Witteveen+Bos

Gemeente Korendijk

Actualisatie haalbaarheidsstudie doorkruising primaire waterkering Piershil

Witteveen+Bos
Willemskade 19-20
Postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
t 010 244 28 00
f 010 244 28 88

Witteveen+Bos

Gemeente Korendijk

Actualisatie haalbaarheidsstudie doorkruising primaire waterkering Piershil

referentie	projectcode	status
PI2-2/winb/007	PI2-2	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
ir. P. Ravenstijn	ir. R.P.N. Pater	12 juli 2010

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. P. Ravenstijn	

Witteveen+Bos
Willemskade 19-20
postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
telefoon 010 244 28 00
telefax 010 244 28 88

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

© Witteveen+Bos
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE **blz.**

1. INLEIDING **1**
1.1. Kader 1
1.2. Doel 3
1.3. Leeswijzer 3

2. UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN **4**
2.1. Alternatieven 4
2.2. Veiligheidsbenadering 4
2.3. Constructieve dimensionering 5
2.3.1. Kunstwerken 5
2.3.2. Regionale waterkering 6
2.4. Betrouwbaarheidsanalyse 7
2.5. Planperiode 7
2.6. Hydraulische randvoorwaarden 7
2.6.1. Dagelijkse karakteristieken 7
2.6.2. Maatgevende hydraulische belastingen 8
2.6.3. Laagwaterstand 10
2.6.4. Polderwaterstand 11
2.7. Morfologische effecten 11
2.8. Geotechnische uitgangspunten 11
2.9. Maaiveldligging 12
2.10. Wegen 12
2.11. Inlaat Piershil 13

3. KEERSLUIS **14**
3.1. Beschrijving keersluis 14
3.2. Relatie met Plan Swane Blake 14
3.3. Schetsontwerp 15
3.3.1. Keersluis 15
3.3.2. Regionale waterkering 17
3.4. Betrouwbaarheid sluitproces 18

4. SCHUTSLUIS **19**
4.1. Beschrijving schutsluis 19
4.2. Relatie met Plan Swane Blake 19
4.3. Schetsontwerp 20
4.4. Betrouwbaarheid sluitproces 21

5. KOSTEN **23**

6. BEOORDELING **25**
6.1. Beoordelingskader 25
6.2. Waterkerende veiligheid 25
6.3. Inpasbaarheid 25
6.4. Ecologie 25
6.5. Procedures 26
6.6. Flexibiliteit 28
6.7. Aansluiting met plan Swane Blake 28
6.8. Kosten 29
6.9. Scoreoverzicht en vergelijking van de alternatieven 29

7. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN **31**

8. REFERENTIELIJST **32**

laatste bladzijde **32**

bijlagen		aantal bladzijden
I	Notitie overschrijdingsfrequentielijn zomer	7
II	Grondonderzoek DINO-loket	9
III	Berekening hydraulische randvoorwaarden	19
IV	Berekeningen bij ontwerpspoor hoogte	1
V	Schetsontwerp alternatief keersluis	2
VI	Schetsontwerp alternatief schutsluis	2
VII	Foutenboom keersluis	1
VIII	Foutenboom schutsluis	1
IX	Morfologische studie	8
X	SSK-ramingen	8
XI	LCC-ramingen	4

1. INLEIDING

1.1. Kader

Piershil

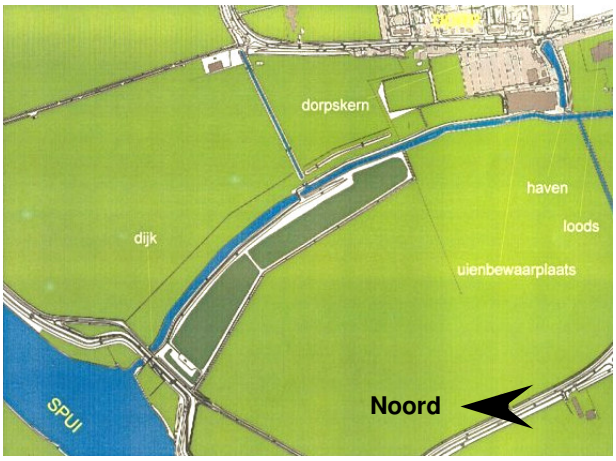
Piershil is een klein dorp gelegen in de Hoeksche Waard en onderdeel van de gemeente Korendijk (Zuid-Holland). Tot in de jaren 50 van de vorige eeuw had Piershil een kleine haven die in open verbinding stond met het Spui. Naar aanleiding van de watersnoodramp in 1953 en omdat het nut van de haven voor de lokale economie sterk was afgenomen, werd de haven afgesloten. De primaire waterkering werd doorgetrokken door het havenkanaal en sloot zodoende de haven van het Spui (zie afbeelding 1.1) af.

afbeelding 1.1. Situatie voor afsluiting haven (links) en huidige situatie (rechts)

plan Swane Blake

Door de lokale stichting Swane Blake is een plan opgesteld om de voormalige haven in het centrum van Piershil in ere te herstellen om zo de leefbaarheid in het dorp te vergroten. Een tweede doelstelling is natuurontwikkeling en het verbeteren van de recreatiemogelijkheden in het gebied. Door het architectenbureau Bogaerds is een initiatiefplan opgesteld met een drietal alternatieven voor het ontwikkelen van het gebied met een focus op de haven [ref. 1.]. Bij elk alternatief wordt de primaire waterkering langs het Spui doorkruist, zodat een open verbinding met het Spui ontstaat (zie afbeelding 1.2).

afbeelding 1.2. Huidige situatie Piershil (links) en alternatief 3 uit plan Swane Blake (rechts)



belang van de doorkruising
Bij de doorkruising van de primaire waterkering ter hoogte van Piershil zal de huidige situatie aanzienlijk veranderen. Het waterschap Hollandse Delta staat kritisch tegenover aanpassingen van de primaire waterkeringen in haar beheersgebied. In het Beleidsplan Waterkeringen [ref. 12.] van het waterschap staat hierover het volgende beschreven:

> Het waterschap staat nieuwe doorgangen in waterkeringen niet toe tenzij er sprake is van een zwaar maatschappelijk belang. Bij het bepalen van het risico (kans maal gevolg) moet rekening wordt gehouden met toekomstige ontwikkelingen. Ook hier gaat het waterschap uit van het zogenaamde kostenveroorzakers beginsel, wat wil zeggen dat de extra kosten voor het waterschap die het nieuwe kunstwerk veroorzaakt, voor rekening komen van de initiatiefnemer

De maatschappelijke baten van dit project als directe aanleiding van de doorkruising hangen samen met de doelstelling van de stichting Swane Blake. Deze stichting heeft als doelstelling het instandhouden en zo mogelijk verbeteren van de leefbaarheid in Korendijk en met name in de dorpskern Piershil. De maatschappelijke baten van het project zijn divers en worden omvat door de volgende aspecten:
- cultuurhistorie;
- natuur en landschap;
- recreatie;
- leefbaarheid gemeente Korendijk.

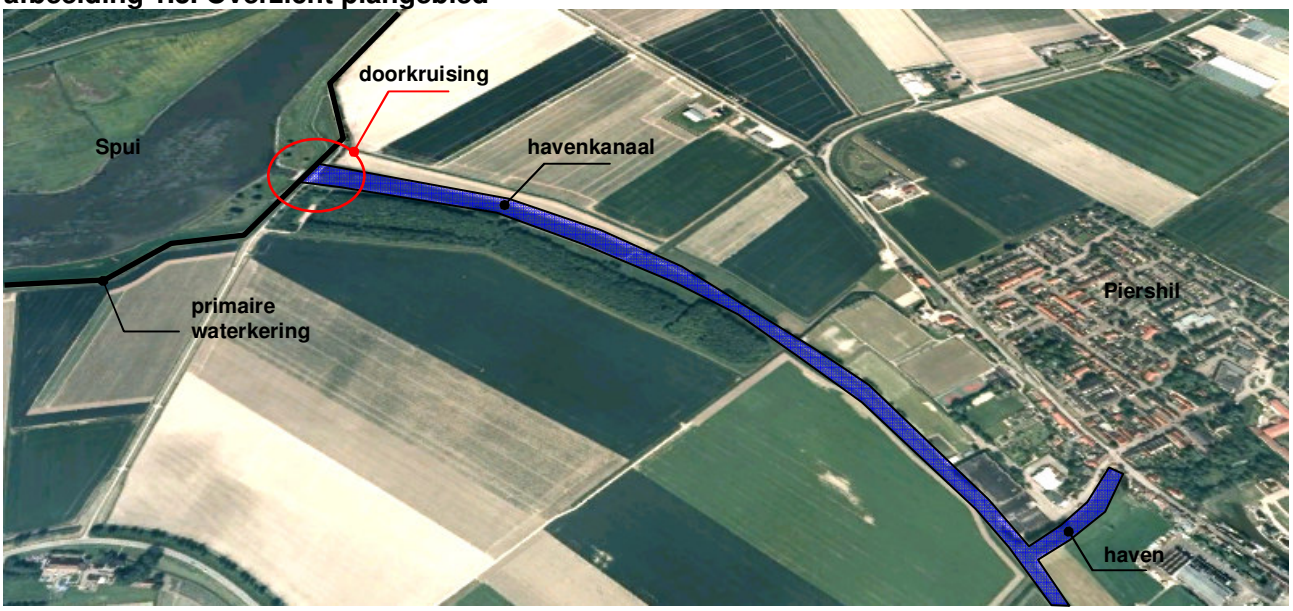
Het eerste aspect is de aanleiding van het plan van de stichting Swane Blake. De verbinding met het Spui zal de situatie herstellen zoals die ooit is geweest. De haven zal dan weer bereikbaar zijn voor kleine schepen vergelijkbaar met de vrachtschepen die de haven tot in de jaren vijftig bezochten en Piershil bestaansrecht gaven.

Naast het cultuurhistorische aspect is het ontwikkelen van het landschap en de natuur in het gebied een belangrijk nevendoel. De kaarten van het plan laten zien dat een groot deel van het plangebied ruimte biedt aan natuur.

Ook het ontwikkelen van de functie recreatie is een nevendoel van het plan. Niet zozeer uit economisch motief, maar om het havengebied meer leven in te blazen door het scheppen van evenwicht tussen bedrijvigheid en de woonfunctie van het gebied. Deze bedrijvigheid, de opwaardering van het landschap en het herstellen van de historische situatie zullen een direct positief effect hebben op de leefbaarheid van Piershil.

haalbaarheidsstudie 2007
In december 2007 heeft Witteveen+Bos in opdracht van de gemeente Korendijk een studie uitgevoerd naar de haalbaarheid van een doorkruising van de primaire waterkering (zie afbeelding 1.3). Deze studie [ref. 9.] resulteerde in drie alternatieven voor doorkruising: een dijkverlegging (open verbinding), keersluis (semi-open verbinding) en een schutsluis (gesloten verbinding). Per alternatief is een schetsontwerp opgesteld. Per schetsontwerp is een raming gemaakt van de realisatiekosten en de kosten van beheer, onderhoud en exploitatie. Tenslotte is een afweging gemaakt op verschillende aspecten waaronder kosten, inpasbaarheid, flexibiliteit en veiligheid.

afbeelding 1.3. Overzicht plangebied



Bron: bing.nl

dijkvakbenadering versus dijkringbenadering
In de eerdere studie is bij het ontwerpen van de drie alternatieven uitgegaan van de dijkvakbenadering. De schetsontwerpen zijn daarbij gedimensioneerd conform Leidraad Kunstwerken (LKW2003 [ref.3.]). De te doorkruisen primaire waterkering ligt in het beheersgebied van waterschap Hollandse Delta. Het waterschap heeft aangegeven dat ze voor de primaire waterkeringen in haar beheer een dijkringbenadering hanteert.

1.2. Doel

Het doel van dit project is de actualisatie van de haalbaarheidsstudie uit 2007 op basis van de dijkringbenadering. Hiertoe is per alternatief het schetsontwerp geactualiseerd. Per alternatief is een betrouwbaarheidsanalyse opgesteld met behulp van een foutenboom. Tenslotte zijn de kostenramingen en beoordeling geactualiseerd.

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijft de uitgangspunten en randvoorwaarden bij de actualisatie. Hoofdstuk 3 en 4 vervolgen met de schetsontwerpen van respectievelijk alternatief keersluis en alternatief schutsluis. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de kostenraming. Hoofdstuk 6 vervolgt met de beoordeling van de twee alternatieven. Hoofdstuk 7 sluit af met de conclusies en aanbevelingen.

2. UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

Voorafgaand aan het uitvoeren van de haalbaarheidsstudie, zijn de uitgangspunten vastgelegd in een uitgangspuntennotitie [ref. 15.]. Deze notitie had als functie om vooraf alle relevante uitgangspunten eenduidig vast te leggen. De uitgangspunten en randvoorwaarden die in dit hoofdstuk zijn beschreven vinden hun oorsprong in deze uitgangspuntennotitie.

2.1. Alternatieven

In de eerdere haalbaarheidsstudie uit 2007 is een drietal alternatieven vastgesteld, te weten: een dijkomlegging (open verbinding), keersluis (semi-open verbinding) en een schutsluis (gesloten verbinding). Op basis van de eerste haalbaarheidsstudie is door het college van burgermeester en wethouders van gemeente Korendijk geconstateerd dat de dijkomlegging tot een te grote aantasting van het karakter van het gebied zou leiden (zie kader). De actualisatie van de haalbaarheidsstudie richt zich daarom op beschouwing van:

- keersluis (semi-open verbinding);
- schutsluis (gesloten verbinding).

collegebesluit

In het collegebesluit van 12 februari 2008 heeft het college de voorkeur uitgesproken voor variant 2, de keersluis. In het achterliggende advies is aangegeven dat de variant met de open verbinding, waarbij om het plangebied in zijn geheel een nieuwe primaire waterkering wordt aangelegd dermate ingrijpende gevolgen heeft voor het gebied dat het karakter van het gebied ernstig wordt aangetast. Hierdoor sluit deze variant het minst aan bij het plan Swaneblake.

2.2. Veiligheidsbenadering

In de eerdere haalbaarheidsstudie uit 2007 zijn ontwerpen opgesteld op basis van de dijkvakbenadering. Het waterschap hanteert in principe echter de dijkringbenadering. Dit behoeft per ontwerpaspect (hoogte, stabiliteit en sterkte en betrouwbaarheid sluiting) enige toelichting. Deze toelichting is in deze paragraaf per ontwerpaspect beschreven.

afbeelding 2.1. Dijkringbenadering

hoogte (HT)

Voor het ontwerpaspect hoogte wordt door het waterschap de dijkringbenadering gehanteerd [ref. 10.]. Voor dijkring 21 geldt een normfrequentie van 1/2.000 per jaar. Ter verwerking van het effect van de dijkringbenadering dient voor het ontwerpaspect hoogte te worden gerekend met een dijkringfactor van 10 [ref. 10.]. Dit betekent concreet dat voor het ontwerpaspect hoogte dient te worden uitgegaan van een waterstand met een overschrijdingsfrequentie die een factor 10 lager is dan de normfrequentie. Het ontwerp wordt op het aspect hoogte gedimensioneerd op basis van de hydraulische belastingen met een overschrijdingsfrequentie van 1/10 x 1/2.000 = 1/20.000 per jaar.

stabiliteit en sterkte (ST)
Voor het ontwerpaspect stabiliteit en sterkte wordt door Hollandse Delta de dijkvakbenadering met robuustheidstoeslag gehanteerd [ref. 10.]. Dit betekent dat op het ontwerpaspect stabiliteit en sterkte wordt uitgegaan van de hoogwaterstand met overschrijdingsfrequentie van 1/2.000 per jaar, vermeerderd met een robuustheidstoeslag van 30 cm conform Leidraad Rivieren [ref. 8.].

betrouwbaarheid sluitproces (BS)
De betrouwbaarheid van het sluitproces (BS) moet voldoen aan de eisen vanuit de dijkringbenadering. De eis aan de betrouwbaarheid van het sluitproces is als volgt gedefinieerd [ref. 20.]:
- de faalkans ST en BS (gezamenlijk) bedraagt ten hoogste: 0,1 x norm = 0,1 x 1/2.000 = $5 \cdot 10^{-5}$ per jaar (voor de gehele dijkring);
- hiervan wordt 20 % toebedeeld aan de kunstwerken in de dijkring: 20 % x $5 \cdot 10^{-5} = 10^{-5}$ per jaar;
- dit wordt verspreid over het aantal equivalente kunstwerken in de dijkring:
  - er wordt rekening gehouden met 16 (aanwezig) + 5 (reservering) kunstwerken;
  - het aantal equivalente kunstwerken bedraagt: $n_{eq.} = n_{aanw.} / 2 + n_{res.} = 16/2 + 5 = 13$;
- de eis aan faalkans (voor ST en BS) per kunstwerk bedraagt dan $10^{-5} / 13 = 7{,}7 \cdot 10^{-7}$ per jaar;
- hiervan wordt 90 % toebedeeld aan BS: 90 % x $7{,}7 \cdot 10^{-7} = 6{,}9 \cdot 10^{-7}$ per jaar (dit is gelijk aan eens per 1,45 miljoen jaar).

Voor het kunstwerk geldt dus dat de jaarlijkse faalkans op niet sluiten ten hoogste $6{,}9 \cdot 10^{-7}$ mag bedragen. De jaarlijkse faalkans op niet sluiten is het product van de faalkans per sluitvraag (P_{ns}) en de jaarlijkse sluitfrequentie (n_j). Er geldt dan: $P_{ns} \times n_j < 6{,}9 \cdot 10^{-7}$.

2.3. Constructieve dimensionering
Voor zowel de kunstwerken (schutsluis en keersluis) als de regionale waterkering bij alternatief keersluis, zijn de ontwerpaspecten kerende hoogte en stabiliteit en sterkte relevant. Aangezien er tussen de kunstwerken en de regionale waterkering een verschil zit in de aanpak, worden deze in deze paragraaf gescheiden behandeld.

2.3.1. Kunstwerken

kerende hoogte
De kerende hoogte is de minimale hoogte die de waterkering (sluisplateau en sluisdeuren) moet hebben om de maatgevende hydraulische belasting te kunnen weerstaan. De kerende hoogte is bepaald op basis van:
- ontwerpwaterstand met overschrijdingsfrequentie van 1/20.000 per jaar: NAP + 3,40 m (zie paragraaf 2.6.2);
- marge voor golfoverslag;

Zetting wordt voor de beide kunstwerken nihil geacht. Gezien de locale grondslag worden de beide kunstwerken namelijk op palen gefundeerd. Voor het bepalen van de marge voor golfoverslag is uitgegaan van een kritiek overslagdebiet van 1 l/s/m. Dit debiet is voor gewapend betonnen constructies acceptabel. Bij het bepalen van de marge van golfoverslag is gebruik gemaakt van de methode voor golfoverslag bij verticale wanden uit LKW2003.

stabiliteit en sterkte
Het ontwerpaspect stabiliteit en sterkte omvat eisen die ervoor zorgen dat de constructie voldoende stabiel is om falen door bijvoorbeeld verlies van draagvermogen, afschuiven, kantelen of onder- en achterloopsheid te voorkomen. Het schetsontwerp van de keersluis is uitgevoerd op basis van expert judgement van senior adviseurs op het gebied van primaire waterkeringen, waterbouwkundige constructies, havens en scheepvaartwegen van Witteveen+Bos. Dit betekent impliciet dat de kunstwerken

volgens vigerende normen ontworpen worden. Op het ontwerpaspect sterkte en stabiliteit zijn de volgende constructieonderdelen beschouwd:
1. betonconstructie;
2. deuren;
3. fundering;
4. kwelschermen.

scheepvaart
De doorkruising van de waterkering langs het Spui zal in de toekomst scheepvaart mogelijk moeten maken. De grootte van de schepen en intensiteit van het scheepvaartverkeer zijn belangrijke randvoorwaarden bij het dimensioneren van de alternatieven voor doorkruising. Voor de scheepsafmetingen wordt gebruik gemaakt van de maatgevende bootafmetingen van de ECE (Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties) [ref. 2.]. In tabel 2.1 zijn de bijbehorende afmetingen opgenomen. In de haalbaarheidsstudie wordt het type 'groot zeiljacht' als maatgevend beschouwd. Voor wat betreft de intensiteit wordt uitgegaan van de laagste intensiteitsklasse voor de recreatievaart. Dit betreft een maximum van 10.000 passages van recreatievaartuigen per jaar.

tabel 2.1. Maatgevende afmetingen schepen

type schip	categorie	lengte (m)	breedte (m)	diepgang (m)	brughoogte (m)
open boot	RA	5,5	2,0	0,5	2,00
kajuitboot	RB	9,5	3,0	1,00	3,25
motorjacht	RC	15,0	4,0	1,50	4,00
groot zeiljacht	RD	15,0	4,0	2,10	30,00

Bron: [ref. 2.].

2.3.2. Regionale waterkering

kerende hoogte
De kerende hoogte is de minimale kruinhoogte die de regionale waterkering moet hebben om de maatgevende hydraulische belasting te kunnen weerstaan. De kerende hoogte is bepaald door:
- ontwerpwaterstand (inclusief relevante toeslagen);
- marge voor golfoverslag;
- zetting en bodemdaling.

Voor de regionale waterkering die om het projectgebied dient te worden aangelegd bij het alternatief keersluis, is zetting en bodemdaling wel relevant. Hiervan is een schatting gemaakt op basis van engineering judgement, waarbij de lokale bodemgesteldheid wordt meegewogen.

De ontwerpwaterstand van de regionale waterkering wordt niet gedimensioneerd op basis van de maatgevende hydraulische belasting (overschrijdingsfrequentie 1/20.000 per jaar), welke geldt voor de kerende hoogte van de kunstwerken. Voor de hoogte van de regionale waterkering het open keerpeil (OKP) bepalend. Het OKP is de hoogwaterstand waarbij de sluis dient te sluiten. De overschrijdingsfrequentie van de ontwerpwaterstand voor de regionale waterkering hangt daarmee direct samen met sluitfrequentie van de keersluis. Deze volgt uit de faalkansanalyse van de keersluis.

stabiliteit en sterkte
De regionale waterkering wordt ten aanzien van stabiliteit ontworpen op basis van engineering judgement. Gedetailleerde ontwerpberekeningen worden niet gemaakt.

2.4. Betrouwbaarheidsanalyse

Uit paragraaf 2.2 valt te concluderen dat de veiligheidsbenadering voor de ontwerpaspecten hoogte en stabiliteit en sterkte relatief concreet zijn. De constructie moet voldoende hoog zijn om te voorkomen dat bij de hydraulische ontwerpbelasting (te veel) water over de constructie heen slaat. Daarnaast moet de constructie voldoende stabiel en sterk zijn om de hydraulische ontwerpbelasting te kunnen weerstaan. Uitgangspunten bij de constructieve dimensionering zijn beschreven in paragraaf 2.3.

Voor de betrouwbaarheid van het sluitproces is de veiligheidsbenadering minder concreet. Het behalen van voldoende veiligheid van het sluitproces is een combinatie van zowel fysieke maatregelen (aantal en werking afsluitmiddelen), beheersmatige aspecten en de organisatie van de beheerder. Om de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, is voor beide alternatieven een faalkansanalyse uitgevoerd waarin alle genoemde aspecten zijn betrokken. Uit deze faalkansanalyse blijkt al dan niet of aan de faalkanseis wordt voldaan zoals is vastgesteld onder 'betrouwbaarheid sluitproces (BS)' in paragraaf 2.2.

Aan faalkanseisen ten aanzien van de aspecten hoogte en stabiliteit en sterkte wordt impliciet voldaan omdat de kunstwerken op deze aspecten worden ontworpen op de geldende hydraulische ontwerpbelastingen (zie paragraaf 2.2). Op deze aspecten is daarom geen uitgebreide faalkansanalyse uitgevoerd.

De kans op falen door niet sluiten van het waterkerende kunstwerk is uitgewerkt tot op geavanceerd niveau. Hierbij worden falen van hoogwateralarmeringssysteem, mobilisatie, bediening en technisch falen van de afsluitmiddelen beschouwd. De faalkansanalyse is vormgegeven in een foutenboom met als topgebeurtenis het falen van het kunstwerk als gevolg van niet sluiten.

Het laagste detailniveau van de foutenbomen is dat van hoofdonderdelen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de aandrijving van een afsluitmiddel of een bedieningsinstallatie als geheel. Voor faalkansen van separate elementen wordt gebruik gemaakt van de tabellen uit LKW2003 [ref. 3.]. Indien de tabellen op bepaalde onderdelen geen informatie geven, zal op basis engineering judgment een inschatting worden gemaakt.

2.5. Planperiode

Bij kunstwerken dient conform LKW2003 [ref. 3.] te worden uitgegaan van een planperiode van 100 jaar. Deze zal in dit project dan ook voor de keersluis en schutsluis worden gehanteerd. Onderdeel van het alternatief keersluis is een regionale waterkering om het plangebied. Voor dijken geldt normaal gesproken een planperiode van 50 jaar. Vanuit het oogpunt van vergelijkbaarheid en omdat de regionale waterkering een integraal onderdeel is van de keuze voor de keersluis wordt echter voorgesteld om ook voor de regionale waterkering een planperiode van 100 jaar te hanteren. Concreet betekent dit dat bij het ontwerp wordt uitgegaan van de hydraulische randvoorwaarden van het jaar 2110.

2.6. Hydraulische randvoorwaarden

2.6.1. Dagelijkse karakteristieken

De waterstand op het Spui wordt door zowel de afvoer van de rivieren als de waterstanden op de Noordzee beïnvloed. De dagelijkse karakteristieken van de waterstand bij Piershil zijn bepaald uit interpolatie van de waarden bij Middelharnis en Goidschalxoord [ref. 21.]. De karakteristieken zijn opgenomen in tabel 2.2.

tabel 2.2. Dagelijkse karakteristieken waterstand

	Goidschalxoord		Middelharnis		Piershil [1)]		
type tij	HW-stand (m + NAP)	LW-stand (m + NAP)	HW-stand (m + NAP)	LW-stand (m + NAP)	HW-stand (m + NAP)	LW-stand (m + NAP)	tijverschil (m)
gemiddeld tij	0,99	- 0,12	0,67	0,4	0,76	0,25	1,01
springtij	1,11	- 0,09	0,75	0,46	0,86	0,30	1,15
doodtij	0,86	- 0,13	0,68	0,42	0,73	0,26	0,99
gemiddelde waterstand		0,3		0,52		0,46	-

1. Deze waarden volgen uit interpolatie tussen de waarden bij Goidschalxoord en Middelharnis. De waarden voor Middelharnis zijn aangehouden voor de zuidelijke monding van het Spui, de waarden voor Goidschalxoord zijn aangehouden voor de noordelijke monding van het Spui.

2.6.2. Maatgevende hydraulische belastingen

Zoals in paragraaf 2.2 beschreven, geldt per ontwerpaspect een andere veiligheidsbenadering. Dit betekent dat ook de hydraulische randvoorwaarden per ontwerpaspect verschillen. Per ontwerpaspect zijn in deze paragraaf de hydraulische randvoorwaarden beschreven.

hoogte (HT)

Op het aspect hoogte geldt een ontwerpwaterstand van NAP + 3,4 m. Dit is de ontwerpwaterstand voor het jaar 2110 met een overschrijdingsfrequentie van 1/20.000 per jaar [ref. 10.]. Hierin zijn reeds een correctie voor invloed van Ruimte voor de Rivierproject Volkerak-Zoommeer en een correctie voor een langere stormopzetduur verwerkt (dit conform [ref. 11.]).[1] Ook toeslagen voor lokale opwaaiing, bochtwerking, lokale opstuwing, buistoten en seiches zijn (voor zover relevant) hierin reeds verwerkt.

Golfparameters zijn afzonderlijk bepaald met Hydra-BT (zie bijlage III). De significante golfhoogte (H_s) varieert afhankelijk van de hoek van golfinval van 0,55 tot 0,91 m.

De hydraulische ontwerprandvoorwaarden voor de regionale waterkering bij alternatief keersluis liggen niet op voorhand vast maar volgen uit de faalkansanalyse van de keersluis en de overschrijdingsfrequentielijn van de hoogwaterstand (zie 'betrouwbaarheid sluitproces' in deze paragraaf).

stabiliteit en sterkte (ST)

Voor het ontwerpaspect stabiliteit en sterkte geldt een ontwerpwaterstand van NAP + 3,3 m. Dit is de ontwerpwaterstand met een normfrequentie van 1/2.000 per jaar. Hierin zijn reeds een robuustheidstoeslag, een correctie voor invloed van Ruimte voor de Rivierprojecten en een correctie voor een langere stormopzetduur verwerkt (dit conform [ref. 11.]). Ook toeslagen voor lokale opwaaiing, bochtwerking, lokale opstuwing, buistoten en seiches zijn (voor zover relevant) hierin reeds verwerkt.

betrouwbaarheid sluitproces (BS)

Voor de betrouwbaarheid van het sluitproces is niet per definitie een vastgestelde hoogwaterstand relevant, maar de overschrijdingsfrequentielijn. Deze lijn geeft de relatie tussen hoogwaterstand en overschrijdingsfrequentie.

Om de betrouwbaarheid van de keersluis te vergroten is besloten een beheersmatige aanpassing te doen. Deze aanpassing betreft het permanent gesloten houden van de keersluis tijdens het stormseizoen (15 oktober tot en met 15 april). In het stormseizoen zijn de hoogwaterstanden namelijk extremer dan in het watersportseizoen. Door de keersluis in het stormseizoen gesloten te houden, wordt de faalkans van het sluitproces in het stormseizoen sterk gereduceerd.

[1] De correctie voor de langere stormduur (van 29 naar 35 uur) bedraagt + 0,128 m, de correctie voor Ruimte voor de Rivierproject Volkerak-Zoommeer bedraagt - 0,147 m (dijkpaal 60,35).

Om de betrouwbaarheid bij deze beheersmaatregel te kunnen kwantificeren, zijn twee afzonderlijke overschrijdingsfrequentielijnen bepaald, te weten:
1. voor het stormseizoen;
2. voor het watersportseizoen.

ad 1.
De algemene overschrijdingsfrequentielijn voor het jaar 2110 wordt representatief verondersteld voor de situatie binnen het stormseizoen. De overschrijdingsfrequentielijn is opgenomen in afbeelding 2.2. De waarden bij de lijn zijn opgenomen in tabel 2.3.

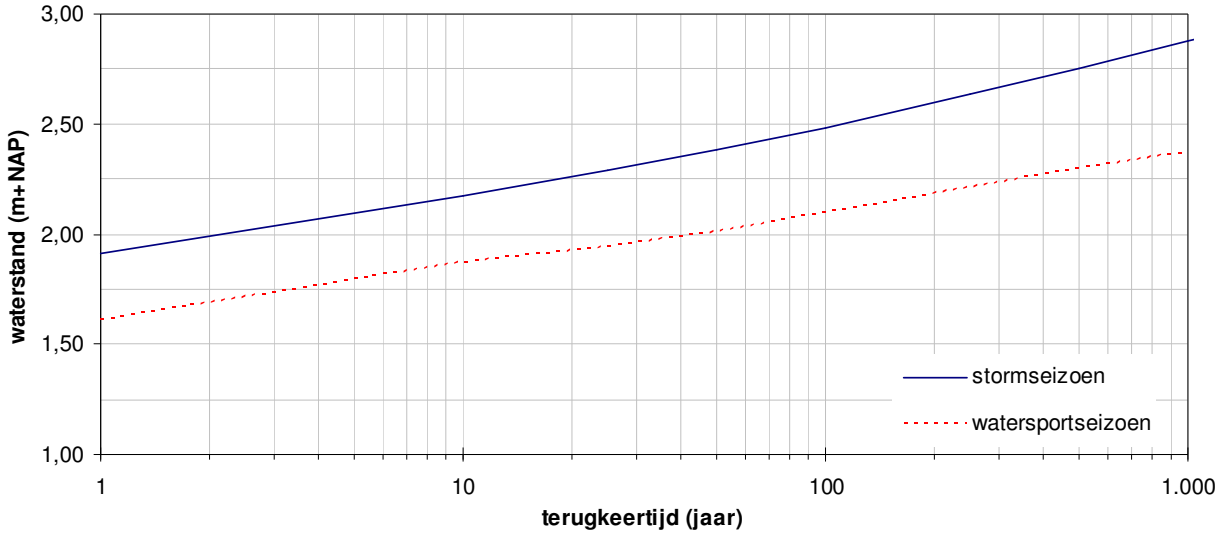
Het verloop van de overschrijdingsfrequentielijn van de waterstand voor het stormseizoen is bepaald met behulp van Hydra-BT. Hydra-BT berekent deze voor het jaar 2100. De planperiode loopt bij dit project echter tot het jaar 2110. De lijn uit Hydra-BT is daarom verhoogd met 4 cm (de gemiddelde jaarlijkse toename van de waarden op de lijn tussen HR2006 en 2100 is namelijk 4 mm). Tevens is in de overschrijdingsfrequentielijn een correctie voor invloed van Ruimte voor de Rivierproject Volkerak-Zoommeer verwerkt en een correctie voor een langere stormopzetduur (dit conform [ref. 11.])[1].

ad 2.
De overschrijdingsfrequentielijn voor het watersportseizoen is bepaald op basis van historische gegevens (zie ook de notitie in bijlage III). De lijn is bepaald op basis van een 95 % bovengrens analyse van historische waterstanden. Hierin zitten echter geen toekomstige ontwikkelingen verwerkt.

Om toekomstige ontwikkelingen gedurende de planperiode mee te nemen, is de lijn verhoogd met een toeslag (zie ook kader 'toekomstige ontwikkelingen hoogwaterstand zomer'). Deze toeslag is gelijkgenomen aan het verschil tussen de overschrijdingsfrequentielijn van 2110 en die uit de HR2006 voor het stormseizoen en bedraagt circa 40 cm.

toekomstige ontwikkelingen hoogwaterstanden zomer
Er zijn geen concrete gegevens over de toename van de hoogwaterstanden in de zomer. Het Spui wordt zowel beïnvloedt door de waterstand op de Noordzee als de afvoer van de rivieren. De verwachting is dat in de toekomst 's zomers lagere rivierafvoeren zullen optreden. Dit betekent echter niet per definitie dat hoogwaters in de zomer ook lager zullen zijn. Daarnaast staat vast dat de zeespiegel de komende eeuw zal stijgen. Gezien de ligging van het Spui in het benedenrivierengebied, wordt verondersteld dat de invloed van de zeespiegelstijging dominant is ten opzichte van de afgenomen rivierafvoer. Een eventueel gunstig effect van de lagere rivierafvoer in de zomer op het zomerhoogwater, wordt verwaarloosd.

afbeelding 2.2. Overschrijdingsfrequentielijn waterstand



NB: Het is niet gebruikelijk om bij een probabilistische analyse (zoals bij de betrouwbaarheid van het sluitproces) robuustheidstoeslag in rekening te brengen. Hier is deze daarom ook niet meegenomen.

tabel 2.3. Waarden bij overschrijdingsfrequentielijnen

terugkeertijd (jaren)	hoogwaterstand (m+NAP)				
	stormseizoen			watersportseizoen [3]	
	HR2006 [1]	2100 [2]	2110	historisch	2110
1	1,60	1,89	1,91	1,30	1,61
10	1,91	2,18	2,20	1,60	1,89
25	2,03	2,29	2,31	1,68	1,96
50	2,11	2,38	2,41	1,74	2,03
100	2,19	2,49	2,51	1,80	2,11
250	2,30	2,64	2,66	1,88	2,23
500	2,39	2,75	2,77	1,94	2,32
1.000	2,50	2,87	2,90	2,00	2,40
1.250	2,53	2,91	2,93		
2.000	2,61	2,99	3,01		
4.000	2,73	3,11	3,13		
10.000	2,89	3,26	3,28		
20.000	3,01	3,37	3,40		

NB: bij grijs gearceerde cellen: punt toegevoegd op basis van extrapolatie

1. Uit Hydra-B (zie berekening bijlage III).
2. Uit Hydra-BT (zie berekening bijlage III).
3. Waarden met overschrijdingfrequentie lager dan 1/1.000 per jaar niet beschouwd.

2.6.3. Laagwaterstand

Voor het ontwerp zijn naast extreme hoogwaterstanden ook laagwaterstanden relevant. De onderschrijdingsfrequenties van laagwaterstanden voor Piershil zijn benaderd op basis van waterstandsgegevens ter plaatse van Goidschalxoord en Middelharnis [ref. 21.]. Voor de waterstand ter hoogte van Piershil is lineair geïnterpoleerd tussen deze waarden (zie tabel 2.4).

tabel 2.4. Laagwaterstanden met frequentie van optreden

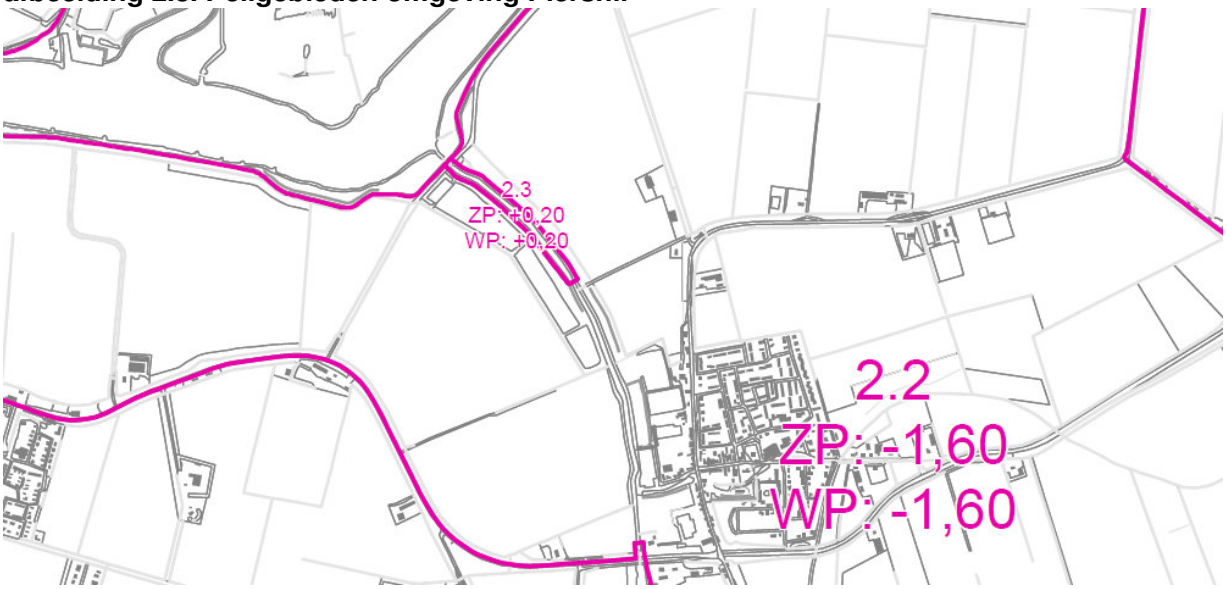
frequentie (per jaar)	waterstand (in m + NAP)		
	Goidschalxoord	Middelharnis	Piershil [1)]
1/10	- 0,80	- 0,40	- 0,52
1	- 0,65	- 0,20	- 0,33

1. Deze waarden volgen uit interpolatie tussen de waarden bij Goidschalxoord en Middelharnis.

2.6.4. Polderwaterstand

De waterstand in de polder varieert over verschillende peilvakken [ref. 18.]. Direct achter de dijk ligt een klein peilvak dat het kanaal loodrecht op de dijk omvat. Het streefpeil van dit peilvak is NAP + 0,20 m. In het overgrote deel van het plangebeid ligt het polderpeil echter veel lager met NAP - 1,60 m (zie afbeelding 2.3).

afbeelding 2.3. Peilgebieden omgeving Piershil



bron: Peilgebieden Polder Klein Piershil en Molenpolder [ref. 18.]

2.7. Morfologische effecten

De morfologische effecten van de doorkruising bij het alternatief keersluis zijn uitgewerkt in een aparte notitie [ref. 14.]. De betreffende notitie is opgenomen in bijlage IX. De conclusies van deze studie zijn:

- de morfologische effecten in het Spui zijn te verwaarlozen;
- de bodem van de keersluis in het toegangskanaal zal sterk aanzanden (orde meters per jaar);
- de morfologische effecten bij de schutsluis zijn nihil;
- morfologische effecten in het toegangskanaal en de haven zijn niet significant;
- het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen heeft geen significant effect op de berekende aanzanding als gevolg van het heropenen van de haven.

Tevens is dit als uitgangspunt meegenomen in de raming van de kosten voor onderhoud. Tenslotte geldt dit als risico voor de werking van de afsluitmiddelen (belemmering sluiting door aanzanding).

2.8. Geotechnische uitgangspunten

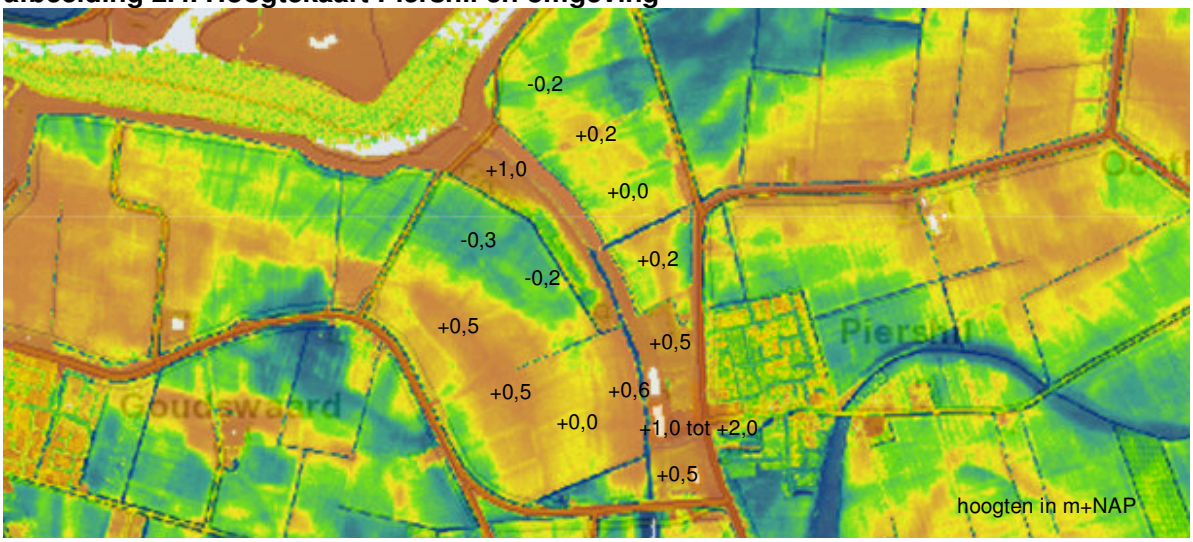
Geotechnische gegevens zijn onttrokken aan Dino-loket. Deze zijn gebruikt voor het bepalen van de fundering (paalpuntniveau) en de kwelschermen. Uit de beschikbare sonderingen (zie ook bijlage II) volgt dat de draagkrachtige zandlaag op een diepte van circa NAP - 20 m ligt. Vanaf maaiveld tot de draagkrachtige laag varieert de bodemopbouw relatief sterk. De bodem bestaat over deze diepte uit

afwisselend relatief dunne lagen van fijn (siltig tot kleiig) zand en lagen (siltig tot zandige) klei. Lokaal komt vanaf NAP - 5 à - 6 m een laag venige klei tot veen voor met een dikte van circa 1 à 2 m.

2.9. Maaiveldligging

Zoals blijkt uit afbeelding 2.4 varieert het maaiveld in het gebied in hoogte [ref. 19.]. In de afbeelding is op enkele punten in het projectgebied de hoogte in m ten opzichte van NAP opgenomen. Rond het havenkanaal vanaf de inlaat Piershil ligt het maaiveld relatief hoog met circa NAP + 1,0 m. In de rest van het gebied varieert het maaiveld van circa NAP - 0,3 m tot NAP + 0,5. De bebouwde kom van Piershil ligt relatief hoog. Dit geldt met name voor de kaden rond de haven. Hier varieert het maaiveld van NAP + 1,0 m tot circa NAP + 2,0 m.

afbeelding 2.4. Hoogtekaart Piershil en omgeving



bron: www.ahn.nl

2.10. Wegen

Bij de haalbaarheidsstudie uit 2007 is ten aanzien van het onderbreken van de infrastructuur ter plekke van de doorkruising het volgende opgemerkt:

- onderbreking van de fietsroute over de dijk langs het Spui is ongewenst, omrijden via Piershil duurt te lang;
- de doorkruising mag geen obstakel vormen voor de calamiteitenorganisatie van het waterschap. Dit in verband met inspectie aan de dijk.

Om deze reden is destijds bepaald dat de doorkruising moet worden voorzien van een beweegbare brug. Het toepassen van een vaste brug wordt niet wenselijk geacht aangezien het maatgevende schip (paragraaf 2.3.1) een brughoogte van 30 m vereist.

Er wordt van uitgegaan dat voor elk alternatief een beweegbare brug wordt toegepast die geschikt is voor verkeersklasse 45. Een ander uitgangspunt is dat de brug op afstand bestuurd wordt vanaf een centrale waarmee via mobiele telefoon of marifoon contact kan worden opgenomen. De enige variatie tussen de alternatieven wordt bepaald door de te overspannen lengte. Deze is voor de keersluis iets kleiner dan voor de schutsluis. Er wordt echter van uitgegaan dat de overspanning van dezelfde orde is voor beide alternatieven.

2.11. Inlaat Piershil

De inlaat Piershil is gelegen ter hoogte van de toekomstige doorkruising. De inlaat verzorgt de watervoorziening van de achterliggende polder in perioden van droogte (met name de zomer). Ten behoeve van deze studie wordt er van uitgegaan dat de inlaat zal worden verwijderd. De aanvoer van water naar de polder dient echter gewaarborgd te blijven.

Een nieuwe inlaatvoorziening is voor alternatief keersluis niet noodzakelijk. De keersluis staat in de droge periode namelijk open. Voor de alternatief schutsluis geldt dat deze in principe gesloten is. Inlaten van buitenwater in de polder kan bij de schutsluis door het openen van de nivelleerschuiven in de deuren van de schutsluis. Een nieuwe inlaatvoorziening is bij de schutsluis dan ook niet noodzakelijk. Er wordt van uitgegaan dat deze extra functie geen nadelige invloed heeft op het schutbedrijf en dat een eventueel negatief effect van deze functie op de betrouwbaarheid van de schutsluis nihil is.

De aanleg van nieuwe stuwen en peilscheidingen in het achterliggende gebied wordt in deze studie verder buiten beschouwing gelaten. Deze zijn namelijk niet per definitie het gevolg van de doorkruising maar meer van de inrichting van het plangebied.

3. KEERSLUIS

3.1. Beschrijving keersluis

In de eerdere haalbaarheidsstudie is de semi-open verbinding van Piershil met het Spui vormgegeven door een keersluis met vloeddeuren (puntdeuren). De vloeddeuren zullen in het watersportseizoen principe open zijn tenzij de waterstand op het Spui boven een bepaald niveau komt. Wanneer de vloeddeuren geopend zijn, dringt de invloed van het getij in het plangebied door. Een regionale waterkering is daarom nodig om dergelijke peilfluctuaties te kunnen keren. Naast de aanleg van een keersluis zal daarom ook het nodige grondverzet moeten worden uitgevoerd.

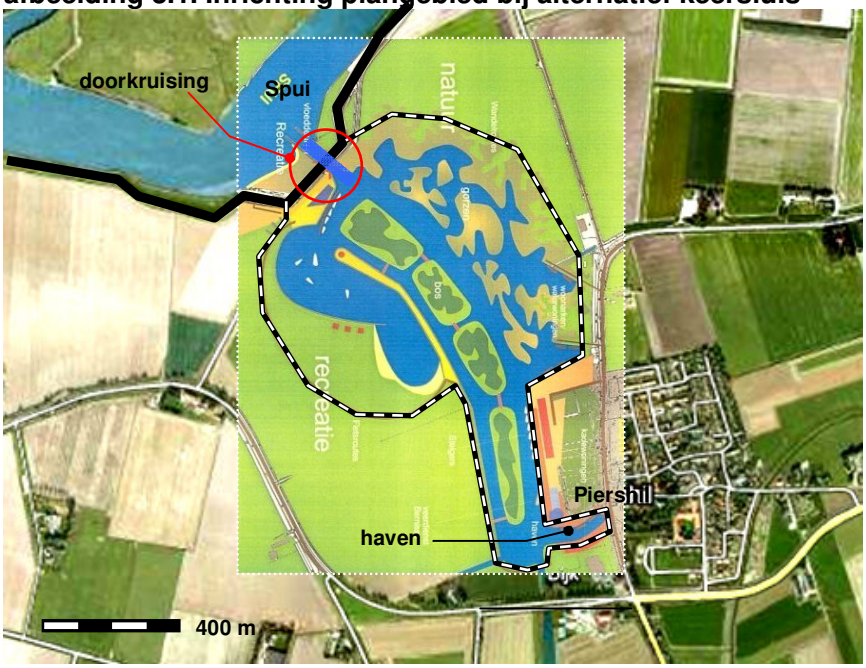
Hoogwaterstanden zullen (als gevolg van storm op zee en een hoge rivierafvoer) met name optreden in het stormseizoen (15 oktober tot 15 april). Daarom zal de keersluis in het stormseizoen gesloten zijn. Door de keersluis in het stormseizoen gesloten te houden, wordt de faalkans van het sluitproces in het stormseizoen sterk gereduceerd.

3.2. Relatie met Plan Swane Blake

Het ontwerp van de keersluis hangt sterk samen met de inrichting van het projectgebied en omgekeerd. Bij alternatief keersluis zal een regionale waterkering rond het projectgebied moeten worden aangelegd om de dagelijkse fluctuatie te kunnen weerstaan. De ligging is weergegeven in afbeelding 3.1. Hierbij is uitgegaan van variant 3 van Plan Swane Blake. Een groot deel van het projectgebied zal moeten worden ontgraven om scheepvaart mogelijk te maken. Met de vrijgekomen grond zal tevens een deel van gebied moeten worden opgehoogd om te voorkomen dat dit (te vaak) onder water komt te staan als gevolg van de invloed van het getij.

Er wordt van uitgegaan dat Piershil en omgeving geen significante nadelige invloed zullen ondervinden van de introductie van de waterstandsfluctuatie in het gebied. In het verleden is dezelfde waterstandsfluctuatie immers ook tot in de haven van Piershil doorgedrongen.

afbeelding 3.1. Inrichting plangebied bij alternatief keersluis



primaire waterkering

regionale waterkering

3.3. Schetsontwerp

In deze paragraaf is het schetsontwerp van de verschillende constructieonderdelen en ontwerpaspecten beschreven voor zowel de keersluis (paragraaf 3.3.1) als de regionale waterkering (paragraaf 3.3.2). Op het schetsontwerp zijn de uitgangspunten uit paragraaf 2.3.1 van toepassing. Het resultaat van het schetsontwerp is opgenomen in bijlage V.

3.3.1. Keersluis

kerende hoogte

De kerende hoogte is de minimale hoogte die de waterkering (sluisplateau en sluisdeuren) moet hebben om de maatgevende hydraulische belasting te kunnen weerstaan. De kerende hoogte is bepaald bij een ontwerpwaterstand van NAP + 3,40 m (zie paragraaf 2.6.2) en een kritiek overslagdebiet van 1 l/s/m. Hierbij is gerekend met verschillende combinaties van golfhoogte en hoek van golfinval (zie ook paragraaf 2.6.2). De berekening van de minimaal benodigde kruinhoogte is opgenomen in bijlage IV. Op basis van de berekening is de hoogte van sluisdeuren en sluisplateau bepaald op NAP + 5,2 m.

afmetingen betonconstructie

Voor de afmetingen van de keersluis wordt een enkelstrooks profiel met de volgende afmetingen aangehouden:

- kolkbreedte = 1,6·B (B = breedte maatgevende schip) = 1,6 · 4,0 = 6,4 m;
- drempeldiepte = 1,3·d (d = diepgang maatgevend schip) = 1,3 · 2,1 = 2,73 m. De drempeldiepte is bepaald ten opzichte van de 1 x per 10 jaar onderschreden laagwaterstand (NAP - 0,52 m). De drempeldiepte komt hiermee op NAP - 3,25 m.

De betonconstructie van de sluis bestaat globaal uit een buitenhoofd en een binnenhoofd. Het buitenhoofd en binnenhoofd bevatten de afsluitmiddelen. De betonconstructies van buitenhoofd en binnenhoofd worden vooralsnog verondersteld identiek te zijn. De dimensionering van de betonconstructie is als volgt:

- dikte wanden: 1,2 m;
- dikte vloeren: 1,2 m.

De lengte van de keersluis hangt samen met het ruimtebeslag van de afsluitmiddelen.

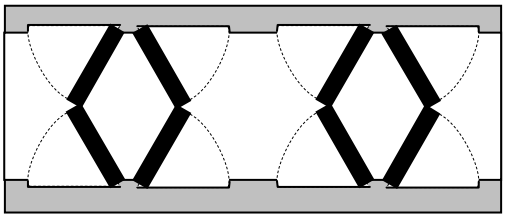
afsluitmiddelen

Om te kunnen voldoen aan de eis aan de betrouwbaarheid van de keersluis is het nodig om de keersluis van twee afsluitmiddelen te voorzien. Indien een van de twee afsluitmiddelen zou weigeren, dan kan de keersluis alsnog gesloten worden met het andere afsluitmiddel.

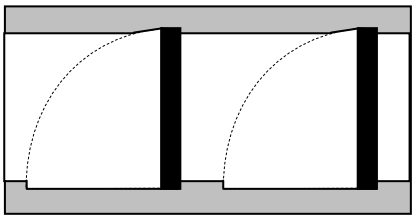
De keersluis is binnen het stormseizoen gesloten. Het peil in het projectgebied wordt dan gehandhaafd op een bepaald niveau, terwijl de buitenwaterstand fluctueert onder invloed van getij en rivierafvoer. Het verval over de gesloten keersluis zal hierdoor wisselend richting Spui en richting projectgebied zijn. Dit vereist een afsluitmiddel dat in twee richtingen een verval kan keren. Er zijn hiervoor verschillende mogelijkheden. De meest voor de hand liggende zijn (zie ook afbeelding 3.2):

1. puntdeuren;
2. draaideuren;
3. hefdeuren;
4. roldeuren.

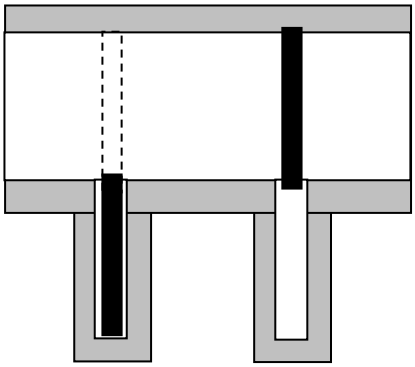
afbeelding 3.2. Typen afsluitmiddelen



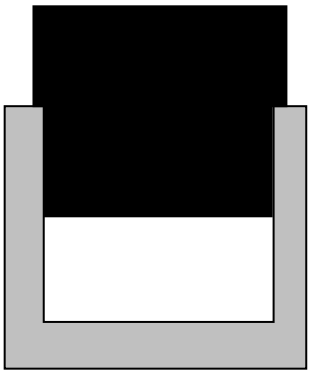
puntdeuren



draaideuren



roldeuren



hefdeuren (vooraanzicht)

ad 1.
Bij puntdeuren bestaat het afsluitmiddel uit een set van twee deuren die V-vormig tegen elkaar staan, zodat de deuren door de waterdruk dicht worden gehouden. Een nadeel van puntdeuren is dat een set deuren slechts in één richting water keren. Om de keersluis van twee hoogwaterkerende afsluitmiddelen te kunnen voorzien, zijn daarom 4 sets puntdeuren nodig (in totaal 8 deuren). Als gevolg van het ruimtebeslag van deze afsluitmiddelen, wordt de constructie keersluis relatief lang.

ad 2.
Bij draaideuren bestaat het afsluitmiddel uit een deur die scharnierend is bevestigd aan de kolkwand. In gesloten stand wordt de draaideur vergrendeld aan de overstaande kolkwand. Een draaideur is daarmee dubbelkerend.

ad 3.
Bij hefdeuren bestaat het afsluitmiddel uit een deur die middels een hijsinrichting in een sponning kan worden neergelaten om de sluis af te sluiten. Een hefdeur is dubbelkerend. De hefdeur heeft als tweede voordeel dat deze relatief ongevoelig is voor obstakels of aanzanding op de bodem van de sluis. Een nadeel van een hefdeur is echter dat deze de doorvaarthoogte sterk beperkt.

ad 4.
Roldeuren bestaan uit deuren die vanuit een uitsparing in de wand over de sluisbodem rollen om de sluis af te sluiten. Een roldeur is dubbelkerend. De uitsparing die nodig is bij roldeuren stellen extra eisen aan de constructie. Daarnaast is een nadeel van roldeuren dat deze relatief gevoelig zijn voor obstakels of aanzanding op de bodem van de sluis.

Op basis van het voorgaande is er voor gekozen om de keersluis te voorzien van draaideuren. De draaideuren van de sluis worden uitgevoerd in staal. De deuren hebben de volgende kenmerken:

- hoogte: 8,45 m (bovenkant op NAP + 5,2 m en onderkant op NAP - 3,25 m);
- breedte: 7,4 (breedte kolk 6,4 m + 1,0 m voor sparingen in de kolkwand);
- dikte: 0,5 m;
- gewicht: circa 30 ton.

fundering
De ondergrond is niet draagkrachtig genoeg om de sluis op staal te kunnen funderen. Er zal daarom een paalfundering worden toegepast. De kenmerken van de fundering zijn:
- betonpalen: 320 x 320 m;
- lengte palen: 19 m (paalpuntniveau op circa NAP - 22 à - 23 m, zie ook paragraaf 2.8);
- hart op hart afstand: circa 2 m;
- aantal palen: 60 stuks.

kwelschermen
Ten aanzien van schetsontwerp van de kwelschermen is uitgegaan van een ondergrond van fijn zand. Kwelschermen zullen voldoende diep en voldoende breed moeten zijn om onder- en achterloopsheid[2] te voorkomen. Het schetsontwerp met betrekking tot de kwelschermen bestaat uit kwelschermen onder binnenhoofd en buitenhoofd, aangebracht tot een diepte van 6 m onder de constructie.

3.3.2. Regionale waterkering

dimensionering
Voor het bepalen van de kruinhoogte van de regionale waterkering is in eerste instantie de maximaal te verwachten waterstand in het projectgebied relevant. De hoogte van deze waterstand hangt samen met de betrouwbaarheid van het sluitproces van het systeem keersluis + regionale waterkering. In paragraaf 3.4 is vastgesteld dat de betrouwbaarheid van het sluitproces bij een open keerpeil (OKP) van NAP + 1,9 m voldoet aan de faalkanseis vanuit de dijkringbenadering. Deze waterstand geldt als ontwerpwaterstand de regionale waterkering rond het projectgebied.

Naast de ontwerpwaterstand dient een waakhoogte voor golfoploop in acht te worden genomen. Er is van uitgegaan dat de golfhoogte in het projectgebied relatief laag zal zijn als gevolg van de aanleg van relatief hooggelegen gorzen en recreatiegebied langs de randen van het projectgebied (conform alternatief 3 van het Plan Swane Blake, zie ook afbeelding 1.2). De golfhoogte wordt hierdoor beperkt. Er is daarom uitgegaan van een waakhoogte voor golfoploop van 0,5 m. De kruinhoogte komt daarmee op NAP + 2,4 m. De breedte van de kruin zal worden aangehouden op 3,0 m. De kade zal verder worden ontworpen met taluds 1:3.

materiaalgebruik
Een standaardontwerp van een dijklichaam bestaat uit een zandkern met kleibekleding. Er dient in het projectgebied echter veel grond ontgraven te worden. Het huidige maaiveld ligt rond NAP maar ten behoeve van de recreatievaart zal plaatselijk tot circa NAP - 3 m moeten worden ontgraven. Het vrijkomende materiaal bestaat naar verwachting uit kleiïg zand en zandige klei. De verwachting is dat dit materiaal redelijk geschikt is voor toepassing als kernmateriaal. Het verwerken van de in het projectgebied vrijgekomen grond als kernmateriaal levert een besparing op ten aanzien van zowel afvoer als aanvoer van materiaal.

Voor de toepassing als bekledingsmateriaal zal de vrijgekomen grond waarschijnlijk onvoldoende erosiebestendig zijn. Daarom zal bekledingsmateriaal moeten worden aangevoerd. De bekleding zal bestaan uit een laag klei van erosiebestendigheidsklasse 1 met een dikte[3] van 0,6 m.

---

[2] Bij onder- of achterloopsheid worden door een kwelstroom onder of langs de constructie zanddeeltjes meegevoerd. Dit kan tot ondermijning van de constructie leiden.

[3] Deze laagdikte is bepaald op basis van ervaring met verbetering van regionale waterkeringen.

3.4. Betrouwbaarheid sluitproces

Om de betrouwbaarheid van het sluitproces van de keersluis te kunnen bepalen, is in deze paragraaf een faalkansanalyse uitgevoerd voor het systeem keersluis + regionale waterkering. De faalkansanalyse is uitgevoerd door middel van een foutenboom.

Het behalen van voldoende veiligheid van het sluitproces is een combinatie van fysieke maatregelen (aantal en werking afsluitmiddelen), beheersmatige aspecten en de organisatie van de beheerder. Deze aspecten zijn in de foutenboom verwerkt. De fysieke en beheersmatige aspecten waarop de faalkansanalyse voor alternatief keersluis is gebaseerd, zijn als volgt:

- aantal afsluitmiddelen:
  - de keersluis wordt voorzien van twee hoogwaterkerende afsluitmiddelen;
- de energievoorziening zal bestaan uit:
  - een aansluiting op het stroomnet;
  - een noodaggregaat;
- de aandrijving van de afsluitmiddelen bij de keersluis is in principe automatisch (op basis van een waterstandsmeting en een voorspelling);
- de sluis wordt door het waterschap opgenomen in de relevante procedures voor handelen in geval van hoogwater;
- de automatische sluiting wordt ter plaatse gecontroleerd door de medewerkers van de wachtdienst;
- indien de automatische sluiting faalt, kan lokaal met noodaggregaat of handmatig worden gesloten;
- de keersluis kent het volgende sluitingsregime:
  - binnen stormseizoen: de keersluis is in principe gesloten[4];
  - buiten stormseizoen: de keersluis is in principe geopend.

hoogte, stabiliteit en sterkte

De aspecten hoogte, stabiliteit en sterkte zijn in de faalkansanlayse niet meegenomen. Aan de faalkanseisen ten aanzien van deze aspecten wordt impliciet voldaan omdat het kunstwerk op deze aspecten wordt ontworpen op de geldende hydraulische ontwerpbelastingen (zie paragraaf 2.2). Op deze aspecten kan daarom een uitgebreide faalkansanalyse achterwege blijven.

Uit de foutenboom (zie bijlage VII) volgt een de kans op falen als gevolg van niet sluiten van $4{,}9 \cdot 10^{-7}$ per jaar. Hierbij is het open keerpeil bepaald op NAP + 1,90 m, een waterstand met een overschrijdingsfrequentie van 1/10 per jaar. De keersluis zal naar verwachting in het watersportseizoen dus gemiddeld eens per 10 jaar moeten sluiten in verband met hoogwater. De bepaalde faalkans is lager dan de faalkanseis van $6{,}9 \cdot 10^{-7}$ zoals is vastgesteld onder 'betrouwbaarheid sluitproces (BS)' in paragraaf 2.2. De betrouwbaarheid van de keersluis voldoet daarmee aan de eis.

[4] Binnen het stormseizoen is de intensiteit van de pleziervaart doorgaans minimaal. Deze beperking wordt daarom acceptabel geacht.

4. SCHUTSLUIS

4.1. Beschrijving schutsluis

De verbinding tussen het Spui en de haven van Piershil wordt bij dit alternatief gevormd door een schutsluis. Een schutsluis is geschikt om schepen te laten passeren, maar voorkomt de uitwisseling van water tussen Spui en plangebied. Door het toepassen van een schutsluis kan het peil in de polder op één niveau gehouden worden. Een schutsluis is een omvangrijker kunstwerk dan een keersluis. Het grondverzet is voor dit alternatief beperkt, omdat er geen regionale waterkering hoeft te worden aangelegd zoals bij alternatief keersluis.

4.2. Relatie met Plan Swane Blake

Bij het ontwerp van de schutsluis is samenhang met de inrichting van het projectgebied kleiner dan de bij het alternatief keersluis. Bij de schutsluis is in principe geen regionale waterkering nodig. De dagelijkse getijfluctuatie treedt namelijk niet binnen in het projectgebied. In het projectgebied zal de waterstand op een vast peil worden gehandhaafd. De hoogte van dit peil hangt af van onder andere de volgende aspecten:

1. het peilbeheer in het gebied;
2. de grondbalans;

ad 1.

Momenteel ligt het peil in het havenkanaal bij de inlaat Piershil op NAP + 0,2 m. Het peil rond Piershil ligt echter aanmerkelijk lager met NAP - 1,60 m. In het verleden, toen de haven nog in open verbinding stond met het Spui, is de waterstand op het havenkanaal en in de haven regelmatig hoger geweest. Naar verwachting is in het verleden een waterstand van rond de NAP + 1,5 m met een regelmaat van eens per jaar opgetreden. De gemiddelde waterstand lag destijds naar schatting rond NAP + 0,3 m.

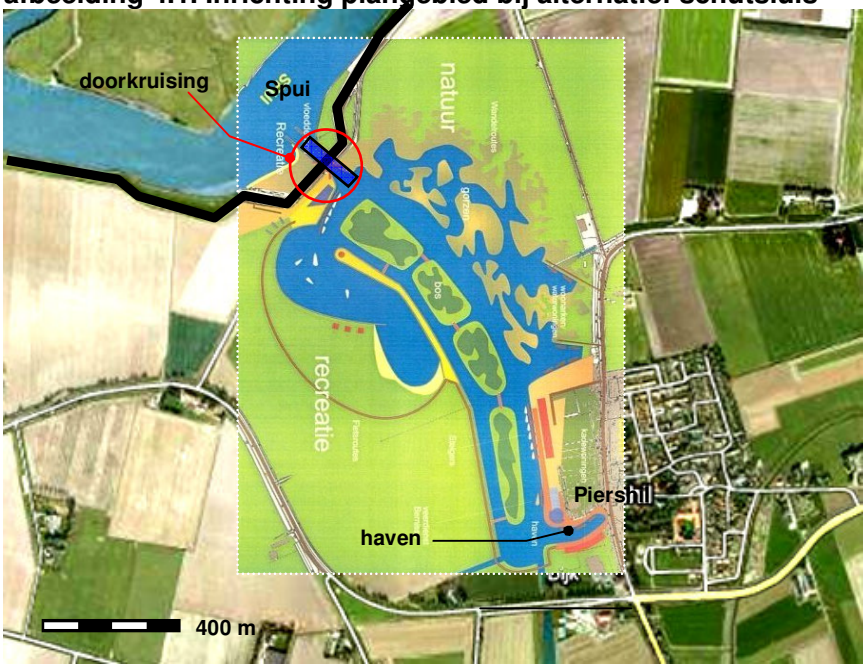
ad 2.

Het maaiveld in de omgeving varieert tussen NAP - 0,2 m tot NAP + 0,5 m. Indien een relatief laag peil wordt aangehouden, zal de hoeveelheid te ontgraven grond relatief groot zijn om een minimale vaardiepte te kunnen garanderen. Indien een relatief hoog peil wordt aangehouden, dan zal lokaal het maaiveld rond het projectgebied moeten worden verhoogd omdat dit nu plaatselijk vrij laag ligt. Het peil dient zodanig te worden gekozen dat met een gesloten grondbalans[5] kan worden gewerkt.

In dit stadium is er nog te weinig bekend over de inrichting van het projectgebied om een goed onderbouwde keuze voor het aan te houden peil te kunnen maken. Er wordt daarom voorgesteld om uit te gaan van een peil van NAP + 0 m. Dit peil is ruim hoger dan het huidige streefpeil rond Piershil, maar is lager dan de gemiddelde waterstand in de haven voor de afsluiting. Er wordt dan ook van uitgegaan dat dit peil geen significante nadelige invloed zal hebben op Piershil en omgeving.

[5] Bij een gesloten grondbalans wordt de ontgraven grond binnen het projectgebied gebruikt voor lokale ophoging van het maaiveld. Aanvoer en afvoer van materaal wordt hierdoor geminimaliseerd.

afbeelding 4.1. Inrichting plangebied bij alternatief schutsluis



primaire waterkering

4.3. Schetsontwerp

In deze paragraaf is het schetsontwerp van de verschillende constructieonderdelen en ontwerpaspecten van de schutsluis beschreven. Op het schetsontwerp zijn de uitgangspunten uit paragraaf 2.3.1 van toepassing. Het resultaat van het schetsontwerp is opgenomen in bijlage VI.

kerende hoogte

De kerende hoogte is de minimale hoogte die de waterkering (sluisplateau en sluisdeuren) moet hebben om de maatgevende hydraulische belasting te kunnen weerstaan. De kerende hoogte is bepaald bij een ontwerpwaterstand van NAP + 3,40 m (zie paragraaf 2.6.2) en een kritiek overslagdebiet van 1 l/s/m. Hierbij is gerekend met verschillende combinaties van golfhoogte en hoek van golfinval (zie ook paragraaf 2.6.2). De berekening van de minimaal benodigde kruinhoogte is identiek aan de berekening voor het alternatief keersluis en is opgenomen in bijlage IV. Op basis van de berekening is de hoogte van sluisdeuren en sluisplateau bepaald op NAP + 5,2 m.

afmetingen betonconstructie

Ten aanzien van de vereiste afmetingen van de schutsluis is voorgeschreven [ref. 2.] dat een schutsluis in de laagste capaciteitsklasse (tot 10.000 recreatievaartuigen per jaar) tenminste geschikt dient te zijn voor vier jachten (twee breed, twee lang). Voor de afmetingen van de sluiskolk zijn de volgende vuistregels gebruikt:

- kolkbreedte = 2,25·B (B = breedte maatgevende schip) = 2,25 · 4,0 = 9,0 m;
- lengte kolk = 2,1·L (L = lengte maatgevende schip) = 2,1 · 15,0 = 31,5 m;
- drempeldiepte = d + 0,4 m (d = diepgang maatgevend schip) = 2,1 + 0,4 = 2,5 m. De drempeldiepte is bepaald ten opzichte van de 1 x per 10 jaar onderschreden laagwaterstand. Deze bedraagt NAP - 0,52 m. De drempeldiepte komt hiermee op NAP - 3,0 m (afgerond)[6].

[6] De drempel van het binnenhoofd zou in principe 0,5 m hoger kunnen worden aangehouden. Het peil in het projectgebied is namelijk 0,5 m hoger dan de 1/10 per jaar onderschreide waterstand op het Spui. Omdat de winst in materiaalverbruik relatief beperkt is en omdat dit het ontwerp extra compliceert, is vooralsnog één drempeldiepte aangehouden.

De betonconstructie van de sluis bestaat uit een buitenhoofd, een binnenhoofd en een sluiskolk. Het buitenhoofd en binnenhoofd bevatten de afsluitmiddelen. De betonconstructies van buitenhoofd, binnenhoofd en kolk worden vooralsnog verondersteld identiek te zijn. De dimensionering van de betonconstructie is als volgt:
- dikte wanden: 1,2 m;
- dikte vloeren: 1,2 m.

De lengte van de schutsluis hangt samen met het ruimtebeslag van de afsluitmiddelen.

afsluitmiddelen
Een schutsluis heeft per definitie tenminste twee afsluitmiddelen om schepen te kunnen schutten. Een schutsluis die uitsluitend voor het schutten van schepen wordt gebruikt (zoals hier het geval is), is per definitie gesloten (er is namelijk altijd tenminste één deur gesloten). Om te kunnen voldoen aan de eis aan de betrouwbaarheid van de schutsluis, worden beide afsluitmiddelen hoogwaterkerend uitgevoerd.

Het peil in het projectgebied wordt gehandhaafd op een vast peil, terwijl de buitenwaterstand fluctueert onder invloed van getij en rivierafvoer. Het verval over de gesloten schutsluis zal hierdoor wisselend richting Spui en richting projectgebied zijn. Dit vereist een afsluitmiddel dat in twee richtingen een verval kan keren. Er zijn hiervoor verschillende mogelijkheden zoals reeds beschreven bij alternatief keersluis (zie pargaraaf 3.3.1).

Net als bij alternatief keersluis is er voor gekozen om de schutsluis te voorzien van draaideuren. De draaideuren van de sluis worden uitgevoerd in staal. De deuren hebben de volgende kenmerken:
- hoogte: 8,2 m (bovenkant op NAP + 5,2 m en onderkant op NAP - 3,00 m);
- breedte: 10,0 m (breedte kolk 9,0 m + 1,0 m voor sparingen in de kolkwand);
- dikte: 0,5 m;
- gewicht: circa 40 ton.

fundering
De ondergrond is niet draagkrachtig genoeg om de sluis op staal te kunnen funderen. Er zal daarom een paalfundering worden toegepast. De kenmerken van de fundering zijn:
- betonpalen: 320 x 320 m;
- lengte palen: 19 m (paalpuntniveau op circa NAP - 22 à - 23 m, zie ook paragraaf 2.8);
- hart op hart afstand: circa 2 m;
- aantal palen: 180 stuks.

kwelschermen
Ten aanzien van schetsontwerp van de kwelschermen is uitgegaan van een ondergrond van fijn zand. Kwelschermen zullen voldoende diep en voldoende breed moeten zijn om onder- en achterloopsheid te voorkomen. Het schetsontwerp met betrekking tot de kwelschermen bestaat uit kwelschermen onder binnenhoofd en buitenhoofd, aangebracht tot een diepte van 6 m onder de constructie. Het ontwerp van de kwelschermen is nagenoeg identiek met het ontwerp bij de keersluis.[7]

4.4. Betrouwbaarheid sluitproces
Om de betrouwbaarheid van het sluitproces te kunnen bepalen, is in deze paragraaf een faalkansanalyse uitgevoerd voor het alternatief schutsluis. De faalkansanalyse is uitgevoerd door middel van een foutenboom.

[7] Hoewel de constructie van de schutsluis aanmerkelijk langer is dan bij de keersluis, mag de toegenomen horizontale kwelweglengte niet als extra weerstand tegen onder- en achterloopsheid worden meegerekend. De bijdrage van de horizontale kwelweg dient namelijk worden verwaarloosd omdat er rekening moet worden gehouden met het ontstaan van een zettingsspleet onder de op palen gefundeerde constructie.

Het behalen van voldoende veiligheid van het sluitproces is een combinatie van fysieke maatregelen (aantal en werking afsluitmiddelen), beheersmatige aspecten en de organisatie van de beheerder. Deze aspecten zijn in de foutenboom verwerkt. De fysieke en beheersmatige aspecten waarop de faalkansanalyse voor het alternatief schutsluis is gebaseerd, zijn als volgt:

- afsluitmiddelen:
  - de schutsluis zal worden voorzien van draaideuren met een vergrendelingsmechanisme. Dit type deuren kan in twee richtingen een waterstandsverschil keren;
  - de schutsluis wordt voorzien van twee deuren. Beide deuren zijn hoogwaterkerend en hebben een functie voor het schutbedrijf;
  - elke deur is voorzien van een vangconstructie die klap van een aanvaring sterk reduceert;
- de energievoorziening zal bestaan uit:
  - een aansluiting op het stroomnet;
  - een noodaggregaat;
- de deuren van de sluis worden decentraal bediend;
- er is een systeem voor automatische waarschuwing indien de sluis niet sluit (terugmelding via sms);
- de sluis wordt door het waterschap opgenomen in de relevante procedures voor handelen in geval van hoogwater;
- indien de decentrale sluiting faalt, kan lokaal met noodaggregaat of handmatig worden gesloten;
- de schutsluis is gedurende het gehele jaar in bedrijf.

hoogte, stabiliteit en sterkte

De aspecten hoogte, stabiliteit en sterkte zijn in de faalkansanlayse niet meegenomen. Aan de faalkanseisen ten aanzien van deze aspecten wordt impliciet voldaan omdat het kunstwerk op deze aspecten wordt ontworpen op de geldende hydraulische ontwerpbelastingen (zie paragraaf 2.2). Op deze aspecten kan daarom een uitgebreide faalkansanalyse achterwege blijven.

Uit de foutenboom (zie bijlage VII) blijkt dat de kans op falen als gevolg van niet sluiten met $6{,}5 \cdot 10^{-7}$ per jaar lager is dan de faalkanseis van $6{,}9 \cdot 10^{-7}$ zoals is vastgesteld onder 'betrouwbaarheid sluitproces (BS)' in paragraaf 2.2. De betrouwbaarheid van de schutsluis voldoet daarmee aan de eis.

5. KOSTEN

De kostenraming heeft betrekking op de volgende onderdelen:
- een raming van de investeringskosten;
- een raming van de beheer-, onderhouds- en exploitatiekosten;
- het bepalen van de toename van de beheer-, onderhouds- en exploitatiekosten voor het waterschap en de bijbehorende afkoopsom.

realisatiekosten
De realisatiekosten van beide alternatieven zijn geraamd volgens de Standaard Systematiek Kostenraming (SSK). De kostenraming is uitgevoerd op het niveau van een schetsontwerp. De raming heeft een nauwkeurigheid van ± 30 %. Bij de raming van de realisatiekosten is niet ingegaan op de kosten van verwerving van gronden. Deze kosten zijn namelijk een gevolg van het totale plan van de Stichting Swane Blake en niet van de doorkruising.

Ten behoeve van de realisatie van een beweegbare brug over de keersluis of schutsluis is een indicatie van de realisatiekosten gemaakt. Er is hier geen schetsontwerp van gemaakt. De kosten zijn bepaald op basis van bruggen die in het recente verleden door Witteveen+Bos zijn ontworpen en hier toegepast zouden kunnen worden. De kosten van een dergelijke brug variëren enigszins met de overspanning. Deze variatie is echter beperkt. Daarom is voor beide alternatieven het zelfde bedrag in de raming meegenomen.

De realisatiekosten zijn bepaald op (zie bijlage X, afgerond op eenheden van duizend euro):
- keersluis: EUR 6.806.000,--;
- schutsluis: EUR 7.194.000,--.

Aandachtspunt hierbij is dat er bij de raming van de kosten van uit is gegaan dat het kernmateriaal van de regionale waterkering bij alternatief keersluis wordt verkregen uit ontgravingen binnen het projectgebied. Indien zou blijken dat dit materiaal niet geschikt is als kernmateriaal, dan zouden de kosten van het alternatief keersluis met circa EUR 1,2 miljoen toenemen. Redelijkerwijs kan echter worden aangenomen dat het bij ontgraving vrijgekomen materiaal geschikt is als kernmateriaal voor de regionale waterkering.

vergelijking met haalbaarheidsstudie 2007
Voor de volledigheid is een korte vergelijking gemaakt van de hier geraamde realisatiekosten met die uit de raming uit 2007. Voor alternatief schutsluis geldt dat de prijs hoger is dan geraamd in 2007. Dit is onder andere het gevolg van een stijging van het prijspeil ten opzichte van 2007. Een tweede oorzaak is dat de dijkringbenadering strengere eisen stelt aan de waterkerende functie van het kunstwerk, wat tot uiting komen in het ontwerp. Ondanks het gestegen prijspeil en de strengere eisen vanuit de dijkringbenadering, zijn de geraamde kosten van de keersluis juist gedaald ten opzichte van 2007. De verklaring hiervoor is dat bij de kostenraming in 2007 nog is uitgegaan van aanvoer van kernmateriaal voor de regionale waterkering van buiten het projectgebied. Uit een nadere bestudering van de bodemopbouw in het gebied die in het kader van de actualisatie is uitgevoerd, volgt echter dat de ontgraven grond (kleiig zand en zandige klei) naar verwachting geschikt is als kernmateriaal. Er kan dan worden bespaard op de leverantie van kernmateriaal.

kosten beheer, onderhoud en exploitatie
Om een afweging te kunnen maken tussen de alternatieven keersluis en schutsluis, dienen naast de realisatiekosten ook de kosten van beheer, onderhoud en exploitatie te worden vergeleken. Deze kosten strekken zich uit over de gehele levensduur van het desbetreffende alternatief. Hiertoe is een life cycle cost-berekening (lcc-berekening) uitgevoerd (zie bijlage XI).

Om een goede kostenafweging van de twee alternatieven te maken, is in de lcc-berekening de netto contante waarde methode toegepast. Bij deze methode worden de totale kosten over de beschouwde

periode herleid naar het prijspeil van het startjaar. De methodiek gaat uit van een inflatieloos rentepercentage teneinde de kosten uit de verschillende fasen terug te rekenen naar één moment waardoor vergelijkingen mogelijk gemaakt worden. De meest economische variant is de variant die per saldo de geringste kosten met zich mee brengt.

Voor de bepaling van de kosten is de levensduur een belangrijke parameter. Het bepalen van een realistische levensduur is van belang voor het verkrijgen van een realistisch beeld van de totale kosten. Indien de gekozen periode te kort is, worden eventuele grote onderhoudsposten niet meegerekend, waardoor er een onjuist gunstige voorstelling van levensduurkosten wordt gegeven. In de berekening voor deze variantenstudie is uitgegaan van een periode van 100 jaar. In de netto contante waarde bepaling is gerekend met een reëel discontopercentage van 5 %. Verdere aannames en uitgangspunten zijn opgenomen in bijlage XI.

De lcc-berekening is opgenomen in bijlage XI. De resultaten van de lcc-berekening zijn opgenomen in tabel 5.1.

tabel 5.1. Netto contante waarde uit lcc-berekening

post	alternatief keersluis	alternatief schutsluis
beheer en onderhoud	EUR 1.079.000,--	EUR 1.163.000,--
exploitatie	EUR 2.559.000,--	EUR 3.058.000,--
totaal	EUR 3.638.000,--	EUR 4.221.000,--

NB: Afgerond op eenheden van duizend euro.

vergelijking met haalbaarheidsstudie 2007

Ook ten aanzien van de kosten van beheer, onderhoud en exploitatie is een korte vergelijking gemaakt met de raming uit 2007. De onderhoudskosten voor de schutsluis zijn iets gestegen ten opzichte van 2007. Dit is met name het gevolg van de toegenomen realisatiekosten (de onderhoudskosten zijn gerelateerd aan de realisatiekosten). De kosten van het alternatief keersluis zijn juist afgenomen ten opzichte van de raming van 2007. Dit heeft als belangrijkste oorzaak dat de keersluis gedurende een deel van het jaar gesloten is (stormseizoen). In de haalbaarheidsstudie van 2007 werd er nog van uitgegaan dat de keersluis het gehele jaar geopend moest zijn, wat betekende dat ook de beweegbare brug het gehele jaar bediend zou moeten worden. De kosten van exploitatie zijn nu daarom lager dan in 2007 is geraamd.

afkoopsom

Het waterschap streeft ernaar om alle (grote) waterkerende kunstwerken in eigendom en/of onderhoud en/of bediening hebben [ref. 12.]. Hiertoe is een afkoopsom voor de kosten voor beheer, onderhoud en exploitatie bepaald. De afkoopsom is gelijkgesteld aan de netto contante waarde van deze kosten. Per alternatief geldt dan de volgende afkoopsom:

- keersluis: EUR 3.638.000,--;
- schutsluis: EUR 4.221.000,--.

6. BEOORDELING

6.1. Beoordelingskader

Er wordt voorgesteld de beide alternatieven te beoordelen volgens het beoordelingskader dat ook voor de eerdere haalbaarheidsstudie in 2007 [ref. 9.] is gehanteerd. De gehanteerde criteria zijn:

- veiligheid (waterkering);
- inpasbaarheid;
- ecologie;
- procedures;
- flexibiliteit;
- aansluiting met plan van Swane Blake;
- kosten:
  - realisatie;
  - beheer en onderhoud;
  - exploitatie.

Afgezien van de kosten zullen alle criteria kwalitatief worden beoordeeld (+ 0 -). In de beoordeling zal geen onderscheid worden gemaakt in het gewicht van ieder criteria. De reden hiervan is het inzichtelijk houden van de tabel het beperken van de subjectiviteit in de beoordeling.

6.2. Waterkerende veiligheid

Beide alternatieven voldoen aan de gestelde faalkanseis volgend uit de dijkringbenadering. Daarom is dit aspect niet onderscheidend. Op het aspect waterkerende veiligheid is het oordeel daarom voor beide alternatieven neutraal.

6.3. Inpasbaarheid

De inpasbaarheid van een oplossing hangt af van de omgeving waarin de oplossing wordt geplaatst. De score op dit criterium wordt hier bepaald aan de hand van de impact van de oplossing op landschap en omgeving.

In aanvulling hierop zou een beschouwing kunnen worden gemaakt van de mate waarin bestaande infrastructuur (wegen en fietspaden) worden doorkruist. Dit geldt voor beide alternatieven en ten behoeve hiervan wordt voor bij beide alternatieven een extra voorziening in de vorm van een beweegbare brug opgenomen. Er is op dit punt dus geen onderscheid tussen de alternatieven en daarom wordt dit niet verder meegenomen.

keersluis

Wat betreft inpasbaarheid geldt dat de regionale waterkering met een kruinhoogte van NAP + 2,4 m een fysieke en visuele barrière in het landschap zal vormen. Dit resulteert in een aanzienlijk beslag op de ruimte. Met name de aansluiting op de oude haven van Piershil is hierbij een aandachtspunt. De huidige kade in de haven ligt vooralsnog namelijk lager (NAP + 1,0 tot NAP + 2,0 m).

schutsluis

Wat betreft inpasbaarheid geldt dat het ruimtebeslag van het alternatief schutsluis minimaal is. Dit ondanks het feit dat de schutsluis een veel omvangrijker kunstwerk is dan de keersluis. Het ruimtebeslag is namelijk beperkt tot de locatie van de doorkruising.

6.4. Ecologie

De gevolgen voor de ecologie in het plangebied hangen samen met de waterkwaliteit in het gebied en met de doorsnijding van ecologische zones. Hierbij wordt aangenomen dat het water van het Spui zoet zal zijn. Hoewel in de nabije toekomst het Haringvliet een brak water gebied zal worden (als gevolg van het Kierbesluit) zal de invloed van zout Noordzeewater naar verwachting niet verder komen dan de monding van het Spui. De mate waarin het water in het plangebied in open verbinding staat met het

Spui is een eerste indicatie voor de waterkwaliteit en daarmee de ecologie in het gebied. Het effect van recreatie en pleziervaart op de ecologie van het gebied ligt buiten de grenzen van deze haalbaarheidsstudie.

keersluis
Op het gebied van ecologie scoort ook deze oplossing goed. Het gebied komt in permanente verbinding met het Spui te staan en zal gedurende het watersportseizoen geopend zijn. De waterstandsbeweging van het Spui zal daarom ook in het plangebied doordringen waar de ecologie bij gebaat is. Aandachtspunt hierbij is dat de keersluis in het stormseizoen gesloten is.

schutsluis
Doordat de schutsluis in principe permanent gesloten is, is de verversing van het water in het plangebied minimaal, wat een negatieve invloed op de waterkwaliteit kan hebben. Op het gebied van ecologie scoort deze oplossing daarom relatief laag.

6.5. Procedures
De keuze voor een bepaald alternatief kan gevolgen hebben voor de uiteindelijk te volgen procedures en benodigde vergunningen. Het moeten volgen van een procedure wordt negatief gewaardeerd omdat dit de nodige tijd en kosten met zich meebrengt. Benodigde vergunningen ongeacht het alternatief zijn:
1. m.e.r. beoordeling, Wet op de waterkering;
2. WRO procedure, herziening bestemmingsplan[8];
3. aanlegvergunning;
4. keurvergunning en wbr-vergunning;
5. natuur (F&F en/of Natuurbeschermingswet);
6. ontgrondingsvergunning;
7. bouwvergunning;
8. milieuvergunning;
9. waterwetvergunning;
10. archeologische onderzoek.

ad 1.
Ingevolge hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer is het Besluit milieu-effectrapportage 1994 van toepassing. Uit bijlage 1 C van het Besluit, activiteit 12.2, volgt dat de wijziging van een zee-, delta- of rivierdijk MER-plichtig is Indien de uitbreiding meer dan 5 km en de wijziging van het dwarsprofiel van de zee- en deltadijk van 250 m^2 of meer bedraagt. Daarnaast blijkt uit bijlage 1 D van het Be- sluit, dat een m.e.r.-beoordelingsplicht geldt voor de wijziging of uitbreiding van een zee-, delta- of rivierdijk ongeacht de omvang. Ingevolge artikel 7 van de Wet op de waterkering dient de aanleg, versterking of verlegging van een primaire waterkering te geschieden overeenkomstig een door de beheerder vastgesteld (dijkversterkings) plan.

ad 2.
Bij beide alternatieven wordt de bestemming van de terreinen veranderd. Indien een toekomstige bestemming in strijd is met het bestemmingsplan dient daarvoor een vrijstelling te worden aangevraagd bij de gemeente middels een WRO procedure.

ad 3.
Daarnaast zijn in het bestemmingsplan planvoorschriften opgenomen waaraan voldaan moet worden indien in het plangebied werkzaamheden worden uitgevoerd. Voor alle alternatieven is dan een aanlegvergunning nodig.

[8] Vanaf 1 oktober 2010 zullen de WRO procedure, aanlegvergunning, bouwvergunning en milieuvergunning worden geïntegreerd in de omgevingsvergunning.

ad 4.
Er wordt in het beheersgebied van het waterschap gewerkt. Hierdoor is een ontheffing nodig van de Keurverordening. De dijk en binnendijkse gebied, inclusief het water, valt onder het beheer van het waterschap. Echter, het water in het Spui staat in open verbinding met het Haringvliet waardoor het een Rijkswater betreft. Naar alle waarschijnlijkheid is daarom tevens een Wbr-vergunning noodzakelijk.

ad 5.
Indien uit ecologisch onderzoek blijkt dat het plangebied beschermd is onder de Natuurbeschermingswet en/of beschermde soorten uit Flora- en faunawet voorkomen in het plangebied is hiervoor een ontheffing noodzakelijk. Gezien de locatie van het plangebied is de kans dat er verschillende beschermde (broed)vogels voorkomen, groot.

ad 6.
Indien de bestaande watergang wordt verdiept is een ontgrondingsvergunning van de provincie noodzakelijk. Deze kan nodig zijn indien er tot meer dan 3 meter beneden het maaiveld wordt gegraven en/of de hoeveelheid ontgraven materiaal een bepaalde grens overschrijd (bijvoorbeeld 10.000 m^3). De procedure voor een ontgrondingsvergunning duurt circa 6 maanden.

ad 7.
Bij alternatief keersluis worden twee verschillende deelprojecten onderscheiden: de keersluis en de regionale waterkering. Voor de realisatie van de keersluis is een bouwvergunning nodig. Immers, het is een bouwwerk geen gebouw zijnde. Bij een bouwvergunning wordt getoetst aan het bestemmingsplan en aan de normen van de welstand. De proceduretermijn is circa 3 maanden. Bij alternatief schutsluis zal ook een bouwvergunning aangevraagd moet worden.

ad 8.
Bij dit alternatief wordt ook aanzienlijk grondverzet verricht ten behoeve van de secundaire dijken. Hiervoor geldt dat de bouw- stoffen die hiervoor nodig zijn mogelijk tijdelijk opgeslagen moeten worden waarvoor een milieuvergunning nodig is. De aanleg van de schutsluis voorkomt de aanleg van waterkeringen binnendijks. Daarentegen zal uit het projectgebied ook bij alternatief schutsluis plaatselijk veel grond moeten worden ontgraven. Een milieuvergunning is daarom waarschijnlijk ook bij alternatief schutsluis nodig.

ad 9.
Voor de realisatie van de voorgenomen werkzaamheden is bemaling noodzakelijk zodat in den droge gewerkt kan worden. Voor het onttrekken van grondwater kan gezien de duur en hoeveelheid van de onttrekking volstaan worden met een melding bij het waterschap. Het bemalen water mag geloosd worden op het oppervlaktewater indien een Waterwetvergunning is verleend. De aanvraagprocedure om een Waterwetvergunning bedraagt 6 maanden.

ad. 10.
Voor de voorgenomen werkzaamheden is noodzakelijk dat een archeologisch onderzoek wordt uitgevoerd. De verwachting is dat dit voor beide alternatieven noodzakelijk zal zijn.

Van bovenstaande procedures kan dus redelijkerwijs worden aangenomen dat deze van toepassing zijn op beide alternatieven. Dit criterium is daarmee niet onderscheidend. Beide alternatieven scoren daarom neutraal op dit criterium.

6.6. Flexibiliteit

De flexibiliteit behandelt de mate waarin een oplossing aangepast kan worden aan eventuele toekomstige veranderingen. Bij toekomstige veranderingen wordt gedacht aan:

- uitbreiding van het plangebied;
- grotere scheepsafmetingen;
- hogere waterstanden.

keersluis

Grotere schepen zullen in de toekomst geen toegang kunnen krijgen tot het plangebied. Een verbreding van de keersluis zal technisch ingewikkeld en zeer kostbaar zijn. Om dit te ondervangen kan ook worden gekozen voor een keersluis met de dubbele breedte. Dit heeft hogere realisatiekosten tot gevolg.

Bij een stijging van de waterstand zal de constructie moeten worden aangepast. Dit kan alleen als bij ontwerp de constructie zwaarder wordt gedimensioneerd om een dergelijke verhoging op te kunnen vangen. De stijging van de ontwerpwaterstand zal extra grondwerk tot gevolg hebben aangezien de regionale waterkering dan dient te worden verhoogd. Vaker sluiten is geen optie aangezien dan niet meer aan de eis ten aanzien van niet sluiten wordt voldaan.

Een eventuele uitbreiding van het plangebied kan alleen plaatsvinden wanneer opnieuw stukken dijk worden aangelegd. Daarmee is de flexibiliteit van alternatief keersluis beperkt.

schutsluis

Omdat de schutsluis wordt ontworpen om 4 maatgevende schepen tegelijkertijd te schutten (2 breed x 2 lang), zullen grotere schepen nog steeds het plangebied kunnen bereiken. Dit zal mogelijk wel een langere wachttijd bij de sluis tot gevolg hebben. Een oplossing kan dan zijn om de schuttijd te verkorten (bijvoorbeeld door middel van een grotere pompcapaciteit).

Bij een hogere ontwerpwaterstand geldt voor de schutsluis hetzelfde als voor de keersluis: in het ontwerp moet daar rekening mee worden gehouden. Bij de schutsluis hoeft geen aanvullend grondwerk te worden uitgevoerd indien het plangebied wordt uitgebreid. Wat betreft flexibiliteit scoort dit alternatief goed.

6.7. Aansluiting met plan Swane Blake

Dit criterium heeft raakvlakken met de eerder omschreven criteria ‘inpasbaarheid’ en ‘flexibiliteit’. In hoeverre de oplossing aansluit op het plan van de stichting Swane Blake, is deels afhankelijk van de mate waarin de gewilde ‘openheid’ van de verbinding van Piershil met het Spui wordt gerealiseerd. Daarnaast is het van belang dat het gekozen alternatief op zich zelf geen potentiële barrière vormt ten aanzien van de ontwikkeling van recreatie en natuur in het gebied. Tenslotte is de mate waarin het havengebied wordt beïnvloedt een punt van aandacht.

keersluis

Deze oplossing scoort wat betreft de openheid van de verbinding. Visueel gezien is de openheid van de doorkruising relatief groot. De oude haven van Piershil zal waarschijnlijk wel relatief ingrijpend aangepast moeten worden om plaats te bieden aan de regionale waterkering. Dit is onder het criterium ‘inpassing’ al expliciet benoemd en zal daarom hier niet worden meegewogen. De score van dit alternatief is daarom positief. Hierbij is ervan uitgegaan dat de sluiting van de keersluis tijdens het stormseizoen acceptabel is.

schutsluis

Deze oplossing scoort wat betreft de openheid van de verbinding minder goed. Hoewel de recreatievaart slechts beperkt oponthoud zal ervaren bij het schutten is de openheid visueel gezien nihil. Het havengebied kan echter in de huidige (oude) vorm behouden (herstellen) en zal dus niet zo ingrijpend veranderen als bij het alternatief keersluis. De score van dit alternatief is daarom neutraal.

6.8. Kosten

In hoofdstuk 5 zijn ook de kosten per alternatief bepaald. Deze zijn op te splitsen in de kosten voor realisatie en kosten voor beheer, onderhoud en exploitatie. Deze kosten zijn opgenomen in tabel 2.1. Om een goede vergelijking te kunnen maken van de kosten van beheer, onderhoud en exploitatie de netto contante waarde van deze kosten bepaald.

tabel 6.1 Kosten per alternatief

post	alternatief keersluis	alternatief schutsluis
realisatie	EUR 6.806.000,--	EUR 7.194.000,--
beheer, onderhoud en exploitatie*	EUR 3.638.000,--	EUR 4.221.000,--
totaal*	EUR 10.444.000,--	EUR 11.415.000,--

NB: Afgerond op eenheden van duizend euro.

* netto contante waarde

Het verschil in de realisatiekosten is relatief beperkt met circa 5 %. Aandachtspunt hierbij is dat er bij de raming van de kosten van alternatief keersluis van uit is gegaan dat het kernmateriaal van de regionale waterkering wordt verkregen uit ontgravingen binnen het projectgebied. Indien zou blijken dat dit materiaal niet geschikt is als kernmateriaal, dan zouden de kosten van het alternatief keersluis met circa EUR 1,2 miljoen toenemen. Het alternatief keersluis zou qua realisatiekosten circa 10% duurder zijn dan het alternatief schutsluis. Dit kan echter nog steeds niet als een significant verschil worden gezien. De nauwkeurigheid van kostenramingen op schetsontwerpniveau bedraagt namelijk circa 30 %. Het hier geconstateerde verschil valt daar ruim binnen.

Het relatieve verschil in netto contante waarde van de kosten van beheer, onderhoud en exploitatie is groter met circa 15 %. Ook dit valt binnen de grenzen van de nauwkeurigheid van een raming op dit detailniveau. Op basis van de kosten is dan ook geen duidelijke voorkeur voor een alternatief uit te spreken maar zijn de kwalitatieve criteria bepalend.

6.9. Scoreoverzicht en vergelijking van de alternatieven

De omschrijving van de beoordeling op de criteria uit de voorgaande paragraaf, is in tabel 6.1 samengevat waarbij de beoordeling is vertaald in een score (+ o -). De kosten per alternatief zijn ook opgenomen in de tabel.

tabel 6.2. Score van de alternatieven

criterium	keersluis	schutsluis
veiligheid	o	o
inpasbaarheid	-	+
ecologie	+	-
procedures	o	o
flexibiliteit	-	+
aansluiting met plan Swane Blake	+	o
realisatiekosten	EUR 6,8 miljoen	EUR 7,2 miljoen
kosten beheer- onderhoud, en exploitatie*	EUR 3,6 miljoen	EUR 4,2 miljoen
totale kosten*	EUR 10,4 miljoen	EUR 11,4 miljoen

* netto contante waarde

Wanneer de alternatieven met elkaar worden vergeleken, blijkt ten eerste dat beide alternatieven gelijk scoren op de criteria veiligheid en procedures. Op de criteria ecologie en aansluiting op plan Swane Blake scoort alternatief keersluis beter. Op inpasbaarheid en flexibiliteit komt alternatief schutsluis echter beter uit de vergelijking.

Op basis van de kosten is geen duidelijke voorkeur voor een alternatief uit te spreken. De (netto contante waarde van de) kosten van de keersluis zijn circa 10 % lager dan die van de schutsluis.

De lage score op het criterium ecologie bij alternatief schutsluis kan mogelijk iets worden verbeterd door voorzieningen aan te brengen die voor doorstroming in het gebied zorgen. Een voorbeeld van een dergelijke voorziening is een hevelvistrap met regelbaar debiet. Deze biedt de mogelijkheid voor de uitwisseling van vissen tussen het Spui en het plangebied en tevens voor de uitwisseling van water. Een dergelijke voorziening zou de negatieve score op ecologie naar een neutrale score kunnen brengen.

7. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

conclusie
De twee alternatieven keersluis en schutsluis die in dit rapport zijn vergeleken, blijken beide haalbare alternatieven voor doorkruising van de primaire waterkering bij Piershil. De kosten (van zowel realisatie als van beheer, onderhoud en exploitatie) van beide alternatieven liggen relatief dicht bij elkaar. Op basis van kosten is dan ook geen duidelijke voorkeur uit te spreken.

Uit de kwalitatieve beoordeling op verschillende aspecten in hoofdstuk 6 zou een lichte voorkeur voor alternatief schutsluis kunnen volgen. Dit alternatief heeft na sommatie van de deelscores namelijk een iets hogere eindscore. Deze sommatie is opzettelijk niet in tabel 6.2 opgenomen. Aan de verschillende aspecten hoeft namelijk niet per definitie dezelfde waardering worden toegekend. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat een positieve score op het aspect 'aansluiting op Plan Swane Blake' hoger wordt gewaardeerd dan een lage score op het aspect 'flexibiliteit'. Het alternatief keersluis zou dan juist beter uit de vergelijking komen.

Uiteindelijk zal de gemeente Korendijk voor haarzelf moeten bepalen welke aspecten het zwaarst wegen. Op basis daarvan kan vervolgens de keuze voor het voorkeursalternatief worden gemaakt.

aanbevelingen en aandachtspunten
Aanbevelingen en aandachtspunten voor een eventuele vervolgstudie naar de doorkruising van de primaire waterkering bij Piershil zijn:
- de aansluiting van de regionale waterkering bij alternatief keersluis op de haven en havenkade van Piershil;
- een integrale beschouwing van het plan waarbij onder andere wordt gekeken naar de grondbalans;
- de vraag of sluiting van de keersluis in het stormseizoen acceptabel is voor de pleziervaart;
- de afmetingen van de schutsluis zijn bepaald op basis van de minimum intensiteitsklasse van 10.000 scheepvaartspassages per jaar. Dit conform de vigerende normen [ref. 2.]. De normen maken echter geen verdere differentiëring binnen de laagste intensiteitsklasse. De verwachting is echter dat het aantal scheepvaartpassages bij Piershil ruim lager zal zijn dan 10.000 per jaar. Wellicht kan voor de doorkruising bij Piershil daarom onderbouwd worden afgeweken van de voorgeschreven minimale afmetingen van de schutsluis;
- een verkleining van het venster 'watersportseizoen' kan in een verdere verlaging van de overschrijdingsfrequentielijn leiden. Dit heeft tot gevolg dat de regionale waterkering bij alternatief keersluis lager kan worden uitgevoerd, wat tot een kostenbesparing leidt.

8. REFERENTIELIJST

normen en leidraden

1. Ontwikkeling haven omgevingsplan Piershil, Stichting Swane Blake.
2. Richtlijnen vaarwegen, Rijkswaterstaat, 2005.
3. Leidraad kunstwerken, TAW, 2003.
4. De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland, Voorschriften Toetsen op veiligheid voor de derde toetsronde 2006 - 2011 (VTV), ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007.
5. Primaire waterkeringen getoetst - Landelijke rapportage toetsing 2006 - Achtergrondenrapport, deel 1: Dijkringgebieden, Inspectie Verkeer en Waterstaat, 2006.
6. Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW, 2001.
7. Hydraulische randvoorwaarden primaire waterkeringen (HR2006), ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007.
8. Leidraad rivieren, ENW, 2007.

rapporten en beleidsstukken

9. Haalbaarheidsstudie doorkruisen primaire waterkering, referentie PI2-1/zeir/009, Witteveen+Bos, 12 december 2007.
10. Hydraulische randvoorwaarden dijkversterkingen, Voorstel procedure vaststelling maatgevende belastingen voor ontwerp rivierdijkversterkingen, Geactualiseerde eindrapportage, A2394, Alkyon, 22 september 2009.
11. Veiligheidsanalyse, Planstudie dijkversterking Spui Oost, Werkdocument veiligheid, concept, D, december 2009.
12. Kijk op dijk en duin, Beleidsplan Waterkeringen, waterschap Hollandse Delta, december 2006.
13. Bestrijdingsplan (dreigende) doorbraak primaire waterkering, Hoeksche Waard, versie 2009/1.07, HKV Lijn in water, 1 oktober 2009.
14. Notitie morfologische effecten doorsteken primaire waterkering Piershil, concept 01, referentie PI2-2/winb/002, Witteveen+Bos, 12 maart 2010.
15. Actualisatie haalbaarheidsstudie doorkruising primaire waterkering Piershil, Uitgangspuntennotitie, referentie PI2-2/abdm/003, Witteveen+Bos, 29 maart 2010.
16. Bestrijdingsplan (dreigende) doorbraak primaire waterkering Hoeksche Waard, versie 1.07, HKV Lijn in Water, 1 oktober 2009.
17. Sluitingsprotocol Keersluis Bosschendijk, waterschap Hollandse Delta, 13 oktober 2009.

kaarten en tekeningen

18. Peilgebieden Polder Klein Piershil en Molenpolder, 07541G01, waterschap Hollandse Delta, 19 november 2007.
19. Hoogtekaart Hoekse Waard, 06030G01, waterschap Hollandse Delta, 19 januari 2006.

overige

20. E-mail waterschap Hollandse Delta, 10 december 2007.
21. www.waternormalen.nl, december 2007.
22. www.waterbase.nl.
23. Opgave kosten beheer en exploitatie kunstwerken, waterschap Hollandse Delta, 5 juli 2010.

BIJLAGE I Notitie overschrijdingsfrequentielijn zomer

Witteveen+Bos

notitie

Witteveen+Bos
Willemskade 19-20
postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
telefoon 010 244 28 00
telefax 010 244 28 88

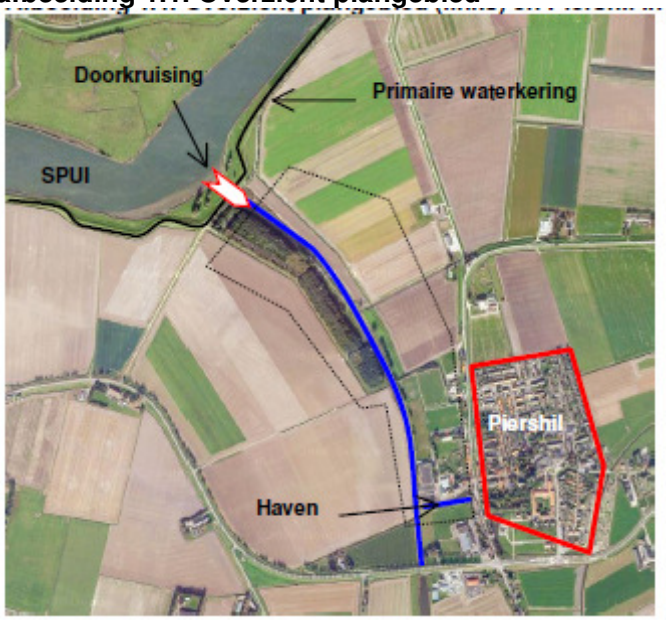
onderwerp	extreme zomer waterstanden
project	actualisatie doorkruising primaire waterkering Piershil
opdrachtgever	gemeente Korendijk
projectcode	PI2-2
referentie	PI2-2/rijm3/005
opgemaakt door	drs. W.M. Zuijderwijk
goedgekeurd door	ir. P. Ravenstijn paraaf
status	concept 01
datum opmaak	10 juni 2010
bijlagen	POT (Peaks over Threshold) analyse

aan	gemeente Korendijk	mw. C. Mooijaart-Bogerman
kopie	Witteveen+Bos	ir. P. Ravenstijn

1. INLEIDING

Witteveen+Bos is gevraagd om de haalbaarheidsstudie voor de doorkruising van de primaire waterkering (om de verbinding tussen de bestaande haven van Piershil en het Spui weer te herstellen, zie afbeelding 1.1) nabij Piershil te actualiseren. In een eerdere studie is de haalbaarheid van drie alternatieven onderzocht (ref. 1.): open verbinding (dijkverlegging), semi-open verbinding (keersluis) en een gesloten kering (schutsluis). In de actualisatie wordt naar de alternatieven semi-open verbinding (keersluis) en een gesloten kering (schutsluis) gekeken.

afbeelding 1.1. Overzicht plangebied



De semi-open verbinding van Piershil met het Spui houdt in dat het kunstwerk gesloten kan worden. Het kunstwerk zal in de periode 15 april tot 15 oktober geopend zijn (watersportseizoen) en de rest van de tijd gesloten. Wanneer het kunstwerk geopend is, dringt het getij het plangebied binnen. Lage regionale waterkeringen zijn nodig om dergelijke peilfluctuaties te kunnen keren. Om de betrouwbaarheid van het systeem keersluis en regionale waterkering te kunnen bepalen, is informatie over extreme waterstanden noodzakelijk.

Doel van de voorliggende notitie is het bepalen van de extreme waterstanden (1/10 en 1/100 jaar waterstanden) voor de periode dat de keersluis is geopend (het watersportseizoen).

De uitgangspunten worden in hoofdstuk 2 gepresenteerd. Hoofdstuk 3 beschrijft de gehanteerde methode. Hoofdstuk 4 presenteert de extreme waterstanden. De notitie wordt afgesloten met de conclusies (hoofdstuk 5). De referenties zijn opgenomen in hoofdstuk 6.

2. UITGANGSPUNTEN

Voor het bepalen van de extreme waterstanden zijn de volgende gegevens gebruikt:
- waterstanden gemeten bij Simonshaven in de periode van 01-01-1983 tot en met 01-01-1993. Het betreft uurlijkse waterstandmetingen van 01-01-1983 tot 24-8-1988 7:00 uur gevolgd door 10 min metingen tot aan het einde van de meetperiode;
- waterstanden gemeten bij Goidschalxoord in de periode van 01-01-1970 tot en met 31-12-2009. Het betreft uurlijkse waterstandmetingen van 01-01-1970 tot 25-5-1987 12:00 uur gevolgd door 10 min metingen tot aan het einde van de meetperiode.

3. METHODIEK

Om de extreme waterstanden voor de periode 15 april - 15 oktober te bepalen, zijn de volgende stappen zijn genomen:
- de gemeten waterstanden bij Goidschalxoord en Simonshaven zijn gedownload van www.waterbase.nl (ref. 2.);
- per getij is de maximale waterstand bepaald voor beide meetstations;
- de meetreeks van Goidschalxoord is gebruikt om de meetreeks van Simonshaven uit te breiden. De meetlocatie Simonshaven is gelegen in het Spui en ligt op circa 1 km van Piershil (afbeelding 3.1). Gezien de korte afstand tussen Simonshaven en Piershil is aangenomen dat de waterstanden gemeten bij Simonshaven representatief zijn voor Piershil. De meetreeks van Simonshaven is te kort is om extreme waardes af te leiden. Goidschalxoord heeft een langere meetreeks maar is gelegen in de Oude Maas. Hierdoor is deze niet geschikt om extreme waterstanden voor Piershil af te leiden. De meetreeks van Goidschalxoord is echter wel te gebruiken om de meetreeks van Simonshaven uit te breiden. Op basis van de gemeten waterstanden bij Goidschalxoord en Simonshaven is voor de overlappende periode een relatie afgeleid;
- met de relatie is de meetreeks van de getijmaxima van Goidschalxoord omgerekend naar getijmaxima ter plaatse van Simonshaven. Na deze stap is een tijdreeks van getijmaxima voor de meetlocatie Simonshaven verkregen met een periode van circa 40 jaar;
- de nieuwe reeks getijmaxima bij Simonshaven voor de periode 15 april - 15 oktober zijn geselecteerd voor een statistische analyse door middel een Peaks Over Threshold (POT) analyse. Hierbij is een lijn door de maximale waterstanden boven een bepaalde drempelwaarde gefit en geëxtrapoleerd waarmee vervolgens extreme waterstanden bepaald zijn. Een uitgebreide beschrijving van de POT analyse is opgenomen in bijlage 1;
- de waterstanden voor de terugkeertijden 10 en 100 jaar zijn vervolgens afgelezen.

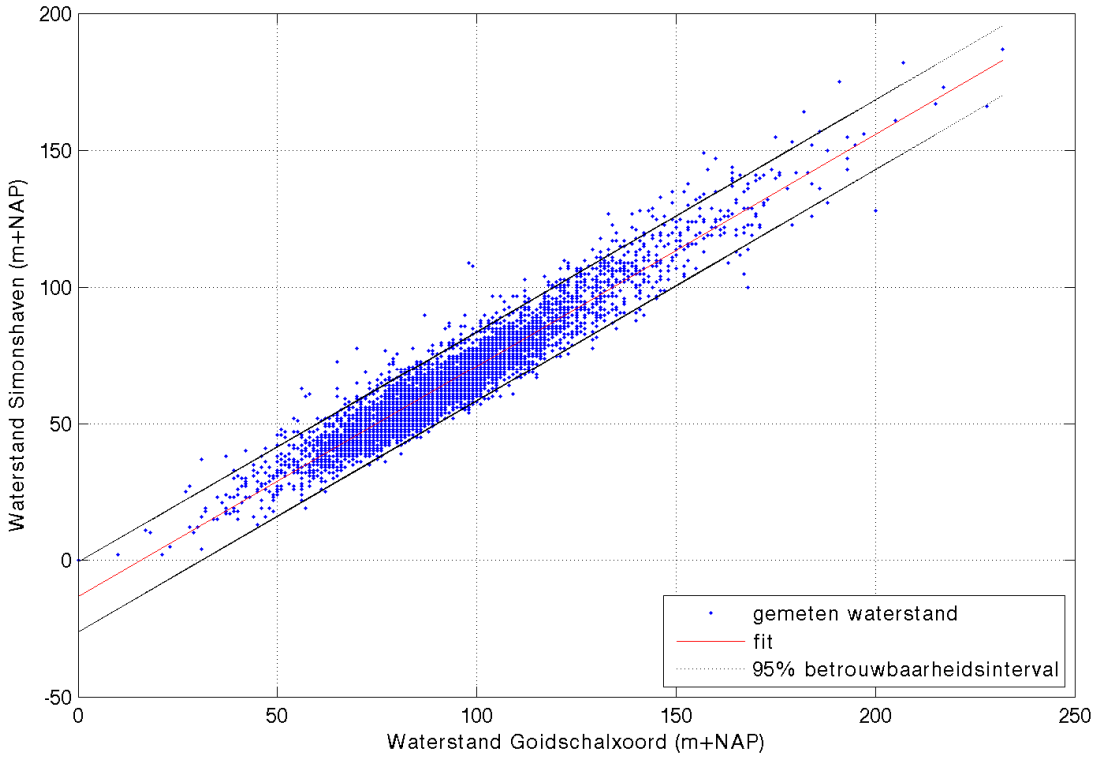
afbeelding 3.1. Waterstandmeetlocaties en projectlocatie Piershil (bron: Google Earth)

4. RESULTATEN

4.1. Relatie tussen maximale waterstanden Goidschalxoord en Simonshaven

Afbeelding 4.1 geeft het verband tussen de gemeten maximale waterstanden per getij bij Goidschalxoord en Simonshaven weer. De rode lijn is de optimale fit tussen de waterstanden van de beide meetstations. Tevens is het 95 % betrouwbaarheidsinterval aangegeven. Met de relatie is de volledige meetreeks van de getijmaxima van Goidschalxoord omgerekend naar de getijmaxima ter plaatse van Simonshaven.

afbeelding 4.1. Relatie tussen getijmaxima Goidschalxoord en Simonshaven

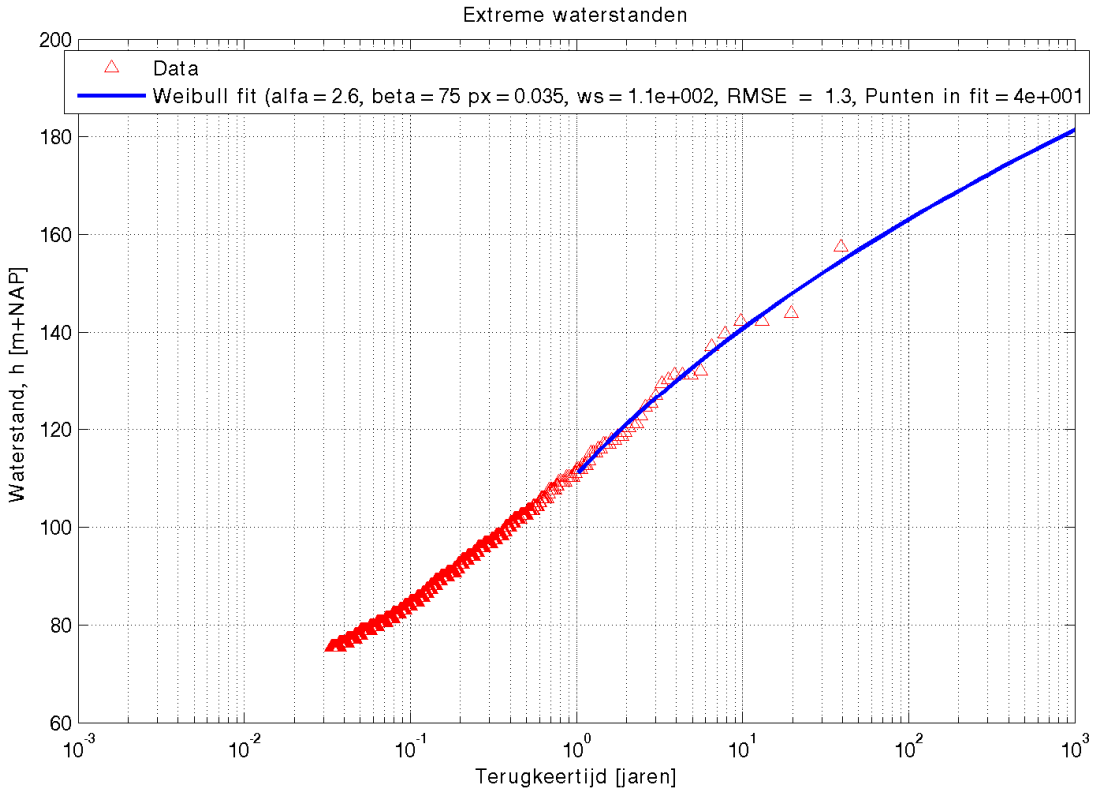


4.2. Extreme waterstanden Simonshaven

Een statistische analyse van de maximale waterstanden bij Simonshaven door middel een Peaks Over Threshold (POT) analyse. Hierbij is een lijn door de maximale waterstanden boven een drempelwaarde gefit en geëxtrapoleerd waarmee vervolgens extreme waterstanden bepaald zijn. Een uitgebreide beschrijving van de POT analyse is opgenomen in bijlage I. Afbeelding 4.2 laat de meest optimale Weibull fit door de getijmaxima voor de meetlocatie Simonshaven zien.

De waterstanden voor de terugkeertijden 10 en 100 jaar zijn samengevat in tabel 4.1. Hierin is tevens een bandbreedte gepresenteerd die overeenkomt met het 95 % betrouwbaarheidsinterval van de fit door de relatie tussen de getijmaxima bij Simonshaven en Goidschalxoord (zie afbeelding 4.1).

afbeelding 4.2. Weibull fit van de maximale zomer waterstanden Simonshaven (zie voor uitleg van de parameters in de legenda bijlage I)



tabel 4.1. Extreme waterstanden Simonshaven voor de periode 15 april - 15 oktober

terugkeertijd (jaren)	waterstand Simonshaven (m + NAP)
100	1,6 ± 0,2
10	1,4 ± 0,2

5. CONCLUSIES

Doel van de voorliggende notitie is het bepalen van de extreme waterstanden (1/10 en 1/100 jaar waterstanden) voor de periode dat de keersluis is geopend (het watersportseizoen). De extreme waterstanden voor de meetlocatie Simonshaven zijn gepresenteerd in tabel 5.1.

tabel 5.1. Extreme waterstanden Simonshaven voor de periode 15 april - 15 oktober

terugkeertijd (jaren)	waterstand Simonshaven (m + NAP)
100	1,6 ± 0,2
10	1,4 ± 0,2

6. REFERENTIES

1. Witteveen+Bos (2007), Haalbaarheidsstudie doorkruisen primaire waterkering.
2. www.waterbase.nl.

BIJLAGE I POT (Peaks over Threshold) analyse

I.1. Beschrijving POT analyse

De extreme waarden analyse gebeurt door de selectie van POT (Peak over Threshold) waarden. Hierbij worden waarden geselecteerd die boven een bepaalde drempelwaarde liggen. De statistische analyse is daardoor geconcentreerd op de extreme waarden in de meetreeks.

Voor het bepalen van de extreme waterstanden is een conditionele Weibull verdeling door de waterstanden die boven de grens liggen gefit. De Weibull verdeling wordt beschreven door:

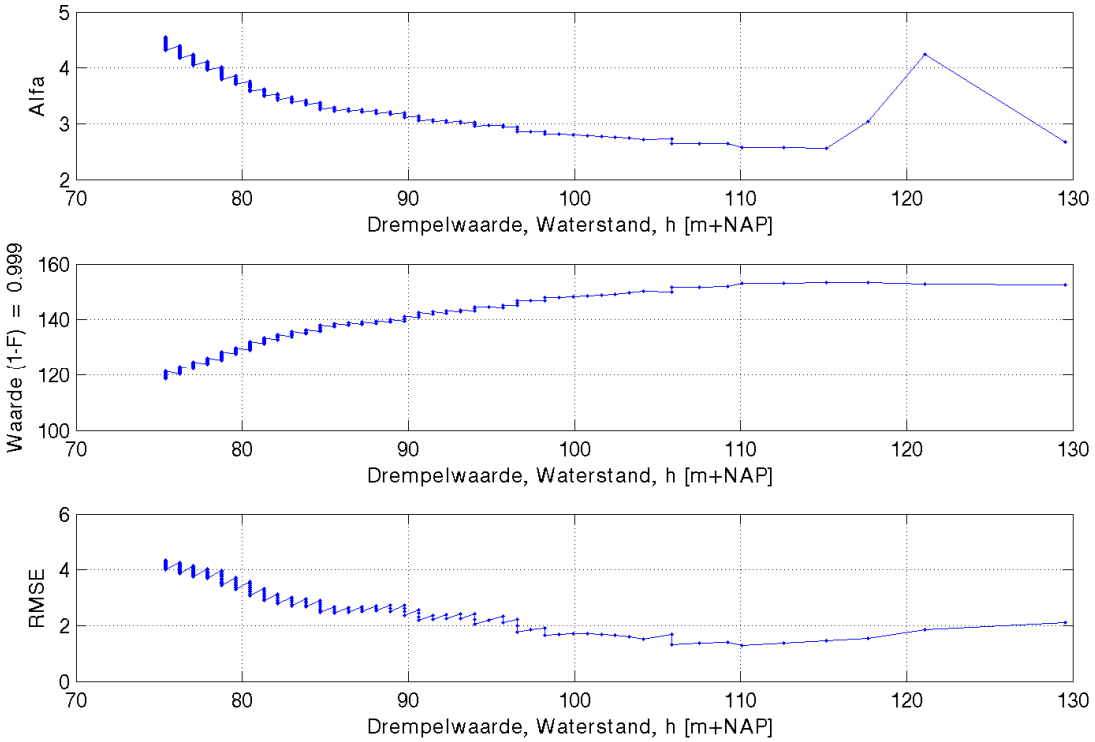
$$f(h) = p_c \exp\left((h/\sigma)^{\alpha} + (\omega/\sigma)^{\alpha}\right)$$

Hierin is h de waterstand (m+NAP), p_c de frequentie, σ schaal parameter, α vorm parameter, ω drempelwaarde (m+NAP).

De vorm- en schaalparameter in de Weibullverdeling worden gevarieerd om een zo goed mogelijke fit van de waterstanden te verkrijgen. Hierbij is de volgende procedure gehanteerd:

- de waardes van de vorm- en schaalparameter zijn gevonden door de Root Mean Square Error (RMSE) te minimaliseren (zie afbeelding I.1). De RMSE is gebaseerd op het verschil tussen geobserveerde en voorspelde waterstand;
- deze stap is herhaald voor verschillende grenswaardes. De fit met de laagste RMSE waarde is gebruikt om de extreme waterstanden te bepalen.

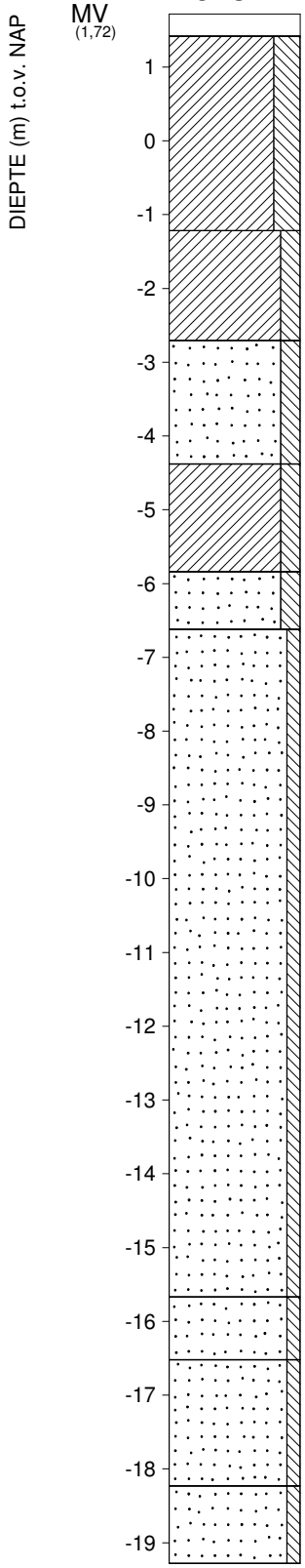
afbeelding I.1. Optimalisatie van de Weibull verdeling



BIJLAGE II Grondonderzoek DINO-loket

locatie boringen

locatie sonderingen



Geboord tot
NAP -19,28 m

MONSTER	LAAG	DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1	1,42	-1,22	klei, sterk siltig; MET=???, ZANDSTUKJES=???
2	2	-1,22	-2,71	klei, matig siltig; MET=???, ZANDSTUKJES=???
3	3	-2,71	-4,38	zand, matig siltig; MET=???, KLEISTUKJES=???
4	4	-4,38	-5,84	klei, matig siltig; MET=???, ZANDLAAGJES=???, EN=???, -STUKJES=???
5	5	-5,84	-6,62	zand, matig siltig; MET=???, KLEILAAGJES=???
6	6	-6,62	-15,67	zand, zwak siltig; MET=???, KLEISTUKJES=???
7	7	-15,67	-16,52	zand, zwak siltig; MET=???, KLEILAAGJES=???
8	8	-16,52	-18,23	zand, zwak siltig; ENKELE=???, KLEISTUKJES=???
9	9	-18,23	-19,28	zand, zwak siltig; ENKELE=???, KLEISTUKJES=???, ENKELE=???, VEENSTUKJES=???

Einde Boring B43B0707

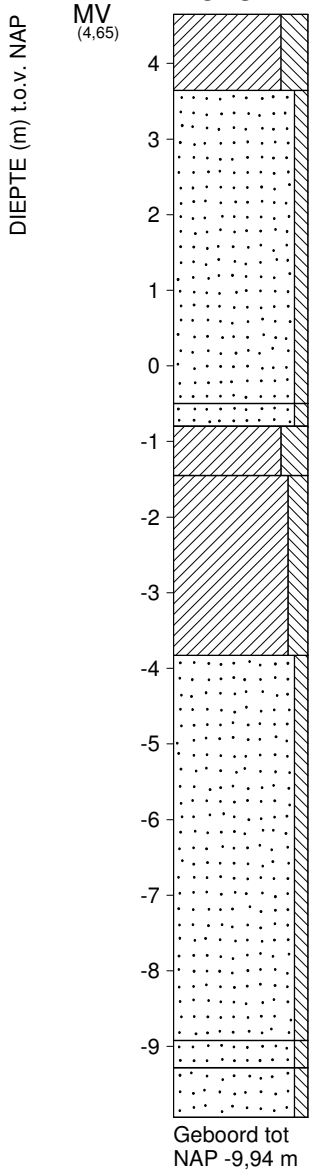
maaiveld: NAP 1,72 m
X = 79972,1 m Y = 424167,7 m (RD)

Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

datum	get.
2000-09-07	LWS
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

-

-



MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1		4,65	3,64	klei, sterk siltig; ENKELE=???, ZANDLAAGJES=???
2	2		3,64	-0,50	zand, zwak siltig; MET=???, ENKELE=???, KLEISTUKJES=???, WEINIG=???, SCHELPGRUIS=???
3	3		-0,50	-0,80	zand, zwak siltig; MET=???, KLEILAAGJES=???, MET=???, VEENLAAGJES=???
4		4	-0,80	-1,45	klei, sterk siltig; MET=???, ZANDSTUKJES=???
5	5		-1,45	-3,83	klei, matig siltig; MET=???, ZANDLAAGJES=???
6	6		-3,83	-8,92	zand, zwak siltig; MET=???, KLEILAAGJES=???
7	7		-8,92	-9,28	zand, zwak siltig; ENKELE=???, KLEILENZEN=???, VEENSPOREN=???
8		8	-9,28	-9,94	zand, zwak siltig; MET=???, EEN=???, ENKEL=???, KLEILAAGJE=???, ENKEL=???, VEENLENSJE=???, . =???, KALKRIJK:=???, VAN=???, NAP=???, 4.65=???, TOT=???, NAP=???, -9.94=???, M=???

Einde Boring B43B0714

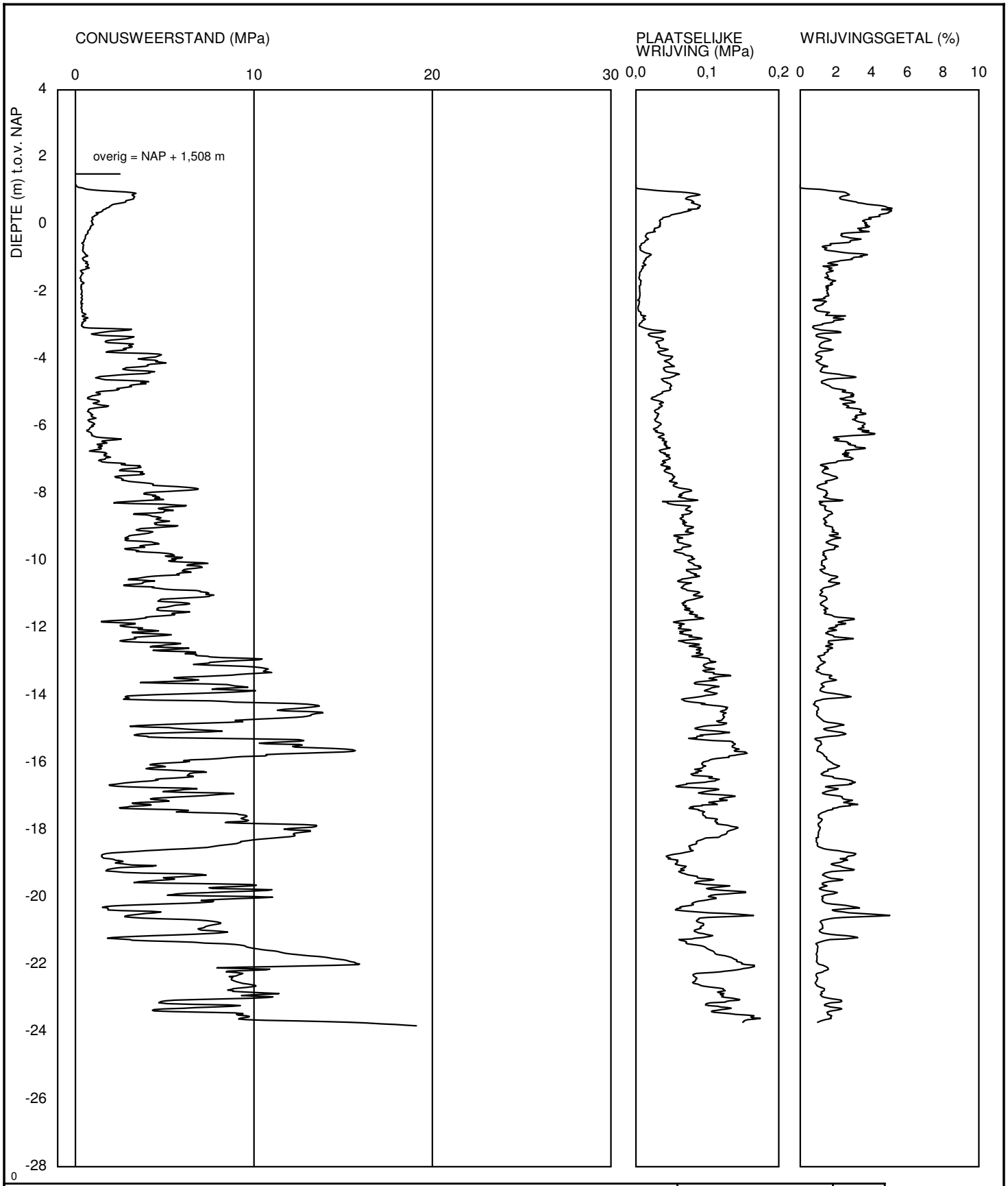
maaiveld: NAP 4,65 m
X = 79757,5 m Y = 424150 m (RD)

Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

datum	get.
2000-09-06	LWS
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

-

-



Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

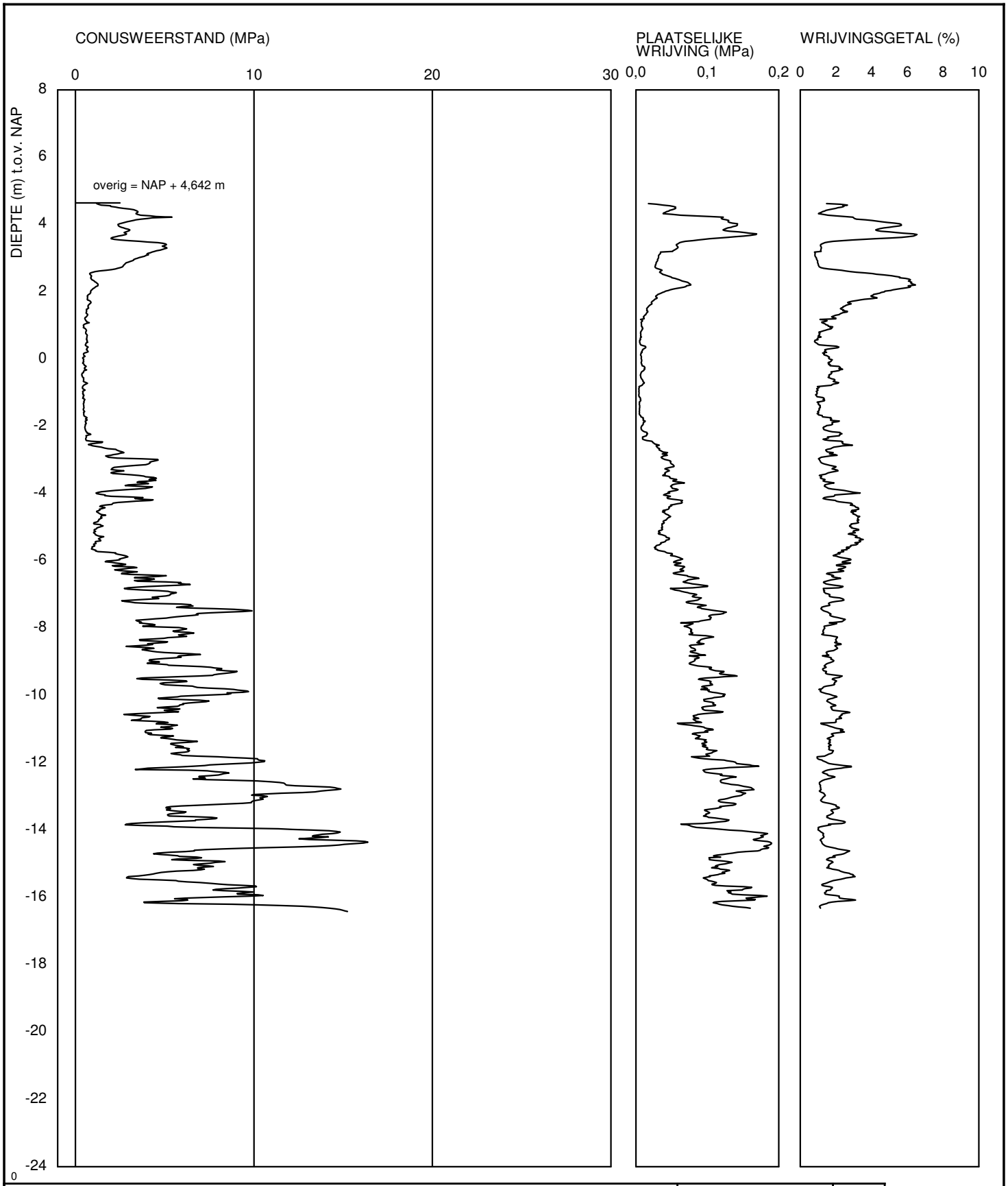
datum 2000-09-07
get. -
gez.
form. A4

-
-

DINO-CPT-/

BIJL. -

Sondering S43B00128

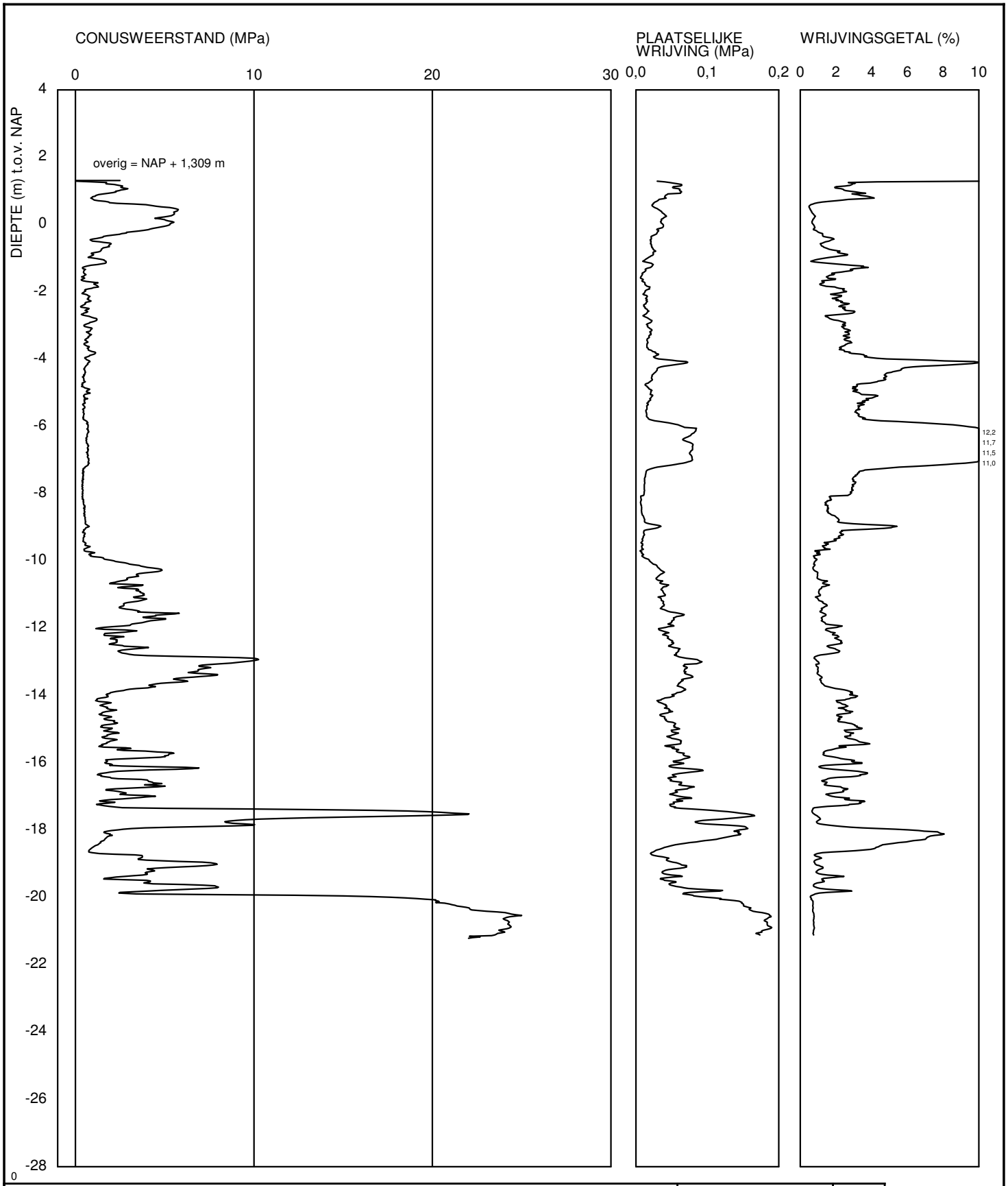


Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

datum	get.
2000-09-06	-
DINO-CPT-/	gez.
BIJL. -	form. A4

-
-

Sondering S43B00136

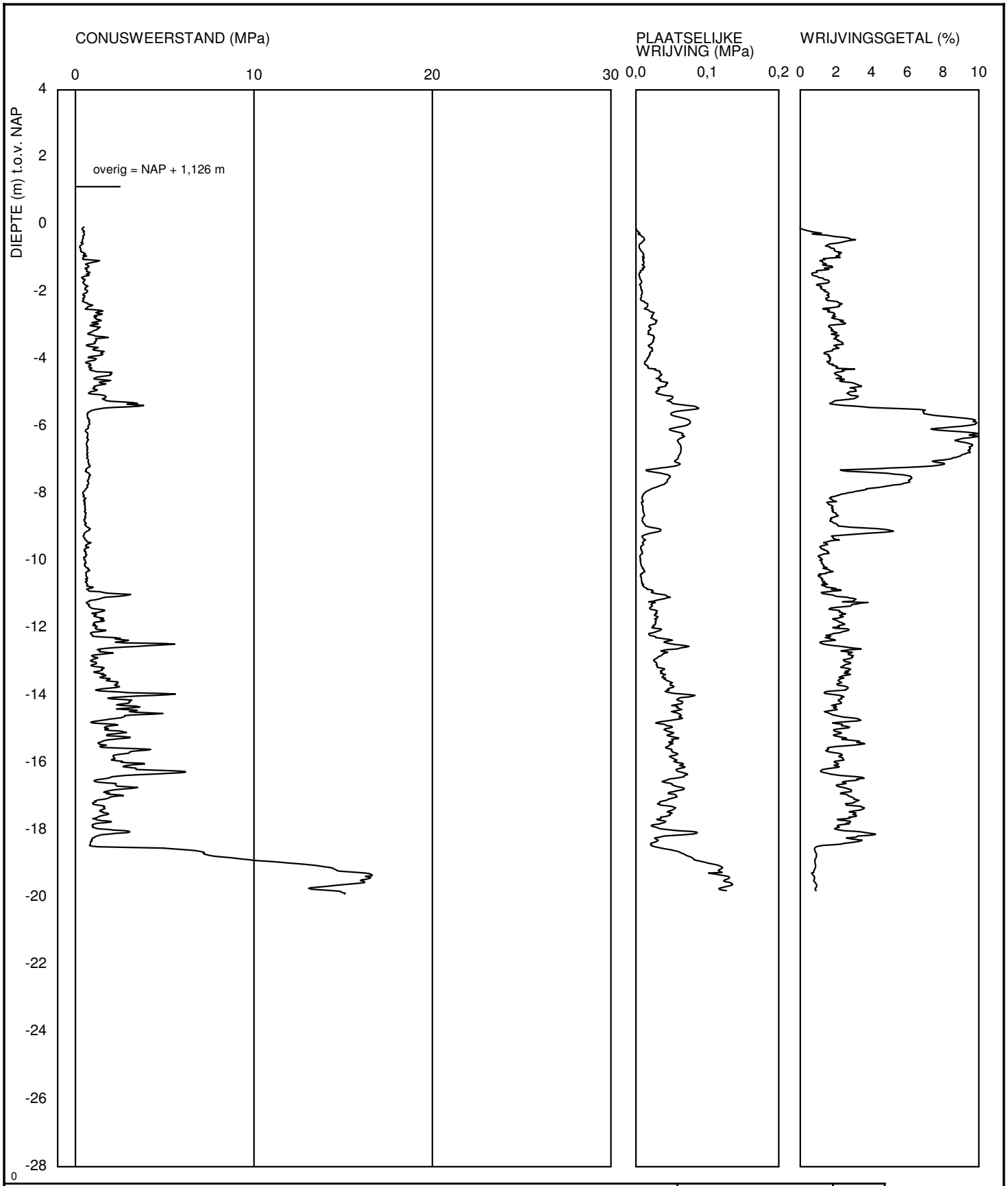


Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

datum 2000-09-06
get. -
gez. DINO-CPT-/
form. A4
BIJL. -

-
-

Sondering S43E00080

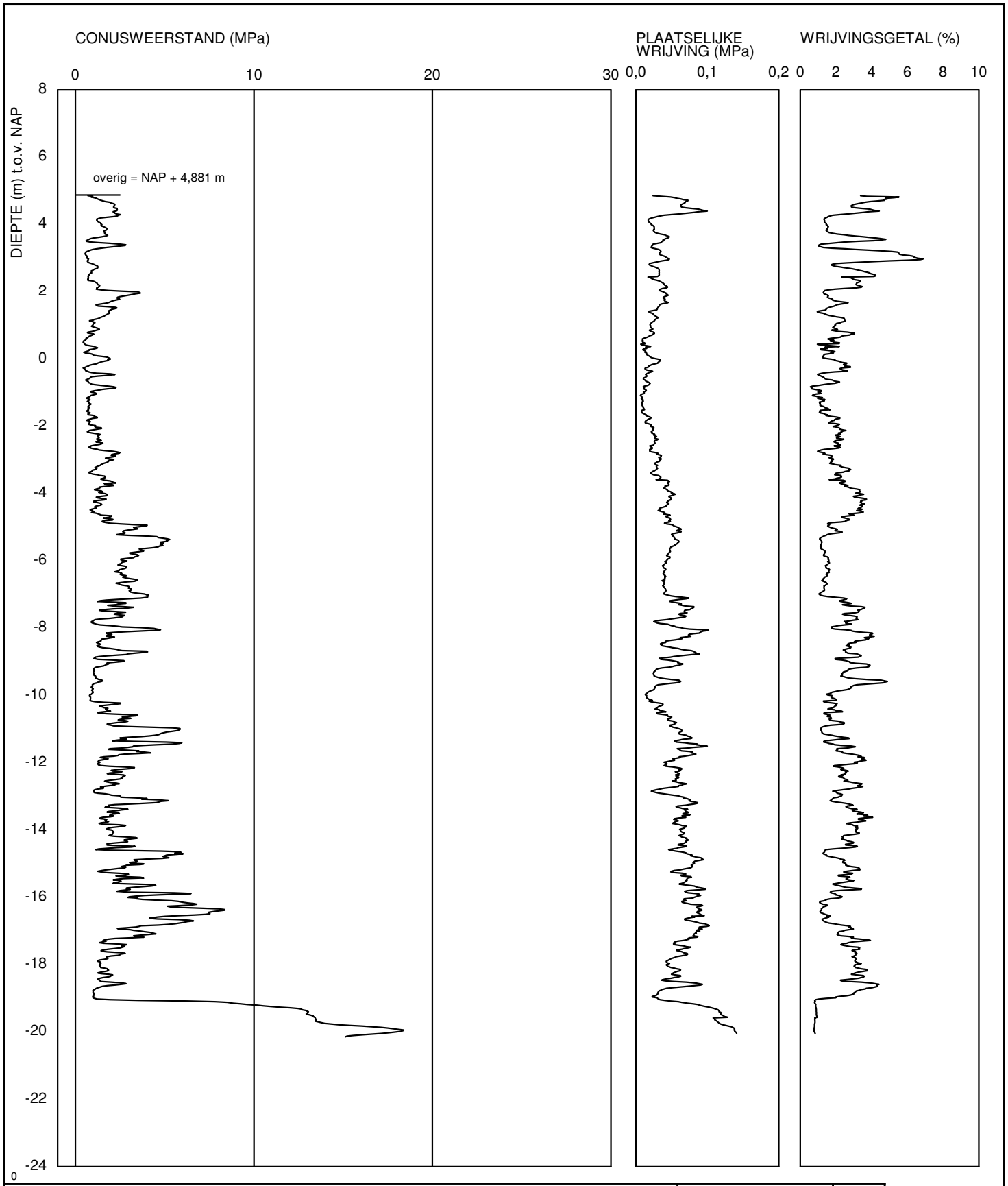


Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

datum 2000-09-05	get. -	
DINO-CPT-/	gez.	
BIJL. -	form. A4	

-
-

Sondering S43E00081

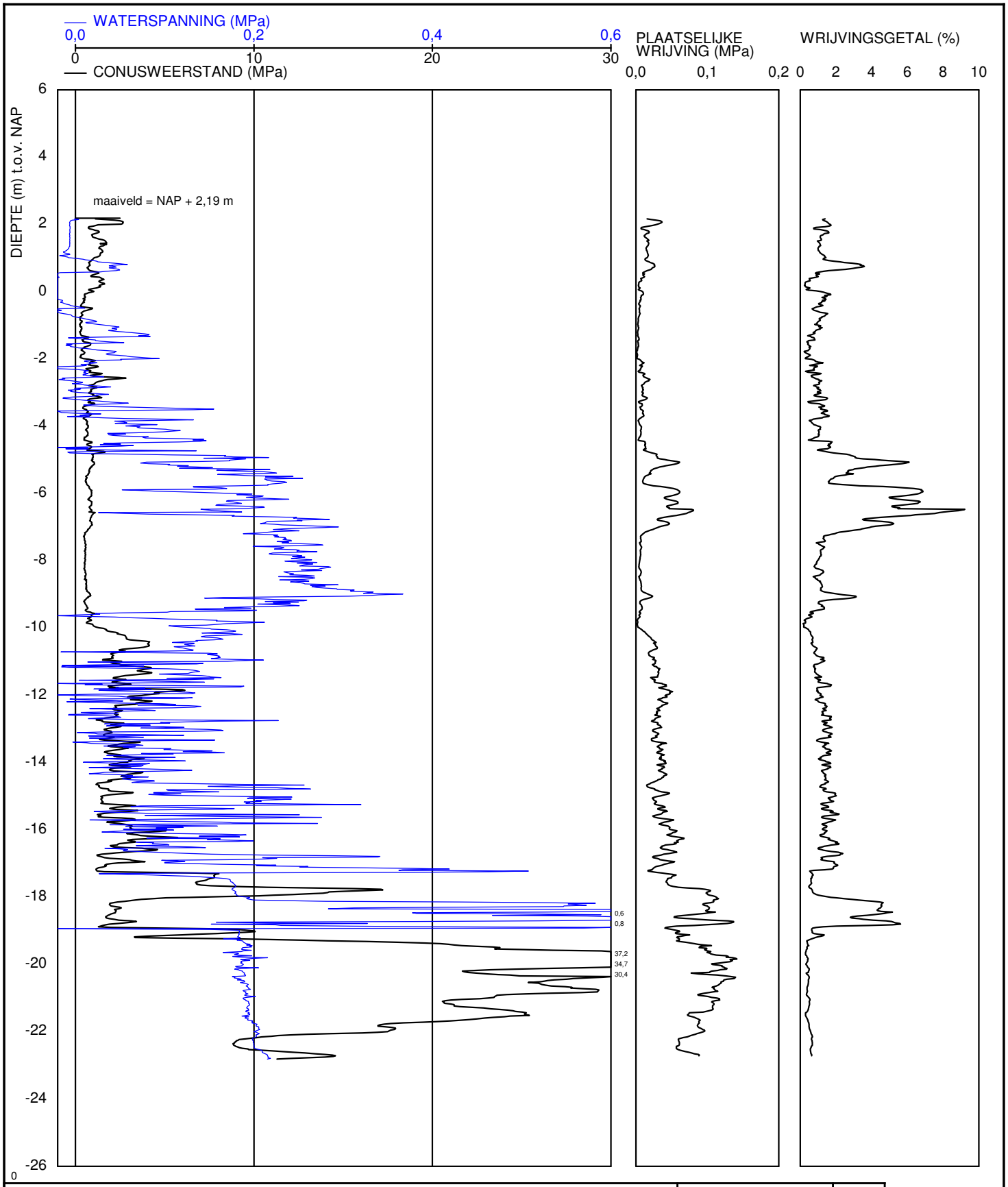


Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

datum 2000-09-05	get. -	
DINO-CPT-/	gez.	
BIJL. -	form. A4	

-
-

Sondering S43E00086



Witteveen + Bos
Willemskade 20
3016 DM Rotterdam
Telefoon 0102442800
Telefax 0102442888

datum 2002-05-29
get. -
gez.
DINO-CPT-/
form. A4
BIJL. -

-
-

Sondering S43E00110

BIJLAGE III Berekening hydraulische randvoorwaarden

Hydra-B berekening overschrijdingsfrequentielijn HR2006

```
HYDRA-B HR2006                 Versie rekenkern: 2.5.7                augustus 2007
Naam gebruiker                                          = Boom3
Datum berekening                                        = 02-06-2010 10:06:13

Rand2001-database                                       = HR2006 dkr21 Hoekse Waard.mdb
  Voor de afvoerstatistiek is gebruik gemaakt van de RIJN-statistiek

Locatie                                                 = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254
  X-coördinaat                                          =   80005 (m)
  Y-coördinaat                                          =  424254 (m)

Type Berekening                                         = Waterstand

Frequentie:             Waterstand:
    1/        10        1.905 (m+NAP)
    1/       100        2.193 (m+NAP)
    1/      2000        2.612 (m+NAP)
    1/     10000        2.892 (m+NAP)

       Terugkeertijd   Hydraulisch belastingniveau
          (jaren)          (m+NAP)
               10            1.905
               25            2.026
               50            2.112
              100            2.193
              250            2.302
              500            2.393
             1000            2.496
             1250            2.533
             2000            2.612
             4000            2.732
            10000            2.892
            20000            3.011

Illustratiepunten:

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie                       = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 ( 80005,424254)
Type Berekening               = Waterstand
Waterstand                    =     1.91 (m+NAP)
Terugkeertijd                 =       10 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie     = 1.00E-01 (per jaar)

Beide keringen geopend

  r      | m  MM   | q Rijn  | q Maas  | u       | waterst | ov. freq   | ov. freq
         | m+NAP   | m³/s    | m³/s    | m/s     | m+NAP   | *0.001/whj | %
---------+---------+---------+---------+---------+---------+------------+---------
  N      |    2.75 |    4519 |     809 |    13.8 |    1.91 |      2.050 |     2.0
  NNO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
```

NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	1.87	12888	2774	15.0	1.91	0.273	0.3
WZW	2.58	5250	980	22.0	1.91	2.529	2.5
W	2.69	4200	734	19.0	1.91	15.791	15.8
WNW	2.70	4000	687	18.0	1.91	25.050	25.1
NW	2.71	4000	687	17.0	1.91	24.633	24.6
NNW	2.75	3950	675	16.6	1.91	12.604	12.6
som						82.931	82.9

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	3.18	3691	614	16.0	1.91	0.372	0.4
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	2.90	4500	804	28.0	1.91	0.017	0.0
WZW	2.95	3895	662	25.0	1.91	0.367	0.4
W	3.03	3677	611	22.0	1.91	3.209	3.2
WNW	3.10	3825	646	21.0	1.91	4.763	4.8
NW	3.20	3747	627	20.0	1.91	5.596	5.6
NNW	3.18	3584	589	19.0	1.91	2.745	2.7
som						17.069	17.1

	Open keringen (bijdrage aan ov.freq 82.9%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 17.1%)
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	WNW (25.1%)	NW (5.6%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	2.70	3.20
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	4000	3747
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	687	627
potentiële windsnelheid u [m/s]	18.0	20.0
lokale waterstand h [m+NAP]	1.91	1.91

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 (80005,424254)
Type Berekening = Waterstand
Waterstand = 2.19 (m+NAP)
Terugkeertijd = 100 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie = 1.00E-02 (per jaar)

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	2.96	6000	1156	15.9	2.19	0.100	1.0
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	2.00	15616	3414	16.0	2.19	0.008	0.1
WZW	2.81	6000	1156	25.0	2.19	0.117	1.2
W	2.78	6000	1156	23.0	2.19	0.910	9.1
WNW	2.89	5250	980	21.0	2.19	1.663	16.6
NW	2.99	4500	804	19.2	2.19	1.769	17.7
NNW	2.89	6000	1156	18.0	2.19	0.792	7.9
som						5.358	53.6

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	3.16	6000	1156	16.0	2.19	0.094	0.9
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	2.83	7863	1594	27.5	2.19	0.004	0.0
WZW	2.97	6500	1274	25.3	2.19	0.086	0.9
W	3.00	6332	1234	22.0	2.19	0.743	7.4
WNW	3.07	5994	1155	21.0	2.19	1.345	13.4
NW	3.18	5750	1097	20.0	2.19	1.646	16.5
NNW	3.22	5732	1093	19.4	2.19	0.725	7.2

```
---------+-----------------------------------------------+------------+---------
  som    |                                               |      4.642 |    46.4

                                     | Open keringen                 | Gesloten keringen
                                     |  (bijdrage  aan  ov.freq  53.6%)   |  (bijdrage  aan  ov.freq
46.4%)
-------------------------------------+-------------------------------+---------------------------
--
windrichting r (bijdrage aan ov.freq) | NW    (17.7%)                 | NW    (16.5%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]      | 2.99                          | 3.18
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]         |  4500                         |  5750
Maasafvoer q te Lith [m³/s]           |  804                          | 1097
potentiële windsnelheid u [m/s]       | 19.2                          | 20.0
lokale waterstand h [m+NAP]           |  2.19                         |  2.19

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie                       = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 ( 80005,424254)
Type Berekening               = Waterstand
Waterstand                    =     2.61 (m+NAP)
Terugkeertijd                 =     2000 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie     = 5.00E-04 (per jaar)

Beide keringen geopend

  r      | m  MM   | q Rijn  | q Maas  | u       | waterst | ov. freq   | ov. freq
         | m+NAP   | m³/s    | m³/s    | m/s     | m+NAP   | *0.001/whj | %
---------+---------+---------+---------+---------+---------+------------+---------
  N      |    4.39 |    1580 |     168 |    23.0 |    2.61 |      0.000 |     0.1
  NNO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  NO     |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ONO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  O      |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  OZO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZO     |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZZO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  Z      |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZZW    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZW     |    4.68 |    1300 |     136 |    41.0 |    2.61 |      0.000 |     0.0
  WZW    |    4.51 |    1720 |     185 |    39.0 |    2.61 |      0.000 |     0.0
  W      |    3.30 |    6500 |    1274 |    25.0 |    2.61 |      0.004 |     0.7
  WNW    |    3.32 |    6000 |    1156 |    24.0 |    2.61 |      0.011 |     2.1
  NW     |    3.47 |    5250 |     980 |    23.0 |    2.61 |      0.020 |     3.9
  NNW    |    3.77 |    3750 |     628 |    23.0 |    2.61 |      0.007 |     1.3
---------+-----------------------------------------------+------------+---------
  som    |                                               |      0.041 |     8.3

Beide keringen gesloten

  r      | m  MM   | q Rijn  | q Maas  | u       | waterst | ov. freq   | ov. freq
         | m+NAP   | m³/s    | m³/s    | m/s     | m+NAP   | *0.001/whj | %
---------+---------+---------+---------+---------+---------+------------+---------
  N      |    3.50 |    8054 |    1639 |    18.9 |    2.61 |      0.006 |     1.3
```

NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	3.11	10000	2095	31.0	2.61	0.000	0.0
WZW	3.02	10000	2095	26.7	2.61	0.004	0.9
W	3.22	8500	1743	25.0	2.61	0.063	12.6
WNW	3.32	8000	1626	23.0	2.61	0.133	26.7
NW	3.34	8000	1626	22.0	2.61	0.182	36.4
NNW	3.42	8000	1626	21.0	2.61	0.069	13.8
som						0.459	91.7

	Open keringen (bijdrage aan ov.freq 8.3%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 91.7%)
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	NW (3.9%)	NW (36.4%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	3.47	3.34
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	5250	8000
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	980	1626
potentiële windsnelheid u [m/s]	23.0	22.0
lokale waterstand h [m+NAP]	2.61	2.61

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 (80005,424254)
Type Berekening = Waterstand
Waterstand = 2.89 (m+NAP)
Terugkeertijd = 10000 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie = 1.00E-04 (per jaar)

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	4.94	1571	167	26.0	2.89	0.000	0.1
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0

ZW	5.30	1300	136	41.0	2.89	0.000	0.0
WZW	5.15	1720	185	41.0	2.89	0.000	0.0
W	4.86	2250	276	37.2	2.89	0.001	0.5
WNW	3.61	7000	1391	26.0	2.89	0.002	1.8
NW	3.88	5250	980	25.6	2.89	0.005	4.6
NNW	4.72	2000	217	28.0	2.89	0.001	1.4
som						0.008	8.3

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	3.61	9654	2014	19.4	2.89	0.001	1.2
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	3.48	10500	2213	34.8	2.89	0.000	0.0
WZW	3.43	10000	2095	30.0	2.89	0.000	0.4
W	3.41	10000	2095	26.0	2.89	0.009	9.1
WNW	3.38	10000	2095	24.0	2.89	0.025	24.5
NW	3.72	8500	1743	24.0	2.89	0.042	42.1
NNW	3.66	9000	1861	22.0	2.89	0.014	14.4
som						0.092	91.7

	Open keringen (bijdrage aan ov.freq 8.3%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 91.7%)
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	NW (4.6%)	NW (42.1%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	3.88	3.72
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	5250	8500
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	980	1743
potentiële windsnelheid u [m/s]	25.6	24.0
lokale waterstand h [m+NAP]	2.89	2.89

Betekenis van de gegevens:
- r = De windrichting
- m MM = De zeewaterstand bij Maasmond in m+NAP
- q Rijn = De afvoer op de Rijn bij Lobith in m³/s
- q Maas = De afvoer op de Maas bij Lith in m³/s
- u = De potentiële windsnelheid bij Hoek van Holland in m/s
- waterst = De waterstand op de beschouwde locatie in m+NAP
  na eventuele transformatie over een voorland

- ov.freq = De overschrijdingsfrequentie van het hydraulisch belastingniveau voor de bijbehorende windrichting in gemiddeld aantal keer per winterhalfjaar en als percentage

Hydra-BT berekening overschrijdingsfrequentielijn 2100

```
HYDRA-BT                    Versie rekenkern: 1.1.8                   augustus 2008
Naam gebruiker                                          = Boom3
Datum berekening                                        = 04-06-2010 10:24:32

Rand2001-database                                       = HR2006 dkr21 Hoekse Waard.mdb
  Voor de afvoerstatistiek is gebruik gemaakt van de RIJN-statistiek te Lobith
  Voor het klimaat is gerekend met het middenscenario voor 2100

Locatie                                                 = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254
  X-coördinaat                                          =   80005 (m)
  Y-coördinaat                                          =  424254 (m)

Faalmechanisme                                          = Waterstand

Frequentie:        Waterstand:
    1/   10        2.176 (m+NAP)
    1/  100        2.486 (m+NAP)
    1/ 1000        2.874 (m+NAP)
    1/ 2000        2.991 (m+NAP)
    1/10000        3.261 (m+NAP)
    1/20000        3.370 (m+NAP)

U heeft een waterstand, hydraulisch belastingniveau of een benodigde kruinhoogte
berekend. Voor de toetsing kunnen nog toeslagen van toepassing zijn. Zie hier-
voor het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) en het Randvoorwaardenboek 2001.

       Terugkeertijd   Hydraulisch belastingniveau
          (jaren)          (m+NAP)
               10            2.176
               25            2.290
               50            2.384
              100            2.486
              250            2.635
              500            2.753
             1000            2.874
             1250            2.912
             2000            2.991
             4000            3.108
            10000            3.261
            20000            3.370

Illustratiepunten:

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie                      = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 ( 80005,424254)
Faalmechanisme               = Waterstand
Waterstand                   =     2.18 (m+NAP)
Terugkeertijd                =       10 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie    = 1.00E-01 (per jaar)
```

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	2.98	6000	1156	12.0	2.18	1.434	1.4
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	2.17	13867	3004	11.0	2.18	1.295	1.3
WZW	2.29	12700	2730	12.0	2.18	4.271	4.3
W	2.90	6000	1156	16.0	2.18	12.986	13.0
WNW	2.90	6000	1156	15.0	2.18	15.345	15.3
NW	2.93	5683	1082	15.0	2.18	11.115	11.1
NNW	2.93	6000	1156	14.0	2.18	5.978	6.0
som						52.423	52.4

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	3.14	6041	1166	12.7	2.18	1.293	1.3
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	2.89	7755	1568	21.0	2.18	0.401	0.4
WZW	3.00	6505	1275	19.0	2.18	2.576	2.6
W	3.05	6281	1222	17.0	2.18	10.841	10.8
WNW	3.11	5979	1151	16.2	2.18	14.198	14.2
NW	3.19	5750	1097	16.0	2.18	11.923	11.9
NNW	3.18	5884	1129	14.9	2.18	6.345	6.3
som						47.577	47.6

Open keringen (bijdrage aan ov.freq 52.4%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 47.6%)

windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	WNW (15.3%)	WNW (14.2%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	2.90	3.11
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	6000	5979
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	1156	1151
potentiële windsnelheid u [m/s]	15.0	16.2
lokale waterstand h [m+NAP]	2.18	2.18

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 (80005,424254)
Faalmechanisme = Waterstand
Waterstand = 2.49 (m+NAP)
Terugkeertijd = 100 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie = 1.00E-02 (per jaar)

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	2.52	14800	3222	9.0	2.49	0.017	0.2
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	2.40	16000	3504	13.0	2.49	0.009	0.1
WZW	2.36	16000	3504	12.0	2.49	0.038	0.4
W	2.38	15700	3434	10.0	2.49	0.129	1.3
WNW	3.07	9052	1873	16.8	2.49	0.162	1.6
NW	3.07	9027	1867	16.0	2.49	0.129	1.3
NNW	3.04	9800	2048	15.0	2.49	0.071	0.7
som						0.554	5.5

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	3.34	8140	1659	13.3	2.49	0.221	2.2
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0

ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	3.04	10000	2095	23.3	2.49	0.042	0.4
WZW	3.04	10000	2095	19.0	2.49	0.376	3.8
W	3.25	8000	1626	18.0	2.49	1.999	20.0
WNW	3.23	8000	1626	17.0	2.49	2.881	28.8
NW	3.30	7791	1577	17.0	2.49	2.627	26.3
NNW	3.29	8000	1626	16.0	2.49	1.301	13.0
som						9.446	94.5

	Open keringen (bijdrage aan ov.freq 5.5%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 94.5%)
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	WNW (1.6%)	WNW (28.8%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	3.07	3.23
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	9052	8000
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	1873	1626
potentiële windsnelheid u [m/s]	16.8	17.0
lokale waterstand h [m+NAP]	2.49	2.49

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 (80005,424254)
Faalmechanisme = Waterstand
Waterstand = 2.87 (m+NAP)
Terugkeertijd = 1000 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie = 1.00E-03 (per jaar)

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	4.83	2039	226	22.2	2.87	0.000	0.0
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	5.27	1250	130	40.8	2.87	0.000	0.0
WZW	4.54	3750	628	34.8	2.87	0.000	0.0
W	4.62	3000	452	31.0	2.87	0.001	0.1
WNW	3.86	5750	1097	23.0	2.87	0.001	0.1
NW	3.81	6487	1271	20.2	2.87	0.003	0.3
NNW	3.94	5500	1039	21.0	2.87	0.001	0.1
som						0.006	0.6

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	3.58	10000	2095	15.0	2.87	0.020	2.0
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	3.53	10000	2095	29.0	2.87	0.001	0.1
WZW	3.48	10000	2095	25.0	2.87	0.016	1.6
W	3.50	10000	2095	21.0	2.87	0.152	15.2
WNW	3.50	9943	2082	19.4	2.87	0.290	29.0
NW	3.66	9000	1861	19.0	2.87	0.358	35.8
NNW	3.60	9500	1978	18.0	2.87	0.158	15.8
som						0.994	99.4

	Open keringen (bijdrage aan ov.freq 0.6%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 99.4%)
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	NW (0.3%)	NW (35.8%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	3.81	3.66
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	6487	9000
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	1271	1861
potentiële windsnelheid u [m/s]	20.2	19.0
lokale waterstand h [m+NAP]	2.87	2.87

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 (80005,424254)
Faalmechanisme = Waterstand
Waterstand = 2.99 (m+NAP)
Terugkeertijd = 2000 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie = 5.00E-04 (per jaar)

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	5.07	2000	217	23.4	2.99	0.000	0.0
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0

ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	5.55	1250	130	40.8	2.99	0.000	0.0
WZW	4.79	3750	628	37.2	2.99	0.000	0.0
W	4.87	3000	452	32.4	2.99	0.000	0.1
WNW	3.87	7000	1391	23.0	2.99	0.001	0.1
NW	4.64	3250	511	26.0	2.99	0.001	0.3
NNW	4.14	5500	1039	21.4	2.99	0.000	0.1
som						0.003	0.6

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	3.72	10000	2095	16.0	2.99	0.010	1.9
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	3.70	10000	2095	30.0	2.99	0.000	0.0
WZW	3.66	10000	2095	26.0	2.99	0.006	1.1
W	3.64	10000	2095	23.0	2.99	0.067	13.4
WNW	3.62	10000	2095	21.0	2.99	0.143	28.5
NW	3.77	9304	1932	20.0	2.99	0.191	38.2
NNW	3.69	9865	2063	18.8	2.99	0.081	16.2
som						0.497	99.4

	Open keringen (bijdrage aan ov.freq 0.6%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 99.4%)
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	NW (0.3%)	NW (38.2%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	4.64	3.77
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	3250	9304
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	511	1932
potentiële windsnelheid u [m/s]	26.0	20.0
lokale waterstand h [m+NAP]	2.99	2.99

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 (80005,424254)
Faalmechanisme = Waterstand
Waterstand = 3.26 (m+NAP)
Terugkeertijd = 10000 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie = 1.00E-04 (per jaar)

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	5.65	2000	217	25.9	3.26	0.000	0.0
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	5.84	2222	269	40.8	3.26	0.000	0.0
WZW	5.38	3800	640	40.0	3.26	0.000	0.0
W	5.51	3000	452	37.2	3.26	0.000	0.0
WNW	4.28	7000	1391	26.0	3.26	0.000	0.1
NW	5.56	2000	217	31.0	3.26	0.000	0.3
NNW	5.92	1004	102	30.0	3.26	0.000	0.1
som						0.001	0.6

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	4.05	10000	2095	19.0	3.26	0.002	1.6
NNO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	3.97	11500	2448	33.8	3.26	0.000	0.0
WZW	4.00	10737	2268	30.0	3.26	0.001	0.5
W	4.00	10598	2235	26.0	3.26	0.010	10.2
WNW	3.97	10000	2095	23.7	3.26	0.028	27.8
NW	3.98	10000	2095	21.7	3.26	0.043	43.4
NNW	4.02	10000	2095	21.1	3.26	0.016	15.9

```
  som    |                                                |      0.099 |    99.4

                                        | Open keringen                | Gesloten keringen
                                        |  (bijdrage  aan  ov.freq   0.6%)   |  (bijdrage  aan  ov.freq
99.4%)
-------------------------------------+-----------------------------+---------------------------
--
windrichting r (bijdrage aan ov.freq) | NW    ( 0.3%)                | NW    (43.4%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]      | 5.56                         | 3.98
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]         |  2000                        | 10000
Maasafvoer q te Lith [m³/s]           |  217                         | 2095
potentiële windsnelheid u [m/s]       | 31.0                         | 21.7
lokale waterstand h [m+NAP]           |  3.26                        |  3.26

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie                       = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 ( 80005,424254)
Faalmechanisme                = Waterstand
Waterstand                    =     3.37 (m+NAP)
Terugkeertijd                 =    20000 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie     = 5.00E-05 (per jaar)

Beide keringen geopend

  r      | m  MM    | q Rijn   | q Maas   | u        | waterst | ov. freq   | ov. freq
         | m+NAP    | m³/s     | m³/s     | m/s      | m+NAP   | *0.001/whj | %
---------+---------+---------+---------+---------+---------+------------+---------
  N      |    5.89 |    2000 |     217 |    26.4 |    3.37 |      0.000 |     0.0
  NNO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  NO     |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ONO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  O      |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  OZO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZO     |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZZO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  Z      |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZZW    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
  ZW     |    5.78 |    3270 |     515 |    41.0 |    3.37 |      0.000 |     0.0
  WZW    |    5.65 |    3727 |     623 |    40.8 |    3.37 |      0.000 |     0.0
  W      |    5.78 |    3015 |     455 |    39.0 |    3.37 |      0.000 |     0.0
  WNW    |    4.44 |    7000 |    1391 |    27.0 |    3.37 |      0.000 |     0.1
  NW     |    5.80 |    2019 |     221 |    32.2 |    3.37 |      0.000 |     0.3
  NNW    |    4.29 |    9500 |    1978 |    22.0 |    3.37 |      0.000 |     0.1
---------+-----------------------------------------------+------------+---------
  som    |                                                |      0.000 |     0.6

Beide keringen gesloten

  r      | m  MM    | q Rijn   | q Maas   | u        | waterst | ov. freq   | ov. freq
         | m+NAP    | m³/s     | m³/s     | m/s      | m+NAP   | *0.001/whj | %
---------+---------+---------+---------+---------+---------+------------+---------
  N      |    4.31 |   10000 |    2095 |    20.0 |    3.37 |      0.001 |     1.3
  NNO    |      -- |      -- |      -- |      -- |      -- |      0.000 |     0.0
```

NO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	3.96	13000	2800	34.5	3.37	0.000	0.0
WZW	4.00	12000	2565	30.4	3.37	0.000	0.4
W	4.05	11500	2448	26.6	3.37	0.005	9.3
WNW	4.19	10000	2095	26.0	3.37	0.014	27.2
NW	4.19	10000	2095	23.4	3.37	0.023	45.7
NNW	4.28	10000	2095	22.0	3.37	0.008	15.4
som						0.050	99.4

	Open keringen (bijdrage aan ov.freq 0.6%)	Gesloten keringen (bijdrage aan ov.freq 99.4%)
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	NW (0.3%)	NW (45.7%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]	5.80	4.19
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	2019	10000
Maasafvoer q te Lith [m³/s]	221	2095
potentiële windsnelheid u [m/s]	32.2	23.4
lokale waterstand h [m+NAP]	3.37	3.37

Betekenis van de gegevens:
- r = De windrichting
- m MM = De zeewaterstand bij Maasmond in m+NAP
- q rijn = De afvoer op de Rijn bij Lobith in m³/s
- q maas = De afvoer op de Maas bij Lith in m³/s
- u = De potentiële windsnelheid bij Hoek van Holland in m/s
- waterst = De waterstand op de beschouwde locatie in m+NAP
- ov.freq = De overschrijdingsfrequentie van het hydraulisch belastingniveau voor de bijbehorende windrichting in gemiddeld aantal keer per winterhalfjaar en als percentage

Hydra-BT berekening golfparameters 2100

```
HYDRA-BT                    Versie rekenkern: 1.1.8                    augustus 2008
Naam gebruiker                                                 = Boom3
Datum berekening                                               = 08-06-2010 10:53:50

Rand2001-database                                              = HR2006 dkr21 Hoekse Waard.mdb
  Voor de afvoerstatistiek is gebruik gemaakt van de RIJN-statistiek te Lobith
  Voor het klimaat is gerekend met het middenscenario voor 2100

  Profiel                                                      = fictief profiel.prfl
    Aanwezige dijkhoogte                                       =      5.00 (m+NAP)
    Uitwendige dijknormaal                                     =    315.00 (°)

    Dijkprofielcoördinaten             Taludruwheids-
     Afstand       Hoogte              factor
        0.00        -5.00                1.00
       10.00         5.00


Locatie                                                        = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254
  X-coördinaat                                                 =   80005 (m)
  Y-coördinaat                                                 =  424254 (m)

Faalmechanisme                                                 = Overslag
  Kritiek overslagdebiet                                       =      1.00 (l/s/m)
Golfgroeimodel                                                 = Bretschneider
Transformatiebestand voor de potentiële windsnelheid           = C:\Program Files\Hydra-
BT\Invoer\Up2Uow.dat

Windrichting        Effectieve          Effectieve
                    bodemhoogte         strijklengte
                    (m)                 (m)
  N                 -2.15                  536.00
  NNO               -1.89                  394.00
  NO                 1.84                  236.00
  ONO                1.63                   87.00
  O                  0.00                    0.00
  OZO                0.00                    0.00
  ZO                 0.00                    0.00
  ZZO                0.00                    0.00
  Z                  0.00                    0.00
  ZZW                1.37                   61.00
  ZW                 1.38                  144.00
  WZW                1.68                  561.00
  W                 -3.79                  887.00
  WNW               -0.39                 1033.00
  NW                -0.59                  970.00
  NNW               -1.16                  708.00


Frequentie:         Hydraulisch belastingniveau:
    1/20000         5.110 (m+NAP)

U heeft een waterstand, hydraulisch belastingniveau of een benodigde kruinhoogte
berekend. Voor de toetsing kunnen nog toeslagen van toepassing zijn. Zie hier-
voor het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) en het Randvoorwaardenboek 2001.

       Terugkeertijd   Hydraulisch belastingniveau
          (jaren)          (m+NAP)
               10            3.173
               25            3.362
               50            3.511
              100            3.667
              250            3.893
              500            4.080
             1000            4.276
             1250            4.339
             2000            4.472
             4000            4.666
            10000            4.919
            20000            5.110

Illustratiepunten:

Illustratiepunten inclusief Rosenblatt-transformatie:

Locatie                       = Dkr 21 Spui km 1006_80005_424254 ( 80005,424254)
Faalmechanisme                = Overslag met kritiek overslagdebiet van  1.00 (l/s/m)
Hydraulisch belastingniveau   =     5.11 (m+NAP)
Terugkeertijd                 =    20000 (jaar)
Overschrijdingsfrequentie     = 5.00E-05 (per jaar)
```

Beide keringen geopend

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	H_s m	T_p s	golfr graden	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	6.00	4500	804	27.2	3.78	0.62	2.8	0	0.000	0.0
NNO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	5.96	10340	2175	41.3	4.41	0.55	2.4	225	0.000	0.0
WZW	5.90	4750	863	41.2	3.64	0.73	3.1	248	0.000	0.0
W	4.83	3000	452	32.7	2.97	0.91	3.4	270	0.000	0.2
WNW	4.32	7000	1391	27.5	3.31	0.75	3.1	293	0.000	0.4
NW	5.18	2000	217	29.0	3.09	0.77	3.2	315	0.000	0.9
NNW	6.00	1020	104	30.3	3.30	0.75	3.1	338	0.000	0.1
som									0.001	1.6

Beide keringen gesloten

r	m MM m+NAP	q Rijn m³/s	q Maas m³/s	u m/s	waterst m+NAP	H_s m	T_p s	golfr graden	ov. freq *0.001/whj	ov. freq %
N	5.00	12000	2565	25.7	3.88	0.59	2.7	0	0.000	0.0
NNO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
NO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ONO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
O	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
OZO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZO	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
Z	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZZW	--	--	--	--	--	--	--	--	0.000	0.0
ZW	5.62	14500	3152	41.1	4.41	0.55	2.4	225	0.000	0.0
WZW	4.45	13000	2800	35.9	3.74	0.68	3.0	248	0.000	0.0
W	3.99	10000	2095	29.7	3.20	0.83	3.2	270	0.010	20.2
WNW	4.10	10000	2095	26.9	3.34	0.73	3.1	293	0.015	30.1

```
  NW     |    4.20 |   10000 |    2095 |    24.9 |    3.38 |    0.67 |     3.0 |     315 |
0.023 |    45.5
  NNW    |    4.80 |   10000 |    2095 |    26.5 |    3.56 |    0.66 |     2.9 |     338 |
0.001 |     2.5
---------+-------------------------------------------------------------------------------+---------
---+---------
  som    |                                                                               |
0.049 |    98.4

                                      | Open keringen                 | Gesloten keringen
                                      | (bijdrage aan ov.freq  1.6%)  | (bijdrage aan ov.freq
98.4%)
--------------------------------------+-------------------------------+---------------------------
--
windrichting r (bijdrage aan ov.freq) | NW    ( 0.9%)                 | NW    (45.5%)
zeewaterstand Maasmond m [m+NAP]      | 5.18                          | 4.20
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]         |  2000                         | 10000
Maasafvoer q te Lith [m³/s]           |  217                          | 2095
potentiële windsnelheid u [m/s]       | 29.0                          | 24.9
lokale waterstand h [m+NAP]           |  3.09                         |  3.38
significante golfhoogte Hs [m]        | 0.77                          | 0.67
piekperiodes Tp [s]                   | 3.2                           | 3.0
golfrichting theta [graden]           | 315                           | 315

Betekenis van de gegevens:
 - r       = De windrichting
 - m MM    = De zeewaterstand bij Maasmond in m+NAP
 - q rijn  = De afvoer op de Rijn bij Lobith in m³/s
 - q maas  = De afvoer op de Maas bij Lith in m³/s
 - u       = De potentiële windsnelheid bij Hoek van Holland in m/s
 - waterst = De waterstand op de beschouwde locatie in m+NAP
 - H_s     = De significante golfhoogte in m (na eventuele
             transformatie over een dam en/of voorland)
 - T_p     = De golf(piek)periode in s (na eventuele
             transformatie over een dam en/of voorland)
 - golfr   = De golfrichting in graden t.o.v. Noord (na eventuele
             transformatie over een dam en/of voorland)
 - ov.freq = De overschrijdingsfrequentie van het hydraulisch
             belastingniveau voor de bijbehorende windrichting
             in gemiddeld aantal keer per winterhalfjaar en

             als percentage
```

BIJLAGE IV Berekeningen bij ontwerpspoor hoogte

Overloop en overslag

project:	Actualisatie haalbaarheidsstudie doorkruising primaire waterkering Piershil
code:	RT640-2
onderdeel	ontwerpspoor hoogte
door:	ir. M.J.J. Boon
datum:	08-06-2010

formules (Bron: Leidraad Kunstwerken, LKW2003)

Golfoverslagdebiet (bij waterstand onder de kruin)

$$q = 0{,}13 \cdot \sqrt{g \cdot H_s^3} \cdot \exp\left(-3{,}0 \cdot \frac{h_{kr}}{H_s} \cdot \frac{1}{\gamma_\beta \cdot \gamma_n} \right)$$

Golfoverslagdebiet (bij waterstand boven kruin)

$$q = 0{,}13 \cdot \sqrt{g \cdot H_s^3}$$

Overloopdebiet (bij waterstand boven de kruin)

$$q = 0{,}55 \cdot m \cdot \sqrt{-g \cdot h_{kr}^3}$$

invloedsfactor hoek van golfinval

$$\gamma_\beta = 1 - 0{,}0033\,|\beta| \qquad (0° \le |\beta| \le 80°)$$

$$\gamma_\beta = 1 - 0{,}0033 \cdot 80 \qquad (|\beta| > 80°)$$

uitgangspunten

toetspeil	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	m+NAP	
toeslagen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m	
	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	m+NAP	
kruinhoogte	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	m+NAP	*kruinhoogte*
reductie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m	*reductie op kruinhoogte*
	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	m+NAP	*rekenwaarde kruinhoogte*
normaal	315	315	315	315	315	315	°	*t.o.v. noord*
H_s	0,55	0,73	0,91	0,75	0,77	0,75	m	*significante golfhoogte*
θ	225	248	270	293	315	338	°	*golfrichting t.o.v. noord*
|β|	90	67	45	22	0	23	°	*hoek van golfinval t.o.v. normaal*
γ_β	0,74	0,78	0,85	0,93	1,00	0,92	-	*invloedsfactor voor scheve golfinval*
γ_n	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	*invloedsfactor voor neus*
m	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	*schematisering overlaat*

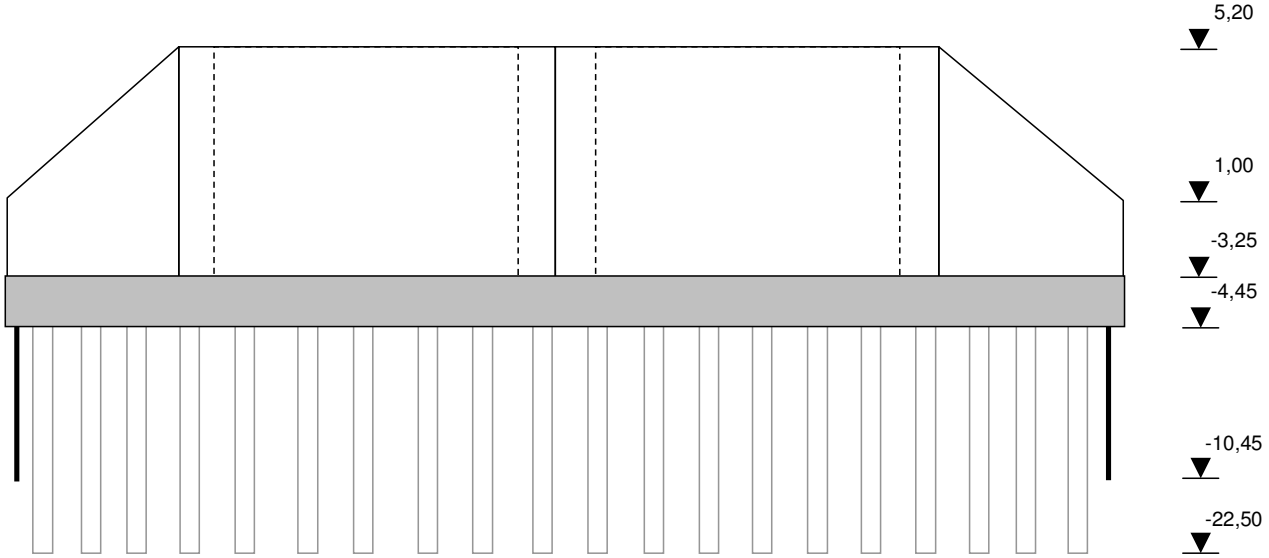
berekeningsresultaten

h_{kr}	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	m	*hoogteverschil waterstand - kruinhoogte*
$q_{overloop}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	l/s/m	*overloopdebiet*
$q_{overslag}$	0,0	0,1	1,0	0,4	0,8	0,3	l/s/m	*overslagdebiet**
q_{totaal}	0,0	0,1	1,0	0,4	0,8	0,3	l/s/m	*totaal debiet*

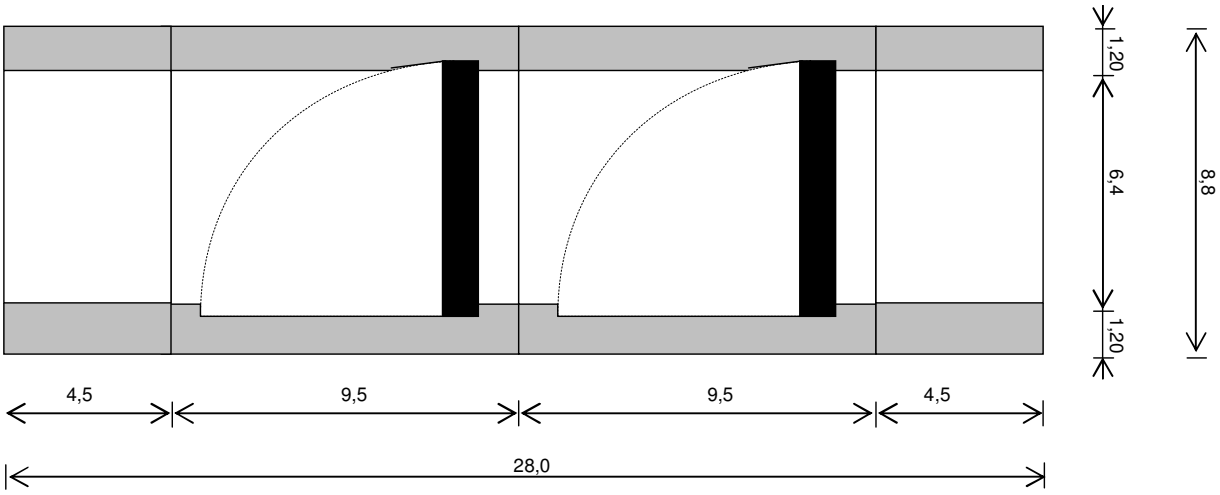
* inclusief windinvloed conform LKW2003

BIJLAGE V Schetsontwerp keersluis

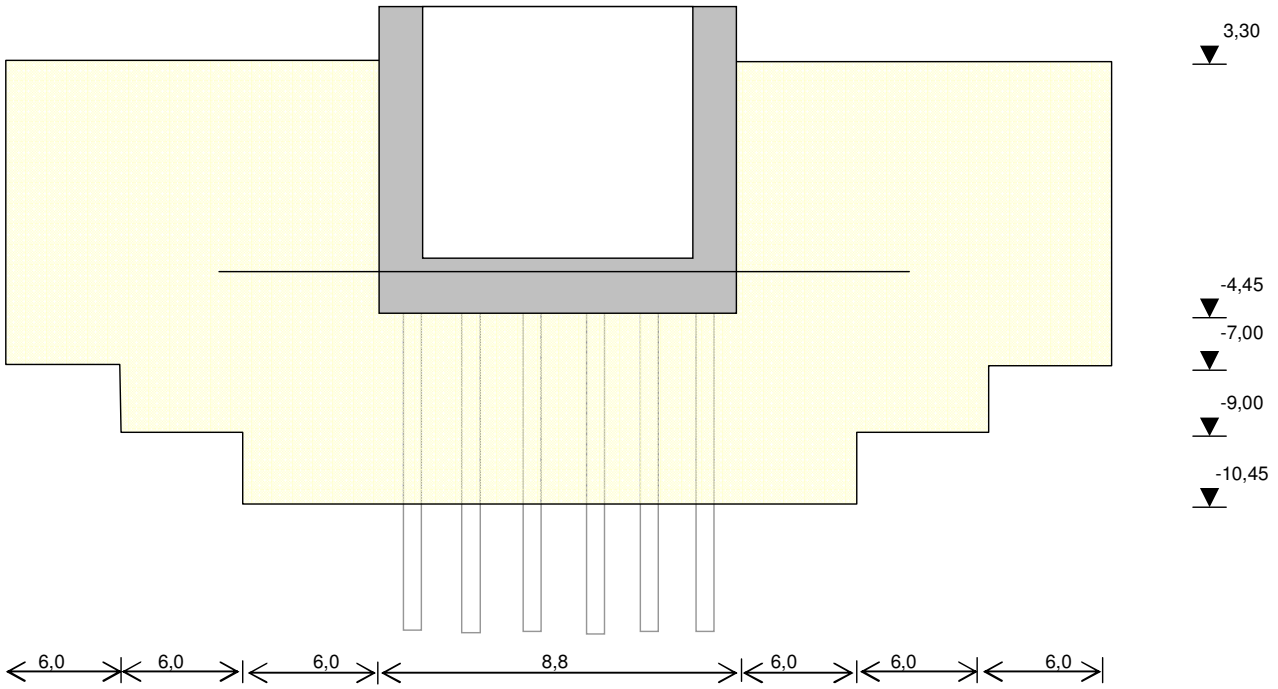
langsdoorsnede



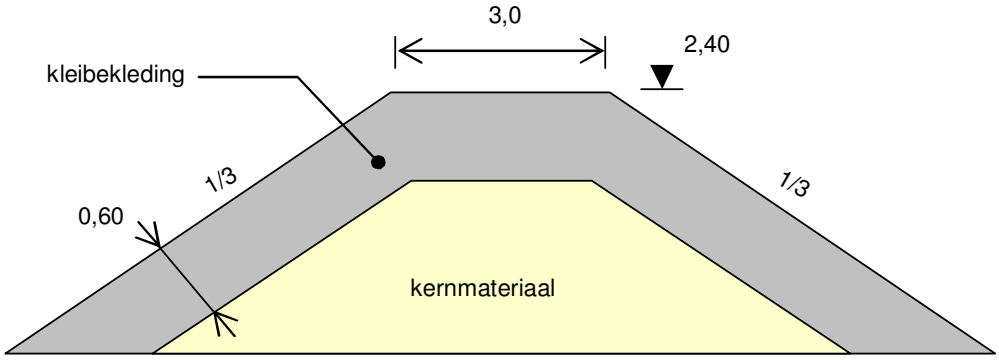
bovenaanzicht



vooraanzicht met kwelscherm

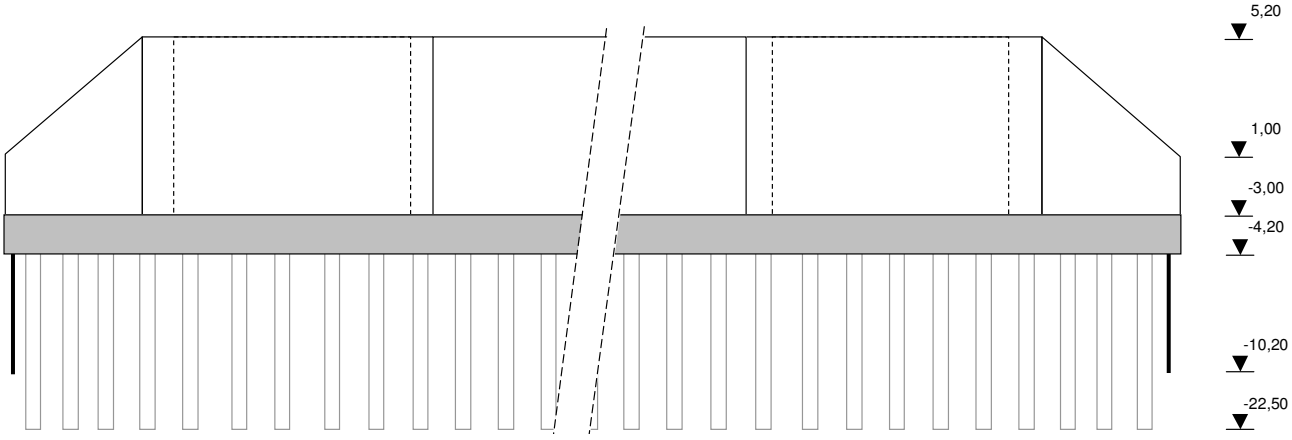


regionale waterkering

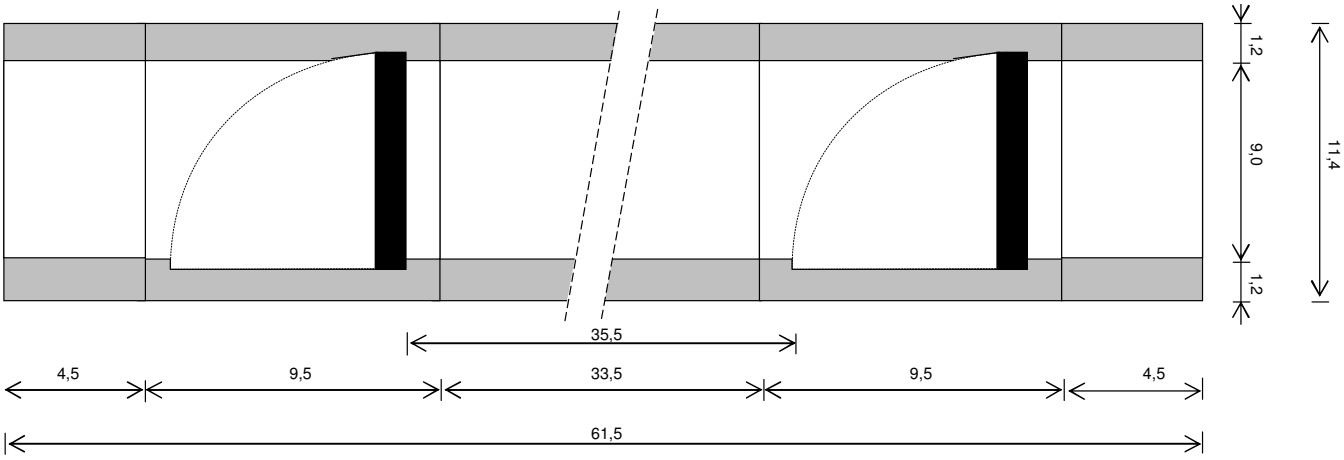


BIJLAGE VI Schetsontwerp schutsluis

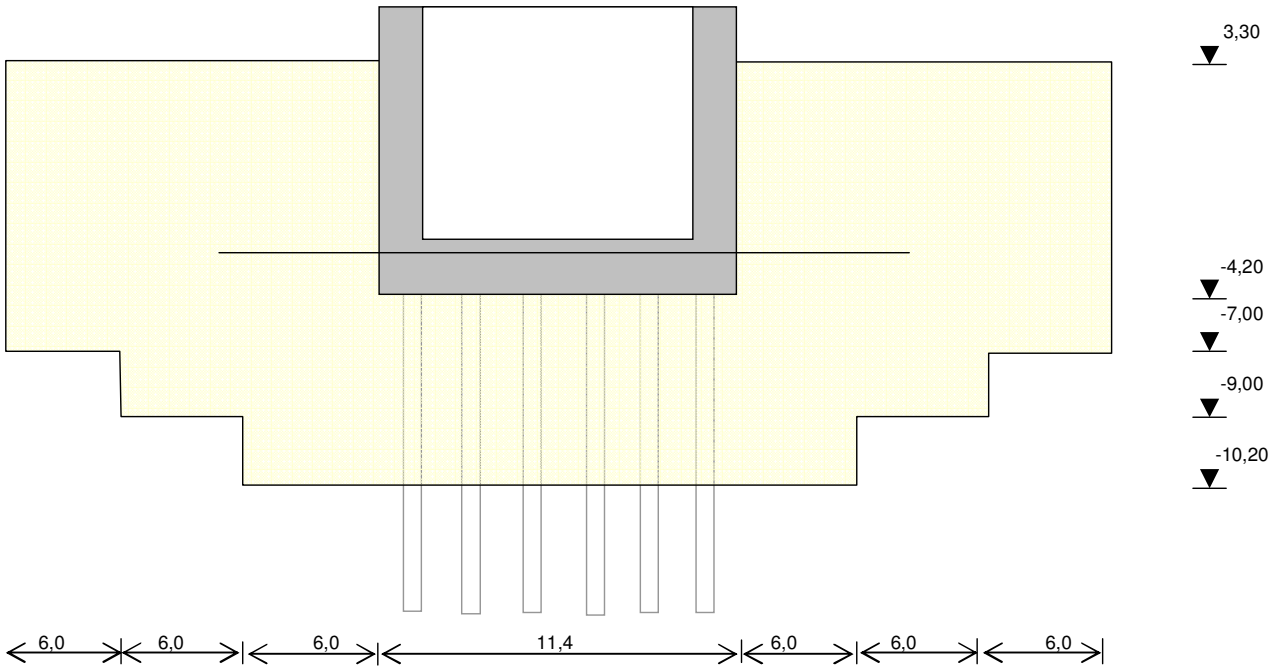
langsdoorsnede



bovenaanzicht

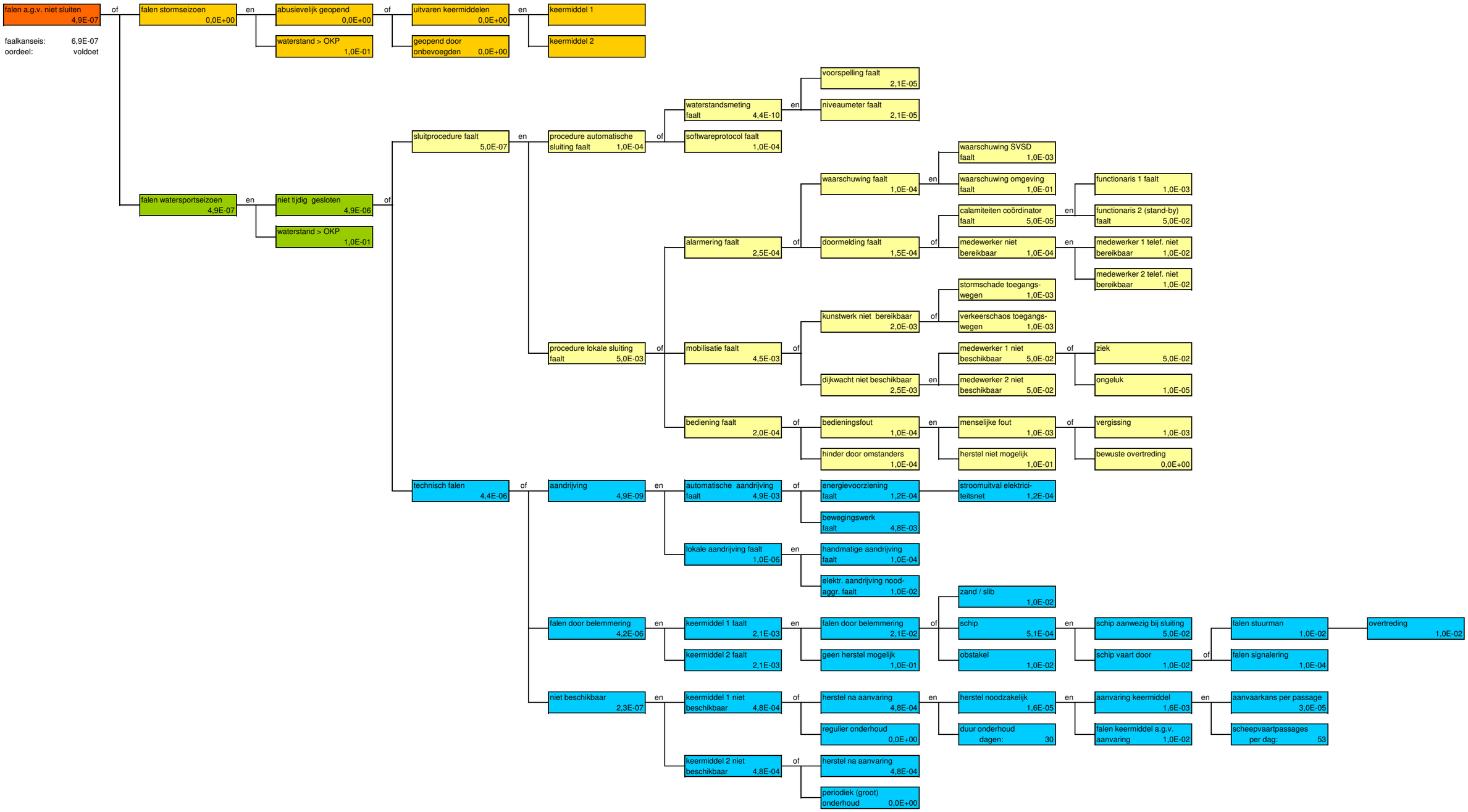


vooraanzicht met kwelschermen



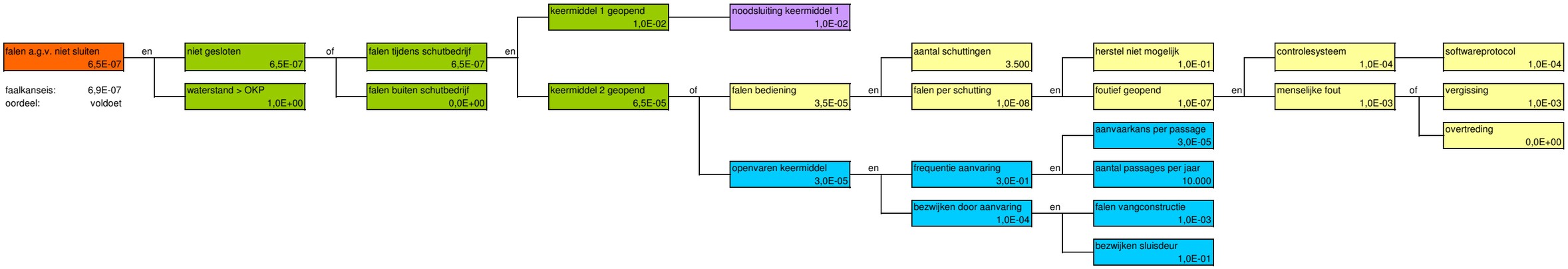
BIJLAGE VII Foutenboom keersluis

FOUTENBOOM KEERSLUIS



BIJLAGE VIII Foutenboom Schutsluis

FOUTENBOOM SCHUTSLUIS



faalkanseis: 6,9E-07
oordeel: voldoet

BIJLAGE IX Morfologische studie

Witteveen+Bos

notitie

Witteveen+Bos
Willemskade 19-20
postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
telefoon 010 244 28 00
telefax 010 244 28 88

onderwerp	morfologische effecten doorsteken primaire waterkering Piershil
project	actualisatie doorkruising primaire waterkering Piershil
opdrachtgever	gemeente Korendijk
projectcode	PI2-2
referentie	PI2-2/winb/002
opgemaakt door	drs. W.M. Zuijderwijk
goedgekeurd door	ir. P. Ravenstijn
status	concept 01
datum opmaak	12 maart 2010
bijlagen	I Erosie/sedimentatie berekeningen

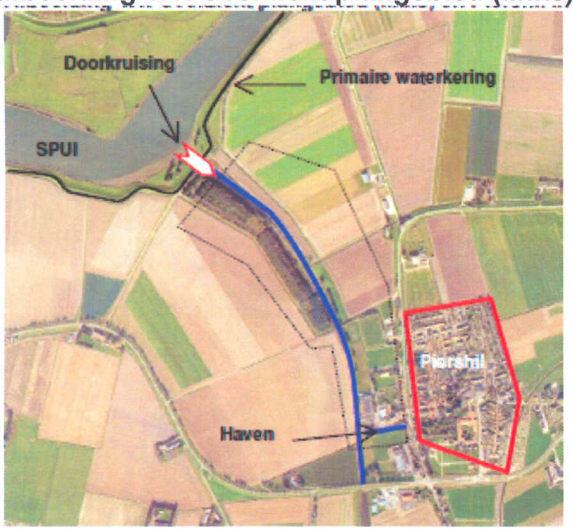
paraaf

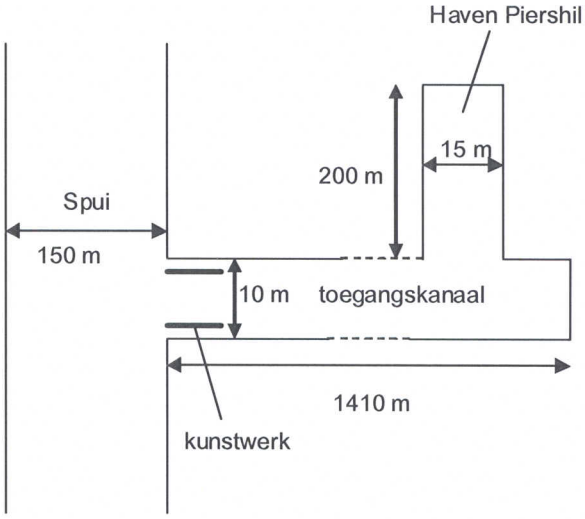
aan	Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland
kopie	

1. INLEIDING

Witteveen+Bos is gevraagd om de haalbaarheidsstudie voor de doorkruising van de primaire waterkering (om de verbinding tussen de bestaande haven van Piershil en het Spui weer te herstellen, zie afbeelding 1.1) nabij Piershil te actualiseren.

afbeelding 1.1. Overzicht plangebied (links) en schematisering (rechts)





In een eerdere studie is de haalbaarheid van drie alternatieven onderzocht [ref. 5.]: open verbinding (dijkverlegging), semi-open verbinding (keersluis) en een gesloten kering (schutsluis). Eén van de onderdelen van de actualisatie van de haalbaarheidsstudie behelst het beschouwen van de morfologische effecten van het heropenen van de haven. In de actualisatie wordt alleen gekeken naar de variant

keersluis. De variant gesloten kering (schutsluis) wordt niet beschouwd in deze notitie. De uitwisseling van water en sediment en daarmee het morfologisch effect zal bij deze variant klein zijn.

Doel van de voorliggende notitie is het beschrijven van de morfologische effecten van het heropenen van de haven. Hierbij worden de morfologische effecten in het Spui, de keersluis in het toegangskanaal naar de haven en het toegangskanaal met de haven afzonderlijk beschouwd.

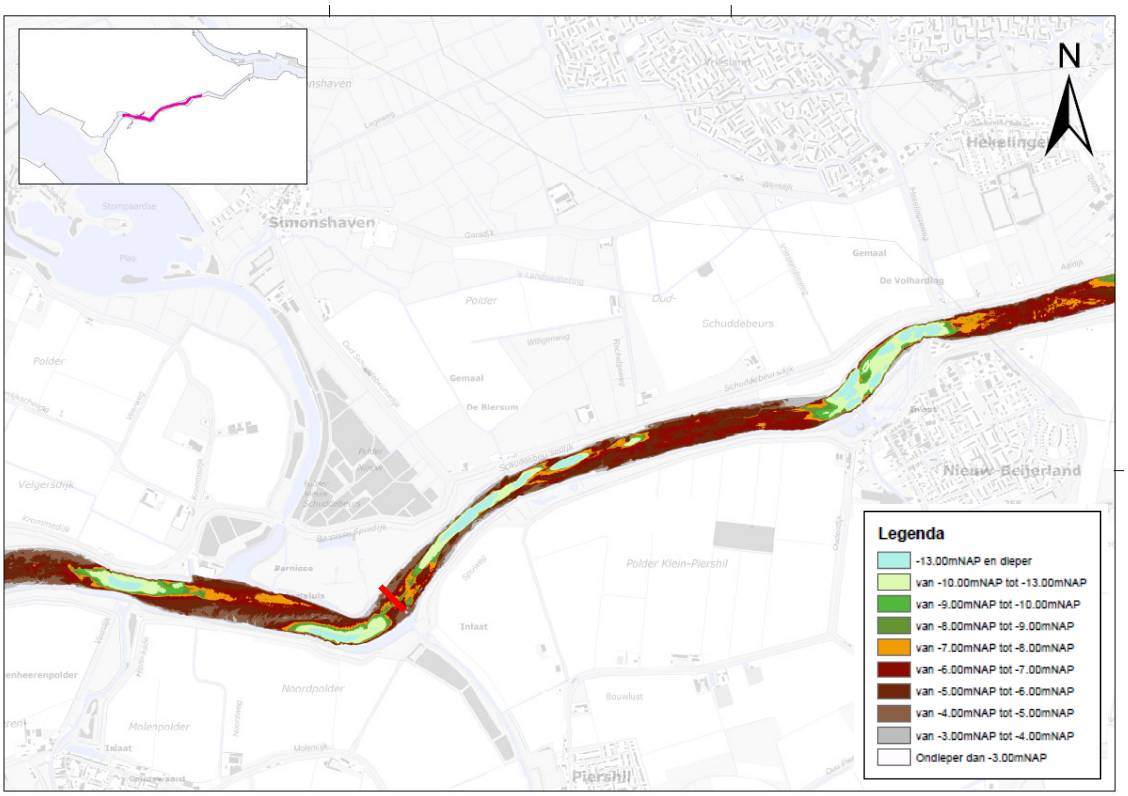
De uitgangspunten en hydraulische voorwaarden worden in hoofdstuk 2 gepresenteerd. Hoofdstuk 3 beschrijft de morfologische effecten van het doorsteken van de primaire waterkering. De notitie wordt afgesloten met de conclusies in hoofdstuk 4. De referenties zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

2. UITGANGSPUNTEN EN HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

Bij het beschouwen van de morfologische effecten zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- de stromende breedte van het Spui bij de geplande doorsteek is circa 150 m. De gemiddelde waterdiepte is circa 6,5 m. Het doorstromend oppervlak is in de orde van 1000 m^2. Deze gegevens zijn bepaald aan de hand van afbeelding 2;
- de exacte afmetingen van het toegangskanaal en de haven zijn op het moment van schrijven nog niet bekend. Ten behoeve van de erosie/sedimentatie berekeningen zijn voor het toegangskanaal naar de haven de volgende afmetingen aangenomen: breedte van 10 m, bodemligging -3 m NAP (dit is het bodemniveau van de keersluis en is afkomstig uit haalbaarheidsstudie [ref. 7.]) en een lengte van 1.410 m. De haven van Piershil is geschematiseerd als een rechthoek met als afmetingen: breedte 15 m, lengte 200 m (zie afbeelding 1.1). Hierbij is uitgegaan van de huidige afmetingen van het toegangskanaal en de haven;
- bij de beschouwing van de morfologische effecten is uitgegaan van de dagelijkse hydraulische condities in het Spui. Tijdens extreme situaties zal naar verwachting het verval over het Spui niet significant verschillen ten opzichte van gemiddelde condities. De afvoer en daarmee de stroomsnelheid in het Spui zullen daardoor ook niet significant van elkaar verschillen. Dit leidt er toe dat de sedimentconcentratie in het Spui tijdens dagelijkse en extreme condities van dezelfde orde grootte zijn. De aanzanding is sterk afhankelijk van de sedimentconcentratie op het Spui. Hierdoor zal de mate van aanzanding tijdens extreme situaties van dezelfde orde grootte zijn als tijdens dagelijkse condities. Gezien de hoge frequentie van voorkomen, worden de dagelijkse condities als maatgevend beschouwd voor de te verwachten morfologische effecten. De hydraulische randvoorwaarden zijn afkomstig uit de MER beheer Haringvlietsluizen [ref. 1.] en behoren bij het Nul-alternatief uit die studie (sluizen bij vloed altijd gesloten). De bijbehorende hydraulische randvoorwaarden in het Spui zijn:
    - maximaal gemiddeld ebdebiet van 800 m^3/s en een maximaal gemiddelde vloeddebiet van 770 m^3/s;
    - gemiddelde hoogwaterstand van 0,65 m+NAP, gemiddelde laagwaterstand van 0,3 m+NAP, middenstand van 0,5 m en een getijslag van 0,35 m.

afbeelding 2.1. Bodemhoogte februari 2009 [ref. 3.].



3. MORFOLOGISCHE EFFECTEN DOORSTEKEN PRIMAIRE WATERKERING

3.1. Inleiding

Als gevolg van het heropenen van de haven zullen er mogelijk morfologische effecten optreden in het Spui, in de keersluis, en het toegangskanaal en de haven. Dit hoofdstuk presenteert de morfologische effecten per deelgebied.

3.2. Morfologische effecten doorsteken primaire waterkering

3.2.1. Spui

In de situatie zonder doorsteek bedraagt het maximaal gemiddeld ebdebiet 800 m^3/s en het vloeddebiet 770 m^3/s. Een inschatting van de gemiddelde stroomsnelheid ter plaatse van de doorkruising kan nu worden verkregen door de afvoer te delen door het doorstromend oppervlak van het Spui ter plaatse van de doorkruising. Deze bedraagt circa 1.000 m^2. De maximale gemiddelde stroomsnelheid voor deze locatie bij het gegeven ebdebiet bedraagt 0,8 m/s en tijdens vloed 0,77 m/s.

Voor de sedimentatie/erosie berekeningen wordt voor de gemiddelde stroomsnelheid in het Spui een waarde van 0,8 m/s aangehouden. Hierbij wordt opgemerkt dat de sedimentconcentratie in het Spui afhankelijk is van de stroomsnelheid. Dit beïnvloedt de erosie/sedimentatie berekening sterk (zie bijlage I.1 voor een toelichting op de erosie/sedimentatie berekening).

Het creëren van een keersluis tussen de haven van Piershil met het Spui leidt er toe dat het getij via de toegangsgeul de haven binnendringt. Het extra volume water dat tijdens de eb- of vloedfase de ingang van het toegangskanaal passeert komt overeen met ongeveer 6.000 m^3. Dit volume water dat door het Spui aan- of afgevoerd wordt, leidt tot een toename van de gemiddelde stroomsnelheid van 0,0003 m/s. Het effect op de stroomsnelheid is dermate klein dat het morfologische effect in het Spui te verwaarlozen is.

3.2.2. Keersluis

In de keersluis van het toegangskanaal vormt zich een neer. De neer wordt aangedreven door het verschil in stroomsnelheid tussen het Spui en het toegangskanaal. Hierdoor vindt er uitwisseling plaats in het horizontale vlak. Tevens vindt er uitwisseling plaats als gevolg van het binnendringen van het getij.

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd om het effect van de keuze van een aantal parameters op de aanzanding te onderzoeken. Het gaat om de volgende parameters: de afmetingen en geometrie van de keersluis van het toegangskanaal, de sedimentconcentratie in het Spui en de korreldiameter (bepaalt de valsnelheid van het sediment). Tabel 3.1 bevat de resultaten van de gevoeligheidsanalyse. Bijlage I bevat een toelichting op de berekening en de gekozen waardes voor de parameters.

Als gevolg van bovengenoemde processen vindt er in de keersluis in het toegangskanaal jaarlijks een aanzanding plaats van enkele meters. Dit betreft een gemiddelde aanzanding over de keersluis van het toegangskanaal (ongeveer invloedsgebied van de neer). Hierbij wordt opgemerkt dat het gaat om een eerste inschatting van de aanzanding. In de gebruikte methode verloopt de aanzanding lineair in de tijd. Normaal gesproken zal de aanzanding afnemen naarmate de waterdiepte als gevolg van de aanzanding kleiner wordt. Uiteindelijk zal er een evenwicht tussen de bodemhoogte en de hydrodynamische condities ontstaan.

Gezien de mate van aanzanding in de keersluis in het toegangskanaal zal er onderhoud gepleegd moeten worden.

tabel 3.1. Gevoeligheidsberekeningen aanzanding (groen is de gevarieerde parameter)

case	stroomsnelheid in het Spui (m/s)	breedte keersluis (m)	gemiddelde waterdiepte, h0 (m)	diepte gemiddelde sediment concentratie Spui, c0 (kg/m^3)	korreldiameter, D50 (μm)	uitwisselingscoëfficiënt, F1 (-)	aanzanding (m/j)
1 (basis case)	0,8	10	5	0,085	110*	0,02	3,4
2	0,8	5	5	0,085	110	0,02	5,3
3	0,8	20	5	0,085	110	0,02	2,0
4	0,8	10	3,5	0,085	110	0,02	2,6
5	0,8	10	10	0,085	110	0,02	5,4
6	0,8	10	5	0,1	95	0,02	3,9
7	0,8	10	5	0,035	150	0,02	1,6
8	0,8	10	5	0,085	110	0,01	2,0
9	0,8	10	5	0,085	110	0,03	4,5

* Overeenkomstig met fijn zand [ref. 5.].

3.2.3. Toegangskanaal en haven

Voor het gedeelte van het toegangskanaal voorbij de keersluis en de haven geldt dat er geen uitwisseling als gevolg van een neer plaatsvindt. Wel vindt er uitwisseling plaats als gevolg van het binnendringen van het getij. De sedimentlaag die als gevolg van het getij in het toegangskanaal en de haven wordt afgezet, is in de orde grootte van millimeters. Dit betreft een aanzanding die gemiddeld is over

het oppervlak van het toegangskanaal en de haven. Bijlage I.2 bevat een beschrijving van de gehanteerde berekening.

Uit de erosie/sedimentatie berekening blijkt dat het morfologisch effect in het toegangskanaal en de haven niet significant is.

3.3. Morfologische effecten bij het toepassen van de Kier

In de toekomst zouden de sluizen van het Haringvliet permanent op een kier kunnen worden gezet [ref. 2.]. Hierdoor ontstaat er een open verbinding tussen het Haringvliet en de Noordzee. Alleen bij een stormvloed of zeer lage rivierafvoer zouden de sluizen gesloten worden. Een wijziging in het sluisregime van de Haringvlietsluizen heeft ook invloed op het Spui. Uit [ref. 2.] blijkt dat de eb- en de vloedsnelheden slechts in geringe mate afwijken (enkele cm/s) van het Nul-alternatief (sluizen gesloten tijdens vloed). Het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen heeft daarmee geen significant effect op de berekende aanzanding als gevolg van het heropenen van de haven.

4. CONCLUSIES

Uit een analyse van de morfologische effecten op het niveau van een haalbaarheidsstudie van het creëren van een keersluis tussen het Spui en de haven van Piershil blijkt dat:

- de morfologische effecten in het Spui te verwaarlozen zijn;
- de bodem van de keersluis in het toegangskanaal sterk zal aanzanden (orde meters);
- morfologische effecten in het toegangskanaal en de haven niet significant zijn;
- het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen geen significant effect heeft op de berekende aanzanding als gevolg van het heropenen van de haven.

5. REFERENTIES

1. RWS (1998), MER Beheer Haringvlietsluizen, deelrapport Water- en Zoutbeweging.
2. RWS (1998), MER Beheer Haringvlietsluizen, deelrapport Sluizen op een kier.
3. Offerhaus, A., en Kolk, G (2009). Oeverlodingen zettingsvloeiing Spui, hoogtekaart februari 2009 Waterschap Hollandse Delta.
4. Van Rijn (2005), Principles of sedimentation and erosion engineering in rivers, estuaries and coastal seas.
5. Van Rijn (1993), Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas.
6. WL Delft Hydraulics (2006), Zwevende Stof Rijn-Maasmonding, WL Delft Hydraulics (rapport Q4201).
7. Witteveen+Bos (2007), Haalbaarheidsstudie doorkruisen primaire waterkering.
8. Langedoen, E., J. (1992), Flow patterns and transport of dissolved matter in tidal harbours.

BIJLAGE I Erosie/sedimentatie berekeningen

I.1. Berekening aanzanding in de ingang van het toegangskanaal met het Spui

methode
De ingang van het toegangskanaal met het Spui is geschematiseerd als een box waar als gevolg van een neer en het getij uitwisseling van water en sediment plaatsvindt. Met behulp van het Excel-programma SED-HAR.xls [ref. 4.] wordt de sedimentbalans voor de box opgelost.

Een aantal parameters zijn indirect herleid uit beschikbare gegevens, terwijl andere parameters zijn geschat aan de hand van literatuur en 'expert opinion'. De korreldiameter en daarmee de valsnelheid, en de concentratie in het Spui zijn de voornaamste parameters waarvan geen waarden beschikbaar zijn of waarvan de waarde onzeker is. Als gevolg van de schattingen en aannames kunnen de werkelijke waarden afwijken van de berekende waarden.

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd om het effect van onzekerheid in bovengenoemde parameters op de aanzanding te bepalen. Tabel I.1 presenteert de gebruikte waardes en het bereik voor de invoer van de gevoeligheidsanalyse.

onderbouwing gekozen waardes gevoeligheidsanalyse
De oppervlakte van het invloedsgebied van de neer (A) is berekend door b x L. Hierin is b de breedte van de ingang van het toegangskanaal en L de lengte van de neer (L = 1,5 x b, [ref. 8.]).

Uit metingen van de sedimentconcentratie aan het wateroppervlak in het Spui blijkt dat deze varieert met de rivierafvoer [ref. 5.]. De concentraties lopen uiteen van 0,015 kg/m^3 tot 0,030 kg/m^3 bij een Waalafvoer van 2.000 m^3/s tot 3.800 m^3/s (gemiddelde Waalafvoer is 2.200 m^3/s). Voor de erosie/sedimentatieberekeningen is de concentratie aan het wateroppervlak omgerekend naar een dieptegemiddelde sedimentconcentratie. Hiertoe is een concentratieprofiel berekend waarbij de stroomsnelheid in het Spui constant op 0,8 m/s is gehouden. De D50 is in de berekening van het concentratieprofiel gevarieerd totdat de gemeten sedimentconcentratie aan het oppervlak gevonden werd. Deze is vervolgens omgerekend naar een dieptegemiddelde concentratie. De valsnelheid van het sediment is vervolgens voor de gevonden D50 berekend met:

$$w_s = \frac{(s-1)gd^2}{18\upsilon} \qquad 1 < d \leq 100\mu\text{m}$$

$$w_s = \frac{(10\upsilon)}{d}\left[\left(1+\frac{0.01(s-1)gd^3}{\upsilon^2}\right)^{0.5} - 1\right] \qquad 100 < d \leq 1000\mu\text{m}$$

waarin d de korreldiameter is, s is specifieke dichtheid (2,65) en υ de kinematische viscositeit (10^{-6} bij 20°C).

De uitwisselingscoëfficiënt F1 hangt af van de geometrie van de ingang en de stromingscondities in het Spui. Typische waardes liggen tussen 0,01 en 0,03 [ref. 4.].

tabel I.1. Parameters ten behoeve van sedimentatie/erosie berekening in SED-HAR

invoer variabele	betekenis	waarde
DT (s)=	tijdstap	300
ho (m)=	water diepte beneden NAP	3,5 - 10
b (m)=	breedte ingang toegangskanaal	5 - 20
A (m^2)=	oppervlakte invloedsgebied neer	37,5 - 600
uom (m/s) =	pieksnelheid in het Spui	0,8
no (m)=	getij amprefude	0,2
co	initiële concentratie in ingang toegangskanaal	0
co1 (kg/m3)=	diepte gemiddelde concentratie in het Spui	0,05 - 0,1
co2 (kg/m3)=	variatie concentratie in het Spui	0,01
Drhom (kg/m3)=	dichtheidsverschil	0
Rho (kg/m3)=	vloeistofdichtheid	1000
ws (m/s)=	effective settling velocity	0,008 - 0,016
Rdry (kg/m3)=	drooggewicht gesedimenteerd sediment	911*
T (s)=	getijperiode	43200
F1,flood (-)=	uitwisselingscoefficient tijdens vloed	0,01 - 0,03
F1,ebb (-)=	uitwisselingscoefficient tijdens eb	0,01 - 0,03

* Hierbij is uitgegaan van 30% zand.

I.2. Berekening aanzanding in het toegangskanaal en de haven

Het toegangskanaal voorbij de ingang en de haven is geschematiseerd als een box waar alleen door het getij uitwisseling van water en sediment plaatsvindt. Tabel I.2 presenteert de waardes die gebruikt zijn in SED-HAR.xls.

De uitwisselingscoëfficiënt van de neer is nul, in dit gedeelte van het toegangskanaal is er geen sprake van neervorming.

tabel I.2. Parameters ten behoeve van sedimentatie/erosie berekening in SED-HAR

invoer variabele	betekenis	waarde
DT (s)=	tijdstap	300
ho (m)=	water diepte beneden NAP	3,5
b (m)=	breedte ingang toegangskanaal	10
A (m^2)=	oppervlakte basin	17100
uom (m/s) =	pieksnelheid in het Spui	0,8
no (m)=	getij amprefude	0,2
co	initiële concentratie in ingang toegangskanaal	0
co1 (kg/m3)=	concentratie in het Spui	0,085
co2 (kg/m3)=	variatie concentratie in het Spui	0,01
Drhom (kg/m3)=	dichtheidsverschil	0
Rho (kg/m3)=	vloeistofdichtheid	1000
ws (m/s)=	effective settling velocity	0,008 - 0,016
Rdry (kg/m3)=	drooggewicht gesedimenteerd sediment	911*
T (s)=	getijperiode	43200
F1,flood (-)=	uitwisselingscoëfficiënt tijdens vloed	0
F1,ebb (-)=	uitwisselingscoëfficiënt tijdens eb	0

* Hierbij is uitgegaan van 30 % zand.

BIJLAGE X SSK-ramingen

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
0	**VARIANT 2: KEERSLUIS** **Uitgangspunten:** **- Prijspeil juni 2010** **- Vrijgekomen grond, betreft schone grond** **- Sluisconstructie bestaat uit betonnen bak**					
1	**OPRUIMWERKZAAMHEDEN**					
100010	Opbreken asfaltverharding. - laagdikte 220 mm - niet-teerhoudend - inclusief afvoeren en acceptatiekosten	m2	130,00	V	15,00	1.950,00
100020	Verwijderen betonnen inlaatkoker - inw. 1,5x3,0 m	m	37,00	V	250,00	9.250,00
100030	Verwijderen betonnen constructie schuiven	st	2,00	V	1.500,00	3.000,00
2	**GRONDWERK**					
200010	Grond ontgraven uit dijk en bouwkuip. - schone grond -inclusief afvoeren van het werk	m3	3.000,00	V	7,55	22.650,00
200020	Grond verwerken in dijklichaam rond sluis	m3	1.500,00	V	11,00	16.500,00
200030	Grond verwerken in regionale waterkering - grond vrijgekomen bij ontgraving binnendijkse watergangen	m3	72.300,00	V	1,40	101.220,00
200040	Klei leveren en verwerken in regionale waterkering	m3	35.200,00	V	19,50	686.400,00
3	**BOUWKUIP**					
300010	Toepassen stalen damwand - AZ18, lang 20 m - excl. verankering	m	100,00	V	1.040,00	104.000,00
300020	Toepassen stempeling/verankering	m2	300,00	V	50,00	15.000,00
300040	Leegpompen kuip	EUR	7.500,00	V	1,00	7.500,00
4	**SLUISCONSTRUCTIE**					
41	**FUNDERING SLUIS**					
410010	Aanbrengen betonpalen. - 320 x 320 mm, lang 19 m - h.o.h. 2m	st	60,00	V	800,00	48.000,00
410020	Scherm achter- en onderloopsheid - damwandscherm, verschillende lengtes, AZ13	ton	100,60	V	1.145,00	115.187,00
42	**BETONCONSTRUCTIES**					
420010	Beton in werkvloer dik 100 mm	m2	300,00	V	25,50	7.650,00
420020	Beton in sluisvloer. - dik 1,2 m - incl. bekisting en wapening (ca. 150 kg/m3)	m3	300,00	V	350,00	105.000,00
420030	Beton in sluiswand. - dik 1,2 m - incl. bekisting en wapening (ca. 150 kg/m3)	m3	520,00	V	600,00	312.000,00

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
43	**SLUISDEUREN**					
430010	Leveren en aanbrengen sluisdeuren.	st	2,00	V	300.000,00	600.000,00
430020	Leveren en aanbrengen bewegingswerken.	st	2,00	V	75.000,00	150.000,00
430030	Lev. en aanbr. electrische installatie deuren.	EUR	300.000,00	V	1,00	300.000,00
44	**GELEIDEWERKEN**					
440010	Aanbrengen geleidewerken	m	200,00	V	800,00	160.000,00
5	**BRUG**					
510010	Aanbrengen beweegbare brug - lengte 10 m, breedte 5 m	EUR	1.100.000,00	V	1,00	1.100.000,00
8	**OVERIGE**					
89	**PLANONVOLLEDIGHEID**					
890010	Nader te detailleren 25 %	EUR	966.326,75	V	1,00	966.326,75
	Subtotaal					4.831.633,75

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING		EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
	Transport subtotaal						4.831.633,75
9	**STAARTKOSTEN**						
91	**EENMALIGE KOSTEN**						
910010	Eenmalige kosten 5 %	€ 241.581,69					
918880	Afronding	€ 2.508,79					
919990	TOTAAL EENMALIGE KOSTEN	---------- € 244.090,48	EUR	244.090,48	N	1,00	244.090,48
929990	Uitvoeringskosten		EUR	483.163,38	N	1,00	483.163,38
939990	Algemene kosten		EUR	386.530,70	N	1,00	386.530,70
949990	Winst en risico		EUR	241.581,69	N	1,00	241.581,69
	Geraamd, de omzetbelasting niet inbegrepen.						6.187.000,00
97	**BIJKOMENDE KOSTEN**						
971	**Functievrijmaken**						
971010	Kabels en leidingen		PM	0,00	N	0,00	0,00
971020	Sloop bebouwing		PM	0,00	N	0,00	0,00
972	**Grondverwerving en schade**						
972010	Grondaankoop		PM	0,00	N	0,00	0,00
972020	Onteigeningskosten		PM	0,00	N	0,00	0,00
972030	Vermogenskosten		PM	0,00	N	0,00	0,00
972040	Planschade		PM	0,00	N	0,00	0,00
972050	Nadeelcompensatie		PM	0,00	N	0,00	0,00
972060	Compenserende maatregelen natuur		PM	0,00	N	0,00	0,00
973	**Bodemsanering**						
973010	Bodem onderzoek		PM	0,00	N	0,00	0,00
974	**Archeologie**						
974010	Archeologisch onderzoek		PM	0,00	N	0,00	0,00
975	**Overige**						
975010	Vergunningen en leges		PM	0,00	N	0,00	0,00
975020	Kosten opdrachtgever		PM	0,00	N	0,00	0,00

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
978	**ENGINEERING**					
978010	PEAT projectengineering, administratie en toezicht	PM	0,00	N	0,00	0,00
979	**ONVOORZIEN**					
979010	Objectonvoorzien	EUR	618.700,00	N	1,00	618.700,00
	TOTALE BEGROTING EXCL. B.T.W. Witteveen+Bos, Afdeling Bestekken, Bouwkosten & Bouwkwaliteit De 13e november 2007					6.805.700,00

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
0	**VARIANT 3: SCHUTSLUIS** **Uitgangspunten:** **- Prijspeil juni 2010** **- Vrijgekomen grond, betreft schone grond** **- Incl. leverantie benodigde grond** **- Sluisconstructie bestaat uit betonnen bak**					
1	**OPRUIMWERKZAAMHEDEN**					
100010	Opbreken asfaltverharding. - laagdikte 220 mm - niet-teerhoudend - inclusief afvoeren en acceptatiekosten	m2	150,00	V	15,00	2.250,00
100020	Verwijderen betonnen inlaatkoker - inw. 1,5x3,0 m	m	37,00	V	250,00	9.250,00
100030	Verwijderen betonnen constructie schuiven	st	2,00	V	1.500,00	3.000,00
2	**GRONDWERK**					
200010	Grond ontgraven uit dijk en bouwkuip. - schone grond -inclusief afvoeren van het werk	m3	3.400,00	V	7,60	25.840,00
200020	Grond verwerken in dijklichaam en rond sluis	m3	4.000,00	V	11,00	44.000,00
3	**BOUWKUIP**					
300010	Toepassen stalen damwand - AZ18, lang 20 m - excl. verankering	m	154,00	V	1.040,00	160.160,00
300020	Toepassen stempeling/verankering	m2	900,00	V	50,00	45.000,00
300040	Leegpompen kuip	EUR	7.500,00	V	1,00	7.500,00
4	**SLUISCONSTRUCTIE**					
41	**FUNDERING SLUIS**					
410010	Aanbrengen betonpalen. - 320 x 320 mm, lang 19 m - h.o.h. 2	st	180,00	V	800,00	144.000,00
410020	Scherm achter- en onderloopsheid - damwandscherm, verschillende lengtes, AZ13	ton	104,90	V	1.145,00	120.110,50
42	**BETONCONSTRUCTIES**					
420010	Beton in werkvloer dik 100 mm	m2	850,00	V	25,50	21.675,00
420020	Beton in sluisvloer. - dik 1,2 m - incl. bekisting en wapening (ca. 150 kg/m3)	m3	840,00	V	350,00	294.000,00
420030	Beton in sluiswand. - dik 1,2 m - incl. bekisting en wapening (ca. 150 kg/m3)	m3	1.165,00	V	600,00	699.000,00
43	**SLUISDEUREN**					
430010	Leveren en aanbrengen sluisdeuren.	st	2,00	V	400.000,00	800.000,00

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
430020	Leveren en aanbrengen bewegingswerken.	st	2,00	V	75.000,00	150.000,00
430030	Lev. en aanbr. electrische installatie deuren.	EUR	300.000,00	V	1,00	300.000,00
44	**GELEIDEWERKEN**					
440010	Aanbrengen geleidewerken	m	200,00	V	800,00	160.000,00
5	**BRUG**					
510010	Aanbrengen beweegbare brug - lengte 10 m, breedte 5 m	EUR	1.100.000,00	V	1,00	1.100.000,00
8	**OVERIGE**					
89	**PLANONVOLLEDIGHEID**					
890010	Nader te detailleren 25 %	EUR	1.021.446,38	V	1,00	1.021.446,38
	Subtotaal					5.107.231,88

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING		EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
	Transport subtotaal						5.107.231,88
9	**STAARTKOSTEN**						
91	**EENMALIGE KOSTEN**						
910010	Eenmalige kosten 5 %	€ 255.361,59					
918880	Afronding	€ 2.743,20					
919990	TOTAAL EENMALIGE KOSTEN	---------- € 258.104,79	EUR	258.104,79	N	1,00	258.104,79
929990	Uitvoeringskosten		EUR	510.723,19	N	1,00	510.723,19
939990	Algemene kosten		EUR	408.578,55	N	1,00	408.578,55
949990	Winst en risico		EUR	255.361,59	N	1,00	255.361,59
	Geraamd, de omzetbelasting niet inbegrepen.						6.540.000,00
97	**BIJKOMENDE KOSTEN**						
971	**Functievrijmaken**						
971010	Kabels en leidingen		PM	0,00	N	0,00	0,00
971020	Sloop bebouwing		PM	0,00	N	0,00	0,00
972	**Grondverwerving en schade**						
972010	Grondaankoop		PM	0,00	N	0,00	0,00
972020	Onteigeningskosten		PM	0,00	N	0,00	0,00
972030	Vermogenskosten		PM	0,00	N	0,00	0,00
972040	Planschade		PM	0,00	N	0,00	0,00
972050	Nadeelcompensatie		PM	0,00	N	0,00	0,00
972060	Compenserende maatregelen natuur		PM	0,00	N	0,00	0,00
973	**Bodemsanering**						
973010	Bodem onderzoek		PM	0,00	N	0,00	0,00
974	**Archeologie**						
974010	Archeologisch onderzoek		PM	0,00	N	0,00	0,00
975	**Overige**						
975010	Vergunningen en leges		PM	0,00	N	0,00	0,00
975020	Kosten opdrachtgever		PM	0,00	N	0,00	0,00

Alle bedragen zijn in Euro (EUR)

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS VERPLICHTING		PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
978	**ENGINEERING**					
978010	PEAT projectengineering, administratie en toezicht	PM	0,00	N	0,00	0,00
979	**ONVOORZIEN**					
979010	Objectonvoorzien	EUR	654.000,00	N	1,00	654.000,00
	TOTALE BEGROTING EXCL. B.T.W. Witteveen+Bos, Afdeling Bestekken, Bouwkosten & Bouwkwaliteit De 2e juli 2010					7.194.000,00

BIJLAGE XI LCC-ramingen

uitgangspunten en aannames bij LCC-berekening
Op basis van de schetsen van de twee alternatieven is bepaald welke beheer- en onderhoudskosten de alternatieven met zich meebrengen. Hierbij zijn tevens enkel aannames gehanteerd met betrekking tot de inrichting.

Met betrekking tot de regionale waterkering zijn de volgende aannames gedaan:
- schelpenpad over de kruin;
- elke 500 meter een zitbak + prullenbak;
- extensieve begrazing ten behoeve van een meer ecologisch beheer.

Met betrekking tot de keersluis zijn de volgende aannames gedaan:
- signalering aanwezig;
- verlichting aanwezig;
- geen wachtvoorzieningen en dergelijke voor de scheepvaart;
- sluisplateau 5 m breed aan beide zijden over de lengte van de sluis;
- bediening op afroep.

Met betrekking tot de schutsluis zijn de volgende aannames gedaan:
- signalering aanwezig;
- verlichting aanwezig;
- wachtvoorzieningen en dergelijke voor de scheepvaart;
- sluisplateau 5 m¹ breed aan beide zijden over de lengte van de sluis;
- bediening 8 uur per dag a 365 dagen per jaar;
- keersluis: sluis is alleen in het watersportseizoen (duurt een half jaar) geopend. De beweegbare brug hoeft alleen gedurende een half jaar bediend te worden (vanaf centrale post);

Met betrekking tot de beweegbare brug zijn de volgende aannames gedaan:
- voor onderhoud van civieltechnische delen is uitgegaan van een percentage van 0,5 % per jaar;
- voor de elektromechanische delen een percentage van 1,5 % per jaar van de realisatie kosten;
- schutsluis: sluis is gehele jaar geopend. Sluis en beweegbare brug dienen in principe het gehele jaar bediend te worden. Uitgangspunt is 8 à 10 uur per dag bediening tijdens het watersportseizoen (duurt een half jaar) en voor het stormseizoen (een half jaar) uit te gaan van bediening op afroep.

Voor de extensieve begrazing van de dijk zijn in principe pachtopbrengsten mogelijk. Deze zijn echter ook mogelijk met het gebied dat aangekocht wordt in het alternatief met de schutsluis. Derhalve is de maatregel wel opgenomen, maar zijn geen inkomsten meegerekend aangezien deze in principe vervallen tegen de inkomsten van het gebied in de variant schutsluis.

Een deel van de kosten van beheer en exploitatie volgen uit opgaven van het Waterschap Hollandse Delta [ref. 23.].

resultaat LCC-berekening

Het resultaat van de LCC-berekening is opgenomen in de onderstaande tabel. De specificatie van de berekening is opgenomen in de volgende pagina's.

Omschrijving	totale kosten/100jr		totaal ncw/100jr	
Alternatief Keersluis				
realisatie	EUR	6 805 700	EUR	6 805 700
onderhoud	EUR	6 914 633	EUR	1 079 155
exploitatie	EUR	12 283 280	EUR	2 559 048
totaal	**EUR**	**26 003 613**	**EUR**	**10 443 903**
Alternatief Schutsluis				
realisatie	EUR	7 194 000	EUR	7 194 000
onderhoud	EUR	7 570 663	EUR	1 163 133
exploitatie	EUR	14 677 680	EUR	3 058 461
totaal	**EUR**	**29 442 343**	**EUR**	**11 415 594**

Uitgangspunten	
startjaar	2010
inflatie	0.0%
discontopercentage	5.0%

overzicht kostenposten

startjaar 2010 **inflatie 0%** **rente 5%**

nr.	hoofdonderdelen	onderdelen	maatregel	hoeveelheid	eenheid	kosten/eenh.	freq. (jr.)	kosten	totale kosten/100jr	totaal ncw/100jr
Alternatief	**Keersluis**		realisatiekosten	1	post	€ 6 805 700.00	jaar 0	€ 6 805 700.00	€ 6 805 700.00	€ 6 805 700.00
2.1	dijk	zandkern	geen maatregelen	1	post	€ -	0	€ -	€ -	€ -
		kleibekleding	geen maatregelen	1	post	€ -	0	€ -	€ -	€ -
		dijkbekleding	extensieve beweiding zonder bemesting	4.1269	ha	€ -	1	€ -	€ -	€ -
			vervangen afrastering	5600	m¹	€ 5.20	35	€ 29 120.00	€ 58 240.00	€ 6 548.05
		dijkmeubilair	bank reinigen	7	stk	€ 10.40	1	€ 72.80	€ 7 280.00	€ 1 517.17
			bank repareren	7	stk	€ 104.00	2	€ 728.00	€ 36 400.00	€ 7 400.85
			bank vervangen	7	stk	€ 208.00	15	€ 1 456.00	€ 8 736.00	€ 1 399.41
			prullenbak legen	7	stk	€ 5.20	0.08	€ 36.40	€ 43 680.00	€ 9 103.05
			prullenbak vervangen	7	stk	€ 52.00	15	€ 364.00	€ 2 184.00	€ 349.85
		schelpenpad	aanvullen	5600	m²	€ 5.20	10	€ 29 120.00	€ 291 200.00	€ 48 248.92
			zwerfvuil verwijderen	5600	m²	€ 0.05	1	€ 291.20	€ 29 120.00	€ 6 068.70
2.2	keersluis	deuren	smeren draaipunten	4	stk	€ 26.00	0.08	€ 104.00	€ 124 800.00	€ 26 008.70
			vervangen losse onderdelen draaipunt	4	stk	€ 832.00	25	€ 3 328.00	€ 13 312.00	€ 1 453.19
			conserveren deur 2 deuren a 250 m²	500	m²	€ 90.00	15	€ 45 000.00	€ 270 000.00	€ 43 251.00
			vervangen deur	2	stk	€ 300 000.00	50	€ 600 000.00	€ 1 200 000.00	€ 59 729.18
		vloer	reinigen t.p.v. drempels, sponningen e.d.	1	post	€ 5 200.00	10	€ 5 200.00	€ 52 000.00	€ 8 615.88
		wanden	betonreparaties (5% van opp.)	165	m²	€ 10.40	30	€ 1 716.00	€ 5 148.00	€ 535.67
		sluisplateau (2 x 15m¹ x 5m¹, 50% verhard, 50% onverhard)	reinigen	150	m²	€ 0.10	0.17	€ 15.60	€ 9 360.00	€ 1 950.65
			herstraten	75	m²	€ 15.60	25	€ 1 170.00	€ 4 680.00	€ 510.89
			maaien gazons	75	m²	€ 0.10	0.17	€ 7.80	€ 4 680.00	€ 975.33
		leuningen (rondom sluis, op deuren, duplexsyst.)	onderhoud conservering	48	m¹	€ 41.60	15	€ 1 996.80	€ 11 980.80	€ 1 919.19
		besturing	functionele inspectie	1	uur	€ 52.00	0.17	€ 52.00	€ 31 200.00	€ 6 502.18
			gericht technische inspectie	4	uur	€ 52.00	2	€ 208.00	€ 10 400.00	€ 2 114.53
			technische inspectie	16	uur	€ 52.00	5	€ 832.00	€ 16 640.00	€ 3 137.95
			periodiek reinigen van printplaten	4	uur	€ 52.00	1	€ 208.00	€ 20 800.00	€ 4 334.78
			schoonmaken van de aansluitingen/connectoren + evt. vervanging	4	uur	€ 52.00	1	€ 208.00	€ 20 800.00	€ 4 334.78
			vervangen van batterijen	1	uur	€ 52.00	1	€ 52.00	€ 5 200.00	€ 1 083.70
			conditiebepaling beeldschermen	1	uur	€ 52.00	1	€ 52.00	€ 5 200.00	€ 1 083.70
			kleine reparaties	40	uur	€ 52.00	3	€ 2 080.00	€ 68 640.00	€ 13 745.04
			vervanging electrische installatie	1	post	€ 300 000.00	15	€ 300 000.00	€ 1 800 000.00	€ 288 339.97
		aandrijving (hydraulisch)	inspectie gehele aandrijving	4	uur	€ 52.00	1	€ 208.00	€ 20 800.00	€ 4 334.78
			technische inspectie pomp-unit	2	uur	€ 52.00	5	€ 104.00	€ 2 080.00	€ 392.24
			technische inspectie hydro-motor	4	post	€ 52.00	5	€ 208.00	€ 4 160.00	€ 784.49
			laboratorium inspectie olie	1	keer	€ 104.00	2	€ 104.00	€ 5 200.00	€ 1 057.26
			oliereservoir schoonmaken	2	uur	€ 52.00	10	€ 104.00	€ 1 040.00	€ 172.32
			oliereservoir vervangen	10	uur	€ 52.00	20	€ 520.00	€ 2 600.00	€ 327.74
			vervangen olie	2	uur	€ 52.00	10	€ 104.00	€ 1 040.00	€ 172.32
			vervangen systeemfilter	1	uur	€ 52.00	5	€ 52.00	€ 1 040.00	€ 196.12
			revisie/vervanging pomp-unit	2	post	€ 10 400.00	20	€ 20 800.00	€ 104 000.00	€ 13 109.51
			revisie/vervanging hydro-motor	4	post	€ 5 200.00	20	€ 20 800.00	€ 104 000.00	€ 13 109.51
			vervanging appendages	4	post	€ 1 040.00	20	€ 4 160.00	€ 20 800.00	€ 2 621.90
			vervanging slangen binnen	4	post	€ 1 040.00	20	€ 4 160.00	€ 20 800.00	€ 2 621.90
			vervanging slangen buiten	4	post	€ 1 040.00	8	€ 4 160.00	€ 49 920.00	€ 9 063.94
			vervanging leidingen	4	post	€ 1 040.00	40	€ 4 160.00	€ 8 320.00	€ 708.59
			revisie cilinders	4	post	€ 5 200.00	25	€ 20 800.00	€ 83 200.00	€ 9 082.44
			vervanging cilinders	4	post	€ 10 400.00	50	€ 41 600.00	€ 83 200.00	€ 4 141.22
		verlichting	groepsremplace lampen	4	stk	€ 104.00	3	€ 416.00	€ 13 728.00	€ 2 749.01
			vervangen armaturen	4	stk	€ 624.00	15	€ 2 496.00	€ 14 976.00	€ 2 398.99
			vervangen masten	4	stk	€ 624.00	30	€ 2 496.00	€ 7 488.00	€ 779.16
		bebording	reinigen	10	stk	€ 10.40	2	€ 104.00	€ 5 200.00	€ 1 057.26
			vervangen	10	stk	€ 104.00	11	€ 1 040.00	€ 9 360.00	€ 1 525.02
2.3	beweegbare brug		onderhoud civieltechnische onderdelen (0,5% van totaal)	0.5%	%	€ 1 100 000.00	1	€ 5 500.00	€ 550 000.00	€ 114 621.68
			onderhoud elektromechanische onderdelen (1,5% van totaal)	1.5%	%	€ 1 100 000.00	1	€ 16 500.00	€ 1 650 000.00	€ 343 865.04
2.4	exploitatie	bediening keersluis (50% van bediening)	50% bediening gem. 9 uur per dag a 182 dagen per jaar (watersportseizoen	819	uur	€ 52.00	1	€ 42 588.00	€ 4 258 800.00	€ 887 546.94
		bediening brug (50% van bediening)	50% bediening gem. 9 uur per dag a 182 dagen per jaar (watersportseizoen	819	uur	€ 52.00	1	€ 42 588.00	€ 4 258 800.00	€ 887 546.94
		energie	verlichting	4	post	€ 31.20	1	€ 124.80	€ 12 480.00	€ 2 600.87
		toezicht	toezicht op beweiding	1	post	€ 78.00	0.08	€ 78.00	€ 93 600.00	€ 19 506.53
			toets Wet op Waterkering dijk	1	post	€ 1 040.00	5	€ 1 040.00	€ 20 800.00	€ 3 922.43
			toets Wet op Waterkering sluis	1	post	€ 1 040.00	5	€ 1 040.00	€ 20 800.00	€ 3 922.43
			functionele inspectie dijk	1	post	€ 260.00	0.08	€ 260.00	€ 312 000.00	€ 65 021.75
			functionele inspecties sluis	1	post	€ 500.00	0.08	€ 500.00	€ 600 000.00	€ 125 041.83
			proefsluiting 2 man a 3 uur	6	uur	€ 70.00	0.08	€ 420.00	€ 504 000.00	€ 105 035.14
			inspectie onder water 2 man a 5 uur	10	uur	€ 70.00	1.00	€ 700.00	€ 70 000.00	€ 14 588.21
			duiken	1	post	€ 2 000.00	1.00	€ 2 000.00	€ 200 000.00	€ 41 680.61
			sluiten 2 man a 1 uur, 3 maal per jaar	6	uur	€ 120.00	0.33	€ 720.00	€ 216 000.00	€ 45 015.06
			openen 2 man a 1 uur, 3 maal per jaar	6	uur	€ 120.00	0.33	€ 720.00	€ 216 000.00	€ 45 015.06
			nuts aansluiting elektra	1	post	€ 15 000.00	1.00	€ 15 000.00	€ 1 500 000.00	€ 312 604.59

overzicht kostenposten

nr.	hoofdonderdelen	onderdelen	maatregel	startjaar 2010 hoeveelheid	eenheid	inflatie 0% kosten/eenh.	freq. (jr.)	rente 5% kosten	totale kosten/100jr	totaal ncw/100jr
Alternatief	**Schutsluis**		realisatiekosten	1	post	€ 7 194 000.00	jaar 0	€ 7 194 000.00	€ 7 194 000.00	€ 7 194 000.00
3.1	schutsluis	deuren	smeren draaipunten	4	stk	€ 26.00	0.08	€ 104.00	€ 124 800.00	€ 26 008.70
			vervangen losse onderdelen draaipunt	4	stk	€ 832.00	25	€ 3 328.00	€ 13 312.00	€ 1 453.19
			conserveren deur 2 deuren a 300 m²	600	m²	€ 90.00	15	€ 54 000.00	€ 324 000.00	€ 51 901.20
			vervangen deur	2	stk	€ 400 000.00	50	€ 800 000.00	€ 1 600 000.00	€ 79 638.90
		vloer	reinigen t.p.v. drempels, sponningen e.d.	1	post	€ 5 200.00	10	€ 5 200.00	€ 52 000.00	€ 8 615.88
		wanden	betonreparaties (1% van hoev verwerkt in eenh.prijs).)	660	m²	€ 10.40	30	€ 6 864.00	€ 20 592.00	€ 2 142.70
		sluisplateau (2 x 55m¹ x 5m¹, 50% verhard, 50% onverhard)	reinigen	1100	m²	€ 0.10	0.17	€ 114.40	€ 68 640.00	€ 14 304.79
			herstraten	550	m²	€ 15.60	25	€ 8 580.00	€ 34 320.00	€ 3 746.51
			maaien gazons	550	m²	€ 0.10	0.17	€ 57.20	€ 34 320.00	€ 7 152.39
		leuningen (rondom sluis, op deuren, duplexsyst.)	onderhoud conservering	121	m¹	€ 41.60	15	€ 5 033.60	€ 30 201.60	€ 4 837.96
		hekwerken (rondom terrein)	plaatselijk herstellen (5% van hoev verwerkt in eenh.prijs).)	140	m¹	€ 5.20	5	€ 728.00	€ 14 560.00	€ 2 745.70
			vervangen omheining	140	stk	€ 208.00	35	€ 29 120.00	€ 58 240.00	€ 6 548.05
		haalkommen en bolders (h.o.h. 5m¹, 1 bolder, 2 haalkommen)	onderhoud conservering	66	stk	€ 41.60	15	€ 2 745.60	€ 16 473.60	€ 2 638.89
		ladders (h.o.h. 10m¹)	vervangen ladders	12	stk	€ 520.00	25	€ 6 240.00	€ 24 960.00	€ 2 724.73
		besturing	functionele inspectie	1	uur	€ 52.00	0.17	€ 52.00	€ 31 200.00	€ 6 502.18
			gericht technische inspectie	1	uur	€ 52.00	2	€ 52.00	€ 2 600.00	€ 528.63
			technische inspectie	1	uur	€ 52.00	5	€ 52.00	€ 1 040.00	€ 196.12
			periodiek reinigen van printplaten	1	uur	€ 52.00	1	€ 52.00	€ 5 200.00	€ 1 083.70
			schoonmaken van de aansluitingen/connectoren + evt. vervanging	1	uur	€ 52.00	1	€ 52.00	€ 5 200.00	€ 1 083.70
			vervangen van batterijen	1	uur	€ 52.00	1	€ 52.00	€ 5 200.00	€ 1 083.70
			conditiebepaling beeldschermen	1	uur	€ 52.00	1	€ 52.00	€ 5 200.00	€ 1 083.70
			kleine reparaties	1	uur	€ 52.00	3	€ 52.00	€ 1 716.00	€ 343.63
			vervanging electrische installatie	1	post	€ 300 000.00	15	€ 300 000.00	€ 1 800 000.00	€ 288 339.97
		aandrijving (hydraulisch)	inspectie gehele aandrijving	4	uur	€ 52.00	1	€ 208.00	€ 20 800.00	€ 4 334.78
			technische inspectie pomp-unit	2	uur	€ 52.00	5	€ 104.00	€ 2 080.00	€ 392.24
			technische inspectie hydro-motor	4	post	€ 52.00	5	€ 208.00	€ 4 160.00	€ 784.49
			laboratorium inspectie olie	1	keer	€ 104.00	2	€ 104.00	€ 5 200.00	€ 1 057.26
			oliereservoir schoonmaken	2	uur	€ 52.00	10	€ 104.00	€ 1 040.00	€ 172.32
			oliereservoir vervangen	10	uur	€ 52.00	20	€ 520.00	€ 2 600.00	€ 327.74
			vervangen olie	2	uur	€ 52.00	10	€ 104.00	€ 1 040.00	€ 172.32
			vervangen systeemfilter	1	uur	€ 52.00	5	€ 52.00	€ 1 040.00	€ 196.12
			vervanging pomp-unit	2	post	€ 10 400.00	20	€ 20 800.00	€ 104 000.00	€ 13 109.51
			vervanging hydro-motor	2	post	€ 5 200.00	20	€ 10 400.00	€ 52 000.00	€ 6 554.75
			vervanging appendages	2	post	€ 1 040.00	20	€ 2 080.00	€ 10 400.00	€ 1 310.95
			vervanging slangen binnen	2	post	€ 1 040.00	20	€ 2 080.00	€ 10 400.00	€ 1 310.95
			vervanging slangen buiten	2	post	€ 1 040.00	8	€ 2 080.00	€ 24 960.00	€ 4 531.97
			vervanging leidingen	2	post	€ 1 040.00	40	€ 2 080.00	€ 4 160.00	€ 354.29
			revisie cilinders	2	post	€ 5 200.00	25	€ 10 400.00	€ 41 600.00	€ 4 541.22
			vervanging cilinders	2	post	€ 10 400.00	50	€ 20 800.00	€ 41 600.00	€ 2 070.61
		diverse voorzieningen scheepvaart	reinigen toiletgebouwen	1	post	€ 52.00	0.02	€ 52.00	€ 270 400.00	€ 56 352.19
			renoveren toiletgebouwen	1	post	€ 15 600.00	30	€ 15 600.00	€ 46 800.00	€ 4 869.77
			vervangen reddingsmiddelen	4	stk	€ 78.00	10	€ 312.00	€ 3 120.00	€ 516.95
			vervangen reddingsmiddelen	4	stk	€ 78.00	10	€ 312.00	€ 3 120.00	€ 516.95
		signalering	vervangen luidsprekers/cctv	1	post	€ 5 200.00	10	€ 5 200.00	€ 52 000.00	€ 8 615.88
			groepsremplace lampen	12	post	€ 156.00	2	€ 1 872.00	€ 93 600.00	€ 19 030.76
			onderhoud en storingen	1	post	€ 2 080.00	1	€ 2 080.00	€ 208 000.00	€ 43 347.84
		verlichting	groepsremplace lampen	8	stk	€ 104.00	3	€ 832.00	€ 27 456.00	€ 5 498.01
			reinigen armaturen	8	stk	€ 624.00	15	€ 4 992.00	€ 29 952.00	€ 4 797.98
			vervangen masten	8	stk	€ 624.00	30	€ 4 992.00	€ 14 976.00	€ 1 558.33
		bebording	reinigen	14	stk	€ 10.40	2	€ 145.60	€ 7 280.00	€ 1 480.17
			vervangen	14	stk	€ 104.00	11	€ 1 456.00	€ 13 104.00	€ 2 135.03
3.2	beweegbare brug		onderhoud civieltechnische onderdelen (0,5% van totaal)	0.5%	%	€ 1 100 000.00	1	€ 5 500.00	€ 550 000.00	€ 114 621.68
			onderhoud elektromechanische onderdelen (1,5% van totaal)	1.5%	%	€ 1 100 000.00	1	€ 16 500.00	€ 1 650 000.00	€ 343 865.04
3.3	exploitatie	bediening sluis (50% van bediening)	50% bediening gem. 9 uur per dag a 182 dagen per jaar (watersportseizoen	910.5	uur	€ 52.00	1	€ 47 346.00	€ 4 734 600.00	€ 986 705.11
		bediening brug (50% van bediening)	50% bediening gem. 9 uur per dag a 182 dagen per jaar (watersportseizoen	910.5	uur	€ 52.00	1	€ 47 346.00	€ 4 734 600.00	€ 986 705.11
		energie	signalering	1	post	€ 31.20	1	€ 31.20	€ 3 120.00	€ 650.22
			verlichting	8	post	€ 31.20	1	€ 249.60	€ 24 960.00	€ 5 201.74
		toezicht	toezicht op beweiding	1	post	€ 78.00	0.08	€ 78.00	€ 93 600.00	€ 19 506.53
			toets Wet op Waterkering sluis	1	post	€ 1 040.00	5	€ 1 040.00	€ 20 800.00	€ 3 922.43
			functionele inspectie 1 man a 8 uur	8	uur	€ 70.00	0.08	€ 560.00	€ 672 000.00	€ 140 046.85
			jaarlijkse inspectie	1	post	€ 5 500.00	1.00	€ 5 500.00	€ 550 000.00	€ 114 621.68
			handmatige bediening+proefsluiten+inspectie 2 man a 8 uur	16	uur	€ 70.00	0.08	€ 1 120.00	€ 1 344 000.00	€ 280 093.71
			nuts aansluiting elektra	1	post	€ 25 000.00	1.00	€ 25 000.00	€ 2 500 000.00	€ 521 007.64