

Project Zoetwataanaoer Schouwen-Duiveland
Opdrachtgever Provincie Zeeland

Document Verkenning
Status Definitief
Datum 17 februari 2021
Referentie 12460/21-002.663

Projectcode 123460
Projectleider
Projectdirecteur

Auteur(s)
Gecontroleerd door
Goedgekeurd door

Paraaf

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

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

© Witteveen+Bos

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

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doel	8
1.3	Leeswijzer	8
2	GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN	9
2.1	Varianten	9
2.2	Debieten	10
2.3	Periode	10
2.4	Opvoerhoogte	11
2.5	Leidingeigenschappen hoofdaanvoerleidingen	12
2.6	Waterkwaliteit	13
2.7	Aansluiting Schouwen-Duiveland	13
2.8	Investeringskosten	14
2.9	Energiekosten	14
2.10	Onderhoudskosten	14
3	TOTSTANDKOMING BENODIGDE DOORSPOELDEBIET OPEN WATERSYSTEEM	15
3.1	Gebruikte gegevens	15
3.2	Aannames	16
3.3	Methode bepalen gewenst aanvoerdebiet	16
3.4	Resultaat	17
4	VARIANTENSTUDIE HOOFDAANVOERLEIDING	19
4.1	Variant 1: Noorder Krammer	19
4.1.1	Algemeen	19
4.1.2	Hoofdonderdelen	20
4.1.3	Samenvatting hoofdaanvoerleiding	23
4.1.4	Energiekosten	23

4.2	Variant 2: Schelde-Rijnkanaal	24
	4.2.1 Algemeen	24
	4.2.2 Hoofdonderdelen	25
	4.2.3 Samenvatting hoofdaanvoerleiding	27
	4.2.4 Energiekosten	28
4.3	Variant 3: Haringvliet	28
	4.3.1 Algemeen	28
	4.3.2 Hoofdonderdelen	29
	4.3.3 Samenvatting hoofdaanvoerleiding	32
	4.3.4 Energiekosten	33
5	VARIANTENSTUDIE WATERDISTRIBUTIESYSTEEM	34
5.1	Ringleiding (a)	34
	5.1.1 Toelichting systeem	34
	5.1.2 Energiekosten	36
5.2	Openwatersysteem (b)	36
	5.2.1 Toelichting systeem	36
	5.2.2 Te verwachten chlorideconcentraties oppervlaktewatersysteem	39
	5.2.3 Energiekosten	40
6	MULTI CRITERIA ANALYSE	42
6.1	Analyse	42
6.2	Toelichting criteria	43
	6.2.1 Kosten	43
	6.2.2 Kwalitatieve criteria	44
7	TECHNISCHE RISICO'S VARIANTEN	48
7.1	Technische risico's	48
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	50
8.1	Conclusies	50
8.2	Aanbevelingen	51
8.3	Aandachtspunten voor vervolgonderzoek	52
9	REFERENTIES	54
	Laatste pagina	54

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Figuren bepaling doorspoeldebiet	9
II	Kaarten openwatersysteem	3
III	Kaarten hoofdaanvoerleiding	6

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Schouwen-Duiveland heeft de laatste jaren te kampen met droogte waardoor de agrarische sector schade ondervindt. De agrarische sector dringt daarom aan op externe aanvoer van zoetwater door middel van een pijpleiding. Er zijn 3 varianten in beeld als bron voor de pijpleiding, te weten: uit de Noorder Krammer (onderdeel van het Volkerak-Zoommeer) via de Grevelingendam, uit het Schelde-Rijnkanaal (onderdeel van het Volkerak-Zoommeer) via St. Philipsland, of uit het Haringvliet via een leiding over Goeree-Overflakkee. Daarnaast is bekeken hoe het water in het gebied zelf moet worden verspreid. Dat kan via een leidingsysteem of via het oppervlaktewater. Witteveen+Bos is gevraagd om op hoofdlijnen de mogelijke varianten voor zoetwateraanvoer via een pijpleiding naar Schouwen-Duiveland en de verdere distributie over het eiland te verkennen.

In dit rapport zijn verschillende varianten voor de hoofdaanvoerleiding en het waterdistributiesysteem beschouwd.

Afbeelding 1.1 Projectgebied [ref.1]



1.2 Doel

Het doel is om op hoofdlijnen de verschillende varianten te verkennen en met elkaar te vergelijken. Hierbij worden in een multi criteria analyse (MCA) de volgende criteria vergeleken:

- benodigd debiet en lengte van de aanvoerleiding;
- investeringskosten hoofdaanvoerleiding en distributiesysteem;
- jaarlijkse energiekosten en kosten beheer en onderhoud hoofdaanvoerleiding en distributiesysteem;
- het chloridehalte van de bron van het aan te voeren water;
- het verwachte chloridegehalte bij beregening;
- het effect op de oppervlaktewaterkwaliteit;
- de toekomstvastheid van de bron van het aan te voeren water;
- een inschatting van de uitvoeringstermijn voor realisatie van een hoofdaanvoerleiding;
- een inschatting van de uitvoeringstermijn voor realisatie van een distributiesysteem.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de gegevens en uitgangspunten voor deze verkenning toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt de inschatting van het benodigde doorspoeldebiet voor een oppervlaktewatersysteem beschreven. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de varianten voor de hoofdaanvoerleiding beschouwd en in hoofdstuk 5 de varianten voor een waterdistributiesysteem op Schouwen-Duiveland.

In hoofdstuk 6 worden de varianten met elkaar vergeleken in een multi criteria analyse. In hoofdstuk 7 worden op hoofdlijnen de risico's van de verschillende varianten beschreven. Tenslotte worden in hoofdstuk 8 de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd.

2

GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

2.1 Varianten

Voor de variantenstudie zijn er verschillende varianten beschouwd voor de hoofdaanvoerleiding naar Schouwen-Duiveland en de waterdistributie op het eiland:

- hoofdaanvoerleiding (zie afbeelding 2.1):
 - Noorder Krammer;
 - Schelde-Rijnkanaal;
 - Haringvliet;
- waterdistributie op het eiland :
 - a ringleiding;
 - b open waterlopen.

In tabel 2.1 zijn de combinaties van varianten weergegeven die in deze notitie worden beschouwd.

Tabel 2.1 Beschouwde varianten

Varianten hoofdaanvoerleiding naar Schouwen-Duiveland	Varianten voor distributie van water op het eiland
1 Noorder Krammer	a ringleiding
	b open waterlopen
2 Schelde-Rijnkanaal	a ringleiding
	b open waterlopen
3 Haringvliet	a ringleiding
	b open waterlopen

Afbeelding 2.1 Projectgebied met 3 varianten voor de hoofdaanvoerleiding [ref. 1]



2.2 Debiten

De hoeveelheid zoetwater die door de hoofdaanvoerleidingen dient te worden getransporteerd is afhankelijk van het type distributiesysteem op Schouwen-Duiveland:

- voor de distributie met een ringleiding (a) wordt een debiet aangenomen [ref. 2] van $2 \text{ m}^3/\text{s}$;
- voor het systeem met open waterlopen (b) dient er meer water getransporteerd te worden vanwege verdampingsverliezen en een benodigd doorspoeldebiet om zout kwelwater uit het oppervlaktewatersysteem weg te spoelen. Hiervoor is het totale debiet (doorspoelen plus beregening) bepaald op $5 \text{ m}^3/\text{s}$. De totstandkoming van het doorspoeldebiet is nader beschreven in hoofdstuk 3.

2.3 Periode

De periode dat er zoetwater door de aanvoerleidingen dient te worden getransporteerd is ook afhankelijk van het type distributiesysteem op Schouwen-Duiveland. Wanneer het transport plaatsvindt hangt af van welke gewassen er dat jaar worden geteeld, en hoe de neerslag en verdamping verlopen. Voor de varianten is het volgende aangenomen:

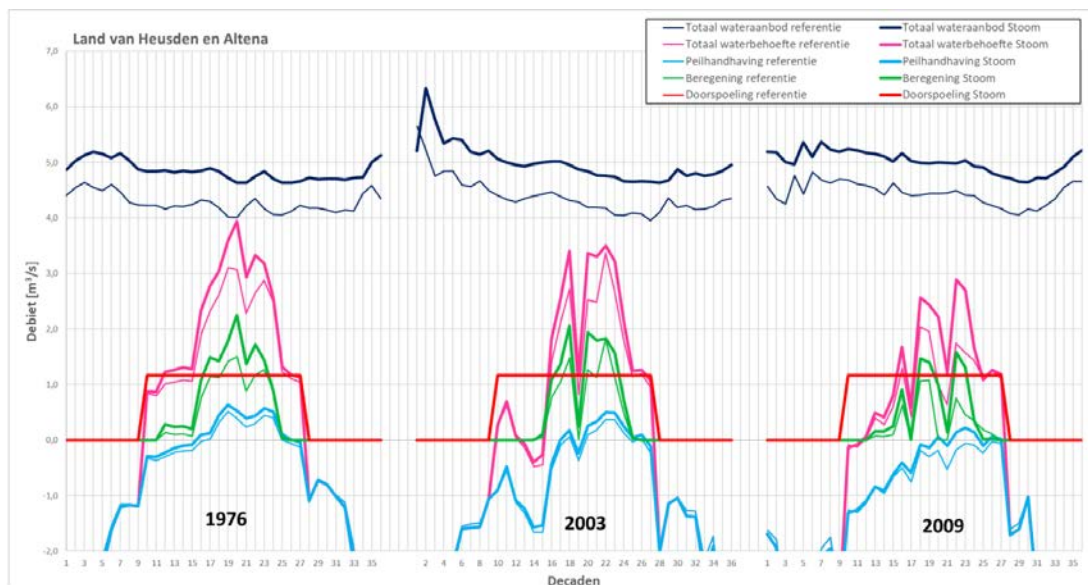
- voor de distributie met een ringleiding (a) zal er rechtstreeks vanuit de buizen beregening plaatsvinden. Hierdoor zal er alleen aangevoerd worden wanneer er beregend wordt in droge periodes. Op basis van een zoetwaterstudie die er voor het rivierengebied is gedaan door Witteveen+Bos [ref. 9], zie afbeelding 2.2, is te zien dat gedurende een droge zomer (circa 150 dagen) er in meer of mindere mate beregening nodig is. Om de energiekosten te berekenen is dit vertaald naar een aantal dagen dat op volle capaciteit beregend zou moeten worden. Dat zijn ongeveer 50 à 60 dagen. Er is daarom uitgegaan van: 60 dagen (1.440 uur) met een debiet van $2 \text{ m}^3/\text{s}$, per jaar is dat 10,4 miljoen m^3 ;
- voor het systeem met open waterlopen (b) zal er vanuit de open waterlopen beregening plaatsvinden. Vanwege verdampingsverliezen en het doorspoelen van het watersysteem dient meer debiet te worden aangevoerd voor een langere periode. Op basis van de zoetwaterstudie voor het rivierengebied [ref. 9], zie afbeelding 2.2, is dit vertaald naar een periode van netto 3 maanden fulltime wateraanvoer voor doorspoelen, peilhandhaving en beregening. Er is daarom uitgegaan van: 90 dagen (2.160 uur) met een debiet van $5 \text{ m}^3/\text{s}$, per jaar is dat 38,9 miljoen m^3 . Daarbij moet bedacht worden dat voor het doorspoelen zowel de aanvoergemalen aan moeten staan, als ook de bestaande afvoergemalen op Schouwen-Duiveland.

Met de bovenstaande periodes van zoetwateraanvoer is er rekening gehouden met het aanvoeren van water wanneer dit benodigd is. Een mogelijk alternatief, dat in een vervolgfase uitgewerkt zou kunnen worden, is om een (boven- of ondergrondse) zoetwater buffer op Schouwen-Duiveland in te richten. Het water kan dan

worden aangevoerd op tijdstippen dat elektriciteit goedkoper is (bijvoorbeeld in de nacht). Tegenover de extra kosten voor de inrichting van een buffer staan dan lagere energiekosten.

In een oppervlaktewatersysteem kan de glastuinbouw geen zoet water bufferen, omdat de chlorideconcentraties in de winter zullen oplopen. Daarnaast is het volume berging in het oppervlaktewatersysteem ten opzichte van het aanvoerdebiet relatief klein.

Afbeelding 2.2 Voorbeeld verloop beregeningsvraag over het seizoen (groene lijnen) voor het aanvoergebied Land van Heusden en Altena in drie droge jaren (ref. 9). 1976 is qua droogte redelijk vergelijkbaar met 2018. Referentie is de huidige situatie en Stoom is het Wh klimaatscenario in 2050



2.4 Opvoerhoogte

Voor de variantenstudie dient de opvoerhoogte van de pompen per variant bepaald te worden om zodoende te bepalen of de betreffende pompen leverbaar zijn en om een inschatting van de energiekosten te bepalen. Voor de pompen wordt aangenomen dat de maximale opvoerhoogte 30 á 35 m is. Om de benodigde opvoerhoogtes te verlagen kan de leidingdiameter worden vergroot (vermindering weerstand) of kan er een extra pompstation worden gerealiseerd (booster).

De maximale opvoerhoogte van 30 á 35 m is gekozen zodat de pompen een relatief hoog debiet kunnen leveren. Er zijn pompen met hogere opvoerhoogtes verkrijgbaar maar het debiet wordt dan dusdanig laag dat er voor de benodigde debieten een groot aantal pompen benodigd zijn (>10), dit wordt gezien als ongewenst. Het voordeel van meerdere pompen is dat bij variërend debiet pompen kunnen worden bij- of afgeschakeld en het op en af toeren is begrensd. Zodoende blijft de efficiëntie van de pompen optimaal en leidt dit tot minder energieverbruik dan bij minder pompen die suboptimaal moeten pompen. Het bepalen van het aantal en type pompen dient in een vervolgfase uitgevoerd te worden.

Voor het bepalen van de opvoerhoogte van de pompstations van de hoofdaanvoerleiding is enkel rekening gehouden met het wrijvingsverval over de leiding. Er wordt vanuit gegaan dat het in- en uitstroompunt op dezelfde hoogte liggen en de verliezen door bochten, afsluiters etc. worden in deze fase verdisconteerd in de leidingweerstand.

Op basis van de wandruwheid bepalen we het wrijvingsverlies met de formule van Darcy-Weisbach ($\Delta H_W = \lambda \frac{v^2}{2g} \frac{L}{D}$), met λ de dimensie loze Darcy-wrijvingscoëfficiënt. De lengte en de leidingdiameter hebben de grootste invloed op het totale wrijvingsverlies en de opvoerhoogte. Daarnaast heeft de gladheid van het leidingmateriaal invloed op de wrijvingscoëfficiënt en daarmee op het wrijvingsverlies.

Distributiesysteem

Voor het vergelijken van de varianten van de hoofdaanvoerleiding wordt enkel het aanvoeren van het water beschouwd tot aan het begin van de ringleiding (a) of tot aan het begin van het oppervlaktewatersysteem (b). Voor het distributiesysteem via zowel de ringleiding of via het oppervlaktewatersysteem is uit gegaan van levering van water tot aan het perceel (middels 340 aftappunten van de ringleiding en middels watergangen langs de percelen bij het oppervlaktewatersysteem). De agrariërs zorgen zelf voor de benodigde pompen die de beregeningshaspels in werking stellen.

Het doorgespoelde hoofdwatergangensysteem zoals weergegeven op de schetskaart in bijlage II moet ook worden gezien als een soort ringleiding. Deze watergangen worden door het doorspoelen het meest zoet. Boeren kunnen eventueel met lange haspels water onttrekken uit de dichtstbijzijnde hoofdwatergang met zoet water. De secundaire/tertiaire waterlopen worden niet doorgespoeld met zoet water. Hoe zoet deze secundaire/tertiaire watergangen zouden gaan worden is op voorhand niet te voorspellen want afhankelijk van de lokale situatie (wel of geen zoute kwel in de zomer). Wel is het zo dat als er eenmaal voor beregening wordt onttrokken aan een secundaire/tertiaire watergang, het zoete water uit de hoofdwatergang dan die watergang in zal trekken.

2.5 Leidingeigenschappen hoofdaanvoerleidingen

Voor het bepalen van de eigenschappen van de hoofdaanvoerleiding(en) is rekening gehouden met het aantal leidingen, leidingmateriaal, diameters en wanddikten.

Aantal leidingen

In deze variantenstudie is rekening gehouden met één aanvoerleiding voor het tracé aangezien de verwachting is dat dit goedkoper is dan twee leidingen. Dit geldt zowel voor de materiaalkosten als de kosten voor de aanleg. Wanneer er twee leidingen worden aangelegd dient de benodigde sleuf voor de aanleg en leidingstrook breder te zijn. Voordeel van twee leidingen is dat er minder diep hoeft te worden gegraven indien bemaling een probleem is en daarnaast is er bij leidingbreuk meer leveringszekerheid. Daarnaast kan met een gestuurde boring een kleinere leidingdiameter een voordeel zijn aangezien de benodigde trekkracht per leiding kleiner is. Een keuze voor twee leidingen kan in een volgende fase als optimalisatie verder worden uitgewerkt.

Leidingmateriaal

Voor het leidingmateriaal wordt er rekening gehouden met een GVK (Glasvezelversterkte Kunststof) leiding. Dit composietmateriaal is dunwandig, niet gevoelig voor corrosie en duurzaam. Andere leidingmaterialen zoals HDPE, staal of beton zijn in deze fase niet gekozen omdat:

- HDPE is dikwandig en niet beschikbaar in de benodigde diameters (maximaal circa 1.000 mm);
- staal is gevoelig voor corrosie, en vormt een risico in het zoute milieu van het projectgebied;
- beton is een mogelijkheid voor de veldstrekking maar niet voor de boringen. In deze fase van het project gaan wij uit van één leidingmateriaal. Bij de overgangen van bijvoorbeeld een gestuurde boring naar veldstrekking kan overwogen worden om van materiaal te wisselen. Dit is een optimalisatie voor een volgende fase;
- GVK heeft een gladde wandruwheid wat gunstig is voor de energiekosten ($k=0,3$ mm).

Diameters en wanddikten

Voor de enkele GVK aanvoerleiding zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd voor de bepaling van de diameters en wanddikten:

- voor de aanvoerleiding wordt er naar gestreefd een maximale stroomsnelheid in de leidingen te krijgen van circa 1,0- 2,0 m/s voor de verschillende varianten. Uit ervaring blijkt dat het optimum tussen realisatiekosten en de energiekosten zich in deze range van snelheden bevindt. Een kleine leidingdiameter leidt tot lagere constructiekosten, maar de energiekosten nemen met de 4^e macht toe bij kleinere diameters;

- de sterkteklasse van de leiding dient in een volgende fase te worden berekend. De klasse van de leiding is afhankelijk van de interne drukken en de externe belastingen. In deze fase wordt uitgegaan van PN10 en SN10000 [ref. 3].

Op basis van bovenstaande uitgangspunten zijn de leidingeigenschappen voor de verschillende varianten weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Leidingeigenschappen GVK leiding

Eigenschappen	Variant 1a, 2a en 3a	Variant 1b, 2b en 3b
debiet [m ³ /s]	2,00	5,00
buitendiameter [mm]	1.280	2.000
binnendiameter [mm]	1.226	1.914
wanddikte [mm] PN10	27	43
snelheid [m/s]	1,70	1,74
ruwheid (k) [mm]	0,3	0,3
wrijvingscoëfficiënt (λ)	0,015	0,015

2.6 Waterkwaliteit

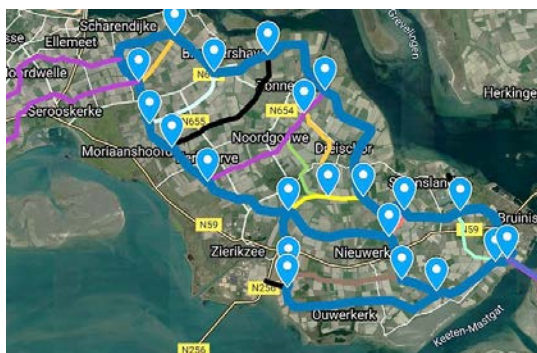
Voor de waterkwaliteit van het aangevoerde water is een zo laag mogelijke chloride concentratie gewenst, in verband met het doel van beregening van gewassen. In hoofdstuk 3 is dit verder uitgewerkt.

2.7 Aansluiting Schouwen-Duiveland

De aansluiting op Schouwen-Duiveland is afhankelijk van het type distributiesysteem:

- voor de distributie met een ringleiding (a) zal de aanvoerleiding aansluiten op de ringleiding zoals deze schetsmatig is ontworpen in [ref. 2], zie afbeelding 2.3;
- voor het systeem met open waterlopen (b) zal de aanvoerleiding aansluiten op een centraal punt op Schouwen-Duiveland (zie afbeelding 2.3). Dit centrale punt (rode vierkantje) is vanwege een relatief hoog waterpeil en weinig zoute kwel gunstig gelegen voor de verdere distributie van het zoete aanvoerwater via het oppervlaktewatersysteem. Daarmee wordt voorkomen dat het aanvoerwater al meteen bij aankomst op Schouwen-Duiveland wordt opgeladen met chloride door zoute kwel. Dit punt ligt net ten westen van de plas Dijkwater. Dit is een Natura2000 gebied en om deze niet te verstoren is voor gekozen om de aanvoerleiding hier niet uit te laten monden. Vanaf het centrale punt dienen bestaande waterlopen te worden verruimd voor de verschillende routes waar het water zich verdeelt.

Afbeelding 2.3 Overzicht distributiesysteem ringleiding (links) en het aansluitingspunt voor de open waterlopen (rechts)



2.8 Investeringskosten

Voor deze verkenning (initiatieffase) zijn de verschillende varianten onder andere vergeleken op basis van een SSK kostenraming. De kostentechnische verschillen van de varianten worden met deze ramingen inzichtelijk gemaakt. Deze vergelijking is nadrukkelijk niet geschikt voor een budgetaanvraag, omdat er in deze fase nog te veel risico's en onzekerheden voor een budgetraming zijn. De raming is daarom ook bewust niet in deze rapportage opgenomen, om de besluitvorming niet onterecht te beïnvloeden.

Er is bewust voor gekozen om voor alle varianten dezelfde kostensystematiek te hanteren, om de varianten onderling vergelijkbaar te maken. Voor de ringleiding waarmee distributie van water over het eiland plaats zou vinden is voor de hoeveelheden en afmetingen van de materialen (leidingensysteem en gemalen) gebruik gemaakt van plan 'De Puupe', maar is vervolgens dezelfde kostensystematiek gehanteerd als voor de andere varianten.

In de kostenraming zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- deterministische raming van de investeringskosten;
- bedrijfseconomische raming;
- variatiecoëfficiënt investeringskosten 40 à 50%, levensduurkosten > 50 %;
- exclusief omzetbelasting;
- in de objecten is rekening gehouden met object gebonden risico's en niet met projectgebonden risico's. De projectgebonden risico's betreffen met name overige risico's zoals juridische, organisatorische, maatschappelijke, ruimtelijke en financiële risico's.

2.9 Energiekosten

Voor de vergelijking van de varianten worden de energiekosten van de pompstations bepaald. Voor de energiekosten van het pompstation wordt gebruik gemaakt van de volgende stappen:

- het benodigde vermogen is bepaald met de formule $P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot h}{\eta}$. Hierbij wordt een efficiëntie aangenomen van 80 %;
- het vermogen wordt vermenigvuldigd met het totaal aantal draaiuren om het aantal kWh te bepalen;
- er wordt uitgegaan van een prijs per kWh van 0,10 EUR.

De jaarlijkse energiekosten per variant zijn bepaald op basis van de pompkosten van de aanvoergemalen, en bij de b-varianten (distributie via het oppervlaktewatersysteem) ook de extra pompkosten van de bestaande afvoergemalen in verband met het doorspoelen van het oppervlaktewatersysteem.

2.10 Onderhoudskosten

Per variant zijn de onderhoudskosten ingeschat op basis van standaard kentallen voor onderhoudskosten per object.

3

TOTSTANDKOMING BENODIGDE DOORSPOELDEBIET OPEN WATERSYSTEEM

Voor de bepaling van het benodigde doorspoeldebiet van een open watersysteem is een water- en stoffenbalans opgesteld op basis van beschikbare metingen over de periode januari 2010 - oktober 2020. Aan de hand van deze balans is een inschatting gemaakt van de te verwachten chlorideconcentratie bij de gemalen bij verschillende doorspoeldebieten en bij verschillende chlorideconcentraties van het aanvoerwater. In onderstaande paragrafen worden achtereenvolgens de gebruikte gegevens, aannames, de aanpak, en resultaten gepresenteerd.

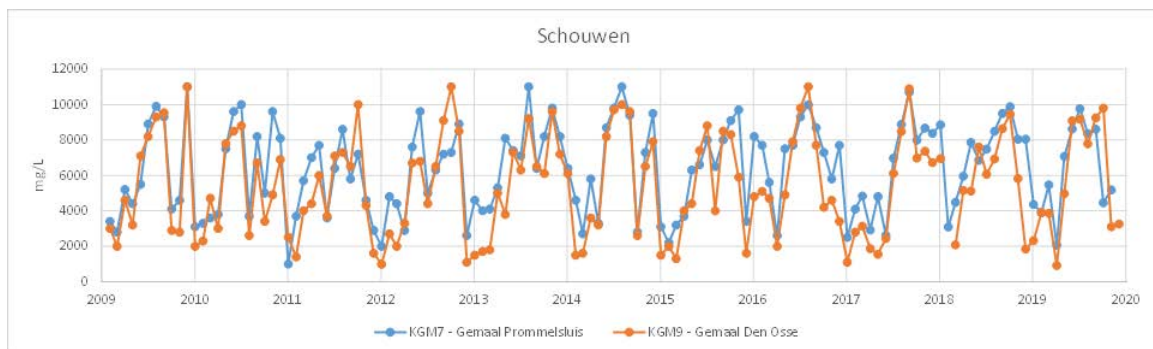
3.1 Gebruikte gegevens

Voor de water- en stoffenbalansen zijn de volgende aangeleverde gegevens gebruikt:

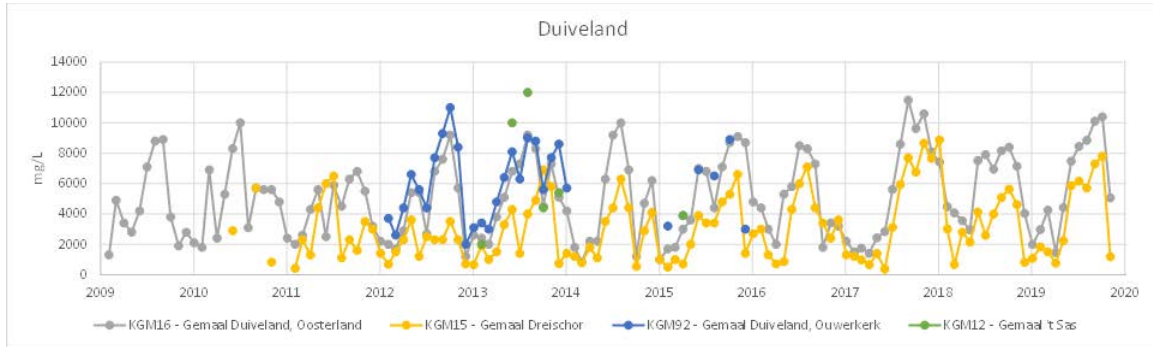
- maandelijkse chloridemetingen over de periode januari 2010 - oktober 2020 van gemalen Den Osse, Prommelsluis, 't Sas, Duiveland (2x) en Dreisschor. Er is aangenomen dat de aangeleverde waarden maandgemiddelde waarden zijn, of representatief voor de betreffende maand;
- maalstaten van de hierboven genoemde gemalen.

Het verloop van de chlorideconcentraties van het oppervlaktewater bij de verschillende gemalen op Schouwen en Duiveland is opgenomen in de onderstaande afbeeldingen.

Afbeelding 3.1 Chloridemetingen Schouwen (het jaartal staat steeds bij 1 januari van het betreffende jaar)



Afbeelding 3.2 Chloridemetingen Duiveland (het jaartal staat steeds bij 1 januari van het betreffende jaar)



In afbeeldingen 3.1 en 3.2 is te zien dat de chlorideconcentraties in de winter relatief laag zijn, en in de zomer relatief hoog. Dit is te verklaren door de verdunning van zout kwelwater met neerslagwater, als gevolg van het neerslagoverschot in de winter. Echter, bij de meeste gemalen (behalve gemaal Dreischor) is ook in de winter de chlorideconcentratie nog steeds minimaal circa 2.000 mg Cl/l, wat te zout is voor beregening in de landbouw. In de zomer lopen de chlorideconcentraties in de watergangen hoger op, tot soms 10.000 mg Cl/l, omdat het neerslagoverschot dan omslaat in een neerslagtekort waardoor de zoute kwelaanvoer niet meer wordt verdund met regenwater.

Opgemerkt wordt dat een hoge chlorideconcentratie in de watergangen in de zomer niet wil zeggen dat de zoutvrucht naar de watergangen hoger is dan in de winter. Want als de grondwaterstanden in de zomer door verdamping lager worden dan de peilen in de watergangen, treedt geen grondwaterafvoer en dus ook geen zoutvrucht naar de watergangen meer op. In het najaar en de winter worden de grondwaterstanden gemiddeld weer hoger dan de oppervlaktewaterpeilen, en neemt de (zoute) grondwaterafvoer naar drains en waterlopen weer toe.

3.2 Aannames

De basisgegevens waren niet geheel compleet. Daarom zijn enkele aannames gedaan:

- enkele missende waarden van chlorideconcentraties zijn geïnterpoleerd;
- bij gemaal Dreischor ontbraken chloridemetingen van voor mei 2011. Het verloop van de chlorideconcentratie is vergelijkbaar met KGM16 (gemaal Duiveland, Oosterland), alleen zijn de chlorideconcentraties lager. De missende waarden zijn naar rato van afvoer ten opzichte van KGM16 aangenomen;
- bij gemaal Duiveland, Ouwerkerk (KGM92) en gemaal 't Sas (KGM12) ontbraken de chloridemetingen voor meerdere periodes. Voor de periodes waarvoor wel data beschikbaar is, is het verloop van de chlorideconcentratie van beide gemalen vergelijkbaar met KGM16. Daarom is voor de periodes zonder data de chloridemeting van KGM16 aangehouden.

3.3 Methode bepalen gewenst aanvoerdebiet

Met een water- en stoffenbalans is per gemaal de uitgaande zoutvrucht (kg/s) in de huidige situatie bepaald door vermenigvuldiging van de gemeten chlorideconcentratie (kg/m³) met de gemeten gemaalafvoer (m³/s) van de afgelopen jaren. De chlorideconcentratie bij de gemalen is waar het water het zoutst is, omdat het water daar maximaal heeft kunnen opladen met zout, als gevolg van de zoute kwel naar de waterlopen.

Vervolgens is in de water- en stoffenbalans het doorspoelen met externe wateraanvoer gesimuleerd door in de zomerperiode een doorspoeldebiet met de chlorideconcentratie van de bron van het water (Haringvliet, Schelde-Rijnkanaal of Krammer Noord) aan de balans toe te voegen. Naast de zoutvrucht door zoute kwel komt er hierdoor nog een inkomende zoutvrucht op het oppervlaktewatersysteem, die bepaald wordt door

de chlorideconcentratie van de bron van het aanvoerwater. Door de totale zoutvracht (vanuit zoute kwel en inkomend via het doorspoeldebiet) te delen door de som van de gemeten afvoer plus het doorspoeldebiet, is een nieuwe chlorideconcentratie bij het gemaal berekend.

Vervolgens is per gemaal voor de drie bronnen van het aanvoerwater en verschillende aanvoerdebieten bepaald wat de zomergemiddelde chlorideconcentratie bij de gemalen wordt. Op basis hiervan kan een gewenst aanvoerdebiet worden bepaald.

3.4 Resultaat

De uit de analyse volgende doorspoeldebieten per gemaal zijn opgenomen in tabel 3.1 tot en met tabel 3.3. Figuren van de berekende chlorideconcentraties per gemaal bij verschillende doorspoeldebieten en chlorideconcentraties zijn opgenomen in bijlage I.

Tabel 3.1 Berekende doorspoeldebieten (m3/s) per gemaal bij chlorideconcentratie aanvoerwater 95 mg/L (Haringvliet) voor realisatie van verschillende zomergemiddelde chlorideconcentraties bij het gemaal

Gemaal ID	KGM7	KGM9	KGM12	KGM15	KGM16	KGM92	TOTAAL
gemaal/berekende chlorideconcentratie	Prommel sluis	Den Osse	gemaal 't Sas	gemaal Dreischor	gemaal Duiveland, Oosterland	gemaal Duiveland, Ouwerkerk	
400 mg/L	9,68	1,45	1,14	0,38	1,43	2,83	16,90
600 mg/L	5,56	0,81	0,63	0,19	0,78	1,59	9,55
800 mg/L	3,78	0,53	0,42	0,11	0,51	1,06	6,40
1.000 mg/L	2,79	0,38	0,30	0,07	0,36	0,76	4,66
1.200 mg/L	2,17	0,28	0,22	0,05	0,27	0,58	3,57

Tabel 3.2 Berekende doorspoeldebieten (m3/s) per gemaal bij chlorideconcentratie aanvoerwater 300 mg/L (Schelde-Rijnkanaal) voor realisatie van verschillende zomergemiddelde chlorideconcentraties bij het gemaal

gemaal ID	KGM7	KGM9	KGM12	KGM15	KGM16	KGM92	TOTAAL
gemaal/berekende chlorideconcentratie	Prommel sluis	Den Osse	Gemaal 't Sas	Gemaal Dreischor	Gemaal Duiveland, Oosterland	Gemaal Duiveland, Ouwerkerk	
400 mg/L	29,98	4,63	3,57	1,25	4,57	8,88	52,89
600 mg/L	9,49	1,41	1,09	0,34	1,37	2,74	16,45
800 mg/L	5,40	0,78	0,60	0,17	0,75	1,53	9,22
1.000 mg/L	3,66	0,51	0,39	0,10	0,48	1,01	6,15
1.200 mg/L	2,70	0,36	0,28	0,06	0,34	0,73	4,46

Tabel 3.3 Berekende doorspoeldebieten (m³/s) per gemaal bij chlorideconcentratie aanvoerwater 500 mg/L (Krammer Noord). voor realisatie van verschillende zomergemiddelde chlorideconcentraties bij het gemaal. (Voor realisatie van een concentratie van 600 mg/L worden onrealistisch hoge aanvoerdebieten berekend)

gemaal ID	KGM7	KGM9	KGM12	KGM15	KGM16	KGM92	TOTAAL
Gemaal/berekende chlorideconcentratie	Prommel sluis	Den Osse	Gemaal 't Sas	Gemaal Dreischor	Gemaal Duiveland, Oosterland	Gemaal Duiveland, Ouwerkerk	
600 mg/L	-	-	-	-	-	-	-
800 mg/L	9,13	1,35	1,03	0,30	1,30	2,60	15,71
1.000 mg/L	5,19	0,74	0,56	0,15	0,70	1,44	8,79
1.200 mg/L	3,51	0,48	0,37	0,08	0,45	0,95	5,85

Op basis van deze analyses is gekozen voor een aanvoerdebiet van 5 m³/s voor het oppervlaktewatersysteem. Met dit debiet kunnen naar verwachting vergelijkbare chlorideconcentraties worden gerealiseerd als op Tholen (circa 1.200 à 1.500 mg Cl/l bij de gemalen).

4

VARIANTENSTUDIE HOOFDAANVOERLEIDING

Er zijn 3 varianten van de hoofdaanvoerleiding beschouwd, te weten Noorder Krammer (variant 1), Schelde-Rijnkanaal (variant 2) en Haringvliet (variant 3). Deze worden in dit hoofdstuk gepresenteerd.

4.1 Variant 1: Noorder Krammer

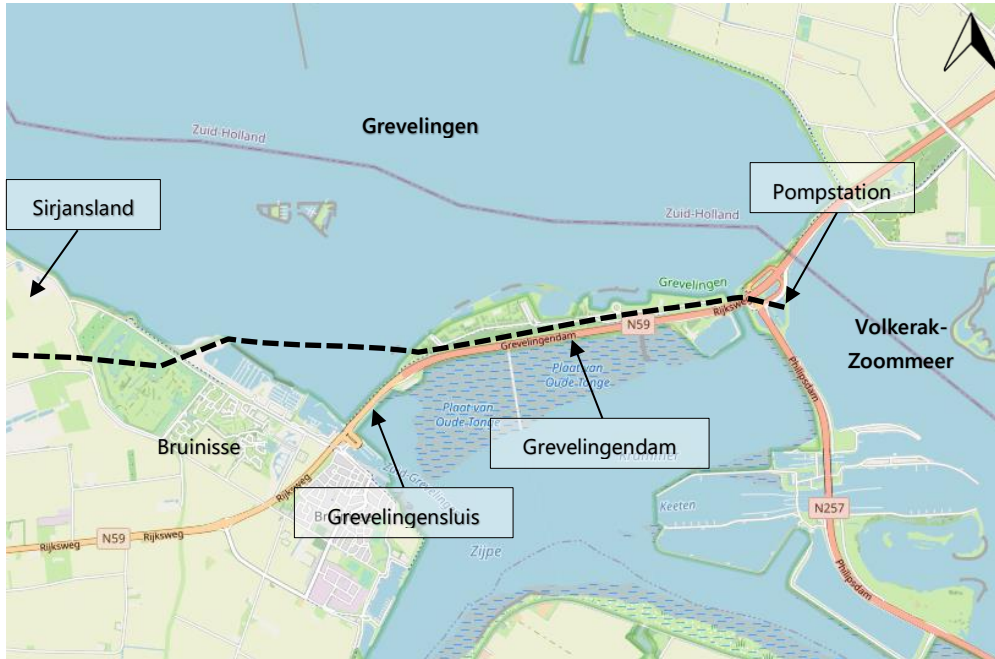
4.1.1 Algemeen

Deze variant voor de aanvoerleiding transporteert zoetwater van Noorder-Krammer (Volkerak-Zoommeer) naar Schouwen-Duiveland. Hierbij loopt de leiding het eerste deel parallel aan de N59 over de Grevelingendam. Ter plaatse van het smalle deel van de dam buigt de aanvoerleiding af naar het westen onder de Grevelingen met gestuurde boringen en komt aan land in Sirjansland. In afbeelding 4.1 is het overzicht van het leidingverloop weergegeven tot aan Schouwen-Duiveland.

Tabel 4.1 Hoofdonderdelen variant 1, met a) ringleiding en b) open waterlopen

Nr.	Onderdeel	Beschrijving	Lengte
1	inlaatpunt en pompstation	ter plaatse van Noorder Krammer	
2	verbinding	Parallel aan N59 over Grevelingendam	3,6 km
3	boring	onder de Grevelingen en golfbaan	3,8 km
4	aansluiting	a) en b) op Schouwen-Duiveland	1,9 km (a) en 5,3 km (b)
		totaal	9,3 km (a) en 12,7 km (b)

Afbeelding 4.1 Overzichtstekening variant 1



4.1.2 Hoofdonderdelen

1. Inlaatpunt en pompstation

Het inlaatpunt en pompstation is gepland ten zuiden van de N59, bij de kruising van de N59 en N257 op de Grevelingendam (zie afbeelding 4.2). De Grevelingendam betreft een primaire waterkering (zie bijlage III.1) en er dient gebouwd te worden in de kernzone. Het water wordt uit het Volkerak-Zoommeer gehaald met een zuigleiding door de waterkering. Het pompstation wordt dichtbij het inlaatpunt gerealiseerd om zo de lengte van de zuigleiding te minimaliseren.

Afbeelding 4.2 Indicatie van de locatie van het inlaatpunt met het pompstation van variant 1



2. Verbinding

Het leidingverloop loopt het eerste deel tot aan de kruising van de N59 met de N257 en volgt daarna het tracé van de N59. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de leiding parallel loopt aan de waterkering en in de kernzone ligt (zie bijlage iii.1). Conform de NEN-3651 [ref.4] is het leggen van een leiding in de lengterichting in of op een waterkering, dan wel in of op het theoretisch profiel van een waterkering, niet toelaatbaar. In uitzonderlijke gevallen mag daarvan worden afgeweken als daartoe dringende planologische redenen bestaan. Minimaal moeten dan stabiliteitsbeschouwingen worden uitgevoerd en een risicoanalyse van het niet-functioneren van de waterkering met de leiding. Dit om aan te tonen dat de situatie aanvaardbaar is bij een adequate beheerzorg van de leiding gedurende de bedrijfsvoering en compensatoire maatregelen, bijvoorbeeld het plaatsen van damwanden. Deze extra maatregelen die benodigd zijn voor de verbinding kunnen leiden tot hogere kosten van deze variant.

Daarnaast dient men rekening te houden met de windmolens op de Grevelingendam en de kruising van de Flakkeese spuisluis en de N59.

3. Boring

Voor de boring van de aanvoerleiding wordt onder andere rekening gehouden met de restricties vanwege Natura 2000 gebieden en de richtlijnen voor gestuurde boringen.

Natura 2000

De boring vanaf de Grevelingendam tot aan Sirjansland loopt door het Natura 2000 gebied dat onderdeel is van de Oosterschelde (zie bijlage iii.1). De voorkeur qua aanlegmethodiek gaat uit naar een horizontaal gestuurde boring (horizontal directional drilling, HDD) aangezien het natuurgebied dan niet wordt verstoord. Er vinden geen graafwerkzaamheden plaats in het natuurgebied en er is ook geen sprake van vertroebeling van het oppervlaktewater (zoals bij het baggeren van een sleuf).

Ontwerprichtlijnen

In de NEN-3651 [ref.4] en de richtlijn boortechniek [ref.5] worden de ontwerprichtlijnen voor gestuurde boringen beschreven:

- conform de norm dient de minimale vereiste dekking ten opzichte van de bodem van het kanaal 10 m te zijn. De in- en uitredepunten van een HDD-boring onder een waterweg moeten altijd buiten de veiligheidszone van de waterkering liggen. Deze veiligheidszone is opgebouwd uit een stabiliteitszone en een verstoringszone;
- conform de norm dient men bij het tracé van de boring rekening te houden met de minimale kromtestraal van de leiding. Voor het behalen van de specifieke kromtestraal dient men tot een bepaalde diepte te boren en voldoende afstand te houden van de waterkering. Het kan voorkomen dat niet de benodigde dekking maar de kromtestraal uiteindelijk de maximale diepte van de boring bepaald.

Een maximale lengte indicatie voor een 100 tons booropstelling is circa 1.000 m, met diameters 500-1.200 mm [ref. 6]. Methoden om langere gestuurde boringen te realiseren zijn:

- boren met een 250 tons booropstelling. Hiermee kan een grotere trekkracht worden gerealiseerd;
- de 'meet in the middle' methode waarbij men vanaf beide zijden boort naar het midden. Eén boorkop wordt dan verder geduwd (tegen de kop die wordt teruggetrokken) om het boorgat te realiseren;
- daarnaast kan men om de benodigde kracht te realiseren om de leiding door het boorgat te trekken, gelijktijdig duwen met zogenaamde 'thrusters'.

Ontwerp

In afbeelding 4.3 is schematisch het tracé van de boring weergegeven, hierbij is rekening gehouden met:

- vanwege het tracé en de technische restricties van de gestuurde boring is er voor gekozen om 2 boringen uit te voeren, onder de Grevelingen en onder de golfbaan, die op elkaar aansluiten. Deze boringen kunnen gerealiseerd worden met de bovenstaande genoemde methoden;
- het smalste deel van de Grevelingen langs het tracé is circa 2,0 km. Hierbij komt men uit bij een schiereilandje, net ten noorden van de jachthaven van Bruinisse, dat net geen Natura 2000 gebied is en een buitendijks gebied betreft (zie bijlage III.1). De totale afstand van de boring onder de Grevelingen is circa 2,3 km. Er is aangenomen dat boren nabij de Grevelingendam (in de beschermingszone) mogelijk is in samenwerking en overleg met het bevoegd gezag;

- voor de aansluiting in Sirjansland wordt een tweede boring onder de golfbaan Grevelingenhout aangelegd. De totale afstand van deze boring, rekening houdende met voldoende afstand van de primaire waterkering, is circa 1,5 km;
- de Grevelingen is relatief ondiep met een maximale diepte langs het tracé van circa 12 m (zie bijlage III.1);
- wanneer het boorgat van de gestuurde boring is gerealiseerd wordt de leiding door het boorgat getrokken. De uitlegruimte van de leiding is gelimiteerd ter plaatse van het tussenpunt vanwege het Natura 2000 gebied en de primaire waterkering. Ter plaatse van de Grevelingendam en in Sirjansland is echter voldoende ruimte voor het uitleggen van de leidingen;
- voor variant 1b dienen er vanwege de diameter van de leiding 2 parallelle boringen te worden gerealiseerd (2 maal rond 1.000 mm).

Afbeelding 4.3 Schets tracé boring variant 1

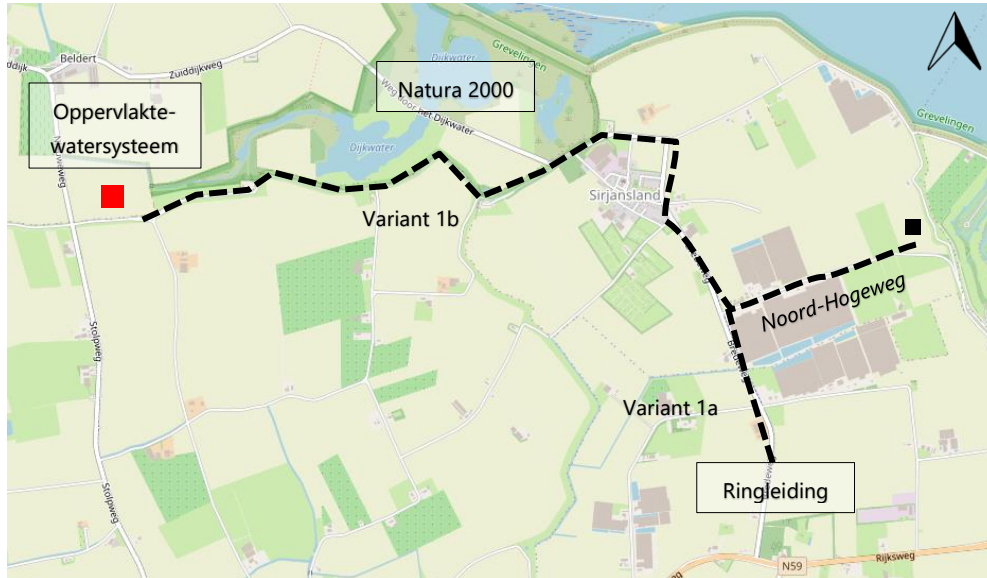


4. Aansluiting

Voor de aansluiting vanaf de boring geldt het volgende voor de 2 varianten (zie afbeelding 4.4):

- **ringleiding (a)**. Vanaf de boring is de aansluiting op het ontwerp van de ringleiding het kortst wanneer het tracé allereerst de Noord-Hogeweg volgt en daarna parallel loopt aan de Bredeweg richting het zuiden. De aanvoerleiding wordt beschouwd tot aan de aansluiting;
- **open waterloop (b)**. Vanaf de boring naar de aansluiting op het punt centraal op Schouwen-Duiveland volgt het tracé allereerst de Noord-Hogeweg en daarna de Bredeweg richting het noorden en de Noordijk richting het westen.

Afbeelding 4.4 Schets tracé op Schouwen-Duiveland van variant 1a en 1b [ref. 9]



4.1.3 Samenvatting hoofdaanvoerleiding

In tabel 4.5 zijn de verschillende kenmerken van variant 1a en 1b samengevat.

Tabel 4.2 Samenvatting variant 1a en 1b

Parameter	Variant 1a	Variant 1b
debiet [m ³ /s]	2,00	5,00
diameter aanvoerleiding [mm]	1.280	2.000
lengte aanvoerleiding [km]	9,3	12,7
lengte boring [km]	3,8	3,8
lengte veldstrekking [km]	5,5	8,9
type boring	2 maal HDD 1.280 mm*	2 maal HDD 2x 1.000 mm*
opvoerhoogte [m]	16,0	26,9

* Er moet van twee kanten geboord worden, daarom 2 maal HDD. Voor variant 1b is uitgegaan van twee buizen van 1.000 mm.

De opvoerhoogte van het pompstation is bepaald aan de hand van de diameter, de lengte en de wandruwheid zoals toegelicht in 2.4. Dit is de benodigde opvoerhoogte tot aan de aansluiting met de ringleiding (a) of open waterloop (b).

4.1.4 Energiekosten

In tabel 4.3 is een indicatie van de jaarlijkse energiekosten gegeven van het pompstation van de aanvoerleiding voor variant 1a en 1b.

Tabel 4.3 Energiekosten variant 1a en 1b

Onderdeel	Variante 1a	Variante 1b
draaiuren per jaar [uur]	1.440	2.160
opvoerhoogte [m]	16,0	26,9
vermogen per jaar [MWh]	564	3.566
energiekosten per jaar [EUR]	56.400	356.600

4.2 Variant 2: Schelde-Rijnkanaal

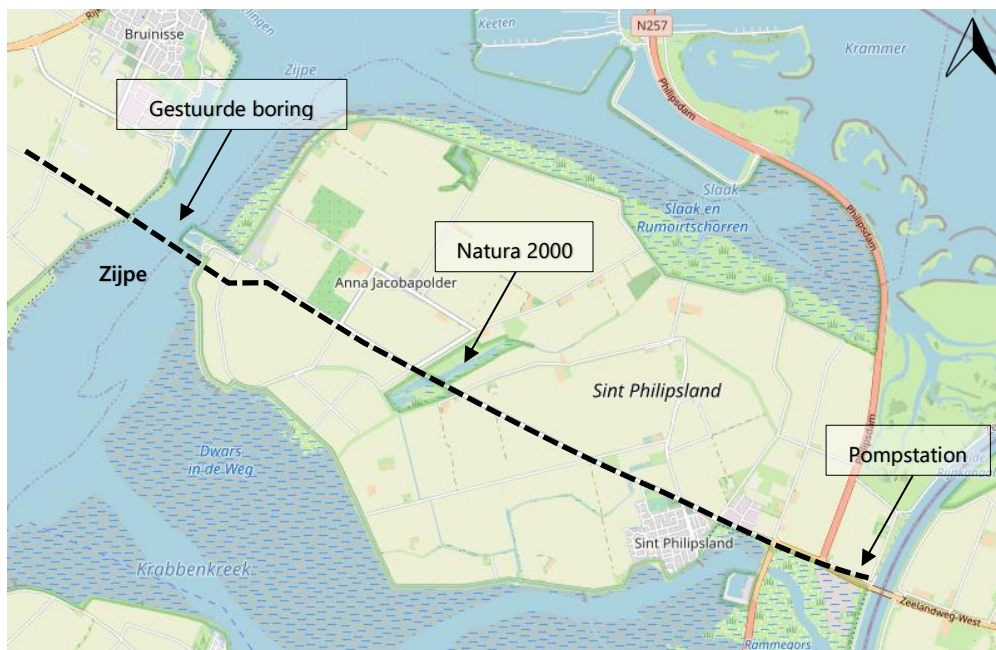
4.2.1 Algemeen

Deze variant voor de aanvoerleiding transporteert zoetwater van het Schelde-Rijnkanaal (Volkerak-Zoommeer) naar Schouwen-Duiveland. Hierbij loopt de leiding parallel aan de rijksweg in de Anna Jacobapolder tot aan het Zijpe. Ter plaatse van het Zijpe wordt de aanvoerleiding met een gestuurde boring onder het Zijpe aangelegd en komt aan op Schouwen-Duiveland ten zuiden van Bruinisse. In afbeelding 4.5 is het overzicht van het leidingverloop weergegeven tot aan Schouwen-Duiveland.

Tabel 4.4 Hoofdonderdelen variant 2, met a) ringleiding en b) open waterlopen

Nr.	Onderdeel	Beschrijving	Lengte
1	inlaatpunt en pompstation	ter plaatse van Schelde-Rijnkanaal	
2	verbinding	parallel aan rijksweg door Anna Jacobapolder	6,8 km
3	boring	onder het Zijpe	1,3 km
4	aansluiting	a) en b) op Schouwen-Duiveland	0,4 km (a) en 7,4 km (b)
		totaal	8,5 km (a) en 15,5 km (b)

Afbeelding 4.5 Overzichtstekening variant 2 [ref. 9]

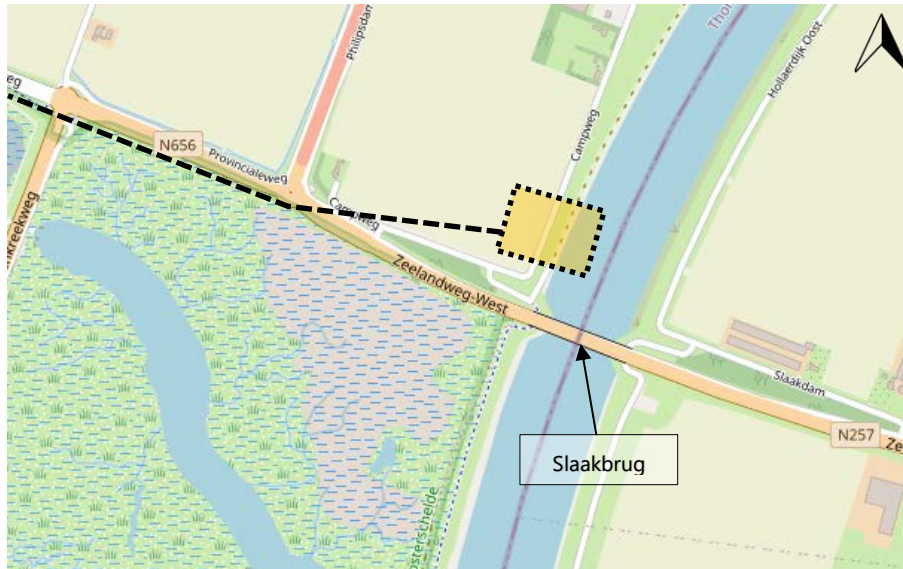


4.2.2 Hoofdonderdelen

1. Inlaatpunt en pompstation

Het inlaatpunt en pompstation is gepland ten noorden van de N257, bij de Slaakbrug over het Schelde-Rijnkanaal (zie afbeelding 4.6). De waterkering ter plaatse van het Schelde-Rijnkanaal betreft een primaire waterkering (zie bijlage I.2). Het water wordt uit het kanaal gehaald met een zuigleiding door de waterkering. Het pompstation wordt dichtbij het inlaatpunt gerealiseerd om zo de lengte van de zuigleiding te minimaliseren.

Afbeelding 4.6 Indicatie van de locatie van het inlaatpunt met het pompstation van variant 2 [ref. 9]



2. Verbinding

Het leidingverloop volgt de rijksweg in het verlengde van de N257 naar het noordwesten in de richting van het Zijpe. In de Anna Jacobapolder is een Natura 2000 gebied gelegen (zie bijlage iii.2) dat onderdeel is van de Oosterschelde. Rond de rijksweg is een strook van circa 20 m die niet in het natuurgebied valt, en waar de aanvoerleiding kan worden aangelegd.

Vanwege het aantal kruisingen met doorgaande wegen en in- en uitritten van percelen is ervoor gekozen om de leiding aan de zuidkant van de rijksweg te leggen. Wanneer hier toch een ruimtegebrek is, kan besloten worden om de leiding onder het fietspad aan te leggen aan de noordzijde van de rijksweg.

3. Boring

Voor de boring van de aanvoerleiding wordt onder andere rekening gehouden met de restricties vanwege Natura 2000 gebieden en de richtlijnen voor gestuurde boringen.

Natura 2000

De boring onder het Zijpe loopt door het Natura 2000 gebied dat onderdeel is van de Oosterschelde (zie bijlage iii.2). De voorkeur qua aanlegmethodiek gaat uit naar een gestuurde boring aangezien het natuurgebied dan niet wordt verstoord. Er vinden bij deze methodiek geen graafwerkzaamheden plaats in het natuurgebied en er is ook geen sprake van vertroebeling van de watergang (zoals bij het baggeren van een sleuf).

Ontwerprichtlijnen

In de NEN-3651 [ref.4] en de richtlijn boortechniek [ref.5] worden de ontwerprichtlijnen voor gestuurde boringen (HDD) beschreven:

- conform de norm dient de minimale vereiste dekking ten opzichte van de bodem van het kanaal 10 m te zijn. Daarnaast dient de boring bij een kruising in principe loodrecht op de lengterichting van het

rijkswaterstaatswerk uitgevoerd te worden. De in- en uitredepunten van een HDD-boring onder een waterweg moet altijd buiten de veiligheidszone van de waterkering liggen. Deze veiligheidszone is opgebouwd uit een stabiliteitszone en een verstoringszone;

- conform de norm dient men met het tracé van de boring rekening te houden met de minimale kromtestraal van de leiding. Voor het behalen van de specifieke kromtestraal dient men tot een bepaalde diepte te boren en voldoende afstand te houden van de waterkering. Het kan voorkomen dat niet de benodigde dekking maar de kromtestraal uiteindelijk de maximale diepte van de boring bepaald.

Een maximale lengte indicatie voor een 100 tons booropstelling is circa 1000 m, met diameters 500-1.200 mm [ref. 6]. Methoden om langere gestuurde boringen te realiseren zijn:

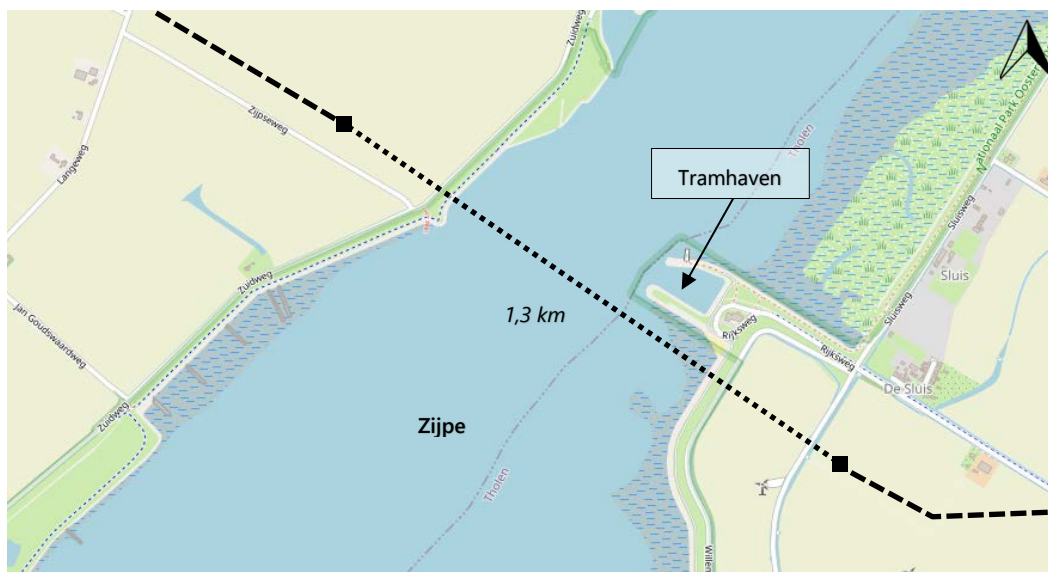
- boren met een 250 tons booropstelling. Hiermee kan een grotere trekkracht worden gerealiseerd;
- de 'meet in the middle' methode waarbij men vanaf beide zijden boort naar het midden. Eén boorkop wordt dan verder geduwd (tegen de kop die wordt teruggetrokken) om het boorgat te realiseren;
- daarnaast kan men om de benodigde kracht te realiseren om de leiding door het boorgat te trekken, gelijktijdig duwen met thrusters.

Ontwerp

In afbeelding 4.7 is schematisch het tracé van de boring weergegeven, hierbij is rekening gehouden met:

- het Zijpe heeft een breedte variërend van circa 0,5 km tot 1,0 km;
- de diepte van het Zijpe varieert van NAP -40 m tot -10 m [ref. 7]. Het diepste deel van de Zijpe is gelegen ten noorden van de Tramhaven, hier is de bodem van het kanaal op circa NAP -40 m (zie bijlage III.2). Met het tracé wordt deze diepste locatie ontweken. In een volgende fase dient er aan de hand van een morfologische studie bepaald te worden in hoeverre de dieptes en ondieptes variëren in de tijd;
- de waterkering ter plaatse van het Zijpe betreft een primaire waterkering, zie bijlage III.2. De Tramhaven is onderdeel van de primaire waterkering. Het tracé door de Tramhaven maakt de boring korter maar dit is ongewenst aangezien men dan boort in de waterkering;
- de totale afstand van de boring, rekening houdende met voldoende afstand van de primaire waterkeringen, is circa 1,3 km. Met de eerder genoemde methodes is deze afstand te realiseren;
- voor de uitlegruimte van de leiding is aan beide zijden van het Zijpe voldoende ruimte;
- voor variant 2b dienen er vanwege de diameter van de leiding 2 parallelle boringen te worden gerealiseerd (2 maal 1.000 mm).

Afbeelding 4.7 Schets tracé boring variant 2 [ref. 9]

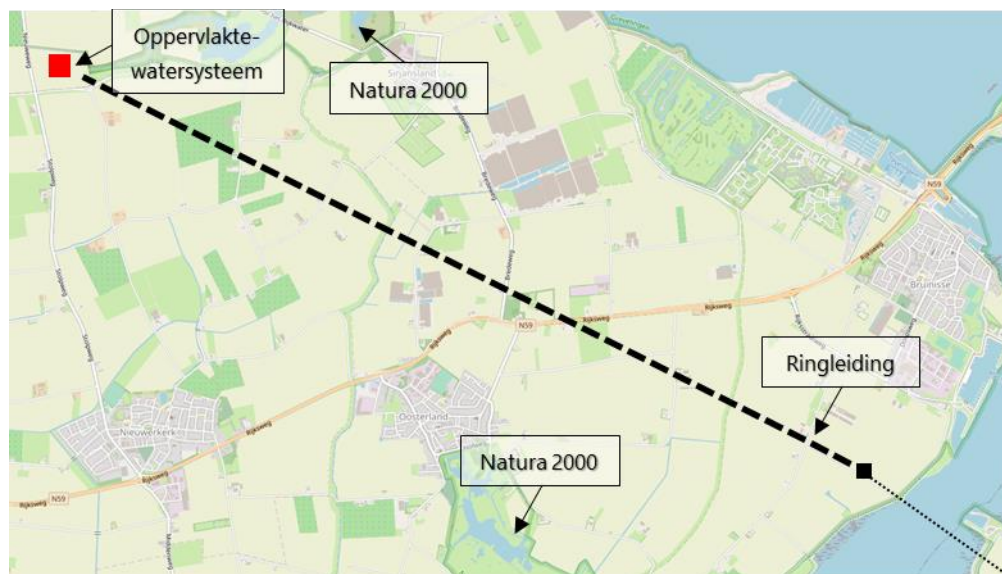


4. Aansluiting

Voor de aansluiting vanaf de boring geldt het volgende voor de 2 varianten:

- **ringleiding (a)**. Vanaf de boring is de aansluiting op het ontwerp van de ringleiding op een afstand van circa 400 m in een nabij gelegen veld. De aanvoerleiding wordt beschouwd tot aan de aansluiting;
- **open waterloop (b)**. Vanaf de boring naar de aansluiting op het punt centraal op Schouwen-Duiveland volgt het tracé een recht verloop (zie afbeelding 4.8).

Afbeelding 4.8 Schets tracé op Schouwen-Duiveland van variant 2b [ref. 9]



4.2.3 Samenvatting hoofdaanvoerleiding

In tabel 4.5 zijn de verschillende parameters van variant 2a en 2b samengevat.

Tabel 4.5 Samenvatting variant 2a en 2b

Parameter	Variant 2a	Variant 2b
debiet [m ³ /s]	2,00	5,00
diameter aanvoerleiding [mm]	1.280	2.000
lengte aanvoerleiding [km]	8,5	15,5
lengte boring [km]	1,3	1,3
lengte veldstrekking [km]	7,2	14,2
type boring	HDD 1.280 mm	HDD 2x 1.000 mm
opvoerhoogte [m]	14,6	22,4

De opvoerhoogte van het pompstation is bepaald aan de hand van de diameter, de lengte en de wandruwheid zoals toegelicht in 2.4. Dit is de benodigde opvoerhoogte tot aan de aansluiting met de ringleiding (a) of open waterloop (b).

4.2.4 Energiekosten

In tabel 4.6 is een indicatie van de jaarlijkse energiekosten gegeven van het pompstation van de hoofdaanvoerleiding voor variant 2a en 2b.

Tabel 4.6 Energiekosten variant 2a en 2b

Onderdeel	Variant 2a	Variant 2b
draaiuren per jaar [uur]	1.440	2.160
opvoerhoogte [m]	14,6	22,4
vermogen per jaar [MWh]	515	2.969
energiekosten per jaar [EUR]	51.500	296.900

4.3 Variant 3: Haringvliet

4.3.1 Algemeen

Deze variant voor de hoofdaanvoerleiding transporteert zoetwater van het Haringvliet naar Schouwen-Duiveland. Hierbij loopt de leiding over Goeree Overflakkee tot aan een smal deel van de Grevelingen ten westen van Herkingen. Ter plaatse van het Grevelingenmeer is het uitgangspunt dat de aanvoerleiding wordt aangelegd met een gesloten front (GFT) boring en aan land komt op Schouwen-Duiveland bij Sirjansland. In afbeelding 4.9 is het overzicht van het leidingverloop weergegeven tot aan Schouwen-Duiveland.

Tabel 4.7 Hoofdonderdelen variant 2, met a) ringleiding en b) open waterlopen

Nr.	Onderdeel	Beschrijving	Lengte
1	inlaatpunt en pompstation	ter plaatse van Haringvliet	
2	verbinding	parallel aan wegen door Goeree Overflakkee	11,6 km
3	boring	onder het Grevelingenmeer	3,3 km
4	aansluiting	op a) en b) op Schouwen-Duiveland	2,7 km (a) en 4,1 km (b)
		totaal	17,6 km (a) en 19,0 km (b)

Afbeelding 4.9 Overzichtstekening variant 3 [ref. 9]



4.3.2 Hoofdonderdelen

1. Inlaatpunt en pompstation

Het inlaatpunt en pompstation is gepland ten oosten van gemaal Koert aan het Haringvliet (afbeelding 4.10). De waterkering ter plaatse van het Haringvliet betreft een primaire waterkering (zie bijlage III.3). Het water wordt uit Haringvliet gehaald met een zuigleiding door de waterkering. Het pompstation wordt dichtbij het inlaatpunt gerealiseerd om zo de lengte van de zuigleiding te minimaliseren.

Afbeelding 4.10 Indicatie van de locatie van het inlaatpunt met het pompstation van variant 3 [ref. 9]

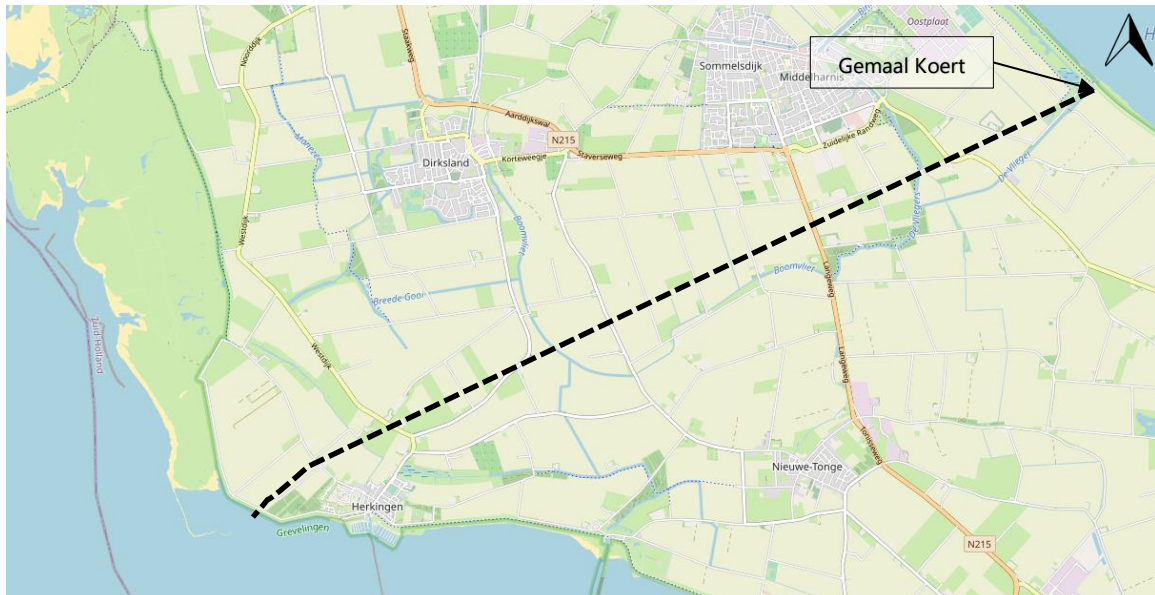


2. Verbinding

Voor het leidingverloop door Goeree-Overflakkee is gekozen om een recht verloop aan te houden. Het leidingverloop begint bij gemaal Koert, en loopt daarna recht tot aan de Grevelingen net ten westen van Herkingen, zie afbeelding 4.11:

Er is in dit stadium nog geen rekening gehouden met compensatie voor gewassen en vestigen van zakelijk recht voor de aanleg van leidingen door landbouwpercelen. Het gekozen tracé vergt een nadere tracéstudie voor het definitieve ontwerp, dit is echter niet onderdeel van deze opdracht.

Afbeelding 4.11 Indicatie verloop aanvoerleiding over Goeree-Overflakkee [ref. 9]



3. Boring

Voor de boring van de aanvoerleiding wordt onder andere rekening gehouden met de restricties vanwege Natura 2000-gebieden en de richtlijnen voor gesloten front-boringen. Een gestuurde boring met deze lengte

en diameter is op technisch gebied zeer moeilijk te realiseren en wordt buiten beschouwing gelaten. In deze fase van het project gaan we ervan uit dat de GFT boring onder de Grevelingen mogelijk is.

Natura 2000

De boring onder de Grevelingen loopt door het Natura 2000 gebied dat onderdeel is van de Oosterschelde (zie bijlage III.3). De voorkeur qua aanlegmethodiek gaat uit naar een gesloten front boring aangezien het natuurgebied dan niet wordt verstoord. Er vinden bij deze methodiek geen graafwerkzaamheden plaats in het natuurgebied en er is ook geen sprake van vertroebeling van de watergang (zoals bij het baggeren van een sleuf).

Ontwerprichtlijnen

In de NEN-3651 [ref.4] en de richtlijn boortechniek [ref.5] worden de ontwerprichtlijnen voor een gesloten front boring (GFT) beschreven:

- vanuit een persput wordt de leiding onder het te kruisen waterstaatswerk geboord naar de ontvangstuip. De pers- en ontvangstuipen mogen te allen tijde geen negatieve invloed op het rijkswaterstaatswerk hebben (onder andere stabiliteit en vervorming);
- er kunnen tussenstations worden aangebracht indien de perscapaciteit of opneembare perskracht van de buis wordt overschreden ten gevolge van een te grote wrijvingsweerstand. Met behulp van deze methodiek kan men over grote afstanden boren. We gaan ervan uit dat de te boren afstand mogelijk is met een GFT boring;
- conform de norm kan bij de kruising met een primaire waterkering de GFT methodiek toegepast worden indien geen andere uitvoeringswijze mogelijk is. De voorkeur gaat uit naar de DGB methodiek (direct gestuurd boren) over de gehele boring. In een volgende fase dient uitgezocht te worden of deze methodiek ook mogelijk is voor deze lengte van het tracé met de gebruikte diameter. Voor nu wordt uitgegaan van de GFT methodiek;
- In de richtlijn wordt aangegeven dat de minimaal aan te houden gronddekking (voor leidingen ≥ 1.000 mm): 2 x de leidingdiameter is (exclusief verhardingslaag). Ter plaatse van waterwegen dient voor de gronddekking voor boringen (stalen leidingen of betonnen buizen met een plaatstalen kern) een minimale waarde van 3,0 m te worden aangehouden beneden de laagst verwachte bodem of een ankervalbeschouwing. In een volgende fase dient er aan de hand van een morfologische studie bepaald te worden in hoeverre de dieptes en ondieptes variëren in de tijd.

Ontwerp

In afbeelding 4.12 is schematisch het tracé van de boring weergegeven, hierbij is rekening gehouden met:

- de waterkeringen aan beide zijde van het Grevelingenmeer betreffen primaire waterkeringen, zie bijlage III.3;
- het smalste deel van het Grevelingenmeer langs het tracé is circa 3,2 km. Vergeleken met een gestuurde boring kan men eerder op diepte komen aangezien men boort vanuit de pers- en ontvangstuip. De totale afstand van de boring, rekening houdende met voldoende afstand van de primaire waterkeringen, is circa 3,3 km;
- het Grevelingenmeer is relatief ondiep met een maximale diepte langs het tracé van circa 5 tot 12 m (zie bijlage III.3).

Afbeelding 4.12 Schets tracé boring variant 3 [ref. 9]

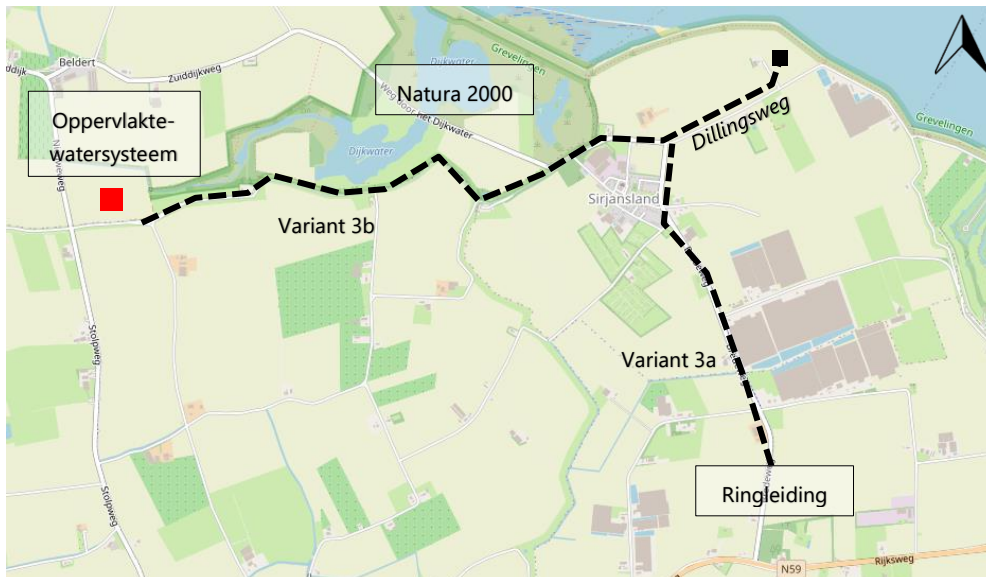


4. Aansluiting

Voor de aansluiting vanaf de boring geldt het volgende voor de 2 varianten (zie afbeelding 4.13):

- **ringleiding (a)**. Vanaf de boring is de aansluiting op het ontwerp van de ringleiding het kortst wanneer het tracé allereerst de Dillingsweg volgt en daarna parallel loopt aan de Bredeweg richting het zuiden. De aanvoerleiding wordt beschouwd tot aan de aansluiting;
- **open waterloop (b)**. Vanaf de boring naar de aansluiting op het punt centraal op Schouwen-Duiveland volgt het tracé allereerst de Dillingsweg en daarna de Noorddijk richting het westen.

Afbeelding 4.13 Schets tracé op Schouwen-Duiveland van variant 3a en 3b [ref. 9]



4.3.3 Samenvatting hoofdaanvoerleiding

In tabel 4.8 zijn de verschillende kenmerken van variant 3a en 3b samengevat.

Tabel 4.8 Samenvatting variant 3a en 3b

Parameter	Variant 3a	Variant 3b
debiet [m ³ /s]	2,00	5,00
diameter aanvoerleiding [mm]	1.280	2.000
lengte aanvoerleiding [km]	17,6	19,0
lengte boring [km]	3,3	3,3
lengte veldstrekking [km]	14,3	15,7
type boring	GFT 1.280 mm	GFT 2.000 mm
opvoerhoogte [m]	30,2	22,0

De opvoerhoogte van het pompstation is bepaald aan de hand van de diameter, de lengte en de wandruwheid zoals toegelicht in 2.4. Dit is de benodigde opvoerhoogte tot aan de aansluiting met de ringleiding (a) of open waterloop (b). Bij variant 3a zit de opvoerhoogte van de pompen tegen het maximum aan en kan overwogen worden om de leidingdiameter te vergroten of gebruik te maken van een extra pompstation. Dit is ook toegelicht in 2.4 en in 8.3 (energiekosten en diameter aanvoerleiding) is een alternatief voor variant 3a uitgerekend met grotere leidingdiameter.

4.3.4 Energiekosten

In tabel 4.9 is een indicatie van de jaarlijkse energiekosten gegeven van het pompstation van de aanvoerleiding voor variant 3a en 3b.

Vergeleken met variant 1a en 2a zijn de energiekosten van variant 3a relatief hoog. Deze hoge energiekosten zijn vanwege de hogere opvoerhoogte die onder ander wordt veroorzaakt door de langere lengte van deze variant. De opvoerhoogte kan verminderd worden door een grotere leidingdiameter toe te passen. In 8.3, energiekosten en diameter aanvoerleiding, is ter illustratie een alternatief van variant 3a berekend met grotere leidingdiameter (1.500 mm). De jaarlijkse energiekosten worden dan vergelijkbaar met variant 1a en 2a, echter zijn de totale projectkosten hoger.

Tabel 4.9 Energiekosten variant 3a en 3b

Onderdeel	Variant 3a	Variant 3b
draaiuren per jaar [uur]	1.440	2.160
opvoerhoogte [m]	30,2	22,0
vermogen per jaar [MWh]	1.067	2.908
energiekosten per jaar [EUR]	106.700	290.800

5

VARIANTENSTUDIE WATERDISTRIBUTIESYSTEEM

5.1 Ringleiding (a)

Het ontwerp van de ringleiding op Schouwen-Duiveland is uitgevoerd door Trident Group [ref. 2], zie afbeelding 5.1. In dit ontwerp is rekening gehouden met een aanvoerleiding vanuit het Schelde-Rijnkanaal (variant 2), zie de blauw/paarse lijn door St. Philipsland. Deze aanvoerleiding is al in hoofdstuk 4 beschouwd en wordt in dit hoofdstuk verder buiten beschouwing gelaten.

5.1.1 Toelichting systeem

Het ontwerp van de ringleiding op Schouwen-Duiveland bestaat uit circa 122 km m aan HDPE leidingen (PN10) waarmee het zoete water wordt getransporteerd naar 340 afnamepunten op het eiland. Met behulp van een systeem van afsluiters, pompstations en verschillende tussenconnecties (zie gele, paarse, groene, bruine, zwarte en witte lijnen) wordt het water naar de percelen geleid.

Op basis van overleg met stichting de Puupe en Trident Group is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- het uitgangspunt voor de dimensionering is 80 m³/h per beregeningshaspel, en met maximaal 100 beregeningshaspels tegelijk draaien. Dat is 8.000 m³/uur ofwel 2 m³/s. Daarop zijn de leidingberekeningen (diameters) gemaakt en de pompcapaciteit uitgerekend. Zodoende is Trident aan de diameters gekomen en de bewuste pompen op de diversen locaties;
- de druk in de ringleiding is voldoende om het water af te leveren op de aftappunten. Voor de berekening dienen boeren vervolgens zelf beregeningspompen in te zetten;
- op het terrein van een boer is een afnamepunt van de ringleiding met de benodigde afsluiters;
- in totaal zijn er 340 afnamepunten waarvan er maximaal 100 tegelijk gebruikt worden;
- aangezien het tracé dwars door de percelen loopt is er een inschatting gemaakt van de reparatie van drainbuizen en een werkstrook van 30 m;
- voor de aanleg is rekening gehouden met 1,50 m gronddekking in verband met ploegwerkzaamheden;
- 121.680 m HDPE leiding op Schouwen-Duiveland:
 - 20.550 m aan gestuurde boring (aangenomen gemiddelde diameter 450 mm);
 - 101.130 m veldstrekking met verschillende diameters (zie tabel 5.1);
- 13 pompstations met verschillende capaciteit (pompstation bij Schelde-Rijnkanaal wordt buiten beschouwing gelaten).

Afbeelding 5.1 Distributienet ringleiding Schouwen-Duiveland [ref. 2]



Legenda

<p>Waterleiding Schouwen Zuidelijk route</p> <ul style="list-style-type: none"> Pompstation - Afsluiterschema Zuidelijke Route A Zuidelijke Route B Connection 1 Connection 2 Connection 3 Connection 4 Connection 5 Connection 6 Connection 7 Connection 8 Zuidelijke Route Afsluiterlocatie ZZ 1 Afsluiterlocatie ZZ 2 Afsluiterlocatie ZZ 3 	<ul style="list-style-type: none"> Afsluiterlocatie ZZ 4 Afsluiterlocatie ZZ 5 Afsluiterlocatie ZZ 6 Afsluiterlocatie ZZ 7 Afsluiterlocatie ZZ 8 Afsluiterlocatie ZZ 9 Afsluiterlocatie ZZ 10 Afsluiterlocatie ZZ 11 Connection 11 Afsluiterlocatie Koppelleiding 1B Afsluiterlocatie Koppelleiding 1A Connection 12 Zuid/West 1 Bassinleiding 1 Bassinleiding 2 	<p>Waterleiding Schouwen Noordelijke Route</p> <ul style="list-style-type: none"> Noordelijke Route A Noordelijke Route B Afsluiterlocatie NZ 1 Afsluiterlocatie NZ 2 Afsluiterlocatie NZ 3 Afsluiterlocatie NZ 4 Afsluiterlocatie NZ 5 Afsluiterlocatie NZ8 Connectionpoint ZZ-NZ Ringleiding Burgh Afnamepunt Innameleiding 2 Innameleiding 1
---	--	--

Tabel 5.1 Overzicht leidingdiameters ringleiding (a)

Diameter [mm]	Lengte [m]	Wanddikte (PN10) [mm]
110	1.350	6,6
160	3.460	9,5
200	10.350	11,9
225	1.680	13,4
315	22.180	18,7
355	25.400	21,1
400	1.500	23,7
450	2.160	26,7
500	4.120	29,7
560	5.690	32,2
630	11.160	37,4

Diameter [mm]	Lengte [m]	Wanddikte (PN10) [mm]
710	14.930	42,1
800	5.870	47,4
900	4.730	53,3
1.000	7.100	59,3

5.1.2 Energiekosten

In tabel 5.2 is een indicatie van de jaarlijkse energiekosten gegeven van de pompstations van de variant met het ringleidingsysteem

Enkele punten voor het bepalen van de energiekosten:

- voor het aantal draaiuren wordt 1.440 uur (60 dagen) aangenomen;
- de opvoerhoogtes en debiet zijn overgenomen uit [ref.2] met 1 bar = 10 m opvoerhoogte.

Tabel 5.2 Energiekosten pompstations variant ringleiding

Locatie pompstation	Debiet [m ³ /s]	Opvoerhoogte [m]	Vermogen per jaar [MWh]	Energiekosten per jaar [EUR]
pompstation SD ZZ	1,19	60	1259,6	125.960,--
nabij Afsluiter ZZ5	0,49	60	518,0	51.800,--
nabij Afsluiter ZZ6	0,42	60	447,3	44.730,--
nabij Afsluiter ZZ10	0,19	60	200,1	20.000,--
nabij connectiepunt ZZ_NZ	0,20	60	211,9	21.190,--
nabij afsluiter NZ5	0,27	60	282,5	28.250,--
nabij afsluiter NZ3	0,50	60	529,7	52.970,--
nabij afsluiter NZ2	0,67	60	706,3	70.630,--
nabij afsluiter NZ1	0,83	60	882,9	88.290,--
nabij afsluiter NZ8	0,89	60	941,8	94.180,--
pompstations SB NZ	1,04	60	1106,6	110.660,--
nabij afsluiter ZZ5	0,60	60	635,7	63.570,--
nabij Afsluiter ZZ1	0,39	60	412,0	41.200,--
totaal				813.450,--

5.2 Openwatersysteem (b)

5.2.1 Toelichting systeem

Het openwatersysteem is ontworpen op basis van de volgende uitgangspunten:

- doorspoeling van het oppervlaktewatersysteem van zoet naar zout, dit is het gunstigst voor de chlorideconcentraties in het oppervlaktewatersysteem;
- zoveel mogelijk aan- en afvoer onder vrij verval;
- aftappen direct vanuit de pijpleiding in de peilvakken grenzend aan de pijpleiding, waar mogelijk;

- zoveel mogelijk gebruik maken van bestaande hoofdwatgangen of anders door het opwaarderen van bestaande (overige) watgangen;
- het omzeilen van Natura 2000 gebied 'Dijkwater';
- kleine peilverschillen niet overbruggen met opvoergemalen, maar door lokale aanpassing van peilgrenzen;
- rekening houden met inpasbaarheid (uitvoerbaarheid);
- gebruik maken van logische en zo kort mogelijke routes en/of met zo min mogelijk kunstwerken (kosten, beheer en onderhoud).

In onderstaande afbeelding is het openwatersysteem weergegeven. De ligging van de hoofdaanvoerleiding is hierin indicatief weergegeven. In bijlage II zijn drie kaarten opgenomen, waarop het schetsontwerp van het aanvoersysteem via oppervlaktewater is weergegeven. Op alle drie de kaarten is hetzelfde systeem weergegeven, maar met drie verschillende ondergronden:

- 1 topografische kaart/landgebruik;
- 2 peilgebieden en oppervlaktewaterpeilen;
- 3 zoute kwel.

Een aantal van de oostelijke peilvakken van Duiveland kunnen direct vanuit de leiding worden doorgespoeld. Het openwatersysteem 'begint' in het relatief hoog gelegen peilvak GPG567 in Duiveland, van waaruit het water grotendeels onder vrij verval kan afstromen in westelijke richting, in de richting van gemaal Duiveland (naar het zuiden toe) en in de richting van gemaal Noordgouwe. Bij het bemalingsgebied van gemaal Dreischor kan vanuit meerdere kanten worden ingelaten, zodat er effectief kan worden doorgespoeld.

Ter hoogte van gemaal Noordgouwe is een inlaat voorzien richting Schouwen. De noordoost-zuidwest gelegen hoofdwatgangen (richting gemaal Prommelsluis) worden op een aantal plaatsen verbonden. Iets meer naar het noorden is een tweede inlaat naar Schouwen voorzien, waarmee het gebied rond gemaal den Osse van zoetwater kan worden voorzien. Net bovenstrooms van deze inlaat wordt het water vanuit Duiveland via een doorvoer pijpleiding opgevoerd naar peilvak GPG1300. Op de plek waar de doorvoer pijpleiding de hoofdwatgang naar gemaal Den Osse kruist wordt een afsluiter geplaatst. Vanuit de doorvoer pijpleiding kan de hoofdwatgang naar beide zijden toe worden doorgespoeld.

Er is voor gekozen om nabij gemaal Den Osse een doorvoer pijpleiding te plaatsen en geen gebruik te maken van het systeem van watgangen (zie ook kop 'doorvoer pijpleiding'). Vanuit de doorvoer pijpleiding worden de peilgebieden rond Scharendijke van zoetwater voorzien, en verder naar het westen de peilgebieden tegen de Kop van Schouwen. De afvoer vindt plaats via de huidige hoofdwatgangen ('tegen de klok in'). Kortsluiting via tussengelegen watgangen wordt voorkomen door plaatsing van diverse afsluiters. Via de route langs Stuw Ridderweg vindt afvoer plaats van het inmiddels opgeladen water in de richting van gemaal Prommelsluis.

In tabel 5.5 is een globale inschatting gegeven van de te verwachten chlorideconcentraties. Opgemerkt wordt dat de getallen in tabel 5.5 alleen een zeer globale indicatie geven. De chlorideconcentraties in het oppervlaktewatersysteem zullen per locatie en in de tijd variëren, afhankelijk van de lokale zoute kweldruk, de positie in het doorspoeltraject, het doorspoelregime en de weersomstandigheden. In droge zomers neemt de zoute kwelstroom naar het oppervlaktewater af, waardoor bij eenzelfde doorspoeldebiet lagere chlorideconcentraties in het oppervlaktewatersysteem worden bereikt dan in natte perioden.

Tabel 5.5 Globale inschatting te verwachten chlorideconcentraties in het oppervlaktewatersysteem in mg Cl/l

Bron locatie	1. Noorder Krammer	2. Schelde-Rijnkanaal	3. Haringvliet
beginpunt Duiveland, peilgebied GPG567	500	300	100
halverwege beginpunt Duiveland (peilgebied GPG567) en gemalen Dreischor, Duiveland en 't Sas	> 500 en < 900	>300 en < 720	>100 en < 540
bij gemalen Dreischor, Duiveland en 't Sas	1.300	1.140	980
oostgrens Schouwen (= inlaatpunten vanuit westgrens Duiveland)	550	350	150
halverwege westgrens Duiveland en gemalen Prommelsluis en Den Osse	> 550 en < 920	> 350 en < 740	>150 en < 560
bij gemalen Prommelsluis en Den Osse	1.300	1.140	980

5.2.3 Energiekosten

In tabel 5.6 is een indicatie van de jaarlijkse energiekosten gegeven van de opvoergemalen van de variant met het openwatersysteem.

Enkele punten voor het bepalen van de energiekosten:

- voor het aantal draaiuren wordt 2.160 uur (90 dagen) aangenomen;
- gemaal 7 heeft een HDPE persleiding (Ø50 mm) van 46 m ($\Delta H_{\text{leiding}} = 1,3$ m);
- voor gemaal 1 t/m 9 is een aanvullende opvoerhoogte van 0,3 m aangenomen voor verliezen (krooshek, afpompings, afsluiters etc.);
- de bestaande afvoergemalen dienen circa 2,8 m³/s te verpompen in de beschouwde periode (van 5 m³/s is 2,2 m³/s benodigd voor beregning en verdamping/wegzijing) met een opvoerhoogte van circa 2,5 m.

Tabel 5.6 Energiekosten opvoergemalen variant openwatersysteem

Onderdeel	Debiet [m ³ /s]	Opvoerhoogte [m]	Vermogen per jaar [MWh]	Energiekosten per jaar [EUR]
gemaal 1	0,075	0,60	1,2	119,--
gemaal 2	0,045	0,80	1,0	95,--
gemaal 3	0,097	0,50	1,3	128,--

Onderdeel	Debiet [m ³ /s]	Opvoerhoogte [m]	Vermogen per jaar [MWh]	Energiekosten per jaar [EUR]
gemaal 4	0,181	0,50	2,4	240,--
gemaal 5	0,007	0,70	0,1	13,--
gemaal 6	0,054	0,50	0,7	72,--
gemaal 7	0,015	1,93	0,8	77,--
gemaal 8	0,155	1,90	7,8	780,--
gemaal 9	0,012	0,55	0,2	17,--
gemaal doorvoer pijpleiding Den Osse	1,0	18,4	488	48.800,--
bestaande afvoergemalen	2,8	2,5	185,4	18.540,--
totaal				68.890,--

6

MULTI CRITERIA ANALYSE

In dit hoofdstuk worden de verschillende varianten met elkaar vergeleken op basis van verschillende criteria.

6.1 Analyse

In tabel 6.1 zijn de resultaten van de multi criteria analyse beschreven. Na de tabel is een toelichting op de beoordeling van de criteria gegeven. Opgemerkt wordt dat bewust geen wegingsfactoren aan de criteria zijn toegekend, omdat dat een afweging subjectief en moeilijk navolgbaar maakt. De afweging zal uiteindelijk door organisaties en bestuurders moeten worden gemaakt.

Tabel 6.1 Resultaten Multi Criteria Analyse

	Variant 1 Noorder-Krammer		Variant 2 Schelde-Rijnkanaal		Variant 3 Haringvliet	
	1a ringleiding	1b waterlopen	2a ringleiding	2b waterlopen	3a ringleiding	3b waterlopen
chloridehalte bij de bron	500 mg/l	500 mg/l	300 mg/l	300 mg/l	95 mg/l	95 mg/l
geschat gemiddeld chloridegehalte bij beregening	500 mg/l	800 mg/l *	300 mg/l	650 mg/l *	95 mg/l	500 mg/l *
benodigd debiet	2 m ³ /s	5 m ³ /s	2 m ³ /s	5 m ³ /s	2 m ³ /s	5 m ³ /s
diameter aanvoerleiding	1.280 mm	2.000 mm	1.280 mm	2.000 mm	1.280 mm	2.000 mm
lengte aanvoerleiding	9,3 km	12,7 km	8,5 km	17,7 km	20,5 km	21,9 km
investeringskosten aanvoerleiding	€	€€€	€	€€€	€€	€€€
jaarlijkse kosten aanvoerleiding	€	€€	€	€€	€	€€
investeringskosten distributiesysteem	€€€€	€	€€€€	€	€€€€	€
jaarlijkse kosten distributiesysteem	€€€€€	€€	€€€€€	€€	€€€€€	€€
investeringskosten totaal	€€€€€	€€€€	€€€€€	€€€€	€€€€€€	€€€€€
Jaarlijkse kosten Totaal	€€€€€€	€€€€	€€€€€€	€€€€	€€€€€€	€€€€
kwaliteit als beregeningswater	+	o	+	o	++	+



	Variant 1 Noorder-Krammer		Variant 2 Schelde-Rijnkanaal		Variant 3 Haringvliet	
	1a ringleiding	1b waterlopen	2a ringleiding	2b waterlopen	3a ringleiding	3b waterlopen
effect op oppervlaktewater-kwaliteit	o	o/-	o	-	o	-
toekomstvastheid van de bron	-	-	o	o	++	++
inschatting uitvoeringstermijn aanvoerleiding	±	o	±	o	o	±
inschatting uitvoeringstermijn distributiesysteem	++	-	++	-	++	-

* Dit getal is bij distributie via het oppervlaktewatersysteem alleen een zeer globale indicatie. De chlorideconcentraties in het oppervlaktewatersysteem zullen per locatie en in de tijd variëren, afhankelijk van de lokale zoute kweldruk, de positie in het doorspoeltraject (in het begin concentratie van het aanvoerwater, bij de gemalen maximale oplading met zoute kwel), het doorspoelregime en de weersomstandigheden. In droge zomers neemt de zoute kwelstroom naar het oppervlaktewater af, waardoor bij eenzelfde doorspoeldebiet lagere chlorideconcentraties in het oppervlaktewatersysteem worden bereikt dan in natte perioden. In paragraaf 5.2.2. is verder op dit onderwerp ingegaan.

6.2 Toelichting criteria

6.2.1 Kosten

De wijze waarop de kosten zijn ingeschat is beschreven in paragraaf 2.8 tot en met 2.10. Vanwege de grote onzekerheid in de kosteninschatting in dit stadium is alleen een orde-grootte van de verwachte kosten weergegeven, middels een aantal euroteken, waarmee varianten onderling globaal kunnen worden vergeleken. Eén euroteken (en ook meerdere euroteken) geven geen bedrag weer, maar een globale bandbreedte van de kosten. Een euroteken voor de investeringskosten heeft daarbij een andere betekenis dan een euroteken voor de jaarlijkse energie- en onderhoudskosten. Dit is hierna toegelicht.

Investeringskosten

Hoe groter het aantal euroteken, hoe hoger de prijs. De betekenis van één (groot) euroteken voor de investeringskosten is als volgt:

€ = 10 miljoen à 30 miljoen euro

Voor meerdere van deze euroteken is de betekenis dan als volgt, zie tabel 6.2.

Tabel 6.2 Betekenis aantal euroteken

Aantal tekens	Bandbreedte kosten in miljoenen euro's
€	10 à 30
€€	20 à 60
€€€	30 à 90
€€€€	40 à 120

Aantal tekens	Bandbreedte kosten in miljoenen euro's
€€€€€	50 à 150
€€€€€€	60 à 180

Jaarlijkse kosten

De jaarlijkse kosten bestaan uit vervangingsinvesteringen, energiekosten en onderhoudskosten. De betekenis van één (klein) euroteken voor de jaarlijkse kosten is als volgt:

€ = 200.000 à 600.000 euro

Voor meerdere van deze eurotekens is de betekenis dan als volgt, zie tabel 6.3.

Tabel 6.3 Betekenis aantal eurotekens

Aantal tekens	Bandbreedte kosten in duizenden euro's
€	200 à 600
€€	400 à 1.200
€€€	600 à 1.800
€€€€	800 à 2.400
€€€€€	1.000 à 3.000
€€€€€€	1.200 à 3.600

6.2.2 Kwalitatieve criteria

Voor de criteria die kwalitatief zijn beoordeeld is (afhankelijk van het criterium) de volgende waardering voor de plussen en minnen gehanteerd:

Tabel 6.4 Beoordeling kwalitatieve criteria

Beoordeling	Waardering
--	slechte waterkwaliteit / onzekere bron voor de toekomst / circa 10 jaar of meer uitvoeringstermijn verwacht
-	matig tot slechte waterkwaliteit / onzeker voor de toekomst / circa 5 tot 10 jaar uitvoeringstermijn verwacht
o	matige waterkwaliteit / matig zeker voor de toekomst / circa 3 tot 7 jaar uitvoeringstermijn verwacht
+	goede waterkwaliteit / redelijk zeker voor de toekomst / circa 3 tot 5 jaar uitvoeringstermijn verwacht
++	zeer goede waterkwaliteit / toekomstzeker / binnen 2 à 3 jaar uitvoerbaar

Nadere toelichting per criterium

Kwaliteit als beregeningswater

Voor beregeningswater is in beginsel een zo laag mogelijke chlorideconcentratie gewenst, omdat te hoge chlorideconcentraties (en daarmee samenhangende hoge natriumconcentraties) tot schade aan gewassen kunnen leiden. Bij chlorideconcentraties lager dan 150 mg/l (drinkwaternorm) kunnen in beginsel alle gewassen worden beregend. Bij hogere chlorideconcentraties kunnen steeds minder (zoutgevoelige)

gewassen worden berekend. In [ref.11] wordt ingegaan op de zouttolerantie van teelten. Hieruit is tabel 6.5 ontleend.

Tabel 6.5 Zoutgevoeligheidsklassen van typen gewassen.

Geldig voor beregeningswater als een indikkingsfactor 2 tussen het beregeningswater en de wortelzone wordt gebruikt (Bron: Bakel en Stuyt, 2011)

Zoutgevoeligheidsklasse	Zoutschadedrempel (mg Cl-/l)	Zoutschadegevoeligheid (% opbrengstdaling per toename van 100 mg Cl-/l)
gevoelig	300	8
matig gevoelig	600	4
matig tolerant	1.200	2
tolerant	2.400	1

Voor de beoordeling is een verwachte gemiddelde chlorideconcentratie van het beregeningswater lager dan 300 mg Cl/l als “++” beoordeeld. Van 300 tot 600 mg Cl/l is als “+” beoordeeld. Van 600 tot 1.200 mg Cl/l is beoordeeld als “o”. Van 1.200 tot 2.400 mg Cl/l is beoordeeld als “-” en hoger dan 2.400 mg Cl/l als “--”.

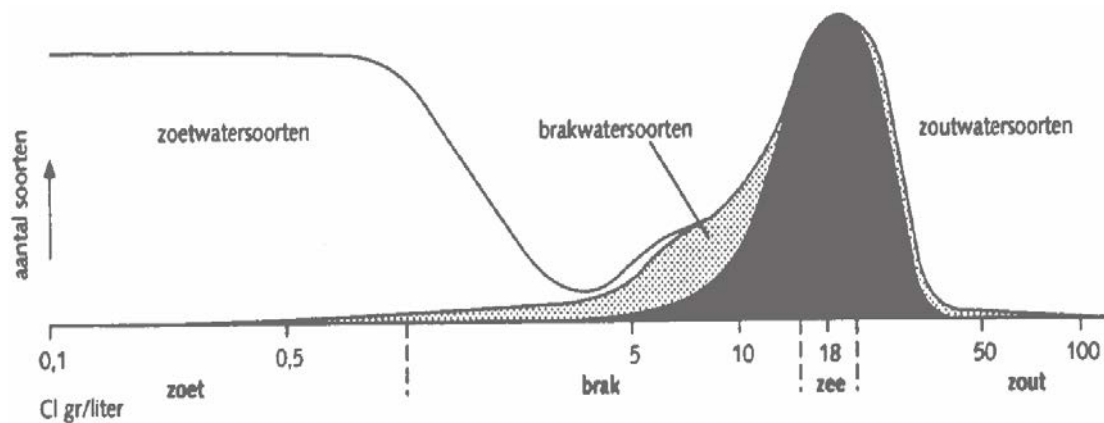
Bij distributie via de ringleiding (de a-varianten) is de chlorideconcentratie van het bronwater gelijk aan de chlorideconcentratie van het beregeningswater. Bij distributie via het oppervlaktewatersysteem vindt onderweg oplading met zout plaats door zoute kwel naar de watergangen. Ondanks doorspoelen zijn hierdoor de te verwachten chlorideconcentraties van het beregeningswater (bij dezelfde bron van het water) hoger dan bij distributie via een ringleiding.

Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

In de huidige situatie is er geen zoetwateraanvoer naar Schouwen-Duiveland, en is er onder invloed van zoute kwel en zoete neerslag sprake van brakke oppervlaktewaterlichamen. Voor de oppervlaktewateren op Schouwen-Duiveland gelden waterkwaliteitsdoelstellingen vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). In het Stroomgebiedbeheerplan Schelde 2016-2021 zijn de KRW-lichamen Dreischor, Duiveland-Oosterland, Duiveland-Ouwerkerk en Schouwen allen getypeerd als type M31 (kleine brakke tot zoute watertypen). Voor chloride geldt voor deze wateren als doelstelling dat de zomergemiddelde chlorideconcentratie groter of gelijk moet zijn aan 3.000 mg Cl/l.

Voor de biologie van deze watertypen is het zoutgehalte de overheersende factor, die bepalend is voor de vrij soortenarme samenstelling van de levensgemeenschappen in dit watertype. Door de seizoenen heen kan het zoutgehalte sterk wisselen. Deze intermediaire positie leidt tot een verarmde gemeenschap, eenvoudig omdat maar een beperkte groep van soorten aangepast is aan deze omstandigheden, zie afbeelding 6.1. De voedselrijkdom, die ook meestal vrij hoog is in brakke wateren, is minder belangrijk voor de soortensamenstelling.

Afbeelding 6.1 De kromme van Remane geeft het verband aan tussen het zoutgehalte (in g Cl-/l) en soortenrijkdom op basis van Soorten uit de Oostzee (Wolff, 1989)



Indien er in de toekomst 's zomers zoetwater zou worden aangevoerd naar het oppervlaktewatersysteem op Schouwen-Duiveland, zal dat 's zomers leiden tot lagere chloride concentraties in het oppervlaktewater, en nog grotere fluctuaties in chlorideconcentraties gedurende het jaar. Naar verwachting zal dit een negatief effect hebben op de ecologische waterkwaliteit. In ieder geval zal hierdoor minder goed voldaan worden aan de huidige doelstelling van ≥ 3.000 mg Cl/ (3 g Cl/l) voor KRW type M31. Verschuiving naar een zoet KRW type lijkt niet realistisch, omdat de chlorideconcentraties door zoute kwel weer zullen oplopen zodra de wateraanvoer stopt (in het winterhalfjaar).

In verband met deze effecten is het effect op de oppervlaktewaterkwaliteit negatiever beoordeeld naarmate het water in de bron zoeter is, omdat het oppervlaktewater daardoor sterker zal verzoeten, en de chloridefluctuaties sterker zullen toenemen.

Toekomstvastheid van de bron

De Noorder Krammer als bron van beregeningswater wordt niet als toekomstvast gezien. Vanwege de nabijheid van de Krammersluizen zijn de chlorideconcentraties hier nu al regelmatig aan de hoge kant (rond 500 mg Cl/l of hoger) en volgens deskundigen van Deltares en Rijkswaterstaat zal dit in de toekomst niet verbeteren. Daarnaast zijn er de afgelopen decennia plannen en discussies geweest over het weer zout maken van het Volkerak-Zoommeer (waar de Noorder Krammer onderdeel van uitmaakt). Dit is momenteel weer van de baan, maar mogelijk zou deze discussie over 20 of 30 jaar toch weer terug kunnen komen.

Het Schelde-Rijnkanaal heeft in de huidige situatie gunstiger chlorideconcentraties (circa 300 mg Cl/l) dan de Noorder Krammer, omdat dit in de doorspoelroute van zoetwater van Volkeraksluizen naar Westerschelde ligt. Echter, ook het Schelde-Rijnkanaal is onderdeel van het Volkerak-Zoommeer, waardoor voor de (verre) toekomst de discussie over het weer zout maken van het Volkerak-Zoommeer ook hier een potentieel risico kan vormen.

Het Haringvliet wordt gezien als meest toekomstvaste bron van zoetwater. Door de grote afvoer van Rijn en Maas is hier altijd voldoende aanvoer van zoetwater beschikbaar en zijn de chlorideconcentraties overwegend lager dan 100 mg Cl/l. Weliswaar mag er vanwege het kierbesluit wel enig zout water via de Haringvlietsluizen naar binnen komen, maar dit mag niet het kritische punt van de zoetwaterinlaten via het Spui en gemaal Koert bereiken. Voorwaarde voor de toekomstvastheid is dus wel dat een eventueel inlaatpunt voor Schouwen-Duiveland ten oosten van gemaal Koert moet komen te liggen.

Uitvoeringstermijn

Uitgangspunt is dat elke variant in beginsel technisch uitvoerbaar is. Maar naarmate de uitvoering complexer wordt neemt wel de verwachte uitvoeringstermijn toe. Aspecten die hierbij een rol spelen zijn de benodigde tijd voor het verkrijgen van vergunningen, grondverwerving en verdere engineering.

De aanleg van de ringleiding als distributiesysteem lijkt bijvoorbeeld binnen 2 à 3 jaar uitvoerbaar, omdat er geen grond hoeft te worden aangekocht, en omdat de meeste agrariërs er al positief tegenover staan en bereid zijn om de ringleiding onder hun percelen aan te laten leggen. Voor distributie via het oppervlaktewatersysteem is grondaankoop nodig voor verruiming van watergangen, wat tot vertraging kan leiden. Bij de hoofdaanvoerleiding is van belang dat een pijpleiding van 5 m³/s meer ruimte vraagt dan een pijpleiding van 2 m³/s, waardoor mogelijk meer tijd nodig is voor vergunningaanvragen (o.a. kruisen primaire waterkeringen), grondaankoop en vestiging van zakelijke rechten.

Conclusies

De conclusies van de multi criteria analyse zijn in hoofdstuk 8 beschreven.

7

TECHNISCHE RISICO'S VARIANTEN

7.1 Technische risico's

In het vorige hoofdstuk zijn de varianten met elkaar vergeleken op basis van verschillende criteria. In dit hoofdstuk worden technische risico's van de varianten die in deze fase van de verkenning zijn geïdentificeerd beschouwd. Deze risico's kunnen leiden tot extra werkzaamheden, hogere kosten en een langere realisatietijd.

Tabel 7.1 In deze verkenning geïdentificeerde technische risico's voor realisatie van de wateraanvoer

Variant	Risico
Variant 1, hoofdaanvoerleiding vanuit Krammer Noord	<p>De locatie van het pompstation is ongunstig vanwege overwegend westenwind (afwaaiing). Dit leidt tot een diepere pompconstructie (duurder) en grotere opvoerhoogte (hogere energiekosten).</p> <p>Ruimtebeperkingen bij het tussenpunt van de 2 HDD boringen (Natura 2000, primaire waterkering) kunnen realisatie lastiger maken.</p> <p>Het uitvoeren van de HDD boring in de beschermingszone van de Grevelingendam. Boringen in de waterkering zijn ongewenst en hiervoor zijn extra maatregelen en afstemming met het bevoegd gezag benodigd.</p> <p>Het uitvoeren van de HDD boring onder het Grevelingenmeer. De lengte en diepte van een dergelijke boring is een technisch risico wat wellicht tot hogere kosten zal leiden.</p> <p>Het aanleggen van de aanvoerleiding in de lengterichting van de Grevelingendam. Het leidingverloop parallel aan de waterkering is ongewenst en hiervoor zijn extra maatregelen en afstemming met het bevoegd gezag benodigd.</p> <p>Indien de aanvoerleiding niet bovengronds de Flakkeese spuisluis kan passeren moet er mogelijk een leiding onder de sluizen door komen. Dit geeft een risico op hogere kosten.</p>
Variant 3, hoofdaanvoerleiding vanuit Haringvliet	<p>Het uitvoeren van de GFT boring onder het Grevelingenmeer. De lengte en diepte van een dergelijke boring is een technisch risico wat wellicht tot hogere kosten zal leiden.</p> <p>De benodigde opvoerhoogte voor variant 3a is dermate hoog dat wellicht een extra boosterstation benodigd is halverwege het tracé of een grotere leidingdiameter. Beide oplossingen leiden tot hogere kosten.</p>
Variant 1,2,3 hoofdaanvoerleiding vanuit Krammer Noord, Schelde-Rijnkanaal en Haringvliet	<p>Het aanleggen van een pompstation/zuigleiding door de primaire waterkering.</p> <p>De afstemming met de percee-eigenaren. Mogelijk wil niet iedereen meewerken. De grondeigenaren op Goeree-Overflakkee (variant 3) en Sint Philipsland (variant 2) hebben zelf geen baat bij de aanvoerleiding.</p> <p>De kruisingen met kabels, leidingen (hoge druk gasleidingen), doorgaande wegen en watergangen.</p>

Variant	Risico
Ringleiding (a)	<p data-bbox="488 226 1198 277">Het aanleggen van pijpleidingen in de berm van een doorgaande weg (mogelijk onvoldoende ruimte).</p> <p data-bbox="488 300 1246 351">Morfologische ontwikkelingen nabij boringen onder watergangen waardoor er dieper geboord dient te worden</p> <p data-bbox="488 374 1273 425">De afstemming met de percee-eigenaren over het aanleggen van leidingen in/onder hun percelen. Veel percee-eigenaren hebben zelf baat bij het aanleggen van een ringleiding.</p> <p data-bbox="488 448 1158 499">De kruisingen van aan te leggen leidingen met kabels, leidingen (hoge druk gasleidingen), doorgaande wegen en watergangen.</p>
Open watersysteem (b)	<p data-bbox="488 521 1257 602">Voor het opwaarderen van watergangen en het plaatsen van nieuwe doorvoergemalen zal grondaankoop nodig zijn. Hiervoor is medewerking van de betreffende grondeigenaren vereist.</p> <p data-bbox="488 629 1134 658">Voor het aanleggen van een pijpleiding van Duiveland naar Scharendijke:</p> <ul data-bbox="488 658 1257 768" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="488 658 1257 710">- de afstemming met de percee-eigenaren over het aanleggen van de leiding in/onder hun percelen; <li data-bbox="488 710 1257 768">- de kruisingen van de aan te leggen leiding met kabels, leidingen (hoge druk gasleidingen), doorgaande wegen en watergangen.



CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 Conclusies

Op basis van de multi criteria analyse kan het volgende worden geconcludeerd:

- Voor aanvoer van beregeningswater dat wordt verdeeld via een ringleiding (de a-varianten) is een capaciteit van 2 m³/s voor de hoofdaanvoerleiding nodig, dit volgt uit een eerdere verkenning met de landbouwsector. Voor aanvoer van water dat wordt verdeeld via het oppervlaktewatersysteem (de b-varianten) is een capaciteit van 5 m³/s nodig, in verband met benodigde doorspoeling van het oppervlaktewatersysteem. Voor de a-varianten zijn daardoor voor een hoofdaanvoerleiding kleinere en goedkopere leidingen en pompen nodig dan voor de b-varianten;
- hierdoor zijn voor een hoofdaanvoerleiding naar Schouwen-Duiveland varianten 1a (aanvoer uit Krammer Noord) en 2a (aanvoer uit Schelde-Rijnkanaal) het goedkoopst;
- een hoofdaanvoerleiding vanaf het Haringvliet (de c-varianten) heeft een grotere lengte dan de a- en b-varianten. Variant 3a is daardoor duurder dan varianten 1a en 2a;
- ook de jaarlijkse energie- en onderhoudskosten van een hoofdaanvoerleiding zijn lager voor de a-varianten dan voor de b-varianten, omdat er voor de a-varianten minder water hoeft te worden aangevoerd;
- voor de distributie (verdeling) van water over Schouwen-Duiveland zijn de investeringskosten van een ringleiding hoger dan voor distributie via het oppervlaktewatersysteem. De ringleiding heeft een hoge dichtheid en daardoor een grotere lengte aan leidingen dan de lengte aan op te waarden watergangen bij een geoptimaliseerd oppervlaktewatersysteem;
- ook de jaarlijkse energie- en onderhoudskosten van verdeling via een ringleiding komen hoger uit voor een ringleiding dan voor een (aangepast) oppervlaktewatersysteem. Dit komt doordat er in aanvoersituaties continu voldoende druk op de ringleiding moet worden gehouden, waardoor meer pompen en meer pompenergie nodig zijn;
- qua totale investeringskosten laten varianten 1b en 2b de laagste kosten zien, waarbij de kanttkening moet worden gemaakt dat er zich in dit stadium (globale verkenning) nog een grote onzekerheid en bandbreedte bevinden in de kosteninschatting. Bij verdere planuitwerking kunnen de kosten voor de varianten nog aanzienlijk veranderen, en kunnen ook de verhoudingen tussen de varianten verschuiven;
- qua totale jaarlijkse energie- en onderhoudskosten komen de b-varianten lager uit dan de a-varianten. Dit komt doordat de jaarlijkse energiekosten van de ringleiding zwaarder doorwegen in de totale kosten dan de lagere jaarlijkse kosten van de hoofdaanvoerleiding bij de a-varianten.

Naast de omvang en de globale kosten van de varianten zijn ook andere aspecten belangrijk voor de afweging:

- variant 1b (water uit Krammer Noord) heeft de laagste kosten, maar levert de slechtste waterkwaliteit van het beregeningswater, is het minst toekomstvast en heeft naar verwachting een langere uitvoeringstermijn door distributie via het oppervlaktewatersysteem en rekening houden met de beschermingszone van de Grevelingendam;
- variant 3a (water uit Haringvliet) levert de beste waterkwaliteit van het beregeningswater, is het meest toekomstvast, heeft geen negatieve effecten op het oppervlaktewatersysteem, heeft naar verwachting een kortere uitvoeringstermijn voor het distributiesysteem (ringleiding), maar laat ook de hoogste kosten zien;

- van de varianten van de hoofdaanvoerleiding zijn de a-varianten (2 m³/s), met de kleinere leidingdiameter, zowel voor de investeringskosten als de levensduurkosten de goedkoopste varianten. Voor deze varianten geldt ook dat de uitvoeringstermijn korter is;
- qua toekomstvastheid en het chloridegehalte van de bron scoort variant 3 (Haringvliet) het best en variant 1 (Krammer Noord) het minst goed. Variant 2 (Schelde-Rijnkanaal) zit hier tussen in. De toekomstvastheid van deze bron is vooral afhankelijk van een eventueel toekomstig besluit om het Volkerak-Zoommeer toch weer zout te maken. De kans hierop wordt gezien de huidige bestuurlijke besluitvorming zeer klein ingeschat;
- de ringleiding heeft als voordeel dat de chlorideconcentratie van het beregeningswater constant is over het hele aanvoergebied. Deze concentratie is gelijk is aan de chlorideconcentratie van de bron van het aanvoerwater;
- bij distributie van het aanvoerwater via het oppervlaktewatersysteem zal de chlorideconcentratie van het beregeningswater (vanuit de watergangen) variëren in ruimte en tijd, en gemiddeld hoger zijn dan de chlorideconcentratie van de bron van het aanvoerwater;
- voor wat betreft de kwaliteit van het beregeningswater, het effect op de oppervlaktewaterkwaliteit en de uitvoeringstermijn scoort de ringleiding beter dan het oppervlaktewatersysteem.

Algemene conclusie

In het algemeen kan worden geconcludeerd dat kwaliteit een prijs heeft: hoe meer geld wordt geïnvesteerd, hoe beter de kwaliteit en de leveringszekerheid van de zoetwaterlevering voor beregening in de landbouw wordt. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat bij de afweging van de varianten vele aspecten een rol spelen, en dat er niet één voorkeursvariant is, die op alle aspecten gunstig uit de bus komt;

Technische risico's

Voor de varianten zijn in deze initiatieffase verschillende technische risico's geïdentificeerd, die zouden kunnen leiden tot extra werkzaamheden, hogere kosten en een langere realisatietijd. De belangrijkste technische risico's zijn:

- het tracé van de hoofdaanvoerleiding van variant 1 (Krammer Noord) over de primaire waterkering;
- de GFT-boring (onder het Grevelingenmeer) van de hoofdaanvoerleiding van variant 3;
- de afstemming met de perceeueigenaren over zakelijk recht, grondaankoop en meewerkvergoedingen. De grondeigenaren op de tracé 's van de hoofdaanvoerleiding op Sint Philipsland (variant 2) en Goeree-Overflakkee (variant 3) hebben zelf geen baat bij de hoofdaanvoerleiding en zullen niet vanuit eigenbelang meewerken. Voor de ringleiding of optimalisatie van het oppervlaktewatersysteem op Schouwen-Duiveland hebben veel grondeigenaren wel belang bij een betere zoetwatervoorziening;
- de kruisingen met kabels, leidingen (hoge druk gasleidingen), doorgaande wegen en watergangen.

De overige risico's zijn beschreven in hoofdstuk 7.

8.2 Aanbevelingen

Afwegingscriteria verder onderzoeken

Uit de multi criteria afweging volgt dat er niet één voorkeursvariant is, die op alle aspecten gunstig uit de bus komt. Aanbevolen wordt daarom om voor de (bestuurlijke) besluitvorming over het vervolg scherper te krijgen welke criteria het meest cruciaal worden gevonden. Hierover zou een (bestuurlijke) werksessie kunnen worden gehouden.

Bij zo'n werksessie en ook overige vervolgstappen kunnen ook nog andere criteria een rol gaan spelen, zoals:

- financiering: wie betaalt wat? Investeringskosten en levensduurkosten worden vaak door verschillende partijen betaald. Voor de investeringskosten zijn mogelijk subsidiebijdragen mogelijk (Deltaprogramma Zoetwater);
- wat is een gewenste/haalbare beheersorganisatie voor de zoetweraanvoer en -distributie?
- draagvlak in de omgeving: landbouwsector, waterschap, gemeente en belanghebbenden langs de mogelijke tracés van de pijpleidingen en op te waarderen watergangen.

Aanbevolen wordt om in vervolgonderzoek deze criteria in beeld te brengen.

Nauwkeuriger kostenramingen door verdergaande planuitwerking

Indien een voorkeur voor een bepaalde variant naar voren komt wordt aanbevolen om voor die variant een verdergaand schetsontwerp of voorontwerp te maken, risicosessies uit te voeren en eventueel al vooronderzoeken (zoals ligging van bestaande kabels en leidingen) uit te voeren. Op die manier wordt duidelijker wat er allemaal komt kijken bij die variant, en wordt de nauwkeurigheid van de kostenraming verbeterd. Daardoor wordt het beter mogelijk om keuzes te maken en de financiering uit te werken.

Ook de baten onderzoeken

Het algemene belang van de landbouwsector is meegenomen in deze verkenning, maar bij een nadere afweging zou ook meer gedetailleerd naar de baten kunnen worden gekeken. Met name geldt dit voor de landbouwbatensaldos als functie van de te verwachten chlorideconcentratie van het beregeningswater. Want verschillende gewassen hebben verschillende schadefuncties bij hogere chlorideconcentraties. Afhankelijk van het verwachte teeltplan kan een extra investering in zoeter water een gunstiger maatschappelijk kostenbatensaldo opleveren.

8.3 Aandachtspunten voor vervolgonderzoek

Tracé aanvoerleiding

In deze fase van de variantenstudie is vooral de lengte en haalbaarheid van de aanvoerleiding van belang. Voor het exacte tracé van de aanvoerleiding dient in een vervolg een tracéstudie te worden uitgevoerd.

In deze variantenstudie is er voor gekozen om het tracé van de aanvoerleiding zoveel mogelijk in een rechte lijn (kortste verbinding) aan te leggen. Deze aanname kan tot gevolg hebben dat als er bij verdere uitwerking blijkt dat een rechte lijn niet overal haalbaar is, de leiding langer zal worden en waarschijnlijk meer bochten zal krijgen. Hierdoor zullen zowel de investeringskosten als de energie- en onderhoudskosten toenemen.

Mogelijke meekoppelkans TenneT kabel

Voor variant 2, met wateraanvoer vanuit het Schelde-Rijnkanaal via St. Philipsland, is er een mogelijke meekoppelkans met de eventuele aanleg van een nieuwe hoogspanningskabel door TenneT, die ongeveer hetzelfde tracé zou kunnen volgen. Dit zou in overleg met TenneT verder onderzocht moeten worden. In een nieuwsbericht van 7 september 2020 op de website van TenneT is aangegeven: "Om de structurele congestie op te heffen is uitbreiding van het landelijke hoogspanningsnet vanuit West-Brabant naar de eilanden Tholen en Schouwen-Duiveland noodzakelijk. De hiervoor benodigde investeringen zijn opgenomen in de investeringsplannen van TenneT en Enduris."

Energiekosten en diameter aanvoerleiding

Zoals toegelicht in de uitgangspunten zijn de jaarlijkse energiekosten gecorreleerd aan onder andere de opvoerhoogte en de opvoerhoogte is onder andere gecorreleerd aan de lengte, diameter en ruwheid van de leiding. Het is mogelijk om de leidingdiameter te vergroten (hogere investeringskosten) om zodoende de jaarlijkse energiekosten te verlagen.

Voor variant 3a is als vergelijking een alternatief uitgerekend met een ruimere leidingdiameter van 1500 mm, zie tabel 8.1. De grotere diameter leidt tot meer dan een halvering van de jaarlijkse energiekosten voor variant 3a. De investeringskosten nemen echter nog sterker toe, waardoor de totale kosten over 50 jaar toch hoger uitvallen dan bij een leiding van 1.280 mm.

Tabel 8.1 Vergelijking variant 3a met grotere diameter

	Variant 3a	Variant 3a - alternatief
leidingdiameter	1.280 mm	1.500 mm
opvoerhoogte	30,2 m	13,7 m

	Variant 3a	Variant 3a - alternatief
jaarlijks vermogen	1.067	484
jaarlijkse energiekosten	106.700,--	48.360,--

Opwaarderen watergangen

Het opwaarderen van overige watergangen tot aanvoerwatergang gaat gepaard met een verbreding en/of verdieping van het huidige dwarsprofiel indien het huidige dwarsprofiel te krap is voor de aanvoer/doorvoer van het doorspoeldebiet. Dit kan er in theorie toe leiden dat deze watergangen meer zoute kwel gaan aantrekken, omdat de weerstand voor grondwatertoestroming afneemt. Tijdens de droge periodes waarin wateraanvoer nodig is zal dit effect echter meevallen, omdat in deze periodes de grondwaterstanden vaak lager zijn dan de oppervlaktewaterstanden. Hierdoor zal er beperkte afvoer plaats vinden van het grondwater naar het oppervlaktewater vanaf de percelen. Om hier meer zekerheid over te krijgen zouden er op mogelijk kwetsbare locaties enkele veldmetingen van grond- en oppervlaktewaterstanden kunnen worden gedaan in een droge periode.

Kans op wateroverlast

Bij een eventuele vervolgitwerking van wateraanvoer via het oppervlaktewatersysteem dient getoetst te worden of door hogere waterstanden (betere peilhandhaving en enige peilopzet voor doorspoelen) in de zomer het risico op wateroverlast bij extreme zomerbuien niet onacceptabel toeneemt.

Doorspoelwater uitslaan door gemaal Den Osse

Het uitslaan van gemaal Den Osse op het Grevelingenmeer moet vanwege de waterkwaliteit in principe zoveel mogelijk beperkt worden. Indien wateraanvoer via het oppervlaktewatersysteem in een vervolg verder wordt uitgewerkt dienen de consequenties hiervan voor het doorspoelplan bekeken te worden.

Oeverbescherming

Bij realisatie van nieuwe wateraanvoertracé 's dient rekening te worden gehouden met mogelijke schade aan oevers als gevolg van hoge stroomsnelheden en peilfluctuaties in aanvoersituaties. Dit kan worden voorkomen door het aanbrengen van oeverbescherming. Dit risico lijkt in het plan in dit rapport beperkt, omdat peilen niet of minimaal verhoogd worden, en omdat watergangen verruimd worden daar waar nodig. Niettemin is dit een aandachtspunt bij een eventuele vervolgitwerking van wateraanvoer via het oppervlaktewatersysteem.

9

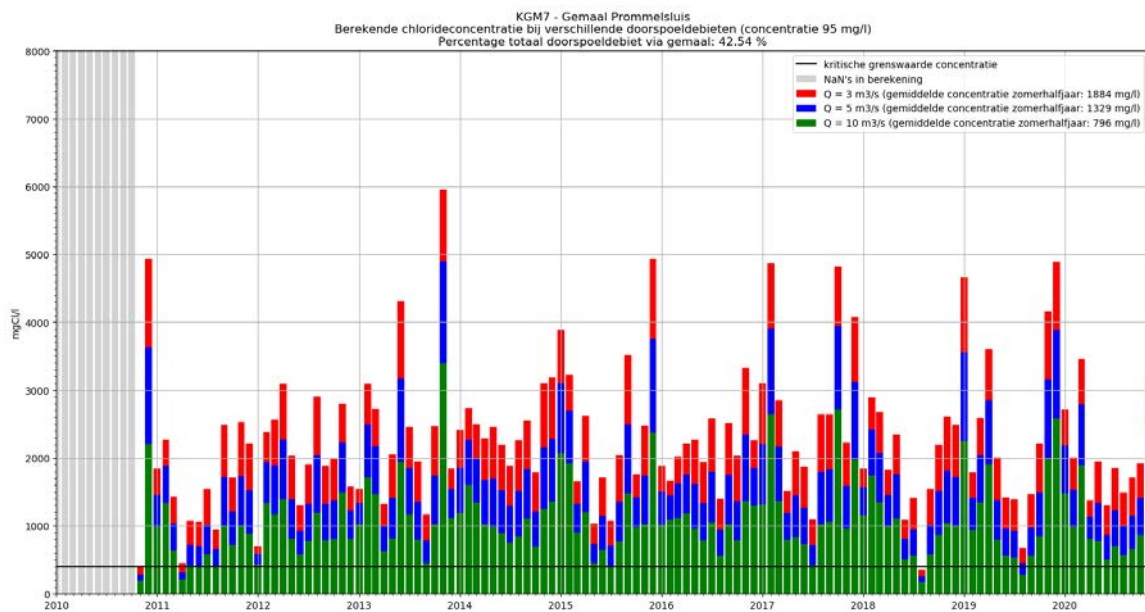
REFERENTIES

- 1 Google Earth Pro.
- 2 Trident group, deelonderzoek de Puupe, ontwerp ringleiding (2020).
- 3 Hobas GVK pressure pipe systems, technische data producten (<https://www.amiblu.com/nl/downloads/>).
- 4 NEN-3651, januari 2020. Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken.
- 5 Richtlijn boortechniek, Rijkswaterstaat, versie juni 2019.
- 6 Boormaterieel horizontaal gestuurde boringen (HDD), Heijmans infra techniek.
- 7 Rijkswaterstaat website (<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/vaarwegenoverzicht/zijpe>).
- 8 Openstreetmap (<https://www.openstreetmap.org/>).
- 9 Regionale verkenning zoetwater rivierengebied, Witteveen+Bos, 16 juni 2020.
- 10 Pipelife, PE drukleidingen (https://www.pipelife.nl/nl/media/pdfs/A6PE_drukleidingen2011LR.pdf).
- 11 Stowa Deltafact zouttolerantie van teelten, website Stowa.nl, 4 januari 2021.

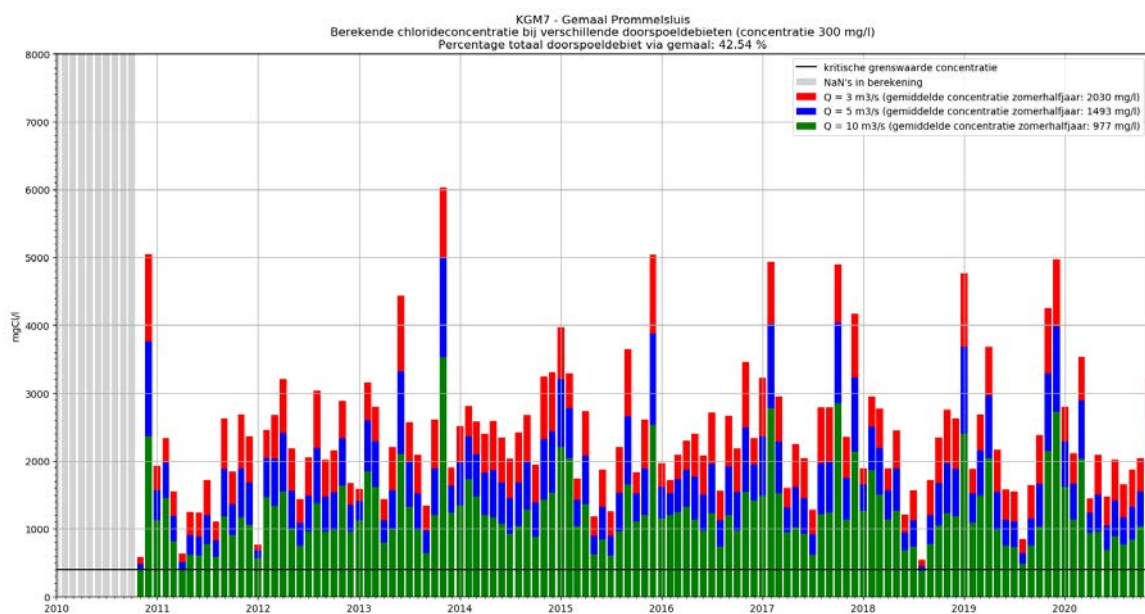
Bijlage(n)

BIJLAGE: FIGUREN BEPALING DOORSPOELDEBIET

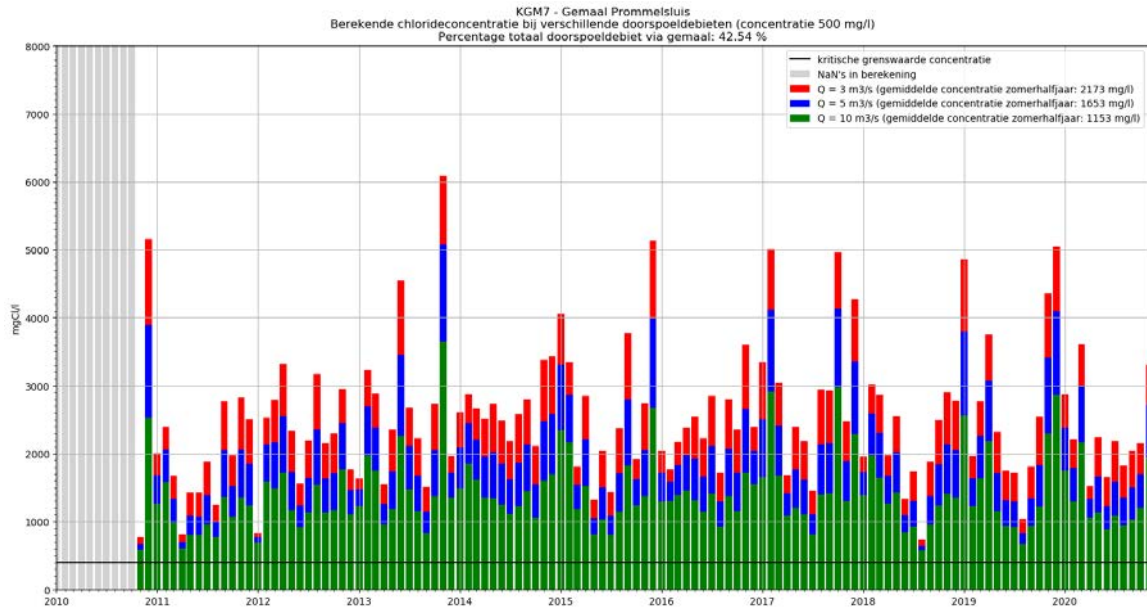
Afbeelding I.1 Berekende chlorideconcentraties KGM7, concentratie aanvoerwater 95 mg/L



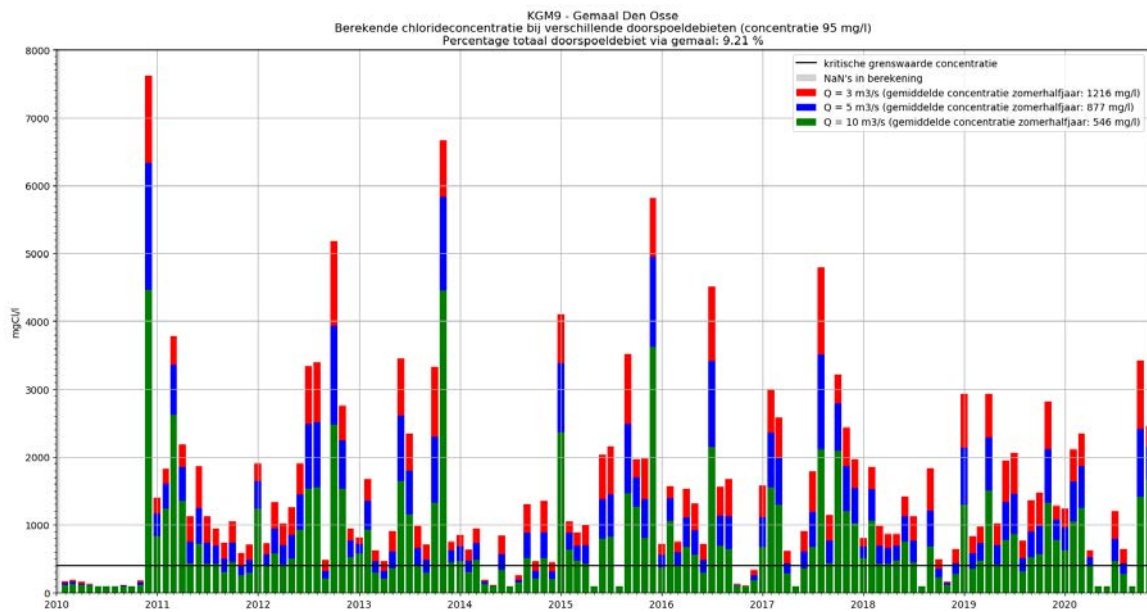
Afbeelding I.2 Berekende chlorideconcentraties KGM7, concentratie aanvoerwater 300 mg/L



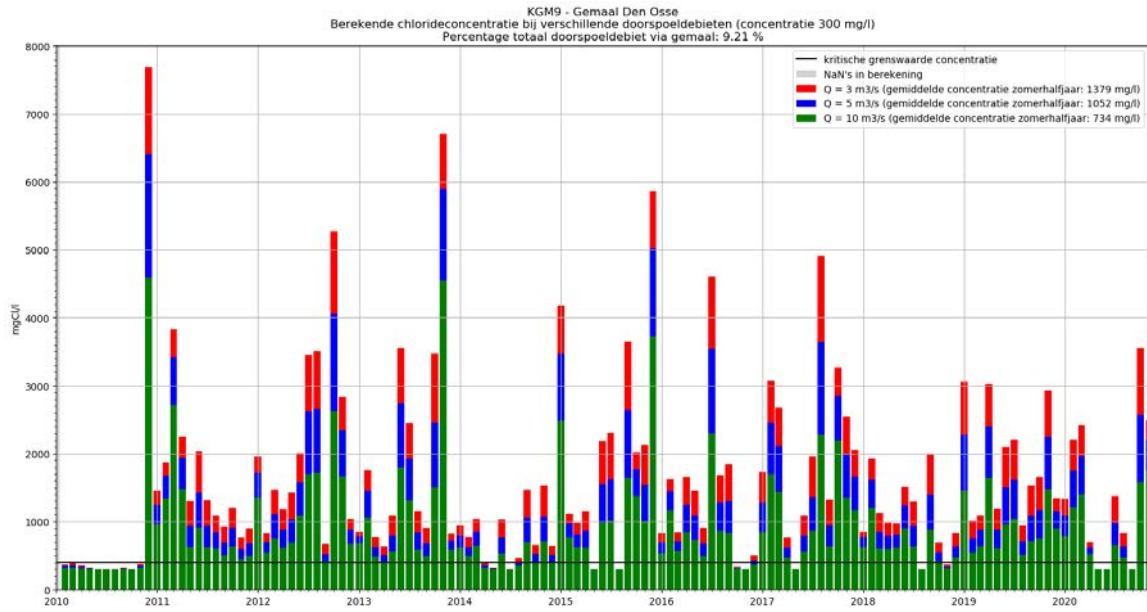
Afbeelding I.3 Berekende chlorideconcentraties KGM7, concentratie aanvoerwater 500 mg/L



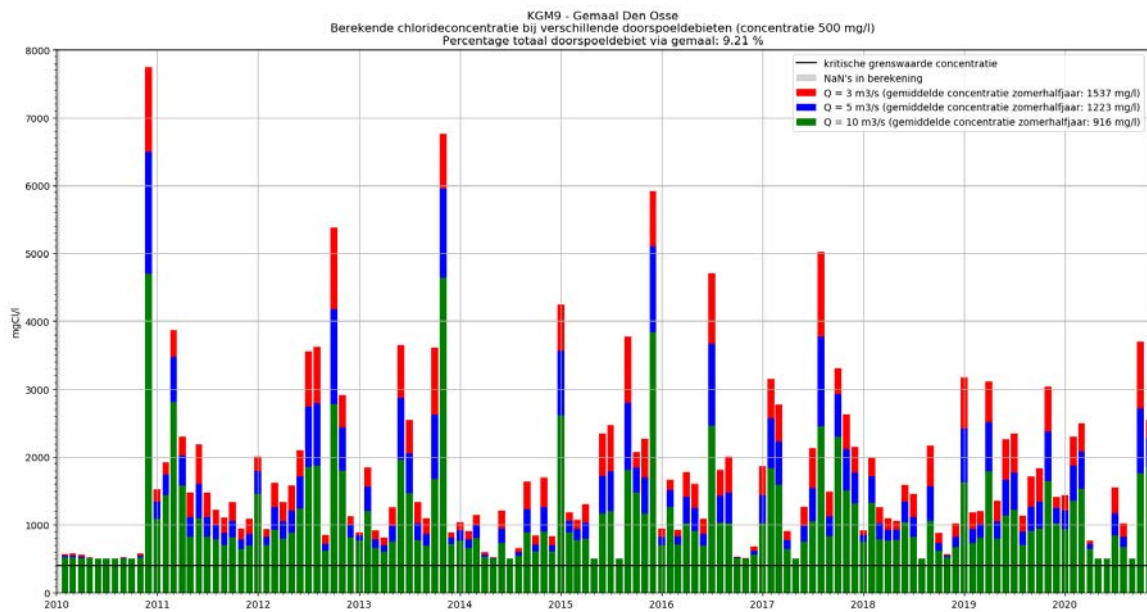
Afbeelding I.4 Berekende chlorideconcentraties KGM9, concentratie aanvoerwater 95 mg/L



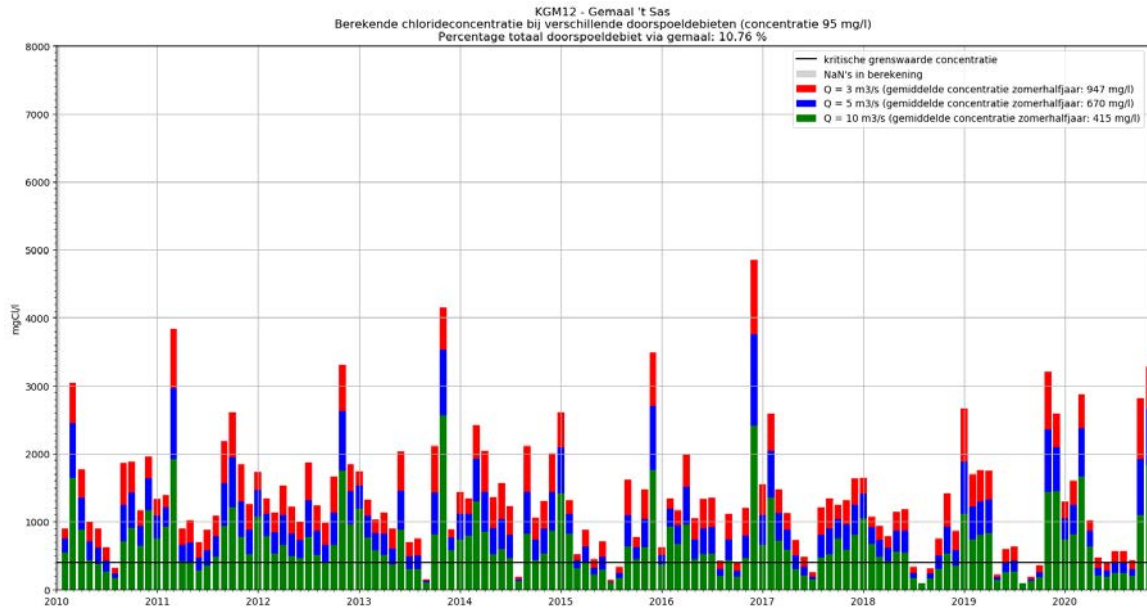
Afbeelding I.5 Berekende chlorideconcentraties KGM9, concentratie aanvoerwater 300 mg/L



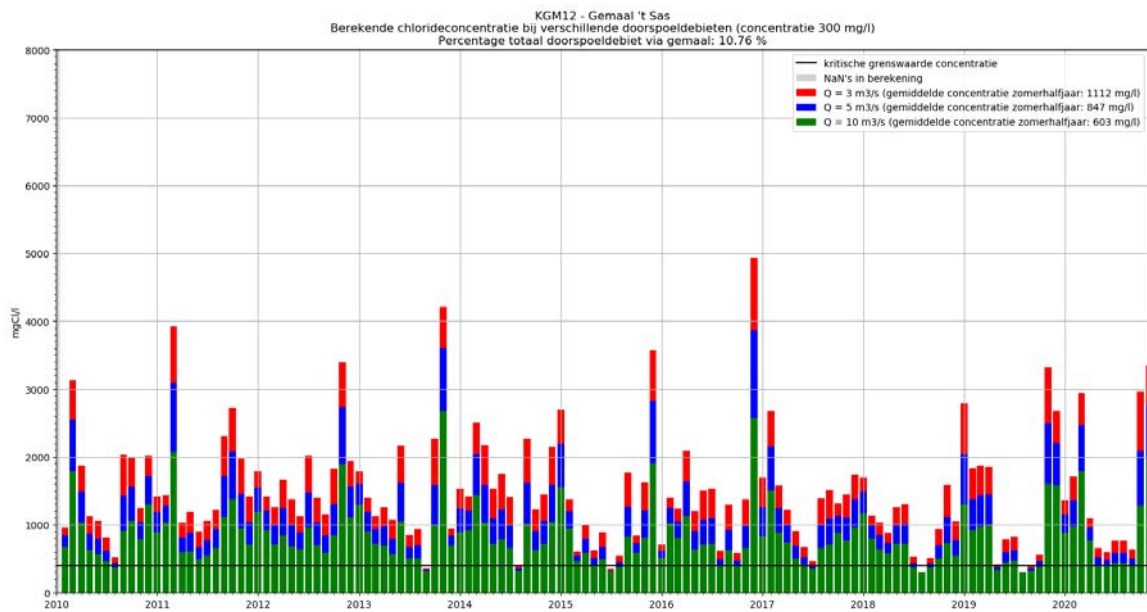
Afbeelding I.6 Berekende chlorideconcentraties KGM9, concentratie aanvoerwater 500 mg/L



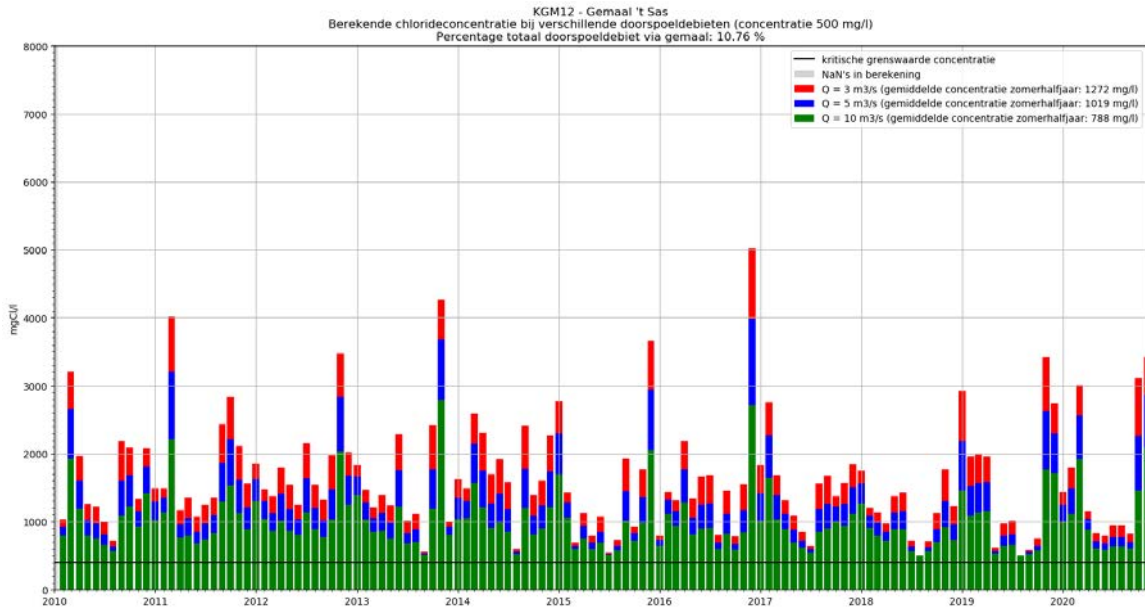
Afbeelding I.7 Berekende chlorideconcentraties KGM12, concentratie aanvoerwater 95 mg/L



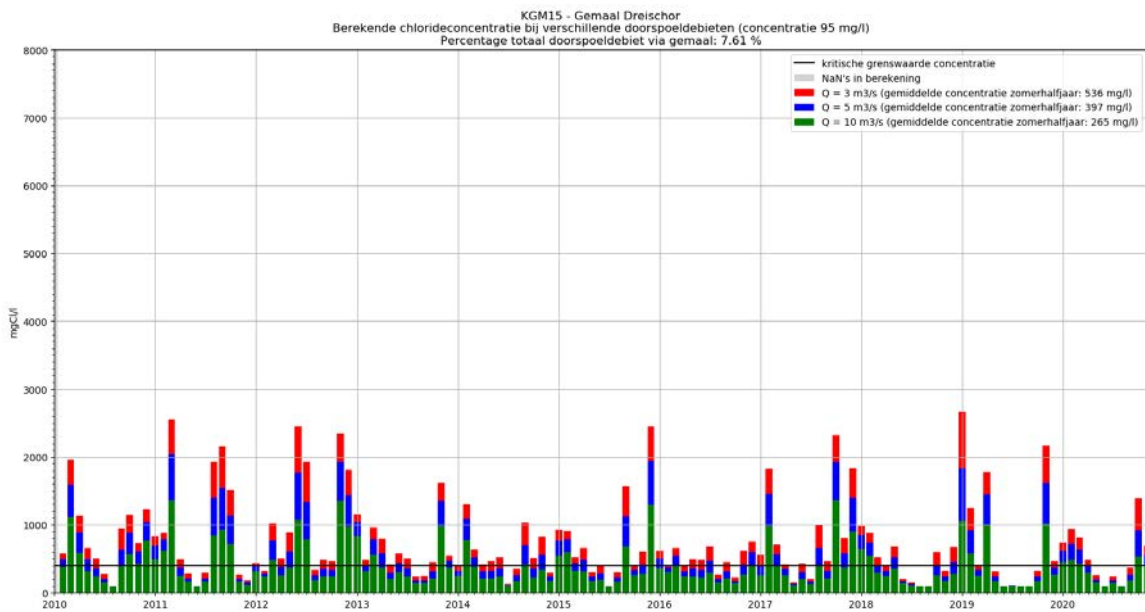
Afbeelding I.8 Berekende chlorideconcentraties KGM12, concentratie aanvoerwater 300 mg/L



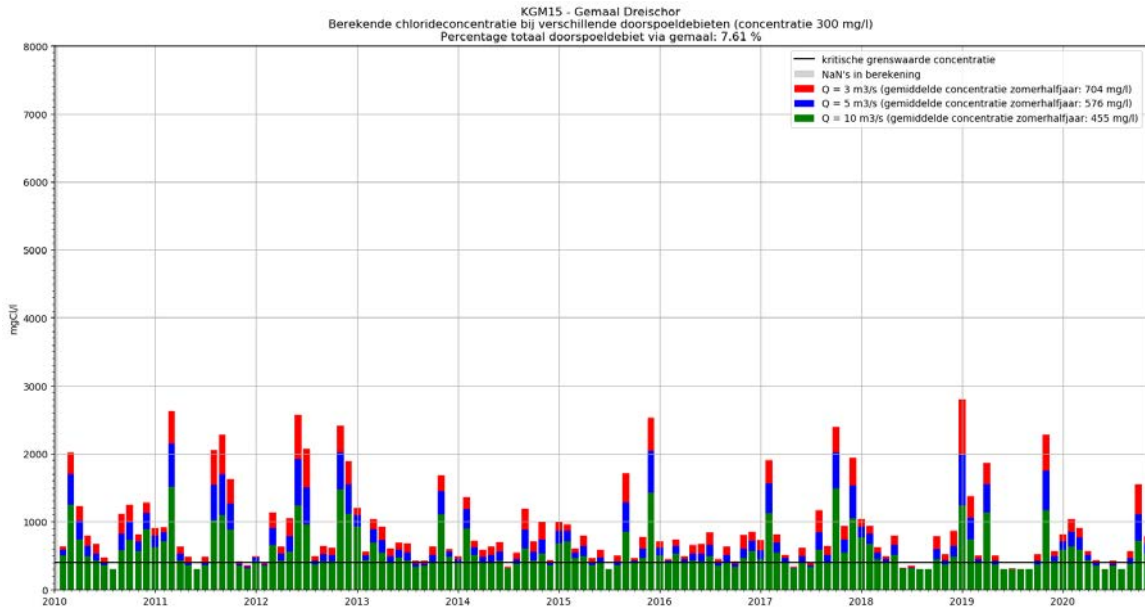
Afbeelding I.9 Berekende chlorideconcentraties KGM12, concentratie aanvoerwater 500 mg/L



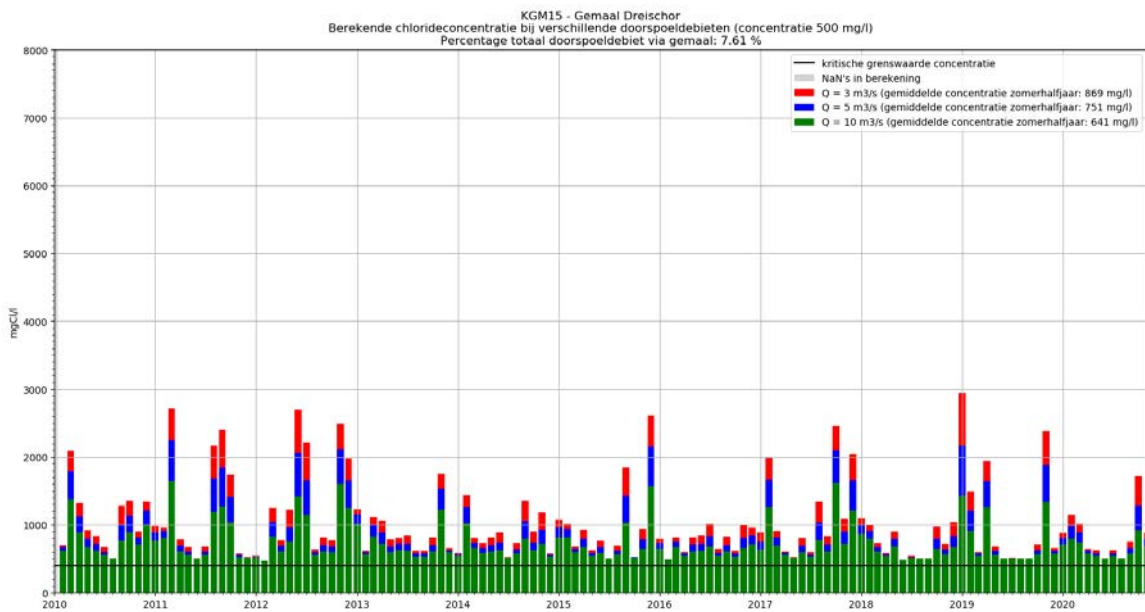
Afbeelding I.10 Berekende chlorideconcentraties KGM15, concentratie aanvoerwater 95 mg/L



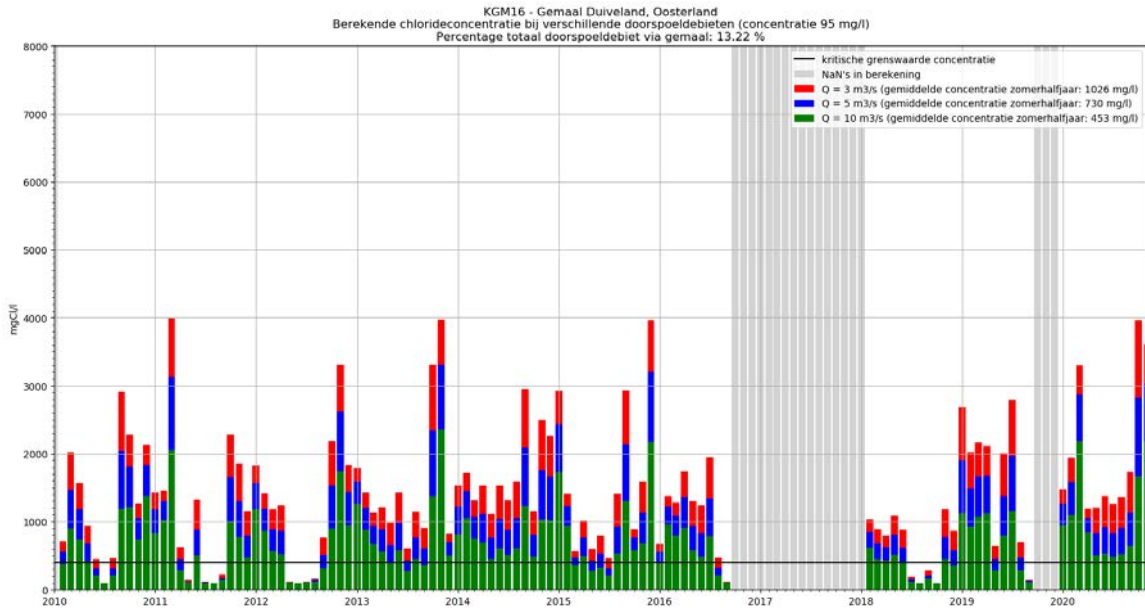
Afbeelding I.11 Berekende chlorideconcentraties KGM15, concentratie aanvoerwater 300 mg/L



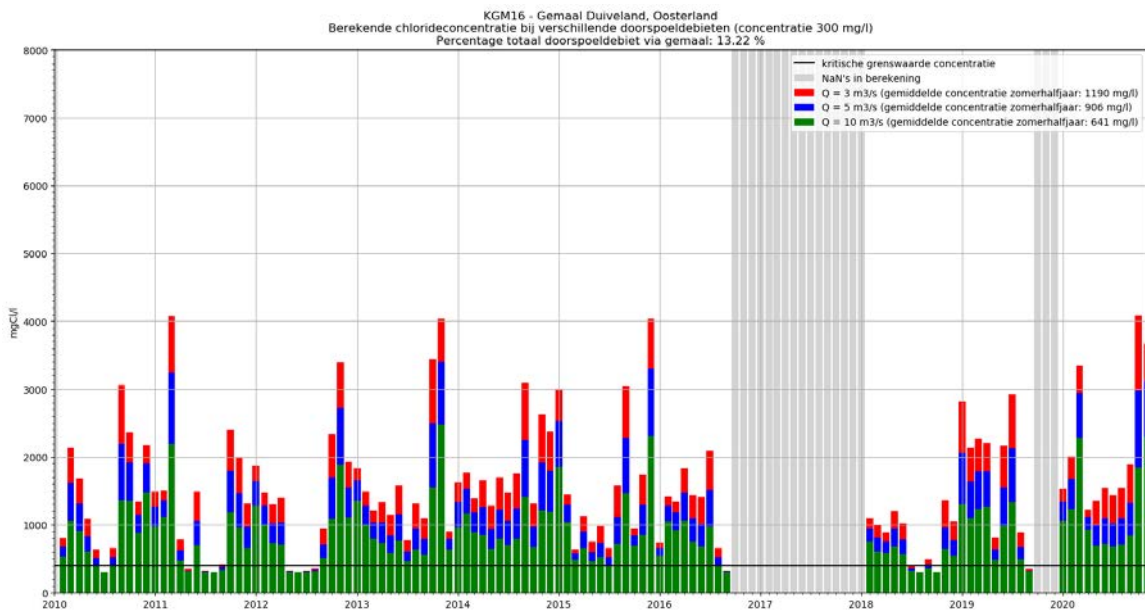
Afbeelding I.12 Berekende chlorideconcentraties KGM15, concentratie aanvoerwater 500 mg/L



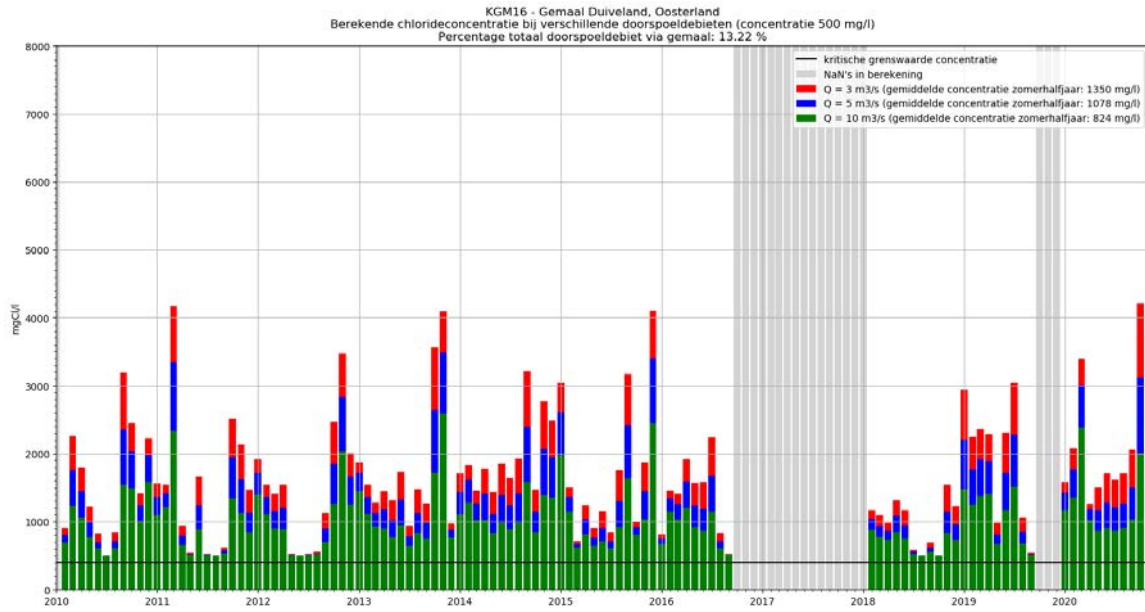
Afbeelding I.13 Berekende chlorideconcentraties KGM16, concentratie aanvoerwater 95 mg/L



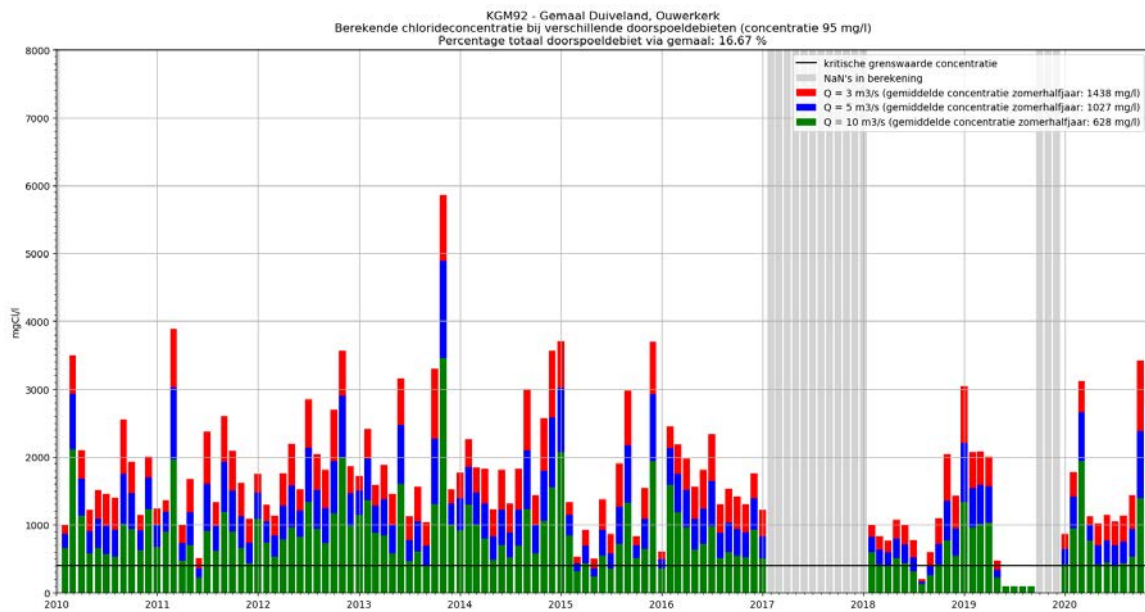
Afbeelding I.14 Berekende chlorideconcentraties KGM16, concentratie aanvoerwater 300 mg/L



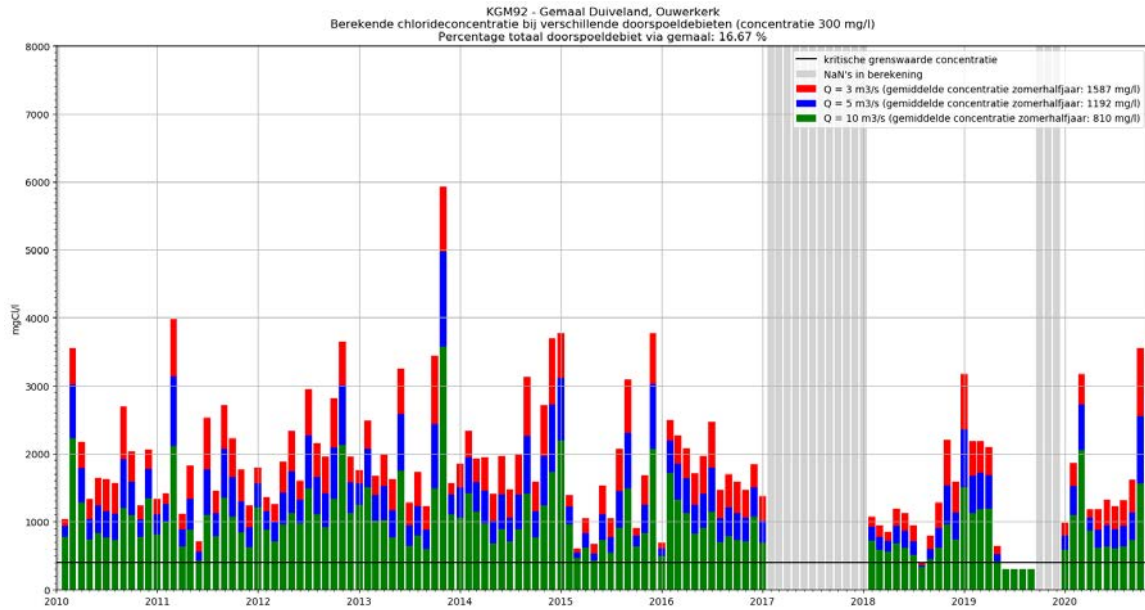
Afbeelding I.15 Berekende chlorideconcentraties KGM16, concentratie aanvoerwater 500 mg/L



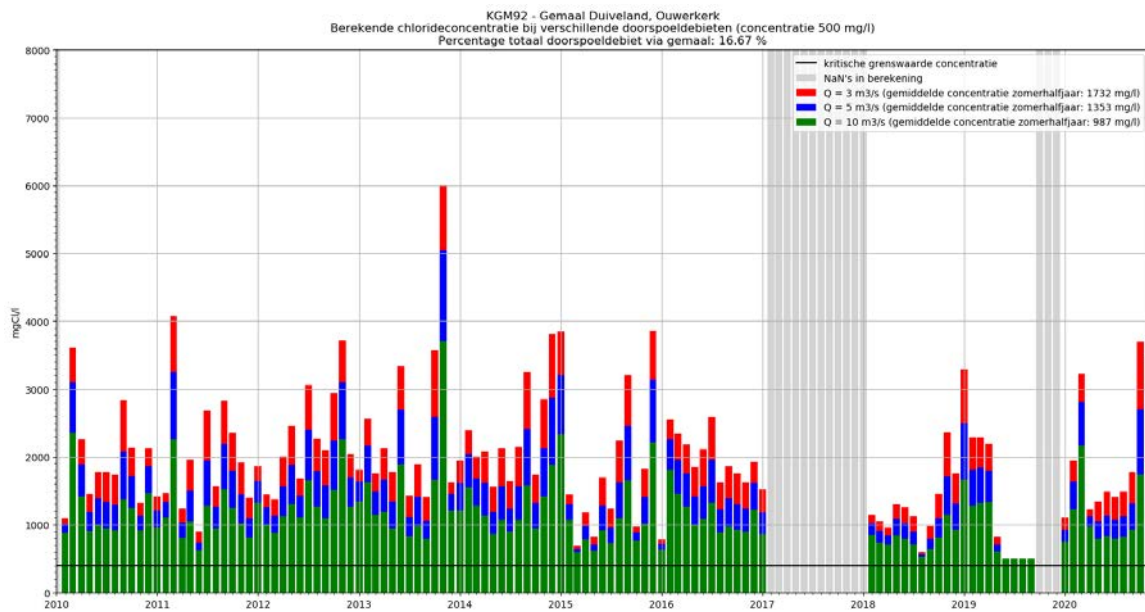
Afbeelding I.16 Berekende chlorideconcentraties KGM92, concentratie aanvoerwater 95 mg/L



Afbeelding I.17 Berekende chlorideconcentraties KGM92, concentratie aanvoerwater 300 mg/L

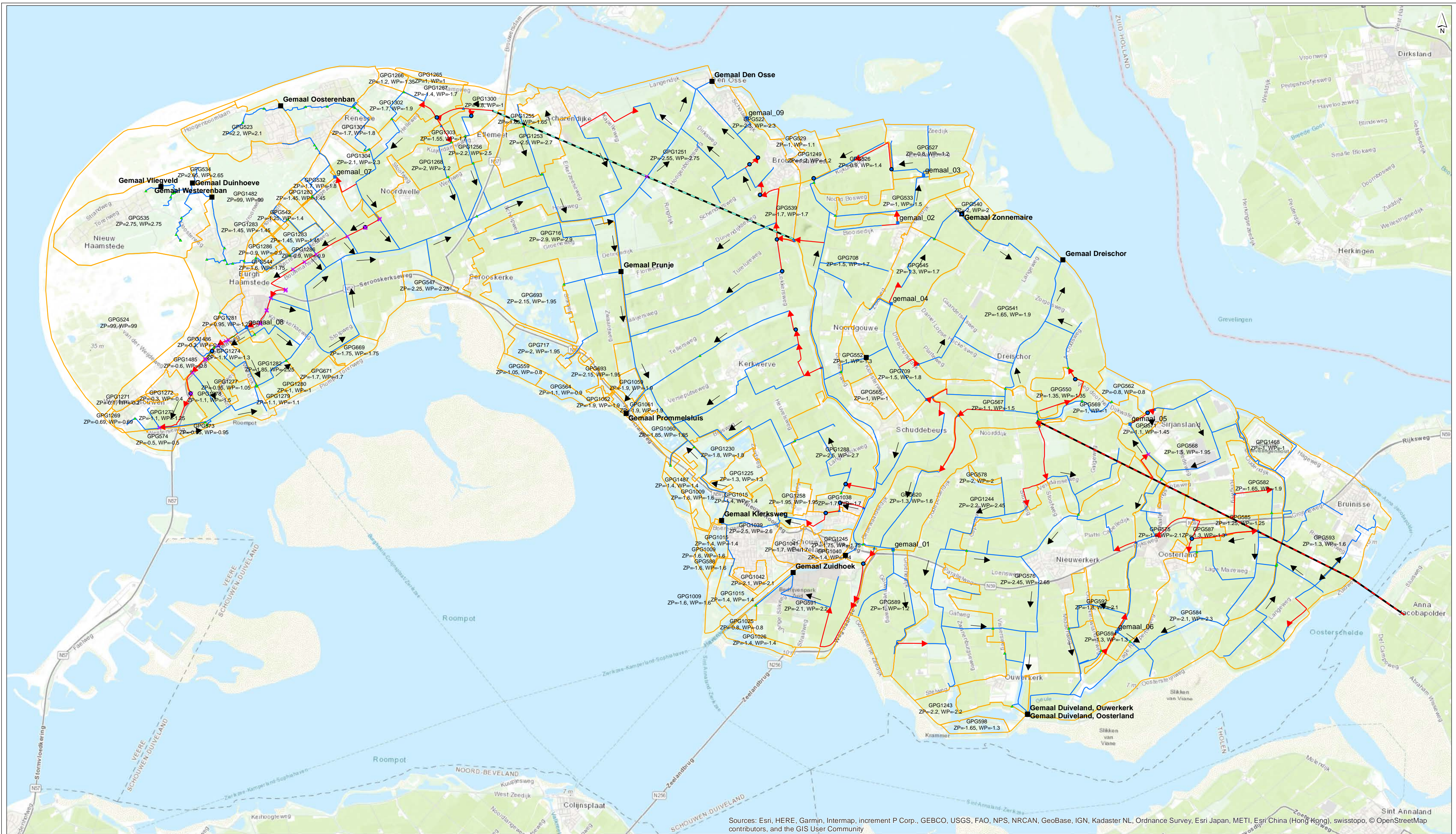


Afbeelding I.18 Berekende chlorideconcentraties KGM92, concentratie aanvoerwater 500 mg/L





BIJLAGE: KAARTEN OPENWATERSYSTEEM



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

- Peilgebieden
- Afvoervakken
- ▲ Stuwen
- Gemalen
- aanvoer, nieuw kunstwerk**
- × afsluiter/klepduiker
- duiker
- opvoergemaal
- ▲ stuw/inlaat
- aanvoer, nieuwe verbinding**
- aanvoerleiding
- doorvoerleiding
- nieuwe watergang
- nieuwe watergang, peilgrens wijzigen
- ▶ opwaarderen bestaande watergang
- - - persleiding opvoergemaal

drawn:
verified:
approved:
version: concept 1
date: 22-12-2020
drawing no: 0

page size: A2 landscape
scale: 1:55000

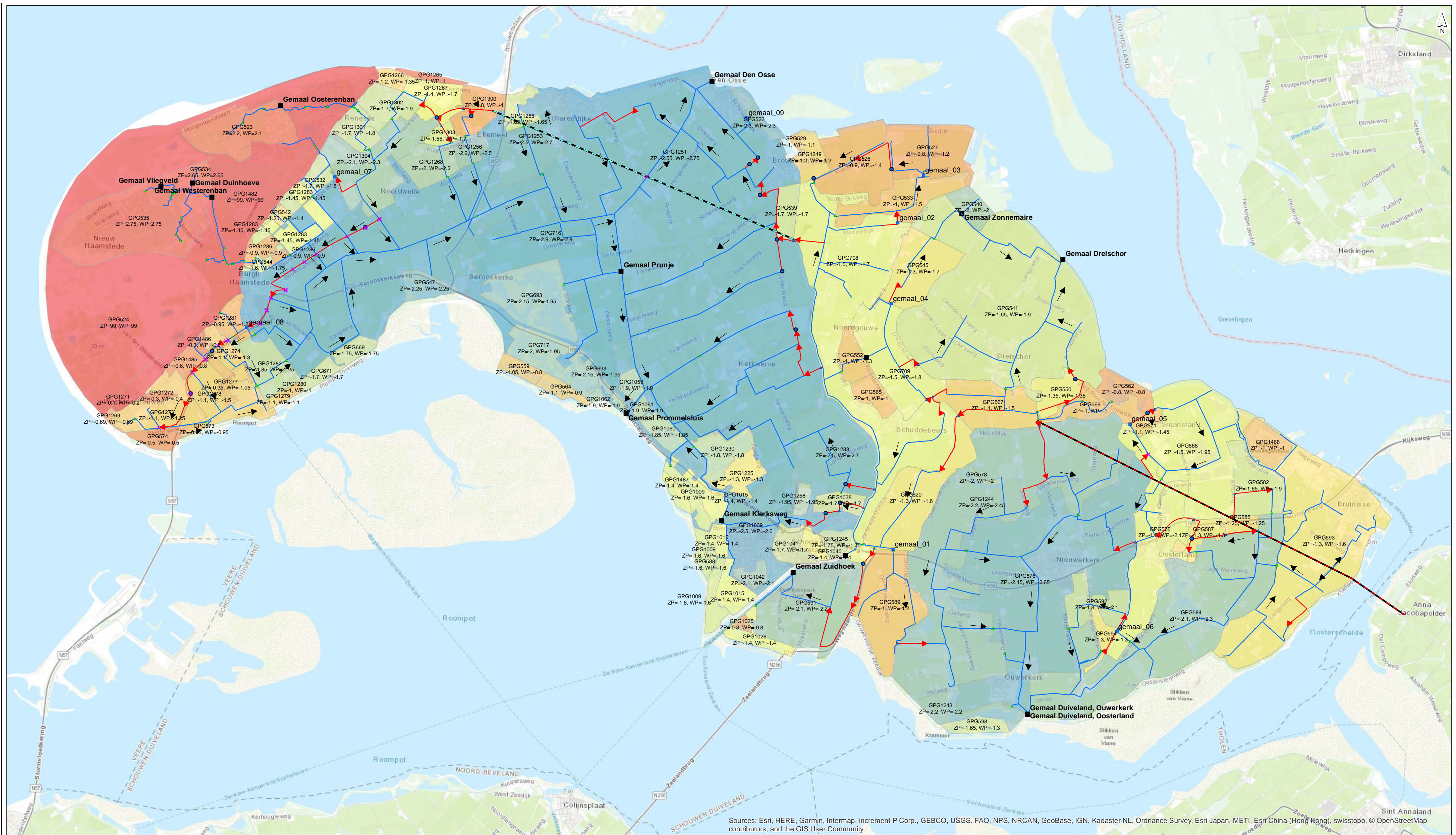


Schouwen-Duiveland

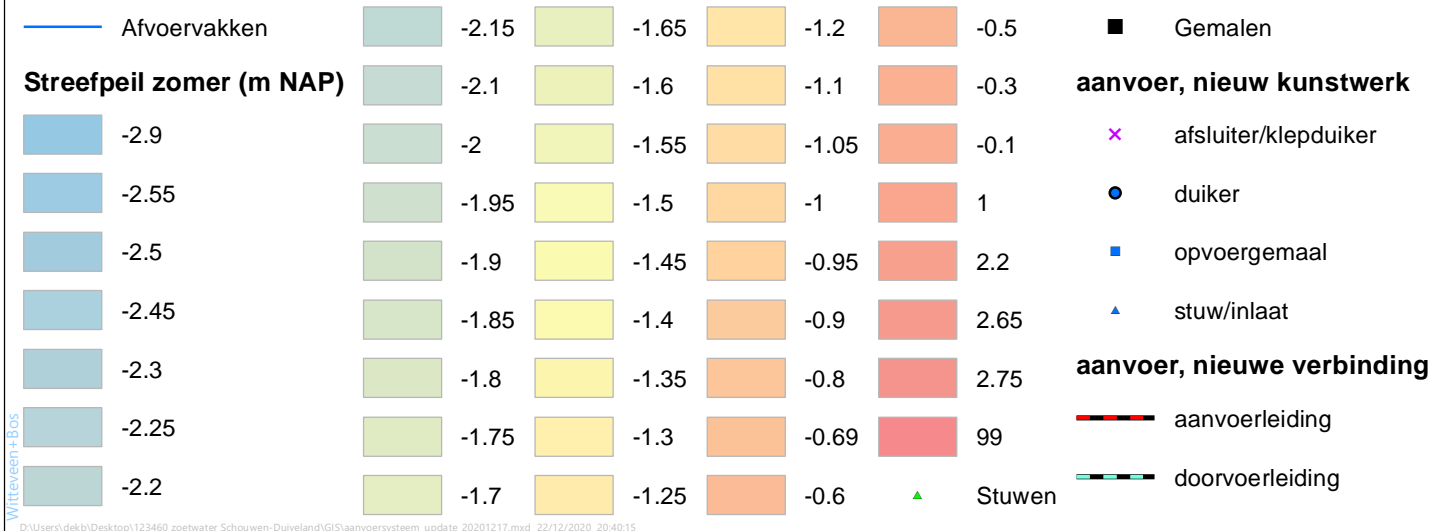
Mogelijke layout aanvoersysteem

client: Provincie Zeeland
project: Zoetwataaraanvoer Schouwen-Duiveland
project code: 123460





Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

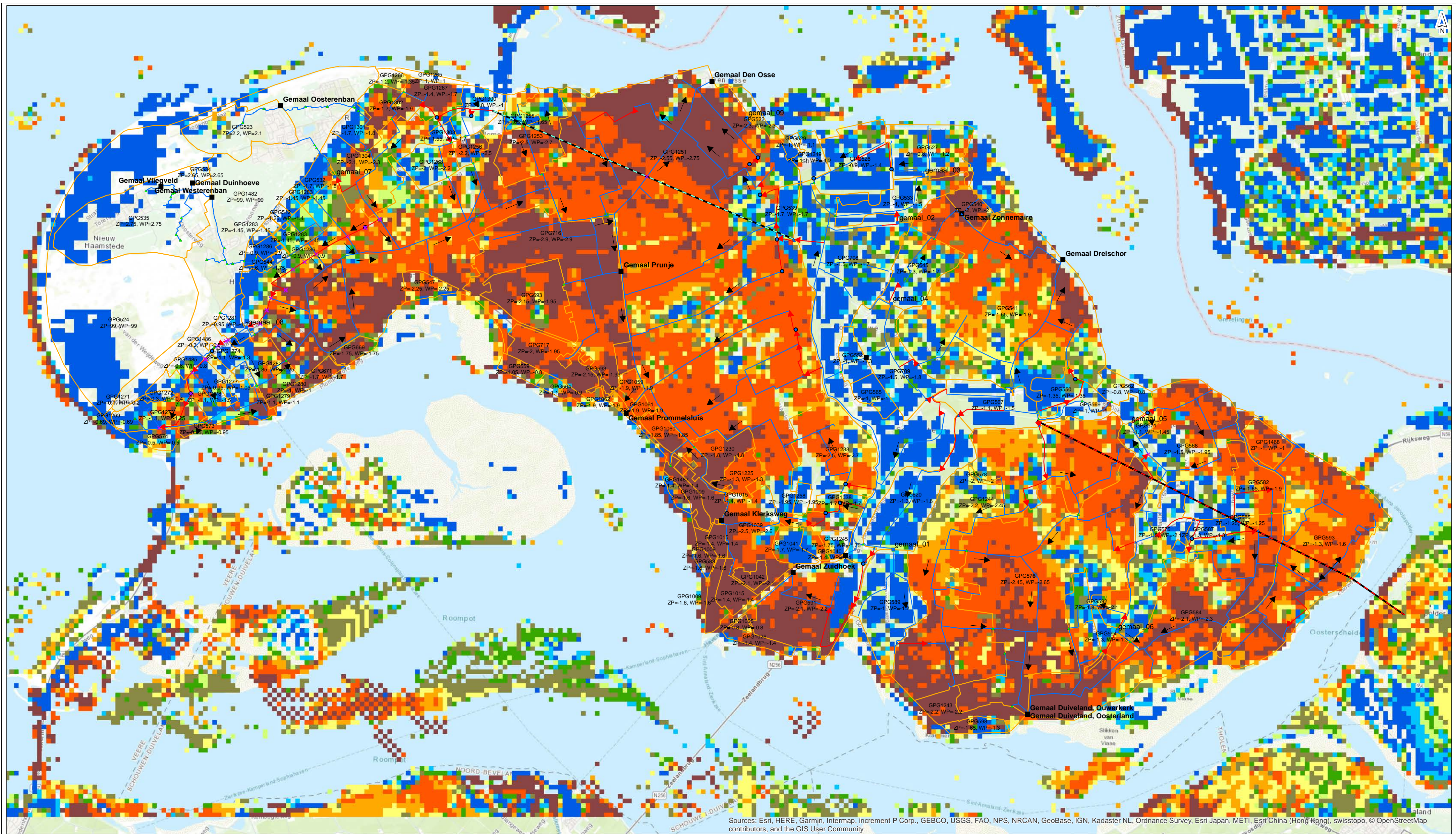


drawn:
verified:
approved:
version: concept 1
date: 22-12-2020
drawing no: 0

page size: A2 landscape
scale: 1:55000

Schouwen-Duiveland
Mogelijke layout aanvoersysteem Zomerpeilen

client: Provincie Zeeland
project: Zoetwataaraanvoer Schouwen-Duiveland
project code: 123460



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



drawn:
verified:
approved:
version: concept 1
date: 22-12-2020
drawing no: 0

page size: A2 landscape
scale: 1:55000

Schouwen-Duiveland
Mogelijke layout aanvoersysteem Zoutvracht Wplus zomer 2050 (Deltares)
client: Provincie Zeeland
project: Zoetwataaraanvoer Schouwen-Duiveland
project code: 123460



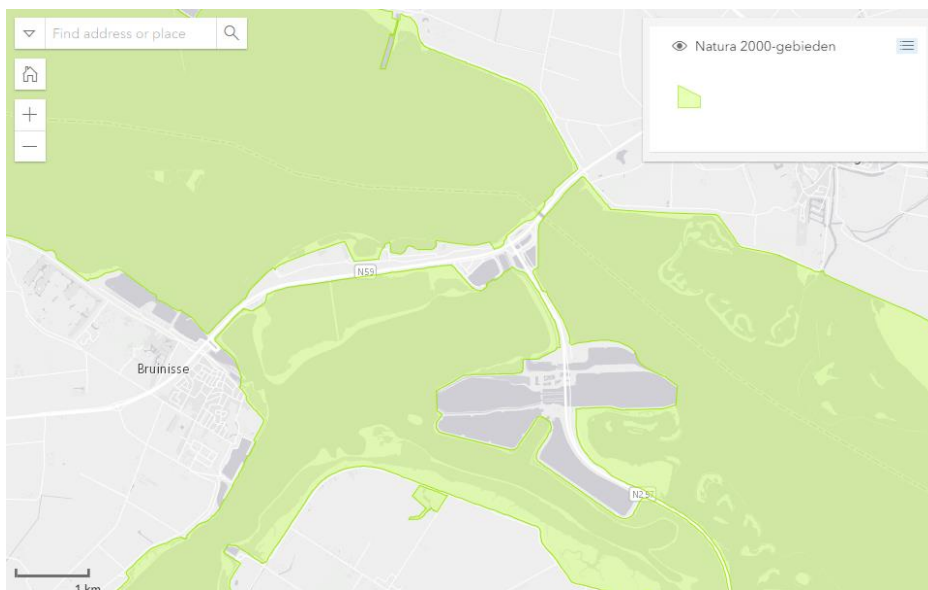
M:\Projects\123460\123460_Schouwen-Duiveland\GIS\Mapserver\update_20201222\map_123460_20201222



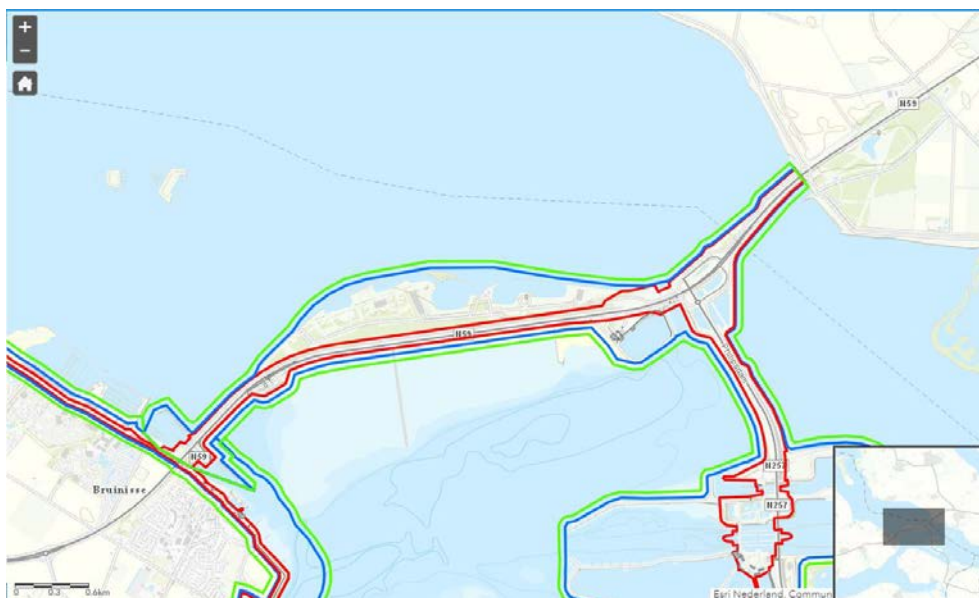
BIJLAGE: KAARTEN HOOFDAANVOERLEIDING

III.1 Variant 1

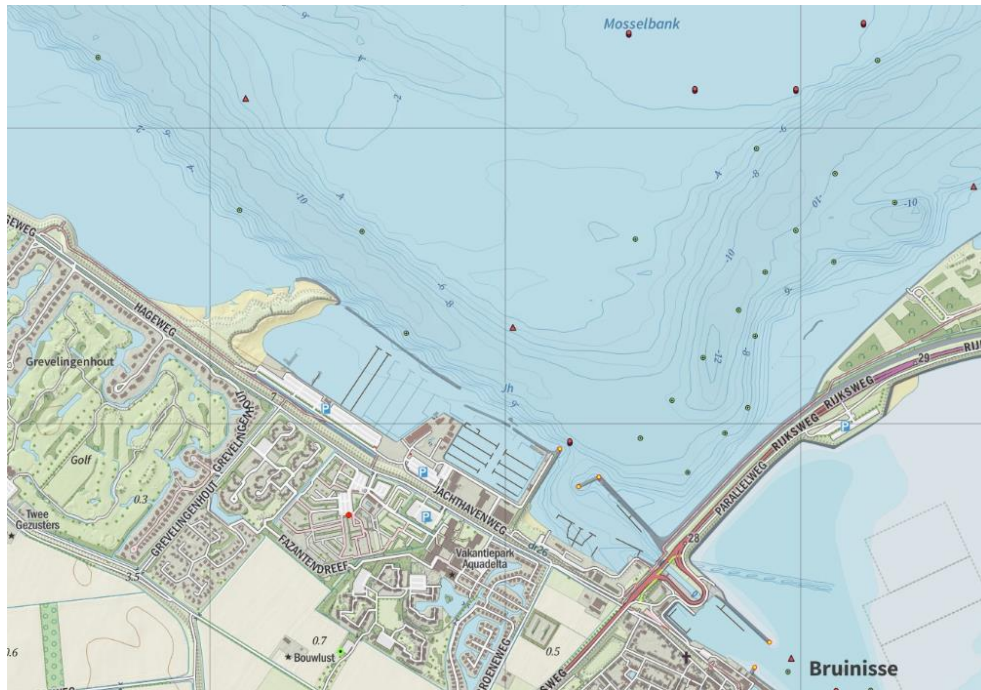
Afbeelding III.1 Natura 2000 gebied [<https://www.natura2000.nl/gebieden>]



Afbeelding III.2 Primaire waterkering Grevelingendam [legger waterkering Scheldestromen]

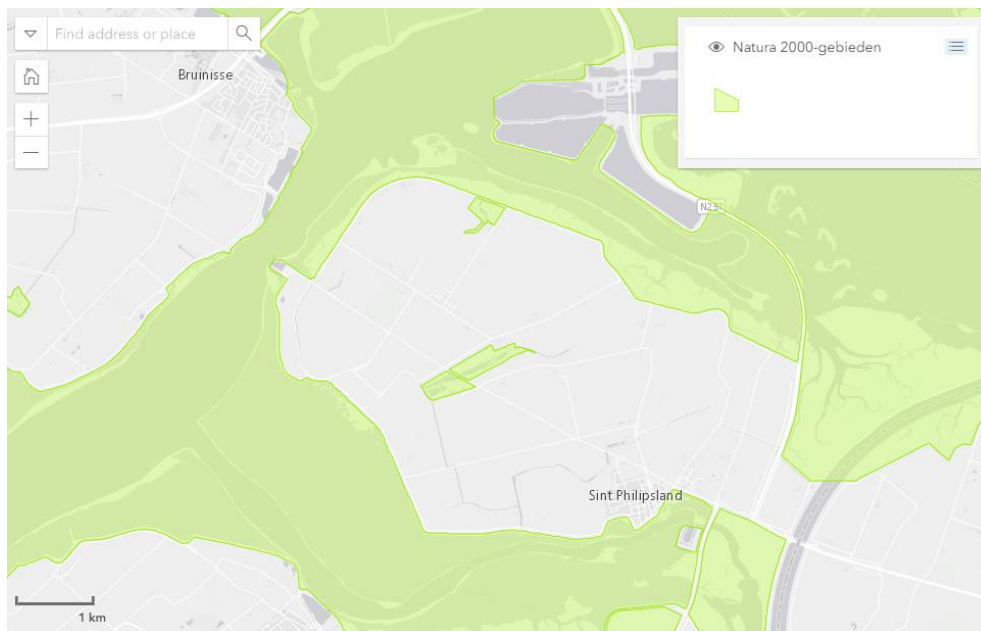


Afbeelding III.2 Diepte indicatie Grevelingen



III.2 Variant 2

Afbeelding III.3 Natura 2000 gebied [https://www.natura2000.nl/gebieden]

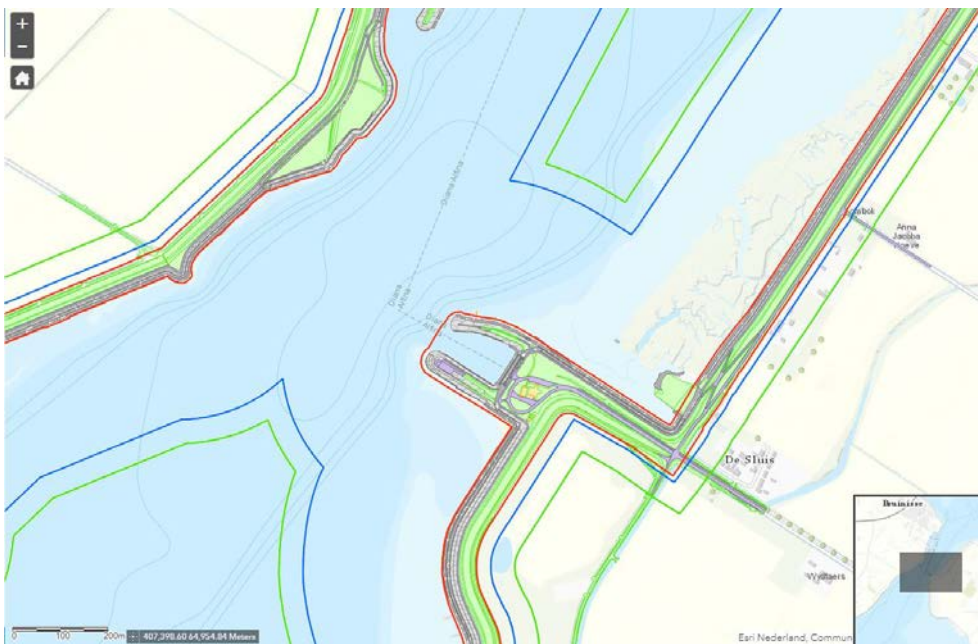


Afbeelding III.4 Primaire waterkering langs Schelde-Rijnkanaal [legger waterkering Scheldestromen]



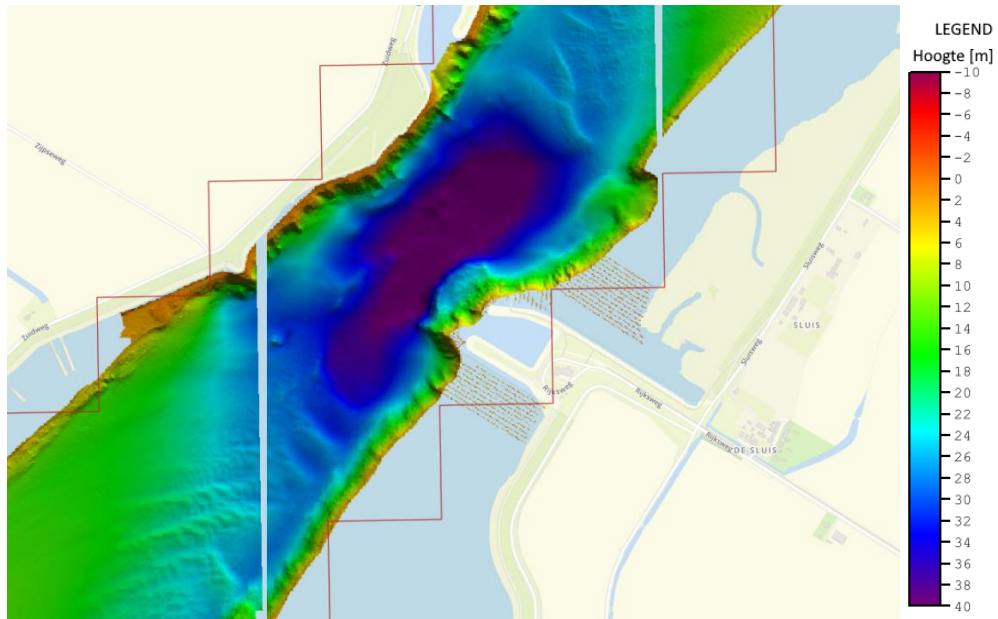
- Waterstaatswerk Primair
- Bescheringszone A Primair
- Bescheringszone B Primair

Afbeelding III.5 Primaire waterkering langs Zijpe [legger waterkering Scheldestromen]



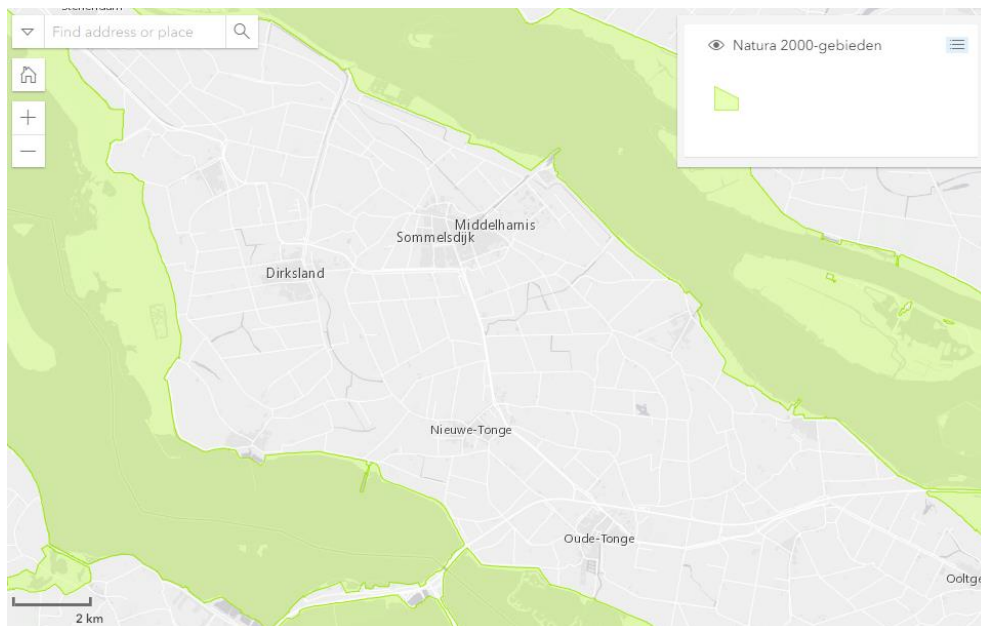
- Waterstaatswerk Primair
- Bescheringszone A Primair
- Bescheringszone B Primair

Afbeelding III.6 Diepte indicatie Zijpe [<https://bathymetrie.rijkswaterstaat.nl/mapbender>]



III.3 Variant 3

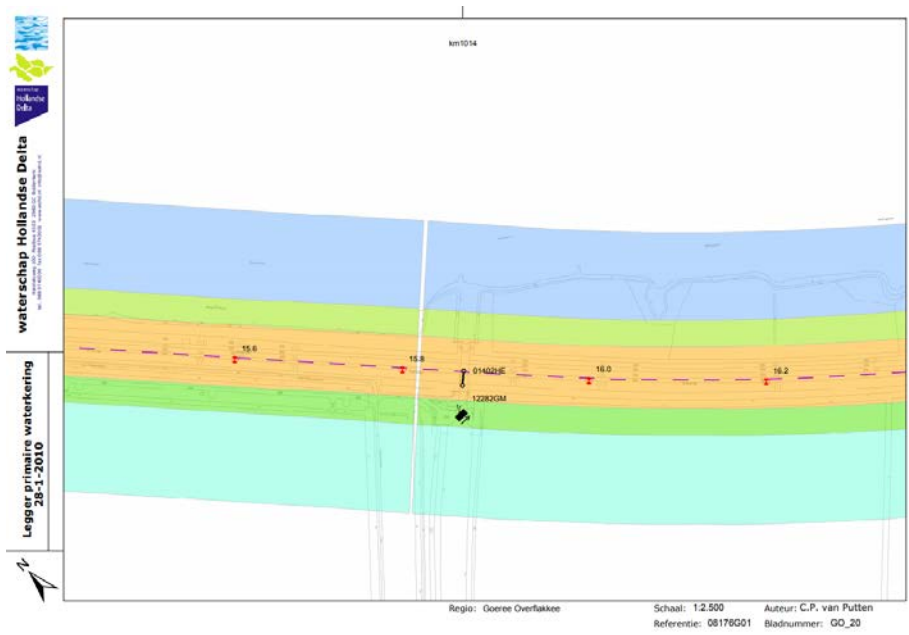
Afbeelding III.8 Natura 2000 gebied [<https://www.natura2000.nl/gebieden>]



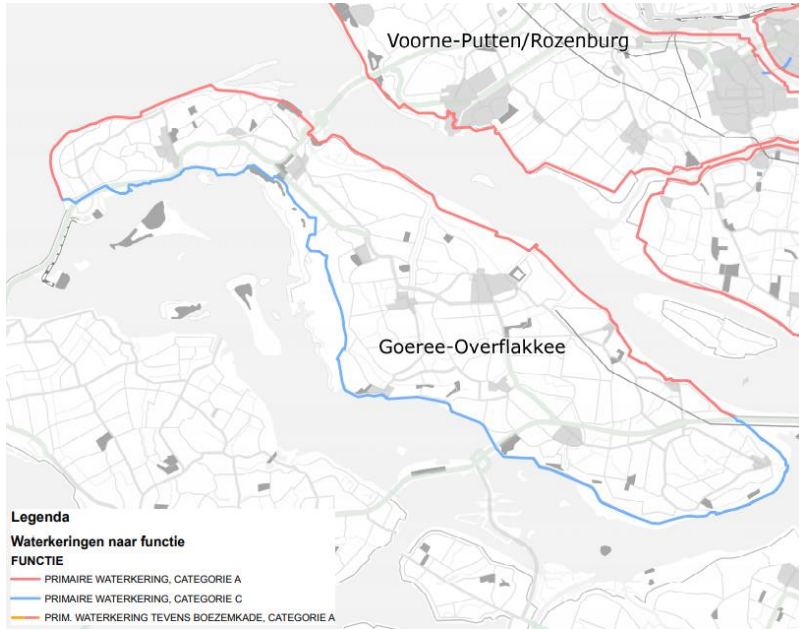
Afbeelding III.7 Primaire waterkering langs Grevelingen, zuidzijde [legger waterkering Scheldestromen]



Afbeelding III.8 Primaire waterkering bij gemaal Koert [legger waterkering Hollandse delta]



Afbeelding III.9 Primaire waterkering langs Grevelingen, noordzijde [legger waterkering Hollandse delta]



Afbeelding III.10 Diepte indicatie Grevelingen

