOWbasis0	Drukloos, eigen gewicht (gevulde leiding), verkeersbelasting, neutrale grondbelasting, geen grondverplaatsingen.	Toetsspanning Sv (Von Mises spanning), deflecties.
DOWbasis	Inwendige druk 100 bar, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting, geen grondverplaatsingen.	Toetsspanning Sp (hoop stress), en Sv (Von Mises spanning), deflecties.
DOWzettingP0	Drukloos, eigen gewicht (gevulde leiding), verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	Toetsspanning Sv (Von Mises spanning), deflecties, laterale verplaatsingen.
DOWzettingP1	Inwendige druk 100 bar, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	Toetsspanning Sp (hoop stress), en Sv (Von Mises spanning), deflecties, laterale verplaatsingen.
ShellZetP0	Drukloos, eigen gewicht (lege leiding), verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	Toetsspanning Sv (Von Mises spanning), deflecties, laterale verplaatsingen.
ShellZetP1	Inwendige druk 98 bar, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	Toetsspanning Sp (hoop stress), en Sv (Von Mises spanning), deflecties, laterale verplaatsingen.

4. RESULTATEN, SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De belangrijkste resultaten van de PLE berekeningen zijn weergegeven in de figuren 5 t/m 8. Bovenin elke figuur staat het verloop van het maaiveld, de grondwaterspiegel en de leidingas. Gedetailleerde uitvoer van de computerberekeningen is in bijlage E opgenomen. Voor een verklaring van de in de figuren en computeruitvoer voorkomende namen, zie bijlage D.

4.1 Resultaten van de berekeningen

Spanningen

De berekende spanningen moeten voldoen aan de criteria, vermeld in hoofdstuk 2.6. De resultaten van de spanningsberekeningen voor de verschillende belastingcombinaties worden in figuren 6 en 7 getoond. De in deze figuren en in de tabellen NENSMAX in bijlagen E weergegeven spanningen zijn de Von Mises-spanningen σ_v en de hoop stress σ_p uit NEN3650-2, gedeeld door de bijbehorende grenswaarde, die normaliter getoetst moeten worden aan de waarde 1. Het resultaat van het toetsen van σ_v en hoop stress σ_p is in navolgende tabel gegeven.

Run	Belastinggeval	Plot figuur	Spanningstoets	Berekende max. waarde	Toelaatbare waarde	Voldaan aan toets
DOWbasis	Inwendige druk 100 bar, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting.	n.v.t.	$\sigma_p/0.91R_e(\theta)$	0,958	1,0	ja
			$\sigma_v/f((Reb))$	0,084	1,0	ja
DOWzettingP0	Drukloos, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	n.v.t.	$\sigma_v/f((Reb))$	0,657	1,0	ja
DOWzettingP1	Inwendige druk 100 bar, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	6	$\sigma_p/0.91R_e(\theta)$	0,958	1,0	ja
			$\sigma_v/f((Reb))$	0,909	1,0	ja
ShellZetP0	Drukloos, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	n.v.t.	$\sigma_v/f((Reb))$	0,548	1,0	ja
ShellZetP1	Inwendige druk 98 bar, eigen gewicht, verkeersbelasting, neutrale grondbelasting en grondverplaatsingen.	7	$\sigma_p/0.91R_e(\theta)$	0,783	1,0	ja
			$\sigma_v/f((Reb))$	0,753	1,0	ja

Bij alle belastinggevallen wordt voldaan aan de genoemde spanningscriteria. De grootste spanning is de hoop stress in de DOW leiding die ontstaat door de interne druk. De grootste Von Mises spanning treedt op bij 'knik3', waar de leiding een bocht maakt naar het oosten, weg van de stortplaats. De spanning wordt hier voornamelijk veroorzaakt door de opgedrongen verplaatsingen ten gevolge van de grondzettingen.

Deflecties

Van belang is de procentuele wijziging van de leidingdiameter. Voor het doorvoeren van meet- en detectieapparatuur geldt een criterium van 5%, voor doorslaggevaar 15%. De maximaal optredende procentuele diameterwijziging bedraagt 0,27 % in de toestand onder druk en 0,38 % in de drukloze situatie en ligt dus ruim onder de maximum toelaatbare waarde. Zie figuur 8 voor een grafische weergave.

4.2 Samenvatting en conclusies

In de Koegorspolder nabij Sluiskil en Terneuzen is een vuilstortplaats. Deze stortplaats zal worden afgedekt met een extra grondlaag. Hierdoor zullen grondzettingen plaatsvinden en enkele leidingen nabij de stortplaats ondervinden hiervan effect. Grontmij wil graag weten wat het effect is van de ophoging op twee nabij gelegen leidingen.

Grontmij Nederland b.v. te Houten heeft r+k raadgevend ingenieurs- en konstruktieadviesbureau b.v. te Rijswijk gevraagd de spanningen in en vervormingen van genoemde leidingen te bepalen door middel van uitgebreide sterkteberekeningen.

De sterkteberekeningen zijn uitgevoerd met *Ple4Win* [3], een computerprogramma voor het bepalen en controleren van het gedrag en de veiligheid van transportpijpleidingen onder en/of boven de grond. Een korte beschrijving van de achtergrond en de opties van het programma is in bijlage C opgenomen. De berekeningen zijn gebaseerd op de normen NEN 3650-1 [1] en NEN 3650-2 [2] voor verschillende (belasting)-situaties. Het doel van de berekeningen is te controleren of de te verwachten krachten, spanningen en vervormingen voldoen aan de eisen van deze normen.

Op grond van de in dit rapport beschreven uitgangspunten en de daarop volgende berekeningsresultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. *De spanningen in de leiding, veroorzaakt door de operationele en de omgevingsbelastingen, voldoen aan de daaraan door NEN 3650 gestelde eisen. Dit geldt voor elk van de zes berekende belastinggevallen.*
2. *De maximale deflectie van de leiding overschrijdt nergens de toelaatbare waarde in de van toepassing zijnde belastingsituaties.*

REFERENTIES

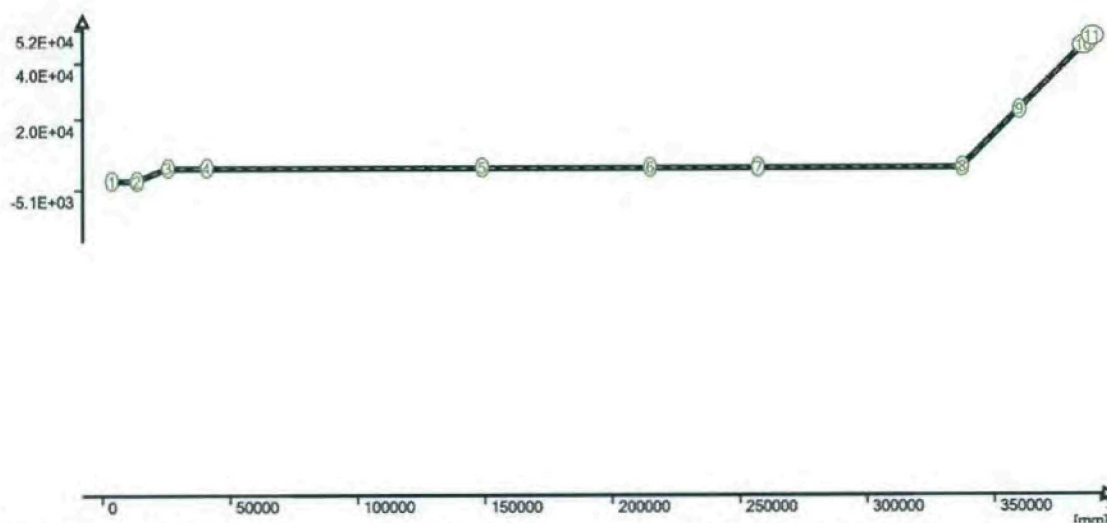
1. NEN 3650-1, Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemeen, gecor. versie januari 2004 + aanpassing A1 van augustus 2006.
2. NEN 3650-2, Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 2: Staal, versie december 2004 + aanpassing A1 van augustus 2006.
3. *Ple4Win*, versie 4.1.2 revisie 19201 (25 maart 2010), © Expert Design Systems.
4. Afdichting Stortplaats Koegorspolder te Sluiskil, Geotechnisch Rapport, Grontmij Nederland b.v., De Bilt, 20 oktober 2010, Referentienummer: T&M – 1026596- NvL/lk, Revisie D0.

FIGUREN 1 t/m 8**Plotuitvoer *Plé4Win***Verklaring van namen in plot figuren

<u>naam</u>	<u>beschrijving</u>
KLH	horizontale beddingconstante van de grond ter plaatse van leidingas
KLS	verticale beddingconstante van de grond ter plaatse van onderkant leiding
RH	horizontaal evenwichtsdraagvermogen van de grond ter plaatse van leidingas
RVS	verticaal evenwichtsdraagvermogen ter plaatse van onderkant leiding
RVT	verticaal evenwichtsdraagvermogen ter plaatse van de bovenkant van de leiding
SETLY*F	zettingen van de grond in Y-richting, vermenigvuldigd met alle factoren
SETLZ*F	zettingen van de grond in Z-richting, vermenigvuldigd met alle factoren
Sp/0,91ReT-M	omtrekspanning uit inwendige druk gedeeld door de toelaatbare waarde (max. over leidingomtrek)
SOILNB	reële of neutrale bovenbelasting van de grond ter plaatse van bovenkant leiding (bij deze berekeningen is de neutrale grondbelasting gebruikt)
Sv/f(Reb)-M	totale (Von Mises) spanning gedeeld door de toelaatbare waarde (max. over leidingomtrek)
TOPLOAD	verkeersbelasting op bovenkant buis
U-Y	verplaatsing van de buisleiding in Y-richting
U-Z	verplaatsing van de buisleiding in Z-richting
W+WD/D-M	deflectie leidingdoorsnede als percentage van de diameter (maximum over leidingomtrek)
Z-AXIS	hoogteligging pijpleidingas (bij deze berekeningen t.o.v. NAP)
Z-GROUND	maaiveldhoogte (bij deze berekeningen t.o.v. NAP)
Z-WATER	(grond)waterstand (bij deze berekeningen t.o.v. NAP)

Pipeline Overview
[mm]

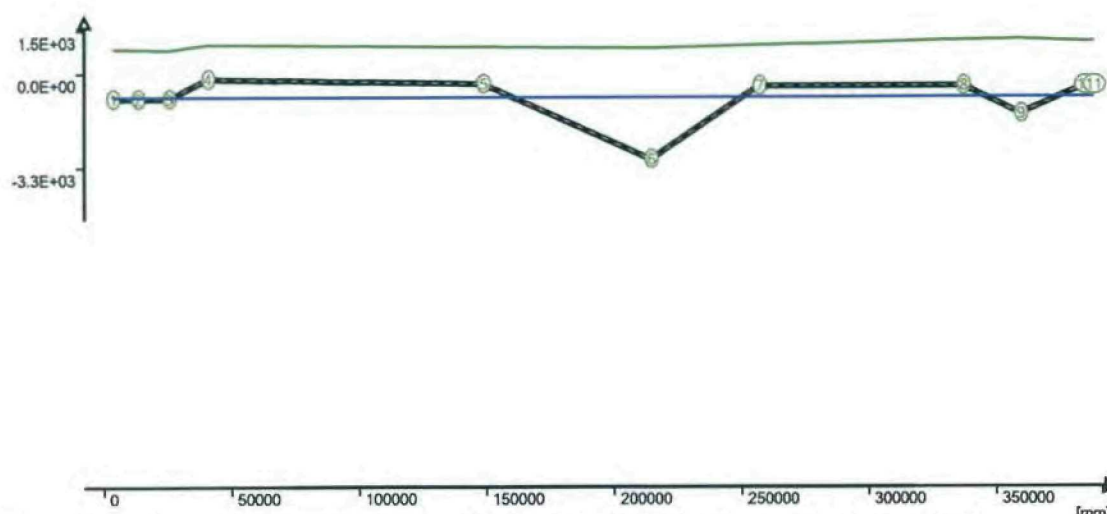
Ple4Win: DOWbasis0



Figuur 1: Horizontaal alignement van de buisleiding. De vuilstort loopt van punt 2 t/m punt 8.

Pipeline Overview
[mm]

Ple4Win: DOWzettingP1

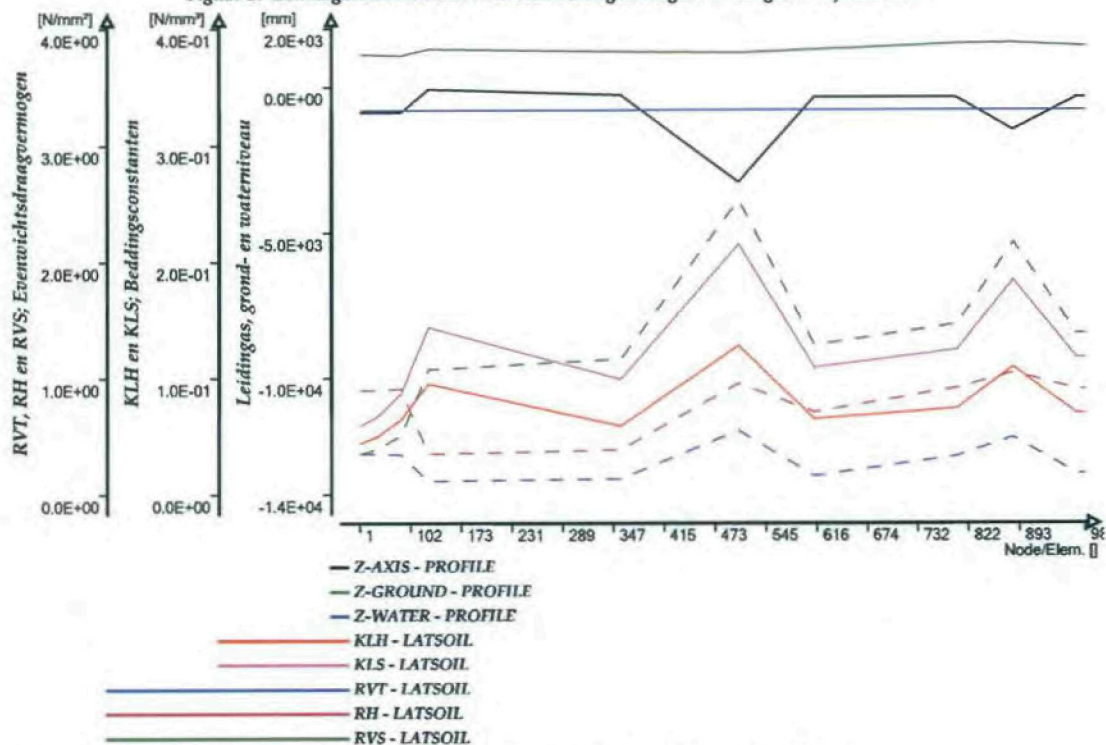


Figuur 2: Verticaal alignement van de buisleiding, met maaiveld (groen) en waterniveau (blauw)
De afstanden in verticale richting zijn voor de duidelijkheid tien keer zo groot gemaakt

Selected multiple graphs

Ple4Win: DOWbasis0

Figuur 3: Beddingsconstanten en evenwichtsdraagvermogen van de grond bij alle runs

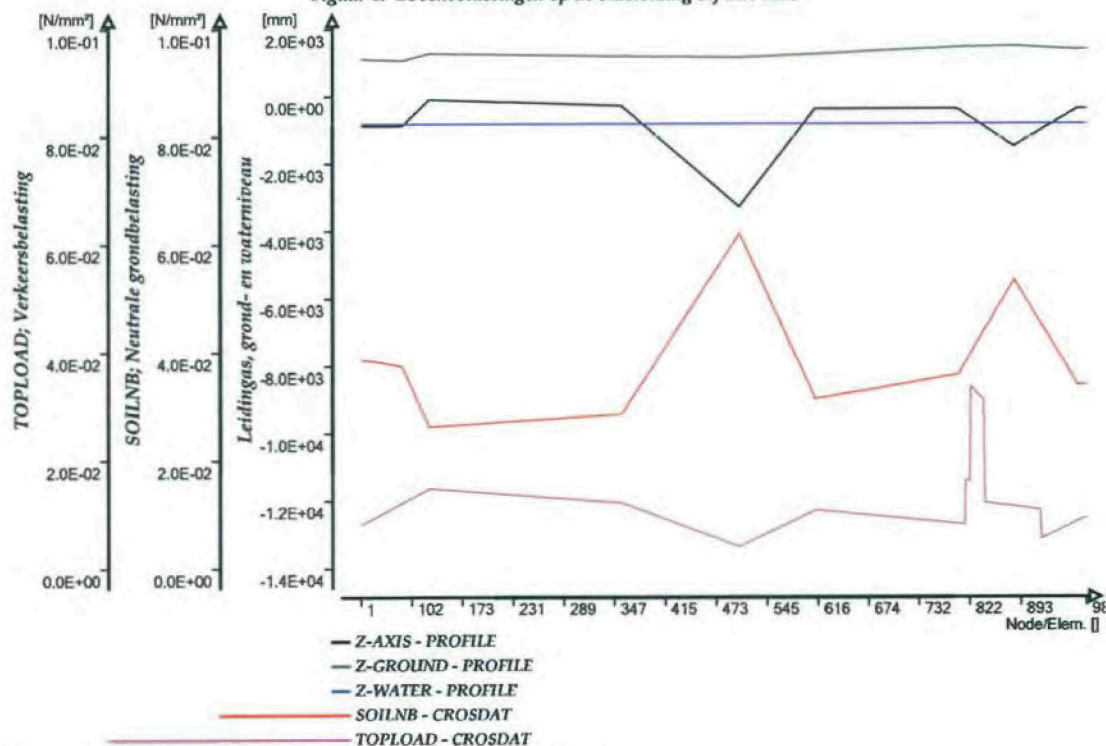


Figuur 3: Beddingsconstanten en evenwichtsdraagvermogen van de grond bij alle runs

Selected multiple graphs

Ple4Win: DOWbasis0

Figuur 4: Bovenbelastingen op de buisleiding bij alle runs

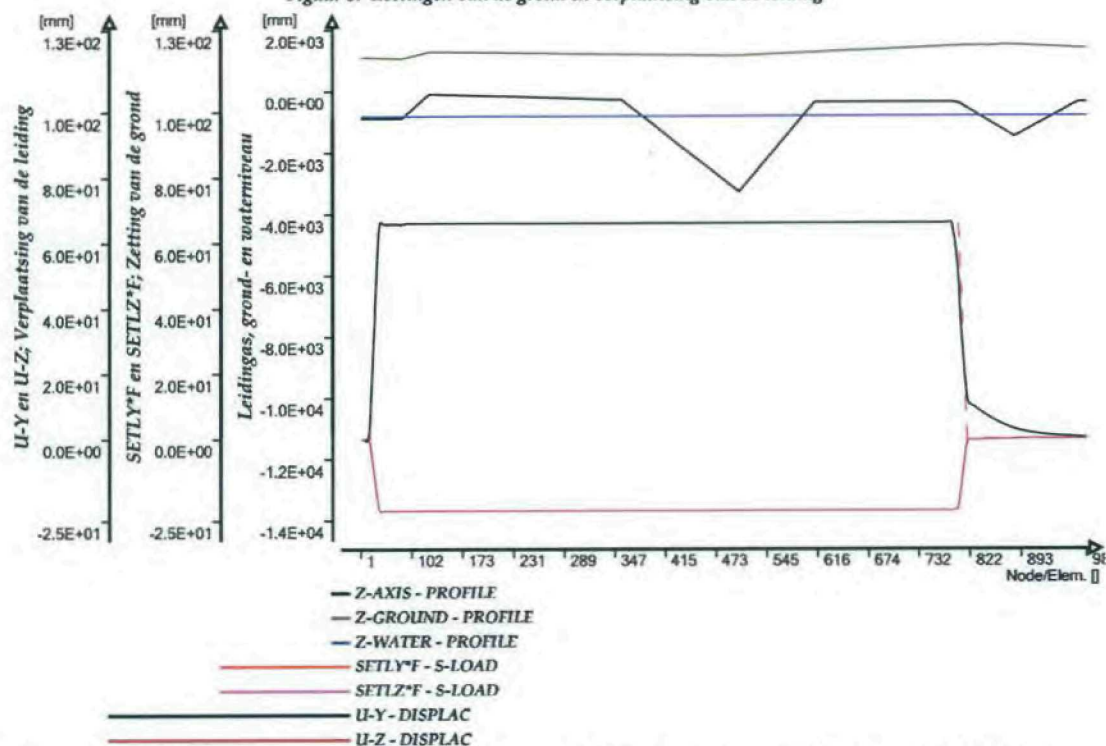


Figuur 4: Bovenbelastingen op de buisleiding bij alle runs

Selected multiple graphs

Ple4Win: DOWzettingP0

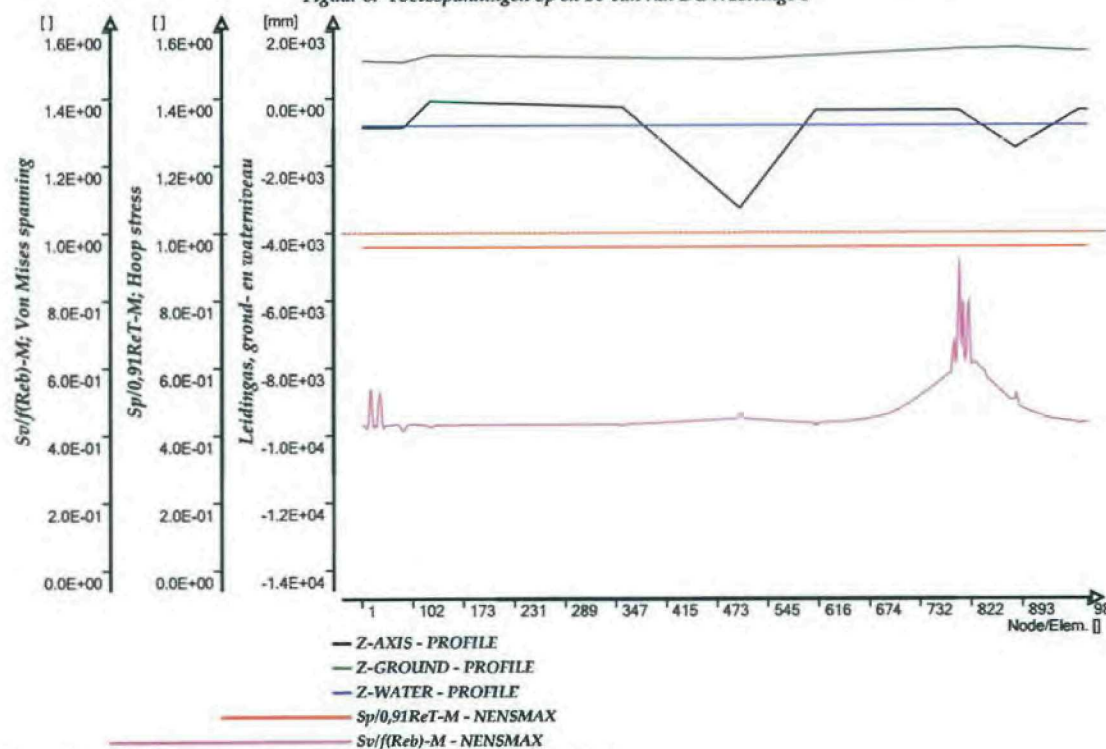
Figuur 5: Zettingen van de grond en verplaatsing van de leiding



Figuur 5: Zettingen van de grond en verplaatsing van de leiding in horizontale (Y) en verticale (Z) richting

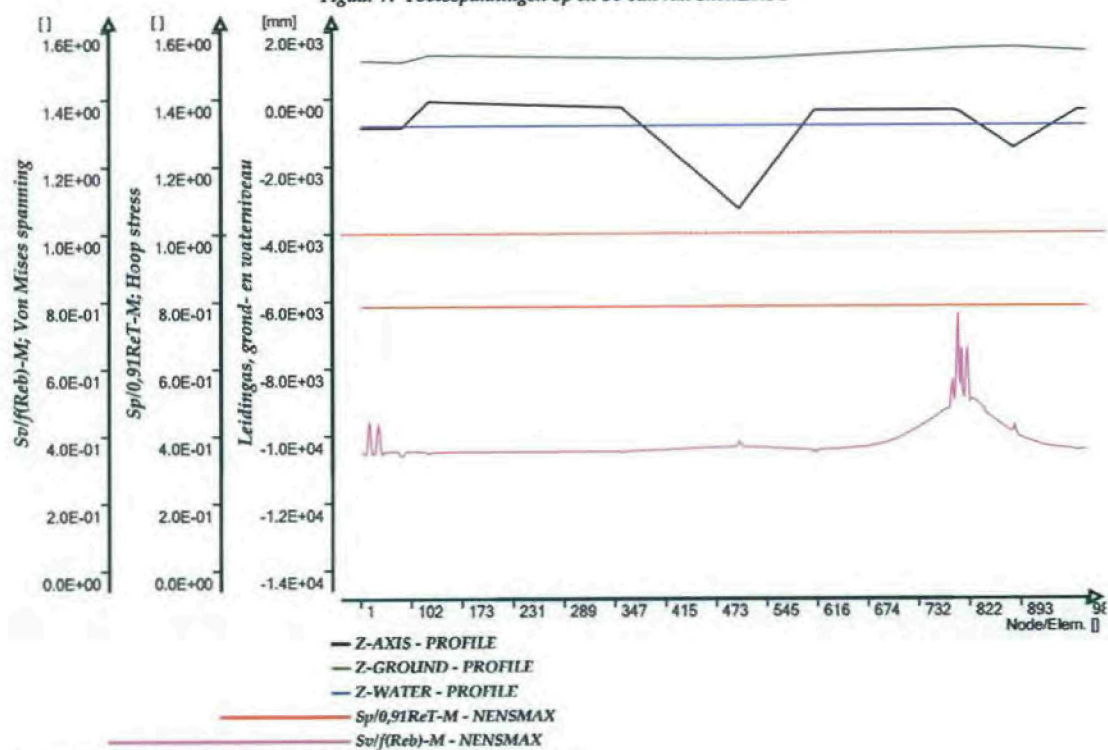
Selected multiple graphs

Ple4Win: DOWzettingP1

Figuur 6: Toetsspanningen S_p en S_v van run DOWzettingP1Figuur 6: Toetsspanningen S_p en S_v van run DOWzettingP1

Selected multiple graphs

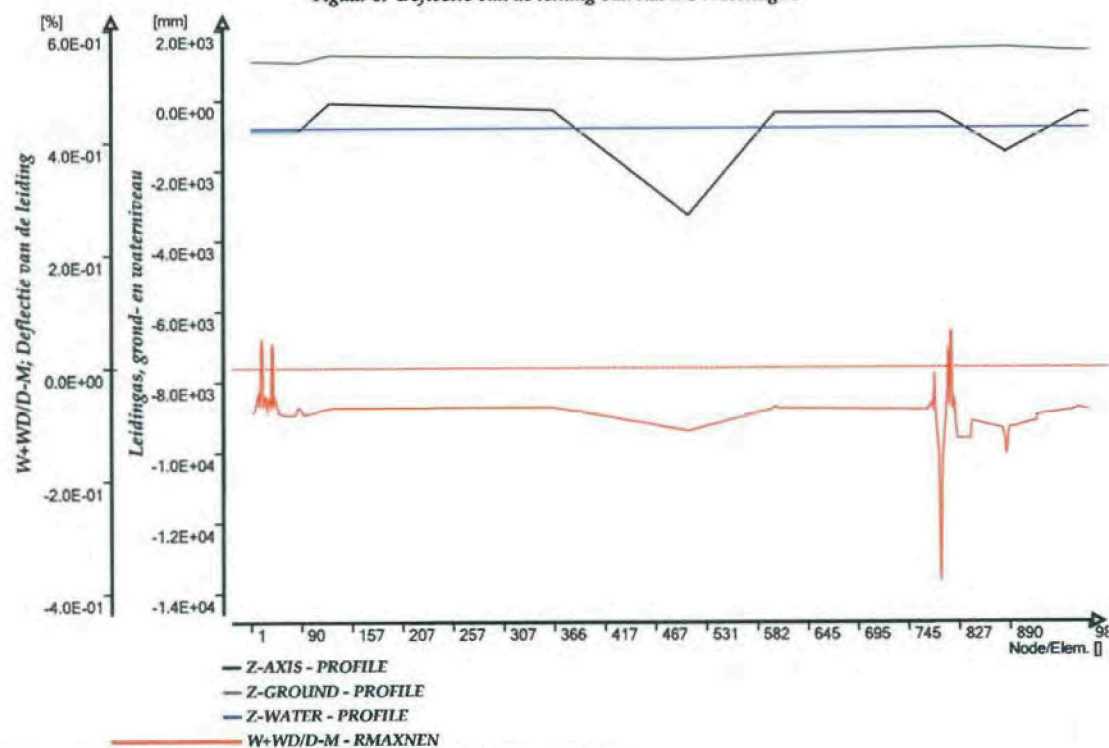
Ple4Win: ShellZetP1

Figuur 7: Toetsspanningen S_p en S_v van run ShellZetP1Figuur 7: Toetsspanningen S_p en S_v van run ShellZetP1

Selected multiple graphs

Ple4Win: DOWzettingP0

Figuur 8: Deflectie van de leiding van run DOWzettingP0



Figuur 8: Deflectie van de leiding van run DOWzettingP0