



Ontwerp drainage golfterrein Perkpolder

Rapportage

Perkpolder Beheer BV/HAZ

27 juni 2017

Project Opdrachtgever	Ontwerp drainage golfterrein Perkpolder Perkpolder Beheer BV/HAZ
Document Status Datum Referentie	Rapportage Definitief 27 juni 2017
Projectcode Projectleider Projectdirecteur	MDB221-22/17-009.131 ir. T.H. van Wee ir. H.J. Mondeel
Auteur(s) Gecontroleerd door Goedgekeurd door	P.M. van Dijk MSc ir. D.A. Brakenhoff ir. T.H. van Wee ir. T.H. van Wee
Paraaf	
Adres	Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. Deventer Willemskade 19-20 Postbus 2397 3000 CJ Rotterdam +31 (0)10 244 28 00 www.witteveenbos.com KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Aanleiding	1
1.3	Doel	1
1.4	Leeswijzer	2
2	RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN	3
2.1	Ontwerp drainage	3
2.2	Grondwatermodel	4
3	DRAINAGE	6
3.1	Verticale drainage	6
3.2	Ontwerp Perkpolder	7
3.3	Kostenraming	8
3.4	Verticale drainage in grondwatermodel	9
4	GEOHYDROLOGISCHE EFFECTEN	10
4.1	Tussenfase	10
4.1.1	Werkvak 4	10
4.1.2	Werkvak 5	12
4.1.3	Werkvak 6	13
4.1.4	Werkvak 7	14
4.2	Eindfase	15
4.2.1	Eindfase zonder verticale drainage	15
4.2.2	Eindfase met verticale drainage	15
4.3	Waterbezwaar tussenfase	16
5	EFFECTANALYSE WATERKWALITEIT	17
5.1	Gevolgen opbrengen van zand met een verhoogd chloridegehalte	17
5.2	Gevolgen van het aanbrengen van grond uit bebouwd gebied	18

6	MONITORING	19
6.1	Monitoring grondwaterkwantiteit	19
6.2	Monitoring (grond)waterkwaliteit	20

7	CONCLUSIE	21
---	------------------	-----------

	Laatste pagina	21
--	----------------	----

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Ontwerptekening verticaal drainagesysteem	1
II	Kostenraming verticaal drainagesysteem	4

1

INLEIDING

1.1 Achtergrond

Voor de Perkpolder is na het vervallen van de veerverbinding met Kruiningen een inrichtingsplan gemaakt. Dit inrichtingsplan omvat inrichting van het veerplein, een buitendijks natuurgebied in de oostelijke Perkpolder en een golfbaan in de westelijke Perkpolder waarbij waterpartijen zijn ontworpen.

In opdracht van Perkpolder Beheer BV/HAZ is een hydrologisch onderzoek uitgevoerd naar het ontwerp van het watersysteem in de westelijke Perkpolder (Witteveen+Bos 2010). In dit onderzoek zijn ook de geohydrologische, ecologische en waterhuishoudkundige aspecten beschouwd en de effecten in beeld gebracht. Voor dit geohydrologische effectonderzoek is een tijds- en dichtheidsafhankelijk grondwatermodel ontwikkeld.

1.2 Aanleiding

De uitstralingseffecten van de ophoging van het golfterrein zijn door Witteveen+Bos onderzocht in een modelstudie (Grondwatereffecten golfterrein Perkpolder, referentie MDB221-21/16-019.059, d.d. 14 november 2016). Uit deze studie is gebleken dat in de eindsituatie de grondwaterstanden midden onder de golfbaan met circa 3 meter kunnen stijgen. Buiten het golfterrein is een verandering van de grondwaterstand van 0,05 meter tot maximaal 0,1 meter berekend. De maatgevende situatie treedt op tijdens het ophogen van het terrein vanwege de grote volumes water die worden aangebracht bij het nat opspuiten van zand. In deze situatie zijn toenames van de grondwaterstand tot 1,0 meter berekend buiten het projectgebied.

Perkpolder Beheer BV heeft als standpunt dat de huidige grondwatersituatie in de omgeving niet mag verslechteren door de aanleg van de golfbaan, met andere woorden de omgeving mag er geen nadelige effecten van ondervinden. Daarom heeft Perkpolder Beheer BV na het bekend worden van de resultaten van de grondwaterstudie ervoor gekozen de effecten op de omgeving te reduceren door een mitigerende maatregel toe te passen. Deze maatregel bestaat uit het aanbrengen van drainage onder de ophoging.

Aanvullend zal er aandacht moeten zijn voor de kwaliteit van het grondwater. Het opbrengen van grond op de Perkpolder mag geen negatieve gevolgen hebben voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in de omgeving. De herkomst van de grond is echter niet bekend. Dit kan bijvoorbeeld zand/grond zijn die vrijkomt bij graafwerkzaamheden in binnensteden of zeezand. Daarom is een voorspelling van de effecten op de (grond)waterkwaliteit in dit stadium niet mogelijk. Wel zal het toe te passen materiaal in elk geval voldoen aan de milieuregels (gecertificeerde grond die aan de eisen vanuit Grootschalige Bodemtoepassing voldoet).

1.3 Doel

In deze rapportage wordt ingegaan op het ontwerp van de drainage om zo negatieve effecten op de omgeving te reduceren. Daarnaast wordt ingegaan op monitoring van de waterhuishouding in het golfterrein.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de randvoorwaarden en uitgangspunten voor het project. Het ontwerp van de drainage en hoe dit is opgenomen in het grondwatermodel is in hoofdstuk 3 beschreven. Hoofdstuk 4 toont de geohydrologische effecten van de drainage in de maatgevende situatie ten opzichte van de huidige situatie. Een kwalitatieve analyse van de effecten op waterkwaliteit zijn opgenomen in hoofdstuk 5. De hoofdlijnen van een kort monitoringsplan zijn beschreven in Hoofdstuk 6. Het rapport sluit af met de conclusies in hoofdstuk 7.

RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN

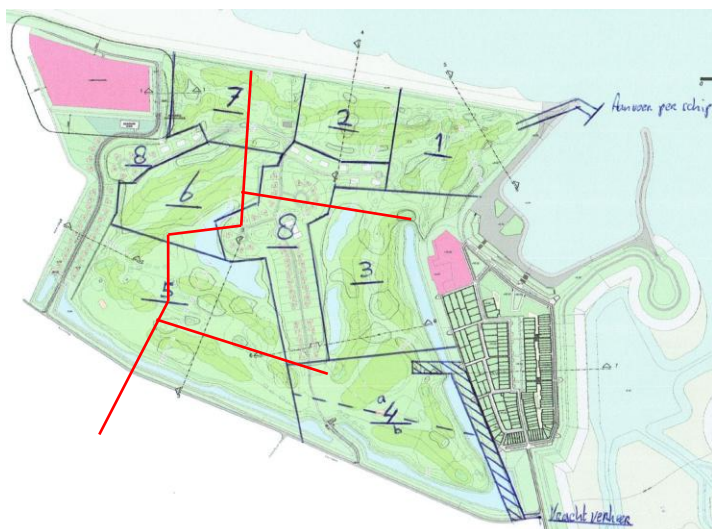
Dit hoofdstuk beschrijft de randvoorwaarden en uitgangspunten van het drainage Perkpolder.

2.1 Ontwerp drainage

Uitgangspunten en randvoorwaarden met betrekking tot het ontwerp van de drainage zijn hieronder opgenomen:

- het drainage ontwerp is dusdanig effectief dat de omgeving geen negatieve afgeleide effecten ondervindt van de werkzaamheden en in de eindsituatie. Dit komt overeen met het standpunt van Perkpolder Beheer BV;
- het drainagesysteem is duurzaam, robuust houdbaar, eenvoudig en goed onderhoudbaar;
- de drainage is ontworpen zodat het in alle uitvoeringsfases (alle werkvakken) en in de gebruiksfase werkt;
- omdat het effect van de ingrepen niet exact voorspeld kan worden, heeft de aanleg van een flexibel (instelbaar) systeem de voorkeur;
- er is geen drainage aangelegd in de buurt van de waterkering. Eventueel benodigde maatregelen bij de waterkering blijven in dit onderzoek buiten beschouwing;
- het oppervlak van het op te hogen gedeelte is op enkele plaatsen gewijzigd en opgedeeld in een achttal werkvakken. Deze werkvakken zijn schematisch ingetekend in afbeelding 2.1;
- het drainagesysteem aan de gehele zuidzijde van het golfterrein dient te worden geplaatst voordat er wordt begonnen aan werkvak 4. Voordat wordt begonnen aan de werkvakken 5, 6 en 7 dient het drainagesysteem aan de westzijde ook te worden geplaatst. Vanuit kosten oogpunt en goodwill naar de omgeving wordt geadviseerd om het totale drainagesysteem in één keer aan te leggen (en niet gefaseerd);
- het waterschap doet het onderhoud van de watergang.

Afbeelding 2.1 Het opgehoogde gedeelte is schematisch opgedeeld in een achttal werkvakken. Opmerking: het westelijk gebied is aangepast. De nieuw werkvakbegrenzings zijn aangegeven in het rood.



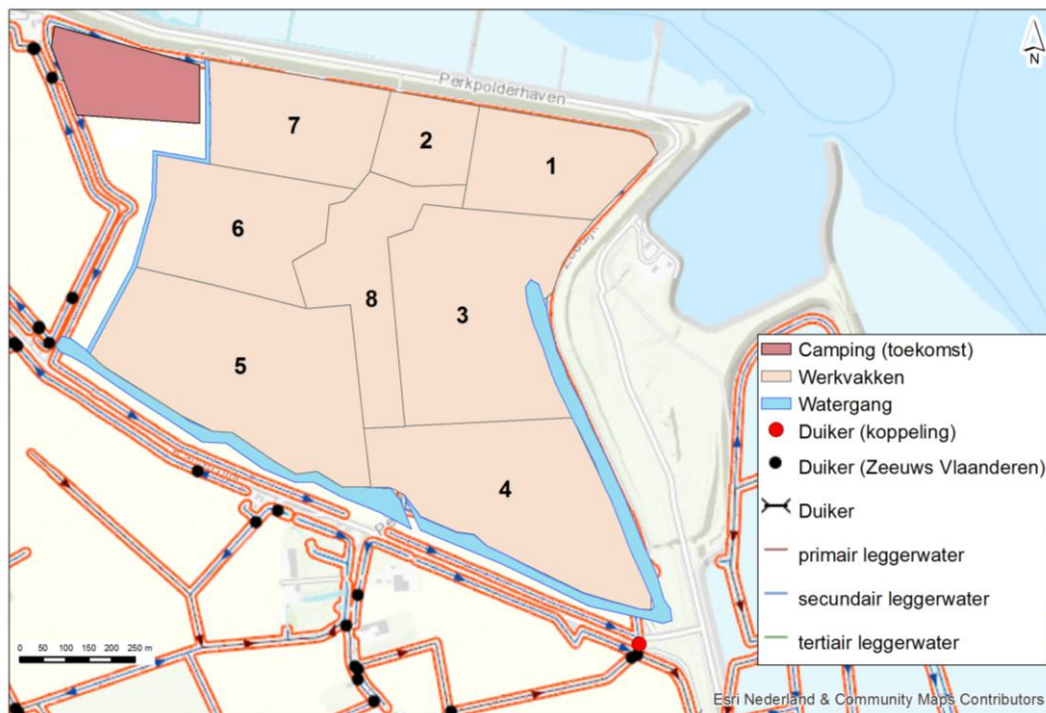
2.2 Grondwatermodel

De hydrologische en geologische parameters omtrent de ophoging, watergangen, waterpeilen en realisatie blijven onveranderd ten opzichte van de vorige studie. Deze uitgangspunten zijn beschreven in het document 'Grondwatereffecten golfterrein Perkpolder', referentie MDB221-21/16-019.059, d.d.

14 november 2016. De veranderingen in de modeluitgangspunten ten opzichte van de vorige studie zijn hieronder beschreven:

- in het model is een extra watergang in het westelijk deel van het terrein opgenomen;
- de drainage, in de vorm van verticale drainerende buizen, staat niet in verbinding met het freatisch pakket. De drainage is gekoppeld aan de watergang, zodat het waterpeil in de watergang de stijghoogte in het watervoerend pakket bepaald;
- de effecten in de tussenfase per werkvak is berekend met een bepaalde aanvoer van grond en water. In voorgaande rapporten staat beschreven dat in 6 jaar tijd 7,2 miljoen m³ grond wordt gebruikt om de ophoging te realiseren. Gemiddeld is er dan per jaar een toevoer van 1,2 miljoen m³ grond. Er wordt aangenomen dat de toevoer van 1,2 miljoen m³ grond gepaard gaat met een toevoer van 2,4 miljoen m³ water;
- het gebruik maken van tijdelijke sloten en greppels voor het afvangen van water tijdens aanleg van het golfterrein is meegenomen in modelberekeningen. Er is aangenomen dat 50 % van het totale opgespoten water wordt afgevoerd via tijdelijke sloten;
- voor de uiteindelijke situatie (gebruiksfase) zijn dezelfde uitgangspunten toegepast als beschreven in eerdere rapporten. De drainage is in deze berekening wel meegenomen;
- net als bij eerdere berekeningen wordt uitgegaan van een waterpeil van NAP -0,8 m in de watergang in de watergang langs de golfbaan. Hoe deze watergang aan het poldersysteem wordt gekoppeld is schematisch uitgewerkt in afbeelding 2.2.

Afbeelding 2.2 Huidig oppervlaktewater en toekomstige watergangen zijn hieronder weergegeven. De toekomstige watergangen worden aangesloten op het bestaande netwerk van watersystemen



Het bestaande netwerk van oppervlaktewater (Legger, 2012) stroomt af in zuidoostelijke richting. De watergang ten noorden van de camping wordt aangesloten op de westelijke watergang in de Perkpolder. Daardoor kan het oppervlaktewater in de watergang ten noorden van de camping afstromen. De zuidelijke watergang wordt in het zuiloostelijkste puntje gekoppeld aan de bestaande oppervlaktewatergang. De koppeling is met een rode punt (duiker) aangegeven in afbeelding 2.2. Het koppelen van de toekomstige watergangen aan het bestaande watersysteem zal nog in detail moeten worden uitgewerkt.

DRAINAGE

In de regel wordt een stelsel van horizontaal aangebrachte, geperforeerde buizen gebruikt voor de ontwatering. Een systeem met horizontale drainage onder de ophoging brengt in dit geval echter grote risico's vanwege de aanwezigheid van een dik ophoogpakket. Hierdoor zijn de drains na aanleg lastig te onderhouden en is vervanging ingrijpend en kostbaar. De voorkeur gaat daarom uit naar een systeem van verticale drainage, dat wordt doorgezet tot in het watervoerend pakket. Voor de verticale drainage worden holle (ontlast)buizen toegepast die aan de bovenzijde worden aangebracht binnen een buis en afwateren via een put. Hiermee is het mogelijk het niveau in de verticale drainage te regelen. Met de verticale drainage wordt de grondwaterdruk in het watervoerende pakket ontlast. De verticale drainage komt aan de zuid- en westzijde te liggen. De verticale drainage wordt langs de binnenzijde van de geplande watergangen geplaatst.

Na aanleg is verticale drainage ook zeer flexibel systeem om eventueel aan te passen indien nodig. Het systeem is eenvoudig uitbreidbaar (putten bij te plaatsen), en drainageniveau is eenvoudig instelbaar middels tussenschot in de afvoerput.

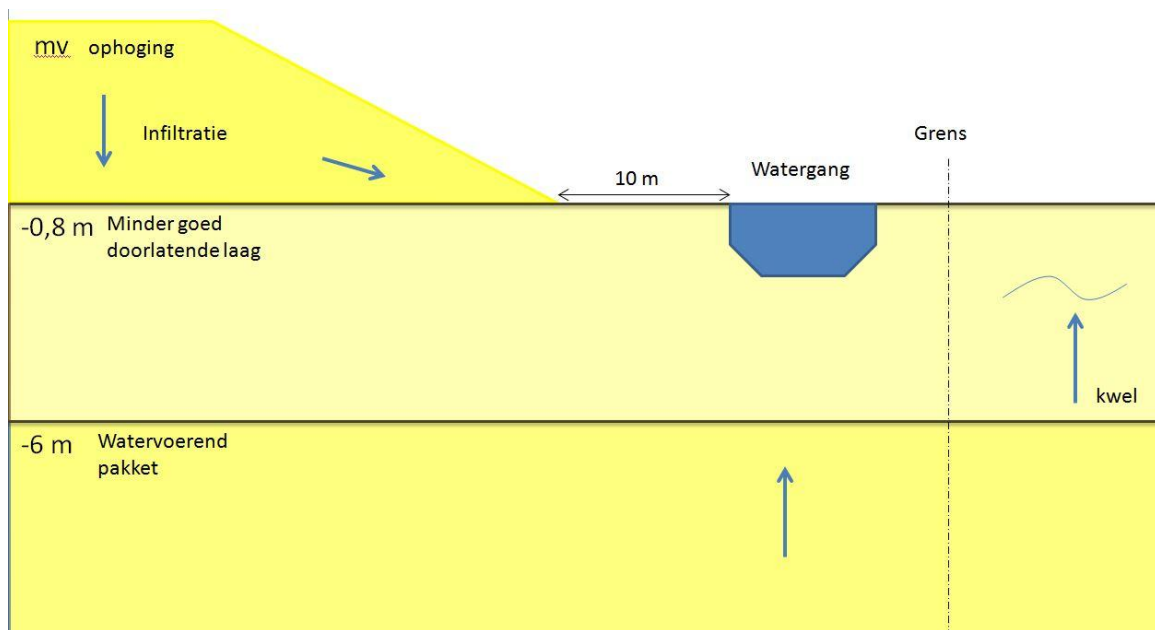
3.1 Verticale drainage

De situatie tijdens ophoging zonder drainage is schematisch weergegeven in afbeelding 3.1. Deze situatie is gemodelleerd en beschreven in het document 'Grondwatereffecten golfterrein Perkpolder', referentie MDB221-21/16-019.059, d.d. 14 november 2016. Het nat aanbrengen van grond zorgt voor een infiltratie naar het watervoerende pakket onder de ophoging. Dit veroorzaakt een stijging in de stijghoogte. Deze stijging treedt ook op buiten de grenzen van het golfterrein en veroorzaakt in de omgeving een toename van de kwel en daardoor een stijging van de freatische grondwaterstanden.

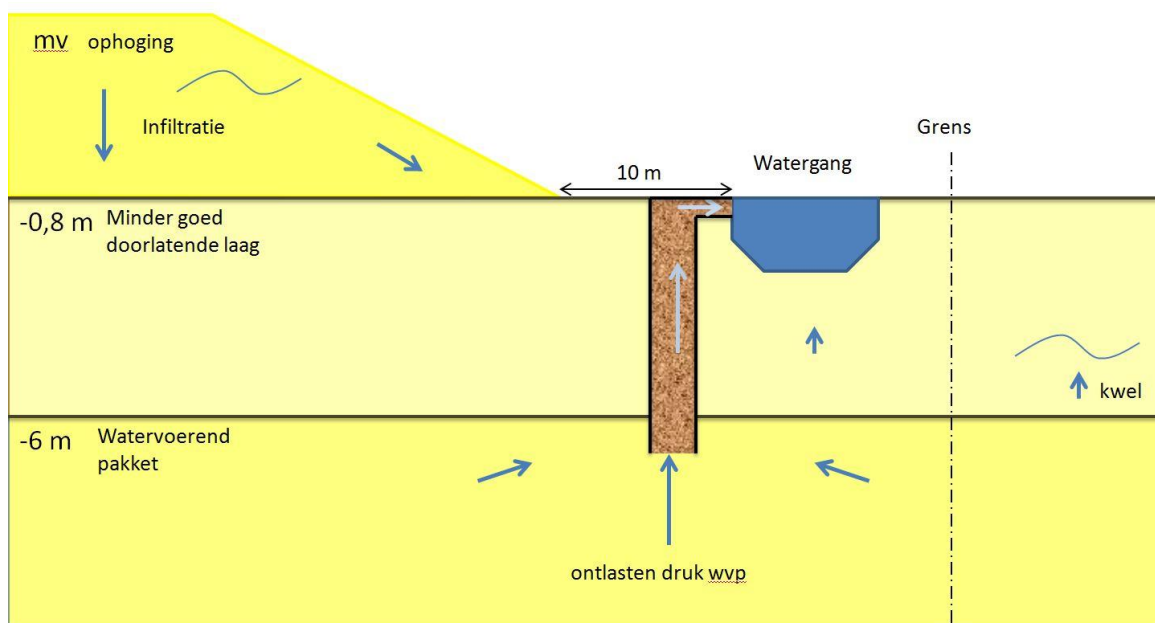
Om deze stijging in de grondwaterstand te mitigeren is voorgesteld om gebruik te maken van verticale drainage. Dit kan worden gerealiseerd door een holle buis aan te brengen die geperforeerd is op de diepte van het watervoerend pakket. De druk in het watervoerend pakket wordt daarmee verlaagd. De drainage wordt via putten gekoppeld aan de watergangen langs de grenzen van het terrein. Het waterniveau in de buis kan desgewenst worden geregeld van schuiven.

In afbeelding 3.1 wordt de situatie zonder drainage schematisch weergegeven. In deze situatie wordt de druk in het watervoerend pakket vergroot door de toename in infiltratie. Waardoor een toename in kwel wordt gerealiseerd. In afbeelding 3.2 wordt de situatie met verticale drainage schematisch weergegeven. In deze afbeelding wordt schematisch weergegeven hoe door middel van de drainerende buizen de druk (stijghoogte) in het watervoerend pakket wordt weggenomen.

Afbeelding 3.1 Schematisch beeld van de situatie tijdens ophoging in de aanlegfase. Dit betreft de situatie zonder mitigerende maatregelen



Afbeelding 3.2 Schematisch beeld van de situatie tijdens ophoging in de aanlegfase. Dit betreft de situatie met mitigerende maatregelen in de vorm van verticale drainage



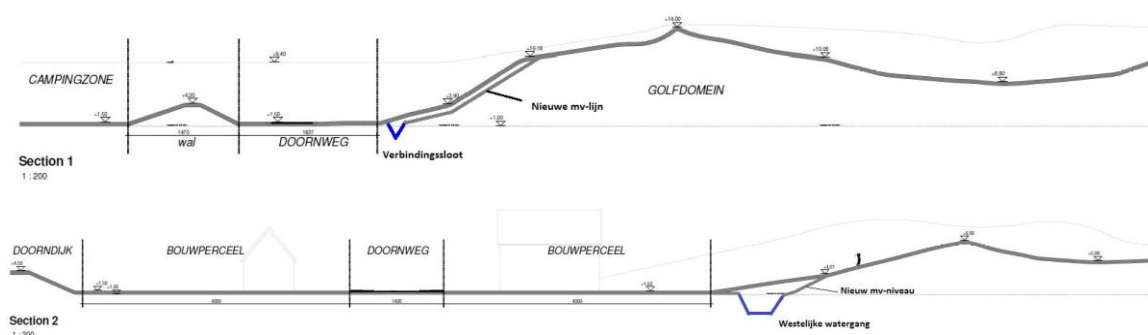
3.2 Ontwerp Perkpolder

Het principe dat is afgebeeld in afbeelding 3.2 is uitgewerkt tot een drainage-ontwerp (of ontwateringssysteem) voor de golfbaan Perkpolder. Dit ontwerp is weergegeven in bijlage I. Als basis is het aangeleverde inrichtingsplan gebruikt. Hierin opgenomen zijn de voorzieningen opgenomen die nodig zijn voor een goede ontwatering van het gebied en het tegen gaan van ongewenste effecten op de omgeving. De drainage is ontworpen op piekbelasting tijdens de aanlegfase.

De nieuwe elementen in het ontwerp zijn:

- in het gebied is een extra watergang in het westelijk deel van het terrein opgenomen. Deze watergang ligt tussen de golfbaan en de geplande woningen en is verbonden met de watergang aan de zuidzijde. De watergang loopt door naar het noorden voorbij de camping, In afbeelding 3.3 zijn de doorsneden van de watergangen opgenomen;
- de verticale drainage buizen die langs de zuid- en westzijde van het terrein zijn opgenomen. De verticale drainage buizen wateren af op de watergang. Dit gaat niet rechtstreeks. Een aantal buizen is steeds gekoppeld aan een verzamelleiding. De verzamelleiding watert via één put af op de watergang. In deze put kan het niveau in de verticale drainage worden ingesteld. Hiermee kan er voor worden gezorgd dat meer of minder water tot afvoer komt. In het plan zijn meerdere, losse strengen opgenomen die via een put afwateren. Hierdoor kan per deelgebied sturing van de stijghoogte plaatsvinden. In bijlage I is een detail van de verticale drainagebuizen en de put opgenomen.

Afbeelding 3.3 Doorsneden met watergangen



De ontwerpdimensies van de 25 putten zijn:

- onderlinge afstand van circa 100 meter;
- holle buis 315 mm;
- boorgat 600 mm;
- diepte NAP-11 m:
 - blind van NAP+1 m tot NAP-5 m;
 - filter van NAP-5 tot NAP-9 m;
 - zandvang van NAP-9 m tot NAP-11 m;
- 8 overstortputten;
- instelniveau winter NAP-0,8 m, het drainageniveau is verstelbaar (in de zomer mogelijk verhogen naar NAP-0,6 m).

Aandachtspunt is dat bij de inrichting van het terrein nog rekening moet worden gehouden met een onderhoudspad(en) aan de golfbaanzijde voor het onderhoud aan de putten en inspectieputten (circa 5 meter breed).

3.3 Kostenraming

Van het ontwerp is op basis van kentallen binnen Witteveen+Bos een kostenraming gemaakt met behulp van de Standaard Systematiek Kostenramingen (SSK). In bijlage II is de kostenraming voor het ontwateringssysteem opgenomen. De kosten worden in totaal geraamd op ruim EUR 430.000,-- exclusief omzetbelasting. In totaal 3.1 is weergegeven hoe deze totale kosten zijn opgebouwd.

Tabel 3.1 Raming bouwkosten drainagesysteem

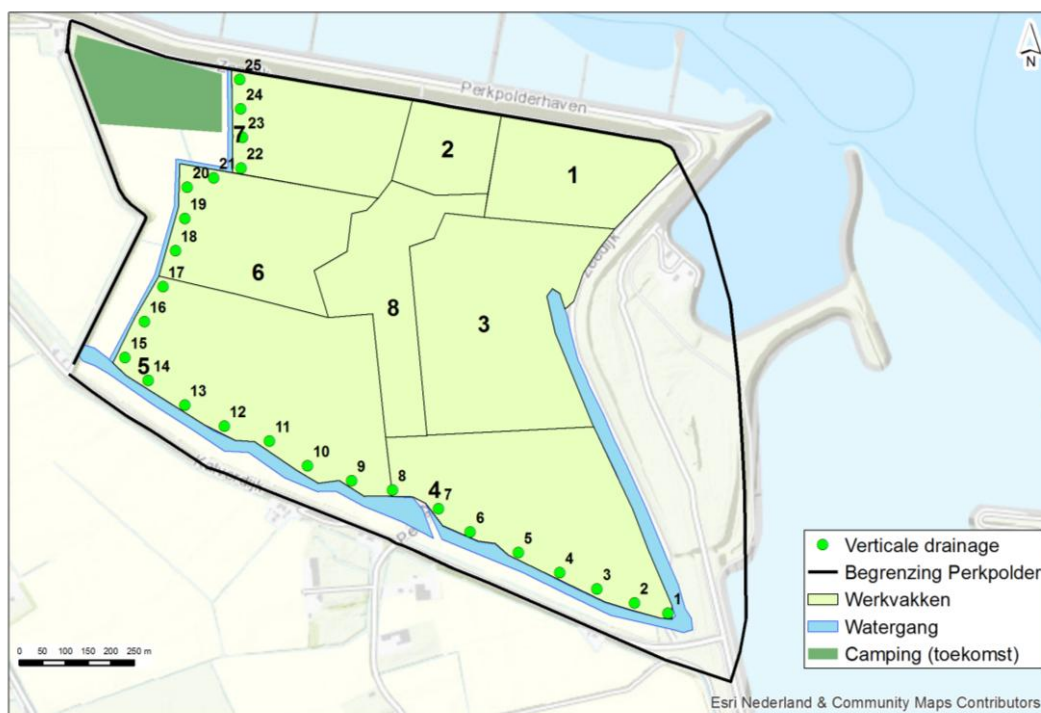
Post	Kosten (EUR), exclusief omzetbelasting
Investeringskosten	289.248
Nader te detailleren bouwkosten (10 %)	28.925
Subtotaal directe bouwkosten	318.172
Indirecte bouwkosten (24 %)	75.108
Subtotaal Voorziene bouwkosten	393.289
Risico (10 %)	39.328
Totale bouwkosten drainage	432.608

3.4 Verticale drainage in grondwatermodel

De verticale drainage is in het model ingevoerd middels het opleggen van een stijghoogte met een lage weerstand tussen de drainagebuis en het oppervlaktewater. Op de locatie van de drainerende buis wordt een stijghoogte in het watervoerend pakket toegekend van -0,8 meter. Deze stijghoogte komt overeen met het streefpeil in de watergang. De weerstand van het water in de buis is laag. Dit komt omdat het een holle buis betreft waarbij het water in directe verbinding staat met water in de watergang. De conductance is daarom gezet op 1.000 m² per dag. De lengte van de drainagebuis is ingeschat op 10 meter en reikt tot in het watervoerend pakket.

De buizen in het model zijn om de 100 meter geplaatst. Op een afstand van 12,5 meter van de watergang. In afbeelding 3.4 zijn de modellocaties van de verticale buizen indicatief om de 100 meter weergegeven.

Afbeelding 3.4 Schematische weergave van de locaties van de verticale drainage (holle buizen), geplaatst om de 100 meter



4

GEOHYDROLOGISCHE EFFECTEN

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de grondwatermodellering van het drainage ontwerp gepresenteerd.

4.1 Tussenfase

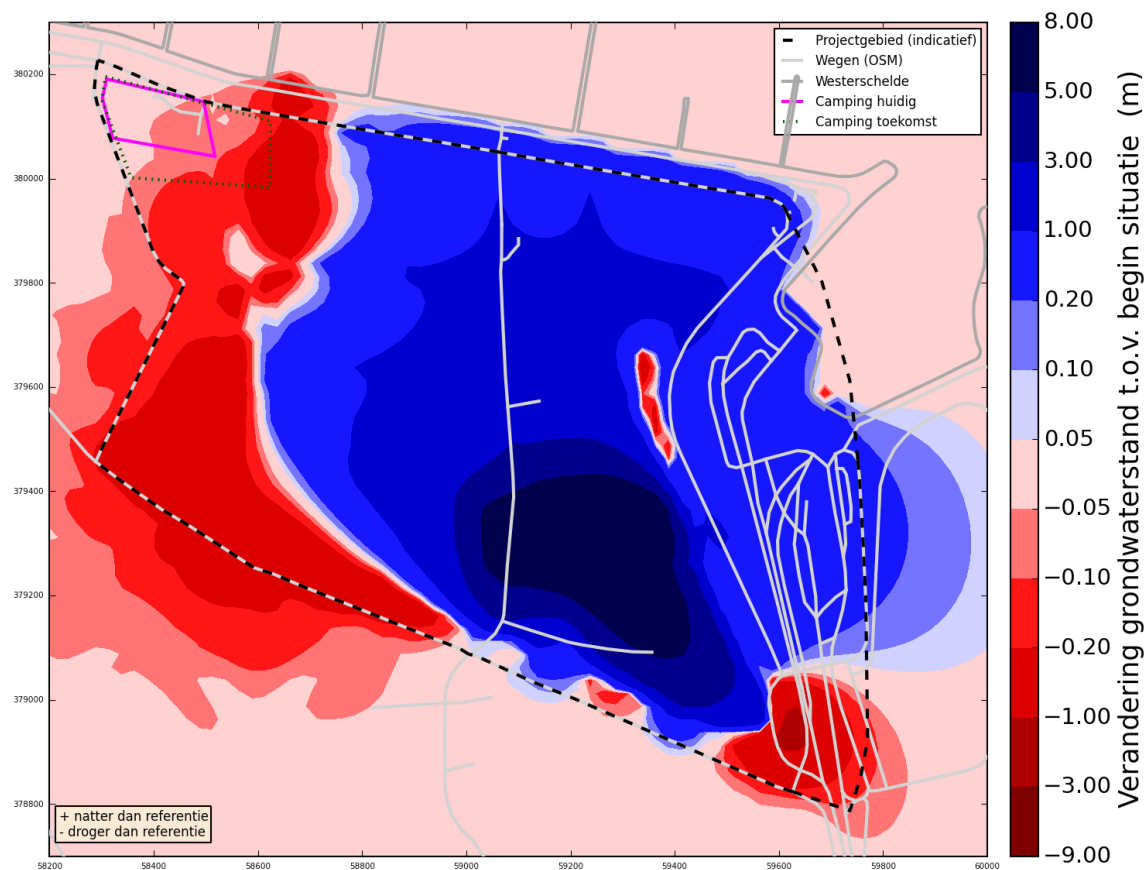
Er is een berekening gemaakt voor de maatgevende situatie, namelijk de tussenfase waarin zand hydraulisch wordt opgespoten. De berekeningen zijn alleen gedaan voor de werkvakken 4, 5, 6 en 7. Deze werkvakken zijn namelijk maatgevend omdat ze aan de grens liggen van de Perkpolder, waardoor de effecten eerder buiten de Perkpoldergrens kunnen optreden.

In de volgende alinea's worden per werkvak de resultaten beschreven en beoordeeld.

4.1.1 Werkvak 4

Afbeelding 4.1 toont de resultaten van de modelberekening waarin hydraulisch zand wordt opgespoten in werkvak 4. De drainage zorgt voor een sterke reductie van de effecten. In het zuidelijk grensgebied overschrijden de effecten de grens, met ongeveer 10 meter buiten de grens, minimaal. Een verlaging in de grondwaterstand ontstaat in het westelijk gebied. Deze verlaging kan worden voorkomen door het niveau van de verticale drainage voor de putten aan de westzijde hoger in te stellen. Op basis van de resultaten van de monitoring kan in de praktijk het gewenste niveau worden ingesteld.

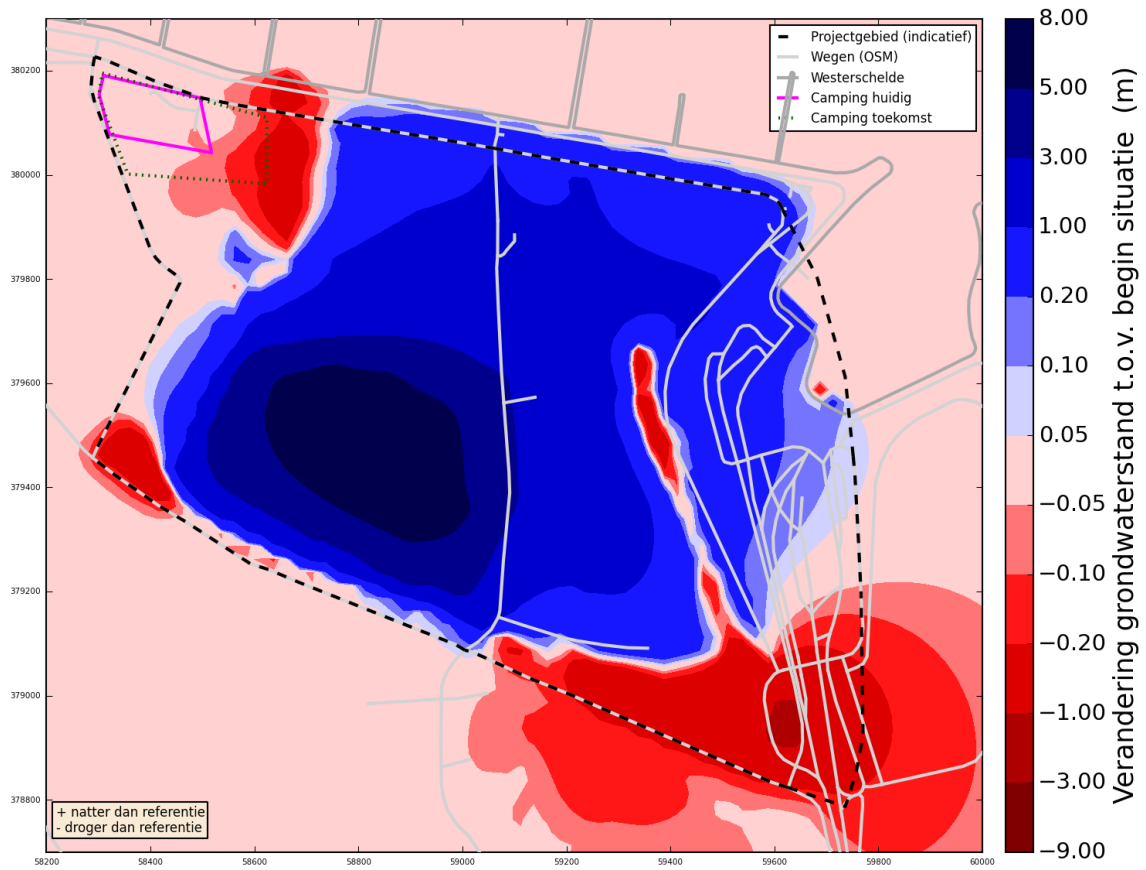
Afbeelding 4.1 Verandering freatische grondwaterstand t.o.v. huidige situatie in werkvak 4. na 1 jaar hydraulisch opspuiten zand



4.1.2 Werkvak 5

Afbeelding 4.2 toont de resultaten van de modelberekening waarin hydraulisch zand wordt opgespoten in werkvak 5. De drainage zorgt voor een sterke reductie van de effecten. In het zuidelijk gebied treden geen effecten meer op buiten het grensgebied.

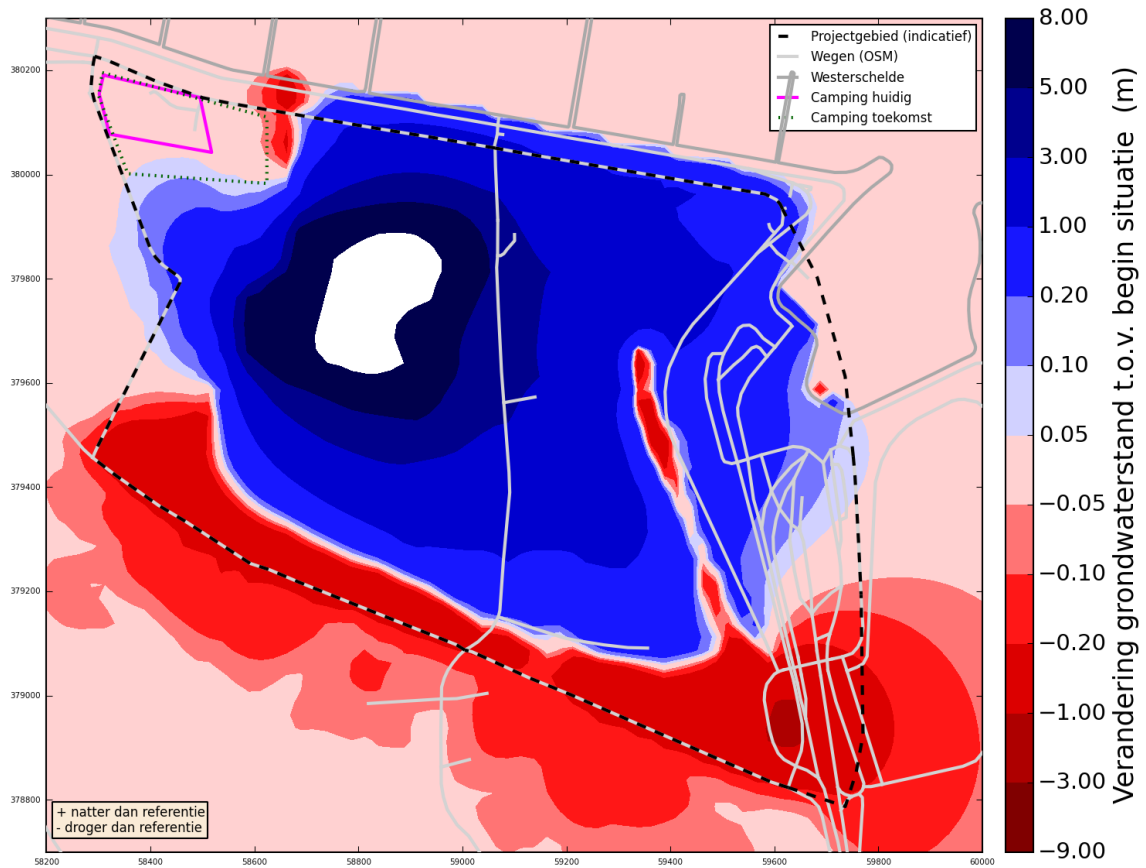
Afbeelding 4.2 Verandering freatische grondwaterstand t.o.v. huidige situatie in werkvak 5. na 1 jaar hydraulisch opspuiten zand



4.1.3 Werkvak 6

Afbeelding 4.3 toont de resultaten van de modelberekening waarin hydraulisch zand wordt opgespoten in werkvak 6. De drainage zorgt voor een sterke reductie van de effecten. In het westelijk gebied ten zuiden van de camping treden de effecten net buiten de grens. Deze effecten zijn minimaal en zullen in de praktijk waarschijnlijk niet voorkomen omdat het model een conservatieve en worst-case benadering is.

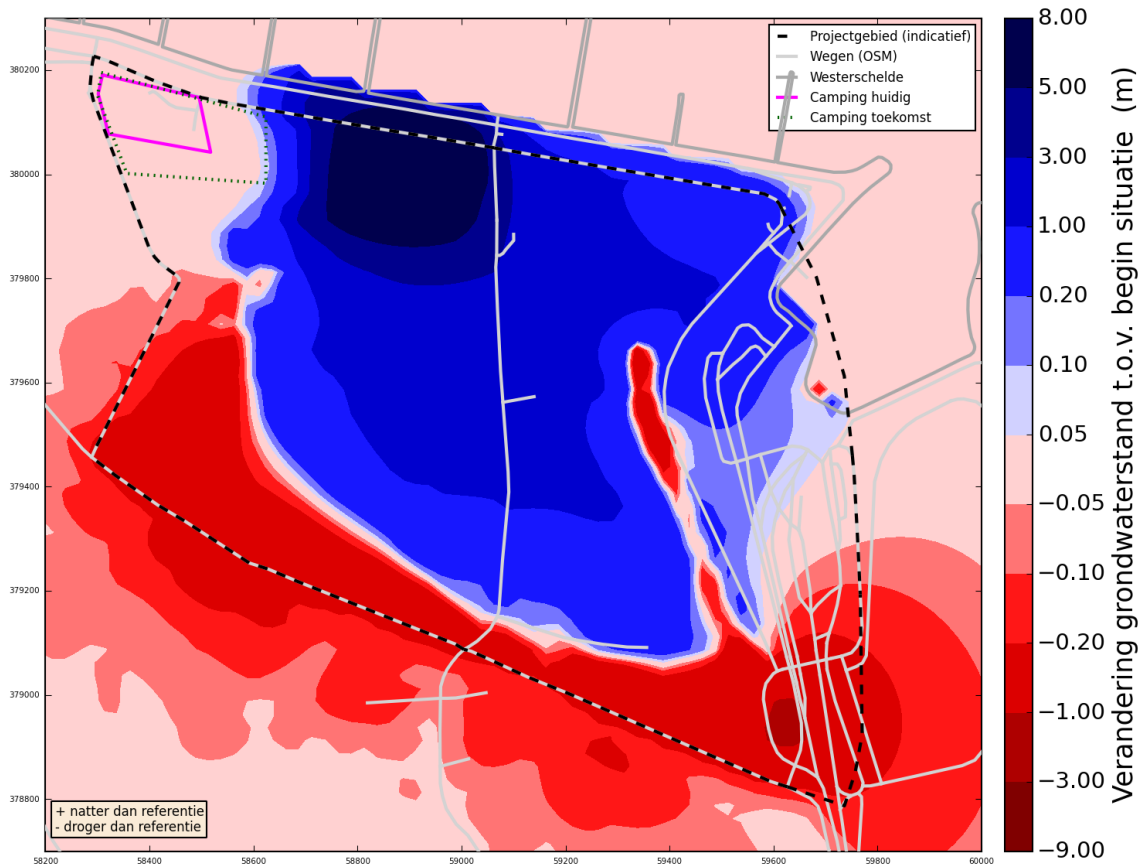
Afbeelding 4.3 Verandering freatische grondwaterstand t.o.v. huidige situatie in werkvak 6. na 1 jaar hydraulisch opspuiten zand



4.1.4 Werkvak 7

Afbeelding 4.4 toont de resultaten van de modelberekening waarin hydraulisch zand wordt opgespoten in werkvak 7. De drainage zorgt voor een sterke reductie van de effecten. Hierdoor stijgt de grondwaterstand binnen de campingzone niet door de ophoging.

Afbeelding 4.4 Verandering freatische grondwaterstand t.o.v. huidige situatie in werkvak 7. na 1 jaar hydraulisch opspuiten zand



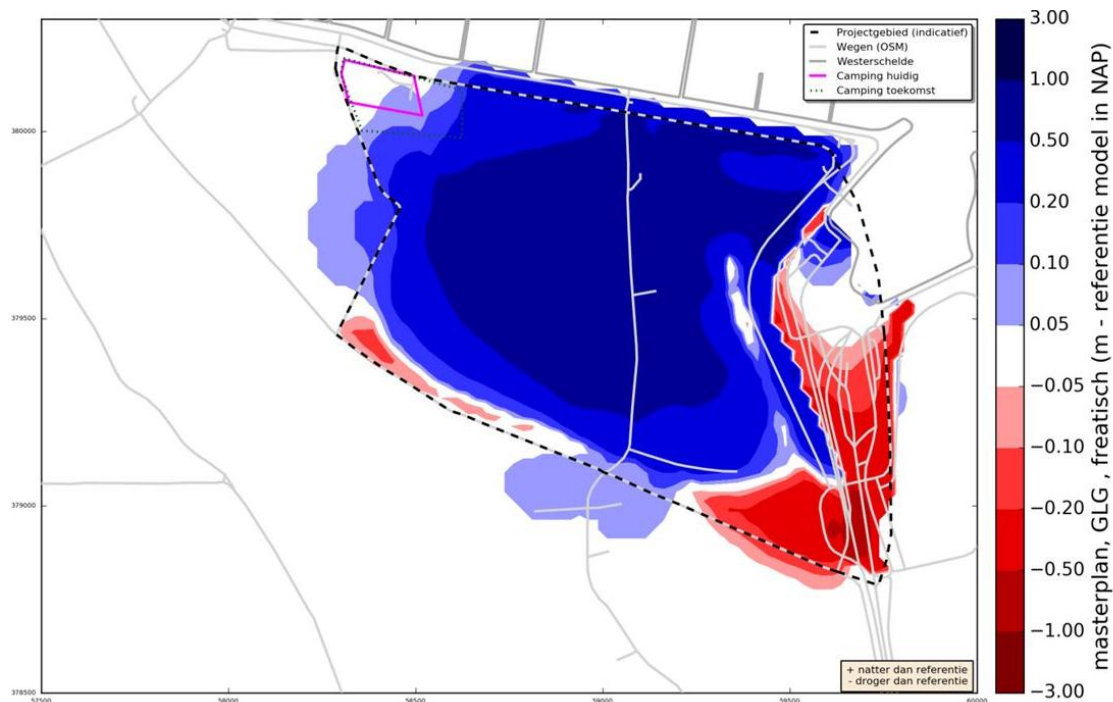
4.2 Eindfase

In deze paragraaf worden de grondwaterstanden na voltooiing van het project weergegeven.

4.2.1 Eindfase zonder verticale drainage

In afbeelding 4.5 wordt de gemiddeld laagste grondwaterstand in de eindfase weergegeven. Dit zijn de effecten echter nog zonder toevoeging van de westelijke watergang. Er wordt aangenomen dat deze toevoeging de grensoverschrijdende effecten in aan de westzijde sterk reduceert. De effecten aan de zuidzijde zijn met een maximale stijging van 5 cm minimaal.

Afbeelding 4.5 Eindfase berekend verschil GLG ten opzichte van referentie situatie, op basis van GLG ten opzichte van NAP

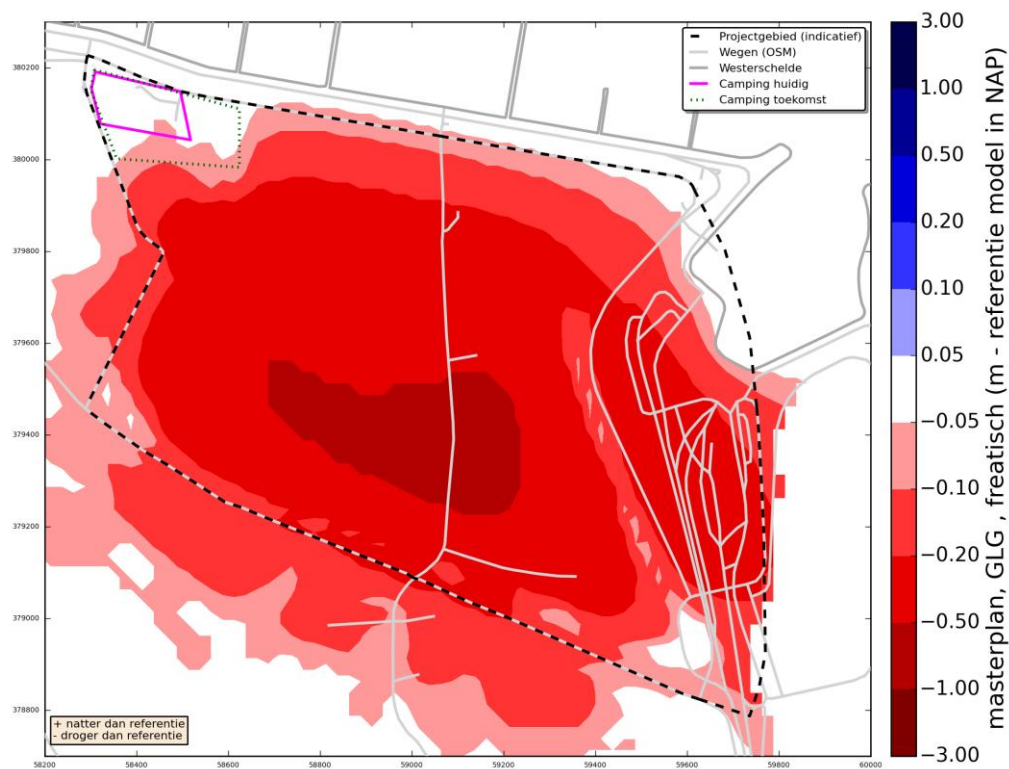


4.2.2 Eindfase met verticale drainage

In afbeelding 4.6 worden de resultaten gepresenteerd met een drainage opzet van om de 100 meter. Deze opzet is terug te vinden in de tussenfase met tijdelijke sloten met verticale drainage.

Er treedt door het gebruik van verticale drainage een daling in de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Deze trend is ook te zien in de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). De daling ligt tussen de 5 en 20 cm. Dit wordt veroorzaakt doordat de natuurlijke kwel wordt afgevoerd via de drainerende buizen richting de watergang op het golfterrein. Zoals eerder vermeld wordt het afwateringsniveau van de verticale drainage instelbaar (bijvoorbeeld door een aantal palen in een streng op één put aan te sluiten). Door het instelniveau te wijzigen, bijvoorbeeld verhoging met 10 of 20 cm, kan worden voorkomen dat in de eindfase verlagings van de grondwaterstand optreedt. Op basis van de resultaten van de monitoring kan het gewenste niveau in de praktijk worden bepaald.

Afbeelding 4.6 Eindfase berekend verschil GLG ten opzichte van referentie situatie, op basis van GLG ten opzichte van NAP



4.3 Waterbezwaar tussenfasen

In tabel 4.1 zijn de debieten per werkvak weergegeven. Deze debieten zijn de gemodelleerde debieten van de buizen die geplaatst zijn om de 100 meter. De hoeveelheid water per buis kan ruimtelijk verschillen.

Tabel 4.1 Gemodelleerde debieten per werkvak

	Werkvak 4 (m ³ /d)	Werkvak 5 (m ³ /d)	Werkvak 6 (m ³ /d)	Werkvak 7 (m ³ /d)
Totaal	1.638	2.294	2.233	1.358
Min	30	41	39	29
Max	159	191	318	181
Gemiddelde per buis (uitgaande van 25 buizen)	66	92	89	55

EFFECTANALYSE WATERKWALITEIT

Op dit moment is niet bekend welke grond wordt toegepast voor het ophogen. De risico's ten aanzien van (grond)waterkwaliteit zijn sterk afhankelijk van de oorsprong van de grond. Bij toepassing van zeezand zijn zouten (chloride, et cetera) het belangrijkste aandachtspunt. Bij toepassing van grond uit stedelijk gebied zijn microverontreinigingen het belangrijkste aandachtspunt. Uitgangspunt is dat alleen grond wordt toegepast die voldoet aan het beleid van Bevoegd Gezag.

Naar verwachting zal een combinatie van grond van verschillende bronnen worden toegepast. In de beschrijving van de mogelijke gevolgen wordt onderscheid gemaakt tussen zeezout (chloride) en microverontreinigingen).

5.1 Gevolgen opbrengen van zand met een verhoogd chloridegehalte

Door het toepassen van een zand met water mengsel met een verhoogd chloridegehalte zal er verzilting optreden. Door maatregelen toe te passen kan dit effect beperkt worden tot de aanlegfase en de grenzen van het projectgebied.

Een deel van het opgespoten water zal infiltreren naar het watervoerende pakket maar het grootste deel zal oppervlakkig of via de freatische laag afstromen richting het nabijgelegen oppervlakte water. Voor de ontwatering van het aangebrachte zand wordt op de projectlocatie een stelsel van tijdelijke sloten worden aangebracht. Het uitstromende water zal een toename van de chloridegehalten in de sloten als gevolg hebben. In de tijdelijke situatie kan het wenselijk zijn de watergang rondom het golfterrein tijdelijk van het overige deel van het watersysteem af te sluiten. Hiermee wordt verzilting van het overige oppervlaktewater in de polder voorkomen. Het water uit de watergang rondom de golfbaan wordt dan tijdelijk afgevoerd naar de Westerschelde (in verband met sterk verhoogde chloridegehalten). Het infiltreren van brak grondwater naar het watervoerende pakket kan op termijn een toename veroorzaken in het chloridegehalte van het grondwater. Het is ongewenst dat dit water uittreedt als kwel in de omgeving. Door de aangebrachte verticale drainage wordt het water dat tijdens de aanleg vanuit de golfbaan infiltreert, afgevangen. Ook dit water, met verhoogde chloridegehalten, komt in de watergang rondom de golfbaan terecht.

Chloride gedraagt zich als een conservatieve stof. Dit betekent dat chloride met het water wordt meegevoerd en er geen vertraging is door binding aan bodemdeeltjes. De afvoer van het aangevoerde water zal echter wel vertraagd optreden waardoor er na het afronden van de werkzaamheden nog rekening mee gehouden moet worden met afstroming van brakwater. Het toepassen van drainage zoals voorgesteld in dit rapport zal een groot deel van het brakke grondwater afvangen.

Door monitoring van de waterkwaliteit in de watergang kan in de praktijk worden bepaald hoelang het water naar de Westerschelde moet worden uitgeslagen. In de eindsituatie verzoet het systeem door de aanvoer van regenwater en kan het watersysteem gekoppeld worden aan dat van de polder. Uiteindelijk zal het brakke water verdrongen worden door de natuurlijke grondwateraanvulling.

Voor de tijdelijke afvoer van water naar de Westerschelde zal een vergunning bij Rijkswaterstaat moeten worden aangevraagd. Om negatieve effecten op waterkwaliteit als gevolg van het aanbrengen van brak water te voorkomen kan het zeezand gespoeld worden voordat het hydraulisch wordt aangebracht. Dit

reduceert de chloridevracht sterk. Op deze locatie is het spoelen van aangevoerd zeezand echter lastig omdat de beschikbaarheid van zoet water beperkt is.

5.2 Gevolgen van het aanbrengen van grond uit bebouwd gebied

Een deel van de aan te brengen grond zal naar verwachting afkomstig zijn uit binnenstedelijk gebied. Deze grond zal gecertificeerd moeten zijn en is derhalve niet als verontreinigd te beschouwen. Wel kan de grond verhoogde gehalten aan microverontreiniging bevatten. Uiteraard zijn deze gehalten lager dan de geldende normen, maar er kan niet worden uitgesloten dat dit leidt tot licht verhoogde gehalten in het grondwater. Omdat de herkomst van de grond niet bekend is, is niet aan te geven of dit zal optreden en om welke parameters (stoffen) het gaat.

De situatie is daarmee niet anders dan op vele bouw- en ontwikkellocaties in Nederland. Om risico op onvoorziene verspreiding van verontreinigingen na te gaan, adviseren wij om in overleg met het bevoegd gezag een monitoringsplan voor de grondwaterkwaliteit op te stellen (zie hoofdstuk 6). Dit plan moet dan worden afgestemd met de huidige monitoringsinspanning (monitoringsplan Deltares).

Mocht tegen de verwachtingen in het grondwater aan de rand van het projectgebied verontreinigd raken, dan kan als back-up maatregel water uit een of meerdere drainage buizen worden onttrokken (afhankelijk van de locatie waar verspreiding wordt geconstateerd). Het water kan lokaal worden gezuiverd of worden afgevoerd op de riolering afhankelijk van het type verontreiniging en de hoeveelheid te verwerken water. Wellicht ten overvloede wordt gemeld dat niet verwacht wordt dat dit nodig is indien met gecertificeerde grond wordt gewerkt. De hier beschreven maatregel is alleen een back-up maatregel voor onvoorziene omstandigheden.

6

MONITORING

Aanbevolen wordt om het effect van de aanleg van de golfbaan op het grondwater te monitoren. Het gaat daarbij zowel om de kwantiteit (grondwaterstanden) als kwaliteit).

6.1 Monitoring grondwaterkwantiteit

Om te controleren of de aanleg van de golfbaan inderdaad geen effect op de grondwaterstanden heeft, zal de grondwaterstand moeten worden gemonitord. Hiervoor kan in de basis gebruik worden gemaakt van het monitoringssysteem van Deltares. Lokale uitbreiding is waarschijnlijk nodig om specifieke informatie te krijgen over het functioneren van het aangebrachte drainagestelsel. De onderstaande afbeelding geeft een eerste indicatie van de opzet van het mogelijke monitoringssysteem. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de reeds aanwezige peilbuizen of monitoringssysteem. De mogelijk opzet bestaat uit een aantal raaien met peilbuizen en 1 referentie peilbuis op enige afstand. De peilbuizen dienen zowel filters in de deklaag als in het eerste watervoerende pakket te hebben. Aanbevolen wordt om in de peilbuizen de grondwaterstanden automatisch met behulp van Divers te meten.

Afbeelding 6.1 Indicatieve schets opzet grondwatermeetnet (geen rekening gehouden met bestaande peilbuizen)



Geadviseerd wordt ruim voor aanvang van de werkzaamheden het monitoringssysteem voor de effecten te ontwerpen en daarna zo snel mogelijk te installeren om daarmee nul-metingen te verkrijgen worden verkregen. Tevens wordt geadviseerd om per meetpunt signaleringswaarden aangeven per voor de grondwaterstand, stijghoogte in het zandpakket, Cl, en SO₄ (en eventueel andere stoffen). De signaleringswaarden kunnen bijvoorbeeld worden gepresenteerd in het 'model verkeerslicht'.

Indien grote hoeveelheden zeezand worden toegepast en daarom tijdelijk water zal worden uitgeslagen op de Westerschelde, zal ook monitoring van de hoeveelheden uitgeslagen water moeten plaatsvinden.

6.2 Monitoring (grond)waterkwaliteit

Uitgangspunt is dat de aanleg van de golfbaan geen problemen door verslechtering van de (grond)waterkwaliteit in de omgeving mag veroorzaken. Daarom zal in alle gevallen de grond die wordt gebruikt voor het ophogen, getoetst worden op kwaliteit. De (grond)waterkwaliteit zal worden gemonitord op verschillende plekken:

- in de snelle afvoer vanaf het terrein: in de watergang rondom de golfbaan waar het water zich verzamelt;
- in de vertraagde afvoer van water uit de ophoging die infiltreert en via het watervoerende pakket afstroomt naar de omgeving. Deze waterkwaliteit kan worden gemonitord reeds aanwezige peilbuizen die op de grens van de projectlocatie staan (nabij de watergang) en eventueel nog aan te brengen peilbuizen;
- de monitoringsfrequentie en het analyse pakket wordt in overleg met het bevoegd gezag bepaald. Het analysepakket is mede afhankelijk van het soort grond dat wordt gebruikt. Daarnaast kan het nodig zijn om indien grond wordt toegepast met specifieke risico's hiervoor aanvullend te monitoren, bijvoorbeeld op het deel van de golfbaan waar deze grond wordt verwerkt.

CONCLUSIE

De berekeningen tonen aan dat de verticaal drainerende buizen een positief resultaat hebben om de berekende grondwaterstanden. Ook in de meest ongunstige situatie (worst-case in tussenfase) is er geen significatie stijging van de grondwaterstanden buiten het terrein. Terwijl zonder deze maatregelen er sprake is van een groot invloedsgebied tot circa 500 meter afstand. In het gepresenteerde ontwerp zijn de verticaal drainerende buizen om de 100 meter geplaatst. De buizen bevatten geen materiaal en zijn geperforeerd ter hoogte van het watervoerend pakket.

Om te voldoen aan het ontwerp van 100 meter zal 50 % van het opgespoten water moeten worden afgevoerd door gebruik te maken van tijdelijke sloten in de aanlegfase.

De verticale drainage leidt tot een verlaging van de grondwaterstand in de omgeving omdat natuurlijke kwel wordt gereduceerd. Dit komt omdat de natuurlijke kwel via de drainage in de watergang terecht komt. Daarom moet er worden gekozen voor een afsluitmiddel in de afvoerleidingen zodat in de eindfase het niveau van de verticale drainage, en daarmee de hoeveelheid afgevoerd water, kan worden ingesteld.

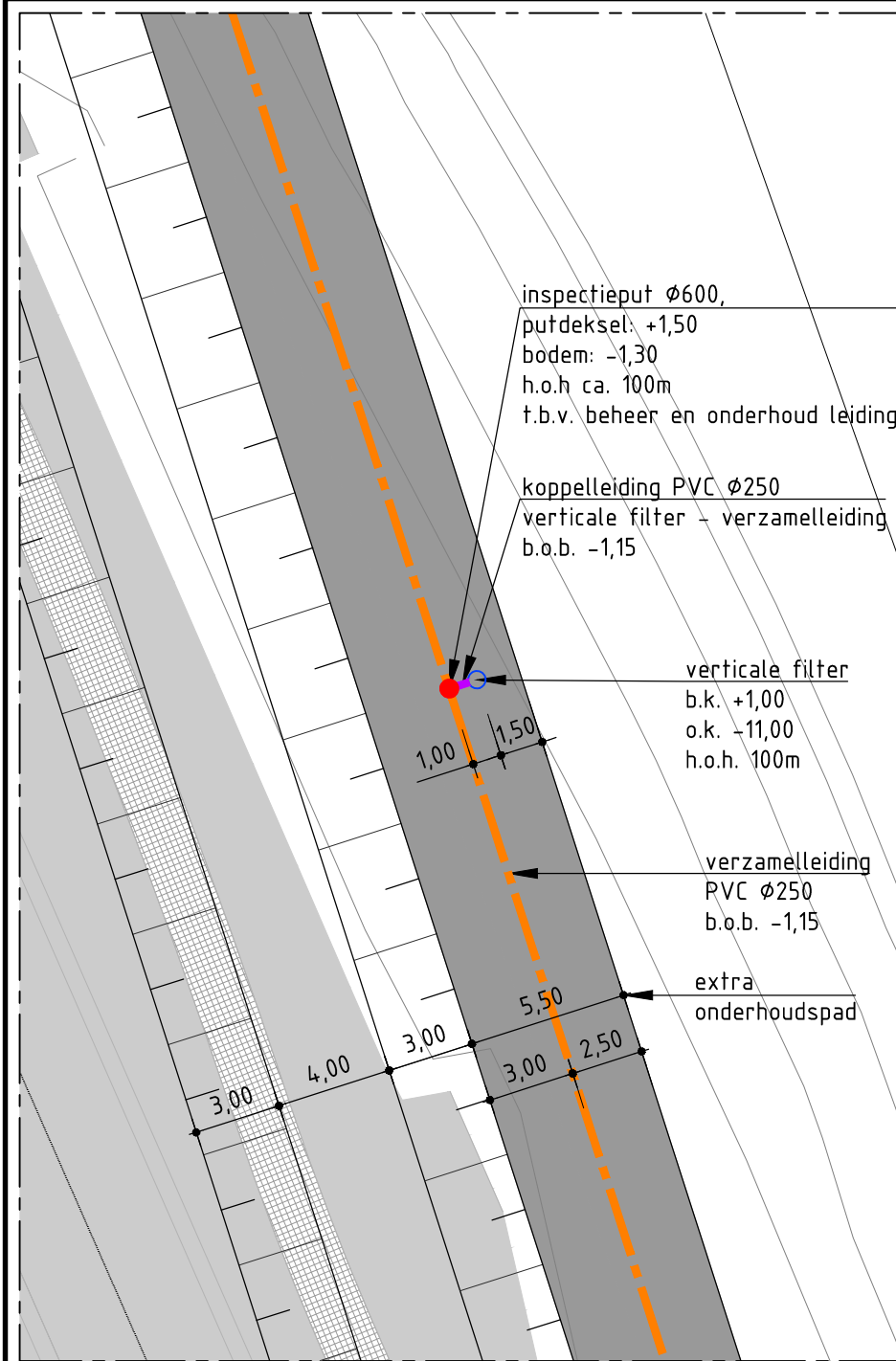
De ontwikkeling van de waterkwaliteit in de omgeving is sterk afhankelijk van het type ophoogmateriaal dat wordt toegepast. Indien grote hoeveelheden zeezand worden toegepast, zal er een extra chloridevracht geïntroduceerd worden in het gebied. Dit kan voor verzilting van de omgeving zorgen. Door maatregelen te treffen kan deze verzilting beperkt worden tot de aanlegfase en tot de grenzen van het projectgebied. Mogelijke maatregelen zijn het spoelen van het zand alvorens het hydraulisch op te spuiten om de chloridegehaltes te reduceren, om verticale drainage toe te passen om het brakke water dat geïnfiltreerd is naar het watervoerende pakket af te vangen en om de waterpartijen rondom het projectgebied gedurende de aanlegfase af te koppelen van het overige polderwatersysteem en af te laten voeren op de Westerschelde.

Er wordt aanbevolen een gedetailleerd monitoringsplan op te stellen om de waterkwaliteit in de omgeving te meten gedurende de werkzaamheden en in de eerste periode van de gebruiksfase. Daarmee wordt het risico op negatieve afgeleide effecten verder gereduceerd en kan bij onverwachte gebeurtenissen worden ingegrepen. Ook het bestaande monitoringssysteem voor grondwaterstanden zal moeten worden geoptimaliseerd om goed inzicht te krijgen in het functioneren van de voorgestelde verticale drainage.

Bijlage(n)

I

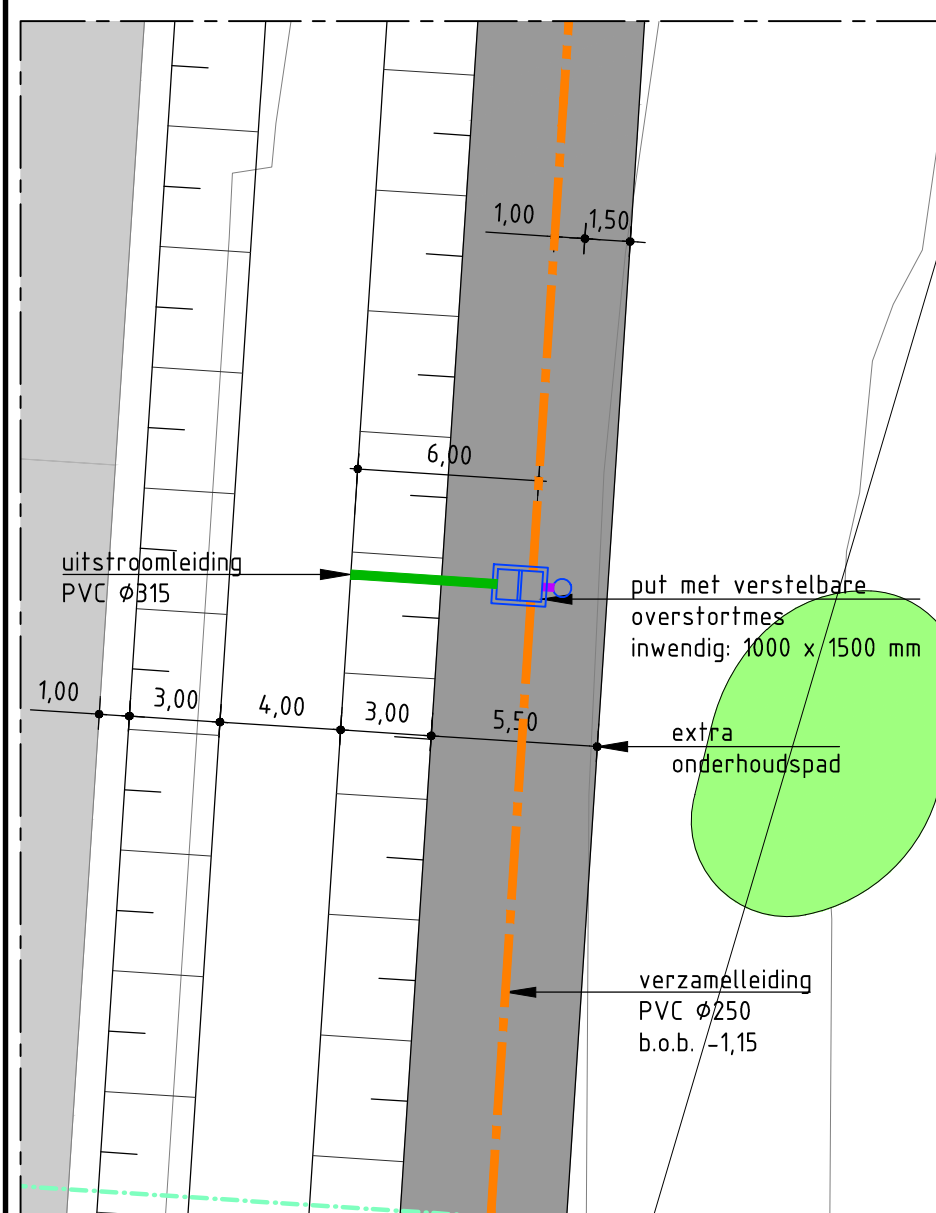
BIJLAGE: ONTWERPTEKENING VERTICAAL DRAINAGESYSTEEM



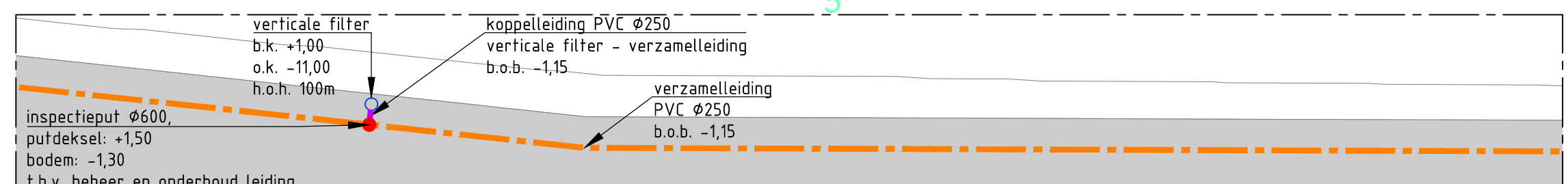
UITSNEDE 1
schaal 1:250

- LEGENDA**
- Verticale filters met koppelleiding PVC Ø250, h.o.h. 10
 - Verzamelleiding PVC Ø250
 - Inspectieput Ø600
 - Overstortput beton 1500x1000x2450 met verstelbaar r
 - Uitstroomleiding PVC Ø315

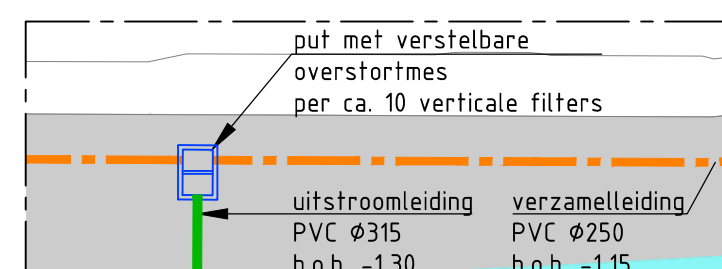
- LEGENDA**
- Verticale filter met koppelleiding PVC Ø250, h.o.h. 100
 - Verzamelleiding PVC Ø250
 - Inspectieput Ø600
 - Overstortput beton 1500x1000x2450 met verstelbaar r
 - Uitstroomleiding PVC Ø315



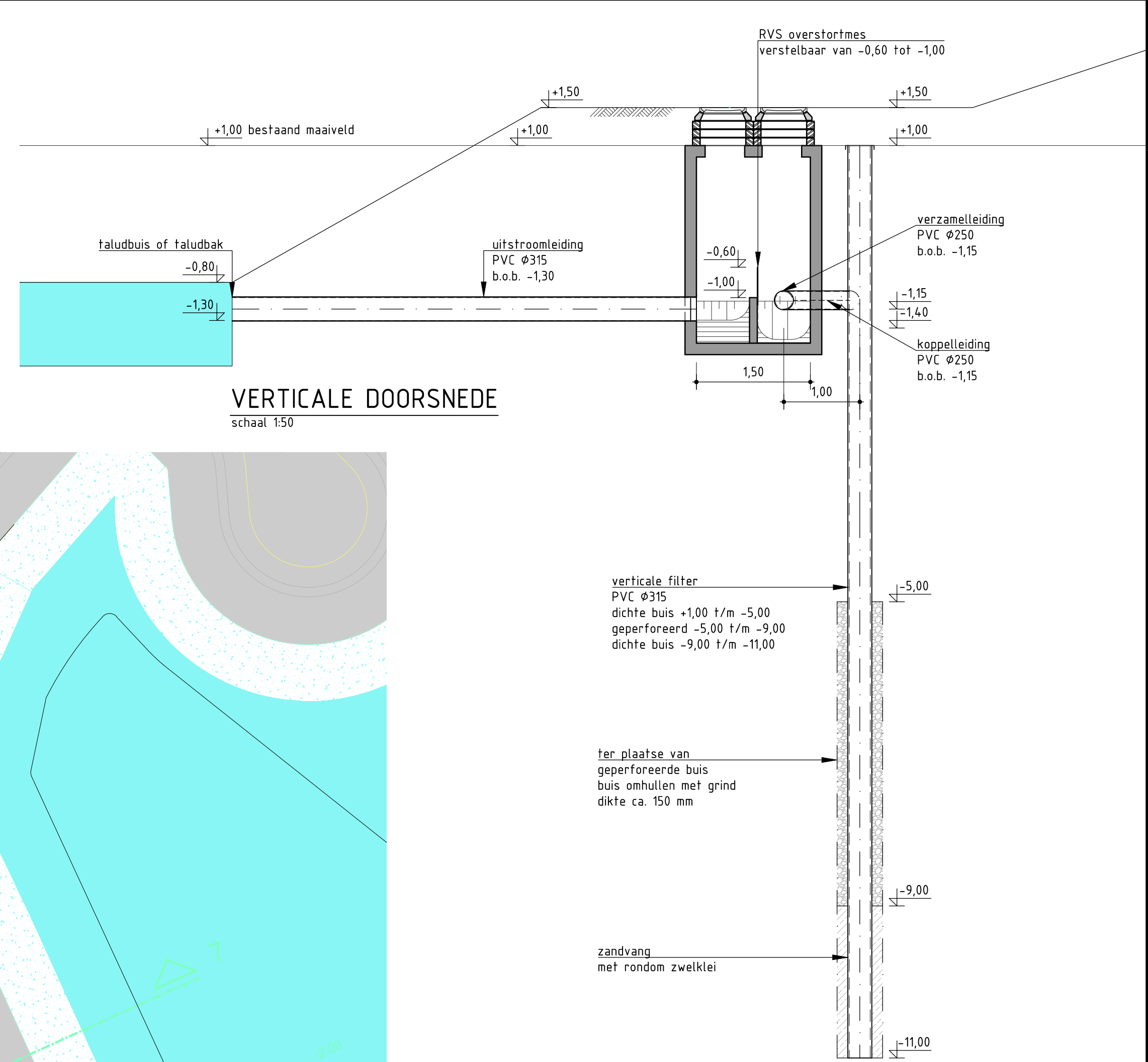
UITSNEDE 2
schaal 1:250



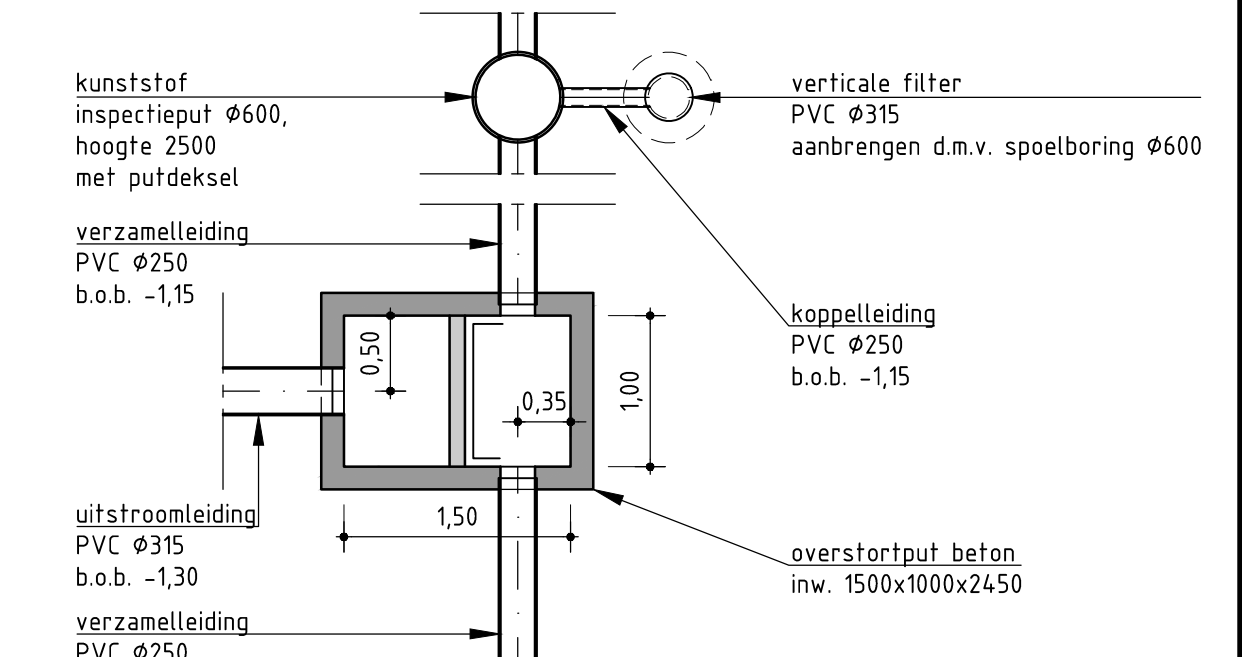
UITSNEDE 3
schaal 1:250



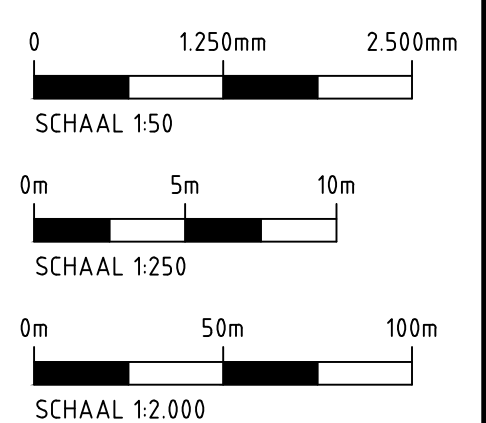
UITSNEDE 4
schaal 1:250



VERTECALE DOORSNEDE
schaal 1:50



HORIZONTALE DOORSNEDE
schaal 1:50



HULST AAN ZEE B.V.
Ontwerp drainage golfterrein Perkpolder

Ontwerptekening
Situatie met uitsneden
Details

Witteveen Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Gehand. G.H. Kleiker
Gecontroleerd J.D. Klein
Goedgekeurd T.H. van Wee
Datum 23 juni 2017

Schaal 150 / 250 / 2000
Mdb221.22.001
Formaat A1L

II

BIJLAGE: KOSTENRAMING VERTICAAL DRAINAGESYSTEEM

PROJECT:	ONTWERP DRAINAGE PERKPOLDER
PROJECTFASE	SCHETSONTWERP

Scopebeschrijving en/of uitgangspunten

Uitgegaan van:

- Deterministische raming van bouwkosten (§ 7.1 lid 2.4 en 2.5)
- Bedrijfseconomische raming (§ 7.1 lid 1.7)
- Geschatte bandbreedte 30%

Gegevens

- Tekeningen MDB221.22.2001 d.d. 17-05-2017
- Hoeveelhedenboek MDB221.22.2001 d.d. 17-5-2017
- Aanpassingen hoeveelhedenboek MD221.22.2001 d.d. 1-6-2017

Uitgangspunten:

- Werkzaamheden worden integraal uitgevoerd met de voorbelasting/ophoging, bij de leverantie van zand is hier rekening mee gehouden.
- Verticale drainage bestaat uit: grindpalen ø 600 mm aanbrengen met spoelboringen en vullen met PVC filter ø315 en 2m zwelklei, 4m grind en 6m zand

Risico's:

- Risico's niet gekwantificeerd (kans x gevolg), geen risicosessies gehouden (§ 7.1 lid 2.2)
- In de objecten is rekening gehouden met objectgebonden risico's, het betreft een voorziening voor met name technische risico's
- Er is geen rekening gehouden met projectgebonden risico's, het betreft hier met name overige risico's zoals juridische, organisatorische, maatschappelijke, ruimtelijke en financiële risico's

Niet inbegrepen zijn kosten voor:

Bouwkosten

- Bodem en grondwater onderzoek / sanering
- Bodemvreemde materialen / NGE / archeologie
- Grondleverantie

Vastgoedkosten

- Grondverwerving
- Planschade
- Nadeelcompensatie

Engineeringskosten

- Engineeringskosten aannemer(s)
- Engineeringskosten adviesbureau(s)
- Engineeringskosten opdrachtgever
- Onderzoekskosten
- Archeologisch onderzoek

Overige bijkomende kosten

- Landschappelijke inpassingen
- Mitigerende maatregelen
- Kabels en leidingen
- Leges en heffingen
- Vergunningen
- Verzekeringen

Levensduurkosten (§ 7.1 lid 2.1)

- Beheer en onderhoud
- (grote) vervangingen
- Exploitatiekosten
- Sloopkosten (einde levensduur)

Overige (scope) uitsluitingen

- Onzekerheidsreserve
- Reservering scopewijzigingen
- BTW
- Objectoverstijgende risico's
- Kosteninvloeden EMVI-criteria

Colofon

Projectleider:	ir. T.H. van Wee
Projectdirecteur:	ir. H.J. Mondeel
Versie SSK:	CROW Publicatie 137 (2010) [genoemde § nummers refereren hiernaar]
Versie ramingmodel:	W+B SSK-2010 Rekenmodel 3.05a (04-08-2016)

code post	omschrijving post						Totaal	
					Voorziene kosten	Risico-reservering		
		Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten				

INVESTERINGSKOSTEN (Indeling naar categorie)

BK01	Bouwkosten Drainage	€	289.248	€	28.925	€	75.108	€	393.280	€	39.328	€	432.608
BK	TOTAAL BOUWKOSTEN	€	289.248	€	28.925	€	75.108	€	393.280	€	39.328	€	432.608
	Bandbreedte: met 70% zekerheid liggen de bouwkosten exclusief BTW tussen					€	302.826		en		€		562.390
	Variatiecoëfficiënt (geschat)								30%				
	Risico's in relatie tot de voorziene kosten								10%				

Opdrachtgever: Hulst aan zee B.V.	Prijspeil: 2017	Datum: 26-6-2017
Project: Ontwerp drainage Perkpolder	Versie: 03	Projectcode: MDB221-22
(Deel)raming: Drainage	Status: Definitief	Auteur: HUIE2

code post	omschrijving post	hoeveelheid	eenheid	prijs	totaal
1					

INVESTERINGSKOSTEN

10	1 Grondwerk					
100130	Ontgraven rioolsleuf (klei 5,3m³/m)	11.430,00	m³	€ 2,00	€	22.860,00
100140	Vervoeren en verwerken klei in terrein	30.430,00	m³	€ 1,50	€	45.645,00
100150	Verwerken zand t.b.v. rioolsleuf excl. leverantie	11.130,00	m³	€ 2,00	€	22.260,00
100160	Ontgraven watergang	19.000,00	m³	€ 1,00	€	19.000,00
100170	Toepassen bemaling (kleiige grond)	2.155,00	m	€ 10,00	€	21.550,00
	Totaal 1 Grondwerk			€ 131.315,00		
20	2 Leidingwerk					
200110	Verticale drainage ø 600 mm met ø315mm PVC L10m + grindvulling	25,00	st	€ 1.250,00	€	31.250,00
200120	Aanbrengen aansluitleidingen PVC ø250mm (1,00m)	25,00	st	€ 100,00	€	2.500,00
200130	Aanbrengen verzamelleiding PVC ø250mm	2.100,00	m	€ 25,00	€	52.500,00
200140	Aanbrengen uitstroomleiding PVC ø315mm	30,00	m	€ 35,00	€	1.050,00
200150	Aanbrengen overstortput met verstelbaar overstortmets - 1x1,5x3m	8,00	st	€ 3.000,00	€	24.000,00
200160	Toepassen videoinspectie PVC ø250 en PVC ø315	2.155,00	m	€ 1,50	€	3.232,50
200170	Inspectieput kunststof ø600mm, h=2,5m	21,00	st	€ 1.000,00	€	21.000,00
200180	Aanbrengen talud- en bodembescherming uitstroomleiding	8,00	st	€ 300,00	€	2.400,00
	Totaal 2 Leidingwerk			€ 137.932,50		
30	3 Diversen					
300180	Toepassen tijdelijke rijplaten (kleiige grond)	1,00	post	€ 20.000,00	€	20.000,00
	Totaal 3 Diversen			€ 20.000,00		

Benoemde directe bouwkosten € 289.248

NTD011	Nader te detailleren bouwkosten	10,0%	€	289.248	€	28.925
	Directe bouwkosten			€ 318.172		

IK016	Eenmalige kosten	1,5%	€	318.172	€	4.773
IK017	Algemene bouwplaatskosten	0,5%	€	318.172	€	1.591
IK019	Uitvoeringskosten (UTA)	7,0%	€	318.172	€	22.272
IK0110	Algemene kosten	8,0%	€	346.808	€	27.745
IK0111	Winst	3,0%	€	374.552	€	11.237
IK0112	Risico	2,0%	€	374.552	€	7.491
	Indirecte bouwkosten	24%		€ 75.108		

VZBK Voorziene bouwkosten € 393.280

RBK013	Niet benoemd objectrisico bouwkosten	10,0%	€	393.280	€	39.328
RBK	Risico's bouwkosten	10%		€ 39.328		

BK01 Bouwkosten Drainage € 432.608

