

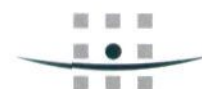
Haalbaarheidsstudie aanleg zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep

Deltanatuur

20 februari 2004

Definitief rapport

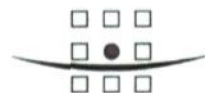
9P1678



ROYAL HASKONING

thinking in
all dimensions

A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

**HASKONING NEDERLAND BV
RUIMTELIJKE ONTWIKKELING**

Hoofdweg 490
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
+31 (0)10 286 54 32 Telefoon
(010) 220 00 25 Fax
info@rotterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Haalbaarheidsstudie aanleg zoetwaterkanaal
binnen het plangebied Zuiderdiep

Verkorte documenttitel Zoetwaterkanaal plangebied Zuiderdiep

Status Definitief rapport

Datum 20 februari 2004


Projectnummer 9P1678

Opdrachtgever Deltanatuur
De heer W. Cornelissen


Referentie 9P1678/R00001/TvdB/Rott1

Auteur(s) Ir. P.W. van de Kreeke, Drs. T. van den Broek en
Ir. G.J. Goedhart

Collegiale toets Drs. T. van den Broek

Datum/paraaf ..19.02.04..... 

Vrijgegeven door Drs. E. Th. Holleman

Datum/paraaf ..19 febr. 2004..... 

SAMENVATTING

In deze haalbaarheidsstudie is onderzocht op welke manier een zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep kan worden gerealiseerd. De noodzaak voor de aanleg van dit zoetwaterkanaal is vierledig. Allereerst zal als gevolg van een keuze voor brakke tot zoute natuurontwikkeling is het plangebied het Zuiderdiep eveneens verbrakken. Het Zuiderdiep is een belangrijk onderdeel van het zoetwatersysteem van het eiland en er dient dan ook een nieuwe zoetwatervoorziening voor de polders ten westen van het havenkanaal van Dirksland te worden gerealiseerd. Gezien de financiële en maatschappelijke consequenties is besloten dit zoetwaterkanaal binnen het plangebied te leggen. Ten tweede zijn er twee gebieden (polder Goekoop en sportvelden Steffendam) direct afhankelijk van een zoet Zuiderdiep. Hier dient dus een oplossing voor gevonden te worden. Ten derde is er het Kierbesluit waardoor het Haringvliet voor een deel weer brak tot zout wordt en de huidige innamepunten voor zoetwater niet meer gebruikt kunnen worden. Om de aanvoer van zoetwater (ruwwater voor drinkwaterproductie en water voor landbouwdoeleinden) veilig te stellen wordt er een nieuw zoetwaterkanaal in de Noordrand van Goeree-Overflakkee aangelegd waarbij water via een opvoergemaal ten oosten van gemaal Koert wordt ingelaten en getransporteerd naar het Zuiderdiep, nabij de huidige inlaat. Het verdere transport dient ingepast te worden in de inrichting van het plangebied Zuiderdiep waarbij de consequenties van een brak tot zout Zuiderdiep worden meegenomen. Tot slot vormt de huidige slechte, seizoensgebonden waterkwaliteit in het Zuiderdiep en de polders aanleiding om te komen tot een duurzaam waterhuishoudkundig systeem.

De volgende vier vragen zijn onderzocht:

1. Op welke wijze kan er een zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep worden gerealiseerd, welke kosten zijn hiermee gemoeid, wat zijn mogelijk effecten en wat zijn de consequenties voor ecologie (wat voor natuurbeeld is in het zoetwatertracé te verwachten en is er een relatie met de brakke inrichting van het plangebied Zuiderdiep).
2. Wat zijn de effecten voor polder Goekoop en de sportvelden en welke maatregelen moeten als compensatie en tegen welke kosten worden getroffen.
3. Op welke wijze kan in de aansluiting met het project Noordrand worden voorzien zodat een goede zoetwatervoorziening voor de polders buiten het plangebied en de aanvoer van ruwwater voor de drinkwaterproductie wordt gegarandeerd en integraal de noodzakelijke kunstwerken c.q. ingrepen mee worden gekoppeld.
4. Op welke wijze kan er een duurzame scheiding worden aangebracht tussen zout en zoet, met andere woorden: welke waterhuishoudkundige inrichting is nodig om de waterkwaliteit in het Zuiderdiep en de watergangen in de polders duurzaam en constant te laten worden.

Ten aanzien van onderstaande aspecten zijn randvoorwaarden aan de haalbaarheid-studie meegegeven:

1. De tracékeuze van het zoetwaterkanaal ten opzichte van de secundaire kering.
2. De waterkwaliteitseisen.
3. De waterstanden in het zoetwaterkanaal en het verhang.
4. Het benodigde debiet in het zoetwaterkanaal.
5. Het hydraulisch ontwerp van het zoetwaterkanaal.
6. De mogelijkheid om zoetwater vast te houden en te bufferen als geen zoetwater vanuit het Haringvliet kan worden ingenomen. Deze mogelijkheid is in het huidige systeem ook aanwezig: het Zuiderdiep wordt dan hoger opgezet en tot een laag niveau afgelaten om zo een periode te overbruggen.

De aspecten die samenhangen met de vier onderzoeksvragen zijn theoretisch en technisch uitgewerkt waarbij rekening is gehouden met deze randvoorwaarden.

Voor de tracékeuze van het zoetwaterkanaal is rekening gehouden met de normen en eisen die samenhangen met het beheer van de secundaire kering en is voor de kruising met de secundaire kering uitgegaan van de pijpleidingencode, en de daaraan gestelde veiligheidseisen.

Met betrekking tot de vragen zijn de volgende bevindingen gedaan:

1. Binnen de inrichtingsvarianten Brakwatergors, Brakke getijdenkreek, Zoute slufteer en Buitendijks getijdenmoeras is het technisch mogelijk het zoetwaterkanaal binnen het plangebied te realiseren. De totaalkosten voor de aanleg van het zoetwaterkanaal en de voorzieningen ten behoeve van de zoetwatervoorziening voor de relevante gemalen wordt geraamd op € 10.723.635,-. Hierbij wordt opgemerkt, dat geen operationele kosten zijn geraamd. Bovendien is niet inbegrepen de overdracht van de bezittingen van Waterschap Goeree-Overflakkee (het Zuiderdiep, wegen in het plangebied Zuiderdiep, gemaal Zuiderdiep) naar de uiteindelijke beheerder van het gebied.

Voorts zijn de kosten voor de inrichtingsvarianten Brakwatergors, Brakke getijdenkreek, Zoute slufteer en Buitendijks getijdenmoeras berekend op basis van de nieuwe inzichten die uit deze haalbaarheidsstudie volgen. Ten opzichte van de eerder berekende kosten betekent dit dat, mede omdat het zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep kan worden gerealiseerd, de varianten voor circa € 20.000.000,- goedkoper kunnen worden uitgevoerd dan in eerste instantie was berekend, hetgeen een forse reductie is.

2. Voor Polder Goekoop en de sportvelden zijn aanvullende aan- en afvoermiddelen voorzien voor de waterhuishouding. Bovendien is bij de sportvelden een kade voorzien van een meter hoog om de hogere waterstanden ter plaatse van het Zuiderdiep te kunnen keren.
3. Het zoetwaterkanaal in het plangebied Zuiderdiep krijgt een directe verbinding met die vanuit de Noordrand waarbij de verbinding wordt gerealiseerd met een sifon. De waterkwaliteit in het zoetwaterkanaal wordt hierdoor niet negatief beïnvloed door het water uit de boezem. Het open zoetwaterkanaal net ten noorden van de secundaire kering, ligt dicht tegen landbouwgebied waardoor de kans op verwaaiing van nadelige stoffen groot is en de eisen aan ruwwater niet kan worden gegarandeerd. Het transport van ruwwater zal dan ook niet via het open zoetwaterkanaal gaan maar via een gesloten persleiding vanuit waar het wordt aangesloten op het huidige innamepunt vanuit het Haringvliet. Het ruwwater wordt vanaf het punt dat het water vanuit de Noordrand in het plangebied Zuiderdiep wordt ingebracht afgetakt in een gecombineerd opvoergemaal. Het water voor landbouwdoeleinden (circa 120 m³/min) kan zonder risico door het open zoetwaterkanaal worden getransporteerd.

4. De gekozen manier van kruisen van het zoetwaterkanaal en het Zuiderdiep, leidt tot een duurzaam gescheiden zoet-zoutsysteem. Hierdoor verbetert de waterkwaliteit in het havenkanaal duurzaam. Bij wateroverschot kunnen de gemalen aan het havenkanaal hun water uitslaan op het havenkanaal. Voor het transport van zoetwater naar de polders ten westen van het havenkanaal van Dirksland wordt een nieuw aanvoerkanaal gegraven. Deze zoetwateraanvoer moet die polders van zoetwater voorzien ten behoeve van peilhandhaving en doorspoeling. De zoetwateraanvoer komt ten westen van het havenkanaal van Dirksland te lopen waarbij gebruik wordt gemaakt van bestaande watergangen. Het havenkanaal wordt integraal onderdeel van het inrichtingsplan voor het plangebied Zuiderdiep waardoor er een duurzaam brak tot zout milieu ontstaat en de waterkwaliteit sterk verbetert.

Het technisch ontwerp van het zoetwaterkanaal, de zoetwatervoorziening naar de relevante gemalen en de kruising van het zoetwaterkanaal met het Zuiderdiep middels een sifon is in het rapport uitgewerkt. De uitwerking is geheel binnen de gestelde randvoorwaarden gerealiseerd.

Om een aantal zaken nader te preciseren en om mogelijk nog kosten te kunnen besparen worden ten aanzien van een aantal aspecten aanbevelingen gedaan. Het gaat met name om de volgende aspecten:

- de plaatsing van het opvoergemaal. Er is nu gekozen het opvoergemaal nabij de Bekadeweg te plaatsen en te combineren met het drukstation voor de drinkwatervoorziening. Een plaatsing meer naar het westen (achter het innamepunt voor CAI en Smits bijvoorbeeld) scheelt in de gemaalcapaciteit;
- de aanpassingen van de watergangen in het bedieningsgebied van Smits kunnen mogelijk beperkter blijven als een nauwkeuriger hydraulische berekening van het gehele aan- en afvoerstelsel in een model wordt uitgevoerd. Dit geldt ook voor het traject in de Scharrezeepolder;
- in het gehele gebied zijn geen exacte gegevens aangaande de bodemkwaliteit en dus over de bruikbaarheid voor civiele werken bekend. Nader bodem- en geotechnisch onderzoek levert meer inzicht. Mogelijk kan de af te graven grond in de inrichtingsvarianten worden verwerkt in de steunberm dan wel kade van het zoetwaterkanaal. Hierbij kan bij de uitwerking uitgegaan worden van een gesloten grondbalans;
- Bij de uiteindelijke keuze voor een tot inrichtingsplan uit te werken inrichtingsvariant dient goed de ruimtelijke inpassing van het waterretentiegebied te worden genomen.

Tenslotte wordt aanbevolen ten behoeve van de overdracht van de eigendommen van het waterschap te onderzoeken, aan welke onderhoudsverplichting (met saneringsbaggerwerk) er nog moet worden voldaan en welke kosten hiervoor moeten worden gemaakt. Hiervoor dient het noodzakelijke waterbodemonderzoek te worden uitgevoerd en te worden onderzocht hoe de slib- en grondstromen gaan lopen (waar kan het naar toe worden afgevoerd).

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding voor deze studie	1
1.2	Doelstelling en vraagstellingen	3
1.3	Leeswijzer	3
2	HUIDIGE SITUATIE	4
2.1	Boezemfunctie Zuiderdiep - havenkanaal van Dirksland	4
2.2	Drinkwatervoorziening	5
3	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	7
3.1	Uitgangspunten	7
3.1.1	Tracé zoetwaterkanaal	7
3.1.2	Varianten plangebied Zuiderdiep waarbinnen het zoetwaterkanaal mogelijk moet zijn	7
3.2	Inleiding op de randvoorwaarden	8
3.3	Tracékeuze van het zoetwaterkanaal ten opzichte van de secundaire kering	8
3.4	Waterkwaliteitseisen	9
3.4.1	Waterkwaliteit havenkanaal Dirksland	10
3.4.2	Waterkwaliteit Noordrand	11
3.4.3	Effecten van mogelijke zoute kwel: een geohydrologische studie	11
3.5	Waterstanden en verhang	19
3.5.1	Waterstanden	19
3.5.2	Verval over het zoetwaterkanaal	20
3.6	Benodigd debiet in het zoetwaterkanaal	20
3.7	Benodigde retentiecapaciteit	21
3.8	Hydraulisch ontwerp zoetwaterkanaal	21
3.9	Overige aspecten	22
3.9.1	Verzoeting van kwel in de polders door het zoetwaterkanaal	22
3.9.2	Zoete kwel natuurontwikkelingsgebied Zuiderdiep	23
3.9.3	Kwel vanuit kanaal van Dirksland	23

4	AANSLUITING OP NOORDRAND: KEUZE KRUISING MET HET ZUIDERDIEP	24
4.1	Inleiding	24
4.2	Ontwikkeling kruisingsvarianten	24
4.2.1	Kruisingsvariant 1	25
4.2.2	Kruisingsvariant 2	27
4.2.3	Kruisingsvariant 3	29
4.3	Beoordeling kruisingsvarianten en afweging	31
4.3.1	Aspect geohydrologie en waterkwaliteit	31
4.3.2	Oppervlakkige kwel vanuit kanaal van Dirksland	32
4.3.3	Waterkwaliteit	32
4.3.4	Ecologische waterkwaliteit	32
4.3.5	Calamiteitenberging	32
4.3.6	Zoetwaterretentie	33
4.3.7	Afvoersituatie	33
4.3.8	Flexibiliteit toekomstig beheer	33
4.3.9	Kosten	33
4.3.10	Scoretabel afweging	33
5	ONTWERP ZOETWATERKANAAL MEDE OP BASIS VAN KRUISINGSVARIANT 1	35
5.1	Inleiding	35
5.2	Aanvoer Oost-Kraaijer	35
5.3	Gemaal en kruising havenkanaal van Dirksland	38
5.4	Zoetwaterretentie van het systeem	39
5.5	Kanaaldeel Zuiderdiepgebied – gemaal Smits	39
5.6	Tracédeel west: kanaal van Dirksland - Stellendam	40
5.7	Watervoorziening polder Goekoop	42
5.7.1	Huidige aan- en afvoersituatie en effect	42
5.7.2	Wateraanvoer	42
5.7.3	Waterafvoer	43
5.7.4	Praktisch beheer	43
5.7.5	Kosten	43
5.8	Voorkomen wateroverlast sportvelden Stellendam	43
5.9	Beeld van het kanaal en beheer	44

6	KOSTENBEREKENING	46
6.1	uitgangspunten kostenberekening	46
6.2	Toelichting kostenraming verschillende onderdelen	46
6.2.1	Opvoergemaal en kanaaltraject tot aan het Zuiderdiep	46
6.2.2	Kruising havenkanaal van Dirksland en kruising kering ten westen van kanaal	47
6.2.3	Grondwerk zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep	47
6.2.4	Inlaatwerk ten behoeve van CAI/Smits (75 m ³ /min)	47
6.2.5	Aanpassingen in polders voor aanvoer naar Smits (capaciteit 40 m ³ /min)	48
6.2.6	Inlaatwerk ten behoeve van Stellendam (40 m ³ /min)	49
6.2.7	Aanpassing Scharrezeepolder	49
6.2.8	Aanpassing waterhuishouding polder Goekoop	49
6.2.9	Aanpassing waterhuishouding voor sportvelden	50
6.3	Totale kosten	50
7	AANBEVELING EN NADER ONDERZOEK	52
8	GEBRUIKTE BRONNEN	53

Tabellen

1. Inrichtingsvarianten plangebied Zuiderdiep met de belangrijkste hydrodynamische karakteristieken
2. Gemiddeld oppervlaktewaterpeil Zuiderdiep bij inrichting plangebiedvolgens de vier varianten
3. Berekende diepe stijghoogte onder zoetwaterkanaal
4. Benodigd kanaalpeil om zoute kwel uit te sluiten
5. Afweging tussen de drie kruisingsvarianten
6. Kostenberekening sifon onder havenkanaal Dirksland
7. Kostenberekening inlaat CAI/Smits
8. Inlaatwerk voor Stellendam
9. Totale kosten zoetwaterkanaal plangebied Zuiderdiep en voorzieningen ten behoeve van de zoetwatervoorziening naar de relevante gemalen
10. De totaalkosten voor de inrichtingsvarianten Brakwatergors, Brakke getijdenkreek, Zoute slufter en Buitendijksgetijdenmoeras

Figuren

1. Huidige situatie van het watersysteem plangebied Zuiderdiep en directe omgeving
2. Chloridengehalte in havenkanaal Dirksland (bron: Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden)
3. Schematische weergave geohydrologie van het plangebied Zuiderdiep
4. Stijghoogtemetingen in de omgeving van het zoetwaterkanaal (ligging peilbuizen, zie figuur 5)
5. Ligging doorsneden voor modelberekeningen; ZP=zomerpeil, WP=winterpeil. Voorts zijn peilbuizen weergegeven met filterdiepte (in rood) en gemiddelde stijghoogte (indicatief) in meters +NAP (in zwart)
6. Berekend verloop van de diepe stijghoogte voor een wintersituatie, doorsneden AA' en BB'
7. Kruisingsvariant 1
8. Kruisingsvariant 2
9. Kruisingsvariant 3
10. Uitwerking zoetwaterkanaal en zoetwatervoorziening naar gemalen
11. Principeddoorsnede inlaatwerk

Bijlagen

1. Huidige maten waterlopen en kunstwerken
2. Specificatie kostenoverzicht inrichtingsvarianten plangebied Zuiderdiep

Kaarten

1. Model Brakwatergors
2. Model Brakke getijdenkreek
3. Model Zoute slufter
4. Model Buitendijks getijdenmoeras

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding voor deze studie

In de voorliggende studie 'haalbaarheidsstudie aanleg zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep' wordt onderzocht of en op welke manier er een zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep kan worden gerealiseerd. Het plangebied omvat een drietal landbouwpolders en een boezemkanaal (het Zuiderdiep) en is gelegen in de kop van Goeree-Overflakkee aan het Haringvliet, pal ten oosten van Stellendam nabij de Haringvlietssluisen. Het Zuiderdiep is een belangrijk onderdeel van het waterhuishoudkundig systeem van het eiland: naast de boezemfunctie, de zoetwatervoorziening voor de hier bedoelde landbouwpolders en de polders ten westen van het havenkanaal van Dirksland - die buiten het plangebied vallen, loost het bij eb (overtollig) water op de Noordzee. Voor deze haalbaarheidsstudie zijn een viertal aanleidingen te noemen:

1. Directe aanleiding: herinrichting Zuiderdiep en zoetwatervoorziening

In het onderzoek 'varianten voor het Zuiderdiep' [1] naar de mogelijkheden voor duurzaam waterbeheer van de Zuiderdiepboezem en natuurontwikkeling in de Zuiderdieppolder, de Nieuwe Kroningspolder en de Kronings- en Bospolder (samen circa 405 ha en vanaf nu genoemd plangebied Zuiderdiep) zijn zeven inrichtingsvarianten uitgewerkt. In vijf varianten wordt in het Zuiderdiep een brak tot zout milieu gerealiseerd waarvan vier in combinatie met natuurontwikkeling in de genoemde landbouwpolders. Bij deze vier varianten is aangegeven dat een nieuwe zoetwatervoorziening voor de polders ten westen van het havenkanaal van Dirksland zal moeten worden gerealiseerd. In eerste instantie is hiervoor een nieuw zoetwaterkanaal gedacht parallel aan het havenkanaal van Dirksland en ten zuiden van de Buitendijk (dus buiten het plangebied). Om een zoetwaterkanaal op die locatie te realiseren zullen aanvullend gronden moeten worden aangekocht en regelingen met vele eigenaren moeten worden getroffen. Gezien de financiële en maatschappelijke consequenties is besloten om de haalbaarheid van een zoetwaterkanaal binnen het projectgebied (het in te richten plangebied Zuiderdiep) te onderzoeken.

2. Overige effecten als gevolg van een brak tot zout Zuiderdiep

Aan het Zuiderdiep liggen een tweetal gebieden, die voor de waterhuishouding direct afhankelijk zijn van een zoet Zuiderdiep (dit zijn als het ware boezemgronden). Het betreft de gebieden:

Polder Goekoop. Ten noordwesten van Stellendam ligt het poldertje van Goekoop. Dit gebied is zo ingericht dat het voor de ontwatering en afwatering direct afhankelijk is van het Zuiderdiep en het nu geldende waterstandsregime. Als door de inrichtingsvarianten hogere waterstanden ontstaan, zal goed moeten worden beoordeeld of geen wateroverlast ontstaat. Ook de mogelijkheid om water in te laten komt te vervallen omdat het Zuiderdiep brak tot zout wordt.

Sportvelden. Ten noorden van Stellendam bevinden zich de sportvelden van de plaatselijke voetbal- en tennisvelden. De velden grenzen direct aan het Zuiderdiep en liggen slechts enkele decimeters hoger dan het Zuiderdiep. Indien het Zuiderdiep verbrakt en de gemiddelde waterstanden omhooggaan en zullen de sportvelden vaker last van wateroverlast krijgen. Daarnaast kan voor de beregening van de velden geen gebruik meer gemaakt worden van water uit het Zuiderdiep.

3. Plan Noordrand

Bij uitvoering van het zogenaamde Kierbesluit wordt het Haringvliet voor een deel weer zout. Hierdoor kan de huidige inlaatsluis aan het Haringvliet niet meer gebruikt worden voor de zoetwatervoorziening. Voor het uitslaan van water uit het Zuiderdiep op het Haringvliet kunnen de pompen van dit kunstwerk nog wel worden gebruikt. Om de aanvoer van zoetwater veilig te stellen wordt er een nieuw zoetwaterkanaal in de Noordrand van Goeree-Overflakkee aangelegd waarbij water via een opvoergemaal ten oosten van gemaal Koert wordt ingelaten en getransporteerd naar het Zuiderdiep, nabij de huidige inlaat [2]. Op deze wijze is de huidige situatie als het ware hersteld. Vanuit het Zuiderdiep wordt het verder getransporteerd naar de diverse inlaatpunten. Voor de drinkwatervoorziening wordt het zoetwater via hetzelfde zoetwaterkanaal getransporteerd. *In het project Noordrand is er van uitgegaan dat er een nieuwe gesloten watertransportleiding moeten worden aangelegd vanaf de Noordrand richting Scheelhoek, waar zich nu het innamepunt van ruwwater voor de drinkwaterproductie in de Westduinen, bevindt. In het project Noordrand wordt er dus strikt genomen voor gezorgd dat de effecten van het Kierbesluit worden gecompenseerd en wordt in feite uitgegaan van het gebruiken van het huidige Zuiderdiep voor de transportfunctie, dat ook nu al een belangrijke functie in de zoetwatervoorziening vervult.*

4. Duurzaam watersysteem

De huidige waterkwaliteit van het Zuiderdiep is sterk seizoensgebonden als gevolg van de sterke schommelingen in het zoutgehalte van het water. In de zomer is het water zoet en in de winter brak. Dit water is in de winter brak omdat in die periode de landbouwpolders niet of nauwelijks met zoetwater worden doorgespoeld en brakke kwel optreedt in de watergangen. *Overigens duurt het altijd een geruime tijd alvorens het brakke water weer geheel is doorgespoeld en er sprake is van zoetwater in de watergangen voor landbouwdoeleinden. Er is op dit moment dus geen sprake van een duurzaam watersysteem; de biologische waterkwaliteit van het Zuiderdiep (en de watergangen in de polders) is dan ook matig tot slecht.*

Bij de keuze voor een brakke of zoute variant met natuurontwikkeling voor het plangebied Zuiderdiep, vervalt de bergingscapaciteit van het Zuiderdiep. Deze wordt immers integraal onderdeel van de inrichting. Voor deze bergingscapaciteit (circa 660.000 m³) dient dan ook compensatie gevonden te worden binnen het plangebied Zuiderdiep.

1.2 Doelstelling en vraagstellingen

Doelstelling

Onderzoek middels een haalbaarheidsstudie of en op welke wijze het mogelijk is om een zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep te realiseren bij een brakke of zoute variant met natuurontwikkeling in dit plangebied, waarmee mogelijk veel van de weerstand kan worden weggenomen, knelpunten kunnen worden opgeheven, het project goedkoper kan worden uitgevoerd, er een integrale benadering met de Noordrand ontstaat en een duurzaam watersysteem kan worden gerealiseerd.

Vraagstellingen

In deze doelstelling komen de vier aanleidingen voor deze haalbaarheidsstudie terug, zodat deze doelstelling in de volgende vier concrete vraagstellingen kan worden ontleed:

- Kan bij een brakke tot zoute inrichting van het plangebied Zuiderdiep een zoetwaterkanaal binnen dit plangebied worden gerealiseerd, op welke wijze kan dit worden uitgevoerd, welke kosten zijn hiermee gemoeid, wat zijn mogelijk effecten en wat zijn de consequenties voor ecologie (wat voor natuurbeeld is in het zoetwaterkanaal te verwachten);
- wat zijn de effecten voor polder Goekoop en de sportvelden en welke maatregelen moeten als compensatie en tegen welke kosten worden getroffen;
- op welke wijze kan in de aansluiting met het project Noordrand worden voorzien zodat een goede zoetwatervoorziening voor de polders buiten het plangebied en de aanvoer van ruwwater voor de drinkwaterproductie wordt gegarandeerd en integraal de noodzakelijke kunstwerken c.q. ingrepen mee worden gekoppeld;
- op welke wijze kan er een duurzame scheiding worden aangebracht tussen zout en zoet, met andere woorden: welke waterhuishoudkundige inrichting is nodig om de waterkwaliteit in het Zuiderdiep en de watergangen in de polders duurzaam en constant te laten worden.

1.3 Leeswijzer

Voor een goed begrip wordt allereerst in hoofdstuk 2 de huidige waterhuishoudkundige situatie in het gebied beschreven. De uitgangspunten en randvoorwaarden voor dit onderzoek worden uiteen gezet in hoofdstuk 3 en worden de aspecten die hieruit voort komen uitgewerkt en vertaald naar ontwerprichtlijnen. Hoofdstuk 4 richt zich specifiek op de kruising van het zoetwaterkanaal met het havenkanaal van Dirksland. In hoofdstuk 5 wordt het zoetwaterkanaal technisch uitgewerkt, mede op basis van de keuze die ten aanzien van de kruising in hoofdstuk 4 wordt gekozen. In ditzelfde hoofdstuk wordt eveneens ingegaan op de oplossingen voor polder Goekoop en de sportvelden en de inrichting van een duurzaam watersysteem. De kostenberekeningen worden gepresenteerd in hoofdstuk 6. Hierbij worden eveneens de kosten voor de vier inrichtingsvarianten gepresenteerd op basis van de veranderde inzichten en keuzen ten opzichte van de eerdere studie 'Varianten voor het Zuiderdiep' [1]. In hoofdstuk 7 ten slotte, worden aanbevelingen gedaan en suggesties voor nader onderzoek.

2 HUIDIGE SITUATIE

2.1 Boezemfunctie Zuiderdiep - havenkanaal van Dirksland

Het Zuiderdiep ligt aan de noordzijde van Goeree-Overflakkee, en loopt van 't Kiekgat ten westen van Stellendam, via de haven van Stellendam en het havenkanaal van Dirksland naar Dirksland (figuur 1). Het Zuiderdiep ligt (binnendijs) ingeklemd tussen de Plaat van Scheelhoek aan de noordzijde en de Zuiderdieppolder aan de zuidzijde. In de huidige situatie fungeren het havenkanaal van Dirksland en het Zuiderdiep als boezemwater dat in de waterhuishoudkundige inrichting een belangrijke rol vervult voor zowel de afvoer van overtollig water als de aanvoer van zoet water. In meer extreme situaties vervult het Zuiderdiep twee functies:

1. In extreem natte periode met gestremde lozing op de Noordzee wordt het gebruikt als bergingsgebied.
2. In droge perioden wordt het Zuiderdiep ingezet als retentiegebied van zoetwater.

Het Zuiderdiep kan op twee manieren water lozen. De eerste mogelijkheid is door het openen van de spuisluis bij Stellendam. Hier wordt het water onder vrij verval op de Noordzee geloosd. Dit kan uiteraard alleen (twee maal daags) bij laag water op de Noordzee. De tweede mogelijkheid is door middel van het inzetten van de twee noodpompen bij het inlaatwerk aan het Haringvliet.

Het peil op het Zuiderdiep en het kanaal van Dirksland bij de huidige waterhuishouding bedraagt NAP +0,2 m in de zomer en NAP -0,2 m in de winter. In extreme periodes kan bij een verwacht wateroverschot en gestremde lozing het peil verlaagd worden tot NAP -0,8 m zodat gedurende de gestremde lozing de waterstand zonder problemen op kan lopen tot NAP +0,9 m. Op deze wijze kan tijdelijk voldoende water worden geborgen. Indien het peil verder, tot maximaal NAP +1,2 m, oploopt, dan ontstaat er op enkele plekken langs het kanaal wateroverlast.

In periodes van wateroverschot slaan op dit boezemwater zes gemalen polderwater uit. De gemalen hebben een gezamenlijke capaciteit van 900 m³/min. Het uitgeslagen water uit de polder Smits heeft een hoog chloridengehalte. Met name door polder Smits verbrakt het Zuiderdiep in de winter. In het havenkanaal van Dirksland zijn in de afvoersituatie chloridengehalten gemeten van meer dan 1000 mg/l (zie ook figuur 2).

In droge periodes wordt er via vier inlaten water uit het Zuiderdiep en havenkanaal van Dirksland ingelaten in de achterliggende polders. Het zoetwater is nodig voor het doorspoelen van de polders ten westen van het havenkanaal van Dirksland en voor beregenen van landbouwgronden alhier, in perioden van watertekort. Voor deze voorziening wordt zoetwater uit het Haringvliet ingelaten in het Zuiderdiep bij het inlaatwerk.

Voordat zoetwater uit het Zuiderdiep kan worden ingelaten in de polders moet het Zuiderdiep worden schoongespoeld omdat in de afvoersituatie dit Zuiderdiep is belast met zout polderwater. Het zoute polderwater moet worden vervangen door zoetwater uit het Haringvliet. Het doorspoelen van het Zuiderdiep gebeurt door bij laag water op de Noordzee de spuisluis bij Stellendam te openen. Hierdoor stroomt het zoutwater uit het Zuiderdiep naar de Noordzee.

Bij het inlaatwerk aan het Haringvliet wordt hierna óf tegelijkertijd zoetwater uit het Haringvliet ingelaten. Tijdens het spoelen stroomt er zoetwater uit het Haringvliet het Zuiderdiep in en het zoutwater uit het Zuiderdiep stroomt naar de Noordzee. Voor een goed resultaat moet deze procedure een aantal keer herhaald worden. Het duurt ongeveer een week voordat de waterkwaliteit in het Zuiderdiep voldoende is om water de polders te kunnen inlaten.

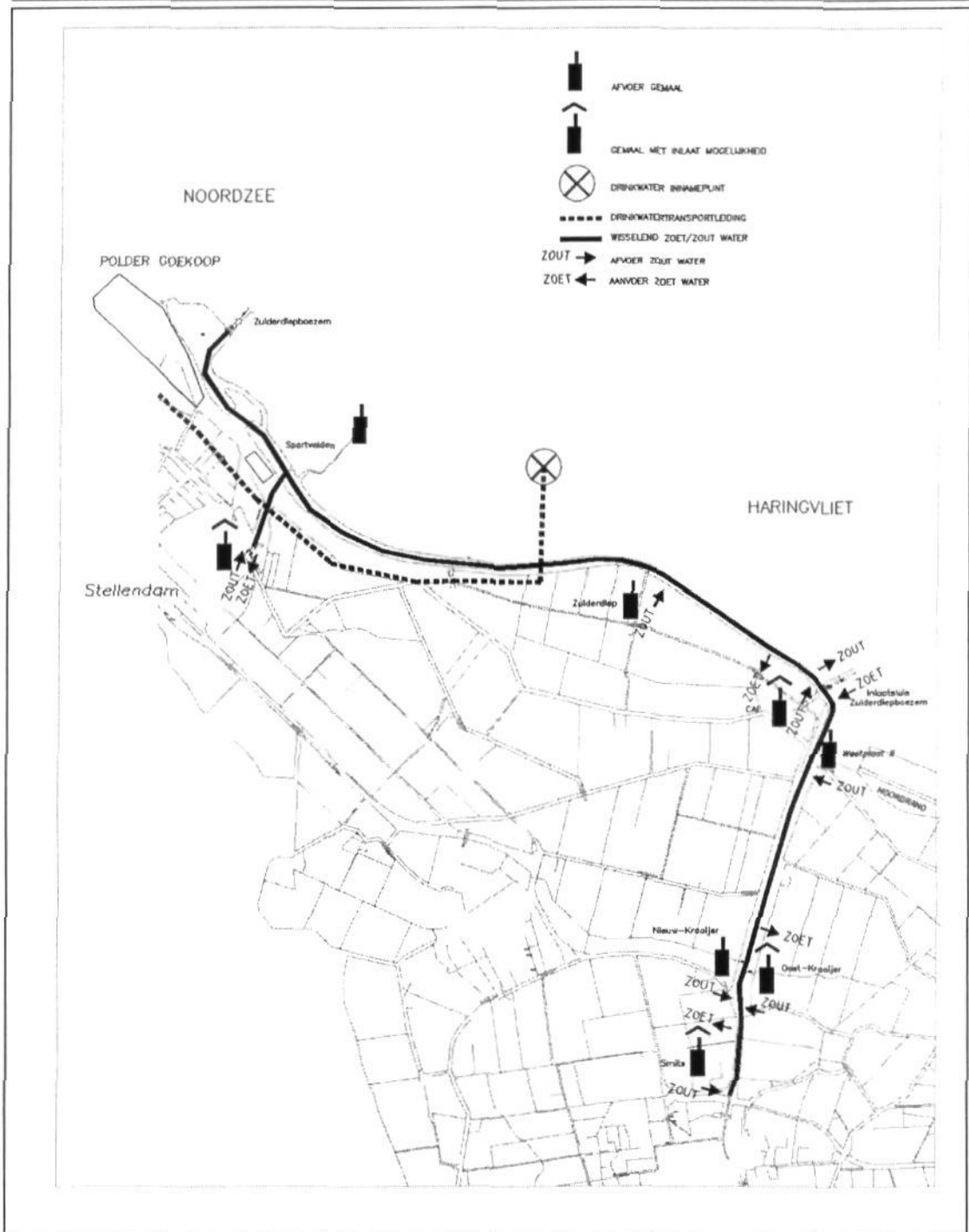
Het enige probleem dat bij deze werkwijze ontstaat, is de waterkwaliteit in het havenkanaal van Dirksland. Het is eigenlijk niet goed mogelijk om dit kanaal door te spoelen met zoetwater. De consequentie hiervan is dat de eerste 'hap' water die door gemaal Smits in de polders wordt ingelaten relatief veel zout bevat.

Bij de Plaat van Scheelhoek wordt via een gemaaltje water uit het Zuiderdiep aangevoerd om het interne oppervlaktewater op peil te houden. In figuur 1 staat dit gemaaltje per abuis als afvoergemaal getekend.

2.2 Drinkwatervoorziening

Voor de Drinkwatervoorziening op Goeree-Overflakkee wordt water uit het Haringvliet ingenomen. Het drinkwaterinname punt ligt ter hoogte van het gebied Scheelhoek. Het drinkwater wordt via een gesloten leidingsysteem naar de Westduinen getransporteerd, waar het voor filtering wordt geïnfilteerd.

Figuur 1. Huidige situatie van het watersysteem plangebied Zuiderdiep en directe omgeving



3 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

3.1 Uitgangspunten

3.1.1 Tracé zoetwaterkanaal

Het tracé van het zoetwaterkanaal komt in het plangebied Zuiderdiep zo dicht mogelijk langs de zuidrand van het her in te richten gebied te liggen. Dit om het gebied zo min mogelijk te versnipperen. Van belang is hoe dicht het kanaal tegen de secundaire kering vanuit veiligheidsoverwegingen mag komen te liggen.

Op een bepaald punt zal het zoetwaterkanaal de secundaire kering moeten kruisen om naar het zuiden te kunnen afbuigen en aan te sluiten op het huidige inlaatpunt bij Stellendam. Er wordt van uitgegaan dat het zoetwaterkanaal zo ver mogelijk naar het westen moet doorlopen om zo voor de afscherming van zoute kwel te kunnen zorgen voor het woon- en leefgebied ten noorden van Stellendam. Doordat het Zuiderdiep brak tot zout wordt zal er in de polders namelijk extra zoute kwel optreden die op deze wijze gecompenseerd kan worden.

3.1.2 Varianten plangebied Zuiderdiep waarbinnen het zoetwaterkanaal mogelijk moet zijn

Voor het plangebied Zuiderdiep wordt uitgegaan van de varianten waarin het Zuiderdiep brak tot zout wordt en waarbij natuurontwikkeling wordt uitgevoerd in de drie polders binnen het plangebied (zie ook paragraaf 1.1).

- Brakwatergors;
- Brakke getijdenkreek;
- Zoute sluffer;
- Buitendijks getijdenmoeras.

De belangrijkste hydrodynamische karakteristieken die op het Zuiderdiep gelden (en daarmee ook in het plangebied) bij deze vier varianten zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Inrichtingsvarianten plangebied Zuiderdiep met de belangrijkste hydrodynamische karakteristieken (in cm t.o.v. NAP)

Variant	GLW	GHW	"getijslag" cm	Maximaal laag water	Maximaal hoog water
Brakwatergors	25	65	40	50	100
Brakke getijdenkreek	- 20	65	85	- 20	100
Zoute sluffer	- 20	85	105	- 20	100
Buitendijks getijdenmoeras	35	65	30	- 5	120

In eerste instantie diende ook het zoetwaterkanaal en de consequenties hiervan technisch uitgewerkt te worden voor de variant 'Zoute sluffer' voor de situatie indien het Kierbesluit niet door zou gaan. Aangezien echter in een wat latere fase van het project ook de doelstelling om een duurzaam watersysteem te realiseren (zie paragraaf 1.1) nadrukkelijk is benoemd is deze vijfde variant niet langer realistisch.

Er is immers gekozen om zout en zoet duurzaam te scheiden waardoor het Zuiderdiep permanent zout wordt en de daarmee verdwijnende bergingscapaciteit gecompenseerd moet worden.

Technisch gezien verschilt deze variant dan niet van de variant 'Zoute sluffer bij Kierbesluit', waardoor de kosten voor realisatie gelijk zullen zijn. De in dit onderzoek bepaalde realisatiekosten voor het zoetwaterkanaal en de zoetwatervoorziening naar de relevante gemalen kunnen gezien worden als compensatiekosten voor het inrichten van het plangebied Zuiderdiep, onafhankelijk van het Kierbesluit.

3.2 Inleiding op de randvoorwaarden

In de paragrafen 3.3 tot en met 3.8 wordt achtereenvolgens de theoretische en technisch uitwerking aangaande de randvoorwaarden gegeven van de volgende aspecten:

- de tracékeuze van het zoetwaterkanaal ten opzichte van de secundaire kering;
- de waterkwaliteitseisen;
- de waterstanden in het zoetwaterkanaal en het verhang;
- het benodigde debiet in het zoetwaterkanaal;
- de benodigde retentie;
- het hydraulisch ontwerp van het zoetwaterkanaal.

Vervolgens zal in paragraaf 3.8 nog op een aantal andere aspecten worden ingegaan.

3.3 Tracékeuze van het zoetwaterkanaal ten opzichte van de secundaire kering

Bij de ligging van het zoetwaterkanaal ten opzichte van de secundaire kering zal rekening moeten worden gehouden met de normen en eisen die samenhangen met het beheer van de secundaire kering. Voor de kruising van de secundaire kering dient uit te worden gegaan van de pijpleidingencode, en de daaraan gestelde veiligheidseisen (dubbele keringmiddelen in de kruising).

Er bestaan wel richtlijnen maar geen eisen voor de minimaal aan te houden afstand tussen de watergang en de secundaire kering. De richtlijnen hebben als uitgangspunt dat de nieuwe watergang het waterkerend vermogen van de kering niet in gevaar mag brengen, met andere woorden: er dient een zekere veiligheidsafstand in acht te worden genomen. Deze afstand kan op twee manieren worden aangetoond: óf door deze door hydraulische berekeningen te bepalen óf door uit te gaan van de huidige afstand ten opzichte van aanwezige watergangen. Voor deze laatste immers zijn de bedoelde berekeningen al uitgevoerd.

Volgens de beschikbare profielen van de secundaire waterkering liggen de aanwezige watergangen, zijnde kwel sloten, op circa 25 meter uit de kruin van de secundaire kering. Deze afstand wordt aangehouden als de minimale afstand tussen de kruin en de zuidoever van het zoetwaterkanaal.

3.4 Waterkwaliteitseisen

Het zoetwaterkanaal moet de polders van Goeree-Overflakkee gaan voorzien van zoet water. Dit zoetwater wordt onder meer gebruikt voor wateraanvoer voor landbouwdoeleinden, peilhandhaving en doorspoeling. Daarnaast moet er zoetwater voor de bereiding van drinkwater in principe tot óf tot nabij de huidige gesloten persleiding Scheelhoek getransporteerd worden.

Voor water voor landbouwdoeleinden en voor het bereiden van drinkwater zijn normen voor de kwaliteit van het innamewater vastgesteld. Deze normen zijn vastgelegd in het waterleidingbesluit. Hierin is de chloridennorm voor oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater vastgesteld op maximaal 200 mg/l. Tot aan het punt vanuit waar het water uit het zoetwaterkanaal verder wordt gedistribueerd, mag deze norm niet worden overschreden. In feite geldt dat de kwaliteit van het innamewater tijdens het transport door het zoetwaterkanaal niet mag verslechteren ten opzichte van de kwaliteit van het ingenomen water uit het Haringvliet.

De keuze of het zoetwaterkanaal wel of niet kan worden benut voor de aanvoer van ruwwater naar Scheelhoek, hangt samen met de eisen die aan de waterkwaliteit worden gesteld. De eisen aan het water voor deze functie zijn stringenter dan die voor landbouwdoeleinden. Vanuit de doelstelling voor het project om te komen tot een duurzaam watersysteem geldt echter dat ook voor landbouwdoeleinden deze norm niet mag worden overschreden. Tijdens het transport van het water door het zoetwaterkanaal betekent een en ander dat:

- het zoutgehalte niet mag tot boven 200 mg Cl/l toenemen;
- er geen menging mag optreden met het boezemwater uit het Zuiderdiep;
- er geen risico van infectie, besmetting en verontreinig met bestrijdingsmiddelen e.d. mag bestaan.

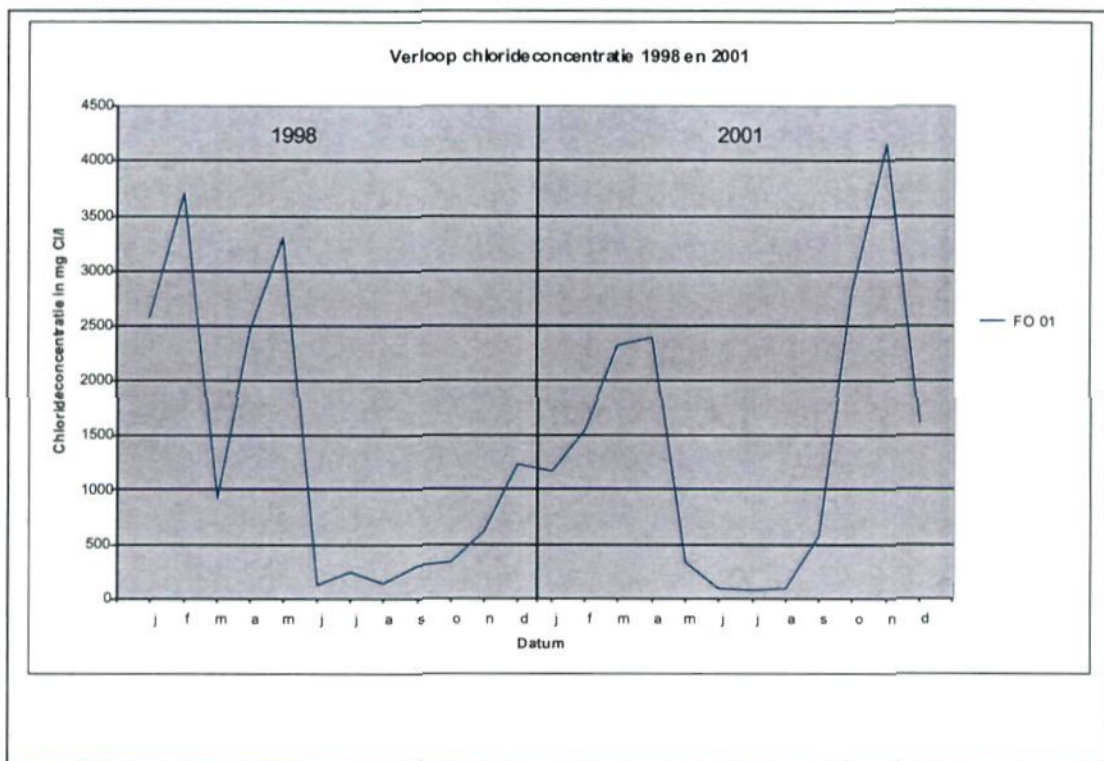
De waterkwaliteit in het zoetwaterkanaal zal worden beïnvloed door de kwaliteit van verschillende aanvoerstromen en de processen in het zoetwaterkanaal zelf. Omdat de verblijftijd van het water in het nieuwe kanaal relatief kort is, naar verwachting orde één dag, zullen de interne processen geen grote invloed hebben op de waterkwaliteit. De verblijftijd geldt voor zowel de zomer- als de wintersituatie omdat het waterschap in de toekomst ook in winterperiode in principe wil door gaan spoelen. De volgende aanvoerstromen worden onderscheiden:

- waterkwaliteit Zuiderdiep - havenkanaal Dirksland;
- kwaliteit aanvoerwater Noordrand;
- kwelwater;
- neerslag.

3.4.1 Waterkwaliteit havenkanaal Dirksland

In figuur 2 staat het chloridengehalte voor de jaren 1998 en 2001 van het meetpunt FO 01 uitgezet. Dit meetpunt ligt in het havenkanaal van Dirksland; onderdeel van de boezem. De kwaliteit in het havenkanaal van Dirksland wordt sterk beïnvloed door het polderwater dat wordt uitgeslagen op Zuiderdiepboezem. De hoge chloridengehaltes, die oplopen tot boven de 3000 mg Cl/l worden verklaard door de zeer hoge chloridengehaltes van het uitgeslagen water door gemaal Smits. Dit gemaal loost water uit de polders ten weten van het Zuiderdiep. De waterkwaliteit in de boezem is dus ontoereikend.

Figuur 2. Chloridengehalte in havenkanaal Dirksland (bron: Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden)



Om nu de waterkwaliteit ten behoeve van ruwwater en landbouwdoeleinden te waarborgen mag geen vermenging optreden van het uitgeslagen water met het uit de Noordrand aangevoerde zoetwater. Indien er wel vermenging optreedt dan zal er of tijdelijk een innamestop (voor ruwwater) moeten worden ingesteld dan wel een volledige scheiding van de boezem en het zoetwaterkanaal worden gerealiseerd. Op dit laatste aspect wordt in hoofdstuk 4 ingegaan, alwaar een drietal kruisingsvarianten worden uitgewerkt voor de manier waarop het water vanuit de Noordrand al dan niet via het Zuiderdiep – havenkanaal van Dirksland, in het zoetwaterkanaal in het plangebied Zuiderdiep wordt gebracht.

3.4.2 Waterkwaliteit Noordrand

Het zoetwaterkanaal in de Noordrand neemt zoet Haringvliet water in. Het innamepunt ligt ten oosten van gemaal Koert. De locatie van het innamepunt is zo gekozen dat het chloridengehalte van het water niet boven de 200 mg/l uitkomt. Deze grens mag tijdens het transport, als gevolg van oplading door kwel, niet worden overschreden, hetgeen dan ook geldt voor het transport in het zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep. Oplading van het water in de Noordrand gebeurt niet en tevens is de afstand van het zoetwaterkanaal aldaar tot het (blijvende) landbouwgebied geoptimaliseerd én is de inrichting van de Noordrand zodanig dat de kans op calamiteiten dan wel verontreinigingen nagenoeg is uitgesloten.

De kwaliteit van het water zoals dat vanuit de Noordrand wordt aangevoerd is goed.

3.4.3 Effecten van mogelijke zoute kwel: een geohydrologische studie

Inleiding

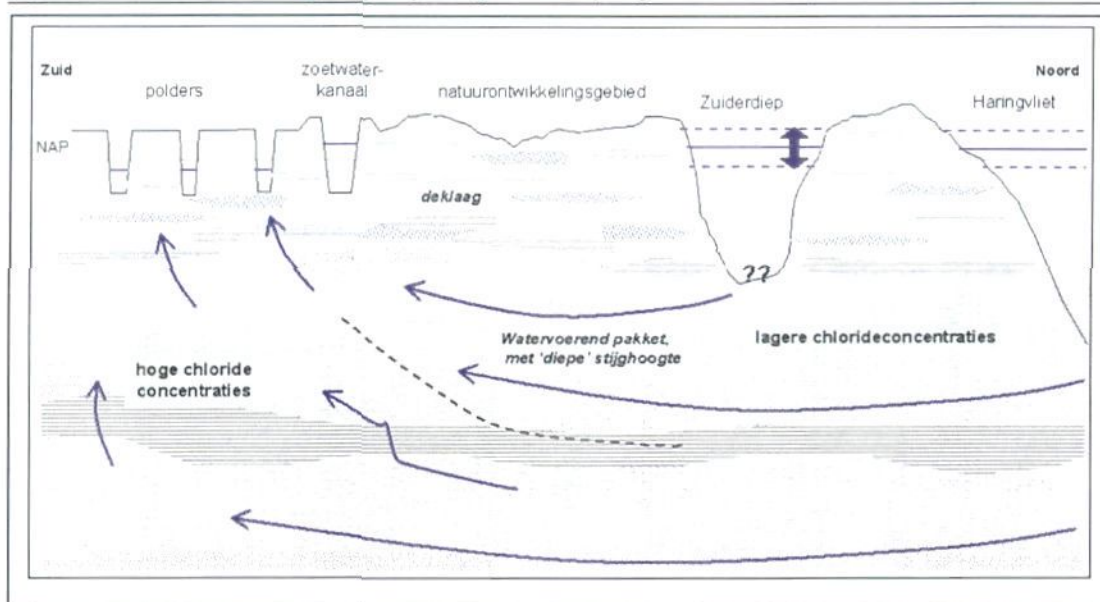
Een risico bij het graven van een kanaal in het plangebied Zuiderdiep is het mogelijk optreden van kwel naar het zoetwaterkanaal met een verhoogde chlorideconcentratie ('zoute' kwel). Hierdoor kan het zoete water in het aanvoerkanaal verzilten en minder geschikt raken voor landbouwdoeleinden en voor de productie van drinkwater. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de waterkwaliteit in het kanaal niet mag verslechteren door zoute kwel.

Of er kwel zal optreden, en hoe groot deze zal zijn wordt bepaald door twee factoren. Allereerst gaat het hierbij om het peilverschil tussen de omgeving en het zoetwaterkanaal; dit is de aandrijvende kracht van een eventuele kwelstroom naar het zoetwaterkanaal. En ten tweede gaat het hierbij om de opbouw van de ondergrond, welke de weerstand tegen indringing bepaalt.

In de huidige situatie treedt vrijwel in het gehele (polder)gebied kwel op. Dit ligt voor de hand gelet op de polderpeilen die laag zijn in vergelijking met het peil in het Haringvliet, en verder landinwaarts in het algemeen steeds lager worden. Hierdoor wordt het diepe(re) brakke grondwater als het ware omhoog gedrukt.

Figuur 3 toont schematisch de geohydrologie van het zoetwaterkanaal, het Zuiderdiep en omgeving, na inrichting van het natuurontwikkelingsgebied. De bovenste 6 à 10 meter van de bodem bestaat uit een minder doorlatende deklaag bestaande uit kleilagen, fijne en siltige zanden. Daaronder bevindt zich een goed doorlatend zandig watervoerend pakket waarin de sterkste grondwaterstroming optreedt. De aandrijvende kracht voor de kwel in het gebied is de waterstand op het Haringvliet, het Zuiderdiep en de grondwaterstanden in het natuurontwikkelingsgebied (geplande herinrichting van onder andere de Kroningspolder).

Figuur 3. Schematische weergave geohydrologie van het plangebied Zuiderdiep



De kwaliteit van het water in het zoetwaterkanaal mag niet verslechteren door toestroming van zout grondwater. Dit kan enkel worden gegarandeerd door een peilverschil te handhaven tussen het kanaal en de omgeving ('overdruk' vanuit het kanaal), of met waterdichte bekleding van het kanaal. Het beoogde kanaalpeil in het traject langs het Zuiderdiep is minimaal NAP +0,4 m.

Mogelijke toestroming van zoute kwel naar het kanaal kan via twee routes plaatsvinden:

1. Horizontale toestroming via de deklaag vanuit het geplande natuurontwikkelingsgebied noordelijk van het zoetwaterkanaal. De zuidelijke polders hebben een zodanig laag polderpeil dat hiervandaan geen stroming naar het zoetwaterkanaal mogelijk is.
2. Kwel vanuit het diepe watervoerende pakket.

Voor de grondwaterstroming zijn peilen van belang zoals deze gemiddeld over een periode van enkele weken tot maanden optreden. Dit is de tijd dat een waterdeeltje minimaal nodig heeft om het kanaal te bereiken door de minder doorlatende deklaag onder of langs het kanaal. Maatgevende peilen zijn dus:

- het gemiddelde peil van Haringvliet en Zuiderdiep;
- de gemiddelde wintergrondwaterstand.

De kortstondige pieken als gevolg van het getij vormen geen maatgevende bedreiging voor het kanaal.

Bovenstaande 'routes' worden in onderstaande tekstblokken van deze subparagraaf beschouwd. Voorts is ook de potentiële verzoetende werking van het zoetwaterkanaal naar de zuidelijk gelegen polders geëvalueerd, alsmede de zoete kwel die mogelijk kan optreden naar het natuurontwikkelingsgebied (paragraaf 3.8).

Horizontale toestroming via de deklaag

Het gemiddelde oppervlaktewaterpeil in het natuurontwikkelingsgebied varieert per inrichtingsvariant tussen NAP +0,25 en 0,5 m. De grondwaterstanden zullen over het geheel genomen hoger liggen, als gevolg van grondwateraanvulling door neerslag en inundaties. Ook de beperkte hydraulische doorlatendheid van de deklaag draagt bij aan hoge grondwaterstanden, het grondwater stroomt daardoor namelijk niet eenvoudig af naar krekken of andere drainerende elementen.

Uit het bovenstaande volgt dat oppervlaktewaterpeilen (enkele varianten) en grondwaterstanden (alle varianten) hoger kunnen zijn dan het peil in het zoetwaterkanaal. Dit veroorzaakt per definitie een grondwaterstroming naar het zoetwaterkanaal toe. De omvang van deze stroming zal echter gering zijn door de beperkte doorlatendheid van de deklaag en hoeft beslist geen merkbaar negatieve invloed (toename chlorideconcentratie) op het water in zoetwaterkanaal te hebben. De mate van beïnvloeding is mede afhankelijk van de keuze van de inrichtingsvariant en de wijze waarop de variant wordt uitgewerkt tot een inrichtingsplan.

Binnen de opgestelde inrichtingsvarianten is het gemiddelde peil vastgelegd voor het Zuiderdiep en het hiermee verbonden krekensysteem (zie tabel 2). In natte perioden zullen waterpeilen en grondwaterstanden tussen het zoetwaterkanaal en het krekensysteem minimaal even hoog zijn als het oppervlaktewaterpeil. Het hele gebied draineert immers via het krekensysteem. Voor de varianten met een gemiddeld peil dat gelijk of hoger is dan het peil in het zoetwaterkanaal zijn hierdoor geen eenvoudige maatregelen beschikbaar om langs het zoetwaterkanaal een 'beheerst' peil te handhaven dat lager is dan het oppervlaktewaterpeil. Hierdoor kan voor deze varianten niet worden voorkomen dat een grondwaterstroming uit het gebied naar het zoetwaterkanaal zal optreden. Het gaat hierbij om de varianten 'Brakwatergors' met een gemiddeld peil van NAP +0,45 m en 'Buitendijks getijdenmoeras' met een gemiddeld peil van NAP +0,5 m. Voor de 'Zoute sluffer', met een gemiddeld peil van NAP +0,35 m, zal het peilverschil met het kanaal ook te gering zijn om voldoende drainage langs het kanaal te kunnen garanderen. We benadrukken echter dat de omvang van eventuele zoute kwel naar het kanaal zeer gering is, en met inrichtingsmaatregelen nog kan worden beïnvloed.

Tabel 2. Gemiddeld oppervlaktewaterpeil Zuiderdiep bij vier inrichtingsvarianten plangebied

Variant	Gemiddeld oppervlaktewaterpeil (meter +NAP)
Brakwatergors	0.45
Brakke getijdenkreek	0.25
Zoute sluffer	0.35
Buitendijks getijdenmoeras	0.50

Bij de varianten de 'Brakke getijdenkreek', met een gemiddeld peil van NAP +0,25 m, ligt het gemiddelde peil lager dan het kanaalpeil. Voor deze variant kan middels gericht drainage van de randzone naar het krekensysteem worden voorkomen dat in de randzone langs het kanaal (grondwater)standen hoger worden dan het kanaalpeil. Een voor de hand liggende manier is hiervoor het verlagen van het maaiveld tot aan het kanaalpeil, met de mogelijkheid voor deze 'laagte' om af te wateren naar het krekensysteem. Op deze wijze kan in de deklaag horizontale stroming naar het kanaal worden uitgesloten.

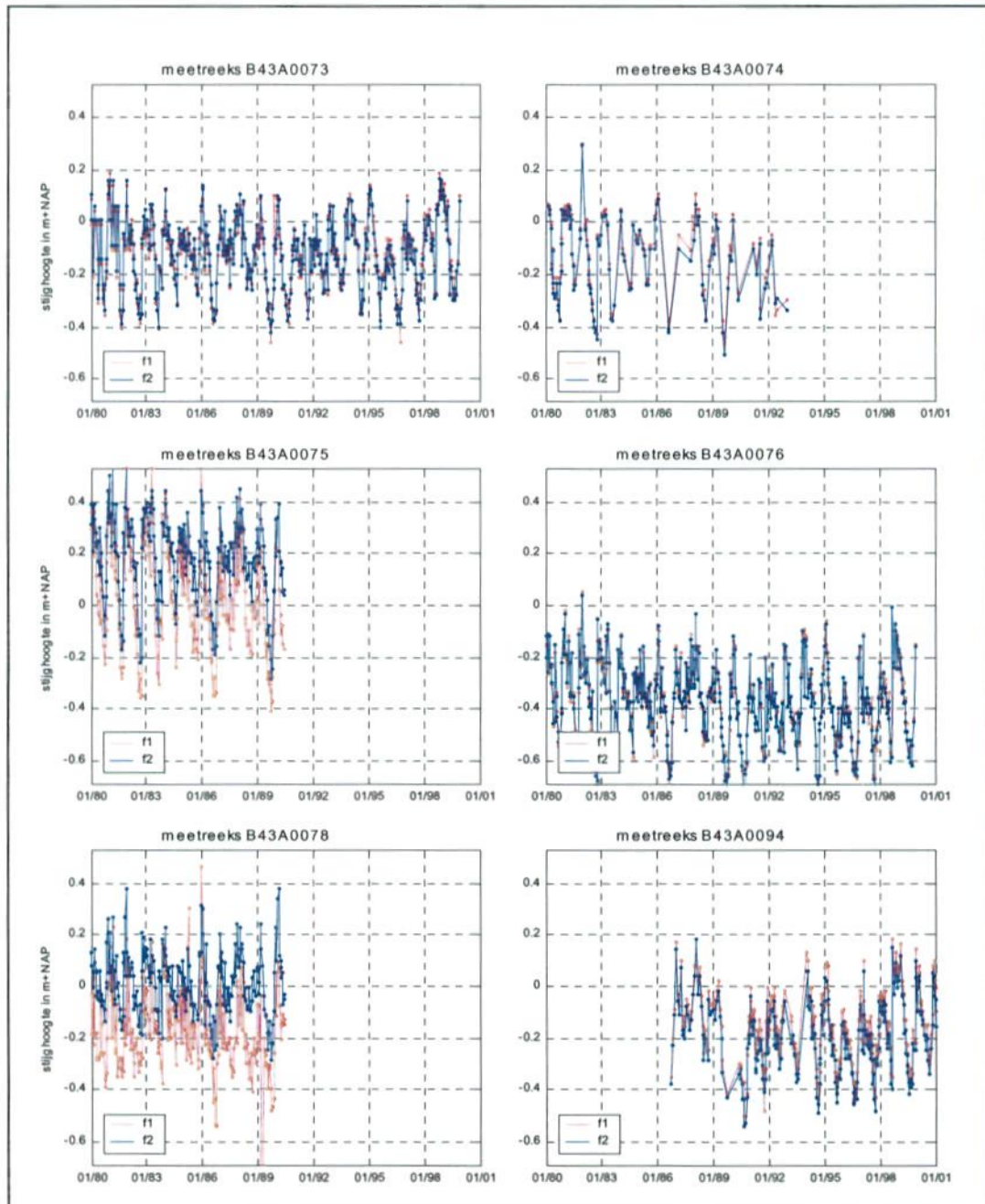
Concluderend

Voor de varianten 'Brakwatergors', 'Buitendijks getijdenmoeras' en 'Zoute sluffer' is door het hoge oppervlaktewaterpeil van het Zuiderdiep niet uit te sluiten dat via de deklaag een geringe horizontale stroming optreedt naar het zoetwaterkanaal, vanuit het brakke natuurontwikkelingsgebied. Wel is deze met de juiste inrichtingsmaatregelen te minimaliseren. Voor de variant 'Brakke getijdenkreek' kan - in combinatie met inrichtingsmaatregelen - deze horizontale stroming naar het kanaal wel worden uitgesloten.

Kwel vanuit het diepe watervoerende pakket

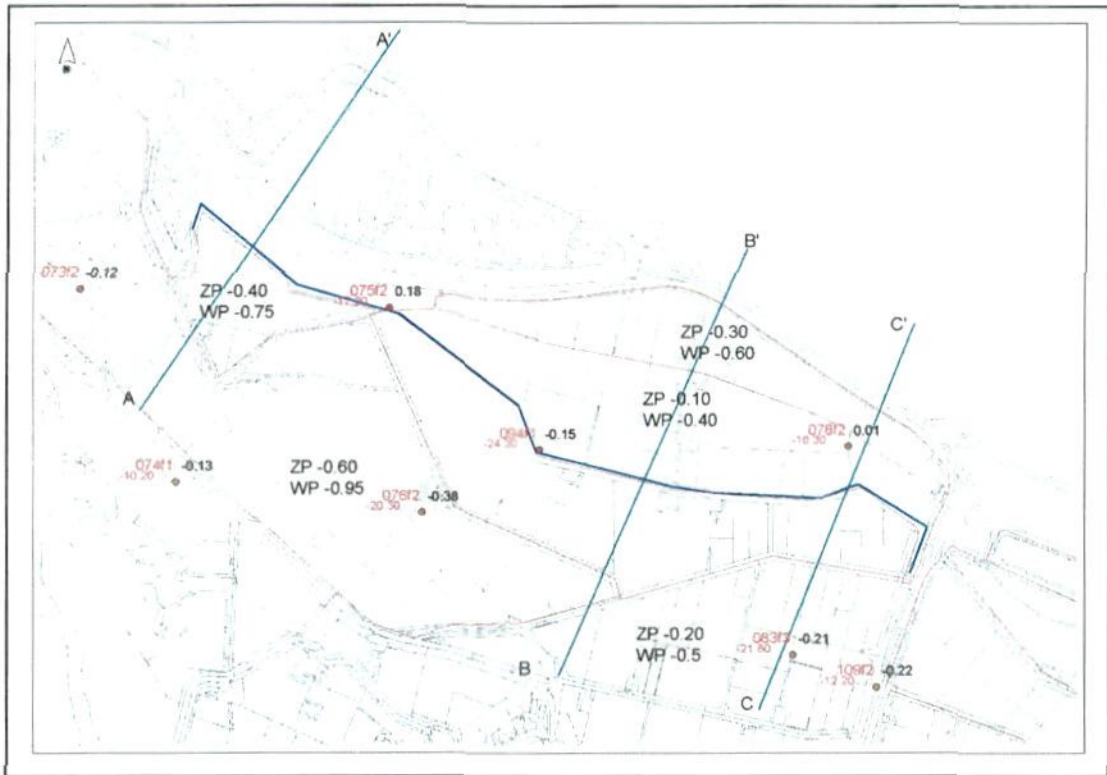
De drijvende kracht achter een eventuele zoute kwelstroom naar het kanaal is een overdruk de 'diepe stijghoogte' van het grondwater in het diepe watervoerende pakket ten opzichte van het peil in het zoetwaterkanaal (zie figuur 3). De diepe stijghoogte wordt bepaald door de oppervlaktewaterpeilen in de omgeving. Figuur 4 toont meetreeksen van de diepe stijghoogte voor peilbuizen in de omgeving van het zoetwaterkanaal.

Figuur 4. Stijghoogtemetingen in de omgeving van het zoetwaterkanaal (ligging peilbuizen, zie figuur 5)



Om uit te kunnen sluiten dat een kwelstroom optreedt een verkennende berekening uitgevoerd naar de diepe stijghoogte in drie representatieve doorsneden haaks op het kanaal. Figuur 5 toont de ligging van de doorsneden (en tevens polderpeilen in het gebied). De berekening is uitgevoerd voor de maatgevende wintersituatie, waarin de hoogste grondwaterstanden optreden en dus het meeste risico is voor een kwelstroom naar het kanaal toe. Tabel 3 toont de rekenresultaten. Voor alle doorsneden en varianten blijkt de stijghoogte in het watervoerende pakket 5 à 10 cm lager dan het kanaalpeil en zal dus geen kwel optreden naar het kanaal.

Figuur 5. Ligging doorsneden voor modelberekeningen; ZP=zomerpeil, WP=winterpeil. Voorts zijn peilbuizen weergegeven met filterdiepte (in rood) en gemiddelde stijghoogte (indicatief) in meters +NAP (in zwart)



Tabel 3. Berekende diepe stijghoogte onder zoetwaterkanaal.

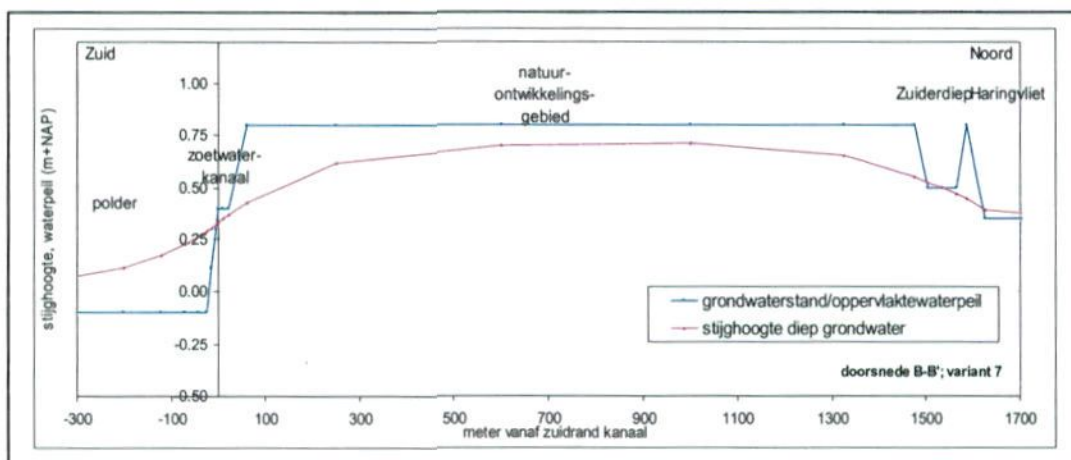
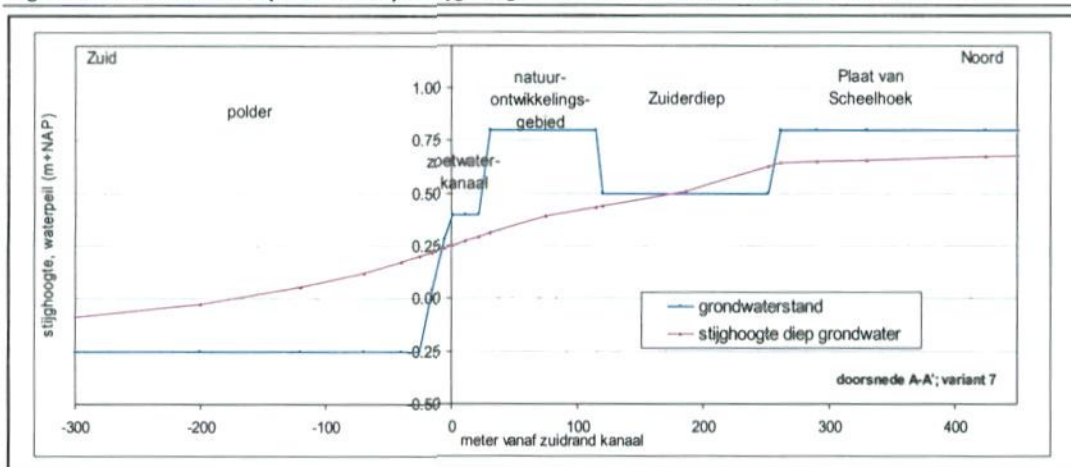
Diepe stijghoogte onder zoetwaterkanaal (m+NAP)	
Doorsnede AA'	
Brakwatergors	0,28
Brakke getijdenkreek	0,21
Zoute slufte *	0,29
Buitendijks getijdenmoeras	0,29
Doorsnede BB'	
Brakwatergors	0,33
Brakke getijdenkreek	0,33
Zoute slufte *	0,39
Buitendijks getijdenmoeras	0,33
Doorsnede CC'	
Brakwatergors	0,31
Brakke getijdenkreek	0,31
Zoute slufte *	0,36
Buitendijks getijdenmoeras	0,32

* Bij variant 'Zoute slufte' is met een stijging van 5 cm gerekend vanwege hoger soortelijk gewicht van het infiltrerende zoute water.

Figuur 6 toont het berekende verloop van de stijghoogte. Ter plaatse van het zoetwaterkanaal 'hangt' de diepe stijghoogte in tussen de lage (polder)peilen zuidelijk van het zoetwaterkanaal en noordelijk de peilen van Zuiderdiep en Haringvliet en de grondwaterstanden in het plangebied Zuiderdiep.

De berekende diepe stijghoogte onder het kanaal blijkt sterk afhankelijk van de grondwaterstanden die op zullen gaan treden in het natuurontwikkelingsgebied. Aangenomen is dat de grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen in het gebied gemiddeld op een niveau komen te liggen van NAP +0,8 m. In het poldergebied zuidelijk van het kanaal is een representatieve grondwaterstand aangenomen van polderpeil NAP +0,5 m. In werkelijkheid zullen de grondwaterstanden naar verwachting lager zijn en dus ook de stijghoogte onder het zoetwaterkanaal (het betreft dus een conservatieve berekening). Dit zal voor het natuurontwikkelingsgebied echter nog afhangen van de inrichtingsmaatregelen (maaiveldverlaging, ligging van de geulen en krekken, etc.)

Figuur 6. Berekend verloop van de diepe stijghoogte voor een wintersituatie, doorsneden AA' en BB'



Concluderend

Met een verkennende conservatieve berekening is aangetoond dat de diepe stijghoogte lager wordt dan het kanaalpeil. Er wordt dus geen zoute kwel verwacht vanuit het diepe watervoerende pakket naar het zoetwaterkanaal, doordat er een overdruk blijft vanuit het kanaal naar de diepe stijghoogte. De berekende overdruk is echter zo gering dat niet met 100% zekerheid kan worden uitgesloten dat lokaal wel een geringe kwelstroom optreedt. Aanvullend hierop wordt opgemerkt dat, indien toch een kwel naar het zoetwaterkanaal optreedt, deze zeer gering zal zijn doordat het zoetwaterkanaal de deklaag niet doorsnijdt. Er is hierdoor een aanzienlijke hydraulische weerstand aanwezig tussen het watervoerende pakket en het zoetwaterkanaal.

Benodigd kanaalpeil voor uitsluiten zoute kwel

Keuze van een voldoende hoog kanaalpeil kan voorkomen dat horizontale toestroming via de deklaag of kwel uit het diepe watervoerende pakket optreedt. In tabel 4 is per variant voor het natuurontwikkelingsgebied bepaald wat het vereiste kanaalpeil is waarbij kan worden uitgesloten dat er toestroming van (zout) grondwater naar het kanaal zal optreden. In de tabel is rekening gehouden met een zekerheidsmarge van 0.10 m voor de berekening van de diepe stijghoogte onder het kanaal, om diepe kwel uit te kunnen sluiten. Deze zekerheidsmarge kan worden verkleind door in het inrichtingsplan voor het natuurontwikkelingsgebied rekening te houden dat grondwaterstanden niet te hoog kunnen stijgen. Voor de horizontale toestroming via de deklaag is aangehouden dat deze niet op zal treden als het kanaalpeil minimaal 0.1 m hoger is dan het gemiddelde peil in het Zuiderdiep. Deze marge is voldoende om, in combinatie met gerichte inrichtingsmaatregelen, ontoelaatbare grondwaterstijgingen langs de scheiding met het zoetwaterkanaal te voorkomen

Tabel 4. Benodigd kanaalpeil om zoute kwel uit te sluiten.

Variant	Gemiddeld waterpeil Zuiderdiep (m +NAP)	Berekende hoogste diepe stijghoogte* (m +NAP)	Benodigd kanaalpeil (m +NAP)	Achtergrond benodigd kanaalpeil
Brakwatergors	0.45	0.33	0.55	Gemiddeld peil Zuiderdiep plus 0.1 m verhoging in het plangebied (drainageverval)
Brakke getijdenkreek	0.25	0.33	0.43	Diepe stijghoogte plus 0.1 m zekerheidsmarge
Zoute slufte	0.35	0.39	0.49	Diepe stijghoogte plus 0.1 m zekerheidsmarge
Buitendijks getijdenmoeras	0.50	0.33	0.60	Gemiddeld peil Zuiderdiep plus 0.1 m verhoging in het plangebied (drainageverval)

* De hoogste diepe stijghoogte treedt in grofweg de oostelijke helft van het kanaalpand Zuiderdiep-Stellendam (vergelijk doorsnede A-A' en B-B' in figuur 3). De eis aan het kanaalpeil is geldt daardoor voor de oostelijke helft. Het verhang in het kanaalpeil in westelijke richting is dus niet bezwaarlijk.

De genoemde kanaalpeilen in tabel 4 zijn benodigd om kwel geheel uit te kunnen sluiten. Indien deze peilen niet realiseerbaar zijn bestaat er een kans dat het kanaal wel zoute kwel aantrekt. De effecten hiervan op het kanaalwater zijn echter beperkt. In onderstaand kader is afgeleid dat de toename van het chloridegehalte in een extreem geval ('worst-case' benadering) beperkt zal blijven tot 20 milligram chloride per liter. Hierbij wordt nadrukkelijk opgemerkt dat de toename van het chloridegehalte in het kanaal conservatief is berekend met:

- kwel 1 mm/dag, over de gehele lengte van het kanaal (uitgaande van 0,1 m peilverschil en een weerstand van 100 dagen);
- kanaaldebiet 19 m³/min (alleen ruwwater, geen doorspoeling en beregening van de polders);
- chlorideconcentratie 5.000 mg/l (op basis van de Grondwaterkaart [3] kunnen concentraties orde grootte 1.000 of 2.000 mg/l worden verwacht);
- breedte zoetwaterkanaal 17 meter.

Concluderend

Gegeven bovenstaande opmerkingen en het feit dat slechts een verwaarloosbare zoutbelasting wordt verwacht, wordt voor het ontwerp van het zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep uitgegaan van een peil van NAP +0,4 m (zomer) tot NAP +0,6 m (winter). Bovendien is ook te verwachten dat het peil hoger kan blijven omdat er minder aanvoerdebiet via de Noordrand wordt aangevoerd en omdat voor de retentiebehoefte het peil hoger wordt opgezet (zie paragraaf 3.7 en uitwerking in hoofdstuk 5).

Omdat het open zoetwaterkanaal net ten noorden van de secundaire kering komt te liggen en daarmee dicht bij landbouwgebied (kans op verwaaiing van nadelige stoffen is dan groter), wordt er hier verder van uitgegaan dat het ruwwater via een gesloten persleiding direct af wordt getakt vanaf het punt dat het water vanuit de Noordrand in het plangebied Zuiderdiep wordt gebracht. Deze aftakking naar een gesloten persleiding kan samen met het opvoergemaal (zie subparagraaf 3.5.2) worden gerealiseerd, waarna het kan worden doorgevoerd naar Scheelhoek, alwaar wordt aangesloten op het huidige innamepunt vanuit het Haringvliet.

Het water voor landbouwdoeleinden kan zonder risico door het open zoetwaterkanaal worden getransporteerd.

3.5 Waterstanden en verhang

3.5.1 Waterstanden

Om het water onder vrij verval te kunnen inlaten in de polders bij Stellendam is een minimaal peil aan het einde van het zoetwaterkanaal noodzakelijk. Op dit moment wordt verondersteld dat het peil bij Stellendam minimaal NAP 0 m moet zijn. Dit wordt hier echter niet als maatgevend gezien omdat voor het tegengaan van zoute kwel het aanvoer kanaal een minimaal peil van NAP +0,4 m aangehouden moet worden (paragraaf 3.4).

Het peil in het Zuiderdiep wisselt thans tussen NAP +0,2 m in de zomer en NAP -0,2 m in de winter. In geval van calamiteiten kan het peil in het Zuiderdiep worden opgezet tot NAP +0,9 m. Een hogere stand is nu nog niet mogelijk omdat dan de lagergelegen delen van Dirksland onder water komen te staan. In de toekomst kan met de uitvoering van enige aanpassingen kan dit maximale peil verhoogd worden tot NAP +1,2 m. Het eventueel opzetten van het peil in het havenkanaal van Dirksland kan nadelige gevolgen hebben voor gemalen die hun water uitslaan op dit kanaal. Door het hogere kanaalpeil hebben ze een grotere opvoerhoogte wat extra kosten met zich meebrengt of indien de capaciteit hierdoor ontoereikend wordt, overlast in het achterliggende gebied veroorzaakt.

3.5.2 Verval over het zoetwaterkanaal

Het peil bij de uitstroom van de Noordrand in het Zuiderdiep wordt zo constant mogelijk op NAP +0,6 m gehouden. Na dit uitstroompunt geldt een waterstand van NAP +0,5 m als gevolg van een energieverlies over het benodigde kunstwerk (zie hoofdstuk 4). Zoals uit de geohydrologische analyse blijkt zal voor het voorkomen van zoute kwel vanuit het Zuiderdiep (oppervlakkig) in het meest ongunstige geval een (minimale) stand van NAP +0,4 m moeten worden aangehouden. Dit betekent dat er tussen het uitstroompunt van de Noordrand en Stellendam een maximaal verval beschikbaar is van 0,1 m. Dit verval moet gebruikt worden om mogelijk de kruisingen van het Zuiderdiep en de secundaire kering aan de westkant van het Zuiderdiep te passeren. Het energieverlies over het uitlaatwerk bij Stellendam valt hier niet onder. De overgebleven energiehogte moet gebruikt worden om het water door het 7.500 m lange zoetwaterkanaal te laten stromen.

Het verlies per kunstwerk moeten beperkt blijven tot maximaal 0,05 m. Dit is overeenkomstig met de eisen die aan de kunstwerken in het project Noordrand zijn gesteld. Dit betekent dat er, afhankelijk van het aantal kunstwerken, net wel/ niet voldoende verval is om het water te kunnen transporteren naar Stellendam.

De oplossing voor dit probleem is het installeren van een opvoergemaal aan het begin van het zoetwaterkanaal in het plangebied of het beperken van het energieverlies over de kunstwerken door het vergroten van het stroomoppervlak.

3.6 Benodigd debiet in het zoetwaterkanaal

Voor de totale zoetwatervoorziening is in het project Noordrand uitgegaan van een debiet van 270 m³/min, ofwel 4,5 m³/sec. Dit debiet bestaat uit de volgende componenten:

- voor het doorspoelen en beregenen van de polders ten westen van het havenkanaal van Middelharnis is circa 120m³/min nodig;
- voor het doorspoelen van de Zuiderdiepboezem is 132 m³/min gereserveerd;
- de hoeveelheid ruwwater voor de drinkwaterproductie bedraagt 19 m³/min.

Voortschrijdend inzicht na het beëindigen van het project Noordrand en het opstarten van deze studie, leren echter dat dit debiet van 270 m³/min niet nodig is in het zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep, immers: Na herinrichting van het plangebied Zuiderdiep waarbij de keuze wordt gemaakt om het Zuiderdiep te scheiden van de zoetwatervoorziening voor landbouw en drinkwater, is er minder wateraanvoer nodig vanuit de Noordrand. De benodigde capaciteit van 132 m³/min voor het doorspoelen met zoetwater van het Zuiderdiep komt dan immers te vervallen.

Omdat het open zoetwaterkanaal net ten noorden van de secundaire kering komt te liggen en daarmee dicht bij landbouwgebied (kans op verwaaiing van nadelige stoffen is dan groter), wordt er hier verder van uitgegaan dat het ruwwater via een gesloten persleiding direct af wordt getakt vanaf het punt dat het water vanuit de Noordrand in het plangebied Zuiderdiep wordt gebracht. Aangenomen wordt dan ook dat het debiet van 19 m³/min ruwwater komende vanuit de Noordrand niet door het open zoetwaterkanaal verder wordt getransporteerd.

Dit betekent dat voor het debiet van zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep kan worden volstaan met een aanvoer van circa 120 m³/min. In de technische uitwerking van het zoetwaterkanaal in hoofdstuk 5 worden dan ook de volgende benodigde debieten aangehouden:

- inlaat bij gemaal Smits: 40 m³/min;
- inlaat bij gemaal CAI: 35 m³/min;
- inlaat bij gemaal Oost-Kraaijer: 11 m³/min;
- inlaat bij Stellendam: 40 m³/min.

3.7 Benodigde retentiecapaciteit

In de huidige situatie kan er een hoeveelheid water worden vastgehouden als zoetwaterbuffer voor extreem droge perioden. Dit gebeurt door het Zuiderdiep op te zetten. De totale retentiecapaciteit is 660.000 m³. Deze retentiemogelijkheid zal in dit project moeten worden geïntegreerd. De mogelijke zoetwaterretentie die in de Noordrand is voorzien, staat hier los van. Deze is immers bedoeld voor calamiteiten die met een frequentie van eens per twintig jaar voorkomen, terwijl de retentie in het Zuiderdiep vaker (eens in de vier jaar) benut wordt.

Na een overweging is er voor gekozen deze retentie te zoeken in een gebied grenzend aan het zoetwaterkanaal. Om zo de hoeveelheid te vergraven grond te beperken wordt het peil in het zoetwaterkanaal en het retentiegebied opgezet.

3.8 Hydraulisch ontwerp zoetwaterkanaal

Als in eerste instantie er van wordt uitgegaan dat het kanaal bij de uitstroom van Stellendam voor de kruising met de secundaire kering een minimale stand van NAP +0.4 m moet hebben, en het verlies over de kruising met het Zuiderdiep maximaal 0.05 m bedraagt, dan volgen voor de verschillende debieten de volgende minimaal benodigde kanaalafmetingen. De taludhelling is conform de taludhelling van het zoetwaterkanaal in de Noordrand.

Bij een debiet van $2 \text{ m}^3/\text{s}$ ($120 \text{ m}^3/\text{min}$) zijn onderstaande afmetingen nodig:

- bodembreedte: 8 m;
- talud: 1:4;
- waterdiepte: circa 1,5 m;
- plasberm aan weerszijden 2 m op de waterlijn (vanwege kans op instabiliteit);
- breedte aan oppervlakte: 24 m.

Dit betekent dat nagenoeg geen verhang optreedt en het totale verval over het zoetwaterkanaal bepaald wordt door de kunstwerken.

In de nadere uitwerking in hoofdstuk 5 wordt het hydraulisch ontwerp verder genuanceerd langs het tracé aan de hand van de benodigde zoetwaterdebieten (zie paragraaf 3.6).

3.9 Overige aspecten

3.9.1 Verzoeting van kwel in de polders door het zoetwaterkanaal

Het zoetwaterkanaal infiltreert door het hoge kanaalpeil zoet water in de ondergrond. Dit *zoetwater zal in het eerste watervoerende pakket met de heersende grondwaterstroming in zuidelijke richting afstromen en omhoog kwellen in de polders zuidelijk van het zoetwaterkanaal. De omvang van deze zoete stroming is echter zeer gering, gezien de eigenschappen van het kanaal (met als meest relevante):*

- het kanaal staat niet in direct contact met het watervoerende pakket. De dikte van de minder doorlatende deklaag varieert van 6 tot meer dan 10 meter, terwijl de *kanaalbodem gepland is op een niveau van NAP -1 m. De infiltratie van het kanaal wordt hierdoor sterk begrensd;*
- het verschil tussen het kanaalpeil en de stijghoogte van het diepe grondwater blijft beperkt tot enkele decimeters. De drijvende kracht van de infiltratie is hiermee beperkt.

Door de beperkte infiltrerende capaciteit van het zoetwaterkanaal zal geen merkbare verzoeting van de kwel optreden in de polders zuidelijk van het kanaal. Het gehele volume aan kwel zou namelijk moeten worden geleverd door het infiltratievolume uit het kanaal.

In de minder doorlatende deklaag is eveneens geen merkbaar effect te verwachten van het zoetwaterkanaal. Zoet infiltratiewater zal worden afgevangen in de meest nabije drainage van de polder. Dit is doorgaans een sloot (hier) direct achter de secundaire waterkering.

3.9.2 Zoete kwel natuurontwikkelingsgebied Zuiderdiep

In de polders noordelijk van het zoetwaterkanaal is ontwikkeling van brakke of zoute natuur gepland. Hiervoor is het optreden van substantiële kwel vanuit het zoetwaterkanaal in principe ongewenst. Deze kwel zal wel in enige mate optreden omdat het waterpeil van het kanaal zo gekozen wordt dat een infiltratie optreedt naar de omgeving.

De reikwijdte van de grondwaterstroming vanuit het kanaal blijft echter beperkt. De geringe stroomsnelheid in de minder doorlatende deklaag is onvoldoende in vergelijking met de verwachte sterke dynamiek van de hydrologie in het gebied. De reikwijdte van de zoete stroming zal hierdoor beperkt blijven. Het kanaalwater zal op korte afstand opkwellen naar drainerend oppervlak, vermengen met inundatiewater of worden afgedekt door een neerslaglens. Welke van de processen zal optreden is afhankelijk van de precieze inrichting van de randzone van het gebied. De invloedzone van het kanaalwater zal echter bij geen enkele van de verwachte inrichtingsmaatregelen meer bedragen dan ordegrootte 10 meter (inschatting van de afstand die maximaal in één seizoen zal worden afgelegd). Via het diepe watervoerende pakket kan in het geheel geen stroming optreden vanuit het kanaal naar het natuurontwikkelingsgebied. In het diepe pakket stroomt het infiltratiewater namelijk in zuidelijke richting af, en bovendien zal in het natuurontwikkelingsgebied nabij het kanaal geen kwel optreden vanuit het diepe pakket.

3.9.3 Kwel vanuit kanaal van Dirksland

Vanuit het kanaal van Dirksland treedt kwel op naar de omgeving. Afhankelijk van de inrichting van het havenkanaal van Dirksland wordt dit kanaal zoet, zout of wisselend zoet en zout, al naar gelang de keuze voor de kruisingsvariant (zie hoofdstuk 4). Als het havenkanaal permanent zout wordt dan kan vanuit het havenkanaal geen zoetwater worden ingelaten en zullen de inlaten Smits en Oost-Kraaijer op een andere wijze van zoetwater worden voorzien.

Mogelijk treedt er zoute kwel op naar de omgeving, maar deze invloed is beperkt (tot een zone van maximaal 10 m). voor de omgeving wordt dit niet als een ernstig effect gezien (in de huidige situatie treedt dit in de winter ook op).

4 AANSLUITING OP NOORDRAND: KEUZE KRUISSING MET HET ZUIDERDIEP

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is op basis van de aspecten die de uitwerking van het kanaal bepalen onderzocht op welke wijze het zoetwaterkanaal 'west' wordt aangesloten op de Noordrand en welke opties er voor de kruising met het Zuiderdiep zijn. Deze opties worden met elkaar vergeleken en afgewogen waaruit een voorkeursvariant volgt. Het verdere tracé wordt zo dicht mogelijk ten noorden van de secundaire kering gelegd en zo ver als mogelijk doorgetrokken naar Stellendam. De exacte locatie van de kruising met de secundaire kering en de aansluiting op het innamepunt voor zoetwater bij Stellendam heeft weinig consequenties voor de keuze van de kruisingsvariant.

Nadat antwoord is gegeven op de bovenstaande aspecten, wordt de voorkeurskruisingsvariant nader uitgewerkt en wordt onderzocht in welke mate deze kruisingsvariant mogelijk de realisatie van één of meerdere van de vier inrichtingsvarianten voor het plangebied Zuiderdiep frustreren.

4.2 Ontwikkeling kruisingsvarianten

Voor de kruising van het zoetwaterkanaal komende vanuit de Noordrand met het Zuiderdiep – havenkanaal van Dirksland (samen Zuiderdiep genoemd) zijn in principe twee hoofdvarianten denkbaar:

1. Een open verbinding tussen het zoetwaterkanaal en het Zuiderdiep. Het gevolg hiervan is dat het gedeelte waar de verbinding zoet is, zoet moet blijven, of in elk geval dezelfde waterkwaliteit moet hebben als het Zuiderdiep nu. Hiervoor zal een *zoet-zoutscheiding moeten worden gemaakt op een locatie nabij het huidige inlaatwerk Haringvliet/ Zuiderdiep*. De noodbemaling bij het inlaatwerk (500 m³/min met twee noodpompen) moet kunnen blijven functioneren. Uitgezocht moet worden wat de gevolgen zijn voor de waterkwaliteit in het zuidelijk deel van het Zuiderdiep, dat nu immers gescheiden wordt van de rest van het Zuiderdiep.
2. *Een gesloten kruising met het Zuiderdiep, waarbij het zoetwaterkanaal geheel gescheiden blijft van het huidige Zuiderdiep*. Het voordeel hiervan is dat de het ruwwater voor de drinkwatervoorziening in ieder geval tot over het Zuiderdiep tegelijk met de rest van het benodigde debiet kan worden gebracht. Bovendien kan het peil onafhankelijk van dat in het Zuiderdiep worden gekozen en hoog genoeg worden gehouden om voldoende druk tegen eventuele zoute kwel te genereren.

De consequentie is dat er twee aanvoerkanalen parallel aan het kanaal van Dirksland moeten worden aangelegd. Een west van het havenkanaal van Dirksland om het gemaal Nieuw-Kraaijer en Smits te voorzien van zoetwater en een oost van het havenkanaal van Dirksland vanuit de Noordrand om gemaal Oost-Kraaijer te voorzien van zoetwater. Bij deze optie wordt een volledige scheiding van zout en zoet gerealiseerd hetgeen leidt tot een duurzaam watersysteem.

Op basis van deze twee hoofdrichtingen zijn voor de kruising van het zoetwaterkanaal met het Zuiderdiep drie kruisingsvarianten hieronder nader onderzocht.

4.2.1 Kruisingsvariant 1

Het nieuwe zoetwaterkanaal in het plangebied Zuiderdiep krijgt een directe verbinding met het zoetwaterkanaal vanuit de Noordrand (figuur 7). De verbinding tussen de Noordrand en het zoetwaterkanaal wordt gerealiseerd met behulp van een sifon. Omdat het zoetwaterkanaal gescheiden is van het Zuiderdiep wordt de waterkwaliteit niet negatief beïnvloed door het water uit de boezem.

Afvoersituatie

Bij wateroverschot kunnen de gemalen aan het havenkanaal hun water uitslaan op het havenkanaal. Het havenkanaal transporteert dit water richting het Zuiderdiep. In geval van gestremde lozing op de Noordzee kan het water worden geloosd op het Haringvliet. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van reeds aanwezige noodpompen in het kunstwerk aan het Haringvliet.

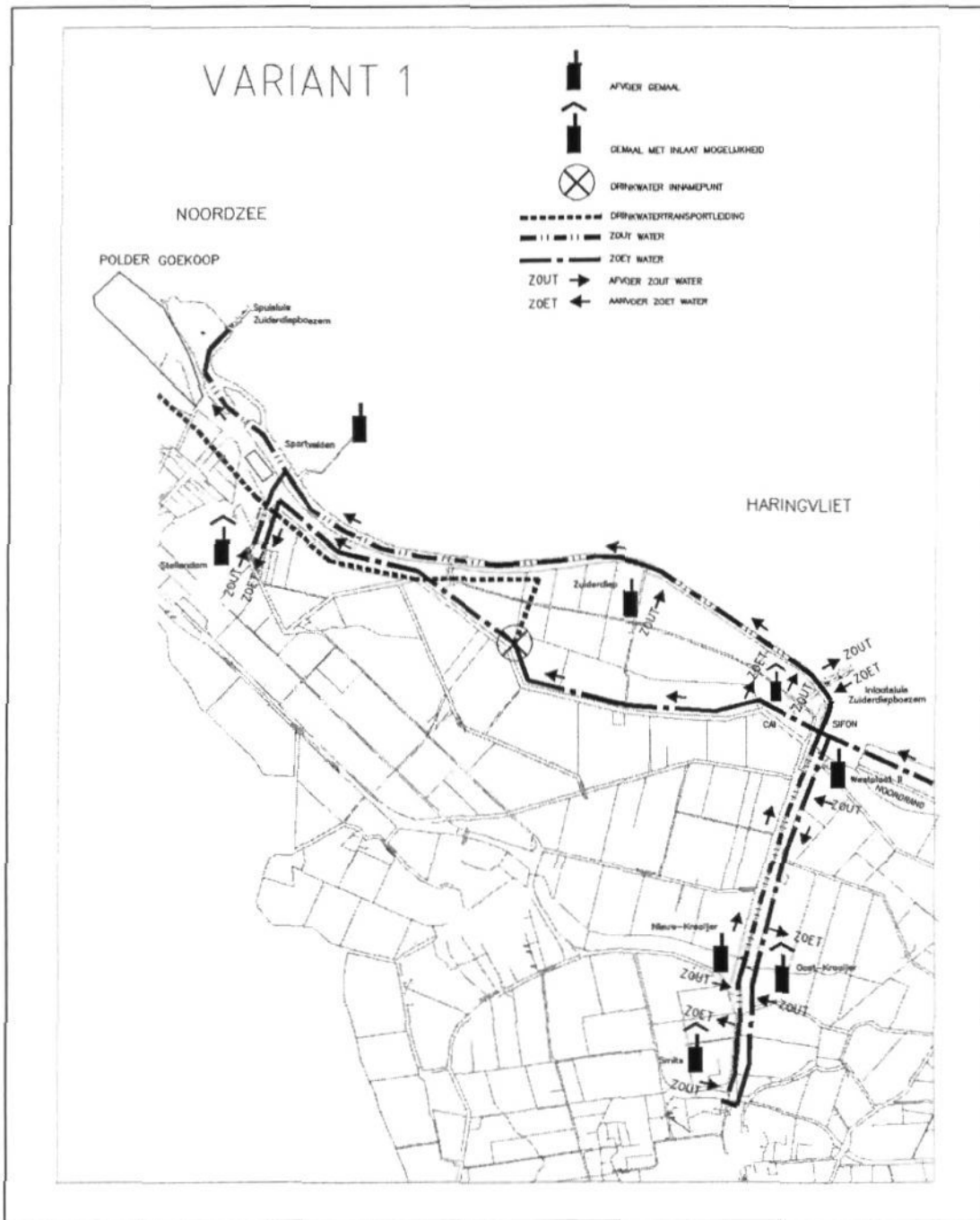
Aanvoersituatie

Voor het transport van zoetwater naar de polders ten westen van het havenkanaal van Dirksland word een nieuw aanvoer kanaal gegraven. Deze zoetwateraanvoer moet die polders van zoetwater voorzien ten behoeve van peilhandhaving en doorspoeling. De zoetwateraanvoer komt parallel aan het havenkanaal van Dirksland te lopen. Het kan in principe zowel ten oosten als ten westen van het havenkanaal worden aangelegd dan *wel kan er gebruik worden gemaakt van bestaande watergangen (zie nadere uitwerking in hoofdstuk 5).*

Waterkwaliteit

De waterkwaliteit in het havenkanaal van Dirksland zal sterk verbeteren. Dit komt doordat de zoete en zoute stromen van elkaar gescheiden blijven. Het havenkanaal wordt integraal onderdeel van het inrichtingsplan voor het plangebied Zuiderdiep en er ontstaat een constant brak tot zout milieu.

Figuur 7. Kruisingsvariant 1



4.2.2 Kruisingsvariant 2

Het zoetwaterkanaal in het plangebied Zuiderdiep krijgt een directe verbinding met het zoetwaterkanaal uit de noordrand (figuur 8). De verbinding tussen de Noordrand en het westelijk gelegen zoetwaterkanaal wordt gerealiseerd met behulp van een sifon. Omdat de zoetwateraanvoer gescheiden is van het Zuiderdiep verslechtert de waterkwaliteit in de zoetwateraanvoer niet.

Aanvoersituatie

In droge periodes kan zoetwater voor de polders worden aangevoerd via het havenkanaal van Dirksland. Voordat dit zoete water aangevoerd kan worden moet eerst het havenkanaal worden doorgespoeld. Hierbij wordt het aanwezige zoute water verwijderd. Het spoelen is uiterst lastig omdat het inlaatpunt voor zoetwater en het uitlaatpunt voor zoutwater op de zelfde locatie liggen. Hierdoor is de effectiviteit van het spoelen gering en zal er een zoute prop in het kanaal achter blijven. Dit is in de huidige situatie eveneens aan de orde, hetgeen maakt dat er geen sprake is van een duurzaam watersysteem.

Bij deze variant wordt voor de zoetwateraanvoer bij Dirksland geen parallelkanaal aangelegd. Voor de zoetwatervoorziening van de polders wordt gebruik gemaakt van het havenkanaal van Dirksland. Hiervoor wordt het kanaal van Dirksland in aanvoersituaties gescheiden van het Zuiderdiep. Voor deze scheiding kan geen gebruik worden gemaakt van de oude keersluis in het havenkanaal van Dirksland. Deze sluis, een rijksmonument. Er dient in deze situatie dan een nieuwe pandscheiding te worden gerealiseerd tussen het brakke Zuiderdiep en het zoete havenkanaal van Dirksland. Tussen de Noordrand en de keersluis dient een wateraanvoerkanaal worden aangelegd.

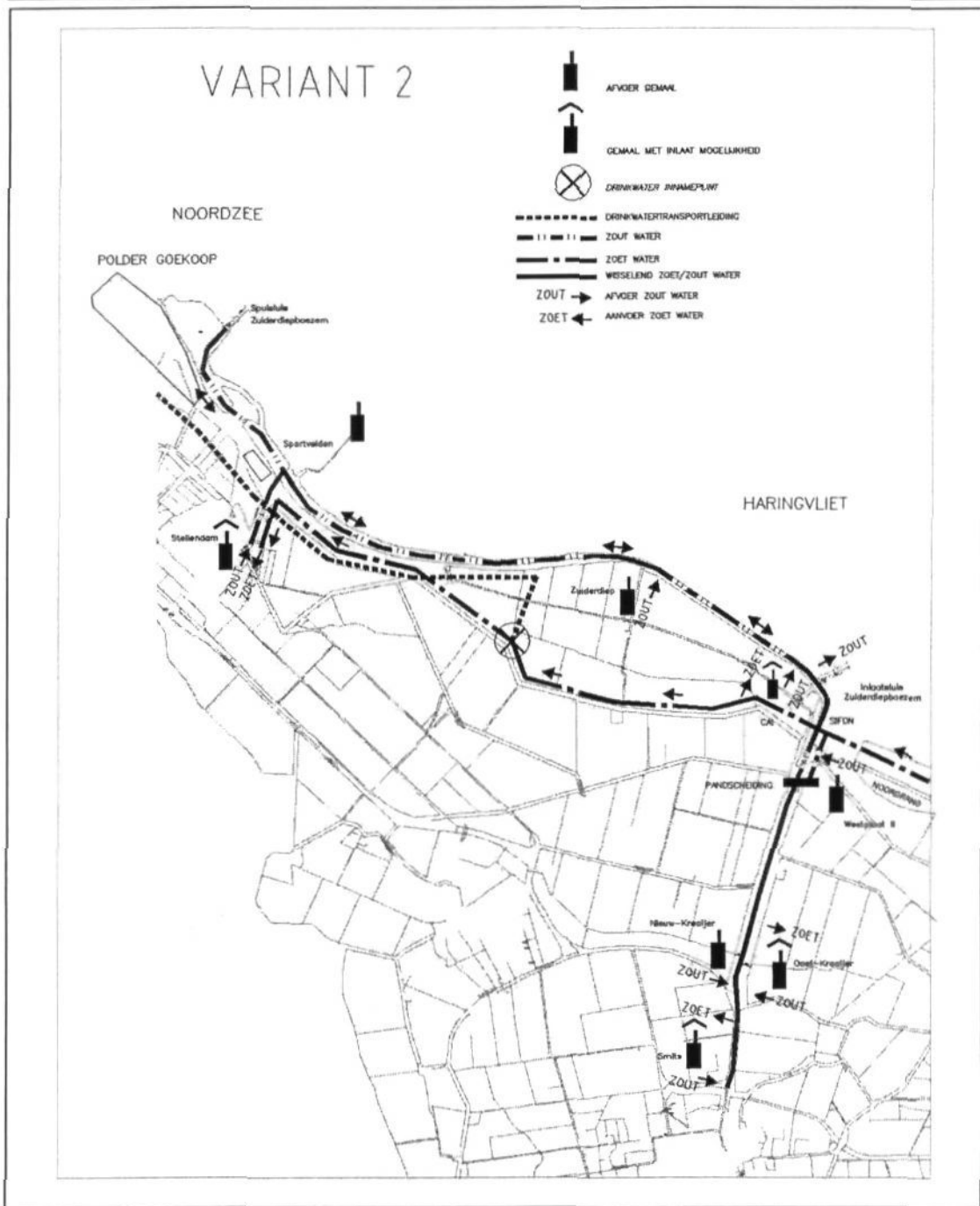
Afvoersituatie

Bij neerslag kunnen de gemalen aan het havenkanaal hun water uitslaan op het havenkanaal. Door het openen van de keersluis kan het uitgeslagen water uit het havenkanaal naar het Zuiderdiep stromen. Vanuit het Zuiderdiep wordt het geloosd op de Noordzee. In geval van gestremde lozing van het Zuiderdiep op de Noordzee kan het water worden geloosd op het Haringvliet. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van reeds aanwezige noodpompen in het kunstwerk aan het Haringvliet.

Waterkwaliteit

Voor de aanvoer van zoet water naar Dirksland en de afvoer van uitgeslagen zoute polderwater wordt hetzelfde kanaal gebruikt. Hierdoor zal het water in het havenkanaal wisselend zoet of zout zijn. De waterkwaliteit in het havenkanaal zal hierdoor niet verbeteren ten opzichte van de huidige situatie. De waterkwaliteit blijft slecht/ matig.

Figuur 8. Kruisingsvariant 2



4.2.3 Kruisingsvariant 3

Het zoetwaterkanaal uit de Noordrand komt in open verbinding te staan met het Zuiderdiep (figuur 9). Ook het nieuwe zoetwaterkanaal richting Stellendam komt in open verbinding te staan met het havenkanaal van Dirksland. Hierdoor is het niet nodig om een sifon aan te leggen. Het havenkanaal wordt afgescheiden van het Zuiderdiep door een scheidingsmiddel. Dit kunstwerk komt ter hoogte van huidige uitlaatwerk aan het Haringvliet te liggen.

Aanvoersituatie

In droge periodes kan zoet water voor de polders worden aangevoerd via het havenkanaal van Dirksland. Voordat dit zoete water aangevoerd kan worden moet eerst het havenkanaal worden gespoeld. Hierbij wordt het aanwezige zoute water verwijderd. Het spoelen is uiterst lastig omdat het inlaatpunt voor zoet water en het uitlaatpunt voor zout water op dezelfde locatie liggen. Hierdoor is de effectiviteit van het spoelen gering en zal er een zoute prop in het kanaal achter blijven. Dit is in de huidige situatie niet anders.

Een oplossing voor dit probleem kan het omdraaien van de spoelrichtingen zijn. Bijvoorbeeld door bij gemaal koert water zoetwater in te laten en dit rond te pompen door havenkanaal en uit te laten op het Zuiderdiep. Een andere oplossing is het inlaten van zoet water bij het Zuiderdiep/ Noordrand en dit door te spoeling in zuidelijke richting naar het Grevelingenmeer. Dit zijn ingrijpende oplossingen. Bij de aanvoer van zoet water wordt het scheidingskunstwerk in het Zuiderdiep gesloten.

Afvoersituatie

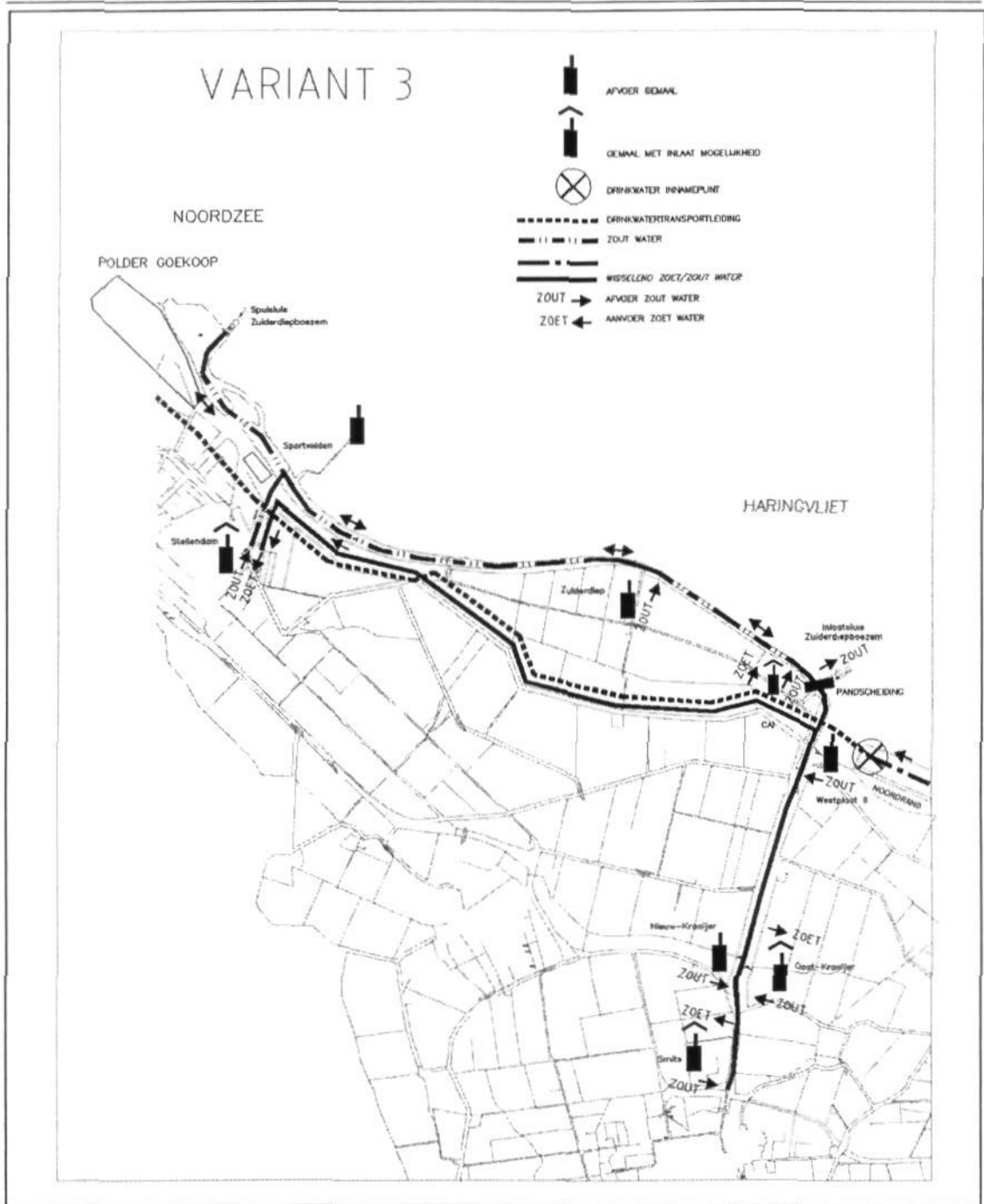
Bij neerslag kunnen de gemalen aan het havenkanaal hun water uitslaan op het havenkanaal. Het uitgeslagen water uit het havenkanaal kan dan worden doorgevoerd naar het Zuiderdiep. Vanuit het Zuiderdiep wordt het geloosd op de Noordzee. In geval van gestremde lozing van het Zuiderdiep op de Noordzee kan het water direct worden geloosd op het Haringvliet. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van reeds aanwezige noodpompen in het kunstwerk aan het Haringvliet.

Bij de afvoer van zout water wordt de Noordrand van het Zuiderdiep geschieden door het sluiten van het uitlaatwerk.

Waterkwaliteit

Voor de aanvoer van zoetwater naar Dirksland en de afvoer van uitgeslagen polderwater wordt hetzelfde kanaal gebruikt. Hierdoor zal het water in het havenkanaal wisselend zoet of zout zijn. De waterkwaliteit in het havenkanaal zal hierdoor niet verbeteren ten opzichte van de huidige situatie. De waterkwaliteit blijft wisselend en daardoor als matig gekwalificeerd.

Figuur 9. Kruisingsvariant 3



4.3 Beoordeling kruisingsvarianten en afweging

De drie kruisingsvarianten voldoen in principe aan de gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten. Om een voorkeursvariant te kunnen uitwerken zijn de kruisingsvarianten beoordeeld aan de hand van de volgende criteria:

1. Geohydrologische effecten in relatie met waterkwaliteit: in hoeverre treedt zoute kwel op naar het zoetwaterkanaal; en in hoeverre beïnvloedt het zoetwaterkanaal de omgeving.
2. Optreden oppervlakkige kwel uit havenkanaal van Dirksland als gevolg van het brak tot zout worden van het oppervlaktewater in het havenkanaal van Dirksland.
3. Waterkwaliteit: in hoeverre wordt de waterkwaliteit beïnvloed en welke risico's gelden er.
4. Ecologische waterkwaliteit havenkanaal van Dirksland.
5. Calamiteiten berging: in hoeverre kan in een waterafvoersituatie in de functie calamiteitenberging worden voorzien.
6. Zoetwater retentie: mogelijkheden en onmogelijkheden.
7. Afvoersituatie: in hoeverre wordt het beheer in een afvoersituatie complexer.
8. Flexibiliteit toekomstig beheer.
9. Kosten.

In de beoordeling wordt aangegeven hoe de nieuwe situatie zich verhoudt tot de huidige situatie.

4.3.1 Aspect geohydrologie en waterkwaliteit

Bij de kruisingsvarianten functioneert het zoetwaterkanaal onafhankelijk van het peilbeheer dat in de huidige situatie geldt voor het Zuiderdiep - havenkanaal van Dirksland. Het zoetwaterkanaal is wel aangesloten op het zoetwaterkanaal van de Noordrand (het zomerpeil aan het eind van het kanaal is NAP +0,5 m of hoger, als er minder debiet door het zoetwaterkanaal van de Noordrand heen wordt gevoerd). Om het zoetwaterkanaal op minimaal NAP +0,4 m te houden kan het verval van het zoetwaterkanaal tot aan Stellendam maximaal 0,1 m bedragen. Hieraan kan in de kruisingsvarianten 1 en 2 worden voldaan, dus scoren deze positief.

Bij kruisingsvariant 3 wordt het water uit de Noordrand in het havenkanaal van Dirksland gevoerd en krijgt het kanaal van Dirksland in principe hetzelfde peil als nu het geval in de zomermaanden, zijnde NAP +0,2 m. De minimaal benodigde waterstand bij Stellendam om nog te kunnen inlaten bedraagt NAP 0 m. Het maximale verval is dan 0,2 m. Met dergelijke waterstanden treedt een bepaalde zoute kwelbelasting op, die negatief is voor de waterkwaliteit in het kanaal. Ten opzichte van de huidige situatie treedt een verslechtering op, omdat het Zuiderdiep in de huidige situatie een hogere waterstand heeft (NAP +0,2 m).

4.3.2 Oppervlakkige kwel vanuit kanaal van Dirksland

Indien het havenkanaal van Dirksland zout tot brak wordt ontstaat ten opzichte van de huidige situatie in de zomer mogelijk zoute kwel naar de omgeving op, omdat het peil van het kanaal hoger ligt dan de zomerpeilen in de omliggende poldergebieden. Dit nadelige effect treedt dus op bij kruisingsvariant 1, waar het havenkanaal het hele jaar door een constant zoute waterkwaliteit krijgt. In analyse van de geohydrologie is afgeleid *deze oppervlakkige kwel slechts in een beperkte zone rondom het zoetwaterkanaal* potentieel tot verzilting leidt. Bij de kruisingsvarianten 2 en 3 is het havenkanaal in de zomer zoet en treedt dit verschijnsel niet op.

4.3.3 Waterkwaliteit

Naast zoute kwel is voor de waterkwaliteit de vermenging met het polderwater van belang. In kruisingsvariant 1 is er geen contact is tussen het zoete water uit het aanvoer kanaal en het en het zoute water uit het havenkanaal van Dirksland zodat de waterkwaliteit beter is. Voor kruisingsvariant 2 is een gedeelte van de zoetwatervoorziening (de aanvoerroute naar gemaal Smits) wisselend zoet en zout, terwijl voor kruisingsvariant 3 geldt dat dit voor het gehele zoetwaterkanaal geldt. Bovendien is bij kruisingsvariant 3 het zo, dat in de winter bij waterafvoer in het kanaal stilstaand water ontstaat als het wordt afgesloten van het Zuiderdiep, of belast wordt met zout polderwater. Kruisingsvariant 3 scoort het minst.

4.3.4 Ecologische waterkwaliteit

Bij de kruisingsvariant 1 verbetert de waterkwaliteit omdat er geen zoetwater meer ingelaten zal worden. Dit betekent dat het constant brak zal worden en sterke *wisselingen in chlorideconcentratie niet meer op zullen treden en er een goede* ecologische waterkwaliteit ontstaat en deze kruisingsvariant dus beter scoort dan de huidige situatie. Bij kruisingsvariant 2 wordt het kanaal naar Dirksland benut voor de zoetwateraanvoer, met als gevolg dat het kanaal in de zomermaanden zoet is en in de wintermaanden zout. De ecologische waterkwaliteit zal daardoor gelijk blijven aan de huidige situatie en is dus slecht. Bij kruisingsvariant 3 wordt voor het transport van zoetwater gebruik gemaakt van het kanaal naar Dirksland. Gevolg hiervan is dat het kanaal in de zomermaanden zoet is en in de wintermaanden zout. De ecologische waterkwaliteit zal daardoor gelijk blijven aan de huidige situatie en is dus slecht.

4.3.5 Calamiteitenberging

Bij kruisingsvariant 1 blijft de bergingscapaciteit van het Zuiderdiep in principe gelijk; in de extreme situatie waarbij maximale berging nodig is (eens per 5 jaar), zal het beheer wel moeten worden aangepast: de waterstand zal kunstmatig omlaag moeten worden gebracht naar NAP $-0,8$ m, gelijk aan het huidige beheer. De bergingscapaciteit van het Zuiderdiep systeem neemt niet af in de winter, in de zomer is die iets kleiner omdat het kanaal van Dirksland dan gescheiden is van het Zuiderdiep. Voor de afvoer van water uit het havenkanaal zal het sluisje geopend moeten worden. Zie ook "beheer in een afvoersituatie." Bij kruisingsvariant 3 vermindert de bergingscapaciteit van het Zuiderdiep systeem niet. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat bij de pandscheiding water uit Zuiderdiep kan worden doorgelaten naar het havenkanaal.

4.3.6 Zoetwaterretentie

De zoetwaterretentiecapaciteit is beduidend minder ten opzichte van de huidige situatie, omdat het Zuiderdiep zout wordt en als zodanig niet meer benut kan worden. De oppervlakte van het Zuiderdiep bedraagt 110 hectare. De wateroppervlakte van het zoetwaterkanaal is veel geringer. Bij kruisingsvariant 2 is de zoetwaterretentie capaciteit ten opzichte van kruisingsvariant 1 iets groter, omdat hiervoor het kanaal van Dirksland ingezet kan worden. De totale capaciteit neemt nog wel af ten opzichte van de huidige situatie. Dit geldt ook voor de derde kruisingsvariant.

4.3.7 Afvoersituatie

Omdat bij kruisingsvariant 1 de zoetwateraanvoer strikt gescheiden is van de afvoer van overtollig polderwater is het systeem eenvoudig te beheren. Gemaal Smits kan in de winter gewoon water uitslaan zonder dat er maatregelen genomen moeten worden. Bij de kruisingsvarianten 2 en 3 is het beheer in een afvoersituatie gecompliceerder dan bij kruisingsvariant 1. Dit komt omdat bij afvoer de pandscheiding in het havenkanaal moet worden geopend om het water door te laten richting het Zuiderdiep.

4.3.8 Flexibiliteit toekomstig beheer

Bij kruisingsvariant 1 is het aan- en afvoersysteem gescheiden en levert meer mogelijkheden om een optimaal beheer te voeren. De beperkingen die volgen uit een gecombineerd systeem zijn weggenomen. Met name voor het havenkanaal van Dirksland kan een betere waterkwaliteit worden nagestreefd. Deze mogelijkheden worden in de kruisingsvarianten 2 en 3 niet geboden, deze scores dus minder dan kruisingsvariant 1 (gelijk aan huidige situatie).

4.3.9 Kosten

Voor de beoordeling van de kosten is een afweging gemaakt aan de hand van de ingrepen die voor realisatie van de verschillende kruisingsvarianten nodig zijn. In de scoretabel zijn de verschillende onderdelen opgenomen, met een grove inschatting of ze een groot of klein aandeel in de kosten vormen.

4.3.10 Scoretabel afweging

De aspecten die hierboven voor de verschillende kruisingsvarianten zijn beschreven zijn vervolgens in onderstaande tabel gezet. Voor elk aspect is er beoordeeld hoe de score is ten opzichte van de referentievariant, die gelijk is aan de huidige situatie. Voor de kosten wordt aangegeven of een maatregel noodzakelijk is en hoeveel het aandeel in kosten relatief gezien is. Voor het parallelkanaal wordt er vanuit gegaan dat dit aan de westkant van het kanaal van Dirksland komt te liggen. In alle kruisingsvarianten is bovendien opgenomen dat de secundaire kering ten noorden van Stellendam moet worden gekruist.

Tabel 5. Afweging tussen de drie kruisingsvarianten.

kruisingsvarianten	Gescheiden van Zuiderdiep		Variant 3, Open verbinding met havenkanaal Dirksland
	Variant 1, zoetwater aanvoer Parallel aan kanaal van Dirksland	Variant 2, Verbinding met havenkanaal Dirksland	
"Technisch gerelateerde" aspecten			
Geohydrologie/ zoute kwel, minimaal peil van NAP+0.4	+	+	-
Oppervlakkige kwel uit havenkanaal van Dirksland	-	0	0
Waterkwaliteit	+	-	--
Ecologische waterkwaliteit havenkanaal Dirksland	+	0	0
Calamiteitenberging	0	0	0
Zoetwaterbuffer en/ of - retentie	-	0/-	0/-
Beheer in een afvoersituatie	0	-	-
Flexibiliteit toekomstige verwachtingen	+	0	0
Effecten op sportvelden Stellendam			
Overige aspecten			
Ecologie havenkanaal van Dirksland	+	0/-	0
Ecologie zoetwateraanvoer	+	+	-
Ontwikkeling brakke / zoute natuur in Zuiderdiepgebied	+	+	+
Recreatieve mogelijkheden havenkanaal/ Zuiderdiep	0	-	-
Kosten			
Pandscheiding in kanaal van Dirksland	□	♦	♦
Aftakking Noordrand naar kanaal van Dirksland	□	♦♦	□
Kruising kanaal van Dirksland door middel van sifon	♦♦	♦♦	□
kruising secundaire kering aan westzijde kanaal Dirksland	□	□	♦
Verbinding met inlaat gemaal Smits	♦♦	□	□
verbinding met inlaat gemaal Oost-Kraaijer	♦	□	□

+: verbetering;

0: geen verbetering;

-: verslechtering.

□: maatregel niet noodzakelijk.

♦: noodzakelijke maatregel, relatief klein aandeel in de kosten

♦♦: noodzakelijke maatregel, relatief groot aandeel in de kosten

♦♦♦: noodzakelijke maatregel, zeer groot aandeel in de kosten.

Op basis van tabel 5 wordt geadviseerd kruisingsvariant 1 nader uit te werken en deze te toetsen op haalbaarheid in relatie tot de inrichtingsvarianten voor het plangebied Zuiderdiep.

5 ONTWERP ZOETWATERKANAAL MEDE OP BASIS VAN KRUISINGSVARIANT 1

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is het technisch ontwerp van het zoetwaterkanaal en de kruisingsvariant 1 omschreven alsmede de zoetwatervoorziening naar de relevante gemalen. Van oost naar west is het zoetwaterkanaal als volgt te omschrijven (zie figuur 10):

- vanuit de Noordrand wordt via een bestaande doorgang onder de secundaire kering door het zoete water, dat voor het bedieningsgebied van Oost-Kraaijer is bedoeld onttrokken (11 m³/min);
- voor de Bekadeweg komt een gemaal, waar het drinkwater wordt onttrokken (19 m³/min) en waar het aanvoerdebiet voor het westelijk deel wordt onttrokken (totaal 115 m³/min);
- via een gesloten leiding onder de Bekadeweg en het Kanaal van Middelharnis wordt het zoetwater voor de landbouw in het westelijk deel van het kanaal gepompt;
- vanuit het beginpunt van het westelijk deel wordt het landbouwwater voor CAI (35 m³/min) en Smits (40 m³/min) onttrokken via een aangepaste duiker onder de secundaire kering;
- het zoetwater komt in een bestaande watergang, die in peil moet worden opgezet van NAP -0,30 m naar NAP -0,20 m; tussen deze bestaande sloot en het omliggende peil zullen twee stuwen moeten als pandscheiding moeten worden geplaatst;
- het water voor het bedieningsgebied van CAI wordt afgelaten naar het naastgelegen peilgebied (zomerpeil NAP -0,30 m) via een van deze twee stuwen;
- het zoete water voor Smits wordt door de bestaande peilgebieden heen geleid tot aan gemaal Smits. Er wordt uitgegaan van een watertransportcapaciteit van 40 m³/min;
- in het zuidelijk deel van het plangebied Zuiderdiep wordt een zoetwaterretentiegebied gecreëerd; om de ontgraving van grond te beperken is gekozen voor het opzetten van het kanaal en het water te bergen boven het maaiveld;
- nabij het begin van de Scharrezeepolder wordt het water via een inlaatwerk naar de Scharrezeepolder geleid, om vervolgens via een bestaande stuw ingelaten te worden in het bedieningsgebied van Stellendam (benodigde aanvoercapaciteit bedraagt 40 m³/min).

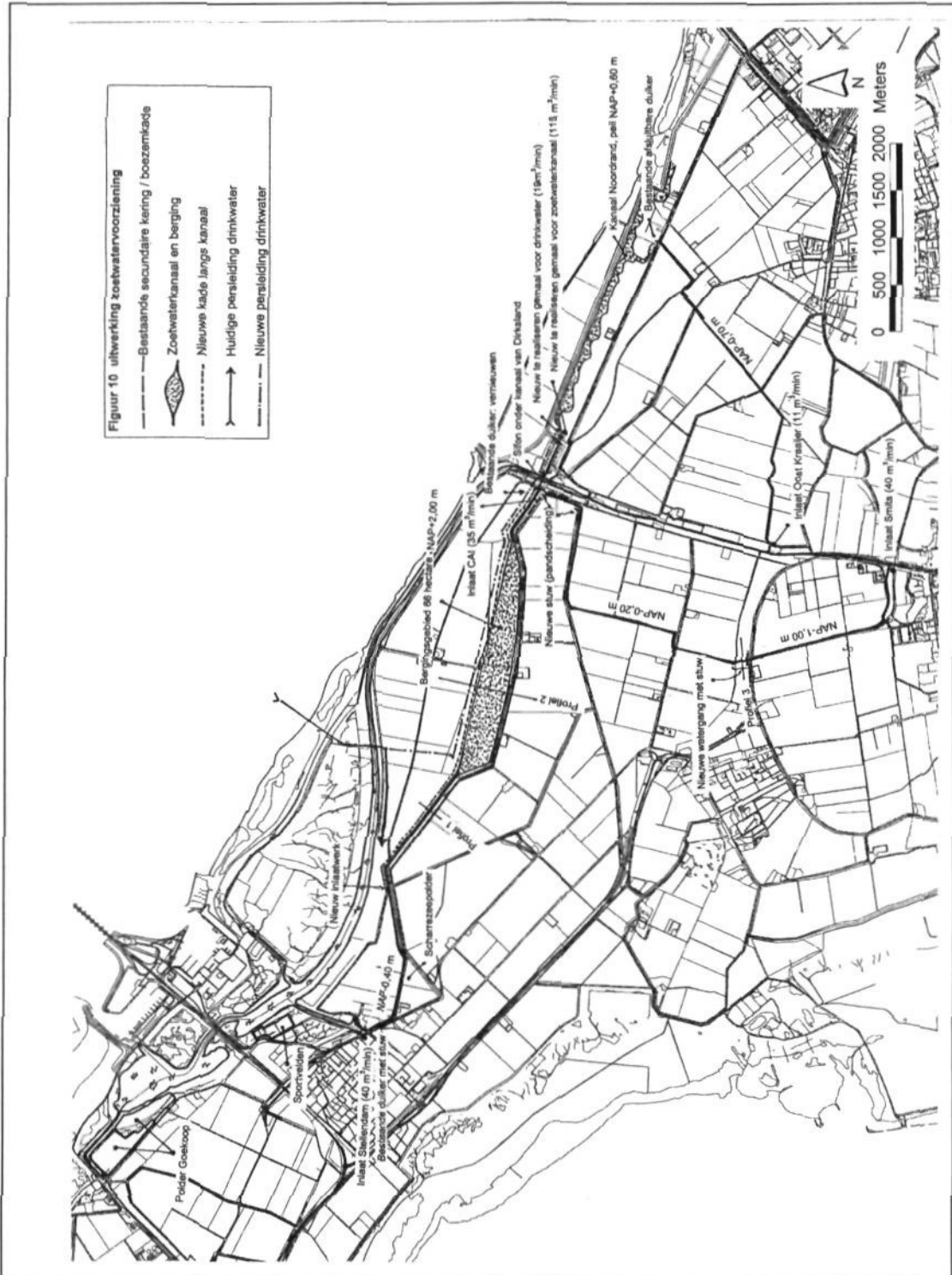
In de nu volgende paragrafen worden, daar waar relevant, de ontwerpoverwegingen voor de verschillende onderdelen van het kanaal beschreven.

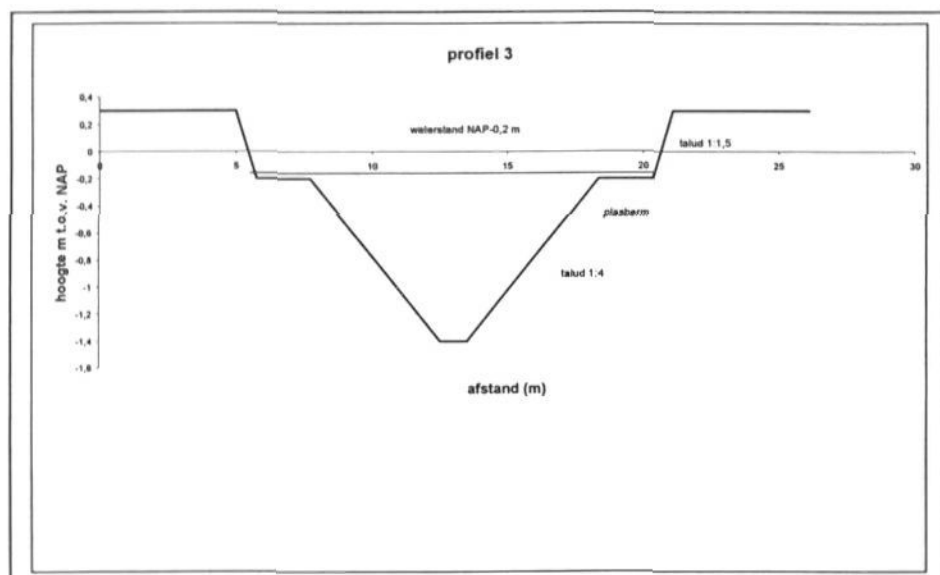
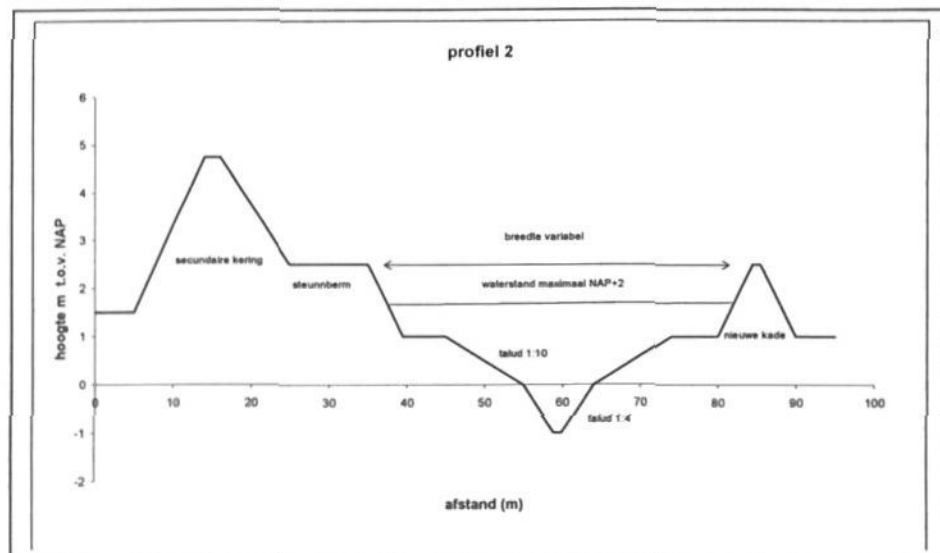
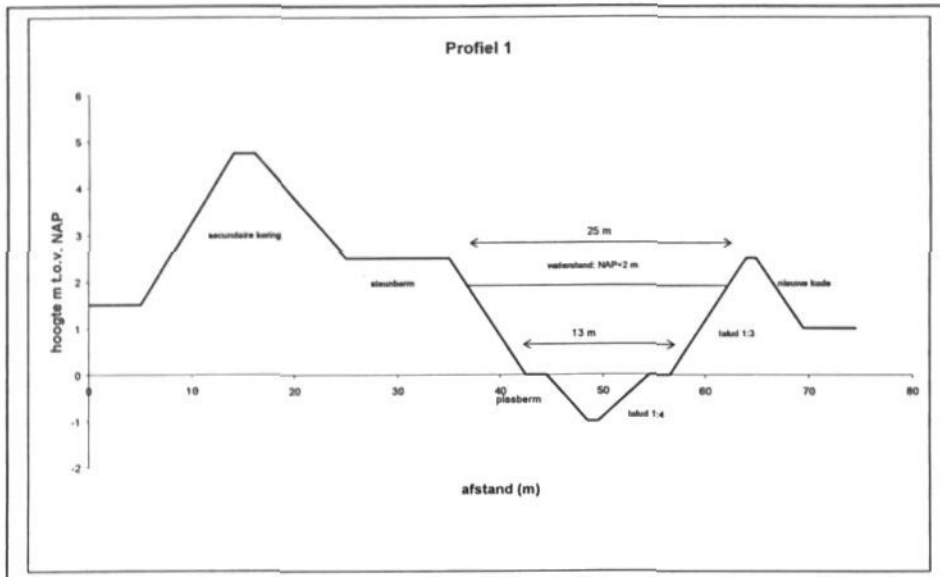
5.2 Aanvoer Oost-Kraaijer

Uit detailinformatie van Waterschap Goeree-Overflakkee over maten van watergangen, duikers is afgeleid dat het totale verval over de route Noordrand ~ Oost-Kraaijer orde 5 cm bedraagt. Geconcludeerd kan worden dat dit verval past binnen het waterhuishoudkundig systeem en dat zonder aanvullende maatregelen zoet water vanuit de Noordrand kan worden ingelaten voor het bedieningsgebied Oost-Kraaijer.

De detailinformatie is op kaart weergegeven en opgenomen in bijlage 1.

Figuur 10. Uitwerking zoetwaterkanaal en zoetwatervoorziening naar gemalen





5.3 Gemaal en kruising havenkanaal van Dirksland

Aan het einde van de Noordrand zal het gemaal voor de drinkwatervoorziening worden gecombineerd met het aanvoergemaal voor het westelijk deel. De capaciteit bedraagt 115 m³/min. Het zoetwaterkanaal uit de noordrand moet onder het havenkanaal van Middelharnis door geleid worden. Dit zal gebeuren met behulp van een sifon. De verliezen over de sifon moeten beperkt blijven tot 0,05 m. Dit omdat er voldoende verval over moet blijven om het water naar Middelharnis te transporteren. Voor de sifon gelden de volgende randvoorwaarden:

Debiet: 2 m³/sec.
 Lengte: 100 m.
 Maximale opstuwung: 0,05 m.

Met deze randvoorwaarden kan het minimaal benodigde doorstroomprofiel worden bepaald, uitgaande van de afvoerformule:

$Q = \mu * A * \sqrt{2 * g * z}$, waarin:

Q= debiet (m³/s)
 μ = weerstandscoefficiënt
 g = zwaartekrachtsversnelling (= 9,81 m²/sec)
 z= opstuwung.

De weerstandscoefficiënt is afhankelijk van de vorm en de lengte van de duiker. De coefficiënt is een opstelstom van de individuele weerstanden, te weten, intreeweerstand, wrijvingsverlies, bocht- en knikverlies en uittreeverlies.

De intreeweerstand wordt bepaald door de vorm van de instroomopening. Bij een haakse opening ligt de waarde tussen 0,6 en 1,3. Bij een geleidelijke opening neemt dit af tot 0,05.

Het wrijvingsverlies is afhankelijk van de wandruwheid van de duiker, de lengte van de duiker en de diameter. De lengte van de duiker is nu geschat op 100 m met een wandruwheid van 75 (Manning, komt overeen met een wandruwheid van 3 mm), dit is een standaardwaarde voor betonnen duikers.

Het uittreeverlies is afhankelijk van de vorm van de uitstroomopening en varieert tussen de 0,5 en de 1.

De bocht en knikverliezen zijn afhankelijk van de bochtstraal en de wandweerstand. Hoe groter de bocht en hoe gladder de wand des te lager is de weerstand. Bij meerdere bochten moeten de individuele weerstanden opgeteld worden. Voorlopig is uitgegaan van een hydraulisch ruwe wand met een bocht van 90 graden en een bochtstraal gelijk aan de diameter.

Volstaan wordt met een schatting van de coefficiënt om te komen tot een benodigd oppervlak van de duiker. Voorlopig wordt de weerstandscoefficiënt geschat op 0,7. De gevonden afmeting bedraagt 3.5 m². Door het goed stroomlijnen van de leiding kan het benodigde oppervlak gereduceerd worden.

5.4 Zoetwaterretentie van het systeem

In de huidige situatie heeft het Zuiderdiepsysteem een oppervlakte van ongeveer 110 ha. Bij een volledig gevulde retentie wordt het peil tot maximaal NAP + 0,4 m opgezet. Water voor de landbouw kan worden onttrokken tot een peil van NAP -0,2 m. Dit betekent dat het huidige Zuiderdiep een retentiecapaciteit heeft van 660.000 m³. De mate waarin het peil wordt opgezet varieert en is afhankelijk van de verwachte watervraag. Het opzetten van het peil gebeurt ongeveer eens in de vier jaar.

Om deze retentiecapaciteit in het gebied in te passen en gegeven de wens een gesloten grondbalans na te streven is bepaald dat het water 1 m boven het maaiveld wordt opgezet over een oppervlakte van 66 ha. Het maaiveld ligt op ongeveer NAP +1,0 m; Het peil van het kanaal wordt dus NAP +2,0 m. Om het zoetwaterkanaal en de berging wordt een kade gemaakt met een kruin op NAP +2,5 m. Langs de huidige secundaire kering wordt een steunberm aangelegd tot een hoogte van NAP +2,5 m over een breedte van circa 10 m.

5.5 Kanaaldeel Zuiderdiepgebied – gemaal Smits

In het eerste deel van het kanaal wordt via een bestaande duiker het water ingelaten. Twee stuwen zorgen voor de pandscheidingen tussen dit kanaaldeel en het omliggende peilgebied, dat een lager peil heeft (NAP -0,30 m, terwijl het kanaal een peil NAP -0,2 m heeft). Via de meest noordelijk gelegen stuw wordt het water voor het bedieningsgebied van CAI onttrokken (35 m³/min). Vervolgens vervolgt het tracé van de zoetwateraanvoer zijn weg langs bestaande watergangen.

De minimaal benodigde afmetingen zijn bepaald door uit te gaan van een maximaal verhang van 0,015 m/km.

De benodigde afmetingen zijn:

- bodembreedte 1 m;
- diepte waterbodem 1.2 m;
- taludhelling onder water 1:4;
- plasbermen aan weerszijden van 2 m breed.

Uit informatie blijkt dat de watergangen op een aantal trajecten niet aan dit profiel voldoen en moeten worden verruimd. Hier is in de kostenraming rekening mee gehouden. Zie voor de detailinformatie bijlage 1.

De benodigde tien duikers dienen een minimale afmeting van 0,84 m² te hebben. Het totale verlies over de duikers bedraagt 5 cm. Een aantal bestaande duikers dienen *verruimd (en dus vervangen) te worden*.

Tussen twee watergangen is een nieuwe verbinding nodig (zie figuur 10) met een stuw als pandscheiding tussen de twee peilgebieden.

Er is afgewogen om de aanvoer naar Smits uit te voeren als een geheel nieuw te realiseren watergang, parallel aan het havenkanaal van Dirksland (aan de oostzijde). Gelet op de benodigde afmetingen én de noodzaak om dan een extra kruising onder het havenkanaal van Dirksland te laten leggen, is geconcludeerd dat deze variant vanwege de hogere kosten afvalt.

5.6 Tracédeel west: kanaal van Dirksland - Stellendam

Het eerste deel volgt het retentiegebied, waarna vervolgens een inlaatwerk door de secundaire kering wordt gerealiseerd.

Voor het deel van het kanaal geldt dat 40 m³/min moet worden doorgelaten. Deze capaciteit is ruim voorhanden omdat het bergingsgebied in principe vol water staat. De maatgevende situatie ontstaat als het peil is gedaald tot NAP 0 m en water moet worden In gelaten bij Stellendam.

De minimaal benodigde afmetingen zijn dan:

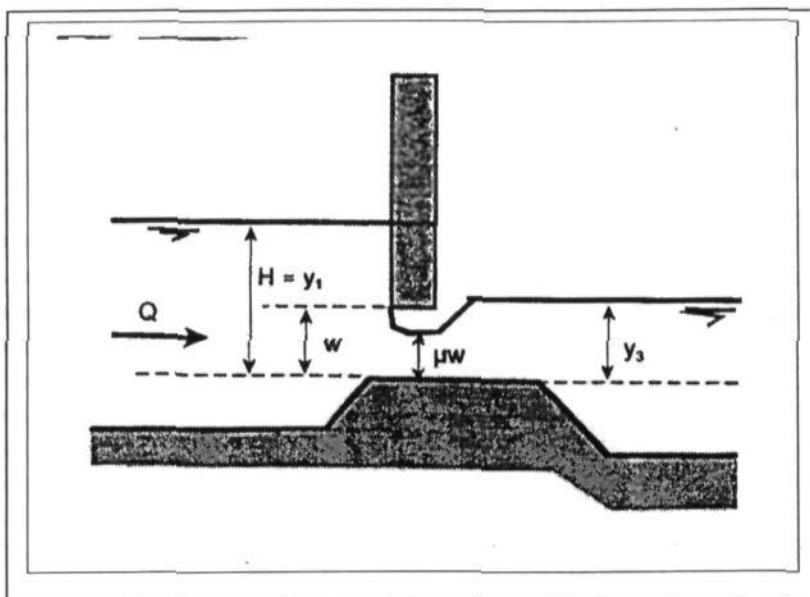
- diepte waterbodem 1 m;
- taludhelling 1:4 van NAP -1 m tot NAP 0 m;
- taludhelling 1:10 vanaf NAP 0 m tot aan maaiveldniveau (circa NAP +1 m).

Bij het havenkanaal van Stellendam is weinig ruimte om het zoetwaterkanaal langs te leggen. Hierdoor zal er een racé gevolgd door de Scharrezeepolder worden gevolgd. Hiervoor moet er een extra kruising met de secundaire kering worden gemaakt. Omdat de Scharrezeepolder een lager peilniveau heeft dan het zoetwaterkanaal en een hoger peilniveau heeft dan de polders achter Stellendam kan het transport onder vrij verval plaatsvinden.

Het kiezen van het definitieve instroompunt is afhankelijk van twee factoren. De eerste factor is het mogelijke verbrakken van het water in het zoetwaterkanaal, en daardoor de verslechtering van de waterkwaliteit. De tweede factor is het grondeigendom ter plaatse. Het waterschap kan hier het beste punt voor aangeven. De watergangen in de scharzee polder zullen verruimd moeten worden. Voor het inlaten van water uit de Scharrezeepolder in de polder Stellendam wordt gebruik gemaakt van de aanwezige uitlaat/ inlaat naast het gemaal Stellendam te Stellendam. Rondom de uitstroomopening zal bodembescherming moeten worden aangebracht om ontgroning te voorkomen.

Bij een brak tot zout havenkanaal van Dirksland kan het water hieruit niet langer gebruikt worden om het stedelijk oppervlaktewater in Dirksland op peil te houden. Hiervoor dient een oplossing te worden gevonden (bijvoorbeeld water vanuit de polder inlaten).

Voor de inlaat van water richting de Scharrezeepolder wordt gekozen voor een onderspuier. Dit omdat de hoofdfunctie van het kunstwerk debietregeling is, peil regulering is hier niet relevant.



Als het verval over een onderspuier voldoende groot is, vindt er vrije afstroming plaats. De afvoercharacteristiek voor deze situatie is gegeven met de vergelijking:

$$y_3 < 0,37 \cdot y_1 + 0,75w$$

$$Q = \mu \cdot b \cdot w \cdot \sqrt{2 \cdot g(H - \mu w)} \quad \text{waarin,}$$

Q = debiet [m³/s];

μ = contractiecoëfficiënt [-] 0,6;

b = breedte onderspuier [m];

w = opening van de schuif [m];

g = zwaartekrachtversnelling [m²/sec];

H = energiehoogte t.p.v. onderspuier [m].

Bij een onderspuier hebben variaties in de voorwaterstand weinig invloed op het doorgevoerde debiet.

het doorstroomprofiel zal worden geregeld met een variabele schuif zodat ook kleiner debieten kunnen worden ingelaten.

De onderspuiers worden voorzien van een dubbele klepkering zodat in noodsituaties het kunstwerk volledig gesloten kan worden.

De kruising met de secundaire kering is gecombineerde met het inlaatwerk, waarvoor de volgende randvoorwaarden gelden:

Vereist debiet:	40 m ³ /min;
Bovenwaterstand:	NAP +2 m (gemiddeld), minimaal NAP 0 m;
Benedenwaterstand	NAP -0,6 m.

Bij deze randvoorwaarden moet het doorstroomprofiel de volgende afmetingen hebben:

breedte doorstroomprofiel:	0,70 m;
hoogte doorstroomprofiel:	0,35 m.

5.7 Watervoorziening polder Goekoop

5.7.1 Huidige aan- en afvoersituatie en effect

De polder van Goekoop lost nu onder vrij verval het overtollige polderwater op het Zuiderdiep. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een duiker met klep, de duiker heeft een diameter van 0.3 m en het verval bedraagt ongeveer 0.2 m.

Voor de aanvoer van zoetwater maakt de polder gebruik van een inlaat aan het Zuiderdiep waarbij onder vrij verval water wordt ingelaten.

Indien in de toekomst de gemiddelde waterstanden van het Zuiderdiep omhoog gaan dan kan er minder of geen water onder vrij verval geloosd of ingelaten worden. Als compenserende maatregel wordt gedacht aan een vervangend systeem voor wateraanvoer en -afvoer, dat onafhankelijk van het Zuiderdiep kan functioneren.

5.7.2 Wateraanvoer

De polder van Goekoop heeft een oppervlakte van ongeveer 25 hectare. Met een watervraag van 3 mm per hectare voor aanvoer moet er een aanvoervoorziening komen met een capaciteit van 0,5 m³/min. Gezien de beperkte watervraag van de polder Goekoop kan worden volstaan met een kleine pomp met leiding. De pomp kan dan in de polder van Stellendam in een watergang worden geplaatst. Op dit moment kan dit echter nog niet en dient dus nader te worden uitgewerkt. De leiding wordt dan over de dijk geleid en de uitstroom vindt plaats in de kwelsloot van de polder Goekoop.

Hierbij wordt opgemerkt dat bij beregenen van de landbouwgronden het gevraagde debiet moet worden afgestemd op het geleverde debiet van de pomp.

Er zal dus één pomp geplaatst moeten worden om het water vanaf het inname punt over te pompen naar de polder. Op basis van de capaciteit van 1 m³/min is een leiding nodig met een inwendige diameter van circa 150 mm (bv PE 160 mm, SDR17). De snelheid in de leiding is dan circa 1,2 m/sec. De druk is dan niet hoog. Beoordeeld is een leiding met een lengte van 150 m.

5.7.3 Waterafvoer

Voor de afvoercapaciteit wordt gerekend met een 14 mm per hectare, dit betekent dat het afvoerwerk een capaciteit van 2,4 m³/min moet krijgen. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van het huidige uitlaatwerk dat dan voorzien wordt van een pomp.

Op basis van de capaciteit van 2,4 m³/min is een leiding nodig met een inwendige diameter van ca 180 mm (bv PE 200 mm, SDR17). De snelheid in de leiding is dan circa 1,2 m/sec. De druk is dan niet hoog. Beoordeeld is een leiding met een lengte van 50 m.

Opmerking

Diameters van leidingen, afvoercapaciteiten en optredende drukken hebben een zeer sterke relatie met het type pomp. De pompleverancier kan hier een veel beter inzicht in geven.

5.7.4 Praktisch beheer

Voor het praktisch uitvoeren van de maatregelen zijn de volgende opties denkbaar:

- afvoer naar boezem (pomp en persleiding) wel realiseren en de aanvoer als een deelvoorziening aanbrengen (alleen de persleiding). Hierbij dan nog de keuze:
 - * het waterschap kan zelf mobilepomp leveren en/ of plaatsen ten behoeve van aanvoer;
 - * gebruiker van de polder kan pomp plaatsen ten behoeve van aanvoer.
- afvoer naar boezem deels realiseren (persleiding) en de aanvoer ook deel aanbrengen (alleen de persleiding). Hierbij dan nog de keuze:
 - * het waterschap kan zelf mobilepomp(en) leveren en/ of plaatsen;
 - * gebruiker van de polder kan de pomp(en) plaatsen.
- alles aan gebruiker overlaten.

5.7.5 Kosten

De kosten voor de genoemde voorzieningen bedragen orde € 30.000,-- (inclusief alle opslagen en BTW). Energievoorziening is niet meegenomen; hiervoor wordt voorgesteld een post van € 25.000,-- op te nemen.

5.8 Voorkomen wateroverlast sportvelden Stellendam

Doordat de maaiveldhoogte van de sportvelden relatief laag ligt, NAP +0,9 m, hebben de sportvelden te kampen met wateroverlast. Indien in de toekomst het gemiddelde peil van het Zuiderdiep toeneemt, dan neemt ook de wateroverlast toe.

Om deze wateroverlast te verminderen kan er rondom de sportvelden een kade worden aangelegd. De hoogte van de kade is afhankelijk van de inrichtingsvariant van het Zuiderdiep en moet minstens 0,2 m hoger zijn dan het hoogste peil. Daarnaast moet er een overhoogte worden aangebracht om zettingen te compenseren. Naast de kade moet een kwelsloot worden aangelegd. Op de kwelsloot komt dan een klein gemaaltje om het overtollige water naar het Zuiderdiep te pompen.

Voor de berekening van de velden moet een zoetwatervoorziening worden aangelegd. Voor de sportvelden is de maximale watervraag vastgesteld op 0,23 m³/min. Dit kan met behulp van een kleine pomp en leiding. De pomp wordt dan geplaatst in de polder Het Molengors. Hiervoor zal misschien de wateraanvoer naar polder Het Molengors met hetzelfde debiet worden opgevoerd.

5.9 **Beeld van het kanaal en beheer**

Beeld

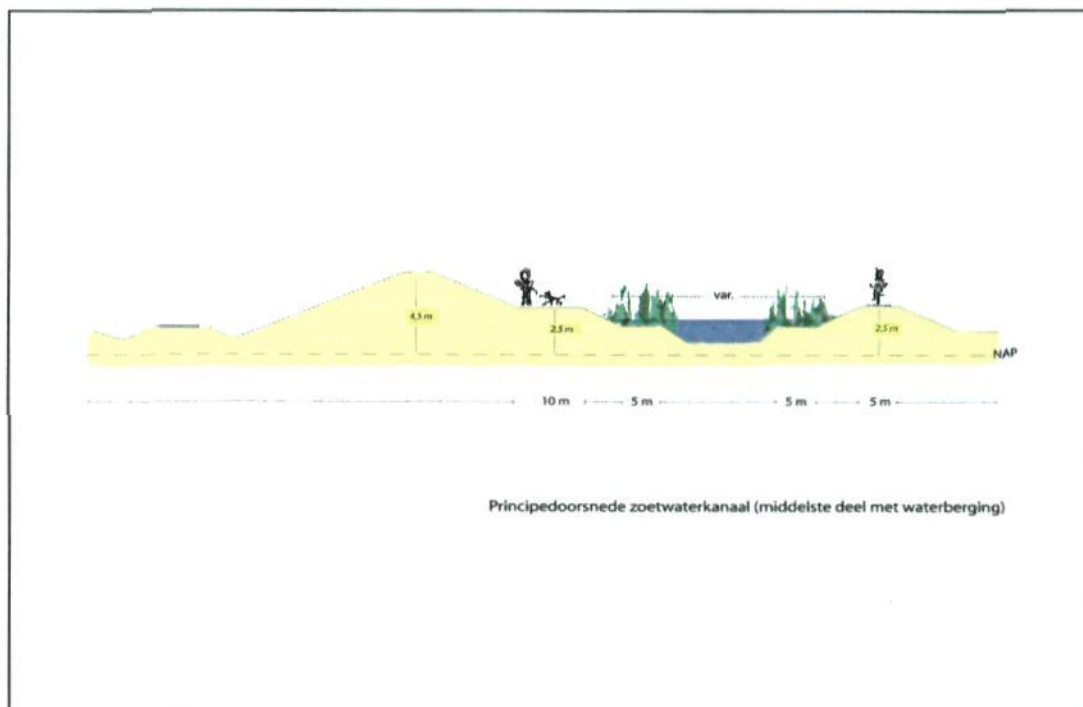
Voor de levensgemeenschappen van het kanaal is, naast het bodemtype, zijn vooral de morfologie en de waterkwaliteit sturend. Omdat het kanaal met water uit het zoetwaterkanaal in de noordrand gevoed wordt en er geen belasting vanuit andere waterbronnen optreedt, is het water het jaarrond van een goede en constante (biologische) kwaliteit: zoet, relatief voedselrijk en gebufferd. Als gevolg van de watervraag (drinkwatervoorziening en water voor doorspoelen en beregenen) zal er enige stroming optreden, hetgeen de noodzakelijke zuurstofvoorziening voor het water ten goede komt.

Op ondiepe, beschutte plaatsen met helder water worden betrekkelijk soortenrijke gemeenschappen aangetroffen. De vegetatie bestaat uit een combinatie van soorten die gevonden worden in langzaam stromende riviertjes, brede sloten en kleine meren: zowel ondergedoken waterplanten (voornamelijk kleine Fonteinkruiden) en drijfbladplanten (Witte waterlelie, Kikkerbeet, Gele plomp). De relatief flauwe taluds en de plasberm laten een soortenrijke begroeiing van emergente planten (Grote waterweegbree, Pijlkruid e.d.) en helofyten (Riet, Grote lisdodde, Mattenbies e.d.) in het ondiepe water en aan en op de oever. De overgang naar de oever is gevarieerd en heeft het karakter van een moerasvegetatie. De vegetatie komt goed tot ontwikkeling *vanwege de goede waterkwaliteit én omdat het gebruik van het kanaal extensief is*; het wordt alleen gebruikt voor watertransport waardoor golfslag beperkt kan blijven. Kenmerkende plantengemeenschappen zijn onder andere: associatie van Doorgroeid fonteinkruid, associatie van Glanzig fonteinkruid, associatie van Witte waterlelie en Gele plomp, associatie van Egelskop en Pijlkruid en de Mattenbies-associatie. Onder de verwachte abiotische omstandigheden kan zich ook een vrij rijke fauna ontwikkelen, bestaande uit fouragerende zoogdieren (zoals vleermuizen) en vogels, vissen zoals Snoek, Ruisvoorn en de internationaal belangrijke Bittervoorn en Kleine modderkruiper en libellen. De macrofaunagemeenschap is betrekkelijk soortenrijk en bestaat uit weinig karakteristieke en vooral algemene soorten. De soorten zijn meestal sterk afhankelijk van helder, zuurstofrijk water. Slakken, platwormen, watermijten en bloedzuigers komen veel voor, als ook zoetwatermossels, waterkevers en kokerjuffers.

De steunberm die tegen de secundaire kering wordt aangebracht, de kade die het zoetwaterkanaal scheidt van het plangebied Zuiderdiep en het waterretentiedeel kunnen een recreatieve functie krijgen. Op de steunberm kan een fietspad worden aangelegd en de kade als wandelpad worden ingericht. Vanaf deze twee doorgaande linten kan zowel het zoetwaterkanaal met de zoetwatergebonden vegetatie als het plangebied met soorten van brakke dan wel zoute condities worden beleefd. Dit geeft een mooi contrast. In en aan het waterretentiedeel is waterrecreatie, waaronder zwemmen, mogelijk.

Achter in dit rapport zijn de modellen opgenomen zoals die in de studie 'Varianten voor het Zuiderdiep' voor de hier relevante inrichtingsvarianten zijn getekend. In deze modellen is het zoetwaterkanaal ingetekend op basis van de gegevens uit deze haalbaarheidsstudie. Het is duidelijk dat het inpassen van het zoetwaterkanaal in het plangebied Zuiderdiep ruimtelijke en visuele consequenties heeft voor het beeld zoals dat in de voornoemde studie in eerste instantie was getekend. Voort geldt bij de variant 'Buitendijks getijdenmoeras' moet worden bedacht dat hier niet kan worden volstaan met een kade: de kade zal hier als primaire kering moeten worden ontworpen en worden gerealiseerd hetgeen betekent dat er een (nog) groter ruimtebeslag op het plangebied plaatsvindt.

Het retentiegebied is in dit onderzoek 'technisch' uitgewerkt. Gevarieerd vergraven van de oevers en (on)diepe delen creëren zal direct leiden tot meer natuur- en belevingswaarde en verdient dan ook een nadere uitwerking. Hieronder een doorsnede van een mogelijk toekomstbeeld.



Beheer

Peilbeheer met een natuurlijke dynamiek: 's winters hoog en 's zomers laag. Periodiek (eens per 2 tot 15 jaar) in het najaar schonen indien er sprake is van verlanding en/ of vorming van een te dikke organische sliblaag, door middel van nat baggeren en gefaseerd in ruimte en tijd: niet het gehele kanaal in één keer. Handhaven van een gevarieerde begroeiing van de oeverzone. Dit kan worden bereikt door eens in vier jaar de vegetatie in het najaar te maaien. Dit geeft een kruidenrijke rietruigte met overjarig Riet, hetgeen van belang is voor moerasvogels. Om verdrinking van het riet te voorkomen moet bij het maaien een maaihoogte boven het hoogste peil gehanteerd worden. Dit type vegetatie biedt voldoende weerstand tegen erosie en waterbeweging. Beheer van de omgeving: beperken van toevoer van meststoffen uit de omgeving, maar daarin wordt met de inrichting voorzien.

6 KOSTENBEREKENING

6.1 uitgangspunten kostenberekening

Voor de kostenberekening worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- voor de kostenraming is de raming voor het project Noordrand als basis gebruikt; een aantal constructies zijn vergelijkbaar voor de zoetwatervoorziening in het plangebied Zuiderdiep en zijn de ramingen voor de Noordrand als referentie te gebruiken;
- voor aannemersopslagen (winst en risico, algemene kosten, eenmalige kosten) is gerekend met een percentage van 25% over de directe kosten;
- voor de bijkomende kosten (zoals engineering, onzekerheden) is gerekend met een percentage van 20% over de directe kosten de directe kosten inclusief aannemersopslagen;
- voor onvoorzien is gerekend met 10% over de totale kosten exclusief BTW;
- Het BTW percentage van 19% over het totaal gerekend, behalve over grondaankoopkosten.

In de nu volgende paragraaf wordt voor de verschillende onderdelen een toelichting op de kostenraming gegeven, waarna in paragraaf 6.3 een totaalraming volgt voor het zoetwaterkanaal en de geïntegreerde kunstwerken voor de zoetwatervoorziening naar de relevante gemalen. Hoe deze nadere uitwerking met kosten de totaalkosten voor de verschillende inrichtingsvarianten beïnvloeden, is nagegaan en opgenomen in de totaalkosten in bijlage 2.

6.2 Toelichting kostenraming verschillende onderdelen

6.2.1 Opvoergemaal en kanaaltraject tot aan het Zuiderdiep

Het opvoergemaal heeft een capaciteit van 115 m³/minuut. Deze capaciteit is orde de helft van het gemaal dat geplaatst wordt bij de Noordrand aan de oever van het Haringvliet. Het gemaal wordt geplaatst 'bovenstrooms' van de Bekadeweg en voert het water op van een peil NAP +0,6 m (het peil van de Noordrand) naar een peil van NAP +2,1 m (de hoge stand die nodig is voor de zoetwaterretentie). Er wordt van uitgegaan dat de kosten ongeveer evenredig zijn met de gemaalcapaciteit. Bij gemaal Noordrand zijn extra kosten geraamd omdat het gemaal twee kanten op kan werken. Bij dit opvoergemaal is dit niet noodzakelijk. Voor de kosten wordt uitgegaan van een bedrag gelijk aan de helft van het bedrag voor het gemaal Noordrand, zijnde € 1.700.000,= inclusief alle kosten en BTW.

Het bedrag dat voor de doorlaat in de Bekadeweg in de Noordrand is geraamd kan komen te vervallen (dit is inbegrepen in het opvoergemaal).

Achter het gemaal komt een open kanaal te liggen met peil NAP +2,1 m. Het grondwerk hiervoor is geraamd in het project Noordrand (tracédeel 5).

6.2.2 Krusing havenkanaal van Dirksland en krusing kering ten westen van kanaal

Voor de krusing met het havenkanaal van Dirksland en de kering wordt uitgegaan van een stalen gezinkerde leiding met een diameter van 2100 mm. De kostenraming (tabel 6) is afgeleid uit de kosten berekening die voor de krusing met het kanaal van Middelharnis is gemaakt voor het project de Noordrand.

Tabel 6. Kostenberekening sifon onder havenkanaal Dirksland

krusing havenkanaal Dirksland en krusing kering				
Leiding kenmerken:	Eenheid	Hoeveelheid	Kostprijs per eenheid	Totaal
Leiding, D=2100 mm, d=24 mm	m	175	1.810,--	316.250,--
put bij uitstroom met schuifasluiters	-	1	35.000,--	35.000,--
Grondverzet	m ³	7350	5,--	36.750,--
Kwelscherm, hout	m ²	144	80,--	11.520,--
bouwkuip stalendamwand	m ²	720	144,--	103.680,--
Bemaling bouwkuip	-	1	15.000,--	15.000,--
Grondwerk bij waterkering	m ³	1440	5,--	7.200,--
bestorting 600 kg/m ²	ton	290	30,--	8.700,--
filterdoek met wiepen	m ²	480	12,50	6.000,--
beschermingsmatten scheepvaart	m ²	400	50,--	20.000,--
Totaal bedrag excl. opslagen				560.100,--

6.2.3 Grondwerk zoetwaterkanaal binnen het plangebied Zuiderdiep

Voor het grondwerk wordt uitgegaan van een eenheidsprijs van € 12,-- voor het opgraven, vervoeren en verwerken van de grond. De grondaankoop voor dit gedeelte is begrepen in het totaalbedrag voor de herinrichting van het plangebied Zuiderdiep (zie totaaloverzicht kosten bijlage 2). Er is een gesloten grondbalans nagestreefd. Ter plaatse van de zoetwaterretentie is de hoeveelheid grond die moet worden uitgegraven voor het kanaal ongeveer gelijk aan de hoeveelheid die nodig is voor de steunberm en de kering om het kanaal heen. Met grondaankoop is op dit gedeelte geen rekening gehouden (dit is al inbegrepen in de totaalraming voor de inrichtingsvarianten).

De totale lengte van het kanaaltraject is 4,5 km. De ontgraven hoeveelheid grond en vervolgens te verwerken grond bedraagt 24 m³/m'. De totale hoeveelheid bedraagt dus 108.000 m³. De directe kosten bedragen derhalve € 1.296.000,--.

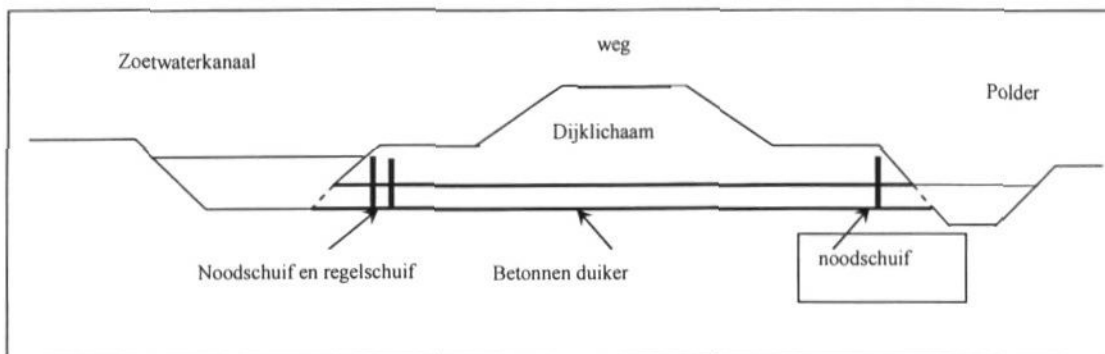
6.2.4 Inlaatwerk ten behoeve van CAI/Smits (75 m³/min)

Voor de inlaat naar het voorzieningsgebied van CAI en Smits zal een duiker moeten worden aangepast. Dit wordt ter plaatse van de bestaande duiker gerealiseerd, die nu bedoeld is voor de inlaat van CAI (rond 0,5 m en afsluitbaar) en door de kering loopt. Nu wordt een werk geraamd, dat met een verval van 2,3 m 75 m³/min kan transporteren naar het zuidelijk gelegen poldergebied. De inlaat wordt gefundeerd op staal, als ondergrond wordt een betonnen vloer gestort. De duiker wordt opgebouwd uit modulaire betonnen kokers. Op een van de kokers wordt een verticale schacht geplaatst. In de schacht wordt de schuif geplaatst. Daarnaast wordt er een kwelscherm geplaatst. Het geheel wordt in den droge gebouwd. De bouwput bestaat uit taluds met een helling van 1:3.

Aan de uitstroomzijde van het inlaatwerk wordt een bodembescherming aangebracht. De bescherming zal bestaan uit een filterdoek met wiepen met een steenbestorting.

Voor de inlaat is de volgende principeddoorsnede aangehouden (figuur 11).

Figuur 11. Principeddoorsnede inlaatwerk



Tabel 7. Kostenberekening inlaat CAI/Smits

Inlaat ten behoeve van CAI/Smits				
Kenmerken	Eenheid	Hoeveelheid	Kostprijs per eenheid	Totaal
Damwand kuip en bemaling	-	1	50.000,--	50.000,--
Betonnen koker met afmeting 1*1 m ²	m	36	700,--	25.200,--
Plaatsen verticale schacht, incl. schuif	-	1	4.000,--	4.000,--
Noodschuiven	-	2	15.000,--	30.000,--
Plaatsen betonvloer	m ²	45	36,--	1.620,--
Grondverzet	m ²	1.200	5,--	5.940,--
kwel scherm, hout	m ²	40	80,--	3.200,--
Openbreken en herleggen weg	m ²	150	100,--	15.000,--
bestorting 600 kg/m ²	ton	48	30,--	1.440,--
filterdoek met wiepen	m ²	80	12,50	1.000,--
Totaal bedrag exclusief opslagen				137.400,--

6.2.5 Aanpassingen in polders voor aanvoer naar Smits (capaciteit 40 m³/min)

Zoals aangegeven in de uitwerking zijn twee nieuwe stuwen benodigd. Per stuk is een bedrag van € 25.000,-- geschat.

Het zoetwateraanvoertraject is 4 km lang. In de berekening is uitgegaan van een maximaal verval van orde 10 tot 15 cm over dit gehele traject. Op het traject zijn 10 duikers gelegen, waar is uitgegaan van een maximaal verval van 5 cm. De minimale afmetingen bedragen dan 0,84 m². Een aantal duikers zijn iets geringer van afmeting (0,8 m²), een aantal fors ruimer. Aangenomen wordt dat deze verliezen elkaar orde in evenwicht houden. Er zijn drie duikers die voldoen niet aan deze afmetingen en dienen te worden vervangen. De totale lengte bedraagt 40 m. De kostprijs voor een duiker bedraagt per strekkende meter € 300,-- waarmee het totaalbedrag op € 12.000,-- komt te liggen.

Voor een nieuw stuk te graven watergang (16 m³/m, 200 m lang) is met een eenheidsprijs van € 12,-- per m³ grond een bedrag van € 38.400,-- gemoeid.

Voor het oprekken van bestaande watergangen is het volgende bepaald:

- aankoop grondstrook: 10 m* 4 km= 40.000 m²; kosten (eenheidsprijs voor aankoop € 4,50 /m²): € 180.000,--;
- Extra vergraving: 4 km*6 m³= 24.000 m³; kosten: € 288.000,--.

De totale kosten voor de aanvoerroute naar Gemaal Smits bedragen dus € 568.400,--.

6.2.6 Inlaatwerk ten behoeve van Stellendam (40 m³/min)

Voor het inlaatwerk voor Stellendam wordt hetzelfde principe als voor CAI /Smits aangehouden. In onderstaande tabel is de kostenraming opgenomen.

Tabel 8. Inlaatwerk voor Stellendam

Inlaat bij Stellendam				
Kenmerken	Eenheid	Hoeveelheid	Kostprijs per eenheid	Totaal
Damwand kuip en bemaling	-	1	50.000,--	50.000,--
betonnen koker 0,7 * 0,5:	m	36	600,--	21.600,--
Plaatsen verticale schacht, incl. schuif	-	1	4.000,--	4.000,--
Noodschuiven	-	2	15.000,--	30.000,--
Plaatsen betonvloer	m ²	45	36,--	1.620,--
Grondverzet	m ³	1200	5,--	5.940,--
kwelscherm, hout	m ²	40	80,--	3.200,--
Openbreken en herleggen weg	m ²	150	100,--	15.000,--
bestorting 600 kg/m2	ton	48	30,--	1.440,--
filterdoek met wiepen	m ²	80	12,50	1.000,--
Totaal bedrag exclusief opslagen				138.800,--

6.2.7 Aanpassing Scharrezeepolder

In de Scharrezeepolder dienen de watergangen ook te worden aangepast. Hiervoor is dezelfde analyse van toepassing als voor de aanpassing van de aanvoerroute naar gemaal Smits. Omgerekend komt de aanpassing van de watergang neer op € 117,-- per m'. Over 2 km is het totaalbedrag dus € 234.000,--.

6.2.8 Aanpassing waterhuishouding polder Goekoop

Voor de aanpassing van de waterhuishouding in de polder Goekoop is een bedrag van € 55.000,-- (gemaal + stroomvoorziening).

6.2.9 Aanpassing waterhuishouding voor sportvelden

Voor de aanpassing van de waterhuishouding van de sportvelden is de aanleg van een dammetje voorzien, om de wateroverlast voor de voetbalvelden te voorkomen. Deze dam wordt 1 m hoog, met een grondverzet van 6 m³/m over een afstand van circa 500 m. Kosten: € 36.000,--. Voor de bemaling wordt een klein prefabgemaaltje voor € 15.000,-- voorzien.

6.3 Totale kosten

De totale kosten voor de aanleg van het zoetwaterkanaal en de voorzieningen ten behoeve van de zoetwatervoorziening voor de relevante gemalen is opgenomen in tabel 9.

Tabel 9. Totale kosten zoetwaterkanaal plangebied Zuiderdiep en voorzieningen ten behoeve van de zoetwatervoorziening naar de relevante gemalen

Onderdeel	Kostprijs in Euro
gemaal 115 m ³ /minuut	865.800,--
Kruising met kanaal van Dirksland en secundaire kering	560.100,--
Grondwerk kanaal binnen Zuiderdiepgebied	1.296.000,--
Inlaatwerk CAI/Smits (75 m ³ /minuut)	137.400,--
Aanpassing in polders voor aanvoer naar Smits	388.400,--
Inlaat Stellendam (40 m ³ /minuut)	138.800,--
Aanpassing in Scharrezeepolder, exclusief grondaankoop	144.000,--
Aanpassing waterhuishouding Polder Goekoop	55.000,--
Aanpassing waterhuishouding sportvelden	41.000,--
<i>Totaal directe kosten</i>	<i>3.626.500,--</i>
totaal inclusief aannemersopslagen (25%)	4.533.125,--
totaal inclusief bijkomende kosten (20%)	5.439.750,--
totaal inclusief onvoorzien (10 %)	5.983.725,--
Totaal inclusief BTW, 19%	7.120.635,--
Grondaankoop in polders buiten plangebied Zuiderdiep	270.000,--
Grondaankoop in polders binnen plangebied Zuiderdiep (circa 70 ha)	3.333.000,--
Totaal inclusief opslagen	10.723.635,--

Bij het totaaloverzicht van de kosten wordt de volgende opmerkingen gemaakt:

- in de kostenraming zijn de operationele kosten niet opgenomen.
- in de overdracht van het Zuiderdiepgebied is niet opgenomen hoe de bezittingen van het Waterschap Goeree-Overflakkee zijn geregeld.

Het gemaal Zuiderdiep en het Zuiderdiep zelf en een aantal wegen zijn eigendom van het Waterschap. Bovendien zal mogelijk nog onderhoudsbaggerwerk in het Zuiderdiep moeten worden uitgevoerd. Ook deze kosten zijn niet meegenomen in het totaaloverzicht. De totaalkosten voor de inrichtingsvarianten Brakwatergors, Brakke getijdenkreek, Zoute sluffer en Buitendijksgetijdenmoeras zoals die op basis van de nieuwe inzichten nu zijn berekend, zijn opgenomen in tabel 10. De kosten zijn hierin afgezet tegen de oorspronkelijk berekende kosten. Deze kosten zijn gespecificeerd in bijlage 2.

Tabel 10. De totaalkosten voor de inrichtingsvarianten Brakwatergors, Brakke getijdenkreek, Zoute sluffer en Buitendijksgetijdenmoeras. De bedragen zijn afgerond

<i>Varianten</i>	Brakwatergors	Brakke getijdenkreek	Zoute sluffer	Buitendijks getijdenmoeras
Onderdelen	Sifon aanleggen	Sifon aanleggen	Sifon aanleggen	Sifon aanleggen
	Kanaal evenwijdig aan boezem	Kanaal evenwijdig aan boezem	Kanaal evenwijdig aan boezem	Kanaal evenwijdig aan boezem
	Kanaal evenwijdig aan oude zeedijk	Kanaal evenwijdig aan oude zeedijk	Kanaal evenwijdig aan oude zeedijk	Kanaal evenwijdig aan oude zeedijk
	Inlaatwerken polder(s)	Inlaatwerken polder(s)	Inlaatwerken polder(s)	Inlaatwerken polder(s)
	Oeververdediging <i>Kiekgat</i>	Oeververdediging <i>Kiekgat</i>	Oeververdediging <i>Kiekgat</i>	Oeververdediging <i>Kiekgat</i>
	Oververdediging tennisvelden	Oververdediging tennisvelden	Oververdediging tennisvelden	Oververdediging tennisvelden
	Dijk zuiderdiep verwijderen	Dijk zuiderdiep verwijderen	Dijk zuiderdiep verwijderen	Dijk zuiderdiep verwijderen
	Kabels en leidingen verleggen	Kabels en leidingen verleggen	Kabels en leidingen verleggen	Kabels en leidingen verleggen
				Primaire waterkering verleggen
Oorspronkelijk geraamd	€ 56.090.000,--	€ 63.820.000,--	€ 63.820.000,--	€ 93.010.000,--
Herziene kosten variant	€ 34.430.000,--	€ 42.070.000,--	€ 42.070.000,--	€ 72.340.000,--

Uitgangspunten indicatieve begroting:

- de in bovenstaande tabel weergegeven bedragen betreffen de realisatiekosten, kosten voor beheer en onderhoud zijn niet meegenomen;
- vrijkomende grond kan binnen het plan worden verwerkt en is niet verontreinigd;
- kosten voor het reconstrueren van wegkruisingen, watergangen en duikers zijn niet meegenomen in de variantenafweging;
- bij het verwijderen van de primaire waterkering zal eerst de oude zeedijk verzwaard worden alvorens de huidige waterkering te verwijderen;
- voor dijkverzwaringen kan gebruik gemaakt worden van grond uit het plan.

7 AANBEVELING EN NADER ONDERZOEK

In deze studie is een haalbaarheidsonderzoek naar de realisatie van een zoetwaterkanaal in een zoetwatervoorziening in het poldergebied ten zuiden van het plangebied Zuiderdiep gedaan. In dit haalbaarheidsonderzoek zijn maatregelen bepaald, globaal uitgewerkt en zijn de kosten geraamd met een bepaalde post onvoorzien. Bij het ontbreken van detailinformatie zijn aannamen gedaan. Om een aantal zaken nader te preciseren en om mogelijk nog kosten te kunnen besparen worden ten aanzien van een aantal aspecten aanbevelingen gedaan. Het gaat met name om de volgende aspecten:

- de plaatsing van het opvoergemaal. Er is nu gekozen het opvoergemaal nabij de Bekadeweg te plaatsen en te combineren met het drukstation voor de drinkwatervoorziening. Een plaatsing meer naar het westen (achter het innamepunt voor CAI en Smits bijvoorbeeld) scheelt in de gemaalcapaciteit;
- de aanpassingen van de watergangen in het bedieningsgebied van Smits kunnen mogelijk beperkter blijven als een nauwkeuriger hydraulische berekening van het *gehele aan- en afvoerstelsel in een model wordt uitgevoerd. Dit geldt ook voor het traject in de Scharrezeepolder*;
- in het gehele gebied zijn geen exacte gegevens aangaande de bodemkwaliteit en dus over de bruikbaarheid voor civiele werken bekend. Nader bodem- en geotechnisch onderzoek levert meer inzicht. Mogelijk kan de af te graven grond in *de inrichtingsvarianten worden verwerkt in de steunberm dan wel kade van het zoetwaterkanaal*. Hierbij kan bij de uitwerking uitgegaan worden van een gesloten grondbalans;
- Bij de uiteindelijke keuze voor een tot inrichtingsplan uit te werken inrichtingsvariant dient goed de ruimtelijke inpassing van het waterretentiegebied te worden genomen.

Tenslotte wordt aanbevolen ten behoeve van de overdracht van de eigendommen van het waterschap te onderzoeken, aan welke onderhoudsverplichting (met saneringsbaggerwerk) er nog moet worden voldaan en welke kosten hiervoor moeten worden gemaakt. Hiervoor dient het noodzakelijke waterbodemonderzoek te worden uitgevoerd en te worden onderzocht hoe de slib- en grondstromen gaan lopen (waar kan het naar toe worden afgevoerd).

GEBRUIKTE BRONNEN

[1] Van den Broek, T., Wijnker, L.G. & P. Veen, 2002. Varianten voor het Zuiderdiep: Onderzoek naar mogelijkheden voor duurzaam waterbeheer en natuurontwikkeling. Royal Haskoning rapportnummer 543146. In opdracht van Deltanatuur.

[2] Van den Broek, T., Speets, R., Van de Kreeke, P.W. & E.J. Luning, 2003. Zoetwatervoorziening en natuurontwikkeling Noordrand Goeree-Overflakkee: Integraal inrichtingsplan. Royal Haskoning rapportnummer 9P0447. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.

[3] TNO, 1984. Grondwaterkaart.