Nieuwe Sluis

TERNEUZEN

Rapportage aanvullende grondwater-modellering

Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie
Postbus 299 - 4600 AG Bergen op Zoom
+ 31 (0)164 212 800
nieuwesluisterneuzen@vnsc.eu
www.nieuwesluisterneuzen.eu

vlaams nederlandse Schelde commissie

Europese Unie
Trans-Europees vervoersnetwerk (TEN-T)

Rapport Vlaams Nederlandse Scheldecommissie

Onderwerp

Rapportage aanvullende grondwatermodellering

Datum

8 december 2015

Status

Definitief

Documentnummer

VNZT-R-406-2

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

2 Resultaten 7
2.1 Huidige situatie en autonome situatie 7
2.1.1 Huidige situatie 7
2.1.2 Autonome ontwikkeling 9
2.2 Voorkeursvariant 9
2.3 Conclusies 13
2.4 Watersysteemanalyse Canisvliet 14
2.5 Effectiviteit mitigerende maatregelen Canisvliet 19

3 Gevolgen voor het MER 20
3.1 Mate van verandering zoutgehalte grondwater, inclusief effecten op de landbouw 20
3.2 Mate van verandering zoutgehalte Canisvliet 20

Bijlage 1 Kaarten chloridegehalte huidige situatie Kanaalzone

Bijlage 2 Kaarten chloridegehalte huidige situatie Canisvliet

Bijlage 3 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2030 Kanaalzone

Bijlage 4 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2030 Kanaalzone

Bijlage 5 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de huidige situatie Kanaalzone

Bijlage 6 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de autonome situatie 2030 Kanaalzone

Bijlage 7 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2030 Canisvliet

Bijlage 8 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2030 Canisvliet

Bijlage 9 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de huidige situatie Canisvliet

Bijlage 10 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de autonome situatie 2030 Canisvliet

Bijlage 11 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2040 Kanaalzone

Bijlage 12 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2040 Kanaalzone

Bijlage 13 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de huidige situatie Kanaalzone

Bijlage 14 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de autonome situatie 2040 Kanaalzone

Bijlage 15 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2040 Canisvliet

Bijlage 16 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2040 Canisvliet

Bijlage 17 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de huidige situatie Canisvliet

Bijlage 18 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de autonome situatie 2040 Canisvliet

Bijlage 19 Waterbalansberekeningen Canisvliet

1 Inleiding

Ten behoeve van het MER is een stationair grondwatermodel gebouwd. Met dit model is een stroombaanberekening uitgevoerd, waarmee effecten van de MER-varianten op chloride in het grondwater zijn beoordeeld. De resultaten zijn gerapporteerd in het MER deelrapport water van 30 maart 2015.

In de zomer van 2015 is een aanvullende grondwatermodellering uitgevoerd. De aanleiding voor de aanvullende modelberekeningen is drieledig:

1. In het MER deelrapport water was de volgende aanbeveling opgenomen: LievenseCSO en Deltares adviseren de VNSC na afronding van de MER en het OTB de gebiedsdekkende chloridemetingen van het grondwater uitgevoerd door middel van een helikoptervlucht (Deltares, FRESHEM) te verwerken in het grondwatermodel. Hierbij kan het model dan tevens worden gekoppeld aan stoftransport en tijdsafhankelijk worden gemaakt voor wat betreft de chlorideconcentraties en grondwateraanvulling. Na deze aanpassingen en aanvullingen kan het model de chlorideconcentraties in meer detail en ook variërend in de tijd berekenen. Het wordt hiermee geschikt voor het onderbouwen van de beantwoording van zienswijzen en monitoringsrapportages.
2. Voor het OTB/MER en de CEF-subsidieaanvraag werd als risico gezien dat de effectiviteit van de mitigerende maatregel Canisvliet nog moest worden aangetoond om zekerheid te verkrijgen over de vergunbaarheid in het kader van de Nb-wet. Naar verwachting kan hierover in de zomer van 2015 uitsluitsel worden gegeven. Om dit risico weg te nemen werden drie sporen beoogd, te weten aanvullende berekeningen met een tijdsafhankelijk grondwatermodel, het uitvoeren van chloridemetingen in de Canisvlietse Kreek en eventueel uitwerking van een alternatieve maatregel.
3. De Commissie m.e.r heeft in het conceptadvies van woensdag 3 juni 2015 het volgende aangegeven:
   aan te geven tot welke afstand van het kanaal het infiltrerende kanaalwater kan reiken;
   met een korte (grond)watersysteemanalyse voor Canisvliet de (globale) ligging van de waterlichamen, kanaalwater, regenwater, het water uit de Canisvlietse kreek en het diepe grondwater in beeld te brengen (daarbij rekening houdend met de maaiveldhoogteverschillen);
   op basis van deze analyse de effecten van de voorgenomen maatregelen te bepalen (inclusief het mogelijk verdrogend effect van de drain in de Canisvlietse kreek.

Het doel van de aanvullende modelstudie is een tijdsafhankelijk grondwatermodel te bouwen en daarmee de chloride-effecten op het Natura2000-gebied Canisvliet te kwantificeren. Bovendien zijn de effecten op de rest van de Kanaalzone bepaald. De resultaten van FRESHEM zijn nog niet beschikbaar en konden daarom nog niet worden opgenomen.

De uitgevoerde werkzaamheden zijn:

- het stationaire Triwaco-model omzetten naar iMOD;
- model tijdsafhankelijk maken en geschikt voor stoftransport;
- HS, AO en VKV doorrekenen;
- watersysteemanalyse Canisvliet;
- effect op chloridegehaltes Canisvliet bepalen.

Deze werkzaamheden zijn gerapporteerd in het rapport Effecten van een zouter Kanaal Gent-Terneuzen op het grondwater systeem (Deltares, 25 september 2015).

Na deze inleiding volgt de beschrijving van resultaten in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 zijn de gevolgen voor het MER van 30 maart 2015 beschreven.

2 Resultaten

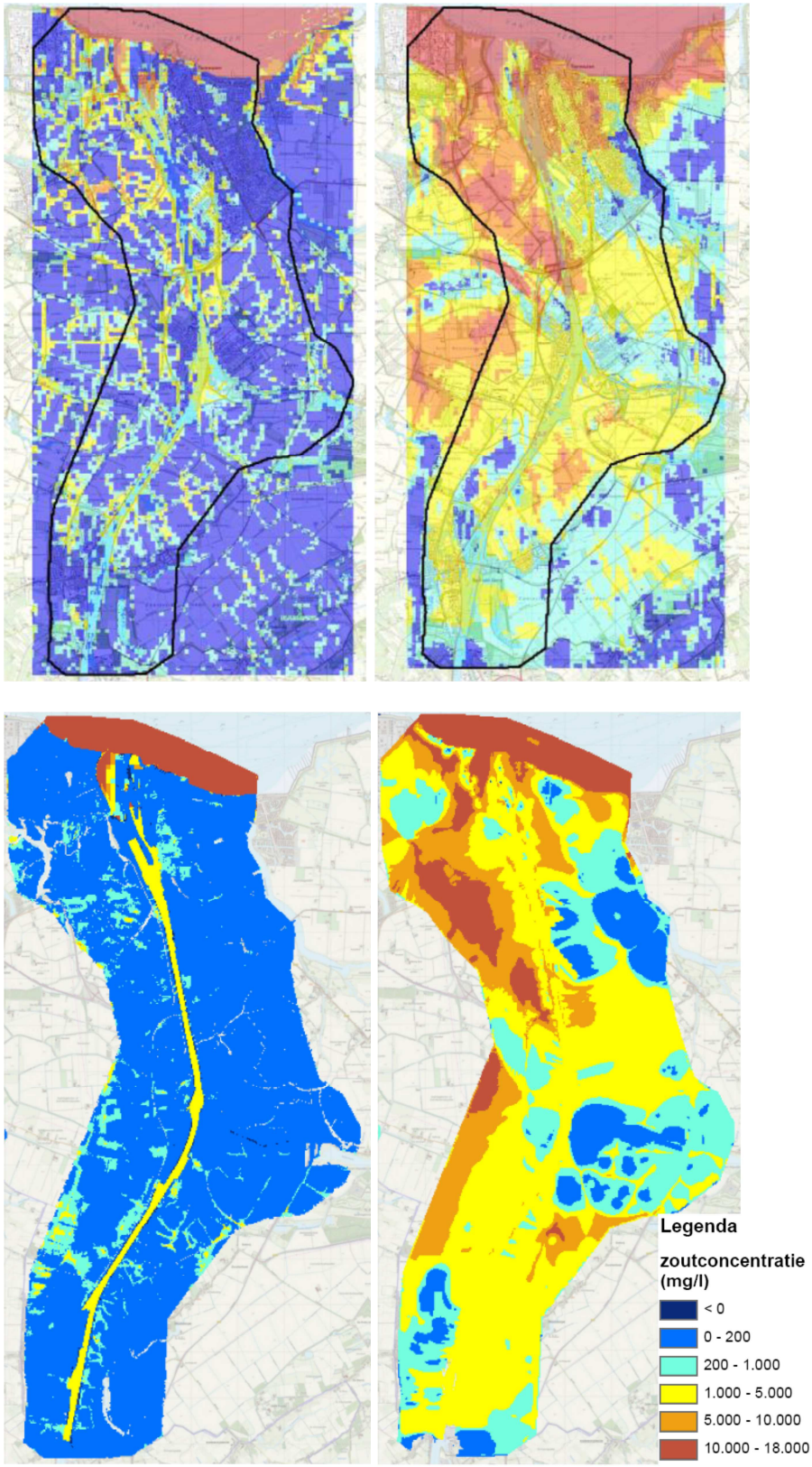
2.1 Huidige situatie en autonome situatie

2.1.1 Huidige situatie

In paragraaf 3.3 van bijlage 4 bij het deelrapport MER water zijn de chloridegehaltes in de huidige situatie opgenomen voor de het freatisch grondwater, het eerste watervoerend pakket en de diepe ondergrond. Deze chloridegehaltes zijn afkomstig van het Zeelandmodel (Deltares), dat als uitgangspunt is gebruikt voor de bouw van het grondwatermodel van de Kanaalzone Kanaal Gent-Terneuzen.

Van de nieuwe modelberekeningen zijn kaarten gemaakt van het freatisch grondwater, het grondwater op 5 m – NAP en 1^{e} watervoerend pakket (zie bijlage 1). De kaarten van het grondwater op 5 m – NAP zijn toegevoegd, omdat in het freatisch grondwater de effecten zeer klein zijn en in het eerste watervoerend pakket veel groter. Het opnemen van kaarten voor een laag daartussen geeft meer inzicht in de verticale spreiding van de effecten. Kaarten van de diepe ondergrond zijn niet opgenomen, omdat ze niet relevant zijn voor de effectbeoordeling op de functies landbouw en natuur (Natura 2000-gebied Canisvliet). Wel zijn dwarsdoorsneden opgenomen (Figuur 2-2 en Figuur 2-3), aan de hand waarvan duidelijk gemaakt wordt hoe het kanaalwater zich in de ondergrond verspreidt.

In het MER van 30 maart 2015 is het chloridegehalte in het freatisch pakket rondom regionale watergangen en sloten hoger dan in de nieuwe modellering. In het 1^{e} watervoerend pakket komt het beeld tussen de modelresultaten van 30 maart 2015 en de nieuwe resultaten op hoofdlijnen goed overeen. In detail zijn er verschillen. Over het algemeen zijn de berekende chloridegehaltes in de nieuwe modellering iets lager dan in de modelresultaten van 30 maart 2015. De chloridegehaltes in de huidige situatie zijn in de nieuwe modellering nauwkeuriger bepaald dan in het Zeelandmodel. Dit betekent dat de huidige situatie waarschijnlijk iets positiever (minder brak) is dan in het MER is gerapporteerd.



Figuur 2-1 Chloridegehaltes uit bijlage 4 van MER deelrapport Water d.d. 30 maart 2015 in het freatisch pakket (linksboven) en het 1e watervoerend pakket (rechtsboven) (bron: Zeelandmodel) en chloridegehaltes uit de aanvullende modellering 2015 in het freatisch pakket (linksonder) en het 1e watervoerend pakket (rechtsonder).

Canisvliet
Ter plaatse van Natura 2000-gebied Canisvliet is het freatisch grondwater zoet. Dieper in de ondergrond nemen de chloridegehaltes toe. Op 5 m – NAP bedragen de chloridegehaltes 0 – 2.000 mg/l. In het 1e watervoerend pakket is het chloridegehalte in vrijwel het hele gebied 2.000 – 3.000 mg/l en alleen zijn alleen in de zuidoosthoek de chloridegehaltes lager (zie bijlage 2).

2.1.2 Autonome ontwikkeling

In de autonome situatie is rekening gehouden met klimaatverandering. De zomergemiddelde kanaalafvoer neemt conform klimaatscenario W+ in 2030 af met 19% en de 2 maanden lage afvoer met 24%). Daardoor neemt de chlorideconcentratie op Kanaal Gent-Terneuzen in de autonome situatie toe ten opzichte van de huidige situatie. In 2030 is het effect hiervan zichtbaar in het ondiepe grondwater, samen met het effect van drogere zomers (zie bijlage 3 en 5). Het gemiddeld hoogste neerslagtekort in het groeiseizoen neemt naar verwachting in 2030 toe met 4% (www.klimaatscenarios.nl). In de Kanaalzone is een aantal locaties aanwezig met een chloridegehalte hoger dan 500 mg/l. Deze locaties nemen iets in omvang toe. De effecten zijn echter beperkt. Ook in de diepere lagen op 5 m – NAP en in het 1 watervoerend pakket zijn de verschillen klein.

Canisvliet
Ter plaatse van Canisvliet nemen de chloridegehaltes in de ondergrond iets toe, zowel in het freatisch pakket als de diepere lagen (bijlage 7). De toename in het freatisch pakket bedraagt op een aantal locaties ten westen van de Canisvlietse Kreek 100 – 500 mg/l en in een klein gebied vlak langs het kanaal 500 – 1.000 mg/l. De toename op 5 m – NAP bedraagt in het grootste gedeelte van Canisvliet 100 – 500 mg/l. De toename in het watervoerend pakket is zichtbaar direct langs het kanaal, waar de toename 100 – 2.000 mg/l bedraagt en in het zuidoosten van Canisvliet, waar de toename 100 – 1.000 mg/l bedraagt.

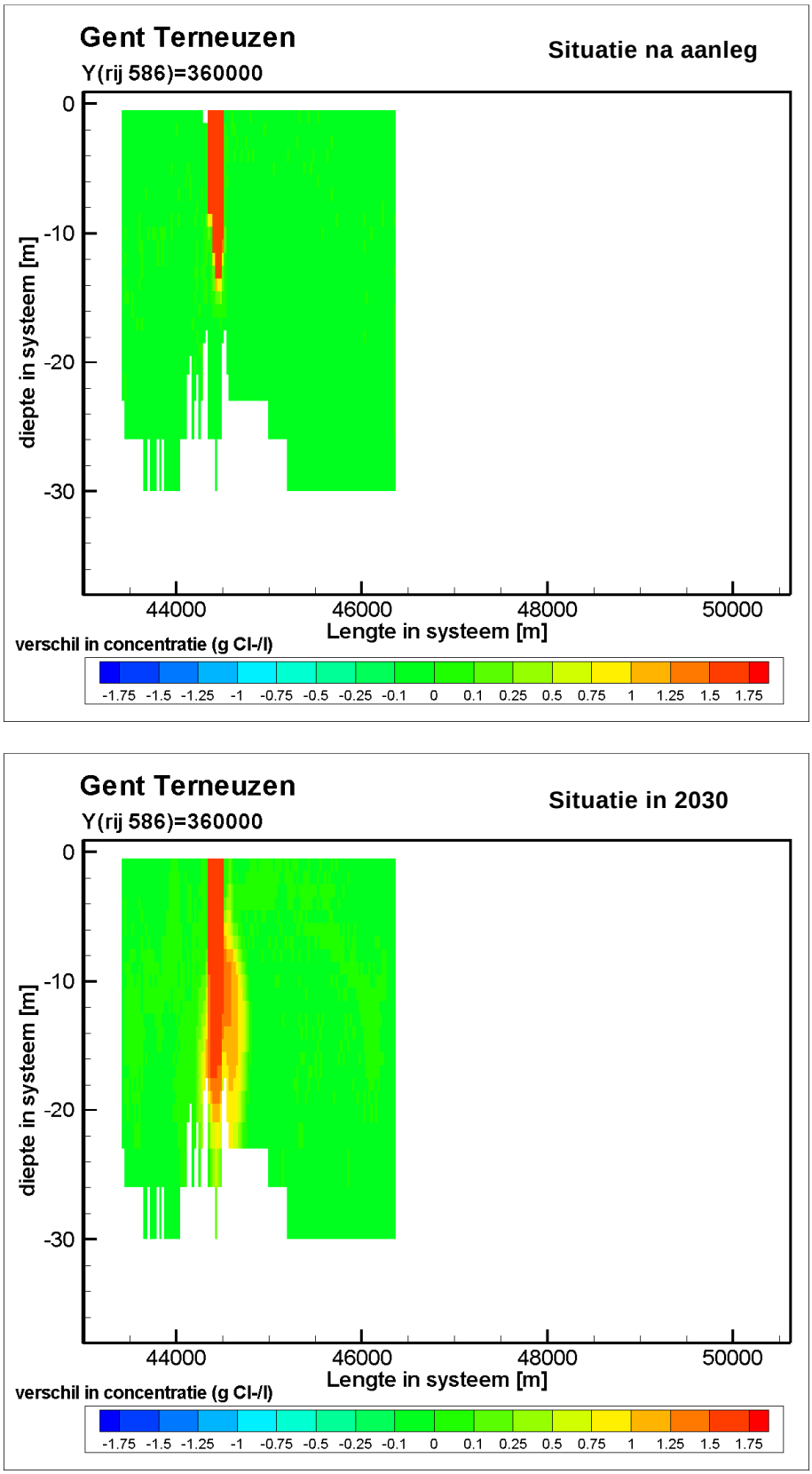
2.1.3 Voorkeursvariant

In de voorkeursvariant neemt de chlorideconcentratie op Kanaal Gent-Terneuzen door ingebruikname van de Nieuwe Sluis toe ten opzichte van de autonome situatie. In de voorkeursvariant verandert het chloridegehalte in het freatisch pakket in het grootste deel van het studiegebied niet (verandering maximaal plus of min 100 mg/l) ten opzichte van de autonome situatie. Alleen direct langs het kanaal neemt het chloridegehalte op sommige plaatsen toe met maximaal 1.000 mg/l (zie bijlage 6). Het verschil ten opzichte van de huidige situatie is groter (zie bijlage 5). Niet alleen direct langs het kanaal, maar ook op wat grotere afstand zijn er gebiedsdelen waar het chloridegehalte in het freatisch pakket met maximaal 2.000 mg/l toeneemt.

Hetzelfde beeld geldt voor de diepere lagen op 5 m – NAP en in het 1e watervoerend pakket. Vergeleken met de autonome situatie nemen de chloridegehaltes na aanleg van de Nieuwe Sluis alleen direct naast het kanaal toe. Ten opzichte van de huidige situatie zijn de verschillen ook verder het gebied in te merken. De wijzigingen in chloridegehaltes zijn in de diepere lagen groter dan in het freatisch pakket.

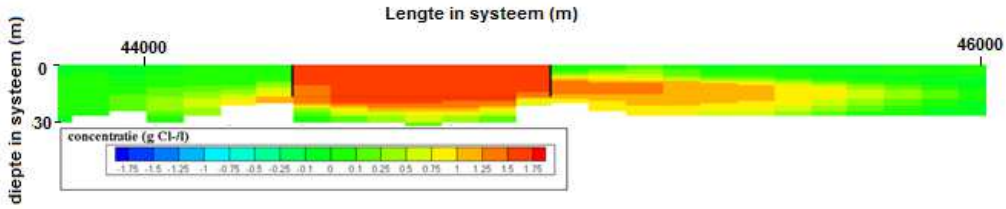
Canisvliet
Ter plaatse van Canisvliet nemen de chloridegehaltes ten opzichte van de autonome situatie iets toe (bijlage 10). De zone die beïnvloed wordt ligt langs het kanaal en is in het 1e watervoerend pakket iets breder dan in de lagen daarboven. De toename is in het 1e watervoerendpakket met maximaal 2.000 mg/l ook groter dan in de lagen daarboven, waar de toename maximaal 1.000 mg/l bedraagt. Voor de Natuurbeschermingswet moet worden vergeleken met de huidige situatie. De verschillen ten opzichte van de huidige situatie zijn iets groter en reiken vooral ook verder het gebied in (bijlage 9). Dit beeld komt overeen met de beschreven effecten in de gehele Kanaalzone.

Een deel van het zoutere kanaalwater zakt weg naar de diepte en een ander deel verspreid zich lateraal. De concentratie van het weggezakte (grond)water heeft ongeveer dezelfde waarde als de toename van de concentratie in het kanaal zelf. Dit verziltingsproces duurt vele jaren. Het kanaalwater dat zich in de ondergrond verspreidt is te zien in Figuur 2-2. Als voorbeeld is hier een dwarsprofiel weergegeven haaks op het kanaal ter plaatse van Canisvliet. In de bovenste figuur is een zomersituatie direct na in gebruikname van de Nieuwe Sluis weergegeven. Het kanaal en het grondwater direct daaronder zijn in rood weergegeven. Hier bedraagt de chloridetoename 1.750 – 2.000 mg/l. In de omgeving van het kanaal is geen effect waarneembaar. In de onderste figuur is een zomersituatie in 2030 weergegeven. Het water met een hogere chlorideconcentratie is dieper onder het kanaal uitgezakt en heeft zich ook lateraal verspreid.



Figuur 2-2 Dwarsprofiel haaks op het kanaal ter plaatse van Canisvliet. Verschil in chlorideconcentratie tussen de huidige situatie en de situatie direct na aanleg van de Nieuwe Sluis (boven) en in het jaar 2030 (onder).

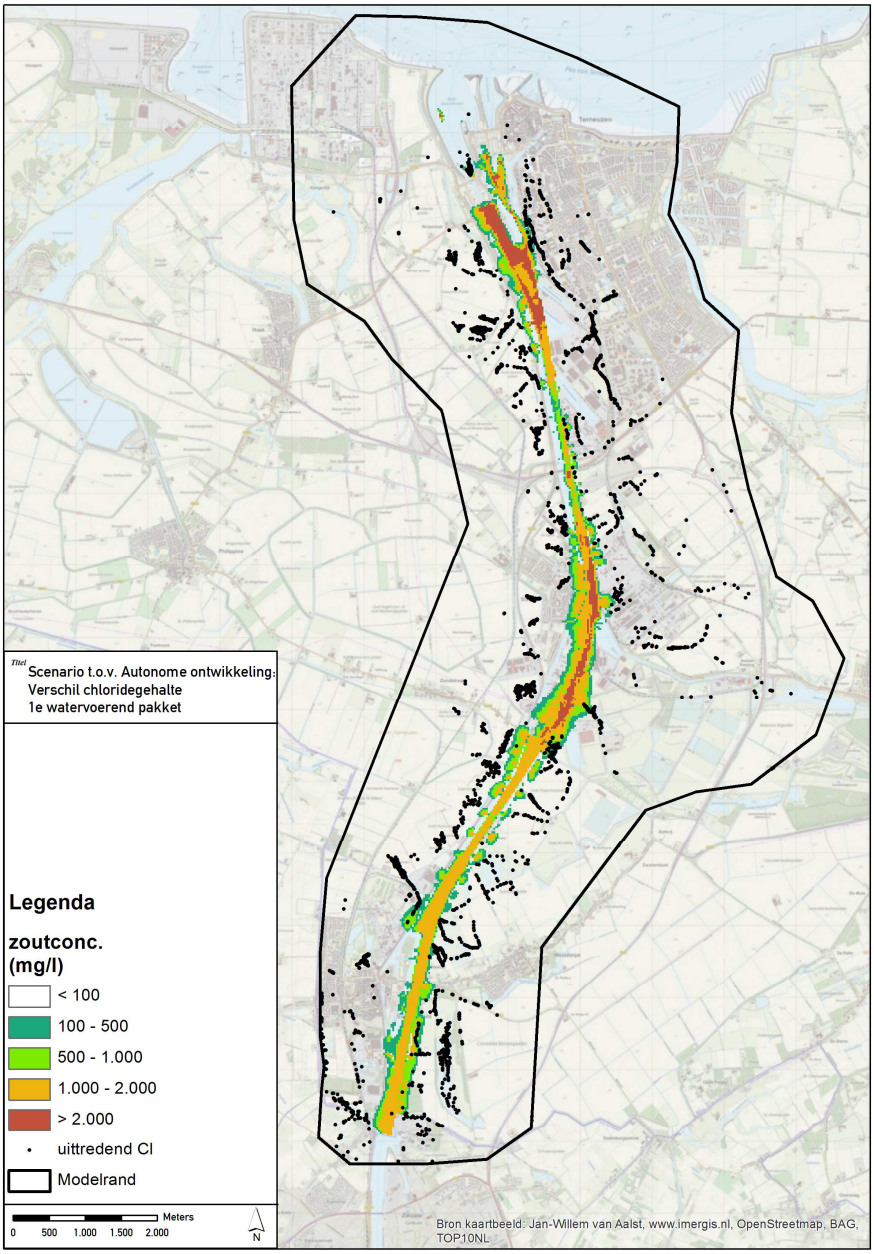
In Figuur 2-2 is de horizontale schaal veel kleiner dan de verticale schaal. Daarom is de situatie in 2030 in Figuur 2-3 nogmaals weergegeven; nu met dezelfde horizontale en verticale schaal. Op de dwarsdoorsnede in ingezoomd op het kanaal en de zone direct daarnaast, waar effecten waarneembaar zijn in 2030. Ten oosten van het kanaal is alleen de meest westelijke rand van Canisvliet te zien.



Figuur 2-3 Dwarsprofiel van kanaal en directe omgeving ter plaatse van Canisvliet met dezelfde horizontale en verticale schaal. Verschil in chlorideconcentratie tussen de huidige situatie en de situatie in het jaar 2030.

In Figuur 2-4 is te zien in welke zone langs het kanaal de chloridegehaltes zijn toegenomen in 2030. De eindpunten van stroombanen[1] geven aan hoe ver de verziltingseffecten na 2030 nog verder het gebied in kunnen dringen. Het geïnfiltreerde kanaalwater mengt zich in de ondergrond met grondwater, regenwater en ander infiltrerend oppervlaktewater. Daardoor zal de chloridetoename in de eindpunten vele male lager zijn dan de chloridetoename in het kanaal.

[1] Dit zijn de eindpunten van stroombanen zoals ze ook in het MER van 30 maart 2015 zijn opgenomen.



Figuur 2-4 Het gebied dat beïnvloed wordt door kwel vanuit Kanaal Gent-Terneuzen. Met zwarte punten zijn de eindpunten van stroombanen vanuit Kanaal Gent-Terneuzen weergegeven. Deze begrenzen het gebied dat maximaal beïnvloed wordt door kwel vanuit het kanaal. In kleur is weergegeven hoe ver de effecten van verzilting van het kanaal na ingebruikname van de Nieuwe Sluis in 2030 zijn doorgedrongen in het grondwater.

2.1.4 Conclusies

Geconcludeerd wordt dat:

- de berekende chloridegehaltes voor de huidige situatie over het algemeen lager zijn dan die in het MER van 30 maart 2015 en die gebaseerd zijn op het Zeelandmodel. Omdat de huidige berekeningen nauwkeuriger zijn is de huidige situatie waarschijnlijk iets positiever dan in het MER is weergegeven.

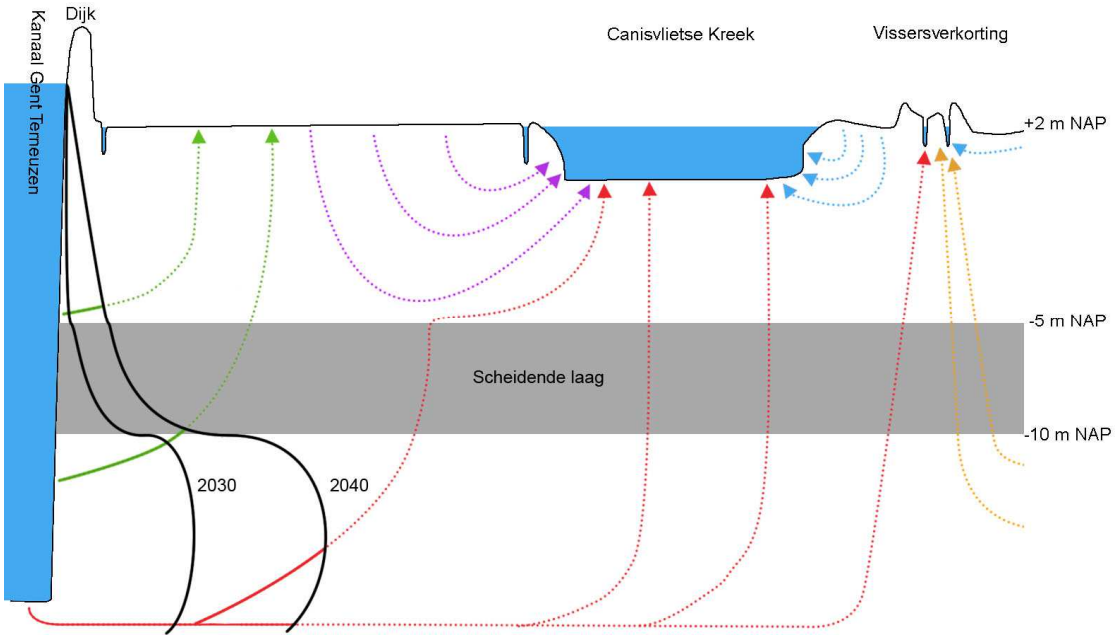
- het chloridegehalte na aanleg van de Nieuwe Sluis ten opzichte van de autonome situatie alleen toeneemt direct langs het kanaal.
- het chloridegehalte na aanleg van de Nieuwe Sluis toeneemt ten opzichte van de huidige situatie in delen van het studiegebied, zowel direct langs het kanaal als op grotere afstand van het kanaal.
- De toename van het chloridegehalte na aanleg van de Nieuwe Sluis voor het grootste deel veroorzaakt wordt door de autonome ontwikkeling (lagere kanaalafvoeren en drogere zomers) en in kleinere mate door de aanleg van de Nieuwe Sluis (meer instroom van zout water door een grotere kolk). De zomergemiddelde kanaalafvoer neemt conform klimaatscenario W+ in 2030 af met 19% en de 2 maanden lage afvoer met 24. Het gemiddeld hoogste neerslagtekort in het groeiseizoen neemt naar verwachting in 2030 toe met 4%. De kolk van de Nieuwe Sluis is 427 m lang en 55 m breed, terwijl de Middensluis 140 m lang en 18 m breed is.
- de effecten langs het hele kanaal te zien zijn;
- de veranderingen in het freatisch pakket in 2030 en 2040 kleiner zijn dan in de diepere bodemlagen.

2.2 Watersysteemanalyse Canisvliet

Op basis van het grondwatermodel is een watersysteemanalyse uitgevoerd, waaruit blijkt hoe de grondwaterstromen aan de oostzijde van Kanaal Gent-Terneuzen ter plaatse van het Natura 2000-gebied Canisvliet lopen. Met modelberekeningen is bepaald hoe ver het effect van een zouter kanaal door aanleg van de Nieuwe Sluis rijkt in 2030 en 2040. Deze informatie is gecombineerd in Figuur 2-5, waarin een hydrologische dwarsprofiel over Canisvliet opgenomen.

In de dwarsdoorsnede is te zien dat het gebied Canisvliet onder invloed staat van kwel vanuit Kanaal Gent-Terneuzen. De kanaalbodem is vele malen breder dan dat de kanaalwanden hoog zijn. Daardoor is het infiltrerend oppervlakte van de kanaalbodem veel groter dan dat van de kanaalwanden en vindt de kwel naar de omgeving in hoofdzaak plaats via de kanaalbodem en in veel mindere mate via de kanaalwand.

Via de kanaalwand vindt kwel plaats naar de kwelsloot die direct achter de dijk ligt en de percelen ten oosten daarvan. De kwelstroom naar de rest van het gebied gaat via de kanaalbodem en het onderliggende watervoerend pakket. Vanuit het watervoerend pakket kwelt water naar de Canisvlietse Kreek en de sloot ten westen van de Vissersverkorting. Aan de westzijde en de oostzijde van de Canisvlietse Kreek is een lokaal ondiep subsysteem aanwezig met infiltratie en kwel van regenwater (paars (west) en blauw (oost)). Het gebied ten oosten van de Vissersverkorting staat niet onder invloed van Kanaal Gent-Terneuzen.



Figuur 2-5 Hydrologisch dwarsprofiel West-Oost over Canisvliet, met als westelijke begrenzing Kanaal Gent-Terneuzen en als oostelijke begrenzing de Vissersverkoring. In verschillende kleuren zijn de deelwatersystemen aangegeven. Met zwart is aangegeven hoe ver het verziltende effect van de aanleg van de Nieuwe Sluis rijkt in 2030 en 2040. (Bron: Grondwatermodel Kanaalzone Kanaal Gent-Terneuzen, LievenseCSO 2015)

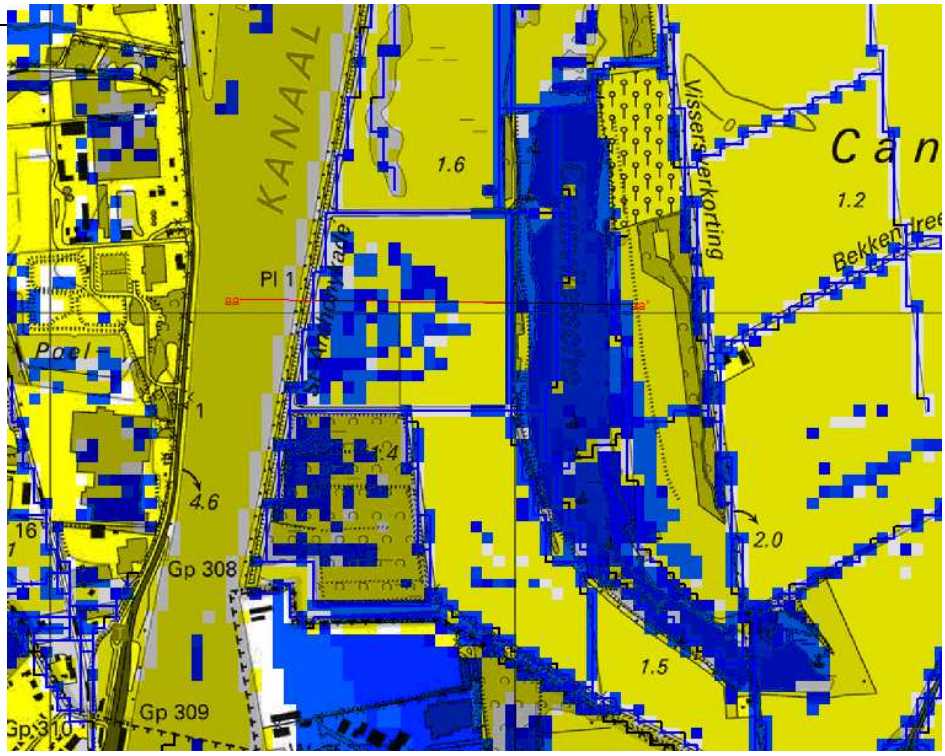
Het kanaal is ter hoogte van Canisvliet brak. Volgens MER Deelrapport Water van 30 maart 2015 is de langjarig gemiddelde chlorideconcentratie nabij de kanaalbodem ongeveer even hoog als de chlorideconcentratie in het onderliggende watervoerend pakket, te weten circa 2.300 mg/l. Na aanleg van de Nieuwe Sluis nemen de chlorideconcentraties in het kanaal toe en zullen de concentraties nabij de bodem ter plaatse van Canisvliet hoger zijn dan de concentraties in het watervoerend pakket. Via infiltratie van kanaalwater kan het verziltende effect zich doorzetten in het grondwater. In Figuur 2-5 is met zwarte lijnen aangegeven hoe ver dit effect reikt in 2030 (het zichtjaar voor de MER) en 2040 (het jaar waarvoor de doelrealisatie van de Nieuwe Sluis is bepaald). Te zien is dat het brakkere water in 2030 en 2040 nog lang niet de Canisvlietse Kreek en het ondiepe grondwater in de percelen direct ten oosten van het kanaal heeft bereikt. Chloridegehaltes in de Canisvlietse Kreek en het ondiepe grondwater zijn in 2030 en 2040 daarom gelijk aan de autonome situatie.

Een voorbehoud moet gemaakt worden voor de kwelsloot langs het kanaal. De bodembreedte van deze sloot is circa 2 meter en de gridgrootte van de modelcellen is 25 x 25 meter. Dit betekent dat effecten op de kwelsloot met het model niet berekend kunnen worden. Verwacht mag worden dat voor 2030 de chloridegehaltes in de kwelsloot toenemen.

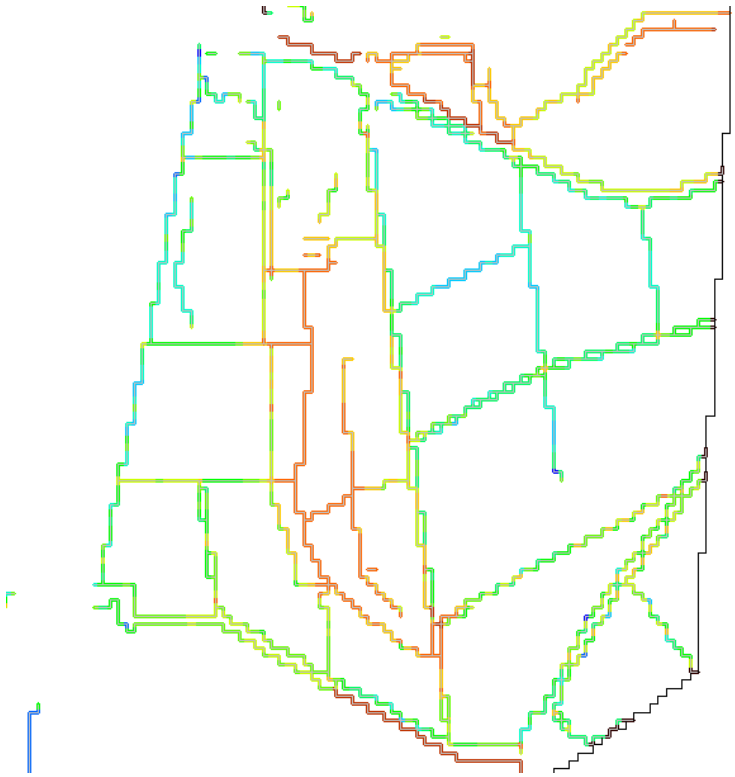
In Figuur 2-4 is in bovenaanzicht weergegeven hoe ver de kanaalinvloed reikt in Canisvliet. In zwart zijn eindpunten van stroombanen in de ondergrond weergegeven. Deze geven aan hoe ver

de invloed van kwel vanuit het kanaal reikt. In kleur is aangeven hoe ver het verziltende effect van de aanleg van de Nieuwe Sluis zich in 2030 heeft verspreid in de ondergrond.

Niet alle kwel vanuit het watervoerend pakket bereikt het freatische grondwater, door de aanwezigheid van regenwaterlenzen op perceelsniveau. De regenwaterlenzen zijn niet gemodelleerd en daarom niet zichtbaar in Figuur 2-5. De kweldruk is het hoogste nabij het kanaal en neemt verder landinwaarts af. In Figuur 2-6 is te zien dat in een deel van de percelen ten westen van de Canisvlietse Kreek kwel vanuit het kanaal optreed. Bovendien treedt kwel uit in de kwelsloot langs het kanaal en de kavelsloten daar haaks op, die afvoeren naar de kreek (Figuur 2-7).



Figuur 2-6 Kwel (blauw) en wegzijging (geel) in het gebied rondom de Canisvlietse Kreek, aan de onderkant van het topsysteem, op de grens met de eerste scheidende laag.



Figuur 2-7 Kwel en wegzijging in sloten rondom de Canisvlietse Kreek (Kwel: blauw = 13 mm/etmaal/m², groen = 10 mm/etmaal/m², geel = 6 mm/etmaal/m² sloot. Rood = wegzijging.

Een beknopte waterbalans is opgesteld om het aandeel van het gebied ten westen van de kreek in de waterbalans van de kreek te bepalen. Deze waterbalans is opgesteld voor de jaargemiddelde situatie, het groeiseizoen en de maand juni (de maand met de hoogste verdamping). Voor de neerslag is gebruik gemaakt van de normaalwaarden (KNMI, Jaaroverzicht van het weer in Nederland 2014). Voor de verdamping is gebruik gemaakt van normaalwaarden voor de maandelijks gemiddelde referentie verdamping (in mm per dag) volgens Makkink voor de Bilt (1998-2007) (Stowa, 2009. Verbetering bepaling actuele verdamping voor het strategisch waterbeheer) Voor de openwater verdamping is 1,25 maal de referentieverdamping volgens Makkink gehanteerd. De waterbalansen zijn samengevat in Tabel 2-1. De volledige berekening is weergegeven in bijlage 19.

Tabel 2-1 Indicatieve waterbalans Canisvlietse Kreek voor 3 situaties: jaargemiddeld, groeiseizoen (maart - oktober) en gemiddelde junimaand

Waterbalansposten	Q (m^3/dag)[2]		
	Jaargemiddeld	Groeiseizoen	Gemiddelde junimaand
Neerslag	441	440	442
Verdamping	-193	-607	-804
Kwel in kreek	201	201	201
Aanvoer vanuit kwelsloot	31	31	31
Aanvoer vanuit kavelsloten en percelen westzijde	1.065	920	845
Berekende afvoer over stuw (sluitpost waterbalans)	-1.545	-985	-715
Totaal	0	0	0

In Tabel 2-1 is een indicatie opgenomen van de afvoer vanuit het gebied ten westen van de Canisvlietse Kreek naar de kreek. Ook is een indicatie opgenomen van andere wateraanvoer- en –afvoerposten op de kreek. Daarbij is enkel gekeken naar neerslag, verdamping, kwel en oppervlaktewateraanvoer vanuit sloten aan de westzijde van de kreek. Oppervlaktewateraanvoer vanuit sloten aan de noord-, oost- en zuidzijde van de kreek is niet beschouwd, omdat deze zeer beperkt is en niet wijzigt in de toekomstige situatie Afvoer over de stuw is als sluitpost op de waterbalans opgenomen. Oppervlaktes en kwelintensiteiten zijn indicatief op basis van de leggerkaart van het waterschap (bron: http://geoinfo.scheldestromen.nl/) en beschikbare resultaten uit het grondwatermodel zoals gerapporteerd in MER deelrapport Water (VNZT-R-127-7).

[2] Een positief debiet betekent dat water de Canisvlietse Kreek binnenkomt; een negatief debiet betekent dat water de Canisvlietse Kreek verlaat.

2.3 Effectiviteit mitigerende maatregelen Canisvliet

De kwelsloot langs het kanaal is de enige locatie in Natura 2000-gebied Canisvliet waar tot 2030 de chloridegehaltes kunnen toenemen. Het water uit deze sloot komt via een stuw in de Canisvlietse Kreek terecht. Met metingen door Waterschap Scheldestromen is aangetoond dat het chloridegehalte in de sloot langs de Anthoniedreef, die water uit de kwelsloot afvoert naar de Canisvlietse Kreek, al in de huidige situatie hoger is dan het chloridegehalte in de kreek. Afdammen van de kwelsloot is daarom een effectieve maatregel om verhoging van het chloridegehalte van de Canisvlietse Kreek te voorkomen bij realisatie van de voorkeursvariant. Daarom is dit als mitigerende maatregel uitgewerkt (zie VNZT-R-403-3 Aanvulling deelrapport natuur, bijlage 2).

De kwelsloot vormt slechts een klein aandeel in de totale waterbalans van de kreek. Hierdoor is het effect op waterpeilen in de kreek minimaal en is de kans dat in droge zomers het waterpeil in de kreek dieper uitzakt dan gewenst uiterst klein.

Voor het afkoppelen van de kwelsloot worden damwandjes geplaatst, die als neveneffect hebben dat een recent ontdekte lekstroom vanuit de kreek wordt voorkomen. Hierdoor zal het waterpeil van de kreek minder ver beneden het stuwpeil uitzakken en wordt het waterpeil in droge perioden beter regelbaar dan in de huidige situatie (zie VNZT-R-403-3 Aanvulling deelrapport natuur, bijlage 2).

3 Gevolgen voor het MER

3.1 Mate van verandering zoutgehalte grondwater, inclusief effecten op de landbouw

Met de aanvullende grondwatermodellering is meer inzicht verkregen in de toekomstige veranderingen in chloridegehalten in het grondwater. Deze veranderingen zijn het gevolg van klimaatverandering en in gebruik name van de Nieuwe Sluis. Het verkregen inzicht heeft betrekking op:

- Kwantificering van effecten op chloridegehaltes
- Termijn waarop effecten optreden

In het MER van 30 maart 2015 was het gebied dat beïnvloed kan worden door een toename van chlorideconcentraties in het grondwater afgebakend op basis van een stroombaanberekening. De eindpunten van de stroombanen gaven het invloedsgebied weer. Niet bekend was op welke termijn effecten zouden optreden. Met de aanvullende modellering is duidelijk geworden dat het gebied dat in 2030 effect ondervind van de in gebruik name van de Nieuwe Sluis veel kleiner is dan het invloedsgebied zoals eerder opgenomen in het MER.

In het MER is geen uitspraak gedaan in de mate waarin chlorideconcentraties in het grondwater in de toekomst zullen wijzigen. Met de nieuwe berekeningen zijn die effecten gekwantificeerd voor het jaar 2030 en 2040.

In het MER is op basis van een analyse van zoetwaterlenzen bepaald dat effecten zoetwaterlenzen ten gevolge van de Nieuwe Sluis niet te verwachten zijn. Effecten op de landbouw werden daardoor niet verwacht. Verzilting van regionale watergangen werd wel mogelijk geacht. Omdat deze watergangen in de huidige situatie brak zijn en niet geschikt om uit te beregenen en dit in de toekomst zo blijft is er geen effect op (beregening door) de landbouw. Door klimaatverandering werd in de autonome situatie wel een effect op zoetwaterlenzen verwacht. Verwacht werd dat minder grondwateraanvulling van diepe zoetwaterlenzen zal plaatsvinden en dat de onttrekking uit deze zoetwaterlenzen mogelijk toeneemt. Veranderingen in kwel, neerslag en verdamping hebben een negatief effect voor het in stand houden van regenwaterlenzen. De aanvullende grondwatermodellering geeft geen aanleiding deze conclusies bij te stellen.

3.2 Mate van verandering zoutgehalte Canisvliet

In het MER werden geen effecten op het zoutgehalte van het freatisch grondwater in Natura 2000-gebied Canisvliet verwacht. Wel werd verwacht dat mogelijk de chloridegehaltes in de Canisvlietse Kreek iets konden toenemen, zowel in de autonome situatie als in de voorkeursvariant. De verwachting was dat deze effecten klein zouden

zijn, maar deze konden met de toen beschikbare modelresultaten niet gekwantificeerd worden.

Op basis van de aanvullend grondwatermodellering kunnen effecten van kwel met een hoger chlorideconcentratie dan in de huidige situatie in 2030 worden gelimiteerd tot de kwelsloot langs Kanaal Gent-Terneuzen. Eventuele toename van het chloridegehalte in de Canisvlietse Kreek zal pas ver na 2030 optreden. Deze toename zal echter veel kleiner zijn dan de toename van het chloridegehalte in Kanaal Gent-Terneuzen, omdat het kanaalwater tijdens haar stroombaan door de ondergrond mengt met grondwater van andere afkomst.

Omdat deze kwelsloot afwatert naar de Canisvlietse Kreek is het ook op basis van de aanvullende grondwatermodellering mogelijk dat de chloridegehaltes in de Canisvlietse Kreek toenemen. Op basis van de opgestelde watersysteemanalyse en indicatieve waterbalans kon echter worden vastgesteld dat de kwelsloot een zeer beperkte bijdrage levert aan de waterbalans van de Canisvlietse Kreek, ordegrootte 2% van alle wateraanvoerposten naar de kreek.

Te zien is dat het brakkere water in 2030 en 2040 nog lang niet de Canisvlietse Kreek en het ondiepe grondwater in de percelen direct ten oosten van het kanaal heeft bereikt (Figuur 2-5). Chloridegehaltes in de Canisvlietse Kreek en het ondiepe grondwater zijn in 2030 en 2040 daarom, na uitvoering van de mitigerende maatregel, gelijk aan de huidige situatie.

Kaartbijlagen huidige situatie

Bijlage 1 Kaarten chloridegehalte huidige situatie Kanaalzone

Bijlage 2 Kaarten chloridegehalte huidige situatie Canisvliet

Kaartbijlagen situatie 2030

Bijlage 3 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2030

Kanaalzone

Bijlage 4 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2030 Kanaalzone

Bijlage 5 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de huidige situatie Kanaalzone

Bijlage 6 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de autonome situatie 2030 Kanaalzone

Bijlage 7 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2030 Canisvliet

Bijlage 8 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2030 Canisvliet

Bijlage 9 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de huidige situatie Canisvliet

Bijlage 10 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2030 en de autonome situatie 2030 Canisvliet

Bijlage 11 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2040

Kanaalzone

Bijlage 12 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2040 Kanaalzone

Bijlage 13 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de huidige situatie Kanaalzone

Bijlage 14 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de autonome situatie 2040 Kanaalzone

Bijlage 15 Kaarten chloridegehalte autonome situatie 2040

Canisvliet

Bijlage 16 Kaarten chloridegehalte voorkeursvariant 2040 Canisvliet

Bijlage 17 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de huidige situatie Canisvliet

Bijlage 18 Kaarten met het verschil tussen het chloridegehalte in de voorkeursvariant 2040 en de autonome situatie 2040 Canisvliet

Bijlage 19 Waterbalansberekeningen Canisvliet

Indicatieve waterbalans Canisvliet jaargemiddeld

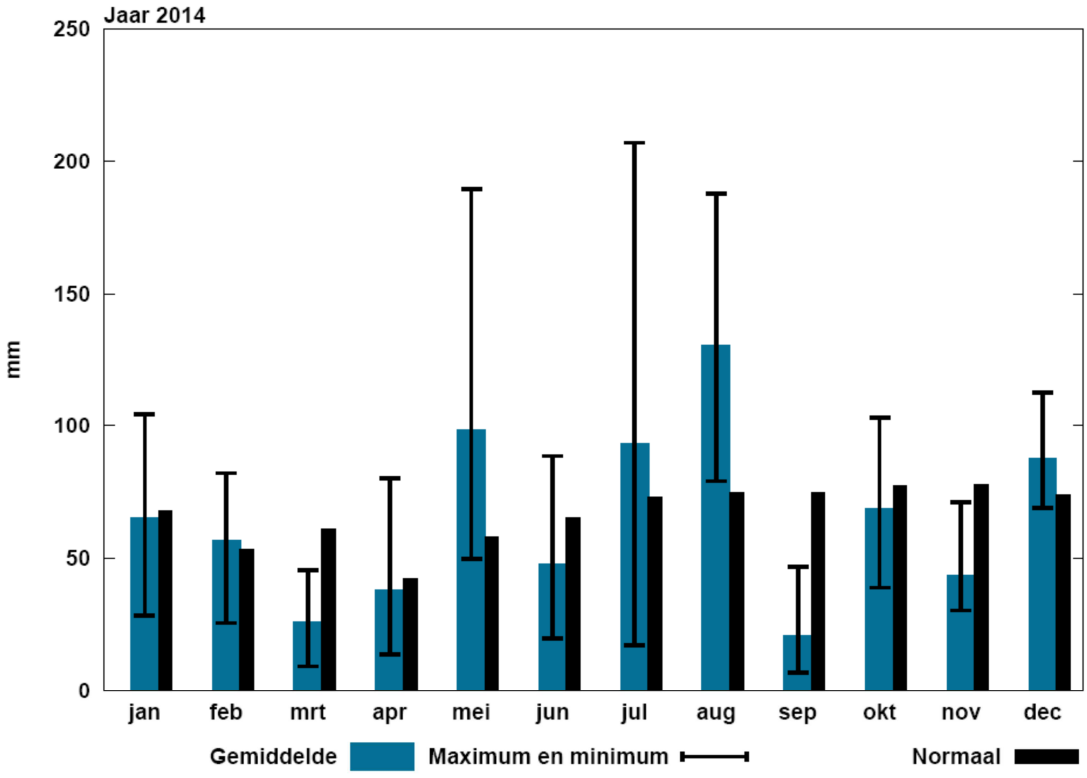
Gebiedsgegevens			**Waterbalans-posten**
	Waarde	**Eenheid**	**Q (m³/dag)**
Perceelafvoer			
Oppervlakte percelen	476.000,00		
Oppervlakte percelen met kwel vanuit kanaal	100.000,00	m²	
Neerslag	800,00	mm/jaar	1.043
Verdamping	-350,00	mm/jaar	-96
Kwel (gemiddeld over gebied waar kwel optreed)	365,00	mm/jaar	100
Totaal			*1.047*
Afvoer kwelsloot			
Lengte	1.600,00	m	
Breedte	2,00	m	
Kwel	0,010	m/dag/m² sloot	*31*
Afvoer kavelsloten			
Lengte	1.400,00	m	
Breedte	2,00	m	
Kwelintensiteit	0,006	m/dag/m sloot	*18*
Canisvlietse Kreek			
Oppervlakte	201.000,00	m²	
Gemiddelde diepte (geschat)	2,50	m	
Volume	**502.500,00**	m³	
Neerslag	800,00	mm/jaar	441
Verdamping	-350,00	mm/jaar	-193
Kwel	365,00	mm/jaar	201
Aanvoer vanuit kwelsloot, kavelsloten en percelen westzijde			1.096
Berekende afvoer over stuw (sluitpost waterbalans)			-1.545
Totaal			0

Indicatieve waterbalans Canisvliet groeiseizoen (maart-oktober)

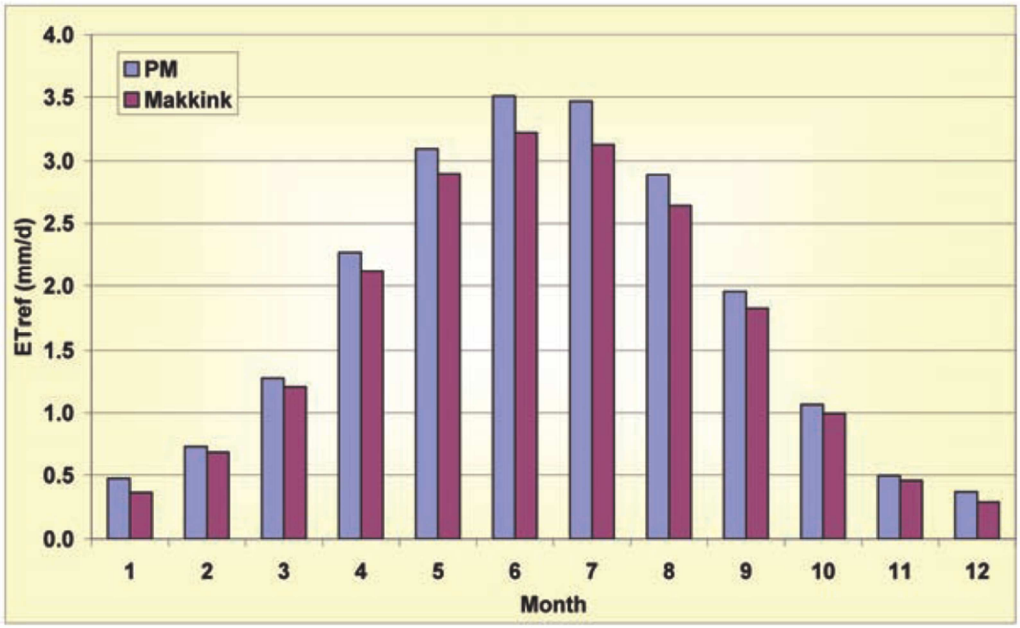
Gebiedsgegevens			**Waterbalans-posten**
	Waarde	**Eenheid**	**Q (m³/dag)**
Perceelafvoer			
Oppervlakte percelen	476.000,00		
Oppervlakte percelen met kwel vanuit kanaal	100.000,00	m²	
Neerslag (normaalwaarde maart-oktober, zie grafiek)	2,19	mm/dag	1.043
Verdamping (1,0 * Makkink referentieverdamping maart-oktober)	-2,41	mm/dag	-241
Kwel (gemiddeld over gebied waar kwel optreed)	1,00	mm/dag	100
Totaal			*902*
Afvoer kwelsloot			
Lengte	1.600,00	m	
Breedte	2,00	m	
Kwel	0,010	m/dag/m² sloot	*31*
Afvoer kavelsloten			
Lengte	1.400,00	m	
Breedte	2,00	m	
Kwelintensiteit	0,006	m/dag/m sloot	*18*
Canisvlietse Kreek			
Oppervlakte	201.000,00	m²	
Gemiddelde diepte (geschat)	2,50	m	
Volume	**502.500,00**	m³	
Neerslag (normaalwaarde maart-oktober, zie grafiek)	-3,02	mm/dag	-607
Verdamping (1,25 * Makkink referentieverdamping maart-oktober)	-3,02	mm/dag	-607
Kwel	1,00	mm/dag	201
Aanvoer vanuit kwelsloot			31
Aanvoer vanuit kavelsloten en percelen westzijde			920
Berekende afvoer over stuw (sluitpost waterbalans)			62
Totaal			0

Indicatieve waterbalans Canisvliet gemiddelde junimaand (maand met grootste verdamping)

Gebiedsgegevens			**Waterbalans-posten**
	Waarde	**Eenheid**	**Q (m³/dag)**
Perceelafvoer			
Oppervlakte percelen	476.000,00		
Oppervlakte percelen met kwel vanuit kanaal	100.000,00	m²	
Neerslag (normaalwaarde juni, zie grafiek)	2,20	mm/dag	1.047
Verdamping (1,0 * Makkink referentieverdamping juni)	-3,20	mm/dag	-320
Kwel (gemiddeld over gebied waar kwel optreed)	1,00	mm/dag	100
Totaal			*827*
Afvoer kwelsloot			
Lengte	1.600,00	m	
Breedte	2,00	m	
Kwel	0,010	m/dag/m² sloot	*31*
Afvoer kavelsloten			
Lengte	1.400,00	m	
Breedte	2,00	m	
Kwelintensiteit	0,006	m/dag/m sloot	*18*
Canisvlietse Kreek			
Oppervlakte	201.000,00	m²	
Gemiddelde diepte (geschat)	2,50	m	
Volume	**502.500,00**	m³	
Neerslag (normaalwaarde juni, zie grafiek)	2,20	mm/dag	442
Verdamping (1,25 * Makkink referentieverdamping juni)	-4,00	mm/dag	-804
Kwel	1,00	mm/dag	201
Aanvoer vanuit kwelsloot			31
Aanvoer vanuit kavelsloten en percelen westzijde			845
Berekende afvoer over stuw (sluitpost waterbalans)			-715
Totaal			0



Maandsommen neerslag (Bron: KNMI, Jaaroverzicht van het weer in Nederland 2014)



Maandelijks gemiddelde referentie verdamping (in mm per dag) volgens Penman-Monteith en Makkink voor de Bilt (1998-2007). (Bron: Stowa, 2009. Verbetering bepaling actuele verdamping voor het strategisch waterbeheer.)