Nieuwe Sluis
TERNEUZEN

Deelrapport MER
Water

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
Deelrapport MER Water

Auteurs
Marieke Pfaff-Wagenaar
Lynyrd de Wit (Svašek Hydraulics)

Datum
23 maart 2015

Telefoon / Email
030-6594321
m.pfaff@LievenseCSO.com

Status
Definitief

Documentnummer
VNZT-R-127-7

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3
1.1 Inleiding 3
1.2 Doelstelling van het project Nieuwe Sluis Terneuzen 3
1.3 Effectonderzoeken MER 5

2 Projectgebied 6
2.1 Beschrijving van het sluizencomplex 6
2.2 Omgeving van het sluizencomplex 7

3 Beschrijving van de onderzochte varianten 9
3.1 Beschrijving voorkeursalternatief 9
3.2 Beschrijving varianten 10
3.2.1 Invalshoeken per variant 10
3.2.2 Variant 1 10
3.2.3 Variant 2 12
3.2.4 Variant 3 13
3.2.5 Samenvatting varianten 15

4 Beoordelingskader 16

5 Oppervlaktewater 18
5.1 Onderzoeksmethode Oppervlaktewater 18
5.1.1 Onderzoeksopzet verzilting Kanaal Gent-Terneuzen 18
5.1.2 Onderzoeksopzet waterkwantiteit Kanaal Gent-Terneuzen 28
5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling oppervlaktewater 32
5.2.1 Functioneren watersysteem 32
5.2.2 Geldende afspraken 33
5.2.3 Chloridegehalte Kanaal Gent-Terneuzen 34
5.3 Resultaten oppervlaktewater 37
5.3.1 Resultaten verzilting Kanaal Gent-Terneuzen 37
5.3.2 Resultaten waterkwantiteit Kanaal Gent-Terneuzen 45
5.3.3 Doorkijk naar oppervlaktewater in een situatie met kanaalaanpassingen 50
5.4 Nadere analyse zoet-zoutscheidingsmaatregelen 51
5.4.1 Mogelijke oplossingsrichtingen en de effectiviteit 51
5.4.2 De effecten van de operationeel concept maatregelen aan sluiscomplex 53
5.4.3 De effecten van technische maatregelen aan het sluiscomplex 54
5.5 Mitigerende en compenserende maatregelen oppervlaktewater 58
5.5.1 Mitigerende maatregel kanaal gebonden constructies 58
5.5.2 Compenserende maatregelen inlaatwater industrie 58

6 Grondwater 60
6.1 Werkwijze Grondwater en Regionaal watersysteem 60
6.1.1 Onderzoeksopzet 60
6.1.2 Studiegebied 61

6.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling Grondwater en Regionaal watersysteem 65
6.2.1 Huidige situatie 65
6.2.2 Autonome ontwikkeling 71
6.3 Optredende effecten Grondwater en Regionaal watersysteem 75
6.3.1 Verzilting, mate van verandering zoutgehalte, inclusief effecten op de landbouw 75
6.3.2 Verandering stijghoogte grondwater en grondwaterstand (m) en grondwaterstroming 88
6.3.3 Doorkijk naar grondwater in een situatie met kanaalaanpassingen 103
6.4 Mitigerende en/of compenserende maatregelen Grondwater en Regionaal watersysteem 104

7 Voorkeursvariant 105
7.1 Beschrijving voorkeursvariant 105
7.1.1 Sluiskolk 106
7.1.2 Buitenhaven 107
7.1.3 Inrichting sluizencomplex 108
7.1.4 Binnenhaven 112
7.1.5 Waterbeheer 113
7.2 Aanlegfase 115
7.3 Beschrijving effecten van de voorkeursvariant 117
7.3.1 Mate van verandering chloridegehalte oppervlaktewater Kanaal Gent-Terneuzen 117
7.3.2 Effecten op waterkwantiteit Kanaal Gent-Terneuzen 120
7.3.3 Mate van verandering zoutgehalte grondwater, inclusief effecten op de landbouw 122
7.3.4 Verandering stijghoogte grondwater en grondwaterstand (m) en grondwaterstroming 123

8 Samenvatting 128
8.1 Verzilting Kanaal Gent-Terneuzen 128
8.2 Peilbeheer Kanaal Gent-Terneuzen 129
8.3 Verzilting grondwater 130
8.4 Verandering stijghoogte grondwater 130

9 Literatuurlijst 132

Bijlage 1 Hercalibratie SOBEK Kanaal Gent-Terneuzen model 135

Bijlage 2 Technische onderbouwing spuien en schutverlies 139

Bijlage 3 Alle Chloride simulatie resultaten Kanaal Gent-Terneuzen 142

Bijlage 4 Technische rapportage grondwatermodel 144

Bijlage 5 Analyse regenwaterlenzen omgeving Kanaal Gent-Terneuzen 145

Bijlage 6 Vastleggen nul-situatie zoet-brak-zout grondwater Kanaalzone Gent Terneuzen 146

Bijlage 7 Overzicht onderzochte zoutscheidingsmaatregelen en onderbouwing 147

Bijlage 8 Memo: Onderzoek naar technische haalbaarheid reductie zoutuitwisseling sluizen Terneuzen 151

Bijlage 9 Memo: Aanvullende waterkwantiteitssimulaties KGT 152

Bijlage 10 MEMO: invloed nieuwe Voorkeursvariant op chlorideconcentratie in KGT 153

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Nederland en Vlaanderen zijn overeengekomen de plannen voor een Nieuwe Sluis op het sluizencomplex van Terneuzen uit te werken.[1] Het voornemen bestaat de uitkomsten vast te leggen in een Tracébesluit. Bij de voorbereiding van dit Tracébesluit wordt de milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen. Dit rapport bevat de onderzoeksresultaten van het m.e.r.-onderzoek naar toetsing op waterkwaliteit en waterkwantiteit.

Figuur 1-1 Westsluis van het sluizencomplex Terneuzen (bron: Rijkswaterstaat, Joop van Houdt)

1.2 Doelstelling van het project Nieuwe Sluis Terneuzen

In 2007 is een probleemanalyse uitgevoerd naar de maritieme toegankelijkheid van de Kanaalzone[2]. Uit de probleemanalyse komen verschillende knelpunten in toegankelijkheid naar voren, zowel voor zeeschepen als voor binnenvaart. De knelpunten zijn de slechte bereikbaarheid van de Kanaalzone Gent-Terneuzen en de Seine-Scheldeverbinding:

- de capaciteit van het sluizencomplex is beperkt, hierdoor vindt verdringing van lading naar andere modaliteiten waaronder wegverkeer plaats;
- de capaciteit van het sluizencomplex is beperkt, hierdoor is de wachttijd voor de binnenvaart onacceptabel hoog;
- de robuustheid van de verbinding van het Kanaal Gent-Terneuzen is niet optimaal omdat er bij een mogelijke

[1] Besluit van het politiek college van de Vlaams-Nederlandse Schelde Commissie inzake planuitwerkingsfase Nieuwe Sluis Kanaal Gent-Terneuzen, 19 maart 2012

[2] Nota probleemanalyse Kanaalzone Gent-Terneuzen 2008, mei 2007

stremming van het sluizencomplex geen alternatieve routes bestaan;
- de afmetingen van de huidige Westsluis zijn beperkt waardoor de schaalvergroting in de zeevaart niet gevolgd kan worden.

Met robuustheid wordt bedoeld de beschikbaarheid en betrouwbaarheid.

Doelstelling van het project Grote Zeesluis Terneuzen Kanaal Gent Terneuzen is het verbeteren van de toegankelijkheid van de Kanaalzone. Hiervoor worden de drie knelpunten aangepakt op de volgende wijze:

- de capaciteit van het sluizencomplex wordt vergroot, zodat het transport van de autonome goederengroei door het sluiscomplex vlot en veilig kan plaatsvinden en er geen verschuiving van goederenstromen naar andere havens of modaliteiten optreedt. Dit wordt gemeten doordat het vervoerde tonnage vrachtverkeer door het sluizencomplex vergroot en de wachttijden voor de binnenvaart verminderen ten opzichte van de autonome ontwikkeling.
- de robuustheid van het sluizencomplex wordt verbeterd. Hiervoor moeten alle sluiskolken een beschikbaarheid hebben van minstens 98% gemiddeld over 5 jaar.
- de schaalvergroting in de zeevaart wordt gefaciliteerd. De nieuwe sluiskolk heeft afmetingen van 427m x 55m x 16m (lxbxd)[3]

[3] Besluit van het politiek college van de Vlaams Nederlandse Schelde Commissie inzake planuitwerkingsfase Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen, 19 maart 2012

1.3 Effectonderzoeken MER

In het kader van de m.e.r. zijn verschillende deelstudies uitgevoerd naar de effecten van de aanleg en het gebruik van de Nieuwe Sluis. Deze studies gaan in op:

- Verkeer en vervoer
- Leefomgevingskwaliteit
- Natuur
- Bodem
- Water
- Inpassing in de omgeving
- Duurzaamheid en klimaat
- Hoogwaterveiligheid.

Dit rapport is één van de serie deelrapporten die onderdeel uitmaakt van het MER. Het MER is opgebouwd uit drie lagen, te weten:

- Samenvatting - bevat de kern van het MER
- Hoofdrapport - informatie voor de geïnteresseerde
- Deelrapporten - achtergrondinformatie voor specialisten

Het hoofdrapport van het MER bevat de effectbeoordeling. Hier wordt de effecten vergeleken met de effecten die optreden als het project Nieuwe Sluis Terneuzen niet wordt uitgevoerd.

De deelrapporten bevatten per milieuthema de opzet van het betreffende onderzoek, de uitgangspunten en de uitkomsten van het onderzoek. Om te zorgen dat ieder deelrapport zelfstandig leesbaar is, wordt begonnen met inleidende hoofdstukken, waarin een toelichting op de projectlocatie en de varianten wordt gegeven.

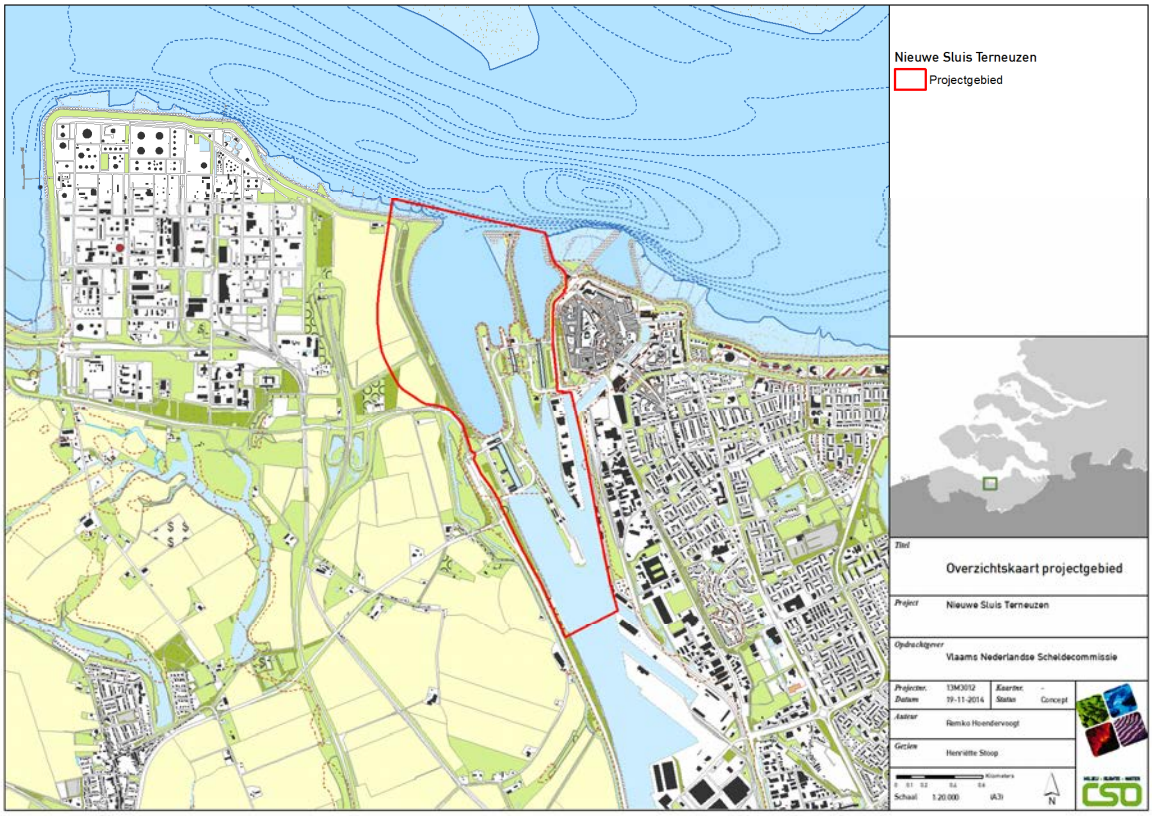
De beschrijving van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling gaat in op die zaken, die relevant zijn voor het onderzoek van de thema's die behandeld worden in dit deelrapport.

Bij de beschrijving van de effecten wordt per beoordelingscriterium de verwachte effecten van de drie varianten aangegeven. Hierbij wordt geen rekening gehouden met mogelijke maatregelen om de effecten te verzachten. Deze mitigerende maatregelen staan apart beschreven. Alleen bij de beoordeling van de voorkeursvariant is rekening gehouden met de mitigerende maatregelen die onderdeel uitmaken van de voorkeursvariant.

Dit rapport heeft betrekking op onderdeel water.

2 Projectgebied

2.1 Beschrijving van het sluizencomplex



Figuur 2-1 Projectgebied inclusief projectgrens

De Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen worden met elkaar verbonden door de sluizen van Terneuzen (zie Figuur 2-1 voor de ligging van het sluizencomplex). Het huidige sluizencomplex van Terneuzen bestaat uit drie sluizen, waarvan er één geschikt is voor de (grotere) zeescheepvaart (zie Figuur 2-3). De Westsluis dateert uit 1968, is 290 m lang, 40 m breed en heeft een sluisdrempel van 13,5 m t.o.v. kanaalpeil. In de Westsluis kan maximaal een gelichterde Panamax van beperkte lengte worden geschut. De maximale scheepsafmetingen toegestaan op het kanaal is: 265 m (lengte) x 34 m (breedte) x 12,5 m (diepgang in opvaart)[4]. Grotere schepen hebben vrijstelling of ontheffing nodig om op het kanaal te worden toegelaten. Door schaalvergroting en een stijging van het aantal schepen in de binnenvaart wordt deze Westsluis tegenwoordig ook voor binnenvaartschepen gebruikt. De Oostsluis en de Middensluis worden voornamelijk ter afhandeling van de binnenvaart gebruikt. De Oostsluis dateert net als de Westsluis uit 1968. De bouw van de Middensluis is in 1910 afgerond en deze sluis onderging in 1986 een grondige renovatie.

[4] Scheepvaartreglement voor het Kanaal van Gent naar Terneuzen, artikel 38

De Middensluis is een getijsluis, die ook toegankelijk is voor kleine kustvaarders, maar biedt daarentegen wel beperkingen voor grotere duwstellen.

Op het sluizencomplex zijn verschillende kantoren en bedrijvigheid aanwezig. Deze kantoren en bedrijvigheid zijn deels gebonden aan het water of aan de functionaliteit van het sluizencomplex.

Figuur 2-2 Overzicht Sluizencomplex Terneuzen

Over alle sluizen liggen twee verkeersbruggen. Het kruisende wegverkeer ondervindt weinig hinder van het schutten van de schepen.

2.2 Omgeving van het sluizencomplex

Aan de oostzijde van het sluizencomplex ligt de plaats Terneuzen. Ter hoogte van de Oostsluis worden de woningen door middel van een bomenrij van het sluizencomplex gescheiden. Meer naar het zuiden grenst bedrijvigheid aan het kanaal. De Kennedylaan/Meester F.J. Haarmanweg vormt de scheiding tussen bedrijvigheid langs het kanaal en woonwijken daarachter. Schependijk is een bedrijventerrein tussen de haven van Terneuzen en het toegangskanaal tot de Oostsluis.

Terneuzen ligt vrijwel volledig aan de oostzijde van het sluizencomplex. Alleen het busstation ligt aan de westzijde van het sluizencomplex. Aan de westzijde is verder de ingang van de Westerscheldetunnel gelegen, en het chemiebedrijf Dow Chemical. Het overige land wordt agrarisch gebruikt.

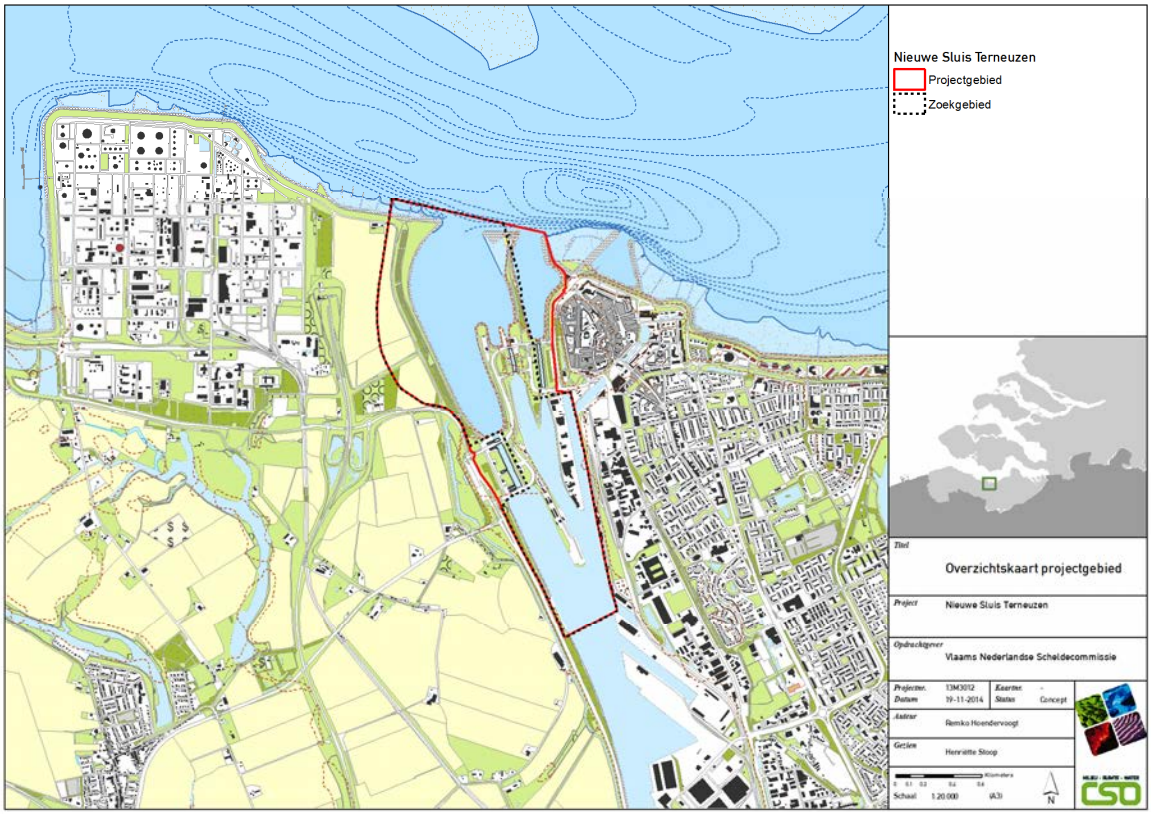
Aan de noordzijde van het complex ligt de Westerschelde. De Westerschelde maakt onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Westerschelde en Saeftinghe. Het is een dynamisch estuarium door het getijdenverschil. De Westerschelde is daarnaast ook de

toegangsvaarweg naar het Kanaal Gent-Terneuzen aan de zuidzijde van het complex, en de havens van Antwerpen en Vlissingen.

Figuur 2-3 Overzicht sluizencomplex Terneuzen met Terneuzen op de achtergrond

3 Beschrijving van de onderzochte varianten

3.1 Beschrijving voorkeursalternatief



Figuur 3-1 Projectlocatie, zwarte stippellijn geeft zoekruimte weer (bron: Besluit Politiek College)

In de verkenning die voorafgaand aan de planuitwerking is uitgevoerd, is zowel verbetering van het kanaal als het sluizencomplex onderzocht. Op basis van de daaruit beschikbaar gekomen informatie en het advies van het stakeholders advies forum, is besloten de aanleg van een Nieuwe Sluis binnen het sluizencomplex van Terneuzen uit te werken. Dit is vastgelegd in het besluit van het politiek college van de Vlaams-Nederlandse Schelde Commissie. Daarbij is besloten dat het voorkeursalternatief bestaat uit de Nieuwe Sluis zonder aanpassing aan het kanaal. Hierbij geldt dat de Nieuwe Sluis gerealiseerd dient te worden binnen het bestaande sluizencomplex in Terneuzen. De zoekruimte voor de Nieuwe Sluis is weergegeven op Figuur 3-1. Alle werken die nodig zijn voor de aanleg moeten binnen de aangegeven zoekruimte worden uitgevoerd.

De Nieuwe Sluis heeft een omvang van 427m x 55m x 16m (lxbxd). Het voorkeursalternatief vormt het uitgangspunt van de varianten die in de m.e.r. worden onderzocht.

Om de nautische verkeersstromen van en naar het sluizencomplex te faciliteren, kan aanpassing van de voorhavens noodzakelijk zijn. Onderzoek naar aanpassingen van de voorhavens maakt daarom integraal onderdeel uit van de m.e.r. Wanneer aanpassing van de voorhavens noodzakelijk is, zal de aanpassing worden opgenomen in het Tracébesluit.

3.2 Beschrijving varianten

3.2.1 Invalshoeken per variant

Bij het opstellen van de varianten is vanuit verschillende invalshoeken naar de opgave van de sluis gekeken. Om te komen tot reële varianten met voldoende bandbreedte in milieueffecten, is gekozen de varianten vanuit de volgende invalshoeken in te vullen:

- Beperken ruimtebeslag, effecten op natuur minimaliseren
- Betrouwbaarheid en versterken landschappelijke kwaliteit
- Optimalisatie scheepvaart, verminderen beïnvloeding leefomgevingskwaliteit.

In de hiernavolgende paragrafen is per variant een toelichting op de gekozen invalshoek opgenomen, en is weergegeven tot welke keuzes de gekozen invalshoek leidt.

3.2.2 Variant 1

Figuur 3-2 Schets van variant 1

De invalshoek voor het beperken van het ruimtebeslag in variant 1 is ingegeven door de wens de mogelijkheid tot het behoud van de Middensluis te onderzoeken. Om de Middensluis te kunnen behouden, moet de sluis zo noordelijk mogelijk worden gepositioneerd en zo min mogelijk geroteerd ten opzichte van de Westsluis. Een beperkte rotatie vergroot het gemak van de in- en uitvaart. Dat leidt tot de keuze voor de oriëntatie van 3°.

Het ruimtebeslag van de deuren naast de sluiskolk is gering om behoud van de Schependijk mogelijk te maken. Daarom wordt met gekromde roldeuren gewerkt. De lengte van de sluis is minder bepalend voor het behoud van de Middensluis en Schependijk. De bruggen zijn daarom net als bij de Oost- en Westsluis een basculebrug met 1 val.

De wegstructuur is vormgegeven met een voorrangsweg op de kortste route als alle deuren gesloten zijn. De kruisingen zijn als gewone kruisingen vormgegeven, zonder uitvoegstroken.

De droge, sluisgebonden diensten waarvan de locatie komt te vervallen, worden verspreid over het sluizencomplex teruggeplaatst. Er wordt geen centrale locatie aan de rand van het complex gecreëerd, omdat dit ten koste zou gaan van de huidige functie op die locatie. De opslag moet zo veel mogelijk verplaatst worden langs de Nieuwe Sluis.

De Middensluis kan niet in zijn huidige functie behouden blijven. Er is onvoldoende ruimte voor de in- en uitvaart van vier sluizen op het complex. De Middensluis krijgt de functie van spuimiddel.

Om de effecten op natuur te minimaliseren, wordt gekozen voor een zo beperkt mogelijke verbreding van de havenmond. Ook is het havenbekken niet naar de westzijde vergroot, mede in verband met de agrarische functie van het gebied. Zo wordt zo min mogelijk hydraulische en morfologische effecten veroorzaakt. Wel wordt een vergroting van de havenmond aan de westzijde binnen deze variant onderzocht in verband met de nautische veiligheid. De voorhaven wordt verdiept zodat schepen met een diepgang van 12,50 meter onafhankelijk van het tij de voorhaven in kunnen varen. Dit in verband met de capaciteit van het complex. Er wordt geen zwaaicirkel aangelegd.

Om effecten op natuur door verzilting te minimaliseren, zijn innovatieve zoet-zoutscheidingsmethoden opgenomen. Hierbij wordt ook gekeken naar de mogelijkheden om bij de andere sluizen op het complex maatregelen uit te voeren om de verzilting te beperken. Uitgangspunt is dat het rendement van de scheidingssystemen bij alle sluizen 75% is.

Voor de bouwmethode wordt gekozen voor het bouwen van de kolk in het natte. De sluishoofden worden wel droog gebouwd. De bouw van de ronde deurkassen is technisch lastig, en kan niet nat gebouwd worden.

3.2.3 Variant 2

Figuur 3-3 Schets van variant 2

Variant 2 zet in op betrouwbaarheid. Hierbij is gekozen voor zoveel mogelijk beproefde technieken en zo min mogelijk ingrepen. Dat leidt tot de keuze van rechte roldeuren voor de sluis, en basculebruggen. Dit vraagt de nodige ruimte, waardoor de Middensluis niet behouden kan blijven, en de Schependijk deels moet worden verwijderd.

Het deels verwijderen van de Schependijk creëert de opgave om deze nieuw in te richten. De huidige bebouwing zal als gevolg van de versmalling deels moeten verdwijnen. Omdat het niet wenselijk is huidige gebruikers van de Schependijk met een halve loods, of half perceel te laten zitten. Er zullen daardoor delen van percelen opgekocht moeten worde, die niet direct nodig zijn voor de verbreding van de vaarweg. Hierdoor ontstaan kansen om sluisgebonden diensten die verplaatst moeten worden, terug te plaatsen op de Schependijk.

In tegenstelling tot variant 1, wordt niet vastgehouden aan de huidige invulling van het sluizencomplex. Daardoor ontstaat de mogelijkheid functies te clusteren en in te zetten op ruimtelijke kwaliteit.

Ook voor de scheiding van zoet en zout water wordt gebruikt gemaakt van bewezen technieken, zoals een bellenscherm. Dat betekent dat er geen gebruik wordt gemaakt van de innovatieve methodes die zijn

opgenomen in variant 1, waardoor de totale effectiviteit iets lager zal zijn. De zoet-zoutscheiding wordt binnen dit project alleen aangelegd bij de Nieuwe Sluis.

Voor het spuien wordt een los spuikanaal met apart spuimiddel tussen de Oostsluis en de Nieuwe Sluis aangelegd. De kruisingen van de wegen hebben een aparte strook voor verkeer dat linksaf wil slaan.

De Nieuwe Sluis wordt 5° gedraaid ten opzichte van de Westsluis. Daardoor ligt de sluis in lijn met het kanaal. Dit faciliteert een vlotte en veilige in- en uitvaart aan de kanaalzijde. De buitenvoorhaven wordt aan de oostzijde vergroot, doordat de Middensluis verdwijnt. Verder wordt de voorhaven niet aangepast. De havenmond wordt dus niet verbreedt, de voorhaven niet verdiept en er wordt geen zwaaicirkel aangelegd. Wel wordt er een slibvang voor de Nieuwe Sluis aangelegd. Dit is noodzakelijk vanwege het verschil in diepte tussen de buitenvoorhaven en de sluis.

De sluiskolk wordt in het natte gebouwd. De hoofden van de sluis worden boven de grond gebouwd en met de caissonmethode in de grond gebracht.

3.2.4 Variant 3

Figuur 3-4 Schets van variant 3

De variant 3 wordt geoptimaliseerd op de scheepvaartfunctie (zeevaart en binnenvaart). Dit leidt tot zo min mogelijk beïnvloeding van de luchtkwaliteit en zo min mogelijk geluidshinder. Dat betekent dat de sluis 5° gedraaid is ten opzichte van de Westsluis. Er is dan geen ruimte meer voor de Middensluis. Er is gekozen voor een sluiskolk waar de deuren en bruggen weinig ruimte innemen in de lengterichting van de sluis, zodat de schepen snel in en uit kunnen varen. Om dit te bereiken zijn de bruggen over de deuren gelegd. Er is zo veel mogelijk ruimte tussen de Westsluis en de Nieuwe Sluis, zodat het verkeer voor de beide sluiskolken zo min mogelijk interfereert.

Om een goede invaart van de Oostsluis mogelijk te houden, wordt de Schependijk deels afgegraven. De graafwerkzaamheden leveren tijdens de bouw extra geluidshinder op. In de eindsituatie is naar verwachting minder geluidsoverlast, omdat de bedrijvigheid op de Schependijk een hoge geluidsproductie heeft. Daarnaast wordt de vervuilde grond van de Schependijk gesaneerd.

Om de invaart vanaf de Westerschelde te faciliteren wordt de havenmond vergroot en de westelijke havendijk verlegd. Zo ontstaat een brede invaart van de buitenvoorhaven, en een ruime voorhaven met zwaaicirkel. De buiten voorhaven wordt verdiept zodat alle schepen die op het kanaal kunnen varen tijonafhankelijk de voorhaven in kunnen.
Er is gekozen voor geen scheiding van zoet en zoutwater, zodat de scheepvaart vrij kan doorvaren. Dat betekent dat ter plaatse mitigerende maatregelen nodig kunnen zijn om ongewenste effecten van de verzilting te verminderen. In tijden met watertekort wordt er gezocht naar optimalisatie. Omdat het kanaal verzilt, is het mogelijk water van de Westerschelde in te laten.

Door niet vast te houden aan de huidige verdeling van functies op het sluizencomplex, ontstaat de ruimte voor clustering van functies en het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit. Alle diensten die samenhangen met het functioneren van het sluizencomplex worden geclusterd teruggeplaatst langs de verbrede voorhaven. De voorhaven wordt zodanig vormgegeven, dat er ruimte is voor zowel functies op land als op water. Er wordt geen apart spuikanaal aangelegd. Het spuien vindt plaats via de Nieuwe Sluis.

De keuze om op de deuren te rijden vraagt het nodige van de wegstructuur. De kruising tussen de Oostsluis en de Nieuwe Sluis wordt vormgegeven middels een rotonde voor een soepele aansluiting.

Zowel de sluiskolk als de sluishoofden worden in den droge gebouwd. Door de bouwmethoden in de verschillende varianten te wisselen, ontstaat inzicht in de effecten van de bouwmethode.

3.2.5 Samenvatting varianten

In onderstaande tabel is de opbouw van de varianten samengevat. In deze samenvatting zijn de ontwerpkeuzes opgenomen. Effecten die voortkomen uit de verschillende keuzes zijn in de betreffende deelrapporten opgenomen.

Tabel 3-1 Samenvatting opbouw varianten

Ontwerpkeuze	**Variant D01**	**Variant D02**	**Variant D03**
Oriëntatie sluis	3 graden geroteerd	5 graden geroteerd	5 graden geroteerd
Breedte voorhaven	Geen dijkverlegging	Geen dijkverlegging	Gedeeltelijke dijkverlegging 215 m
Havenmondverbreding	Verbreding west	Geen havenmondverbreding	Verbreding oost en west
Diepte voorhaven	12,5 m tij-onafhankelijk	Huidig +slibvang	12,5 m tij-onafhankelijk
Behoud Middensluis	Middensluis spuien	Middensluis slopen	Middensluis slopen
Spuifunctie	Apart via Middensluis	Apart via nieuw spuimiddel	Nieuwe Sluis
Type deuren	Gekromde roldeur (2 + 1)	Roldeur (2 + 2)	Roldeur (2 + 1)
Bouwmethode	Hoofden: bouwkuip droog	Hoofden: caissonmethode	Hoofden: bouwkuip droog
	Kolk: bouwkuip nat	Kolk: bouwkuip nat	Kolk: bouwkuip droog
Locatie bruggen	Bruggen net buiten deuren	Bruggen net buiten deuren	Bruggen over sluisdeuren
Zoet-zout	Maximale inzet met innovatieve methoden	Inzet van bewezen technieken	Verzilten
Watertekort op kanaal	Stremmen	Stremmen	Water inlaten van Westerschelde
Type bruggen	Basculebrug 1 val	Basculebrug 1 val	Op de deuren rijden
Locatie kruisingen	Voorrangsweg met gewone kruising	Voorrangsweg met linksafstrook	rotonde
zwaaicirkel	Geen	geen	550
Mate van verwijderen Schependijk	Behouden	39.500 m2	72.330 m2
Locatie diensten nieuw	Verspreid	Schependijk	buitenhaven

4 Beoordelingskader

Voor het MER Nieuwe Sluis Terneuzen is een beoordelingskader opgesteld. Dit beoordelingskader is vastgelegd in het uitgangspuntendocument (VNZT-R-26-3). De beschreven effecten vallen onder het thema bodem en water, specifiek de deelaspecten Oppervlaktewater Kanaal Gent-Terneuzen en Grondwater en regionaal watersysteem.

In de tabel is aangegeven of de beoordelingswijze kwantitatief of kwalitatief is en of de beoordeling voor de aanlegfase, de gebruiksfase of beide is uitgevoerd.

Tabel 4-1 Beoordelingskader inclusief beoordelingscriteria voor deelaspecten oppervlaktewater en grondwater (Bron: VNZT-R-026-3 Uitgangspunten-document)

Milieu-thema	Deelaspect	Beoordelingscriterium	Beoordelingswijze	Aanleg	Gebruik
Bodem en water	Oppervlaktewater Kanaal Gent-Terneuzen	Verzilting, mate van verandering zoutgehalte, inclusief beïnvloeding industriewater	kwantitatief	x	x
		Chlorideconcentratie in kanaal (chemische KRW-toets)	kwantitatief		x
		Effecten op biologische kwaliteitselementen van de KRW	kwalitatief/ semi-kwantitatief		x
		Peilfluctuaties op kanaal (Watertekort of tekort spuicapaciteit) (waterkwantiteit)	kwantitatief	x	x
	Grondwater en regionaal water-systeem	Verzilting, mate van verandering zoutgehalte, inclusief effecten op de landbouw	kwantitatief	x	x
		Verandering stijghoogte grondwater en grondwaterstand (m), grondwaterstromingspatroon en kweldruk (grondwaterkwantiteit).[1]	kwantitatief	x	x

[1] Veranderingen in het grondwaterstromingspatroon en de kweldruk kunnen tevens gevolgen hebben voor verzilting van het grondwater en regionaal watersysteem. Het eerste beoordelingscriterium voor grondwater en regionaal watersysteem heeft betrekking op verzilting, met daarin meegenomen effecten op verzilting door verandering van grondwaterstromingspatroon en/of kweldruk. Het tweede beoordelingscriterium heeft alleen betrekking op grondwaterkwantiteit.

Chlorideconcentratie in kanaal (chemische KRW-toets)
In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (VNZT-R-20-5) is opgenomen dat de chemische KRW-toets de waterkwaliteit van Kanaal Gent-Terneuzen betreft. De volgende relevante te beoordelen effecten werden voorzien:

1. de veranderende chlorideconcentratie door meer of minder indringing van Westerscheldewater;
2. Effecten op erosie van de waterbodem door toenemende golfslag.

Toegenomen golfslag en erosie van de kanaalbodem door toename van de afmetingen van schepen is niet aan de orde. De maximale

toegestane afmetingen van te schutten schepen, inclusief eventuele snelheidsbeperkingen op het Kanaal Gent-Terneuzen om effecten te voorkomen zijn vastgelegd in het Scheepvaartbesluit. Na realisatie van de Nieuwe Sluis moet het Scheepvaartbesluit worden aangepast aan de nieuwe afmetingen die op het kanaal kunnen worden toegestaan, met de bijbehorende beperkingen. Daarom is bij de KRW-beoordeling enkel gekeken naar de chlorideconcentratie van het oppervlaktewater en is de waterbodem buiten beschouwing gelaten.

Verzilting, mate van verandering zoutgehalte, inclusief effecten op de landbouw
De locaties waar verzilting van het grondwater en regionaal watersysteem optreden zijn kwantitatief in beeld gebracht. De mate van verzilting kon echter met het beschikbare grondwatermodel niet worden gekwantificeerd.

Effecten op stroming en morfologie zijn ondergebracht in het deelrapport bodem. Effecten op waterkeren zijn ondergebracht in het technisch onderzoek 1 dat als deelrapport Hoogwaterveiligheid deel uit maakt van de MER.

5 Oppervlaktewater

5.1 Onderzoeksmethode Oppervlaktewater

5.1.1 Onderzoeksopzet verzilting Kanaal Gent-Terneuzen

De chlorideconcentratie van het kanaalwater is voor de omgeving een belangrijk thema. Effecten kunnen optreden op KRW, gebruikers (inlaatwater industrie) en via het grondwater op landbouw en natuur. Om het effect van de verschillende varianten op de chlorideconcentratie van het kanaalwater te bepalen is deze zoutuitwisseling gedetailleerd gemodelleerd. De uitgangspunten en randvoorwaarden voor deze modellering worden in deze paragraaf besproken.

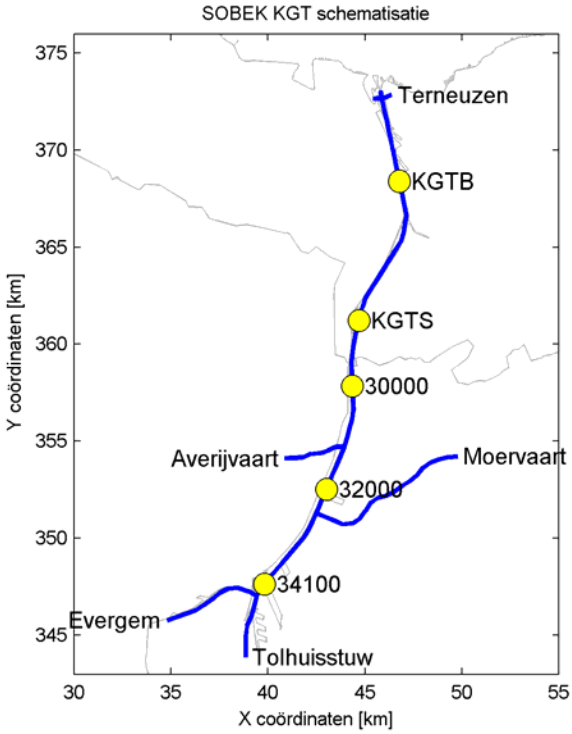
Modelopzet

Het chloridegehalte op Kanaal Gent-Terneuzen is bepaald met het in 2010 opgezette en gecalibreerde SOBEK model (Royal Haskoning/Svasek 2010). Een beeld van de hierbij gebruikte schematisatie is weergegeven in Figuur 5-1. Voor de huidige studie is het SOBEK model geactualiseerd met instellingen zoals bepaald in een recentere zoutindringingsstudie Kanaal Gent-Terneuzen van WL-Borgerhout (Waterbouwkundig Laboratorium, 2012). Bijlage 1 behandelt de hernieuwde calibratie resultaten voor 2008-2009 en model instellingen. Door de hercalibratie zijn de gemiddelde modelresultaten nu ook dicht bij het sluiscomplex betrouwbaar.

In de huidige studie die in dit deelrapport is gerapporteerd is gerekend met een uitwisselingsdebiet met zout water in plaats van een puntbron droge stof. Met de vernieuwde instellingen zijn de berekende dieptegemiddelde chloridegehaltes over het gehele Kanaal Gent-Terneuzen realistisch. De chlorideconcentraties aan de oppervlakte en aan de kanaalbodem worden berekend met een nabewerking op basis van meetgegevens van chloride op verschillende dieptes.
Invloeden van individuele schuttingen worden niet correct gesimuleerd, maar zijn ook niet relevant voor de effectbepaling. De verspreiding van de zouttong vanaf het sluiscomplex over het Kanaal Gent-Terneuzen is in het 1D SOBEK model benaderd met een hoge dispersie coëfficiënt[5]. De calibratie periode 2008-2009 omvat twee gemiddelde winters met 800 mg/l Cl bij KGTS (KGT locatie Sas van Gent) en een gemiddelde zomer met ongeveer 1800 mg/l Cl bij KGTS en een heel droge zomer met ongeveer 3500 mg/l Cl bij KGTS. Al deze heel verschillende periodes met verschillende Chloridegehaltes kunnen in het SOBEK model realistisch gereproduceerd worden met dezelfde dispersie instellingen voor zomer (met hoge Cl gehaltes) en winter (met lage Cl gehaltes). De gesimuleerde verschillen in Chloridegehalte worden zuiver veroorzaakt door veranderingen in randvoorwaarden. Het model is dus betrouwbaar toe te passen voor zowel periodes met een hoog

[5] Bij een hogere dispersiecoëfficient dringt chloride sneller en verder het kanaal binnen

Chloridegehalte op het Kanaal Gent-Terneuzen als periodes met een laag Chloridegehalte.



Figuur 5-1 SOBEK KGT schematisatie met meetpunt locaties.

Randvoorwaarden model

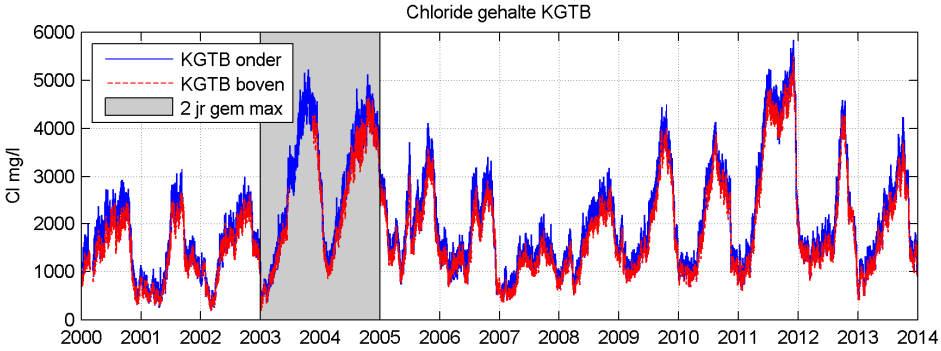
In de modellering zijn op basis van beschikbare meetreeksen de volgende uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van het debiet zoet water op het Kanaal Gent-Terneuzen:

1. Droge zomer 9,5 m^3/s (zomerdebiet van de twee jaar met gemiddeld de hoogste Chlorideconcentratie in de meetperiode 2000-2012)
2. Droge winter 25,8 m^3/s (winterdebiet van de twee jaar met gemiddeld de hoogste Chlorideconcentratie in de meetperiode 2000-2012)
3. 2 maanden laag debiet = 8 m^3/s (laagste tweemaandsgemiddelde debiet van 2000-2012 van de debieten)
4. Gemiddelde zomer 16,6 m^3/s (gemiddeld zomerdebiet in de meetperiode 2000-2012)
5. Gemiddelde winter 31,4 m^3/s (gemiddeld winterdebiet in de meetperiode 2000-2012)

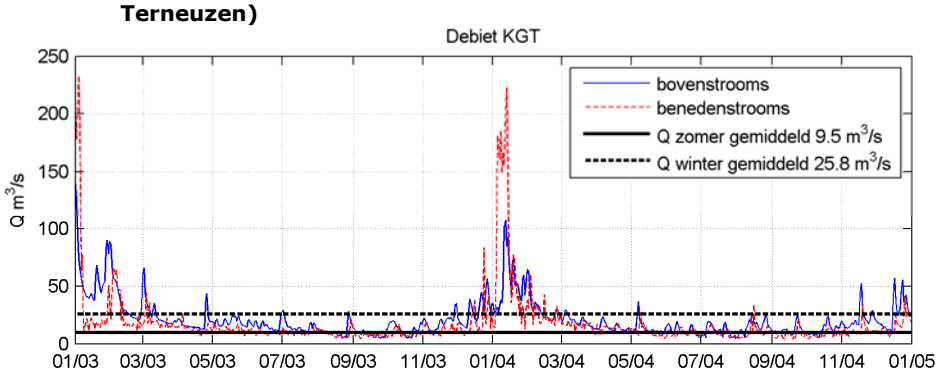
Gekozen is om gemiddelde en droge situaties in beeld te brengen. De gemiddeld situaties geven een representatief beeld voor de lange termijn. De resultaten voor de droge situaties laten zien of er in die situaties knelpunten kunnen ontstaan ten gevolge van hoge chlorideconcentraties.

De gemeten Chloridegehaltes 2000-2014 op het Kanaal Gent-Terneuzen bij KGTB (KGT-Brug meetlocatie) op 3,5 km van de sluizen van Terneuzen zijn weergegeven in Figuur 5-2, van deze meetlocatie zijn van 2000-2014 hoogfrequent (elke 10 minuten) gegevens beschikbaar. 2003 en 2004 waren de twee opeenvolgende jaren met gemiddeld de hoogste Chlorideconcentratie, deze twee jaren worden gebruikt om het zomer- en winterdebiet te bepalen. Figuur 5-3 toont het debiet op Kanaal Gent-Terneuzen 2003-2004. Twee verschillende data-bronnen zijn getoond: bovenstrooms en benedenstrooms. Het bovenstrooms debiet is bepaald uit bassin neerslag-afvoer simulaties door WL-Borgerhout en bestaat uit de sommatie van het Kanaal Gent-Terneuzen debiet van alle takken uit Gent en het debiet van de Moervaart. Het benedenstrooms debiet is bepaald door Rijkswaterstaat uit de spui en schutdebieten bij Terneuzen. Globaal komen het bovenstrooms en benedenstrooms debiet overeen, met bijvoorbeeld dezelfde periodes met hoge en lage afvoeren, maar de grootte van de benedenstroomse en bovenstroomse afvoer verschilt. Gemiddeld over 2000-2010 is het benedenstrooms debiet ongeveer 5 m^3/s lager dan het bovenstrooms debiet en het minimale tweemaandsgemiddelde benedenstrooms debiet tussen 2000-2010 is ongeveer 2 m^3/s lager dan bovenstrooms (8 m^3/s tweemaandsgemiddeld benedenstrooms en 10 m^3/s bovenstrooms). De oorzaken van dit verschil liggen waarschijnlijk in simulatieonnauwkeurigheden (bijvoorbeeld onvolmaakte recente neerslag gegevens in het model, onvolmaakte run-off, onvolmaakte debietverdeling rondom Gent), meetonnauwkeurigheden, kwel en verdamping. Voor simulatie van de verziltingsscenario's van het Kanaal Gent-Terneuzen is, net als bij de hercalibratie van het SOBEK model, het benedenstrooms debiet gebruikt. Omdat dit het lagere debiet van beide is, geeft dit conservatieve (hoge) zoutgehaltes op Kanaal Gent-Terneuzen. Voor de vergelijking tussen autonome situatie en varianten heeft dit geen gevolgen, omdat voor alle situaties dezelfde uitgangspunten zijn gehanteerd.

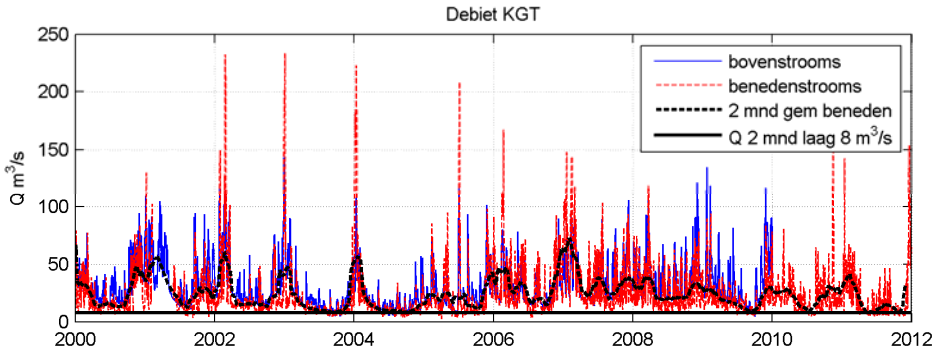
Figuur 5-3 toont het debiet op Kanaal Gent-Terneuzen van de twee jaren met het hoogste Chloridegehalte 2003-2004. Het gemiddelde zomerdebiet in 2003-2004 is 9,5 m^3/s (bepaald over de periode van 1,5 maand voor het begin tot 1,5 maand na het einde van de zomer) en het gemiddelde winterdebiet in 2003-2004 is 25,8 m^3/s (bepaald over de periode van 1,5 maand voor het begin tot 1,5 maand na het einde van de winter). Het debiet op Kanaal Gent-Terneuzen over de volledige meetperiode 2000-2012 is getoond in Figuur 5-4. Over deze periode is het laagste tweemaandsgemiddelde benedenstrooms debiet 8 m^3/s, het gemiddelde zomerdebiet 16,6 m^3/s en het gemiddelde winterdebiet 31,4 m^3/s.



Figuur 5-2 Gemeten Chloridegehalte KGTB 2000-2014 (3,5 km van sluis Terneuzen)



Figuur 5-3 Debiet KGT 2003-2004 benedenstrooms (bepaald uit spui en schutdebiet Terneuzen) en bovenstrooms (bepaald uit bassin neerslag-afvoer simulaties WL-Borgerhout)



Figuur 5-4 Debiet KGT 2000-2012 benedenstrooms (bepaald uit spui en schutdebiet Terneuzen) en bovenstrooms (bepaald uit bassin neerslag-afvoer simulaties WL-Borgerhout)

In Tabel 5-1 zijn de randvoorwaarden voor de chlorideconcentratie op het Kanaal Gent-Terneuzen weergegeven. Het gaat hierbij om de concentratie bij Terneuzen. Deze concentraties zijn gebasseerd op de dieptegemiddelde meetwaardes van het Rijkswaterstaat meetpunt TWZZ in de voorhaven van Terneuzen.

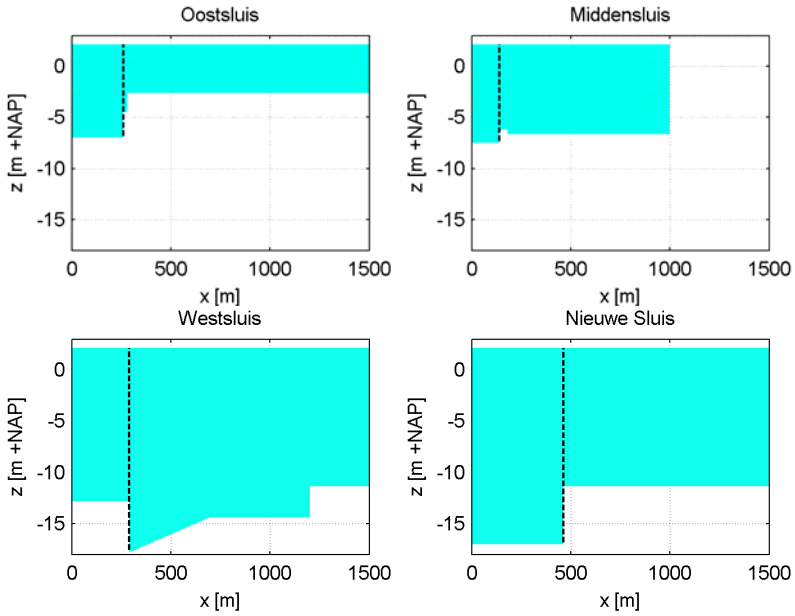
Periode	Randvoorwaarde chlorideconcentratie (g/l)
Winter gemiddeld	12
Zomer gemiddeld	13,5
Twee maanden laag debiet	15

Tabel 5-1 Overzicht randvoorwaarden chlorideconcentratie nabij Terneuzen

Voor de chlorideconcentratie bij Gent is 0,1 g/l als randvoorwaarde aangenomen.

De afvoer van het Kanaal Gent-Terneuzen is als randvoorwaarde opgelegd bij Evergem en bij de Moervaart met de verdeling 88%/12% (gemiddelde verhouding debiet Evergem – Moervaart van 2000-2009 volgens bassin neerslag-afvoer simulaties WL-Borgerhout). De benedenstroomse randvoorwaarde bij de sluis van Terneuzen is een kanaalwaterstand van NAP+2,13m. De zoutlast van de schuttingen van het sluizencomplex bij Terneuzen is opgelegd als een zout-zoet uitwisselingsdebiet. Hierbij is voor het instromend water een chlorideconcentratie gelijk aan de uitgangspunten bij Terneuzen aangehouden. Voor het uitstromend water is de chlorideconcentratie berekend door het SOBEK model. Er is gerekend met een gemiddelde zoutuitwisseling per dag welke gelijk verdeeld is over 24 uur. Ook de (spui-)debieten op het Kanaal Gent-Terneuzen worden verondersteld gelijk verdeeld te zijn over de dag.

De zoutuitwisseling per schutting is bepaald met gedetailleerde FINEL3D simulaties per sluis (huidig en nieuw) van het complex. De schematisatie die hierbij gebruikt is, is weergegeven in Figuur 5-5. Voor de deuropentijd bij MSL (gemiddelde zee waterstand) zijn 30 minuten voor de Midden- en Oostsluis en 45 minuten voor de Westsluis aangehouden. Voor de Nieuwe Sluis is gerekend met een deuropentjid van 60 minuten. Deze deuropentijden zijn bepaald op basis van de uitgevoerde SIVAK simulaties (zie bijlage bij deelrapport Verkeer&Vervoer). Bij de gehanteerde deuropentijden heeft het grootste deel van de zoet-zout uitwisseling van elke sluis plaatsgevonden, het merendeel van het resterende zout in de Middensluis, Oostsluis en Nieuwe Sluis bevindt zich in de kolk achter een drempel en zal niet het kanaal opstromen bij een langere deuropentijd. Het gemiddelde verschil in chlorideconcentratie tussen Kanaal Gent-Terneuzen en buitenzijde sluis is 12 g/l (12 g/l is het maximum gemeten tweemaandsgemiddelde chlorideconcentratie-verschil tussen meetpunt TWZZ in de voorhaven en KGTB op het KGT tussen 2009 en 2013). De totale gemiddelde zoutuitwisseling per dag is bepaald door de zoutuitwisseling per sluis te vermenigvuldigen met het gemiddeld aantal schuttingen per dag van de sluis behorend bij het betreffende scheepvaart scenario en vervolgens de zoutuitwisseling van alle sluizen binnen het complex te sommeren.



Figuur 5-5 Geometrie van de verschillende sluizen in Terneuzen gebruikt voor de simulatie van de zoutuitwisseling per schutting met FINEL3D met de sluis aan de linkerzijde van de open sluisdeur die aangegeven is met de zwarte stippellijn

Uit de hercalibratie in Bijlage 1 volgt dat op het berekende uitwisselingsdebiet een correctie moet worden toegepast om de berekende waarden te laten matchen met de gemeten waarden. Deze correctie houdt in dat het toegepaste uitwisselingsdebiet teruggeschaald moet worden tot 21% van de waarde zoals berekend met gedetailleerde FINEL3D zout-zoet simulaties om goede chlorideconcentraties op het KGT te krijgen. Voor scenario simulaties met de Nieuwe Sluis en/of klimaatverandering worden gedetailleerde FINEL3D zout-zoet simulaties gebruikt voor het uitwisselingsdebiet van de betreffende sluizen en klimaatscenario en de terugschaling met 21% is voor alle scenario's constant verondersteld. Toetsing van deze aanname voor alle nog niet gerealiseerde scenario's wat betreft de terugschaling is lastig aangezien de veranderde scenario omstandigheden nog geen werkelijkheid zijn, maar de gevoeligheid van de model uitkomsten voor de hoogte van de zoutlast (en dus indirect ook voor de factor 21%) is te vinden door alle simulatie resultaten met hetzelfde debiet en klimaatscenario met elkaar te vergelijken omdat deze alleen wat betreft zoutlast verschillen, zie Tabel 5-11 en Tabel 5-12.

De beginwaarde van Chloride is 700 mg/l over het gehele Kanaal Gent-Terneuzen. Om inspeeleffecten te voorkomen, duurt elke simulatie 1 jaar. De zomer simulaties beginnen met 6 maanden winter en eindigen met 6 maanden zomer. De winter simulaties beginnen met 6 maanden zomer en eindigen met 6 maanden winter. De 2 maanden laag debiet simulaties beginnen met 6 maanden winter, gevolgd door 4 maanden zomer en dan 2 maanden laag debiet.

Uitgangspunten modelberekeningen
In de modelberekeningen ten behoeve van de MER is het zichtjaar 2030 gebruikt. Onderstaand zijn de uitgangspunten ten aanzien van klimaat en vervoersaanbod (2030) weergegeven:

1. Klimaatscenario's
- Het KNMI W+ 2050 scenario is gebruikt met +2oC in 2050
  - Gebruik van 2050 in plaats van zichtjaar 2030 is een conservatieve benadering doordat de klimaatverandering toeneemt over de tijd. Er is geen klimaatscenario 2030 beschikbaar.
  - Zomer debiet is verlaagd met 35% ten opzichte van de huidige situatie. Dit is gedaan op basis van de gemiddelde afname van de 6 droogste maanden Maasdebiet in het KNMI W+ 2050 klimaatscenario (Deltares, 2013).
  - Winter debiet is verhoogd met 2% ten opzichte van de huidige situatie. Dit is gedaan op basis van de gemiddelde toename van de 6 natste maanden Maasdebiet in het KNMI W+2050 klimaatscenario (Deltares, 2013).
  - 2 maanden laag debiet is verlaagd met 45% ten opzichte van de huidige situatie. Dit is gedaan op
  - basis van de maximale afname van het maandgemiddeld Maasdebiet in het KNMI W+ 2050 klimaatscenario (Deltares, 2013).
  - Maximaal 35 cm zeespiegelstijging volgens KNMI W+2050 is vertaald in een hoger zoutuitwisselingsdebiet richting Kanaal Gent-Terneuzen welke is bepaald met aanvullende FINEL3D simulaties.

2. Vervoersaanbod
Het aantal sluisschuttingen is afhankelijk van de scheepvaartprognose. Met het model SIVAK is per vervoersscenario het aantal schuttingen berekend (zie bijlage bij deelrapport Verkeer&Vervoer) voor:
- Huidige situatie: scheepvaartaanbod (2012)
- Projectalternatief (GE2030):Scheepvaartaanbod conform het Global Economy 2030 scenario met aanleg Nieuwe Sluis
- Autonome ontwikkeling (AO2030): scheepvaartaanbod in de autonome ontwikkeling bestaat uit GE2030 scheepvaart zonder aanleg van de Nieuwe Sluis.

Uitwisselvolume per sluis
Tabel 5-2 en Tabel 5-3 tonen de zout-zoet uitwissel volumes per schutting voor huidig klimaat en KNMI W+2050. Tabel 5-4 en Tabel 5-5 tonen het zout-zoet uitwisseldebiet zoals gebruikt in deze studie voor huidig klimaat en KNMI W+2050 klimaat.
Het verschil in zout-zoet uitwisseling tussen de verschillende sluizen zoals bepaald met FINEL3D wordt vooral veroorzaakt door de aan- of afwezigheid van een bodemsprong tussen de sluiskolk en het KGT: zout dat zich onder de bodemsprong in de kolk bevindt, stroomt niet naar het KGT. De zout-zoet uitwisseling van de Middensluis en Westsluis

zonder significante bodemsprong is veel groter dan van de Oostsluis en de Nieuwe Sluis met bodemsprong, zie de geometrie van de verschillende sluizen in Figuur 5-5.

	Breedte [m]	Lengte [m]	MSL [m]	Bodem sluis [m]	Zout-zoet uitwisseling FINEL3D	Calibratie	Uitwissel volume [m^3]
Oostsluis	24	260	0,08	-7	0,30	0,21	2783
Middensluis	24,5	140	0,08	-7,5	0,81	0,21	4422
Westsluis	40	290	0,08	-12.82	0,93	0,21	29225
Nieuwe Sluis	58	462	0,08	-17	0,68	0,21	65356

Tabel 5-2 Zout-zoet uitwisselingsvolume per schutting huidig klimaat

	Breedte [m]	Lengte [m]	MSL [m]	Bodem sluis [m]	Zout-zoet uitwisseling FINEL3D	Calibratie	Uitwissel volume [m^3]
Oostsluis	24	260	0,43	-7	0,33	0,21	3213
Middensluis	24,5	140	0,43	-7,5	0,83	0,21	4741
Westsluis	40	290	0,43	-12.82	0,94	0,21	30340
Nieuwe Sluis	58	462	0,43	-17	0,68	0,21	66695

Tabel 5-3 Zout-zoet uitwisselingsvolume per schutting KNMI W+2050 klimaat

		Huidig		GE 2030	
	Uitwissel volume [m^3]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m^3/s]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m^3/s]
Oostsluis	2783	18,95	0,61	20,29	0,65
Middensluis	4422	9,73	0,50		-
Westsluis	29225	13,84	4,68	14,25	4,82
Nieuwe Sluis	65356			10,37	7,84
		totaal	5,8	totaal	13,32

Tabel 5-4 Zout-zoet uitwisselingsdebiet huidig klimaat, huidig en GE2030 schuttingen (zie bijlage bij deelrapport Verkeer&Vervoer)

		Huidig		GE 2030		AO 2030	
	Uitwissel volume [m3]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m^3/s]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m^3/s]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m^3/s]
Oostsluis	3213	18,95	0,70	20,29	0,75	17,21	0,64
Middensluis	4741	9,73	0,53		-	9,38	0,51
Westsluis	30340	13,84	4,86	14,25	5,00	10,78	3,79
Nieuwe Sluis	66695			10,37	8,00		
		Totaal	6,10	totaal	13.76	totaal	4,94

Tabel 5-5 Zout-zoet uitwisselingsdebiet KNMI W+2050 klimaat voor huidig, GE2030 en AO2030 schuttingen (zie bijlage bij deelrapport Verkeer&Vervoer)

MER Varianten ten aanzien van zoet-zout-scheiding
Er zijn drie inspanningsniveaus voor zout-zoet-scheiding onderscheiden in de drie m.e.r.-varianten. De inspanningsniveaus, de vooraf gestelde verwachting van het te behalen rendement en een globale technische invulling van de maatregel zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Variant	Rendement	Mogelijke maatregel
1. Maximale inzet op scheiding	75% voor alle sluizen	bellenschermen op de Nieuwe Sluis en alle bestaande sluizen van het complex. Aanvullend stremmen of een innovatieve maatregel die op dit moment nog niet beschikbaar is.
2. Beperkte inzet op scheiding	50% voor de Nieuwe Sluis	bellenschermen op de Nieuwe Sluis en alle bestaande sluizen van het complex.
3. Verzilten	0%	geen maatregel

Tabel 5-6 m.e.r.-varianten zout-zoet-scheiding

Bij variant 1 is de basis zoutuitwisseling van het complex, dus van alle sluizen, verminderd met 75%. Bij variant 2 is de basis zoutuitwisseling van de Nieuwe Sluis verminderd met 50% en de zoutuitwisseling van de overige sluizen van het complex blijft 100% van de basis waarde van alle sluizen (huidig en nieuw).

In hoofdstuk 5.4 is een nadere analyse van zoet-zoutscheidingsmaatregelen op het sluizencomplex van Terneuzen beschreven.

Toetsingscriteria verzilting
Alle varianten zijn vergeleken met elkaar, met de referentiesituatie en met de normen. De referentiesituatie of autonome ontwikkeling is geformuleerd als de situatie met klimaatverandering (middenscenario W+ 2050) en economisch scenario GE 2030, zonder aanleg van een Nieuwe Sluis. De beoordeling is uitgevoerd voor de gebruiksfase. De uitvoeringsfase wijkt af van de referentiesituatie en daarnaast ook van de gebruiksfase, de uitvoeringsfase is apart beoordeeld. . Verzilting door de Nieuwe Sluis kan pas plaatsvinden nadat deze in gebruik is genomen.

Uitgangspunten verzilting:
1. KRW-doelstelling KGT = GEP waarde chloride is 300-3000 mg/l (toetsing op zomergemiddeld chloridegehalte over meerdere jaren, gemeten 1 meter onder het wateroppervlak bij KGTS Sas van Gent *(*Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2012*.*)
2. Wijzigingsverdrag 1985, Artikel 32. De beide Regeringen zullen elk op haar gebied de nodige maatregelen treffen om te bewerkstelligen dat het zoutbezwaar beperkt blijft.

Er zijn geen wettelijke normen betreffende de chlorideconcentratie van Kanaal Gent-Terneuzen.

Voor de KRW is een doelstelling van 300-3000 mg/l chloride. Het realiseren van de doelstelling voor chloride moet gezien worden in het licht van de totaalbeoordeling van Kanaal Gent-Terneuzen. De chemische beoordeling van Kanaal Gent-Terneuzen is voor veel stoffen slecht. Ook heeft het kanaal weinig ecologische potentie.

Ten behoeve van de beoordeling van de effecten van de verandering van de waterkwaliteit (verzilting) worden de volgende berekeningen uitgevoerd:

1. Chloridegehalte 1 meter onder het wateroppervlak bij meetpunt KGTS in verband met de toetsing aan de KRW doelstelling (300-3000 mg/l chloride).
2. Bepaling chloridegehalte aan de kanaalbodem op elke kilometer afstand van het sluizencomplex tot Evergem om effecten via het grondwater op Canisvliet en landbouw te kunnen beoordelen. Hiervoor is het jaargemiddeld chloridegehalte aan de kanaalbodem bepaald uit het zomergemiddeld en wintergemiddeld debiet.
3. Vergelijking van chlorideconcentratie met autonome situatie voor potentieel effect op industrie. Hiervoor is de dieptegemiddelde chlorideconcentratie voor zomer-, winter- en 2 maanden laag debiet bepaald op elke kilometer afstand van het sluizencomplex.

De simulaties zijn zo opgezet dat deze drie beoordelingscriteria kunnen worden gecontroleerd. Met deze drie beoordelingscriteria zijn de drie uitgangspunten (KRW, traktaat en verdrag) helemaal ingevuld.

De gesimuleerde chlorideconcentraties vormen zoals hierboven vermeld de input voor het grondwateronderzoek. Voor dit onderzoek zijn zowel de dieptegemiddelde chlorideconcentratie als de chlorideconcentratie bij de oppervlakte en de waterbodem nodig. SOBEK simuleert de dieptegemiddelde chlorideconcentratie, maar uit 30 varende chloride TSO metingen tussen 2009-2013 op het Kanaal Gent-Terneuzen zijn gemiddelde correcties afgeleid voor een indicatie van het Chloridegehalte bij de bodem of bij het oppervlak. In de gemeten Chlorideconcentratie profielen is meestal een duidelijke zouttong te zien in de eerste helft van het Kanaal Gent-Terneuzen. Voor de eerste 14.5 km van Kanaal Gent-Terneuzen vanaf het sluiscomplex worden correctiefactoren bepaald uit de gemeten diepteprofielen op 7 km vanaf het sluiscomplex en voor 14.5-32 km vanaf het sluiscomplex worden correctiefactoren bepaald uit de gemeten diepteprofielen op 25 km vanaf het sluiscomplex.

Onderstaande tabel toont de gevonden correctiefactoren t.o.v. de dieptegemiddelde Chlorideconcentratie:

	0-14.5km	14.5-32km
Correctie bodem	1,7	1,4
Correctie oppervlak	0,8	0,8

5.1.2 Onderzoeksopzet waterkwantiteit Kanaal Gent-Terneuzen

Voor het Kanaal Gent-Terneuzen is een vast peil afgesproken, met een maximale afwijking van 25 centimeter. Om dit peil te handhaven wordt er water vanuit het kanaal naar de Westerschelde gespuid. Daarnaast wordt een deel van het water afgevoerd richting Westerschelde bij het schutten in de bestaande sluizen (schutverlies). Bij peil over- of onderschrijding zijn extra maatregelen nodig en worden op dit moment één of meerdere sluizen gestremd. Gemodelleerd is of het aantal over- of onderschrijdingen in de varianten toe- of afneemt en of dit leidt tot een toe- of afname van de tijd waarin de kolk niet beschikbaar is voor schuttingen. De uitgangspunten voor deze modellering zijn in deze paragraaf opgenomen.

Randvoorwaarden waterkwantiteit

In de modelstudie ten aanzien van de waterkwantiteit zijn uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van het debiet en de spuicapaciteit:

1. Debiet Kanaal Gent-Terneuzen:
    - Er is uitgegaan van een realistische debietreeks (meetreeks 2000-2012). Deze is gelijk aan de studie voor waterkwaliteit (paragraaf 5.1)

2. Huidige spuicapaciteit:
    - Spuien is mogelijk zonder stremming 1) via uitwisselingsspuien en continuspuien bij de Westsluis en 2) in de periode rond laagwater als de waterstand lager is dan NAP-0,5m via de Middensluis. Uitwisselingsspuien is spuien tijdens het openstaan van de binnendeuren. Continuespuien is spuien ten behoeve van de spuischuld. De spuischuld is de hoeveelheid zout water die niet door middel van uitwisselingsspuien kan worden teruggespuid.
    - Het maximum spuidebiet zonder stremming is in de huidige situatie gelijk aan 45 m^3/s (Rijkswaterstaat Zee en Delta, 2013). Zodra er meer gespuid moet worden dan 45 m^3/s, wordt eerst de Middensluis gestremd, dan de Oostsluis en als laatste de Westsluis.
    - Met de huidige sluizen kan maximaal 294 m^3/s daggemiddeld worden gespuid. Voorwaarde is dat het scheepvaartverkeer via het sluizencomplex Terneuzen volledig wordt gestremd zolang er gespuid kan worden. Er wordt gespuid (en er is stremming) zolang de waterstand op Kanaal Gent-Terneuzen hoger is dan de buitenwaterstand, dit is 11,42 uur per getij (uitgaande van de gemiddelde getijkromme Terneuzen 1991.0) en 22 uur per dag. Het spuidebiet per sluis is weergegeven in Tabel 5 7.
    - Maximaal gemeten spuidebiet 233 m^3/s (daggemiddeld, uit meetreeks 2000-2012)

	Daggemiddeld spuidebiet	Gemiddeld spuidebiet tijdens spuien(RWS Zee en Delta , 2013)	Gevolg

Middensluis	91 m^3/s	100 m^3/s*	Stremming Middensluis
Oostsluis	83 m^3/s	90 m^3/s	Stremming Oostsluis
Westsluis	120 m^3/s	130 m^3/s	Stremming Westsluis
Totaal	**294 m^3/s**	**320 m^3/s**	

Tabel 5-7 Spuicapaciteit huidige sluiscomplex

** Via de Middensluis zijn er twee mogelijkheden: via de omloopriolen (gemiddeld 75 m³/s) en via de openingen in de roldeur (gemiddeld 85 m³/s). Het totale debiet is begrensd op 100 m³/s ter bescherming van het stortebed.*

3. Buitenwaterstand Terneuzen:
   - Er is uitgegaan van een realistische waterstandsreeks (meetreeks 2000-2012).

4. Kanaalpeil en buffercapaciteit:
   - Het vastgestelde kanaalpeil bedraagt NAP +2,13 m (TAW +4.48 m) met een maximale afwijking van + of – 0,25 m. De bergingscapaciteit op van het Kanaal Gent-Terneuzen is dan dus 0,25 m x 10^6 m^2 = 2,5 miljoen m^3. Gezien de maximale bovenaanvoer van 100 m^3/s die in het verdrag is vastgeled betekent dit dat een dergelijke golf slechts 7 uur gebufferd kan worden voor het peil wordt overschreden. In praktijk zal deze periode wel iets langer zijn, aangezien er vanaf het begin van een hoge afvoer extra gespuid kan worden en er mogelijk door eerder extra te spuien al voor de hoogwatergolf extra bergingsruimte gecreëerd kan worden. Meer dan enkele uren extra "buffercapaciteit" zal dit naar verwachting echter niet opleveren.

Uitgangspunten modelberekeningen

In de modelberekeningen ten behoeve van de MER is het zichtjaar 2030 gebruikt. Onderstaand zijn de uitgangspunten ten aanzien van klimaat en vervoersaanbod (2030) weergegeven:

1. Klimaatscenario's
   - Voor de waterkwantiteit analyses van Kanaal Gent-Terneuzen is hetzelfde klimaatscenario gebruikt als voor hoogwaterveiligheid, namelijk het KNMI WB21 midden scenario met +1°C in 2050. Dit is een ander klimaatscenario dan zoals gebruikt voor de waterkwaliteit, maar op deze wijze wordt nauw aangesloten bij de hoogwaterveiligheid analyses.
     - Gebruik van 2050 in plaats van zichtjaar 2030 is een conservatieve benadering doordat de klimaatverandering toeneemt over de tijd. Er is geen klimaatscenario 2030 beschikbaar.
     - De debieten in de winter worden verhoogd met 11% Op basis van de vuistregel dat een hoog debiet evenredig toeneemt met de toename in 10-daagse KNMI WB21 midden 2050 neerslagsom in het winterseizoen(RIZA, 2007).
     - De debieten in de zomer worden niet veranderd. Op basis van de vergelijking van het zomer debiet van de Maas in

de huidige situatie en KNMI WB21 midden klimaatscenario 2050(RIZA, 2007).
    - De buitenwaterstand bij Terneuzen is verhoogd met een zeespiegelstijging van 30 cm(Rijkswaterstaat 2008). Dit leidt tot kortere periodes per dag dat op vrij verval gespuid kan worden en het verval neemt af: de combinatie geeft een lager daggemiddelde spuicapaciteit.
    - Een aanname is dat het kanaalpeil niet wordt aangepast voor de zeespiegelstijging.

2. Vervoersaanbod
Het aantal sluisschuttingen is afhankelijk van de scheepvaartprognose. Met het model SIVAK is per vervoersscenario het aantal schuttingen berekend (zie bijlage bij deelrapport Verkeer&Vervoer)voor :

- Huidige situatie: scheepvaartaanbod
- Projectalternatief (GE2030):Scheepvaartaanbod conform het Global Economy 2030 scenario met aanleg Nieuwe Sluis
- Autonome ontwikkeling (AO2030): scheepvaartaanbod in de autonome ontwikkeling bestaat uit GE2030 scheepvaart zonder aanleg van de Nieuwe Sluis.

MER Varianten ten aanzien van spuien
In de varianten worden de volgende spuifuncties onderzocht:

1. Variant 1: In deze variant wordt de huidige middensluis omgebouwd tot een spuisluis;
2. Variant 2: In deze variant wordt een nieuw spuimiddel aangelegd tussen de Oostsluis en de Nieuwe Sluis
3. Variant 3. In deze variant wordt geen los spuimiddel aangelegd, maar wordt gespuid via de Nieuwe Sluis

De varianten worden vergeleken met de referentiesituatie.

De spuicapaciteit is voor alle varianten gelijk aan de huidige spuicapaciteit van het complex, maar dan toekomstvast tot 2050. In Tabel 5-8 is de huidige spuicapaciteit van de sluizen weergegeven en de afname van de huidige spuicapaciteit in de autonome situatie.

	Klimaat	Daggemiddeld Q [m^3/s]	Gem. Q tijdens spuien [m^3/s]
Middensluis Oostsluis Westsluis	huidig huidig huidig huidig	91 83 120	100* 90 130
Totaal complex huidig klimaat		**294**	
Middensluis Oostsluis Westsluis	2050 2050 2050	84 75 108	100* 89 129
Totaal complex 2050 klimaat		**267**	

Tabel 5-8 Maximum spuidebiet met stremming, uitgaande van gemiddelde getijkromme. Debieten zijn weergegeven voor zowel het huidige klimaat als het KNMI WB21midden 2050 scenario (autonome ontwikkeling).
** Voor de Middensluis is het debiet begrensd op 100 m³/s ter bescherming van het stortebed.*

Bij dreigende peil over- en onderschrijdingen moeten maatregelen worden getroffen om dit voorkomen. Bij peiloverschrijdingen is er voldoende spuicapaciteit nodig en bij peilonderschrijding is een beperking van het schutverlies nodig. De maatregelen leiden in beide gevallen tot een beperking van het schutbedrijf (stremming)van één of meerdere sluiskolken. In Tabel 5-9 is een overzicht gegeven van de stremmingspercentages voor de verschillende sluiskolken in de huidige situatie.

	Middensluis	Oostsluis	Westsluis
Stremming door wateroverschot (% van de tijd)	2,5%	0,0%	0,6%
Stremming door watertekort (% van de tijd)	0,0%	0,0%	0,0%
Totale stremming (% van de tijd)	2,5 %	0,0%	0,6%

Tabel 5-9 Overzicht stremmingspercentage per sluiskolk in huidige situatie

Beoordelingscriteria waterkwantiteit
Alle varianten zijn vergeleken met elkaar, met de referentiesituatie en met de normen. De beoordeling is uitgevoerd voor de gebruiksfase en de uitvoeringsfase.

Voor de onderzoeken naar oppervlaktewaterkwantiteit is in de MER aangesloten bij de onderzoeken die ten behoeve van het ontwerp uitgevoerd zijn. Uitgangspunt is dat in alle varianten de spuicapaciteit minimaal gelijk is aan de huidige situatie. Ook moeten alle varianten binnen de maximale bandbreedte van peilschommelingen in het kanaalpeil blijven in het geval van weinig water. Daarnaast is beoordeeld of de spuicapaciteit zoals nu aanwezig is geborgd blijft.

Uitgangspunten waterkwantiteit:

- Benodigd spuicapaciteit verdrag: 100 m^3/s. Huidige situatie voldoet met een spuicapaciteit van 294 m^3/s getijgemiddeld, dus is dit geen aanvullende eis voor de Nieuwe Sluis. Vermindering van de spuicapaciteit is echter niet wenselijk, dus de capaciteit van 294 m^3/s moet toekomstvast zijn, rekening houdend met klimaatverandering.
- Indien door spuien het schutbedrijf beperkt beschikbaar is: per jaar minimaal 95% beschikbaarheid, per 5 jaar minimaal 98%.
- Het kanaalpeil bedraagt NAP +2,13 m met een bovengrens van NAP +2,38 m en een ondergrens van NAP +1,88 m.

Voor de beoordeling van de effecten van de verandering van de waterkwantiteit (peilbeheer en stremmingen) worden de volgende berekeningen uitgevoerd:

1. Het aantal peil over- en onderschrijdingen. Deze zullen in de praktijk niet voorkomen, doordat er gestremd wordt. Het percentage van de tijd dat peil over- en onderschrijdingen berekend worden is in werkelijkheid het percentage van de tijd dat er een beperking geldt voor het schutregiem om peilover- of onderschrijdingen te voorkomen. De beperking van het schutregiem veroorzaakt door peil over- en onderschrijdingen is bepaald door het percentage van de tijd te bepalen dat het (daggemiddelde) debiet op de KGT hoger is dan de (daggemiddelde) afvoercapaciteit van de te beschouwen sluisvariant of lager is dan het schutverlies van de betreffende variant.

5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling oppervlaktewater

5.2.1 Functioneren watersysteem

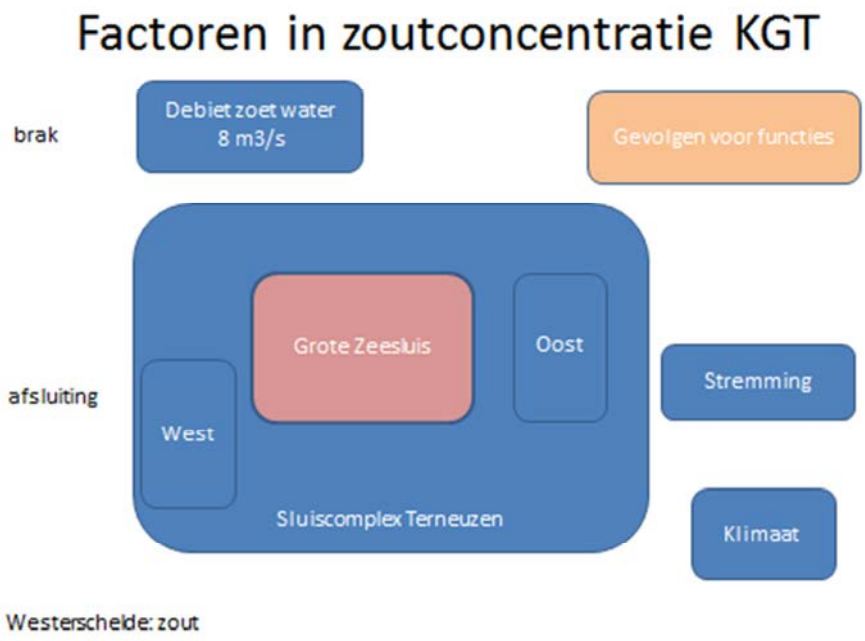
Het water in het Kanaal Gent-Terneuzen is anno 2014 **brak**. Door de **klimaatverandering** (nattere winters, drogere zomers) wordt het kanaalwater, zeker in de zomer, zouter in 2030.
De aanvoer van zoet water uit het achterland varieert met het seizoen en is in de zomer het laagst. De reële hoeveelheid aanvoer van zoet water uit het achterland is in de huidige situatie 8 m^3/s in de 2 droogste zomermaanden.(RWS, bepaald uit spui- en schutdebieten). Deze is lager dan het in het wijzigingsverdrag 1985, artikel 32 afgesproken minimale debiet van 13 m^3/s gemiddeld over twee maanden[6].

[6] In het onderzoek uit de verkenningsfase is met dit minimale debiet van 13 m^3/s uit het verdrag gerekend. Hierdoor zijn de chlorideconcentraties op het kanaal ook in de huidige situatie al hoger dan in het onderzoek van de verkenningsfase is aangenomen. Dit zorgt ervoor dat effecten negatiever uitpakken dan eerder werd verwacht.

Het kanaal levert water aan industrie. Verder infiltreert water uit het kanaal naar het grondwater.
Het kanaal heeft naast een **watervoerende** functie ook een **scheepvaartfunctie**. Ten behoeve van de scheepvaartfunctie wordt het sluiscomplex Terneuzen uitgebreid met een nieuwe sluis. Wanneer een sluis in het complex Terneuzen open staat, treedt uitwisseling op van zout en zoet water.

De uitwisseling op het sluiscomplex is te beïnvloeden door maatregelen in het **operationeel concept** die zorgen dat de tijdsduur waarop en de hoeveelheid waarin uitwisseling plaatsvindt, minimaliseert. Verder zijn **technische maatregelen** aan de sluis mogelijk die de uitwisseling van zoet en zout water vertragen.

In onderstaande figuur zijn de factoren die de chlorideconcentratie bepalen, weergegeven. Deze factoren zijn het debiet van zoet water vanuit het achterland, de klimaatverandering en de mate van aanvoer van zout water vanuit de Westerschelde. Het sluizencomplex is de remmende factor op de uitwisseling tussen zout en zoet water. De hoogte van de concentratie heeft gevolgen voor de functies langs het kanaal.



Figuur 5-6 Factoren in chlorideconcentratie KGT

5.2.2 Geldende afspraken

In het verleden zijn afspraken gemaakt over de waterkwaliteit van het Kanaal Gent-Terneuzen. Het chloridegehalte van het kanaal voldoet in de huidige situatie (Zie Figuur 5-7) niet aan die afspraken. Daarmee zal ook in de autonome situatie en in de projectsituatie, zonder maatregelen, niet jaarrond aan die afspraken kunnen worden voldaan.

De geldende afspraken over het Kanaal Gent-Terneuzen tussen Vlaanderen en Nederland zijn[7]:
Verdrag 1960, art 33:

- Het vastgestelde kanaalpeil bedraagt NAP +2,13 m (TAW +4.48 m[8]) met een maximale afwijking van + of – 0,25 m;

Traktatenblad 1985, artikel 1:

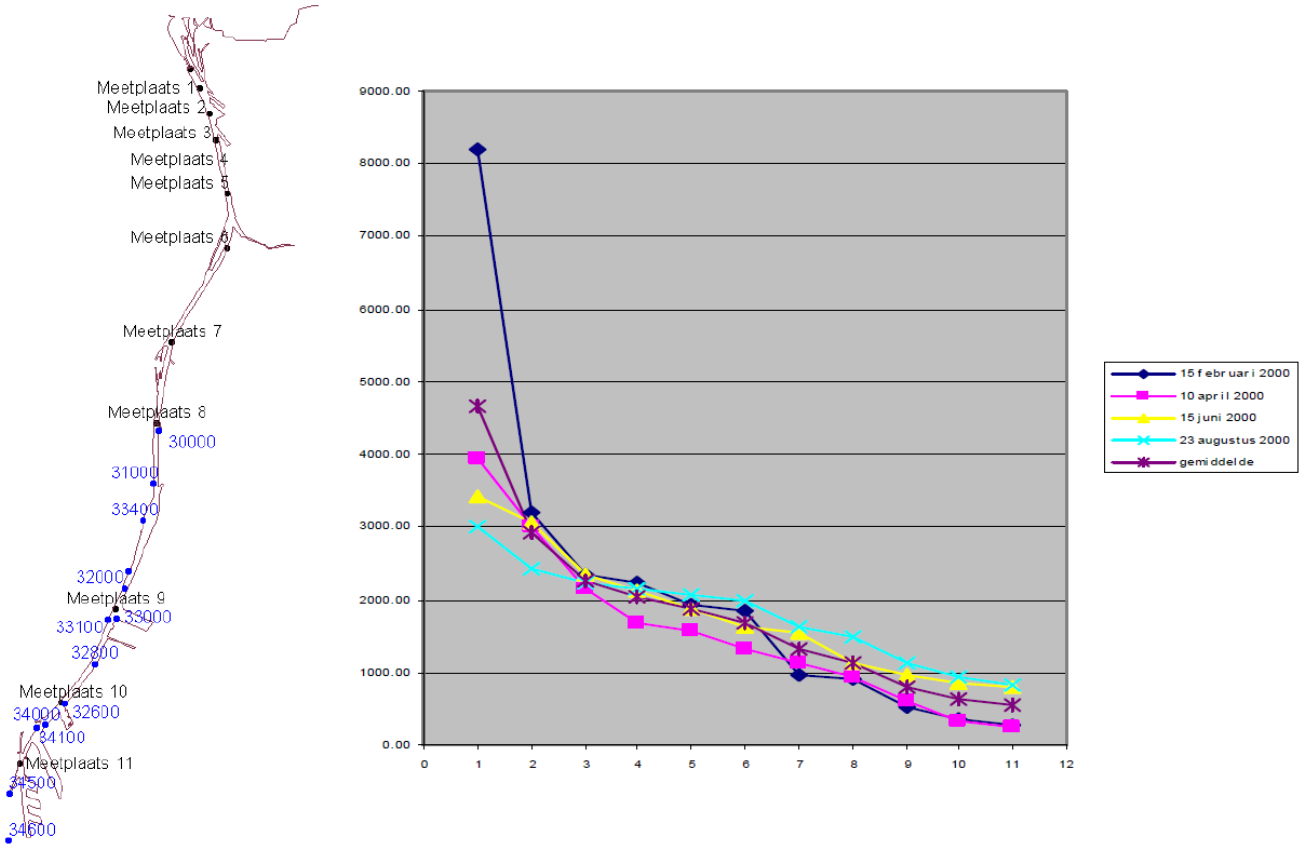
- De Belgische Regering zal ervoor zorgdragen dat de door het Belgische aan het Nederlandse gedeelte van het kanaal gebruikelijk minimaal toegevoegde hoeveelheid zoet water niet wordt onderschreden tenzij een eventuele onderschrijding van deze voeding ondervangen wordt door andere maatregelen die een zelfde effect hebben op beperking van het zoutbezwaar ;
- De voeding van het kanaal door watersuppletie vanuit België is gericht op peilhandhaving en zoutbestrijding. de gebruikelijke minimale hoeveelheid zoet voedingswater bedraagt 13 m3/s , gemeten over een tijdsbestek van 2 maanden ;
- Daarnaast is afgesproken dat Nederlandse Regering zorg zal dragen dat de toetredende hoeveelheid zout water zo veel mogelijk beperkt blijft ;

De Kaderrichtlijn Water (KRW) Goed Ecologisch Potentieel (GEP) waarde voor chloride voor het Kanaal Gent-Terneuzen bedraagt 300 – 3000 mg/l (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012) [9]. Deze waarde is een doelstelling.

5.2.3 Chloridegehalte Kanaal Gent-Terneuzen

Het zoutgehalte in het kanaal is afhankelijk van de hoeveelheid water (chloride) dat bij het schutten naar binnen komt en de afvoer van (zoet) water vanuit België richting de Westerschelde. De minimale hoeveelheid zoet voedingswater van 13 m^3/s wordt in de huidige situatie in droge periodes onderschreden, namelijk in droge zomers. Dan is het debiet 8 m3/s.

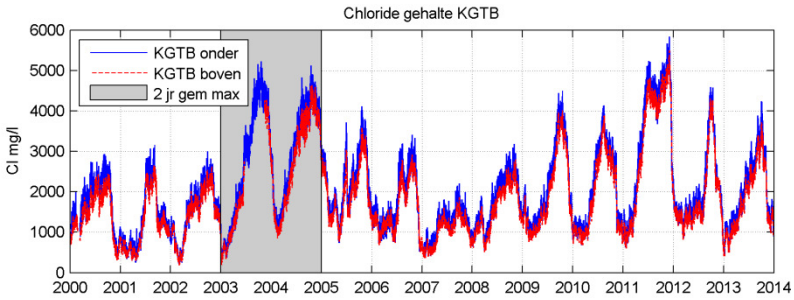
In Figuur 5-7 in 2000 gemeten chloridegehaltes weergegeven, op verschillende meetpunten langs het kanaal.



Figuur 5-7 Chloridegehalte in kanaal per meetpunt, inclusief ligging meetpunten (Royal Haskoning/Svasek 2010).

De zoutindringing in het kanaal is een functie van de afstand tot de sluis, maar de chlorideconcentraties variëren sterk over de tijd. Deze verschillen kunnen worden gerelateerd aan de gemeten afvoerdebieten, die relatief hoog zijn in de winter en laag in de zomer.

In Figuur 5-8 zijn de gemeten concentraties bij meetpunt Kanaal Gent-Terneuzen Brug in beeld gebracht. In de figuur is te zien dat de jaren 2003 – 2004 het hoogste tweejarig gemiddelde chloridegehalte geven.



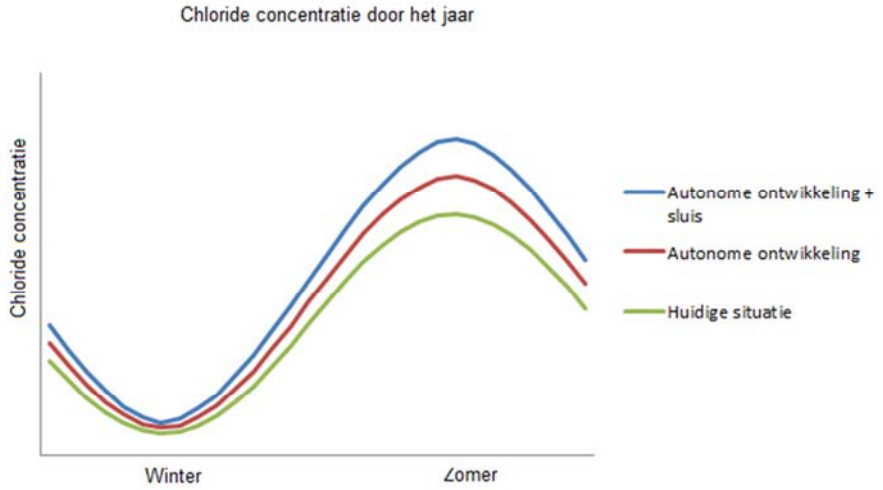
Figuur 5-8 Gemeten Chloridegehalte KGTB 2000-2014 (3,5 km van sluis Terneuzen)

Gemiddeld is er 3,5 maand per jaar te weinig water om aan het verdrag te voldoen. Dit tekort resulteert in regelmatig terugkerende periodes waarin het chloridegehalte hoger is dan het gewenste niveau. Dit wordt ondervangen door doorspoeling. In perioden met hogere

afvoeren worden de chloridegehaltes in het kanaal weer teruggedrongen.

In de huidige situaties wordt voldaan aan het GEP. De langjarig zomergemiddelde chlorideconcentratie bij KGTS bedraagt 1420 mg/l. Nadere analyse van de fluctuaties in de tijd laat zien dat in droge periodes wanneer de watertoevoer langduriger terugvalt tot waarden onder de 10 m^3/s, de chlorideconcentratie van 3000 mg/l tot voorbij de Vlaamse grens (ten zuiden van meetplaats 8) wordt overschreden[10]. Onderzoek laat zien dat het debiet dat van bovenstrooms komt sterk sturend is voor de chlorideconcentraties in het kanaal. Het is van grotere invloed dan veranderingen in chloridegehalte in de Westerschelde[11].

Door de klimaatverandering zal in de autonome situatie het kanaalwater in de zomer brakker zijn dan in de huidige situatie door het afgenomen zomerdebiet. De langjarig zomergemiddelde chlorideconcentratie bij KGTS bedraagt in de autonome situatie 2070 mg/l. Als gevolg van de grotere capaciteit van het sluizencomplex Terneuzen, zal het kanaalwater verder verzilten, bij de bouw van een grotere sluis indien geen aanvullende maatregelen worden genomen. Waarbij de chlorideconcentratie gedurende het jaar, maar vooral in de zomer toeneemt. Dit is weergegeven in figuur 3. De mogelijke verandering van kwaliteit heeft mogelijk effecten op de industrie, op de landbouw, op Natura 2000 en op kanaalgebonden constructies.



Figuur 5-9 Geschematiseerde, relatieve verhouding van de chlorideconcentratie in Kanaal Gent-Terneuzen

[10] Royal Haskoning/Svasek 2010, Verkenning maritieme toegankelijkheid Kanaal Gent-Terneuzen, Aanvullend oppervlaktewateronderzoek.

[11] Waterbouwkundig Laboratorium 2012, Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en - allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied - Deelrapport 5 - Zoutintrusie Kanaal Gent-Terneuzen, WL2012R724_04_5rev4_0

Al in de huidige situatie wordt de hogere afvoer in het winterhalfjaar gebruikt om de chloridegehalten terug omlaag te brengen. In de zomer lukt dat niet. In de droogste periode is de chlorideconcentratie het hoogst, nu en in de autonome situatie 2030. In die periode is de chlorideconcentratie het meest kritisch en kan voor problemen zorgen bij de industrie.

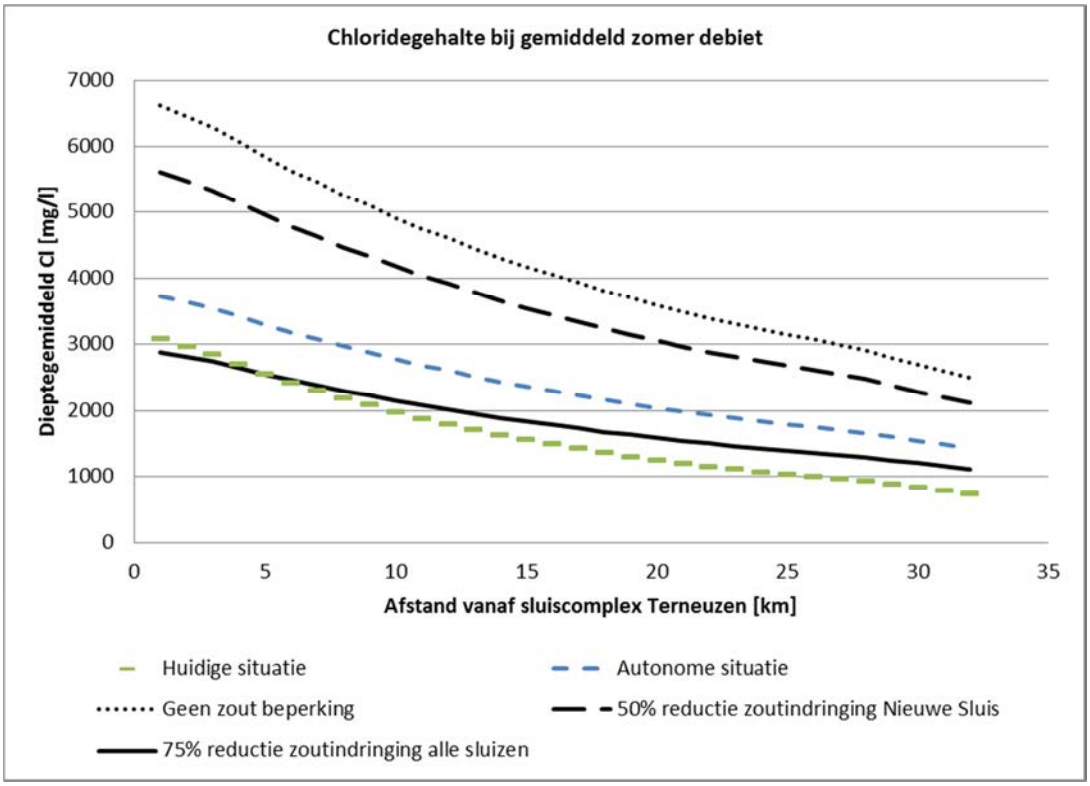
5.3 Resultaten oppervlaktewater

5.3.1 Resultaten verzilting Kanaal Gent-Terneuzen

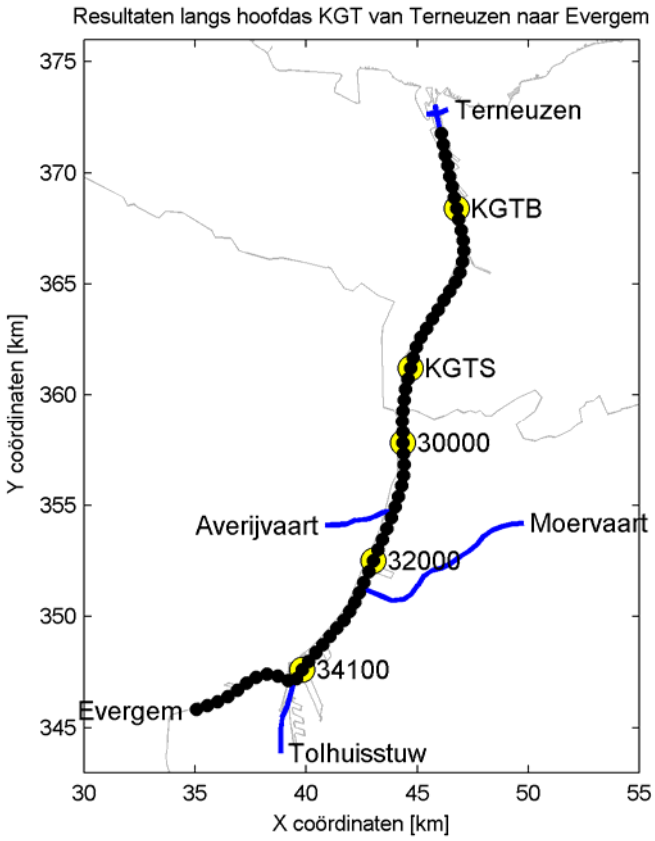
De invloed van de klimaat- en schuttingsscenario's op de gesimuleerde chlorideconcentratie in een gemiddelde zomersituatie langs de hoofdas van het Kanaal Gent-Terneuzen staat in
Figuur 5-10. Het verschil tussen huidige en autonome situatie toont de invloed van klimaatverandering (klimaatscenario W+ 2050) en toenemende scheepvaart (economisch scenario GE2030). De zwarte lijnen tonen de chlorideconcentraties bij verschillende rendementen van maatregelen die zoutindringing op het sluizencomplex beperken. Hierin is te zien dat de bandbreedte in chlorideconcentraties bij verschillende scheidingsrendementen veel groter is dan het verschil tussen huidige en autonome situatie. De hoofdas van het Kanaal Gent-Terneuzen is getoond in Figuur 5-11. In Bijlage 3 staan de simulatie resultaten langs de hoofdas van het kanaal voor alle 60 verschillende simulaties. De chlorideconcentraties zijn sterk afhankelijk van:

- het beschouwde debiet op de Kanaal Gent-Terneuzen;
- de gehanteerde zoutscheidingsvariant;
- het klimaat- en schuttingsscenario.

Dicht bij het sluiscomplex zijn de chlorideconcentraties hoger dan verder bovenstrooms richting Gent.



Figuur 5-10 Chlorideconcentraties langs de hoofdas van Kanaal Gent-Terneuzen in de huidige en autonome situatie en in een plansituatie met verschillende rendementen van zoutbeperkende maatregelen.



Figuur 5-11 Hoofdas van het KGT waarover de resultaten worden getoond

Toetsing KRW-doelstelling

Bij een gemiddeld zomerdebiet wordt de KRW GEP waarde van 3000 mg/l Cl overschreden in Variant 2 en 3 (Tabel 5-10). Hoewel een individuele droge zomer of droge periode geen toetsingscriterium van de KRW is, is het interessant te zien hoe de huidige situatie zich verhoudt tot de KRW GEP waarde. Voor beide scenario's geldt dat de chlorideconcentratie 1 meter onder het wateroppervlak op locatie KGTS maar net binnen de KRW grenzen blijft. Van alle toekomstige droge zomer scenario's blijft alleen variant 1 binnen de KRW GEP waardes.

Variant	**Chlorideconcentratie mg/l**
Huidige situatie	1420
Autonome ontwikkeling	2070
Variant 1, 75% reductie alle sluizen	1610
Variant 2, 50% reductie Nieuwe Sluis	3100
Variant 3, geen reductie	3650

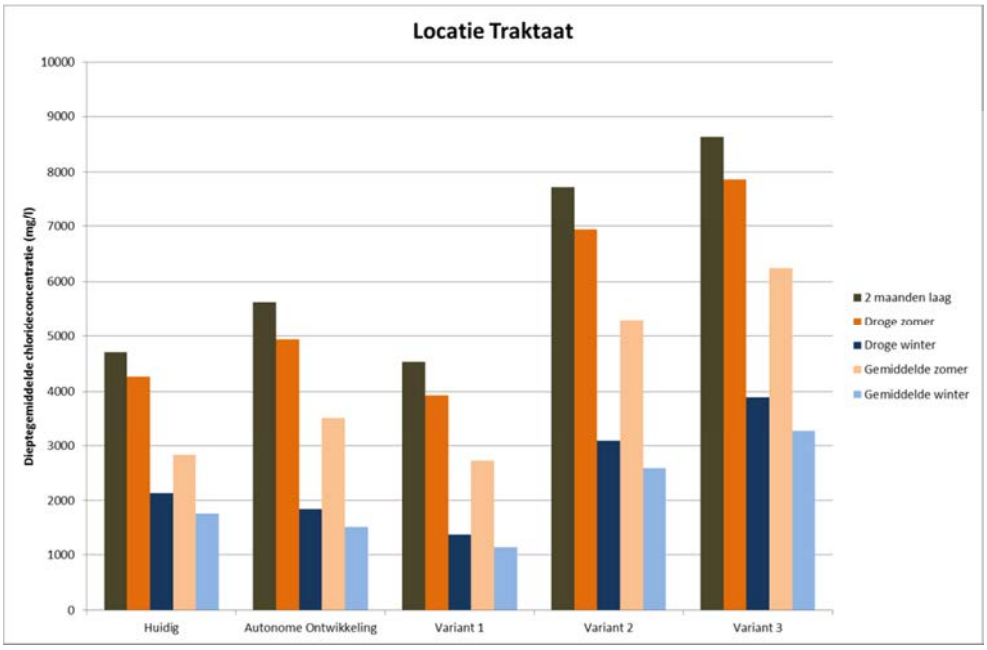
Tabel 5-10 Chlorideconcentratie bij KRW-meetpunt KGTS, 1 meter onder het wateroppervlak bij een gemiddeld zomerdebiet

Vergelijking verschillende varianten met huidige situatie en autonome ontwikkeling

Gebruiksfase

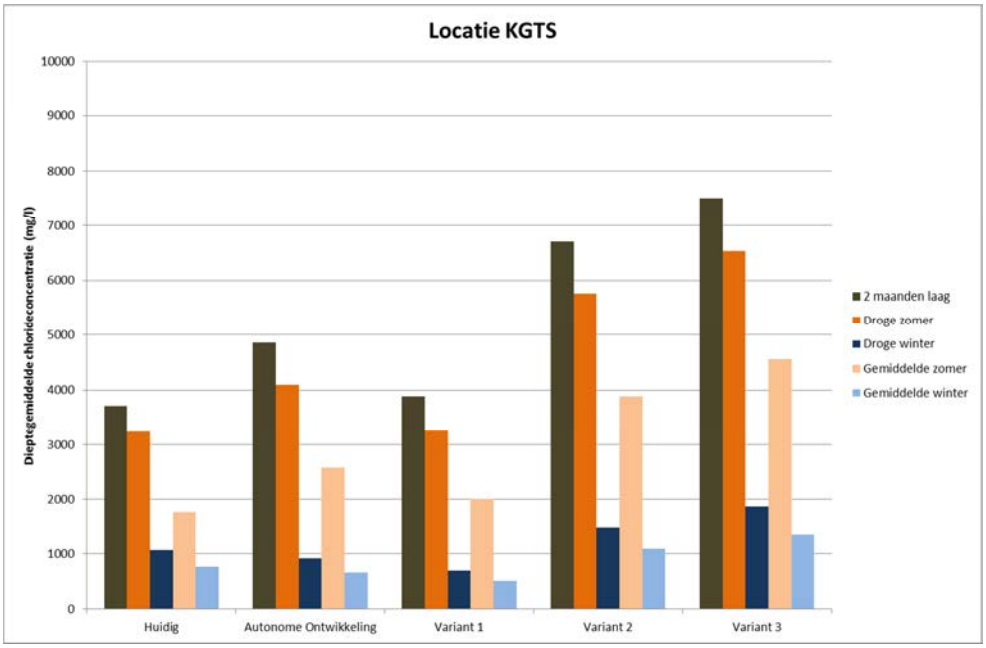
Variant 1 brengt de situatie in kaart ervan uitgaande dat 75% reductie van zoutuitwisseling op het sluizencomplex wordt gerealiseerd door de aanleg van bellenschermen op alle sluizen en aanvullend te stremmen om zoutindringing te beperken. Variant 1 laat een kleine verbetering van het chloridegehalte zien ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Variant 2 brengt de waterkwaliteit in kaart er vanuit gaande dat 50% van de zoutindringing van de Nieuwe Sluis wordt gereduceerd door bellenschermen op de Nieuwe Sluis[12]. In variant 3 worden geen zoutscheidingsmaatregelen op het sluiscomplex toegepast. Voor variant 2 en variant 3 geldt dat er tot in Gent hogere chlorideconcentraties worden verwacht op het kanaal dan in de autonome situatie het geval zou zijn.

Voor de locaties traktaat (2200 m vanaf sluiscomplex), KGTS, 32000 en 34100 worden de dieptegemiddelde gesimuleerde chlorideconcentraties voor alle scenario's getoond in Tabel 5-10 tot en met Tabel 5-14. Locatie KGTS wordt gebruikt voor de KRW toets en daarom is voor deze locatie ook de chlorideconcentratie bij het oppervlak getoond (0,8 maal de dieptegemiddelde waarde).

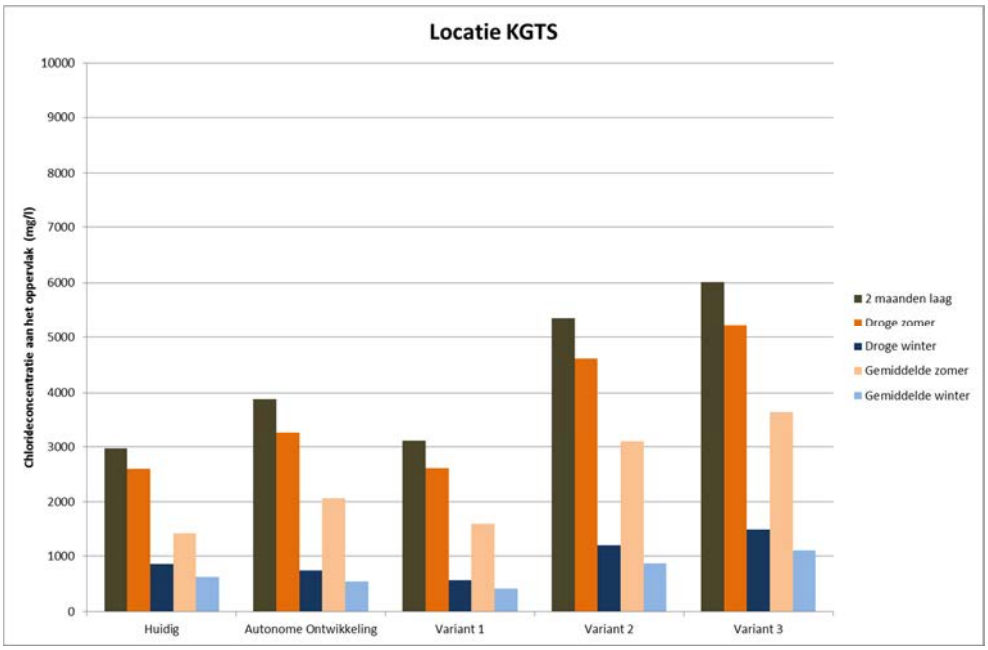


Figuur 5-12 Dieptegemiddelde chlorideconcentratie op locatie traktaat (2200 m vanaf sluiscomplex) voor alle scenario's

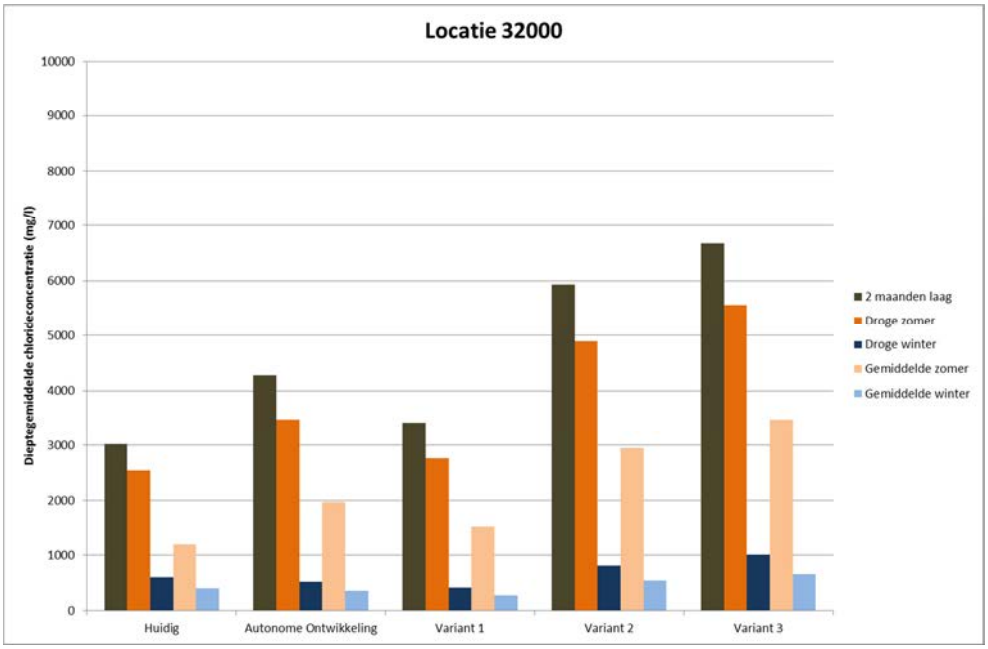
[12] Uit aanvullend onderzoek (bijlage 9 Svasek Hydraulics) blijkt dat om de zoutuitwisseling bij het sluiscomplex over de hele openingstijd van de sluizen terug te dringen met 40-60%, maatregelen op alle sluiskolken nodig zijn.



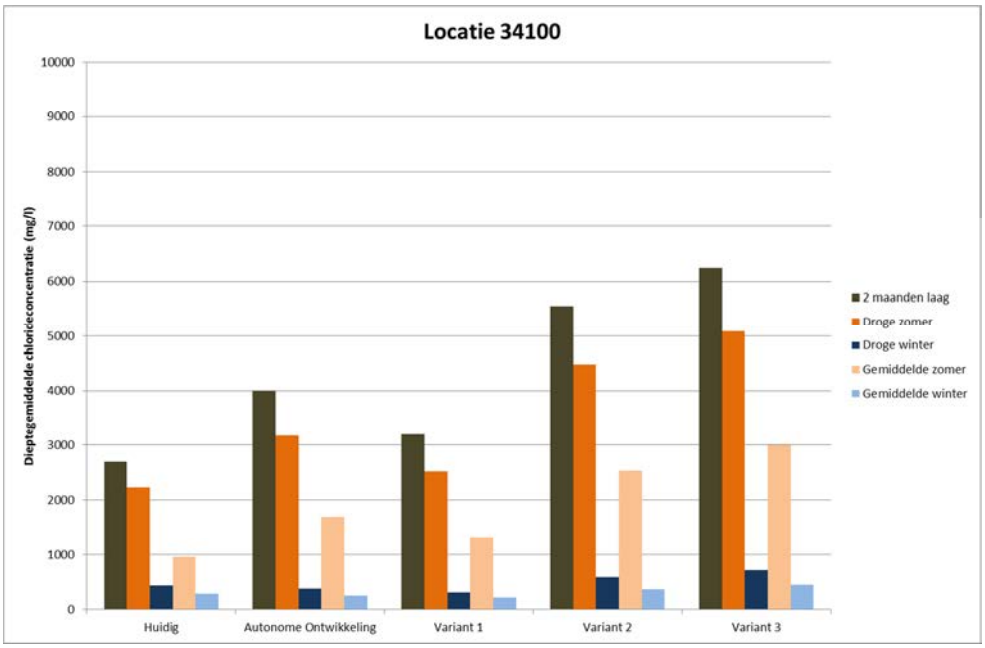
Figuur 5-13 Dieptegemiddelde chlorideconcentratie op locatie KGTS voor alle scenario's



Figuur 5-14 Chlorideconcentratie bij het wateroppervlak op locatie KGTS voor alle scenario's



Figuur 5-15 Dieptegemiddelde chlorideconcentratie op locatie 32000 voor alle scenario's



Figuur 5-16 Dieptegemiddelde chlorideconcentratie op locatie 34100 voor alle scenario's

De verhouding van de chlorideconcentratie van alle varianten is vergeleken met de huidige situatie en de autonome ontwikkeling. Dit is gedaan voor een gemiddeld jaar en de resultaten zijn weergegeven in Tabel 5-11 (huidige situatie) en Tabel 5-12 (autonome ontwikkeling).

De autonome ontwikkeling (AO2030 schuttingscenario en W+2050 klimaat) geeft een toename van ongeveer 30% ten opzichte van de huidige situatie. Voor de varianten zijn het klimaat- en schuttingsscenario gecombineerd met de bij de variant horende

zoutscheidingstechniek. Dit levert voor variant 1 een reductie van de chlorideconcentratie van 60% op. Variant 2 en 3 laten een toename van respectievelijk 100% en 140% zien ten opzichte van de huidige situatie.

De invloed van de zoutlast van het sluiscomplex is vrijwel constant over de hele lengte van het kanaal. Toch blijkt uit de tabellen dat de toename van de chlorideconcentratie ten opzicht van de huidige situatie stroomopwaarts groter is dan nabij de sluis. Dit is een gevolg van het klimaatscenario, waardoor de zomerdebieten bovenstrooms sterk afnemen.

			Locatie langs KGT									
klimaat	**schutting**	**variant**	**Traktaat**		**KGTS**		**32000**		**34100**		**gem.**	
huidig	huidig	Huidige situatie	1,0	0%	1,0	0%	1,0	0%	1,0	0%	1,0	0%
W+2050	AO2030	Autonome ontwikkeling	1,1	+10%	1,3	+30%	1,5	+50%	1,5	+50%	1,3	+30%
W+2050	GE2030	Variant 1	0,8	-20%	1,0	0%	1,1	+10%	1,1	+10%	1,0	0%
W+2050	GE2030	Variant 2	1,7	+70%	1,9	+90%	2,2	+120%	2,2	+120%	2,0	+100%
W+2050	GE2030	Variant 3	2,1	+110%	2,3	+130%	2,6	+160%	2,5	+150%	2,4	+140%

Tabel 5-11 Verhouding Chloridegehalte van alle alternatieven voor een gemiddeld jaar (gemiddelde van simulaties met gemiddelde zomer en gemiddelde winter debiet) vergeleken met de huidige situatie

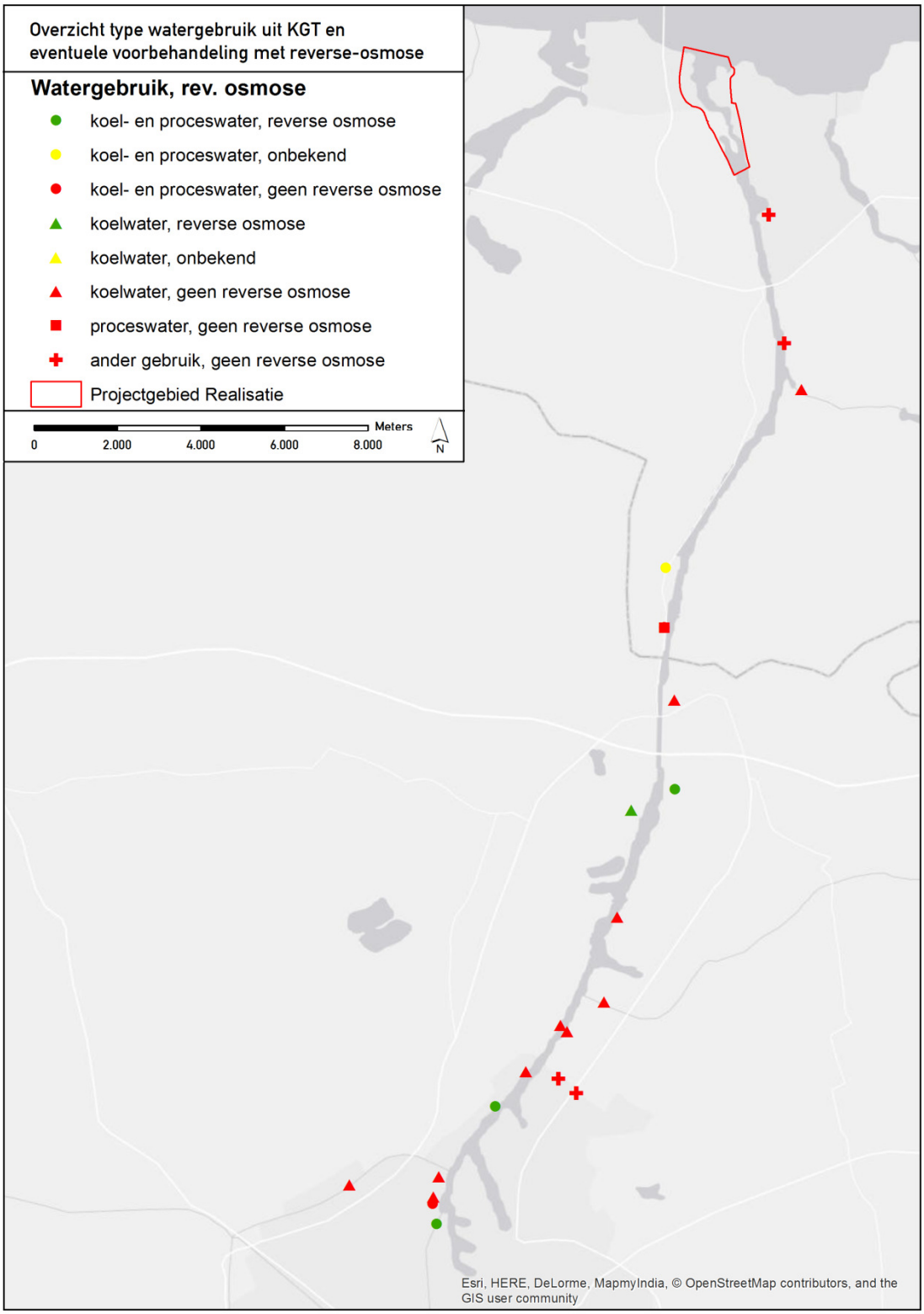
			Locatie langs KGT									
klimaat	**schutting**	**variant**	**traktaat**		**KGTS**		**32000**		**34100**		**gem.**	
huidig	huidig	Huidige situatie	0,9	-10%	0,8	-20%	0,7	-30%	0,6	-40%	0,8	-20%
W+2050	GE2030	Autonome ontwikkeling	1,0	0%	1,0	0%	1,0	0%	1,0	0%	1,0	0%
W+2050	GE2030	Variant 1	0,8	-20%	0,8	-20%	0,8	-20%	0,7	-30%	0,8	-20%
W+2050	GE2030	Variant 2	1,6	+60%	1,5	+50%	1,5	+50%	1,4	+40%	1,5	+50%
W+2050	GE2030	Variant 3	1,9	+90%	1,8	+80%	1,8	+80%	1,8	+80%	1,8	+80%

Tabel 5-12 Verhouding Chloridegehalte van alle alternatieven voor een gemiddeld jaar (gemiddelde van simulaties met gemiddelde zomer en gemiddelde winter debiet) vergeleken met de autonome ontwikkeling

Aanlegfase
In de aanlegfase neemt het aantal schuttingen tijdelijk af. Hierdoor dringt minder Westerscheldewater het kanaal binnen en zullen chlorideconcentraties op het kanaal lager zijn dan in de huidige en autonome situatie.

Effect verandering chloridegehalte voor industrie

In het beoordelingscriterium voor verzilting van oppervlaktewater is specifiek het effect op industriewater benoemd. Om te bepalen hoe groot de consequenties van een verandering van de chlorideconcentratievan het kanaalwater voor de industrie zijn, zijn bedrijven die kanaalwater gebruiken benaderd om te vragen welke eisen zij stellen aan het kanaalwater. Hieruit volgt dat temperatuur (voor toepassing koelwater) en zwevende deeltjes erg belangrijk zijn. Daarnaast blijkt dat een te hoog chloridegehalte mogelijk leidt tot corrosie van de installaties. Een deel van de bedrijven geeft aan dat het water wordt voorbehandeld met een inverse-osmose filter, waardoor het chloride (deels) wordt verwijderd. Een overzicht van de locaties van de bedrijven, het type toepassing en het wel- of niet aanwezig zijn van een reverse-osmose installatie is weergegeven in Figuur 5-17.



Figuur 5-17 Overzicht industriële toepassingen kanaalwater i.c.m. aan- of afwezigheid van reverse-osmose installatie

Op basis van de inventarisatie kan worden geconcludeerd dat grote veranderingen in de chemische kwaliteit van het kanaalwater voor de industrie niet wenselijk zijn. Een exacte bovengrens voor het chloridegehalte is echter niet te geven. Ook in de huidige situatie wordt door verschillende bedrijven kanaalwater met hoge chloridegehaltes gebruikt. Wel is het zo dat op basis van de verwachte stijging van de chlorideconcentratie voor variant 2 en 3 verwacht kan worden dat dit voor de industrie niet wenselijk is. In variant 1 en in de aanlegfase treden geen negatieve effecten op.

Effect verandering chloridegehalte voor kanaalinfrastructuur

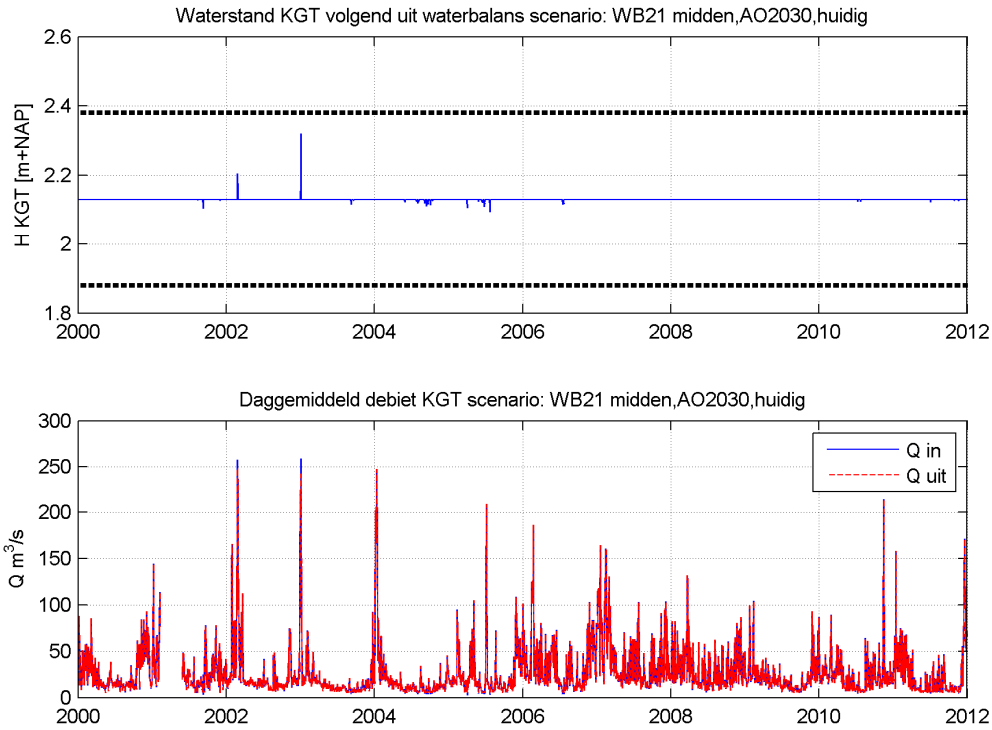
Een stijging van de chlorideconcentratie van het kanaalwater heeft mogelijk ook effect op de kanaalinfrastructuur. Kanaalgebonden constructies zoals damwanden zijn dan vaker en langer blootgesteld aan chlorideconcentraties die hoger zijn dan de huidige- en autonome chlorideconcentratie. Dit kan leiden tot versnelde corrosie van stalen onderdelen en afname van de levensduur van stalen constructies. Gezien de verwachte stijging van de chlorideconcentratie voor variant 2 en 3 kan corrosie mogelijk versnellen ten opzichte van de huidige en autonome situatie. In variant 1 en in de aanlegfase treden geen negatieve effecten op.

5.3.2 Resultaten waterkwantiteit Kanaal Gent-Terneuzen

Het streefpeil voor Kanaal Gent-Terneuzen is vastgesteld op NAP +2,13 m. Een afwijking van plus of min 0,25 meter is toegestaan. Het minimaal toegestane waterpeil is daarmee NAP +1,88 m en het maximaal toegestane waterpeil NAP +2,38 m.

Met de opzet zoals beschreven in paragraaf 5.1.2 en bijlage 2 is voor 2000-2012 een waterbalans opgesteld van het Kanaal Gent-Terneuzen. Als instromend debiet op het Kanaal Gent-Terneuzen is de benedenstroomse meetreeks van Rijkswaterstaat bij de sluis gebruikt, zie Figuur 5-4. Om de peilvariaties op het Kanaal Gent-Terneuzen te bepalen is de oppervlakte van Kanaal Gent-Terneuzen bepaald. Uit deze analyse volgt een oppervlakte van circa 10 km^2.

Uit het waterbalans model volgt een gesimuleerde waterstand op het Kanaal Gent-Terneuzen en een gesimuleerd uitstromend debiet. In Figuur 5-18 is, als voorbeeld, de resulterende waterstand met het bijbehorende te spuien debiet voor de autonome ontwikkeling weergegeven. Het model voorspelt enkele peiloverschrijdingen voor de autonome ontwikkeling. Dit komt doordat de maximum daggemiddelde spuicapaciteit op deze momenten ontoereikend is voor de bovenafvoer. De voorspelde peiloverschrijding is echter nooit meer dan 0,25 meter. Peilonderschrijdingen komen voor in de autonome situatie. Deze is echter nooit meer dan 0,25 meter, omdat bij een te lage bovenafvoer het spuidebiet beperkt wordt.



Figuur 5-18 Uitkomsten waterbalans model Kanaal Gent-Terneuzen voor de autonome ontwikkeling

Toetsing spuicapaciteit

Gebruiksfase

De huidige spuicapaciteit van het complex is 294 m^3/s daggemiddeld, uitgaande van de gemiddelde 1991.0 getijkromme. De spuicapaciteit van het complex is toekomstvast gemaakt voor de varianten en is dus in 2050 ook 294 m^3/s daggemiddeld. Dit houdt in dat de huidige spuicapaciteit wordt gegarandeerd bij een stijging van het buitenwaterpeil (Westerschelde) door klimaatverandering. Hierbij is uitgegaan van het WB21 midden klimaatscenario, wat ook leidt tot een verhoging van 0,3 meter van de gemiddelde 1991.0 getijdenkromme in 2050. Hiermee voldoet de spuicapaciteit van het nieuwe complex aan de benodigde daggemiddelde spuicapaciteit van 100 m^3/s die uit het verdrag volgt.

Aanlegfase

In de aanlegfase wordt in alle varianten een nieuw (tijdelijk) spuimiddel aangelegd voordat de huidige spuicapaciteit van de Middensluis buiten gebruik wordt genomen. De spuicapaciteit is daardoor in de aanlegfase gelijk aan de huidige situatie en voldoet aan de benodigde daggemiddelde spuicapaciteit van 100 m^3/s uit het verdrag.

Toetsing stremming

Zoals beschreven in hoofdstuk 6 is voor het handhaven van het peil op het kanaal soms het stremmen van één of meerdere sluiskolken noodzakelijk. Per variant is bepaald hoeveel % van de tijd de sluis gestremd moet worden in verband met een dreigende peil over- of onderschrijding. De berekende stremming door watertekort, wateroverschot en de totale stremming staat weergegeven in Tabel 5-13, Tabel 5-14 en Tabel 5-15.

	Stremming door wateroverschot			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	2,5%	0,0%	0,6%	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	3,7%	0,2%	0,9%	n.v.t.
Aanlegfase	nvt	0,7%	0,1%	n.v.t.
Variant 1	0%	1,1%	0,3%	0,0%
Variant 2	0%	1,1%	0,3%	0,0%
Variant 3	0%	29%	2,2%	0,3%

Tabel 5-13 Percentage van de tijd met stremming per sluis door wateroverschot

	Stremming door watertekort			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	0,0%	0,0%	0,0%	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	0,0%	0,0%	0,0%	n.v.t.
Aanlegfase	nvt	0,05%	0%	n.v.t.
Variant 1	0%	6%	10%	0,9%
Variant 2	0%	6%	10%	0,9%
Variant 3	0%	0%	0%	0,0%

Tabel 5-14 Percentage van de tijd met stremming per sluis door watertekort

	Totale stremming			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	2,5%	0,0%	0,6%	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	3,7%	0,2%	0,9%	n.v.t.
Aanlegfase	nvt	0,75	0,1	n.v.t.
Variant 1	0%	7%	10%	0,9%
Variant 2	0%	7%	10%	0,9%
Variant 3	0%	29%	2,2%	0,3%

Tabel 5-15 Percentage van de tijd totale stremming per sluis (combinatie van stremming door wateroverschot en watertekort)

Stremming van een sluis vanwege te lage bovenafvoer kan één of meerdere dagen aaneengesloten duren. In de huidige situatie kan bij hoog water gemiddeld maximaal 22 uur per dag gespuid worden, omdat een verval van het kanaal naar de Westerschelde nodig is. Stremming van een of meerdere sluizen duurt daarom maximaal 22 uur per dag in de huidige situatie. Voor de toekomstige situatie (zowel autonoom als met Nieuwe Sluis) wordt dit 20 uur per dag door de verwachte stijging van de zeespiegel. Bij stormopzet neemt de spuiperiode en daarmee ook de maximale stremmingsperiode per dag af. Bij storm afwaaiing neemt de spuicapaciteit toe en is het mogelijk dat stremming 24 uur per dag aanhoudt.

Voor het huidige sluiscomplex is er nagenoeg nooit stremming door watertekort en is de totale stremming gedomineerd door stremming door wateroverschot. De stremming door wateroverschot neemt in de autonome situatie iets toe door klimaatverandering. Dit wordt veroorzaakt door hogere maximum bovenafvoeren op het Kanaal Gent-Terneuzen en een iets lagere spuicapaciteit door zeespiegelstijging. De stremming door watertekort neemt juist af door klimaatverandering, aangezien de lage bovenafvoeren op het Kanaal Gent-Terneuzen gelijk blijven en het schutverlies tegelijkertijd afneemt.

Gebruiksfase
Voor de varianten 1 en 2 is dit andersom en komt stremming door een watertekort veel vaker voor dan stremming door een wateroverschot. Variant 3 levert geen stremming door een watertekort op, maar wel hoge stremmingspercentages van de Oostsluis door een wateroverschot. Dit komt doordat in variant 3 een apart spuimiddel ontbreekt. Hierdoor moet er eerder gestremd worden bij de Oostsluis als er gespuid moet worden.

De totale stremming per sluis als gevolg van watertekort en wateroverschot is vergeleken met het beoordelingscriterium voor de stremmingspercentages. Uit dit criterium volgt dat de sluizen per jaar minimaal 95% beschikbaarheid moeten hebben en per 5 jaar minimaal 98%.

Bij autonome ontwikkeling is de totale stremming van de Middensluis en Oostsluis meer dan 2% maar minder dan 5% en de stremming van de Westsluis is minder dan 2%.
Bij variant 1 en 2 is de totale stremming van de Oostsluis en Westsluis meer dan 5% (Tabel 5-15). Bij variant 3 is de totale stremming van de Oostsluis hoger dan 5% en de totale stremming van de Westsluis is hoger dan 2%, maar lager dan 5%. De stremming van de Nieuwe Sluis blijft bij de varianten 1, 2 en 3 onder 2%.
Het sluizencomplex als geheel is slechts gestremd volgens het laagste percentage in de reeks.

Aanlegfase
Inzet van het (tijdelijke) spuimiddel tijdens de aanlegfase leidt niet tot stremmingen. Hierdoor nemen ook de stremmingspercentages van de Oostsluis en Westsluis af ten opzichte van de huidige en autonome situatie.

Toetsing kanaalpeil

Uit de gesimuleerde waterstand is een percentage van de tijd afgeleid dat het peil meer dan +0,25 meter of -0,25 meter varieert (
Tabel 5-16).

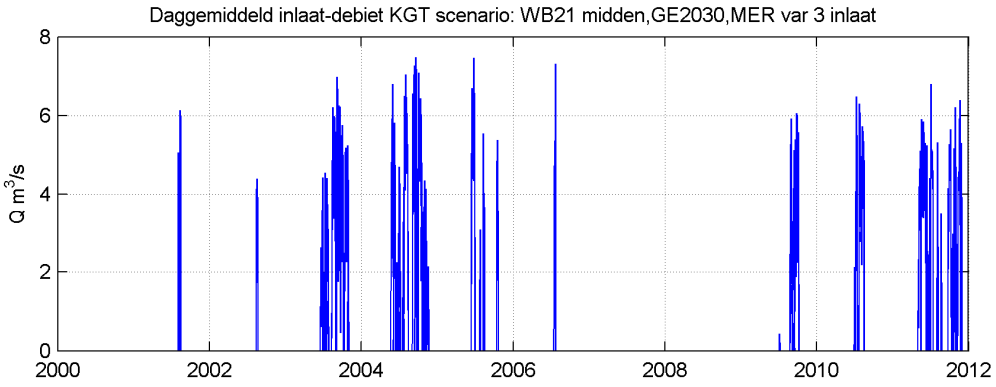
Variant	Percentage tijd met peil over- en onderschrijdingen H Kanaal Gent-Terneuzen <NAP1,88m	H Kanaal Gent-Terneuzen >NAP2,38m
Huidig	0%	0%
Autonome ontwikkeling	0%	0%
Aanlegfase	0%	0%
Variant 1	0%	0%
Variant 2	0%	0%
Variant 3	0%*	0%

Tabel 5-16 Percentage van de tijd met peil over- en onderschrijdingen

*18% van de tijd wordt zout water ingelaten om peilonderschrijdingen <NAP 1,88 m te voorkomen.

Gebruiksfase

Voor de huidige situatie en varianten 1 en 2 voorspelt het model nooit peil over- of onderschrijdingen die groter dan 0,25 meter zijn. Voor sluisvariant 3 worden geen peiloverschrijdingen van meer dan 0,25 meter voorspeld, maar wel behoorlijke percentages peilonderschrijdingen van meer dan 0,25 meter. Dit komt doordat in variant 3 niet gestremd wordt bij een te laag water aanbod. In praktijk zal dit worden ondervangen door zout water in te laten. In Figuur 5-19 is het hiervoor benodigde inlaat-debiet weergegeven. Hieruit volgt dat in droge periodes een daggemiddeld inlaat debiet van maximaal 8 m^3/s voldoende is om peilonderschrijdingen te voorkomen.



Figuur 5-19 Benodigd inlaat debiet bij sluiscomplex voor variant3 ter voorkoming van peilonderschrijding als er niet gestremd wordt

Aanlegfase

Ook voor de aanlegfase worden geen peiloverschrijdingen of –onderschrijdingen berekend. Dat geen peiloverschrijdingen worden berekend komt doordat ook in de aanlegfase de huidige spuicapaciteit wordt gegarandeerd. Doordat in de aanlegfase tijdelijk minder schuttingen plaatsvinden is er ook minder schutverlies, waardoor de waterstand in droge perioden minder zal uitzakken en geen peilonderschrijdingen voorkomen.

5.3.3 Doorkijk naar oppervlaktewater in een situatie met kanaalaanpassingen

In de voorliggende studie zijn de effecten van aanleg van de Nieuwe Sluis in beeld gebracht. Kanaalaanpassingen vormen geen onderdeel van het project. In deze paragraaf is een vergelijking gemaakt met de verkenningsfase, met als doel een doorkijk te geven naar een situatie met eventuele toekomstige kanaalaanpassingen.

Verzilting

In onderzoek uit de verkenningsfase (Royal Haskoning/Svasek, 2010) is de toename van chloridegehaltes op Kanaal Gent-Terneuzen berekend bij aanleg van de Nieuwe Sluis (GZN), zowel voor de situatie zonder als met 2 meter kanaalverdieping. Bij de verdieping van het kanaal blijft het debiet gelijk, waardoor de stroomsnelheid afneemt en chloride gemakkelijker het kanaal kan binnendringen. Door kanaalverdieping wordt bovendien de bodemdrempel tussen sluiskolk en kanaal minder hoog. Ook hierdoor kan chloride gemakkelijker het kanaal binnendringen. Voor de situatie met kanaalverdieping was de toename van chloridegehalten op Kanaal Gent-Terneuzen ten opzichte van de autonome situatie circa 1,4 keer zoveel als zonder kanaalverdieping.

In de huidige studie zijn voor de varianten 1, 2 en 3 toenemende chloridegehaltes van respectievelijk -20, +50 en +80% ten opzichte van de autonome situatie berekend. De afname van het chloridegehalte in variant 1 zal door kanaalaanpassingen (gedeeltelijk) teniet worden gedaan en mogelijk omslaan in een toename. De chloridegehalten in de varianten 2 en 3 zouden, omgerekend naar de situatie met kanaalaanpassingen conform de studie uit de verkenning, verder toenemen tot respectievelijk circa 70% en 110%.

In variant 1 wordt naar verwachting nog steeds aan het GEP voor chloride voldaan. In variant 2 en 3 wordt, net als in de situatie zonder kanaalaanpassing, niet aan het GEP voldaan. De effecten op inlaatwater voor de industrie en de potentiele effecten op corrosie van kanaalinfrastructuur nemen toe.

Waterkwantiteit

In de milieutoets (Arcadis, 2009) uit de verkenningsfase zijn de effecten van de aanleg van een nieuwe sluis op het peilbeheer niet behandeld. In algemene zin kan echter gesteld worden dat kanaalverdieping geen gevolgen heeft voor het peilbeheer en daardoor ook niet voor de benodigde spuicapaciteit en de frequentie van stremmingen. Kanaalverbreding heeft wel gevolgen. Bij eenzelfde hoogwaterafvoergolf of periode met onvoldoende afvoer om het kanaalpeil te handhaven is de peilfluctuatie na kanaalverbreding kleiner dan voor kanaalverbreding. In variant 1 en 2 hoeft daarom minder gestremd te worden voor zowel hoge als lage waterafvoeren. In variant 3 hoeft minder gestremd te worden voor hoogwaterafvoeren en hoeft bij lage zomerafvoeren minder vaak Westerscheldewater ingelaten te worden om peilonderschrijdingen te voorkomen.

5.4 Nadere analyse zoet-zoutscheidingsmaatregelen

Deze paragraaf beschrijft de factoren die het chloridegehalte van het Kanaal Gent-Terneuzen bepalen. Vervolgens zijn de mogelijke maatregelen beschreven en hun effectiviteit om de effecten van zoutintrusie te beperken. De effectiviteit van maatregelen bepaalt met welke maatregelen de varianten voor zoet-zoutscheidingsmaatregelen gerealiseerd kunnen worden. Dit is in de laatste subparagraaf beschreven..

Het probleem voor het chloridegehalte van het Kanaal Gent-Terneuzen is gedefinieerd als:
De effecten voor functies van de overschrijding van de autonome chloridegehalten als gevolg van de aanpassing van de Nieuwe Sluis. Het chloridegehalte wordt bepaald op meetpunt Kanaal Gent-Terneuzen Brug en is een dieptegemiddelde concentratie. Daarbij is de overschrijding van het zomergehalte (2 maand laag debiet) van 5500 mg/l bepalend.

Situatie	**Chloridegehalte KGTB zomer (2 maand laag)**
Huidig	4800
Autonoom	5500
Projectvariant Nieuwe Sluis zonder maatregelen	8500

Tabel 5-17 Berekende dieptegemiddeld chlorideconcentraties (afgeronde getallen) op meetpunt KGTB

Om de concentratie Chloride in het kanaal in de situatie met Nieuwe Sluis (en zonder maatregelen) gelijk te houden aan de autonome concentratie moet de chlorideuitwisseling met 64% geremd worden.

5.4.1 Mogelijke oplossingsrichtingen en de effectiviteit

Er zijn drie typen oplossingen mogelijk, het vergroten van de aanvoer van zoet water, maatregelen om de aanvoer van zout water te belemmeren op het sluiscomplex en tenslotte maatregelen die de effecten van het zoutere kanaal water mitigeren.

1. *Vergroten debiet zoet water*

In de huidige situatie (droge periode) lijkt de afvoer van zoet water met 8 m3/s een maximum. In het wijzigingsverdrag 1985 wordt gesproken van hogere afvoerwaarden (13 m^3/s), maar dit wordt in de huidige situatie niet gehaald.

Het verhogen van het zoet water debiet zou een effectieve maatregel zijn. Door het debiet op het kanaal te verhogen kan de chlorideconcentratie op het kanaal na aanleg van de Nieuwe Sluis verlaagd worden naar het niveau van de autonome ontwikkeling. Om bij Sas van Gent de chlorideconcentratie met Nieuwe Sluis te verlagen

tot het niveau van de autonome ontwikkeling is er 6-10 m^3/s extra aanvoer van zoet water nodig afhankelijk van het seizoen. Bij lage zomerafvoer is 6 m^3/s extra zoet water voldoende, omdat de huidige afvoeren dan laag zijn en de extra afvoer van 6 m^3/s verhoudingsgewijs veel effect oplevert. Om aan de KRW te voldoen is een kleinere extra aanvoer voldoende. Het zomergemiddelde chloridegehalte 1 m onder het wateroppervlak bij meetpunt KGTS bedraagt in de autonome situatie 2070 mg/l. Voor de KRW is op deze locatie een chloridegehalte van maximaal 3000 mg/l gewenst. Hiervoor is zomergemiddeld circa 5 m^3/s extra wateraanvoer nodig.
Om deze oplossingsrichting te realiseren is een aanpassing van het Vlaamse waterbeheer nodig die leidt tot een toename van afvoer via het Kanaal Gent-Terneuzen.

2. Maatregelen aan sluiscomplex

Met het operationeel concept en technische maatregelen aan de sluis is de chlorideconcentratie op het kanaal te beïnvloeden.

Om gelijke chlorideconcentraties in het kanaal te hebben in de situatie met Nieuwe Sluis als in de autonome situatie zonder Nieuwe Sluis is 64% zoutscheiding nodig bij de sluis. Die scheiding moet gerealiseerd worden over de hele periode dat de sluisdeuren open zijn. Het benodigde scheidingsrendement om zomergemiddeld aan de KRW-doelstelling te voldoen is vergelijkbaar.

Zoutuitwisseling en het rendement van de technieken

De zoutuitwisseling van een sluis vindt plaats doordat een zoute tong bij de bodem het zoete water inloopt met tegelijkertijd een zoete tong die bij het oppervlak het zoute water inloopt. Bij een schutting aan zoute zijde loopt er een zouttong heen en weer door de zoete sluiskolk, bij een schutting aan zoete zijde loopt er een zoete tong heen en weer door de zoute sluiskolk. Voor de sluizen van Terneuzen zijn de zoutuitwisseltijd en de deuropentijd in onderstaande tabel weergegeven. Het blijkt dat de deuropentijd 2 tot 3 keer de zoutuitwisseltijd is. Het kolkwater is dus volledig brak geworden.

Sluis	Zoutuitwisseltijd TLE [min]	Gemiddelde deuropentijd uit SIVAK [min]	Gemiddelde verhouding deuropentijd/ zoutuitwisseltijd
Middensluis	8	26	3
Oostsluis	16	32	2
Westsluis	13	42	3
Nieuwe Sluis	20	60	3

Tabel 5-18 Zoutuitwisseltijd en gemiddelde deuropentijd sluizen Terneuzen GE2030

Toevoeging van zoet water aan het kanaal is enkel mogelijk met een herverdeling van watervoorraden in het stroomgebied. Dit betreft een bevoegdheid van de Vlaamse overheid waar het project geen invloed op heeft en waarvan we geen uitspraak kunnen doen over of het al dan

niet haalbaar is. Dat is anders voor de maatregelen in of nabij de sluis waar we wel invloed op kunnen hebben. Daarom zijn maatregelen die alleen functioneren bij een grote constante aanvoer van zoet (kanaal)water.
Maatregelen die de sluiskolk verkleinen zijn afgevallen. Deze maatregelen passen niet binnen de kaders en de doelstellingen van dit project. Ook maatregelen die de deuropentijd verkleinen zijn vanuit veiligheidsoogpunt niet gewenst. Zie voor een overzicht bijlage 7.
Onderstaande maatregelen zijn nader onderzocht op omvang van het rendement.

- Maatregelen in het operationeel concept
    - Beperken toegankelijkheid Nieuwe Sluis voor binnenvaart.
    - Maximeren van schutefficientie, schuten bij 70% bezetting
    - Stremmen sluizencomplex
- Maatregelen om zout water tegen te houden
    - Wegzuigen zout water in de sluiskolk
    - Bellenscherm in combinatie met zoet of brakwaterjets
- Combinatie van operationele maatregelen en scheidingsmaatregelen.

Geredeneerd vanuit de chloridegehalten zijn bij maatregelen aan de sluis een combinatie van scheidingsmaatregelen en stremming optimaal om de concentraties terug te brengen naar die van de autonome situatie zonder sluis.

5.4.2 De effecten van de operationeel concept maatregelen aan sluiscomplex

Maatregel geen binnenvaart door Nieuwe Sluis
Het idee achter deze maatregel is dat de sluizen efficiënter gebruikt worden, korte schepen in kortere kolken, lange schepen in de grote kolk.
Het effect van de maatregel bij een verkeersaanbod volgens GE 2040 is klein. Als de binnenvaart geen toegang in de Nieuwe Sluis krijgt, zorgt dat voor een afname van het aantal schuttingen in de Nieuwe Sluis (5 op 125 per week) en een toename in de Westsluis (26 op 170 per week). De hoeveelheid te schutten water verandert nauwelijks en daarmee verandert ook de chlorideconcentratie nauwelijks. De maatregel is dus niet effectief.
Het gevolg voor de scheepvaart is dat de passeertijden toenemen voor zowel de zeevaart als de binnenvaart.

Maatregel schutten bij minimaal 70% gevulde sluis
Deze maatregel bestaat uit het vergroten van de scheepsbezetting in de kolken, waarbij pas geschut wordt wanneer een sluis voor ten minste 70% gevuld is. Het doel van de maatregel is om de hoeveelheid uit te wisselen water te verkleinen, door reductie van het aantal uitwisselingen en reductie van het uitwisselingsvolume (als gevolg van de toename van het scheepsvolume in de kolken).
Het effect van de maatregel is dat het aantal schuttingen in de Oostsluis, Westsluis en Nieuwe Sluis per week zeer beperkt daalt,

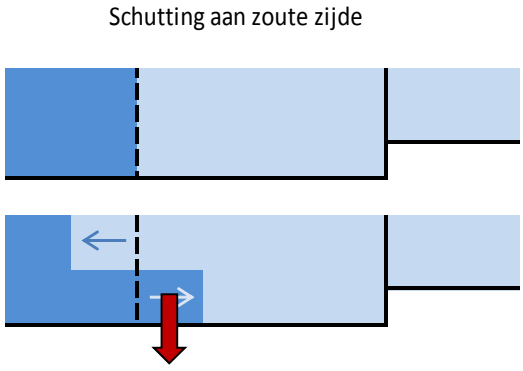
namelijk 0,5, 0,1 en 3 schuttingen per week op 133,170 en 125 schuttingen per week. De sluizen worden dus al zeer efficiënt benut. Deze maatregel levert daarmee geen verandering op in de hoeveelheid te schutten water en daarmee ook geen verandering in de chlorideconcentratie. De passeertijd verandert niet als gevolg van deze maatregel.

Maatregel stremmen in de droge periode
Met stremmen van de sluis wordt de hoeveelheid geschut zout water beperkt. Om de waterkwaliteit gelijk te houden met de autonome situatie (2030 zonder sluis) moet 64% minder schuttingen plaats vinden. In de droogste zomermaanden is de chlorideconcentratie het hoogst. Om in die periode de aanvoer van zout water te beperken en de concentratie in het kanaal terug te brengen naar de autonome zomerkwaliteit wordt 84 dagen per jaar 64% van de schuttingen van het gehele sluizencomplex gestremd.

Het gevolg van deze maatregel is dat de passeertijd toeneemt voor zowel de binnenvaart als de zeevaart.

5.4.3 De effecten van technische maatregelen aan het sluiscomplex

Maatregel wegzuigen zout water in de sluiskolk
Het wegzuigen van het zout water in de sluiskolk voorkomt bij een schutting aan de zoute zijde dat het Westerscheldewater in de zoete sluiskolk kan dringen.



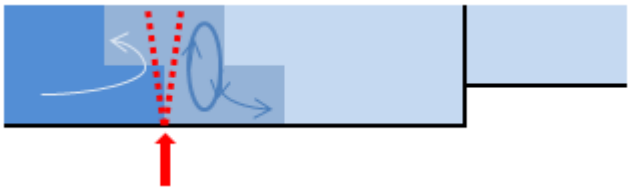
Tabel 5-19 Afzuigen zouttong in sluiskolk

Bij een deuropentijd van 20 minuten is de doorlaatfractie van afzuigen 0,46. Afzuiging met een 1,5 keer hoger afzuigdebiet laat niet minder zout door terwijl afzuigen met een 1,5 keer lager afzuigdebiet wel meer zout doorlaat. Aan de kanaalzijde van het sluizencomplex is afzuiging niet toe te passen met deze forse debieten omdat in droge periodes als het chlorideprobleem het grootst is, dit debiet niet onttrokken kan worden aan het kanaal. Indien afzuiging van de zouttong met een doorlaatfractie van 0,46 alleen aan de zoute sluishoofden van alle sluizen in het complex van Terneuzen wordt toegepast, dan betekent dat een reductie van slechts 7% in de zoutuitwisseling van het complex

en er zou dan in totaal een instantaan afzuigdebiet van ongeveer 650 m^3/s nodig zijn. Dit debiet is zo groot, dat deze maatregel niet haalbaar is.

Maatregel drempel voor de sluisdeur Nieuwe Sluis
De maatregel drempel voor de sluisdeur Nieuwe Sluis is onderdeel van het ontwerp van de varianten. Er zit een drempel in de overgang van de sluiskolk naar het kanaal. De effectiviteit van deze drempel is in alle gevallen opgenomen. Aan de Westerscheldezijde is geen drempel of variabele drempel mogelijk. Een drempel aan de Westerscheldezijde beperkt de nautische toegankelijkheid van de sluis, waardoor de sluis niet meer tij-onafhankelijk bereikbaar is voor 12,5 m diepte schepen. Een drempel aan de Westerscheldezijde valt daarmee af als beschikbare optie.

Maatregel Bellenscherm in combinatie met brakwaterjets
De maatregel Bellenscherm beperkt de uitwisseling van zoet en zout water bij het hele sluiscomplex door een fijn bellenscherm te maken.



Figuur 5-20 Schets van het stroombeeld rondom een bellenscherm met zout water links, gemengd zout-zoet water rondom het bellenscherm en zoet water in de sluiskolk waar langzaam gemengd zout-zoet water vanuit de zone bij het bellenscherm instroomt

Figuur 5-21 Schets van het stroombeeld rondom een bellenscherm(aangegeven in rood) ondersteund door waterscherm (aangegeven in geel)

Figuur 5-22 Schets van het stroombeeld rondom een bellenscherm ondersteund door een drempel

Δ-luchtbellenscherm
Het Δ-luchtbellenscherm is een verbeterd luchtbellenscherm. Met het huidige systeem moet het water in de sluiskolk bij elke schutting volledig worden uitgewisseld. Met een Δ-luchtbellenscherm is het uitwisselen van het water niet nodig. Het innovatieve luchtbellenscherm heeft, ten opzichte van het traditionele scherm, een betere verdeling van de lucht die in het water wordt gepompt en wordt gecombineerd met een waterscherm. De luchtbellenschermen en het waterscherm scheiden het zoete en het zoute water door onder water een barrière te vormen waar het zoute water beperkt doorheen dringt.

Om de maximaal haalbare zoutuitwisselingsbeperking te bepalen voor het maximale inspanningsniveau is op basis van de bestaande metingen een range van doorlaatfracties van een Δ-luchtbellenscherm i.c.m. waterscherm of drempel afgeschat met elk een verschillende mate van zekerheid van realiseerbaarheid:

- Doorlaatfractie = 0,4; vrij zeker haalbaar
- Doorlaatfractie = 0,3; waarschijnlijk haalbaar
- Doorlaatfractie = 0,2, hoogst onzeker haalbaar

Al deze drie doorlaatfracties horen bij het scenario maximale inspanning om zoutuitwisseling te beperken en bestaan qua technische maatregelen uit een Δ-luchtbellenscherm ondersteund door of een zout waterscherm of door een drempel. Het onderscheid tussen deze drie doorlaatfracties bestaat puur uit de zekerheid/onzekerheid van realiseerbaarheid, niet uit verschillende technische maatregelen. De keuze tussen een zout waterscherm of een drempel is op dit moment zonder aanvullende metingen onder vergelijkbare omstandigheden met Terneuzen nog niet mogelijk. Voor een zoet waterscherm aan de zoute zijde is niet voldoende zoet water beschikbaar op Kanaal Gent-Terneuzen, daarom wordt voorzien dat als er gekozen wordt voor een waterscherm er een zout waterscherm wordt gebruikt.

Doorlaatfractie Δ-luchtbellenscherm met drempel of waterscherm op beide sluishoofden	**Zoutuitwisselingsreductie hele complex Terneuzen**
0,4 (vrij zeker haalbaar)	23% (77% doorgelaten)
0,3 (waarschijnlijk haalbaar)	36% (64% doorgelaten)
0,2 (hoogst onzeker haalbaar)	60% (40% doorgelaten)
Benodigde reductie op hele complex	64%

Figuur 5-23 Zoutuitwisselingsreductie bij maximale inspanning met Δ-luchtbellenscherm met drempel of waterscherm

Figuur 5-23 toont de zoutuitwisselingsreductie van het hele complex van Terneuzen zoals bepaald met het conceptuele zoutuitwisselings-model op basis van de SIVAK schuttingen/ deuropentijden voor GE2030 met Nieuwe Sluis bij maximale inspanning met een Δ-bellenscherm met drempel of waterscherm voor drie niveaus van zekerheid.

Vrij zeker is een zoutuitwisselingsreductie van 23% haalbaar, waarschijnlijk haalbaar is 36% zoutuitwisselingsreductie en hoogst onzeker haalbaar is 60% zoutuitwisselingsreductie. Om de chlorideconcentraties op het niveau van autonome ontwikkeling te krijgen zou een zoutuitwisselingsreductie van 64% nodig zijn, dit wordt ook in het hoogst onzeker haalbaar scenario niet gehaald.
Een bellenscherm heeft beperkt effecten op de nautische veiligheid, omdat plaatselijk de waterdruk lager is. Dit maakt het moeilijker het schip te sturen.
De chlorideconcentratie bij KGTB in de zomerperiode (2 maand droog) ligt bij de inzet van zoutscheidingsmaatregelen tussen circa 5700 en 7700 mg/l. Waarbij met een scheidingsrendement van 36% het chloridegehalte bij KGTB 7100 mg/l is. Dit is ruim hoger dan de autonome concentratie.

Combinatie van operationele maatregelen en scheidingsmaatregelen
Met scheidingsmaatregelen alleen wordt naar verwachting de autonome waterkwaliteit of de benodigde waterkwaliteit voor de KRW niet gerealiseerd. Bij een combinatie van maatregelen kunnen scheidingsmaatregelen echter een nuttige bijdrage leveren. In toekomst, bij verdere kennisontwikkeling, kan naar verwachting een zekerder rendement worden gerealiseerd. Scheidingsmaatregelen kunnen gecombineerd worden met stremming of extra wateraanvoer. Stremming zal vooral nodig zijn in de droge zomermaanden als de chloridegehalten kritisch zijn. Daarom is bepaald hoeveel stremming nodig is om in de 2 droogste maanden op een gelijke chlorideconcentratie te komen als in de autonome situatie zonder Nieuwe Sluis. Stremming is het verkleinen van de zoutuitwisseling door afname van het aantal schuttingen.

Afhankelijk van de zekerheid is in combinatie met een Δ-bellenscherm met drempel of waterscherm gedurende een periode van het jaar de inzet van stremming nodig om de autonome waterkwaliteit te bereiken. Om ook in de droge zomers de autonome waterkwaliteit te houden is voor 44 dagen per jaar, 28 % van het aantal schuttingen op het complex gestremd. Daarmee heeft deze combinatie van maatregelen een negatief effect op de capaciteitsdoelstelling.

Doorlaatfractie Δ-bellenscherm met drempel of waterscherm op beide sluishoofden	Voor x Dagen per jaar	Beperking van het aantal schuttingen gedurende dit aantal dagen
0,4 (vrij zeker haalbaar)	58 dagen	41%
0,3 (waarschijnlijk haalbaar)	44 dagen	28 %
0,2 (hoogst onzeker haalbaar)	5 dagen	4 %

Tabel 5-20 Benodigde hoeveelheid stremmingen aanvullend op het bellenscherm, afhankelijk van de doorlaatfractie van het bellenscherm

Een hogere aanvoer vanuit Vlaanderen is effectief. Een zomergemiddeld debiet van 13 m³/s zorgt ervoor dat aan de KRW wordt voldaan. Bij een zomergemiddeld debiet van 18,7 m³/s kan de autonome situatie naar verwachting worden gehandhaafd (zie bijlage 10, tabel 3.4). Welke extra aanvoer vanuit Vlaanderen haalbaar is dient nader uitgewerkt te worden, indien men deze maatregel wil inzetten.

5.5 Mitigerende en compenserende maatregelen oppervlaktewater

5.5.1 Mitigerende maatregel kanaal gebonden constructies

Kanaalgebonden constructies zullen vaker en langer worden blootgesteld aan chloridegehaltes groter dan die bij autonome ontwikkeling, als er geen maatregelen genomen worden. Dit kan leiden tot versnelde corrosie van stalen onderdelen en afname van de levensduur van stalen constructies.

Als mitigerende maatregel kan kathodische bescherming met galvanische anoden worden toegepast. Het totaal te beschermen oppervlak is voorlopig geschat op 550.000 m^2.

5.5.2 Compenserende maatregelen inlaatwater industrie

In de autonome situatie zal het kanaal water brakker zijn dan in de huidige. Als gevolg van de Nieuwe Sluis zal het kanaalwater verder verzilten (zie Tabel 5-11 en Tabel 5-12). Het effect van brakker water in het kanaal is dat in de droge periodes het chloridegehalte in het kanaal te hoog kan zijn om als proces- en koelwater gebruikt te worden.
Bedrijven kunnen via de Beleidsregelings Nadeelcompensatie Infrastructuur en Milieu 2014 nadeelcompensatie claimen voor eventuele schade als gevolg van toename van het chloridegehalte van hun inlaatwater.
Om de omvang van dit probleem af te bakenen zijn twee mogelijke mitigerende maatregelen benoemd. De eerste is het bijmengen van kraanwater in de zomerperiode tot de chlorideconcentratie van de autonome ontwikkeling wordt gerealiseerd. De tweede is het verplaatsen van het inlaatpunt van bedrijven, door aanleg van een waterleiding parallel aan het kanaal, die bovenstrooms gevoed wordt met kanaalwater.

Voor het bijmengen van kraanwater is *jaarlijks* 6,5 tot 35,5 miljoen m³ zoet water nodig. Het extra bijgemengde kraanwater zorgt voor een hoger debiet op het KGT. Dit heeft een positief effect op het tegengaan van de zoutindringing.

Voor het verplaatsen van het inlaatpunt van kanaalwater naar een punt met autonome kwaliteit is aan weerszijden van het kanaal een buisleiding nodig.
Er is geen effect op het kanaaldebiet ter plaatse van het sluizencomplex, maar de debieten tussen het nieuwe inlaatpunt voor

de buisleidingen en het meest benedenstrooms gelegen huidige inlaatpunt nemen af. Mogelijk heeft dit een verder verziltend effect op het kanaalwater benedenstrooms van het inlaatpunt.

6 Grondwater

6.1 Werkwijze Grondwater en Regionaal watersysteem

6.1.1 Onderzoeksopzet

Een eerste analyse van het regionale watersysteem laat zien dat het kanaal infiltrerend werkt, terwijl de Westerschelde en voorhaven drainerend werken. De focus van het onderzoek ligt dan ook op het grondwatersysteem, dat regionaal gemodelleerd is. Basis voor deze modellering is het Zeeland-model (zie voor een beschrijving hoofdstuk 3 van bijlage 4). Uit dit model is een uitsnede gemaakt rondom het projectgebied (zie paragraaf6.1.2) en binnen dit gebied is het model verfijnd naar modelcellen van 25x25 meter. Dit model is quasi-stationair doorgerekend, wat betekent dat het peil in het kanaal (NAP +2,13 meter) en de Westerschelde (NAP 0 meter) en de grondwateraanvulling (neerslag) constant zijn, terwijl voor het regionale watersysteem wel onderscheid is gemaakt tussen zomer- en winterpeil. Tevens is rekening gehouden met dichtheidsstroming van het grondwater als gevolg van verschil in chlorideconcentraties. Het verfijnde model is vervolgens gekalibreerd op basis van lokale peilbuismeetreeksen en gegevens van het waterschap (zie hoofdstuk 4 van bijlage 4).

Een technische rapportage, waarin de uitgangspunten voor de bouw en kalibratie van het grondwatermodel in meer detail wordt beschreven, is als bijlage 4 bij dit rapport opgenomen.

Het bepalen van de effecten kan vervolgens worden opgesplitst in het effect op de grondwaterkwantiteit (grondwaterstanden) en het effect op de grondwaterkwaliteit (chloridegehalte).

Effecten op grondwaterstanden

Effecten op de grondwaterkwantiteit door de aanleg van de Nieuwe Sluis zullen naar verwachting optreden door:

- Het uitbreiden van de voorhavens aan beide zijden van de sluis (waardoor de afstand tussen bepaalde stukken binnendijks gebied en het oppervlaktewater kleiner wordt);
- Het verdiepen van (delen van) de voorhaven en/of het kanaal waardoor de weerstand biedende sliblaag wordt verwijderd;
- Opstuwing van grondwater in de ondergrond door het aanbrengen van damwanden die het watervoerende zandpakket afsluiten.

Gezien de voorgestelde bouwmethodes horende bij de varianten (zie hoofdstuk 3) zal er geen open bemaling plaatsvinden. Hierdoor zal er naar verwachting geen verandering van de grondwaterkwantiteit door de bouw zelf plaats vinden.

Op basis van het bovenstaande worden de grootste effecten verwacht net na de aanleg, als zich nog geen sliblaag op de bodem heeft kunnen vormen. Daarom is de eindsituatie met alle verdiepingen, damwanden en uitbreidingen voor elk van de drie varianten gemodelleerd. Hierbij is

aangenomen dat alle werkzaamheden tegelijk worden uitgevoerd en afgerond, wat een worst-case benadering is.

Effecten op chloridegehalte grondwater
Het is de verwachting dat door de aanleg van de Nieuwe Sluis het zoutgehalte op het kanaal zal toenemen. Doordat water vanuit het kanaal infiltreert, kan dit mogelijk leiden tot hogere chlorideconcentraties in het (ondiepe) grondwater en dus een verandering in de grondwaterkwaliteit. Om te bepalen of dit het geval is, is een stroombanen analyse uitgevoerd. Hierbij zijn voor de huidige situatie de stroombanen van het infiltrerende water uit het kanaal naar het binnendijkse gebied bepaald. Het uitgangspunt is gehanteerd dat de stroombanen van water dat uit het kanaal infiltreert en in de omgeving van het kanaal opkwelt niet veranderen. Alleen de chlorideconcentratie van het infiltrerende kanaalwater verandert in de verschillende varianten.

Eén van de hypotheses voor het huidige verzilten van het (ondiepe) grondwater is dat dit wordt veroorzaakt door zogenaamd "oud zout" dat al in de bodem aanwezig is. Daarom is ook gekeken naar de huidige chlorideconcentraties in het zandpakket onder het kanaal en hoe deze zich verhouden tot de chlorideconcentraties van het infiltrerende kanaalwater.

Tevens is een analyse van regenwaterlenzen in de omgeving van Kanaal Gent-Terneuzen uitgevoerd. De rapportage is opgenomen in bijlage 5. Op basis van deze analyse kunnen vervolgens de berekende chlorideconcentraties in de ondergrond vertaald worden naar effecten in het ondiepe grondwater in het binnendijkse gebied.

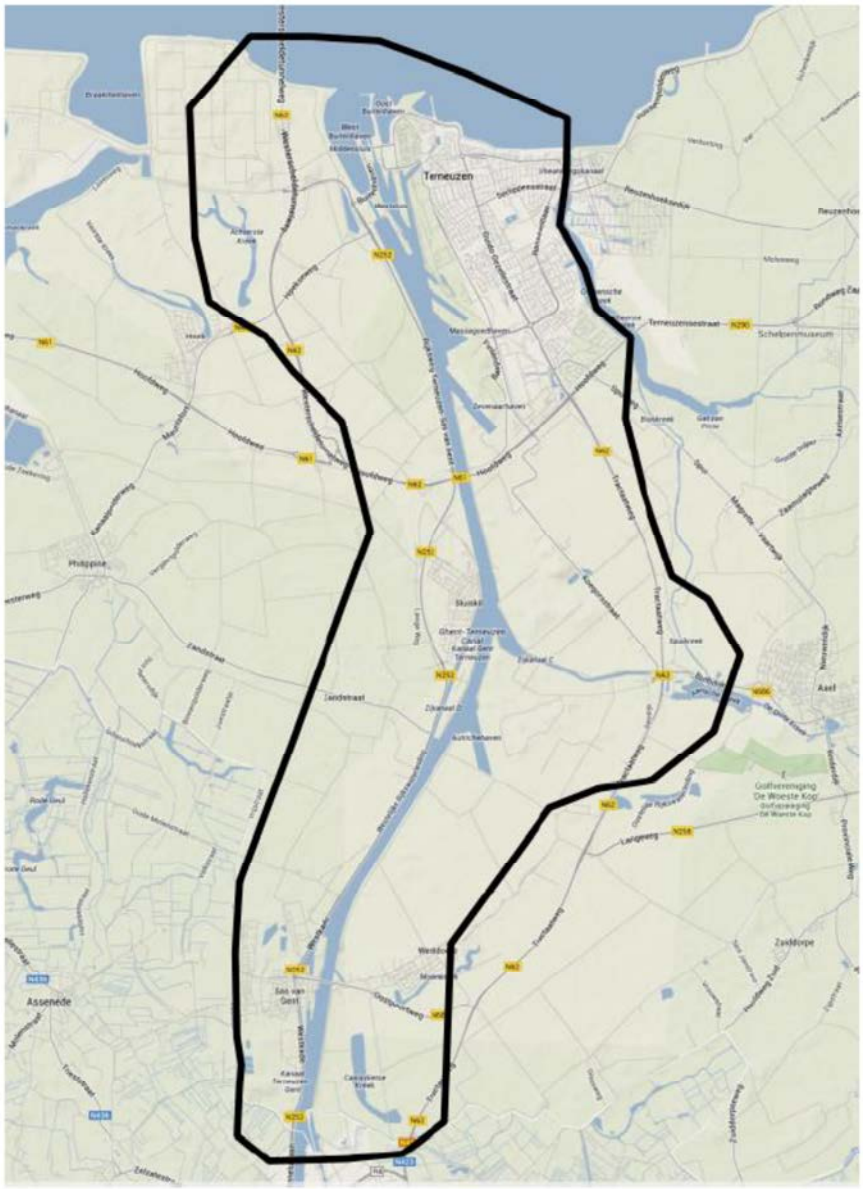
Het beoordelingscriterium voor verzilting van grondwater is geformuleerd als de mate van verandering van het chloridegehalte, inclusief effecten op de landbouw. Effecten op de landbouw kunnen op twee manieren plaatsvinden. Door beïnvloeding van kleinschalige regenwaterlenzen onder percelen kan brak grondwater al dan niet aan de oppervlakte komen. Daarnaast kunnen onder dekzandruggen grotere zoetwaterlenzen aanwezig zijn, die gebruikt worden om water te onttrekken voor onder andere beregening. Door beinvloeding van deze zoetwaterlenzen kan de hoeveelheid beschikbaar water voor beregening wijzigen.

6.1.2 Studiegebied
In het onderzoek "Factsheet Waterhuishouding huidige situatie Nieuwe Sluis Kanaal Gent-Terneuzen" (Meeuwse R., 2013) is een eerste quickscan uitgevoerd naar het beïnvloedingsgebied van het kanaal. Hieruit volgde een spreidingslengte van circa 300 meter, wat betekent dat effect op een afstand van circa 900 meter (3x de spreidingslengte) nauwelijks nog te merken zullen zijn. Deze 900 meter is als uitgangspunt genomen voor de begrenzing van het interessegebied waarbinnen effecten van de aanleg verwacht kunnen worden. De modelranden zijn vervolgens zo gekozen dat, op basis van het huidige

geohydrologische systeem, de aangehouden randvoorwaarden geen invloed meer hebben op de grondwaterstroming en stijghoogten binnen het interessegebied. Hieruit volgde een modelgrens die 2300 – 4000 meter van het kanaal ligt, waarbij de grootste afstand aan de noordzijde van het studiegebied nabij de te realiseren sluis is aangehouden.

De begrenzing van de zuidzijde is bepaald doordat bij Zelzate een omslagpunt ligt. Vanaf hier zijn de grondwaterstanden nabij het kanaal hoger dan het kanaalpeil en werkt het kanaal dus drainerend in plaats van infiltrerend. Aangezien de verwachtte effecten zover van het projectgebied alleen kunnen optreden bij een infiltrerende situatie is het niet nodig om het model hier nog verder zuidelijk door te laten lopen.

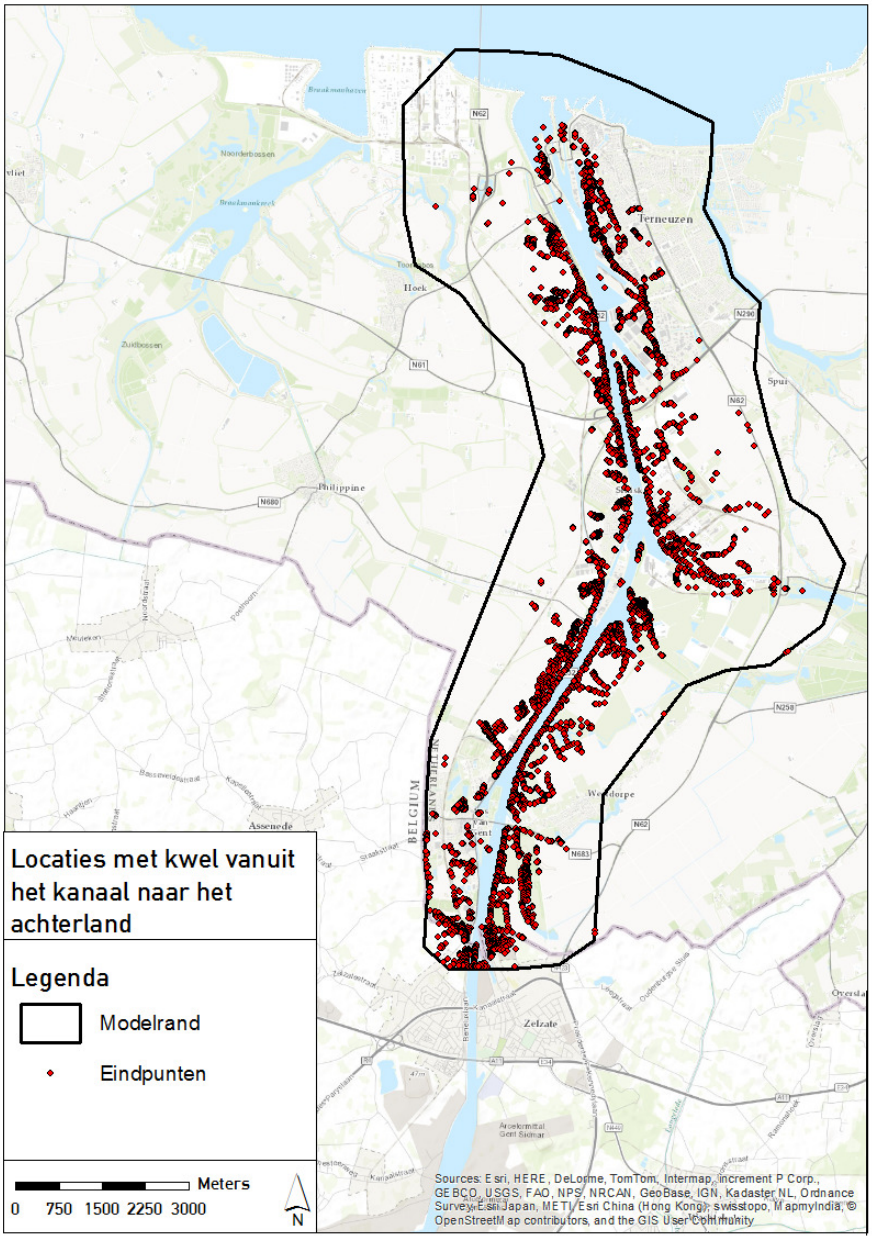
In Figuur 6-1 is het gehanteerde modelgebied voor het grondwatermodel weergegeven.



Figuur 6-1 Modelgebied grondwatermodel

Voor de bepaling van de verandering in grondwaterkwaliteit is in principe hetzelfde modelgebied aangehouden, met de kanttekening dat alleen grondwaterstroming vanuit het kanaal relevant wordt geacht voor de effectbepaling. Dit betekent dat het feitelijke gebied waarvoor effecten worden berekend begrensd wordt door de uiterste locaties waar geïnfiltreerd kanaalwater in het ondiepe grondwater terecht komt.

In Figuur 6-2 zijn alle locaties die voor de effectbepaling van de grondwaterkwaliteit zijn meegenomen weergegeven. De ruimtelijke spreiding van deze punten geeft derhalve het studiegebied voor de effecten op grondwaterkwaliteit weer.



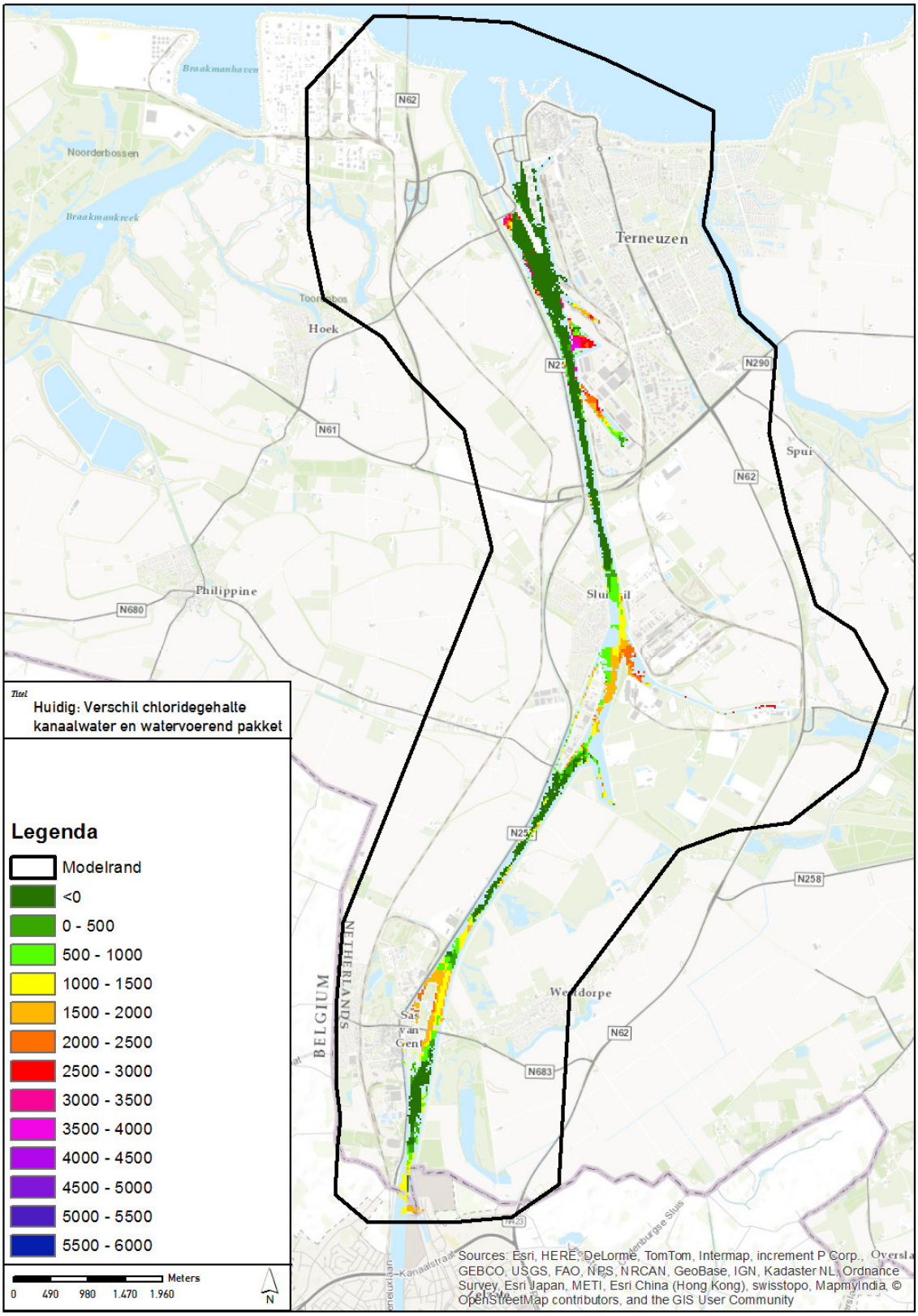
Figuur 6-2 Locaties met kwel vanuit het kanaal, bepaald met het grondwatermodel

6.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling Grondwater en Regionaal watersysteem

6.2.1 Huidige situatie

Beïnvloeding van het chloridegehalte van het grondwater door het kanaalwater vindt grotendeels plaats door infiltratie van kanaalwater via de bodem van het kanaal naar het ondergelegen watervoerend pakket.

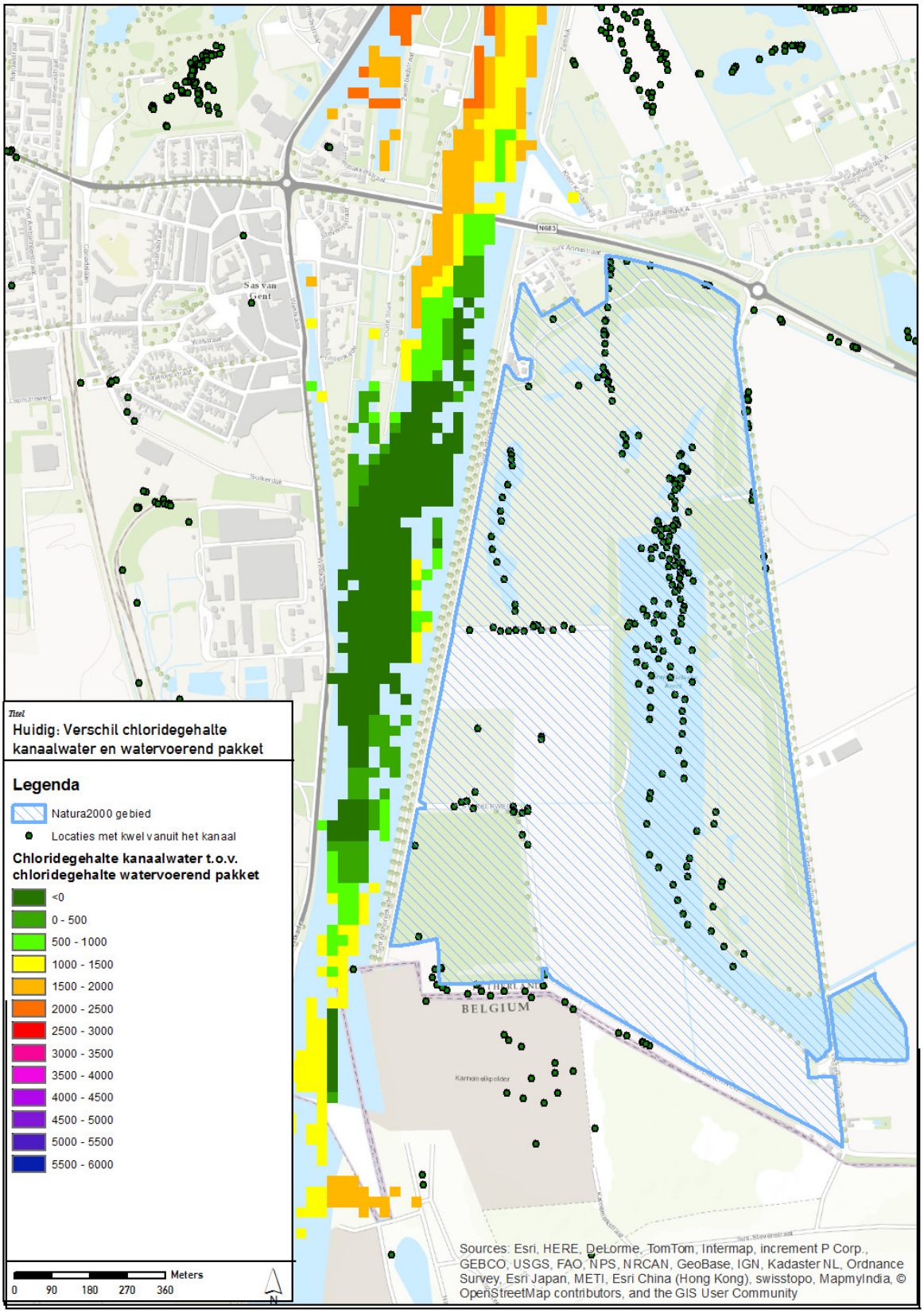
In Figuur 6-3 is het verschil tussen het chloridegehalte van het kanaalwater en het chloridegehalte van het grondwater in het onderliggende watervoerend pakket weergegeven voor een gemiddelde zomersituatie. Alleen locaties waar kanaalwater door de kanaalbodem infiltreert naar het onderliggende pakket zijn weergegeven. De gele kleuren geven aan waar deze gehaltes ongeveer gelijk zijn. Ter plaatse van de oranje en rode kleuren zijn de chloridegehaltes van het kanaal hoger dan die in de ondergrond en treedt verbrakking van de ondergrond op. Ter plaatse van de groene kleuren zijn de chloridegehaltes van het kanaal lager dan die in de ondergrond en treedt verzoeting van de ondergrond op.



Figuur 6-3 Verschil tussen het chloridegehalte in het kanaal (langjarig gemiddelde) en het chloridegehalte van het watervoerende pakket in de huidige situatie

Canisvliet
Tegen de grens met België ligt aan de oostzijde van het kanaal het natuurgebied Canisvliet. Dit is een Natura 2000 gebied, en moet daarom beoordeeld worden op effecten op de natuurwaarde. Hierdoor moet een eventuele verandering van kwelkwantiteit of –kwaliteit getoetst worden aan de NB-wet.

In Figuur 6-4 is de kwel vanuit het Kanaal Gent-Terneuzen naar Canisvliet weergegeven. Op de kaart is te zien dat kwel vanuit het kanaal bovenkomt in het oppervlaktewater van Canisvliet en langs wegen. Langs deze wegen zijn wegsloten aanwezig, waar het water in opkwelt. Het chloridegehalte van het kanaalwater is ter hoogte van Canisvliet ongeveer gelijk aan het chloridegehalte van de ondergrond. Dit betekent dat kwel vanuit het kanaal in de huidige situatie niet leidt tot een toe- of afname van de chlorideconcentratie van het watervoerend pakket en in het watersysteem van Canisvliet.

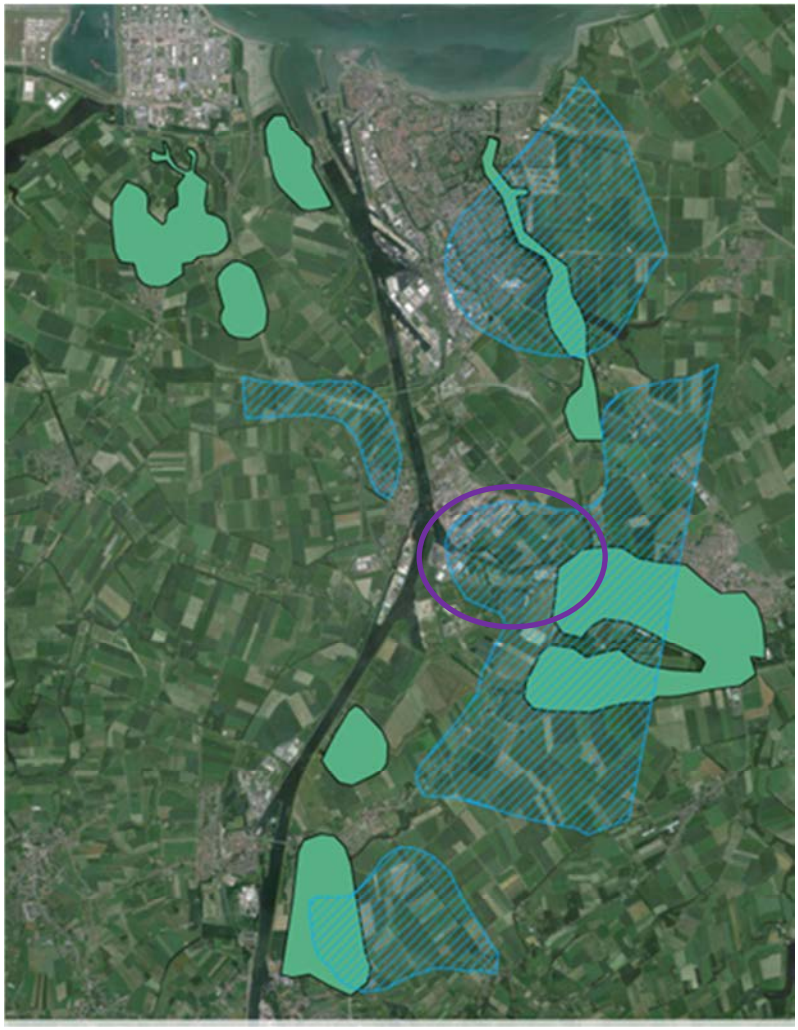


Figuur 6-4 Kwel (langjarig gemiddelde chlorideconcentratie) vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet in de huidige situatie

Diepe zoetwaterlenzen

Als beheerder van het grondwater is door de provincie Zeeland en het Waterschap Scheldestromen een kaart gemaakt[13], waarop zij het beleid voor het verlenen van onttrekkingen baseren. De kaart bevat locaties waarin het grondwater "kwetsbaar" is. Dit kan zijn vanwege verbrakking van het grondwater, maar ook omdat aanwezige natuur eisen stelt aan het grondwater. Tevens staat op de kaart de zones waarin zoetwaterlenzen worden verwacht, die dikker zijn dan 15m.

Figuur 6-5 toont de provinciale beleidskaart. De kwetsbare gebieden zijn groen weergegeven. De zones met dikke zoetwaterlenzen blauw gearceerd.



Figuur 6-5 Beleidskaart (overgenomen van provinciaal geoloket) met gebieden waar > 15 m zoet water wordt verwacht in de ondergrond (blauw gearceerd) en gebieden die kwetsbaar zijn voor veranderingen in grondwaterkwaliteit(groen).

[13] http://loket.zeeland.nl/geo/digitale_kaarten/water

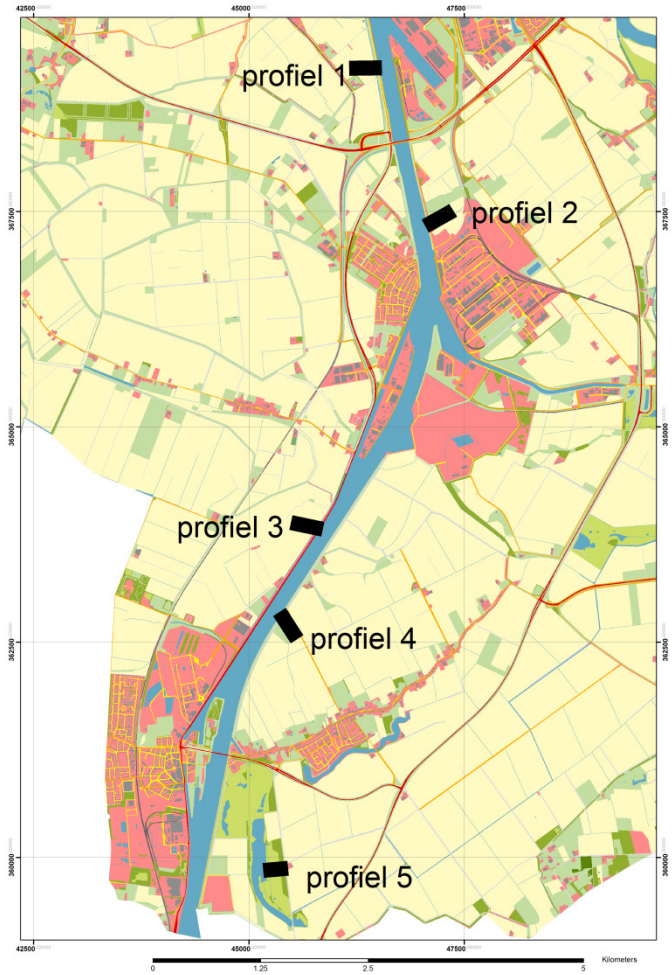
Figuur 8 uit bijlage 5 laat zien dat in de zijarm van het kanaal (Zijkanaal C, bij Sluiskil) water infiltreert uit het kanaal ter plaatse van de aanwezigheid van dikke zoetwatervoorkomens. Dit is in Figuur 6-5 met een paarse kleur omcirkeld. Doordat de chloridegehaltes in het kanaal hoger zijn dan in het watervoerend pakket op deze locatie kan het watervoerend pakket verbrakken. De infiltratie betreft echter vooral ondiepe infiltratie via de kanaalwanden. Omdat het merendeel van de infiltratie geen diepe infiltratie in het watervoerend pakket betreft zijn de effecten op de zoetwaterlens in het regionaal watervoerend pakket naar verwachting beperkt. Voor de overige zoetwatergebieden in Figuur 6-5 geldt dat de afstand tot het kanaal dusdanig is dat het effect van direct infiltratie vanuit het kanaal op deze zoetwatergebieden naar verwachting zeer beperkt of niet aanwezig is.

Ondiepe zoetwaterlenzen
Op een aantal plaatsen langs het kanaal zullen de regenwaterlenzen dunner zijn vanwege opwaartse kwel. De dynamiek van de regenwaterlenzen wordt vooral bepaald door de grootte van de kwel, neerslag en verdamping en de ontwateringskarakteristieken van perceel en polder.

Chlorideconcentratie ondiepe ondergrond
Deltares voert een onderzoek naar de chlorideconcentraties in de (ondiepe) ondergrond langs het kanaal. Hiervoor is voor een vijftal transecten van elk vier locaties door middel van prikstokmetingen de chlorideconcentratie vanaf het maaiveld tot circa 4 meter onder maaiveld bepaald. Dit is in januari gebeurd en in de zomer van 2014 herhaald. Hierna volgt een derde meetronde in oktober 2014 die samenvalt met airborne metingen om tot een 3-D beeld van de huidige chlorideconcentraties in de ondiepe ondergrond te komen.

Het feit dat het onderzoek nog loopt betekent dat nog niet alle resultaten beschikbaar zijn voor dit rapport. Daarom zijn door Deltares een tussentijdse rapportage en presentatie opgesteld, waarin de uitkomsten en interpretaties van de eerste twee meetrondes zijn opgenomen. Deze rapportage en presentatie zijn als bijlage 6 opgenomen bij dit rapport.

Een overzicht van de onderzochte transecten is weergegeven in Figuur 6-6. Belangrijkste conclusie uit de wintermeetronde is dat voor 3 van de 5 transecten (1,2 en 4) er een overgang van zoet naar zout zichtbaar is binnen 2-3 meter beneden maaiveld. Bij profiel 3 is deze mix-zone minder duidelijk, slecht in één meetpunt is die aangetroffen (op 3,25 meter beneden maaiveld). Profiel 5 ligt wat verder van het kanaal af, in het deel van Canisvliet waar het kruipend moerasscherm voorkomt. Hier blijkt uit de metingen dat het profiel tot 4 meter beneden maaiveld zoet is. Tijdens de zomermeting was in profiel de EC dicht bij het kanaal hoger dan bij de wintermeting. De overige zomermetingen komen goed overeen met de wintermetingen.



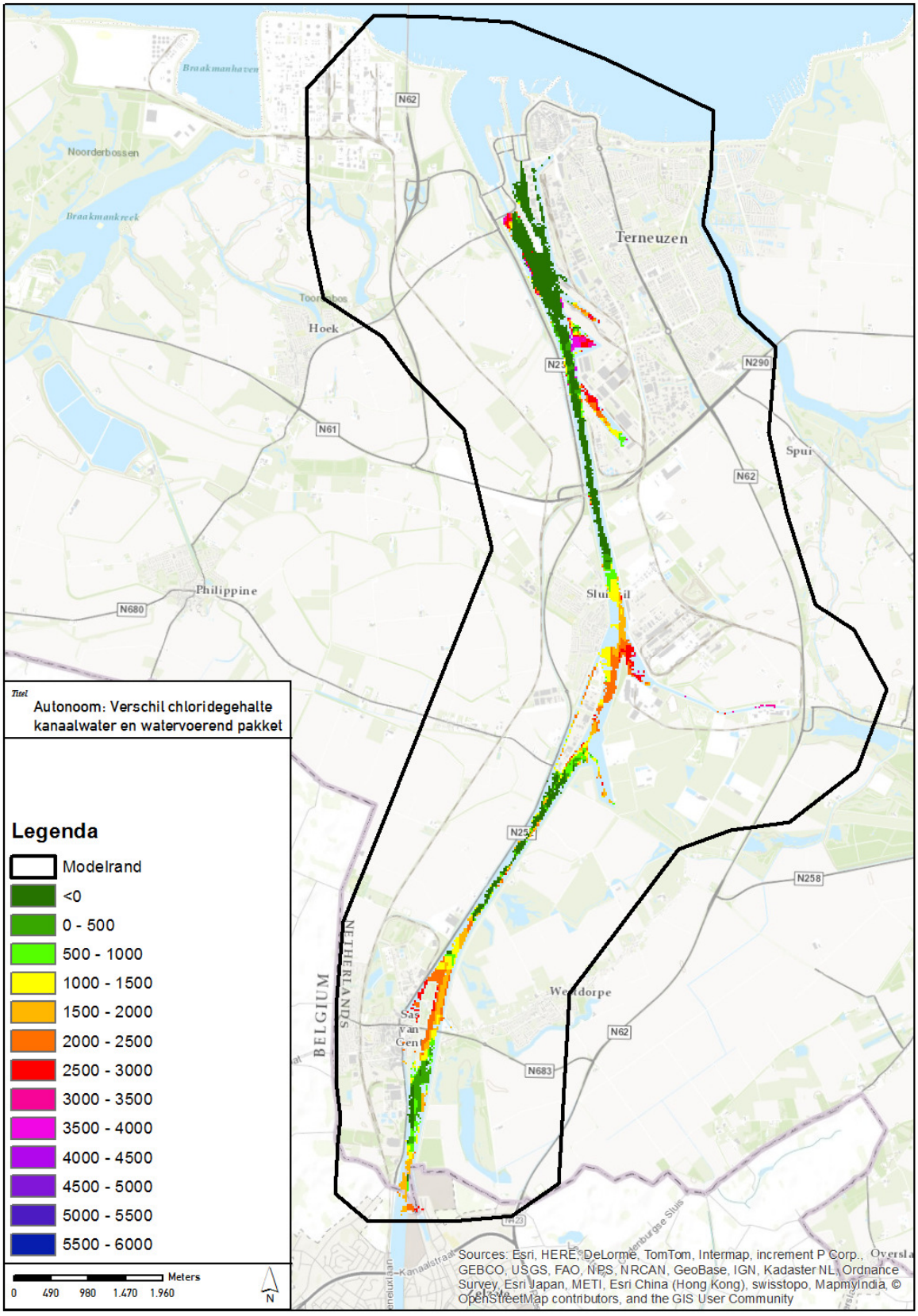
Figuur 6-6 Overzicht ligging transecten onderzoek Deltares

6.2.2 Autonome ontwikkeling

In Figuur 6-7 is het verschil tussen het chloridegehalte van het kanaal en het chloridegehalte van het onderliggende watervoerende pakket weergegeven in de autonome situatie.

In de figuur is te zien dat gebieden waar het infiltrerende kanaalwater zorgt voor verzoeting van het watervoerend pakket enigszins beperkt worden. Gebieden waar het infiltrerende kanaalwater zorgt voor verzilting van het watervoerend pakket nemen enigszins toe ten opzichte van de huidige situatie. De verschillen met de huidige situatie zijn klein.

Ter plaatse van de diepe zoetwaterlens bij zijkanaal C blijft het chloridegehalte van het kanaal hoger dan dat van het watervoerend pakket en blijft beperkte verbrakking mogelijk in stand.

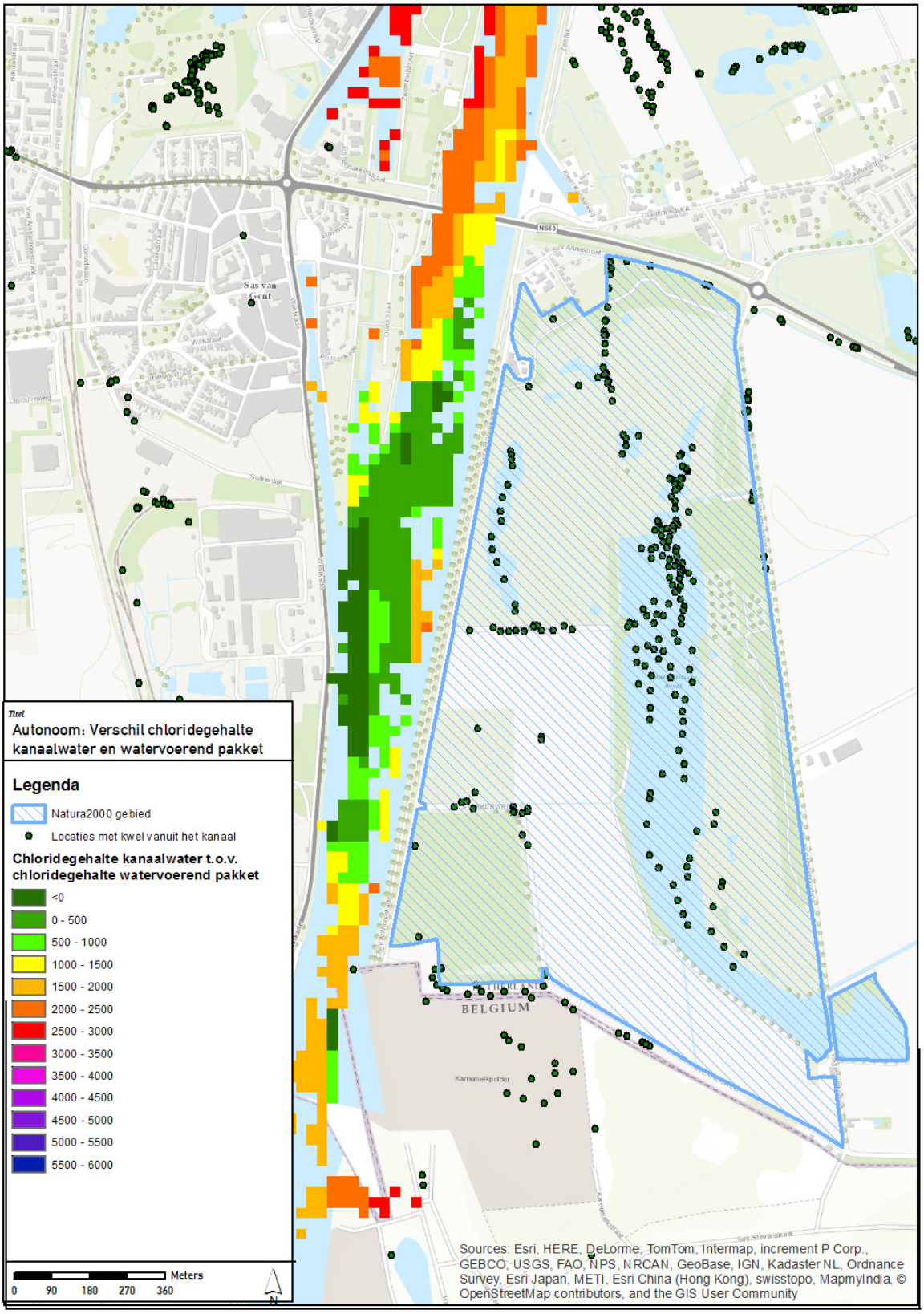


Figuur 6-7 Verschil tussen het chloridegehalte in het kanaal (lang jarig gemiddelde) en het chloridegehalte van het watervoerende pakket in de autonome situatie

In Figuur 6-8 is ingezoomd op het Natura 2000-gebied Canisvliet. Ook hier neemt het chloridegehalte licht toe ten opzichte van de huidige situatie en is het chloridegehalte gelijk aan of iets hoger dan het onderliggende watervoerende pakket. De verschillen met de huidige situatie zijn klein en toename van verzilting van het watersysteem van Canisvliet zal nauwelijks aan de orde zijn.

Diepe zoetwaterlenzen
Door klimaatverandering vindt in de toekomst naar verwachting minder grondwateraanvulling van de diepe zoetwaterlenzen plaats, terwijl de behoefte aan onttrekkingen vanuit deze zoetwaterlenzen mogelijk toeneemt. Deze effecten zijn niet gekwantificeerd en zijn afhankelijk van regulatie van aantal en omvang van onttrekkingen.

Ondiepe zoetwaterlenzen
In de autonome ontwikkeling veranderen door klimaatverandering kwel, neerslag en verdamping. Naar verwachting heeft de klimaatverandering een negatief effect voor het in stand houden van regenwaterlenzen. Effecten zijn niet gekwantificeerd.



Figuur 6-8 Kwel Verschil tussen het chloridegehalte in het kanaal (langjarig gemiddelde chlorideconcentratie) vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet in de autonome situatie

6.3 Optredende effecten Grondwater en Regionaal watersysteem

6.3.1 Verzilting, mate van verandering zoutgehalte, inclusief effecten op de landbouw

Ten gevolge van de aanleg van de Nieuwe Sluis veranderen de chloridegehaltes op Kanaal Gent-Terneuzen. Deze verandering in chloridegehalte kan van invloed zijn op de chloridegehaltes in het grondwater in de omgeving van het kanaal en op aanwezige regenwaterlenzen. Onderstaand zijn per variant de effecten beschreven.

Indien de chloridegehaltes in het kanaal hoger zijn dan in het watervoerend pakket kan het watervoerend pakket verbrakken. Indien de chloridegehaltes in het kanaal lager zijn dan in het watervoerend pakket kan het watervoerend pakket verzoeten.

Variant 1

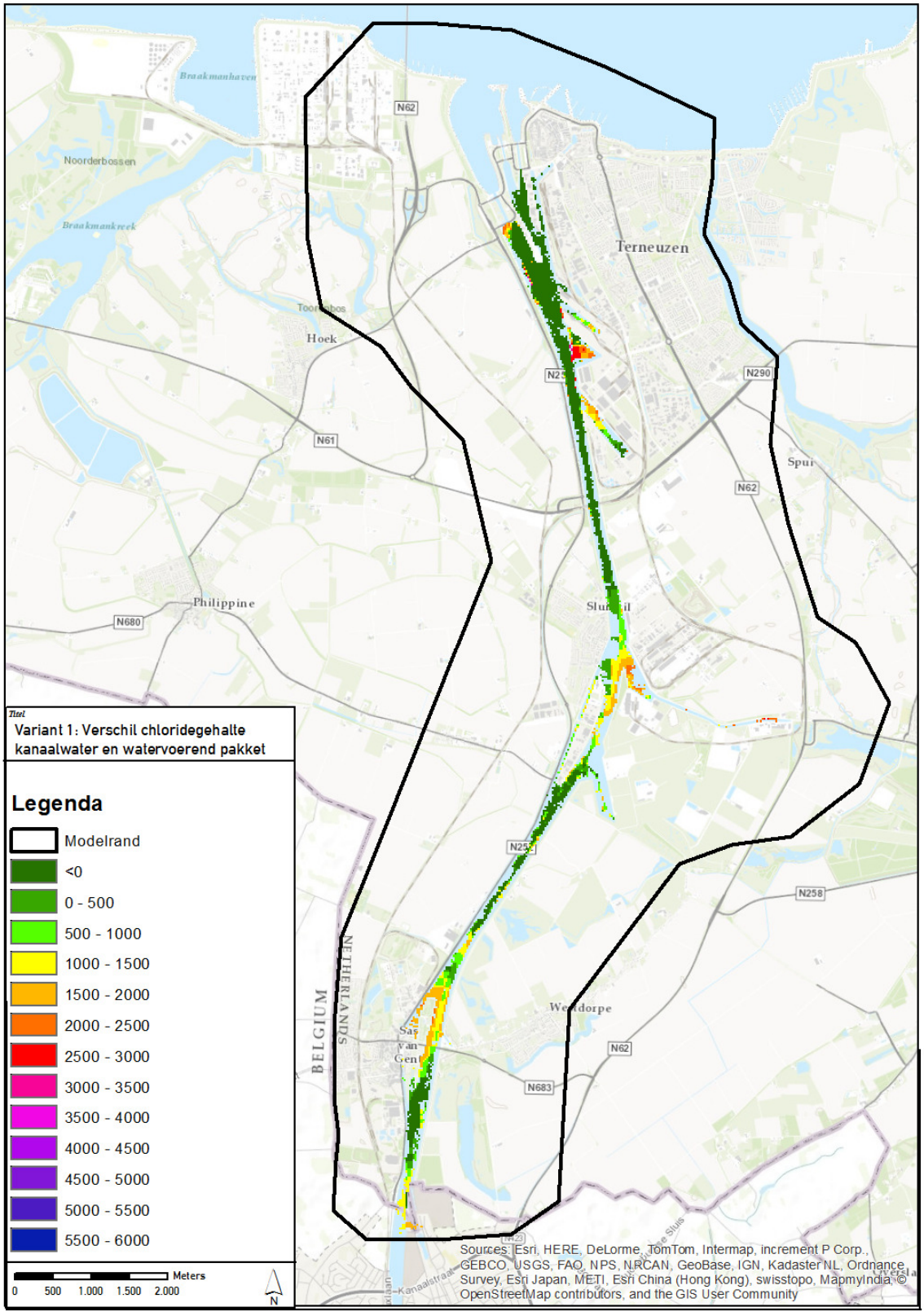
Uitvoeringsfase

Tijdens de uitvoering wordt de Middensluis uit gebruik genomen. Hierdoor neemt de capaciteit van het sluizencomplex tijdelijk af, totdat de Nieuwe Sluis in gebruik wordt genomen. Doordat in de uitvoeringsfase het aantal schuttingen afneemt zal het kanaal in de zomersituatie minder verzilten dan in de huidige situatie. Het merendeel van de infiltratie vanuit het kanaal vindt via de kanaalbodem naar het ondergelegen watervoerend pakket plaats. De hoeveelheid infiltrerend water is zeer beperkt ten opzichte van de hoeveelheid grondwater in het watervoerend pakket. Verwacht wordt daarom dat in het ondiepe grondwater en het regionale oppervlaktewatersysteem geen effecten op de chlorideconcentratie waarneembaar zullen zijn.

Gebruiksfase

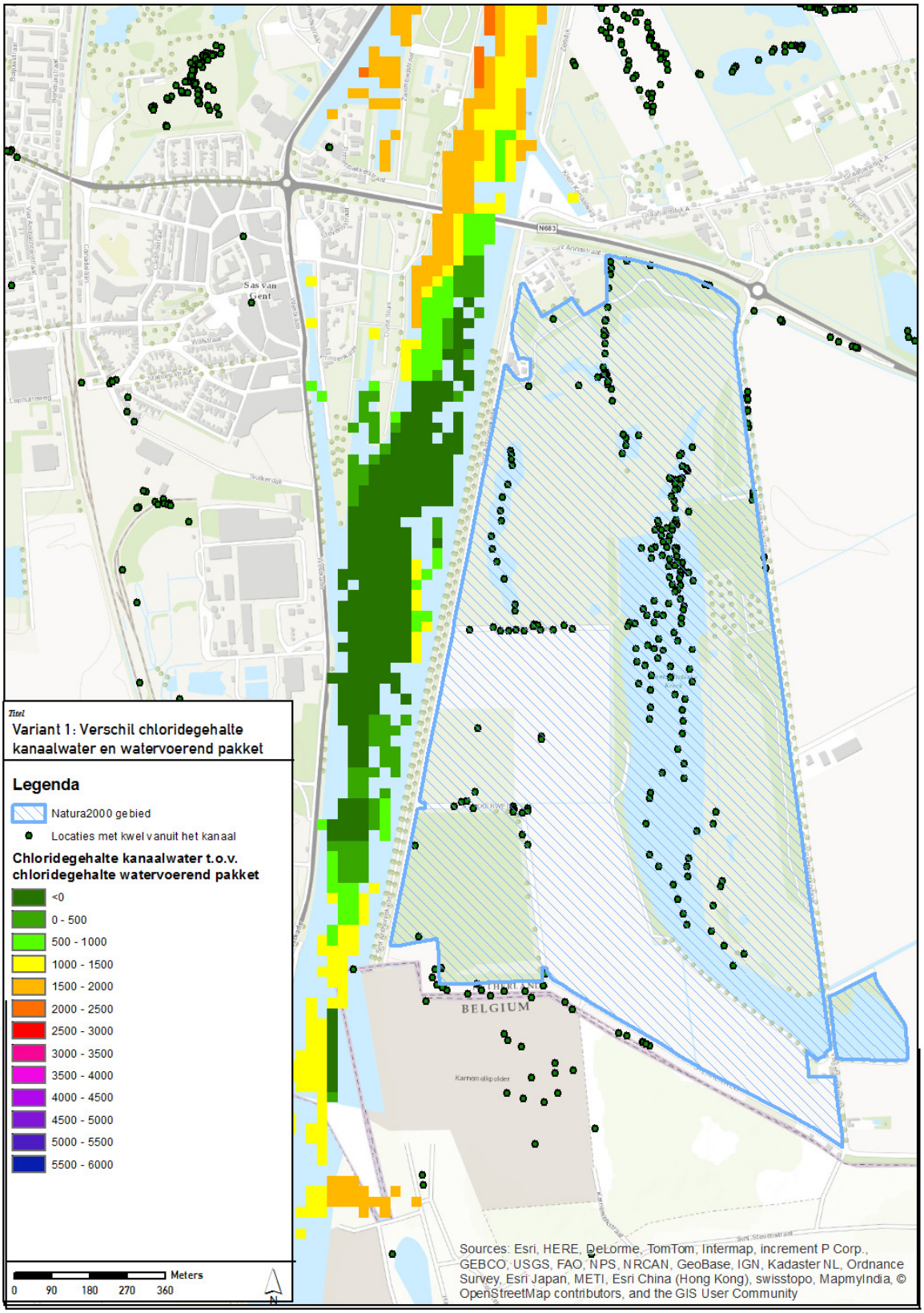
In variant 1 worden zoutuitwisselingsreducerende maatregelen op de Nieuwe Sluis en de bestaande sluizen van het complex toegepast, resulterend in een rendement van 75% zoutscheiding voor alle sluizen. Hierdoor zijn de chlorideconcentraties op het kanaal lager dan in de referentiesituatie.

In Figuur 6-9 is het verschil tussen het chloridegehalte op de bodem van het kanaal en het chloridegehalte in het onderliggende watervoerend pakket weergegeven. Ten opzichte van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling is de verbrakking van het watervoerend pakket minder en zijn meer locaties aanwezig waar verzoeting van het watervoerend pakket optreedt. Dit is een positief effect. De kwelstroom die vanuit het kanaal via het watervoerend pakket naar de ondiepe ondergrond optreedt komt vooral boven in regionale watergangen. Dit is te zien in Figuur 6-2. Dit houdt in dat afname van verzilting vooral merkbaar zal zijn in regionale watergangen.



Figuur 6-9 Verschil tussen het chloridegehalte in het kanaal (langjarig gemiddelde) en het chloridegehalte van het watervoerende pakket in variant 1

Ter plaatse van de zoetwaterlens rond zijkanaal C is het chloridegehalte van het kanaal nog steeds hoger dan dat van het onderliggende watervoerende pakket. De infiltratie via de bodem vanuit dit zijkanaal is echter beperkt (alleen in het uiterste oostelijke puntje). Daarom is het effect neutraal beoordeeld.



Figuur 6-10 Kwel (langjarig gemiddelde chlorideconcentratie) vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet in variant 1

In Figuur 6-10 is de kwel vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet weergegeven. Op de kaart is te zien dat kwel vanuit het kanaal bovenkomt in het oppervlaktewater van Canisvliet en langs wegen. Langs deze wegen zijn wegsloten aanwezig, waar het water in opkwelt. Het chloridegehalte van het kanaalwater is ter hoogte van Canisvliet ongeveer gelijk aan het chloridegehalte van de ondergrond en ongeveer gelijk aan de huidige situatie. Variant 1 lijdt daarom niet tot verbrakking van Canisvliet.

Op basis van bijlage 5 wordt geen beïnvloeding van lokale regenwaterlenzen onder landbouwpercelen verwacht, onder voorbehoud dat dichtheidsstroming geen rol speelt. Uit de modelberekeningen is gebleken dat de verschillen in chlorideconcentratie tussen kanaal en watervoerend pakket nergens zo groot zijn dat dichtheidsstroming een rol speelt. Effecten op de landbouw worden daarom niet verwacht. Verzoeting van het regionale watergangen is mogelijk. Omdat deze watergangen in de huidige situatie brak zijn en niet geschikt om uit te berekenen en de verzoeting niet zodanig is dat ze in de toekomst geschikt worden om uit te beregenen is dit effect voor de landbouw neutraal beoordeeld.

Uit paragraaf 6.3.2 blijkt dat de effecten op kweldruk in het freatisch pakket in de nabijheid van het plangebied ten gevolge van de ingrepen zeer beperkt zijn, qua omvang van het effect en van de locatie. Dit geldt ook voor het effect op chloride in het freatisch grondwater en de watergangen op de betreffende locaties.
De enige effecten worden verwacht aan de binnenzijde van de sluis, nabij de te graven wachtplaats aan de westzijde en nabij de verdieping van het kanaal aan de oostzijde, waar de kweldruk toeneemt en daardoor verzilting van het watervoerend pakket toeneemt. Uit beide afbeeldingen in Figuur 6-15 blijkt dat de enige significante effecten op de grondwaterstand (> 0,05m) die aan het maaiveld verwacht worden beperkt zijn tot de keringen langs beide zijden van het kanaal. Ook toename van verzilting van het freatisch grondwater beperkt zich daarom tot de keringen langs beide zijden van het kanaal.

Variant 2

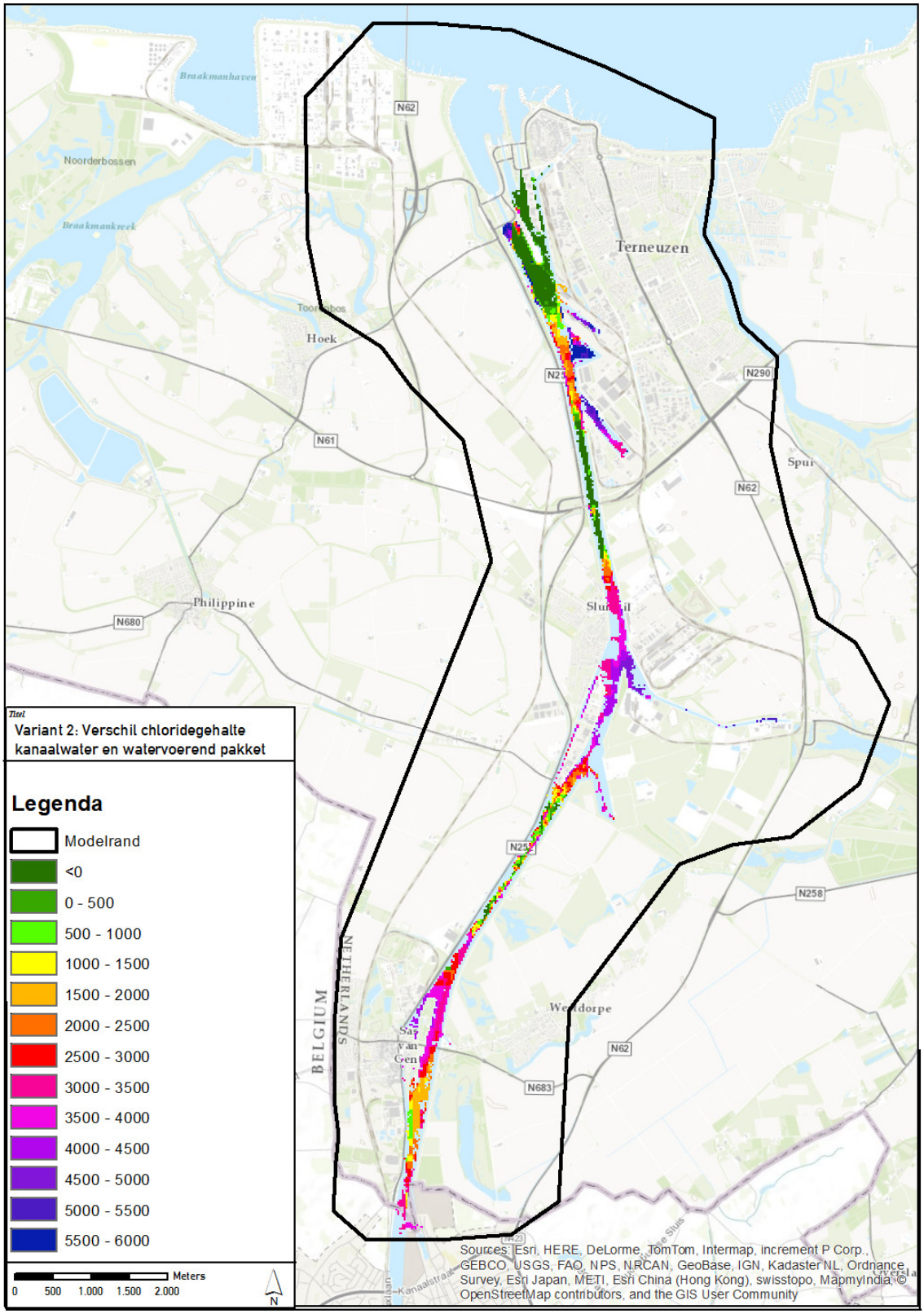
Uitvoeringsfase
Evenals in variant 1 wordt tijdens de uitvoering de Middensluis uit gebruik genomen. Doordat in de uitvoeringsfase het aantal schuttingen afneemt zal het kanaal in de zomersituatie minder verzilten dan in de huidige situatie. Verwacht wordt dat in het ondiepe grondwater en het regionale oppervlaktewatersysteem geen effecten op de chlorideconcentratie waarneembaar zullen zijn.

Gebruiksfase

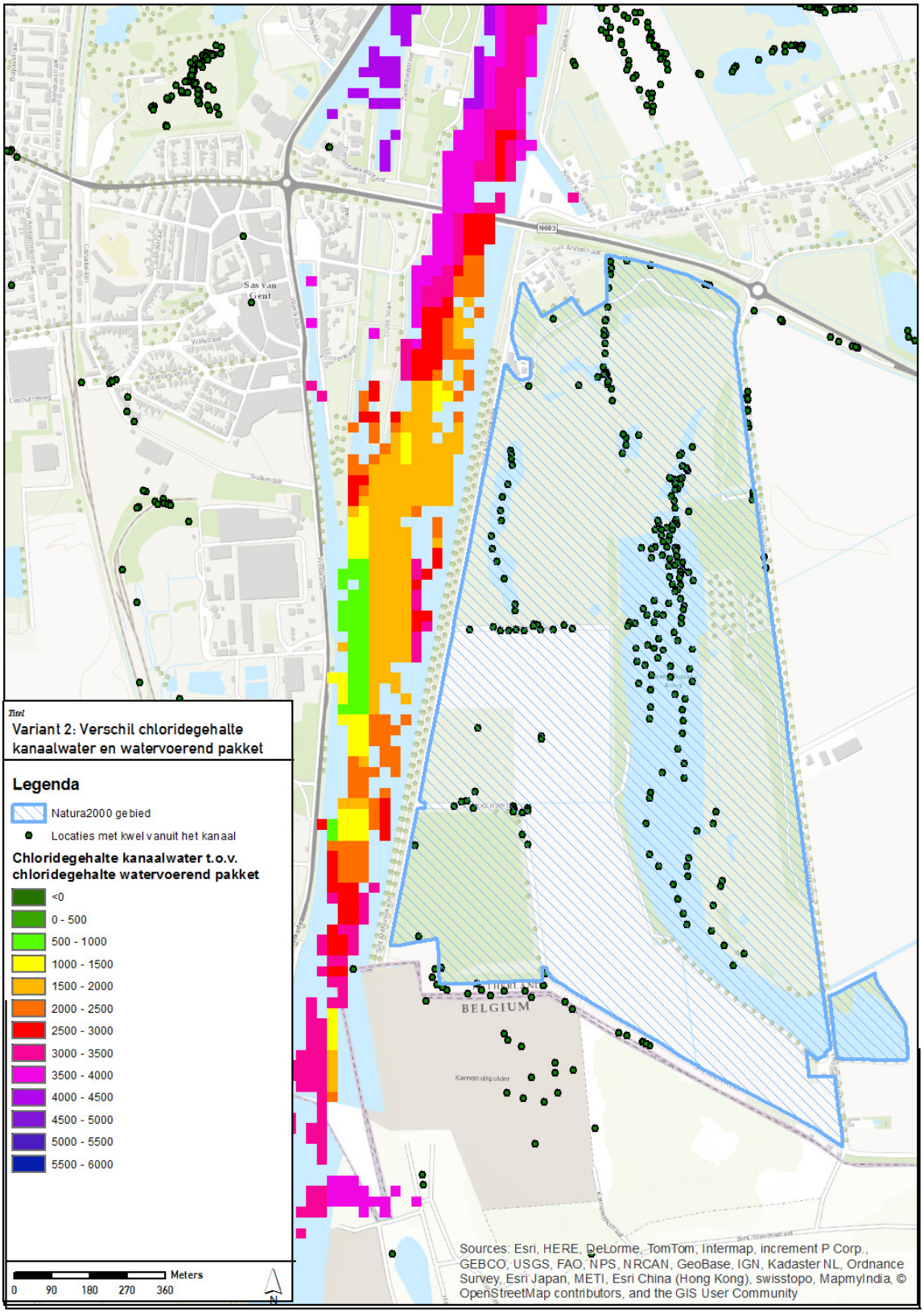
In variant 2 worden zoutuitwisselingsreducerende maatregelen getroffen bij de Nieuwe Sluis, resulterend in een rendement van 50% zoutscheiding alleen voor de Nieuwe Sluis. Hierdoor nemen de chloridegehaltes op Kanaal Gent-Terneuzen toe.

In Figuur 6-11 is het verschil tussen het chloridegehalte op de bodem van het kanaal en het chloridegehalte in het onderliggende watervoerend pakket weergegeven. Ten opzichte van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling treedt meer verbrakking van het watervoerend pakket op en zijn minder locaties aanwezig waar verzoeting van het watervoerend pakket optreedt. Dit is een negatief effect. De kwelstroom die vanuit het kanaal via het watervoerend pakket naar de ondiepe ondergrond optreedt komt vooral boven in regionale watergangen. Dit is te zien in Figuur 6-2. Dit houdt in dat toename van verzilting vooral merkbaar zal zijn in regionale watergangen.

Ter plaatse van de zoetwaterlens rond zijkanaal C is het chloridegehalte van het kanaal nog steeds hoger dan dat van het onderliggende watervoerende pakket. De infiltratie via de bodem vanuit dit zijkanaal is echter beperkt (alleen in het uiterste oostelijke puntje). Daarom is het effect neutraal beoordeeld.



Figuur 6-11 Verschil tussen het chloridegehalte in het kanaal (langjarig gemiddelde) en het chloridegehalte van het watervoerende pakket in variant 2



Figuur 6-12 Kwel (langjarig gemiddelde chlorideconcentratie) vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet in variant 2

In Figuur 6-12 is de kwel vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet weergegeven. Op de kaart is te zien dat kwel vanuit het kanaal bovenkomt in het oppervlaktewater van Canisvliet en langs wegen. Langs deze wegen zijn wegsloten aanwezig, waar het water in opkwelt. Het chloridegehalte van het kanaalwater is ter hoogte van Canisvliet hoger dan het chloridegehalte van de ondergrond en hoger dan de huidige situatie. Variant 2 lijdt daarom mogelijk tot verbrakking van het oppervlaktewater van Canisvliet. De verbrakking van het kanaal zal echter niet volledig doorwerken in het watersysteem van Canisvliet. Het kruipend moerasscherm, de beschermde plant in Canisvliet, groeit op de grens van land en oppervlaktewater. Hierbij overstroomt het plantje deels bij hoge waterstanden in het oppervlaktewater. Effect op het kruipend moerasscherm door verzilting van het oppervlaktewater is daarom niet uit te sluiten.

Op basis van bijlage 5 wordt geen beïnvloeding van lokale regenwaterlenzen onder landbouwpercelen verwacht, onder voorbehoud dat dichtheidsstroming geen rol speelt. Uit de modelberekeningen is gebleken dat de verschillen in chlorideconcentratie tussen kanaal en watervoerend pakket nergens dusdanig groot zijn dat dichtheidsstroming een rol speelt. Effecten op de landbouw worden daarom niet verwacht. Verzilting van regionale watergangen is mogelijk. Omdat deze watergangen in de huidige situatie brak zijn en niet geschikt om uit te berekenen is dit effect voor de landbouw neutraal beoordeeld.

Uit paragraaf 6.3.2 blijkt dat de effecten op kweldruk in het freatisch pakket in de nabijheid van het plangebied ten gevolge van de ingrepen zeer beperkt zijn, qua omvang van het effect en van de locatie. Dit geldt ook voor het effect op chloride in het freatisch grondwater en de watergangen op de betreffende locaties.
De enige effecten worden verwacht aan de binnenzijde van de sluis, nabij de te graven wachtplaats aan de westzijde en nabij de verdieping van het kanaal aan de oostzijde, waar de kweldruk toeneemt en daardoor verzilting van het watervoerend pakket toeneemt. Uit beide afbeeldingen in Figuur 6-17 blijkt dat de enige significante effecten op de grondwaterstand (> 0,05m) die aan het maaiveld verwacht worden beperkt zijn tot de kering aan de westzijde van het kanaal. Ook toename van verzilting van het freatisch grondwater beperkt zich daarom tot de kering aan de westzijde van het kanaal.

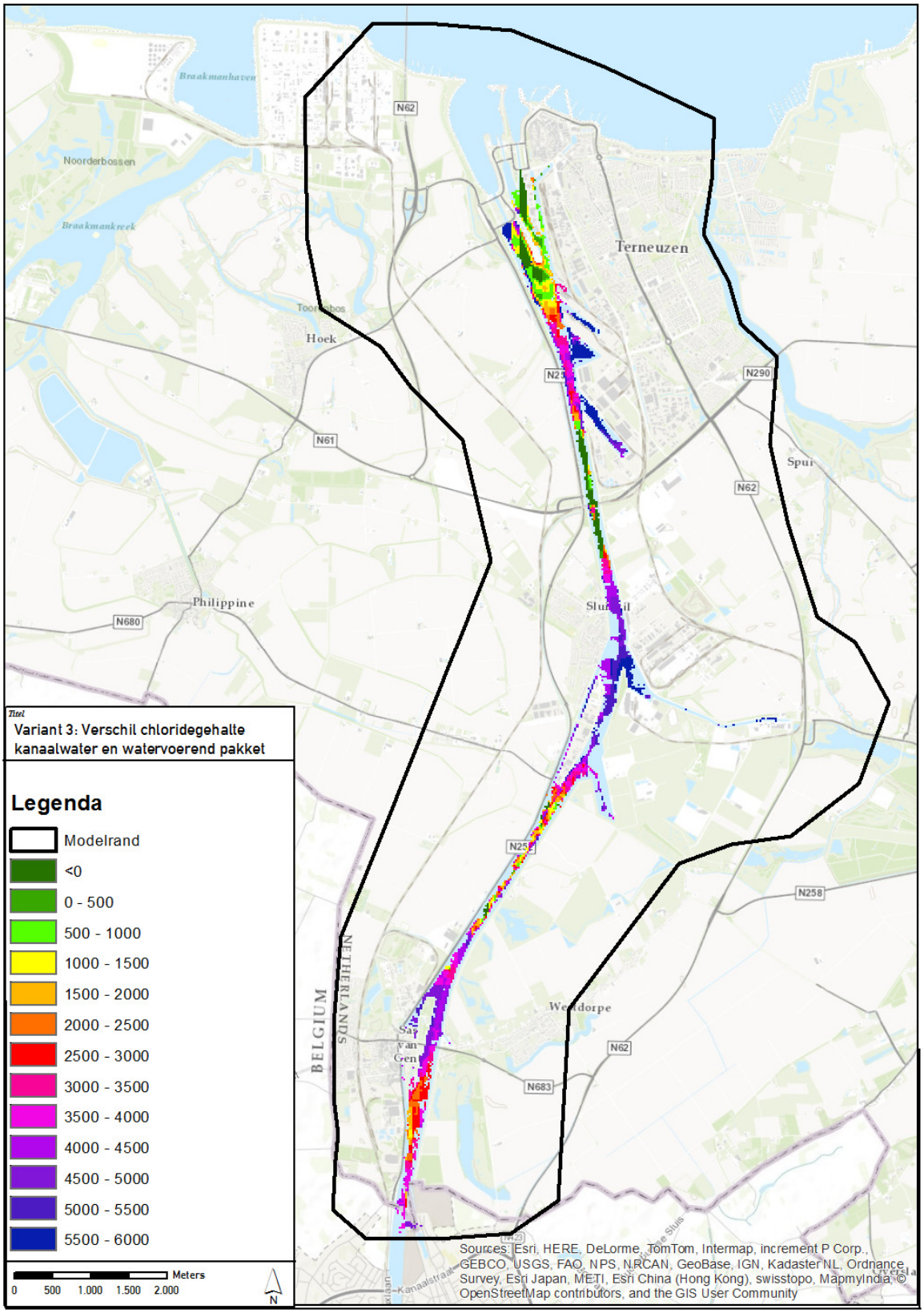
Variant 3

Uitvoeringsfase
Evenals in variant 1 en 2 wordt tijdens de uitvoering de Middensluis uit gebruik genomen. Doordat in de uitvoeringsfase het aantal schuttingen afneemt zal het kanaal in de zomersituatie minder verzilten dan in de huidige situatie. Verwacht wordt dat in het ondiepe grondwater en het regionale oppervlaktewatersysteem geen effecten op de chlorideconcentratie waarneembaar zullen zijn.

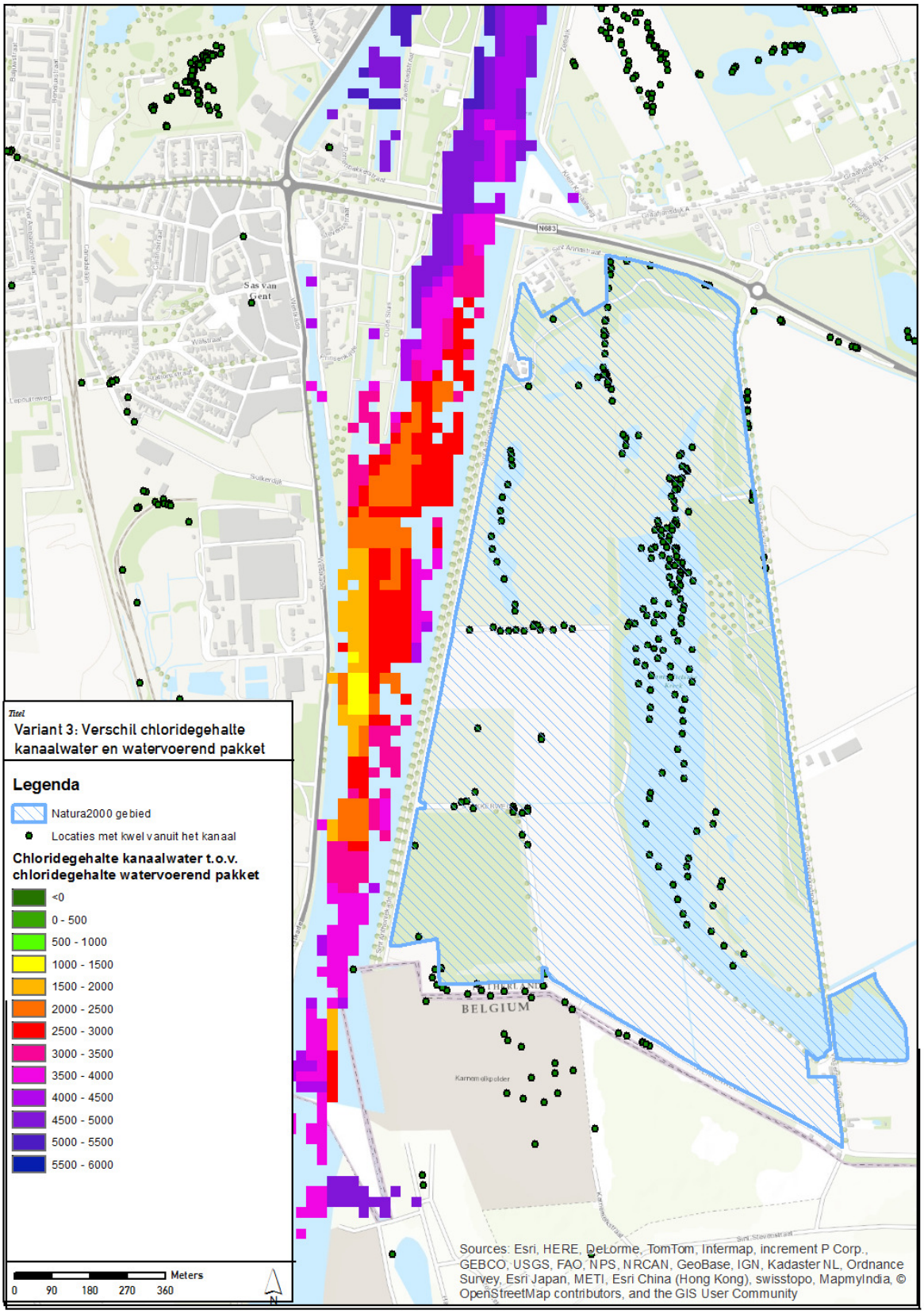
Gebruiksfase
In variant 3 worden geen zoutuitwisselingsreducerende maatregelen getroffen. Hierdoor nemen de chloridegehaltes op Kanaal Gent-Terneuzen sterk toe.

In Figuur 6-13 is het verschil tussen het chloridegehalte op de bodem van het kanaal en het chloridegehalte in het onderliggende watervoerend pakket weergegeven. Ten opzichte van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling treedt meer verbrakking van het watervoerend pakket op en zijn minder locaties aanwezig waar verzoeting van het watervoerend pakket optreedt. Dit is een negatief effect. De kwelstroom die vanuit het kanaal via het watervoerend pakket naar de ondiepe ondergrond optreedt komt vooral boven in regionale watergangen. Dit is te zien in Figuur 6-2. Dit houdt in dat toename van verzilting vooral merkbaar zal zijn in regionale watergangen.

Ter plaatse van de zoetwaterlens rond zijkanaal C is het chloridegehalte van het kanaal nog steeds hoger dan dat van het onderliggende watervoerende pakket. De infiltratie via de bodem vanuit dit zijkanaal is echter beperkt (alleen in het uiterste oostelijke puntje). Daarom is het effect neutraal beoordeeld.



Figuur 6-13 Verschil tussen het chloridegehalte in het kanaal (langjarig gemiddelde) en het chloridegehalte van het watervoerende pakket in variant 3



Figuur 6-14 Kwel (langjarig gemiddelde chlorideconcentratie) vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet in variant 3

In Figuur 6-14 is de kwel vanuit Kanaal Gent-Terneuzen naar Natura 2000-gebied Canisvliet weergegeven. Op de kaart is te zien dat kwel vanuit het kanaal bovenkomt in het oppervlaktewater van Canisvliet en langs wegen. Langs deze wegen zijn wegsloten aanwezig, waar het water in opkwelt. Het chloridegehalte van het kanaalwater is ter hoogte van Canisvliet hoger dan het chloridegehalte van de ondergrond en hoger dan de huidige situatie. Variant 3 lijdt daarom mogelijk tot verbrakking van het oppervlaktewater van Canisvliet. De verbrakking van het kanaal zal echter niet volledig doorwerken in het watersysteem van Canisvliet. Het kruipend moerasscherm, de beschermde plant in Canisvliet, groeit op de grens van land en oppervlaktewater. Hierbij overstroomt het plantje deels bij hoge waterstanden in het oppervlaktewater. Effect op het kruipend moerasscherm door verzilting van het oppervlaktewater is daarom niet uit te sluiten.

Op basis van bijlage 5 wordt geen beïnvloeding van lokale regenwaterlenzen onder landbouwpercelen verwacht, onder voorbehoud dat dichtheidsstroming geen rol speelt. Uit de modelberekeningen is gebleken dat de verschillen in chlorideconcentratie tussen kanaal en watervoerend pakket nergens dusdanis groot zijn dat dichtheidsstroming een rol speelt. Effecten op de landbouw worden daarom niet verwacht. Verzilting van regionale watergangen is mogelijk. Omdat deze watergangen in de huidige situatie brak zijn en niet geschikt om uit te berekenen is dit effect voor de landbouw neutraal beoordeeld.

Uit paragraaf 6.3.2 blijkt dat de effecten op kweldruk in het freatisch pakket in de nabijheid van het plangebied ten gevolge van de ingrepen zeer beperkt zijn, qua omvang van het effect en van de locatie. Dit geldt ook voor het effect op chloride in het freatisch grondwater en de watergangen op de betreffende locaties.
De effecten op verzilting van het grondwater kunnen worden opgedeeld in de verwachte grondwaterstandsverhoging aan de binnenzijde van de sluis, met een toename van de kweldruk als gevolg, en de verwachte grondwaterstandsverlaging in een deel van Terneuzen en nabij de westelijke havenmond, met een verlaging van de kweldruk als gevolg.

De enige effecten worden verwacht aan de binnenzijde van de sluis, nabij de te graven wachtplaats aan de westzijde en nabij de verdieping van het kanaal aan de oostzijde, waar de kweldruk toeneemt en daardoor verzilting van het watervoerend pakket toeneemt. Uit beide afbeeldingen in Figuur 6-19 blijkt dat de enige significante effecten op de grondwaterstand (> 0,05m) die aan het maaiveld verwacht worden beperkt zijn tot de keringen langs beide zijden van het kanaal. Ook toename van verzilting van het freatisch grondwater beperkt zich daarom tot de keringen langs beide zijden van het kanaal.

De verwachte grondwaterstandsverlaging concentreert zich bij beide havenmonden, waarbij opvalt dat de effecten aan het maaiveld aan de oostzijde sterker zijn dan in het watervoerende pakket. Aan de

westzijde zijn de effecten aan het maaiveld juist beperkt in vergelijking tot de effecten in het watervoerende pakket. Voor beide zijden geldt dat de effecten tot voorbij de kering leiden tot een afname van de verzilting van het grondwater.

6.3.2 Verandering stijghoogte grondwater en grondwaterstand (m) en grondwaterstroming

In deze paragraaf worden, conform de beschrijving in tabel 4-1, de effecten voor het de grondwaterstanden en grondwaterstroming tijdens de uitvoerings- en gebruiksfase per variant beschreven. Bij de keuze voor bouwmethoden is rekening gehouden met grondwatereffecten op de omgeving. Bouwmethoden die potentieel veel effect geven worden niet toegepast.

Variant 1

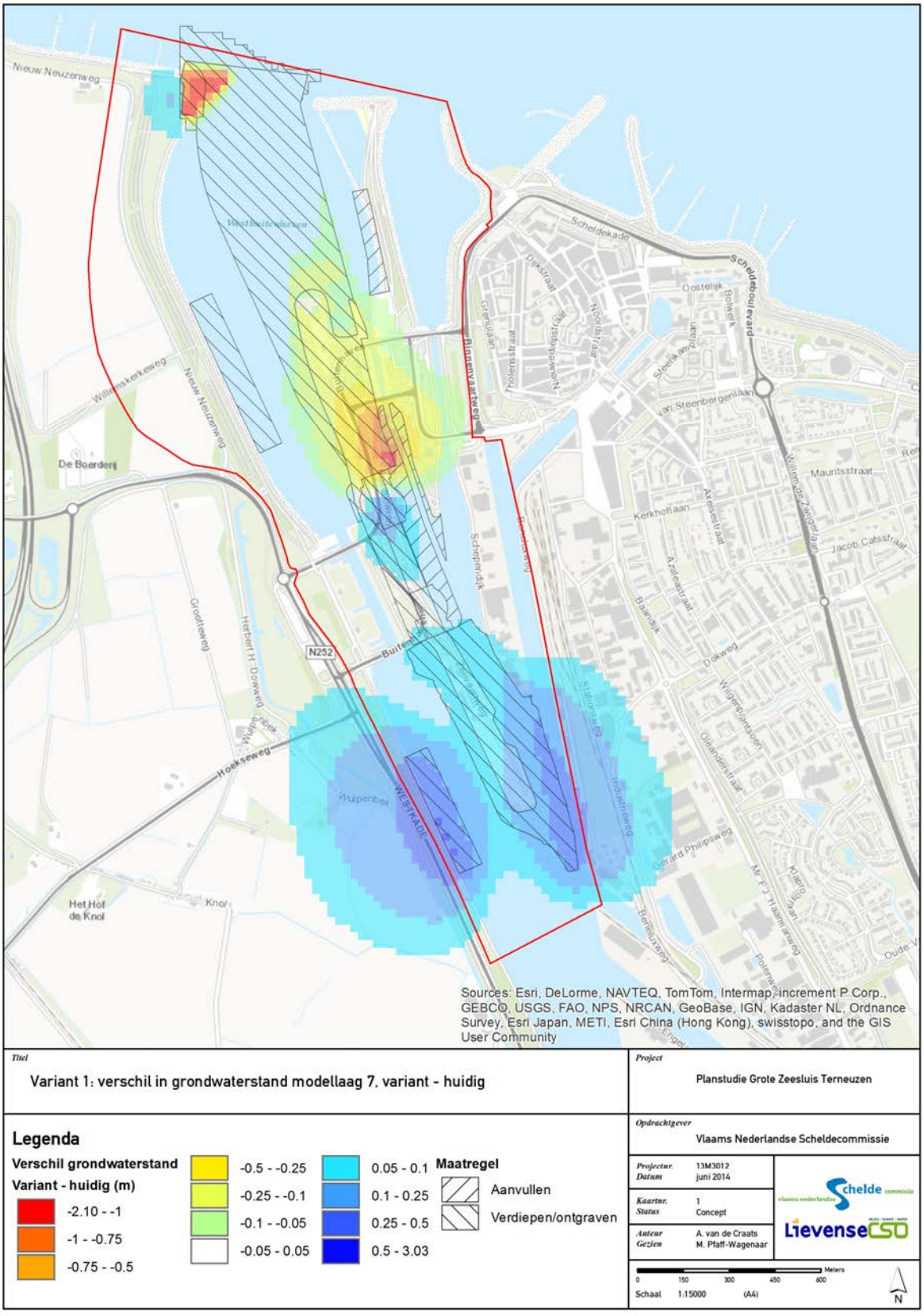
Voor de aanleg van de sluis worden de sluishoofden in deze variant in een droge bouwkuip gerealiseerd. Hiervoor worden damwanden tot in de Boomse Klei geslagen en wordt de afgesloten bouwkuip vervolgens bemalen zodat droog gewerkt kan worden. De tussenliggende kolk wordt in den natte aangelegd, waardoor geen bemaling nodig is.

Gezien het feit dat de sluiskolk in den natte wordt aangelegd (dus zonder bemaling) en de bouwkuip voor de hoofden aan de onderzijde wordt afgesloten door de Boomse Klei is er geen effect op de grondwaterstanden in de omgeving te verwachten die specifiek is toe te schrijven aan de uitvoeringsfase van het project.

Door de aanleg van de sluis met bijbehorende voorgestelde verdiepingen/vergravingen aan beide zijden van de sluis wordt de weerstand biedende sliblaag op de bodem van de voorhaven en het kanaal verwijderd. Dit kan wel gevolgen hebben voor de stijghoogte in het 1^{e} watervoerend pakket en de freatische grondwaterstand, aangezien kwel/infiltratie nu makkelijker kan optreden. Deze effecten zijn qua omvang maximaal direct na afronding van alle verdiepingen, aangezien op dat moment de bodemweerstand minimaal is. Het is de verwachting is dat door aanslibbing deze weerstand zich daarna weer zal opbouwen, waardoor de effecten zullen afnemen. Voor het bepalen van de effecten is daarom geen onderscheid gemaakt tussen de uitvoerings- en gebruiksfase, maar is het beschreven moment direct na aanleg aangehouden als “worst-case” moment voor beide fases.

In de beoordelingstabel worden de effecten die specifiek zijn toe te schrijven aan de bouwfase (wel- of geen bemaling) beoordeeld voor de aanleg en worden de beschreven effecten door het verlagen van de bodemweerstand beoordeeld voor de gebruiksfase.

In Figuur 6-15 is de verandering in stijghoogte in het watervoerende pakket onder het kanaal (boven) en aan het maaiveld (onder) gegeven.



Titel

Variant 1: verschil in grondwaterstand modellaag 7, variant - huidig

Project

Planstudie Grote Zeesluis Terneuzen

Legenda

Verschil grondwaterstand Variant - huidig (m)

- -2.10 - -1
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 3.03

Maatregel

- Aanvullen
- Verdiepen/ontgraven

Opdrachtgever

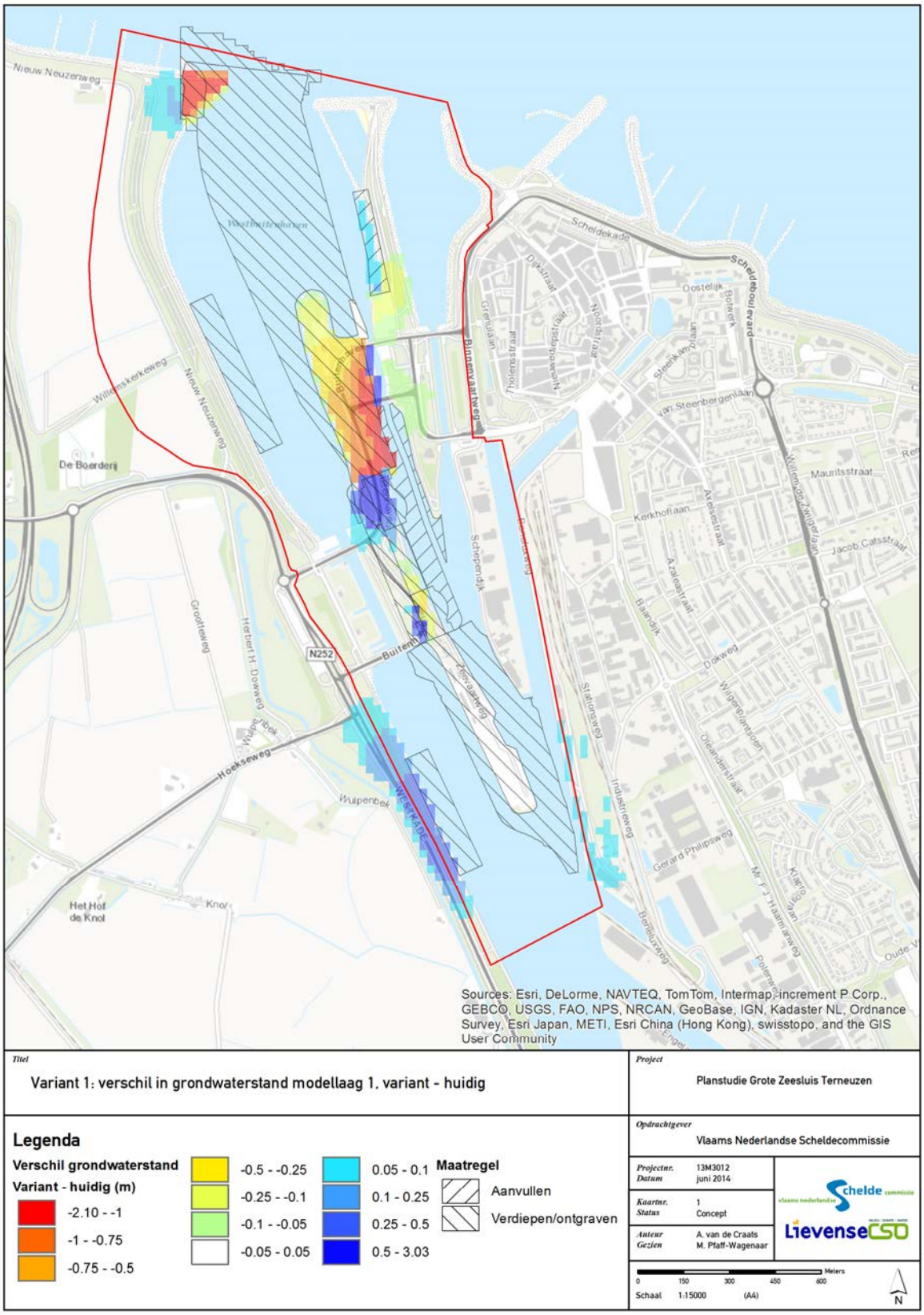
Vlaams Nederlandse Scheldecommissie

Projectnr.	13M3012
Datum	juni 2014
Kaartnr.	1
Status	Concept
Auteur	A. van de Craats
Gezien	M. Pfaff-Wagenaar

Meters: 0 150 300 450 600

Schaal 1:15000 (A4)

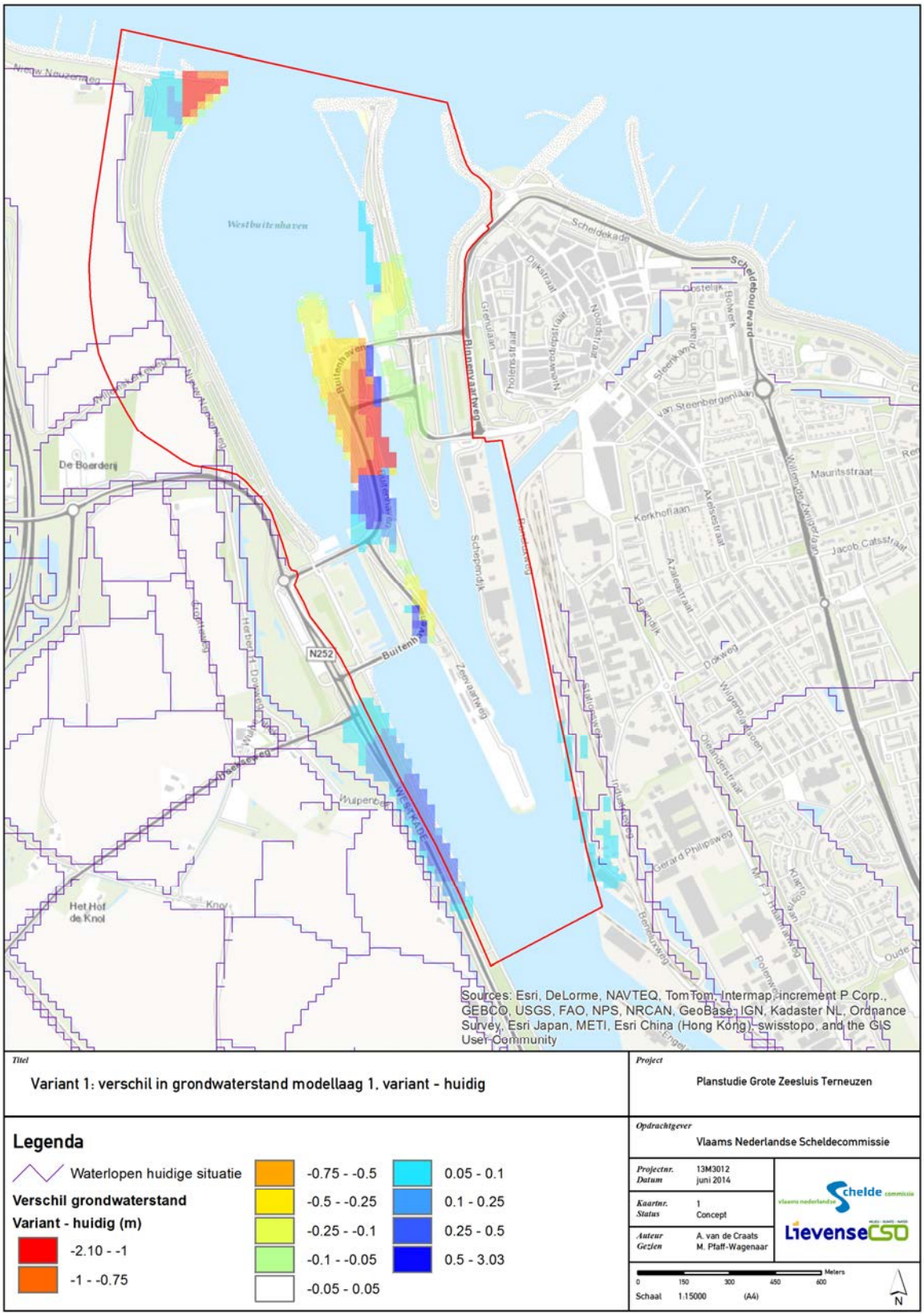
N



Figuur 6-15 Verandering stijghoogte variant 1 in het watervoerend pakket (boven) en aan het maaiveld (onder)

Hieruit blijkt dat de effecten buiten de bouwdelen (de gearceerde vlakken) ruimtelijk en kwantitatief beperkt zijn. De effecten die binnen de bouwdelen worden berekend worden veroorzaakt door verandering van hydraulische weerstand als gevolg van verdiepen of aanvullen van onderwaterbodem. In delen die worden afgegraven is na aanleg het oppervlaktewaterpeil van toepassing. In delen die worden aangevuld wordt nieuw maaiveld met de benodigde ontwatering gerealiseerd. De weergegeven effecten zijn daardoor op deze locaties niet relevant.

De grootste effecten buiten de bouwdelen worden verwacht aan de binnenzijde van de sluis, nabij de te graven wachtplaats aan de westzijde en nabij de verdieping van het kanaal aan de oostzijde. Hierbij geldt dat de effecten in het watervoerend pakket veel verder vanaf het kanaal reiken dan de effecten zoals ze aan het maaiveld merkbaar zullen zijn. Uit analyse van de ruimtelijke begrenzing van de effecten aan het maaiveld blijkt dat deze ruimtelijk worden begrensd door de aanwezige waterlopen, zoals aangegeven in Figuur 6-16. Uit beide afbeeldingen in Figuur 6-15 blijkt dat de enige significante effecten (> 0,05m) die aan het maaiveld verwacht worden beperkt zijn tot de keringen langs beide zijden van het kanaal.



Figuur 6-16 Verandering stijghoogte variant 1 aan het maaiveld en de waterlopen van het regionale watersysteem

Gezien de beperkte verandering in ondiepe grondwaterstanden en stijghoogtes in het 1e watervoerend pakket (zowel kwantitatief als ruimtelijk) wordt geen verandering in het grondwaterstromingspatroon verwacht. De kweldruk naar het freatisch pakket aan weerszijden van het kanaal en de watergangen direct langs het kanaal kan licht toenemen op de plaatsen waar in Figuur 6-16 een verandering van de freatische grondwaterstand zichtbaar is. Deze effecten zijn zeer beperkt.

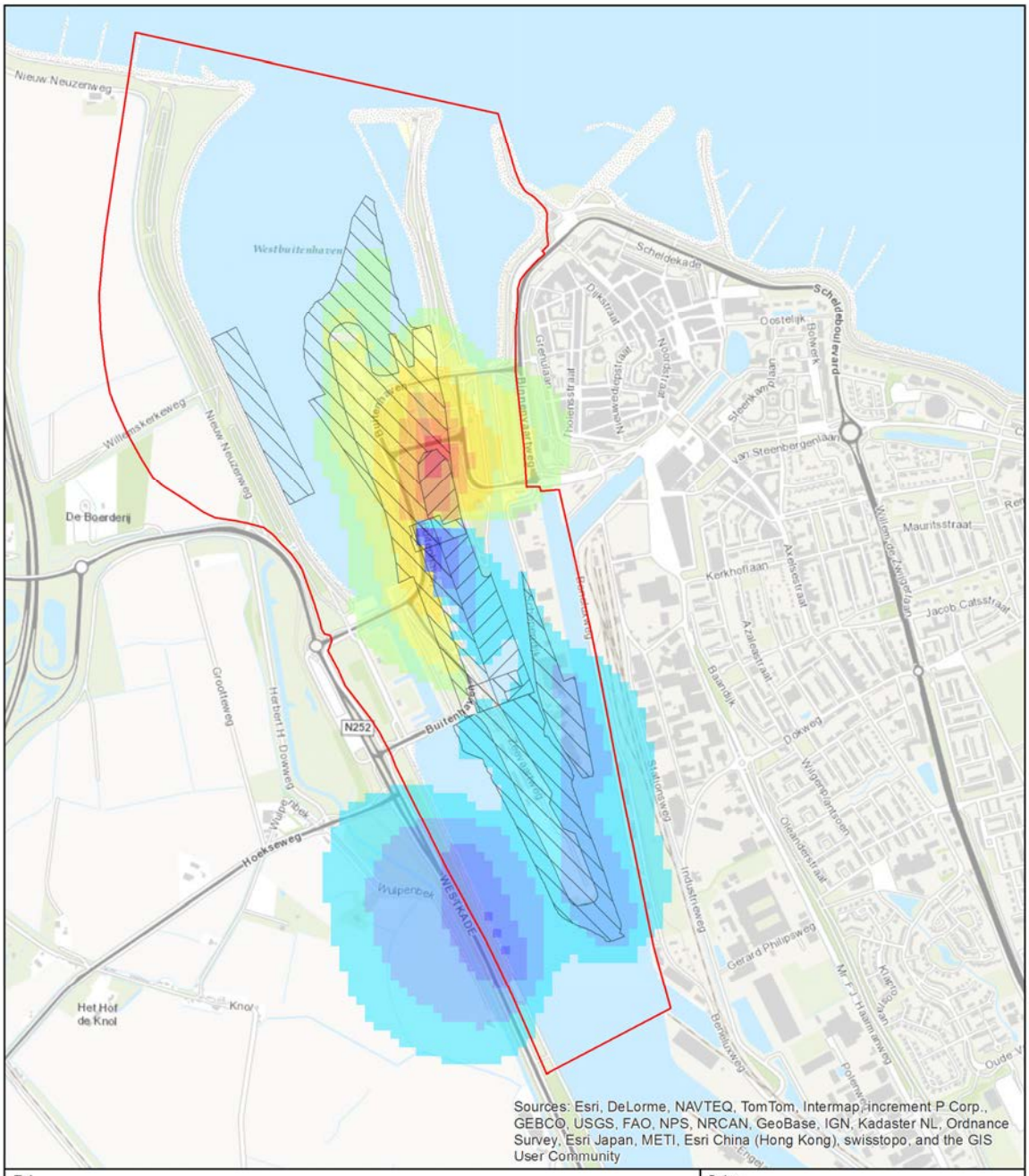
Variant 2

Voor de aanleg van de sluis worden de sluishoofden aangelegd middels de caissonmethode en de tussenliggende kolk wordt in den natte aangelegd. Hierdoor is tijdens de uitvoeringsfase geen bemaling nodig en is er geen effect op de grondwaterstanden in de omgeving te verwachten die specifiek is toe te schrijven aan de uitvoeringsfase van het project.

Door de aanleg van de sluis met bijbehorende voorgestelde verdiepingen/vergravingen aan beide zijden van de sluis wordt de weerstand biedende sliblaag op de bodem van een deel van de voorhaven en het kanaal verwijderd. Dit kan wel gevolgen hebben voor de stijghoogte in het 1e watervoerend pakket en de freatische grondwaterstand, aangezien kwel/infiltratie nu makkelijker kan optreden. Deze effecten zijn qua omvang maximaal direct na afronding van alle verdiepingen, aangezien op dat moment de bodemweerstand minimaal is. De verwachting is dat door aanslibbing deze weerstand zich daarna weer zal opbouwen, waardoor de effecten zullen afnemen. Voor het bepalen van de effecten is daarom geen onderscheid gemaakt tussen de uitvoerings- en gebruiksfase, maar is het beschreven moment direct na aanleg aangehouden als “worst-case” moment voor beide fases.

In de beoordelingstabel worden de effecten die specifiek zijn toe te schrijven aan de bouwfase (wel- of geen bemaling) beoordeeld voor de aanleg en worden de beschreven effecten door het verlagen van de bodemweerstand beoordeeld voor de gebruiksfase.

In Figuur 6-17 is de verandering in stijghoogte in het watervoerende pakket onder het kanaal (boven) en aan het maaiveld (onder) gegeven.



Titel

Variant 2: verschil in grondwaterstand modellaag 7. variant - huidig

Project

Planstudie Grote Zeesluis Terneuzen

Opdrachtgever

Vlaams Nederlandse Scheldecommissie

Legenda

Verschil grondwaterstand

Variant - huidig (m)

- -2.10 - -1
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 3.03

Maatregel

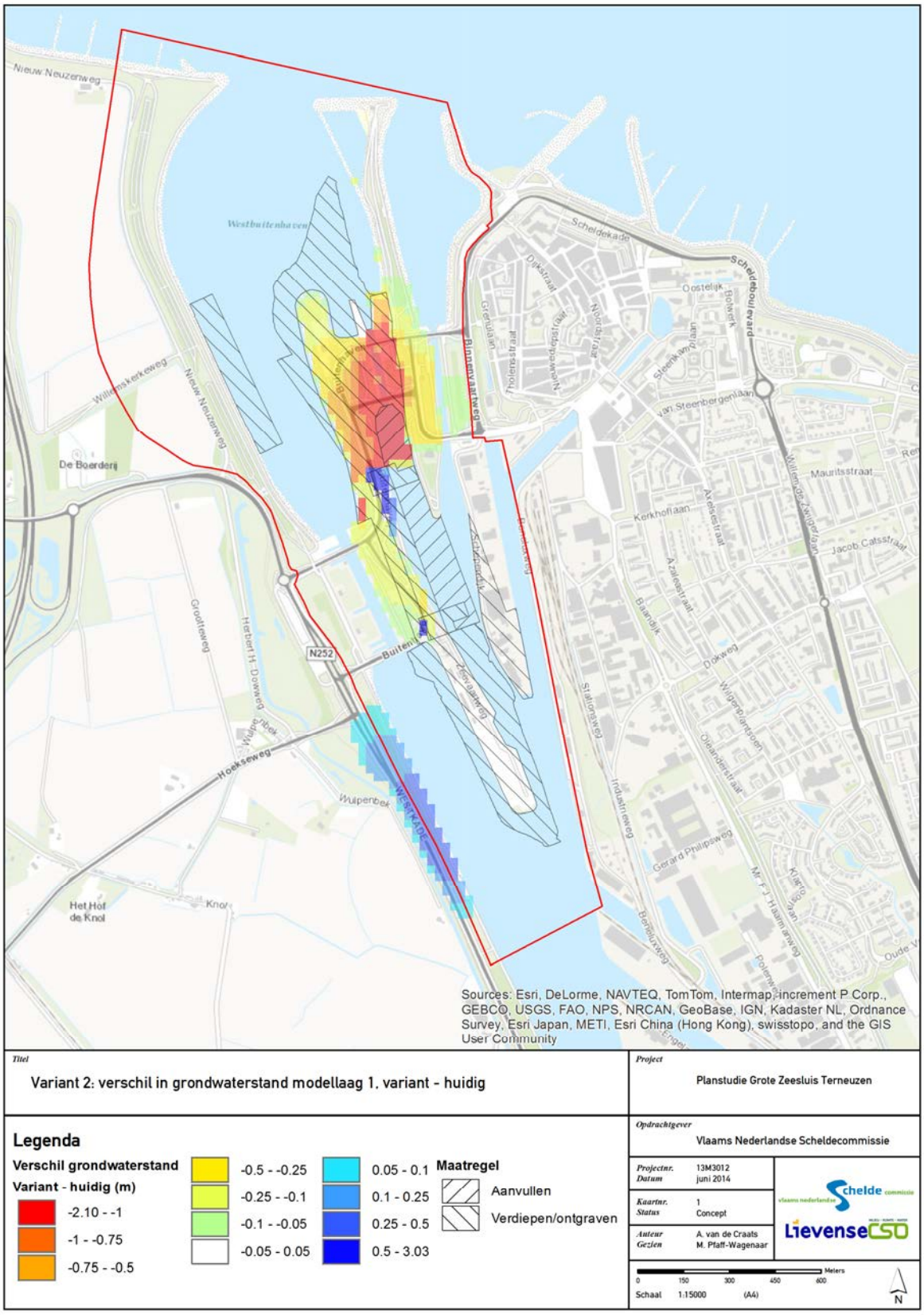
- Aanvullen
- Verdiepen/ontgraven

Projectnr.	13M3012
Datum	juni 2014
Kaartnr.	1
Status	Concept
Auteur	A. van de Craats
Gezien	M. Pfaff-Wagenaar

Meters 0 150 300 450 600

Schaal 1:15000 (A4)

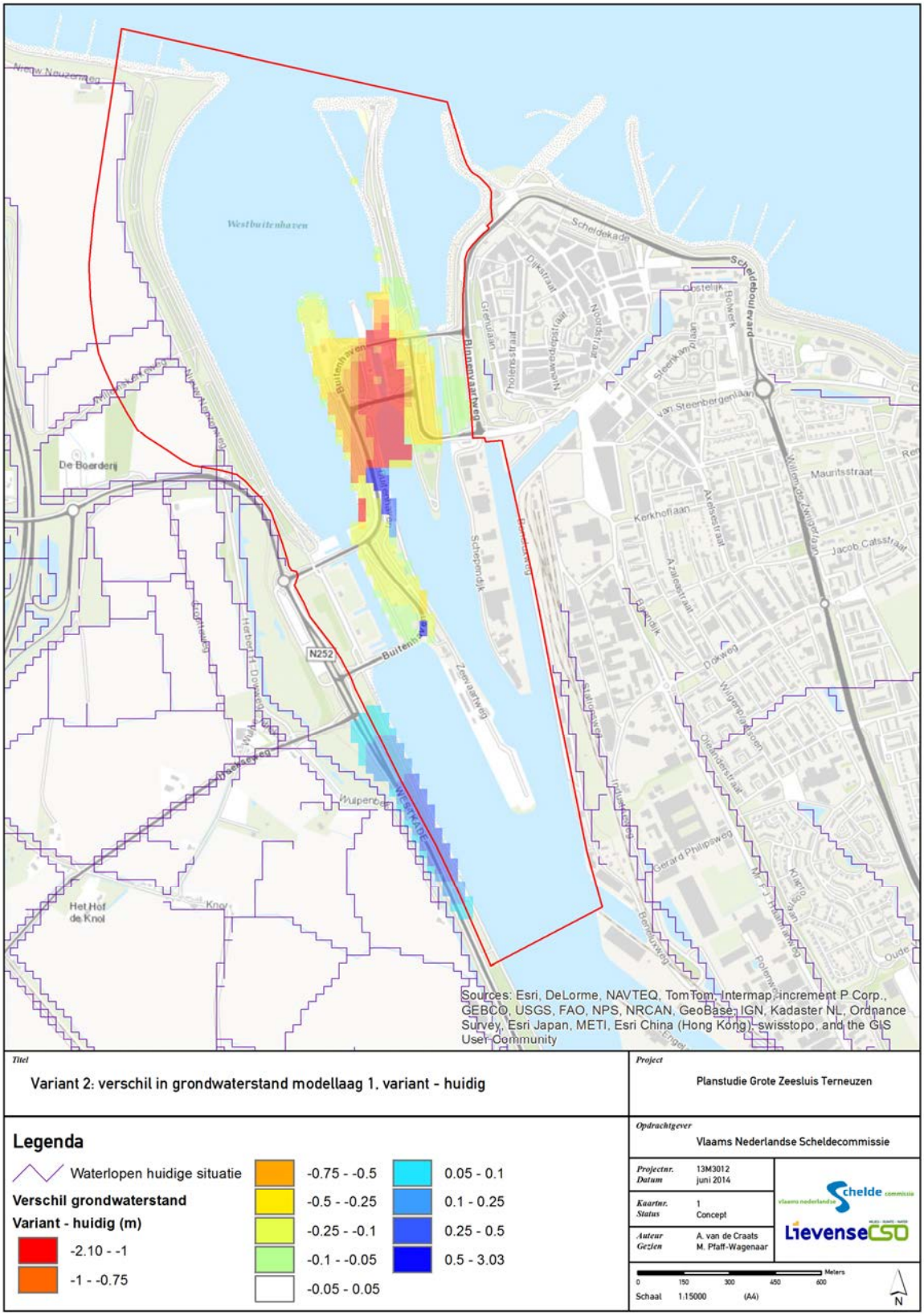
N



Figuur 6-17 Verandering stijghoogte variant 2 in het watervoerend pakket (boven) en aan het maaiveld (onder)

Hieruit blijkt dat de effecten buiten de bouwdelen (de gearceerde vlakken) ruimtelijk en kwantitatief beperkt zijn. De effecten die binnen de bouwdelen worden berekend worden veroorzaakt door verandering van hydraulische weerstand als gevolg van verdiepen of aanvullen van onderwaterbodem. In delen die worden afgegraven is na aanleg het oppervlaktewaterpeil van toepassing. In delen die worden aangevuld wordt nieuw maaiveld met de benodigde ontwatering gerealiseerd. De weergegeven effecten zijn daardoor op deze locaties niet relevant.
De grootste effecten buiten de bouwdelen worden verwacht aan de binnenzijde van de sluis, nabij de te graven wachtplaats aan de westzijde en nabij de verdieping van het kanaal aan de oostzijde. Hierbij geldt dat de effecten in het watervoerend pakket veel verder vanaf het kanaal reiken dan de effecten zoals ze aan het maaiveld merkbaar zullen zijn.

Aan het maaiveld is het zelfs zo dat het effect aan de oostzijde minder dan 0,05 meter is en daarom als niet significant kan worden beschouwd. Uit analyse van de ruimtelijke begrenzing van de effecten aan het maaiveld aan de westzijde blijkt dat deze ruimtelijk worden begrensd door de aanwezige waterloop, zoals aangegeven in Figuur 6-18. Uit beide afbeeldingen in Figuur 6-17 blijkt dat de enige significante effecten (> 0,05m) die aan het maaiveld verwacht worden beperkt zijn tot de kering aan de westzijde van het kanaal.



Figuur 6-18 Verandering stijghoogte variant 2 aan het maaiveld en de waterlopen van het regionale watersysteem

Variant 3

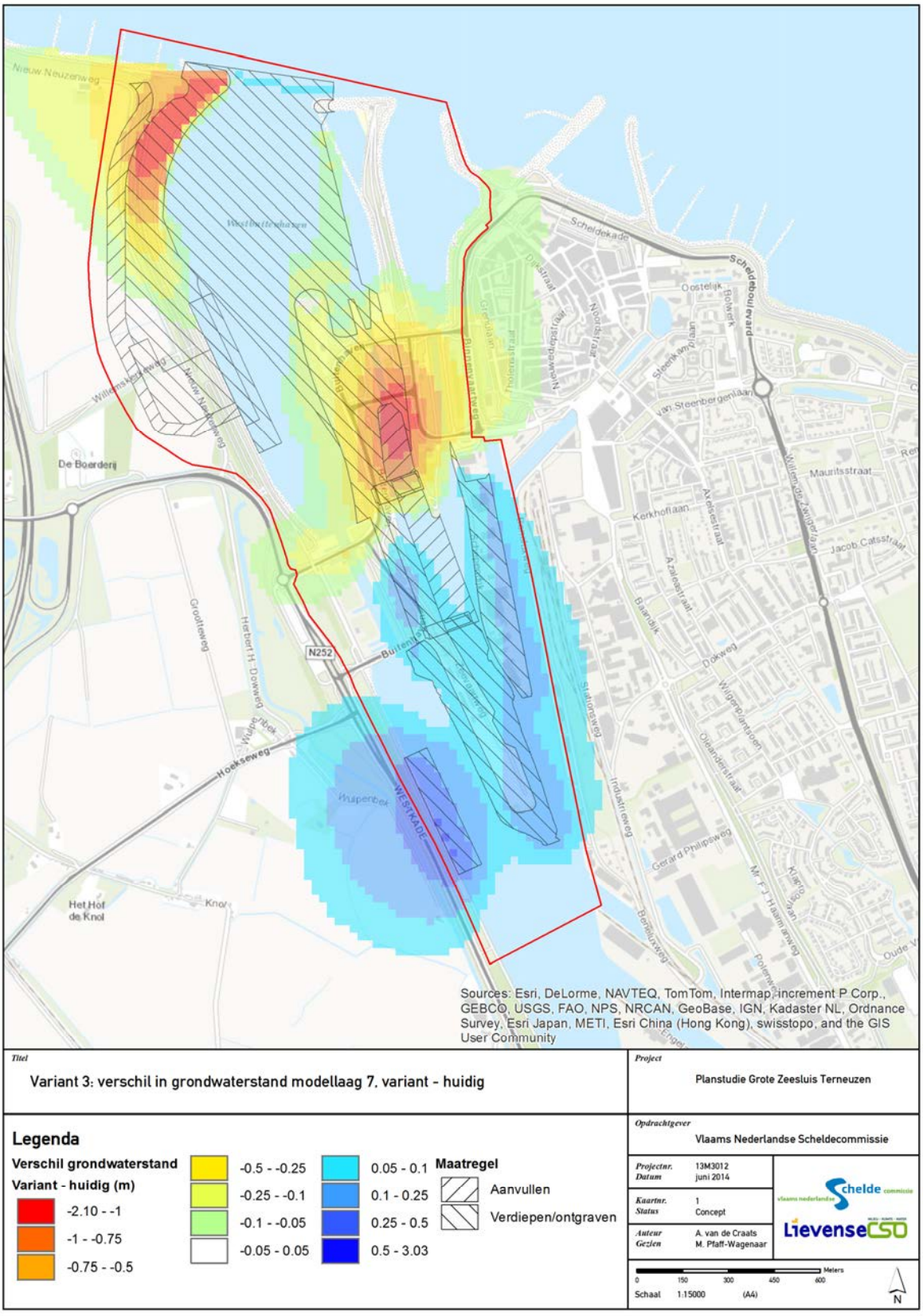
Voor de aanleg van de sluis worden de sluishoofden in deze variant in een droge bouwkuip gerealiseerd. Hiervoor worden damwanden tot in de Boomse Klei geslagen en wordt de afgesloten bouwkuip vervolgens bemalen zodat droog gewerkt kan worden. De tussenliggende kolk wordt doormiddel van onderwaterbeton en damwanden afgesloten en vervolgens leeggepompt. Hierdoor is er tijdens de uitvoering voor de kolk geen bemaling nodig.

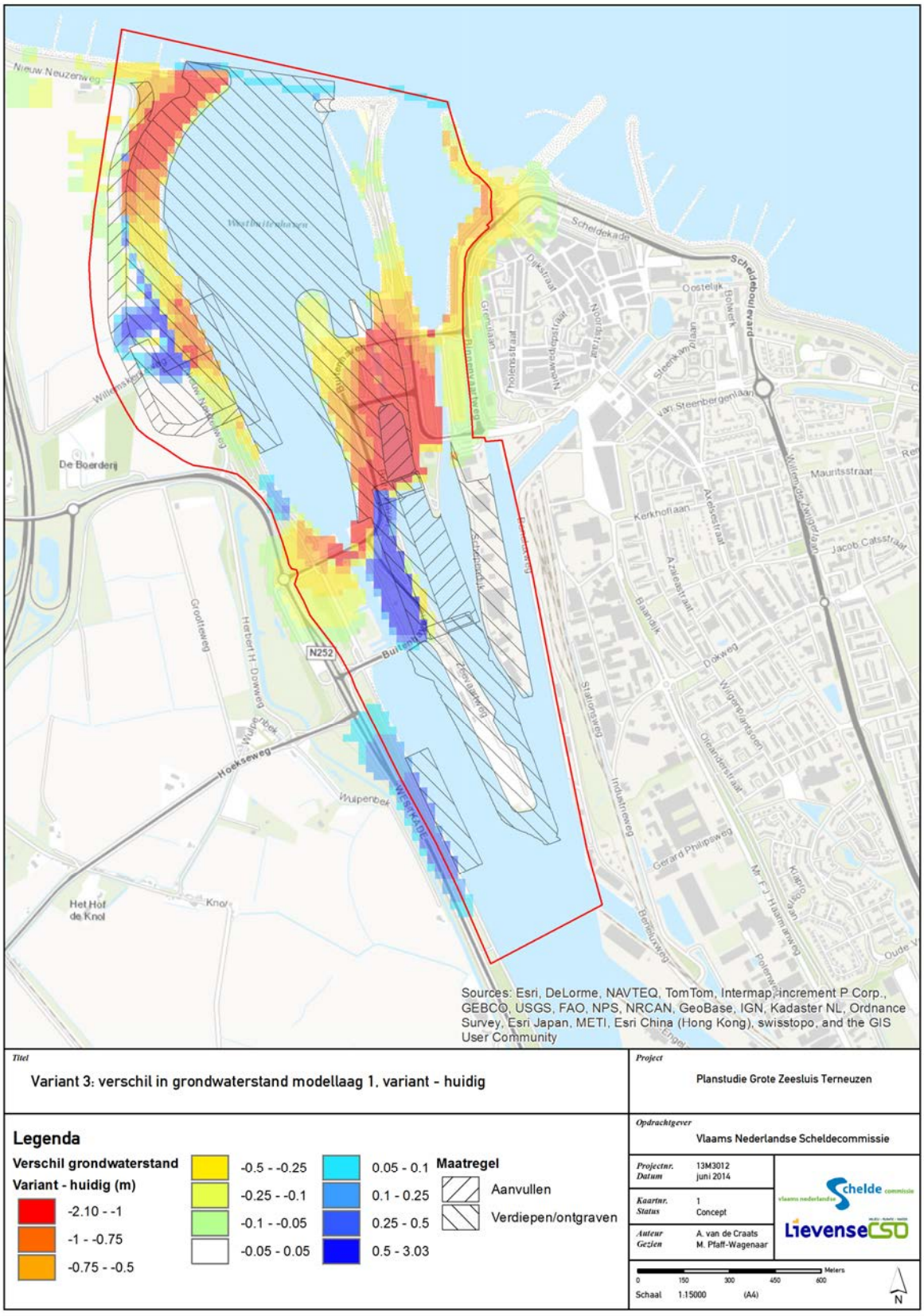
Gezien het feit dat voor de aanleg van de sluiskolk geen bemaling nodig is en de bouwkuip voor de hoofden aan de onderzijde wordt afgesloten door de Boomse Klei is er geen effect op de grondwaterstanden in de omgeving te verwachten die specifiek is toe te schrijven aan de uitvoeringsfase van het project.

Door de aanleg van de sluis met bijbehorende voorgestelde verdiepingen/vergravingen aan beide zijden van de sluis wordt de weerstand biedende sliblaag op de bodem van de voorhaven en het kanaal verwijderd. Dit kan wel gevolgen hebben voor de stijghoogte in het 1^{e} watervoerend pakket en de freatische grondwaterstand, aangezien kwel/infiltratie nu makkelijker kan optreden. Deze effecten zijn qua omvang maximaal direct na afronding van alle verdiepingen, aangezien op dat moment de bodemweerstand minimaal is. Het is de verwachting dat door aanslibbing deze weerstand zich daarna weer zal opbouwen, waardoor de effecten zullen afnemen. Voor het bepalen van de effecten is daarom geen onderscheid gemaakt tussen de uitvoerings- en gebruiksfase, maar is het beschreven moment direct na aanleg aangehouden als “worst-case” moment voor beide fases.

In de beoordelingstabel worden de effecten die specifiek zijn toe te schrijven aan de bouwfase (wel- of geen bemaling) beoordeeld voor de aanleg en worden de beschreven effecten door het verlagen van de bodemweerstand beoordeeld voor de gebruiksfase.

In Figuur 6-19 is de verandering in stijghoogte in het watervoerende pakket onder het kanaal (boven) en aan het maaiveld (onder) gegeven.


Sources: Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, and the GIS User Community
Titel
Variant 3: verschil in grondwaterstand modellaag 7, variant - huidig
Project
Planstudie Grote Zeesluis Terneuzen
Legenda
Verschil grondwaterstand
Variant - huidig (m)
-2.10 - -1
-1 - -0.75
-0.75 - -0.5
-0.5 - -0.25
-0.25 - -0.1
-0.1 - -0.05
-0.05 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.25
0.25 - 0.5
0.5 - 3.03
Maatregel
Aanvullen
Verdiepen/ontgraven
Opdrachtgever
Vlaams Nederlandse Scheldecommissie
Projectnr. 13M3012
Datum juni 2014
Kaartnr. 1
Status Concept
Auteur A. van de Craats
Gezien M. Pfaff-Wagenaar
Meters
0 150 300 450 600
Schaal 1:15000 (A4)
N



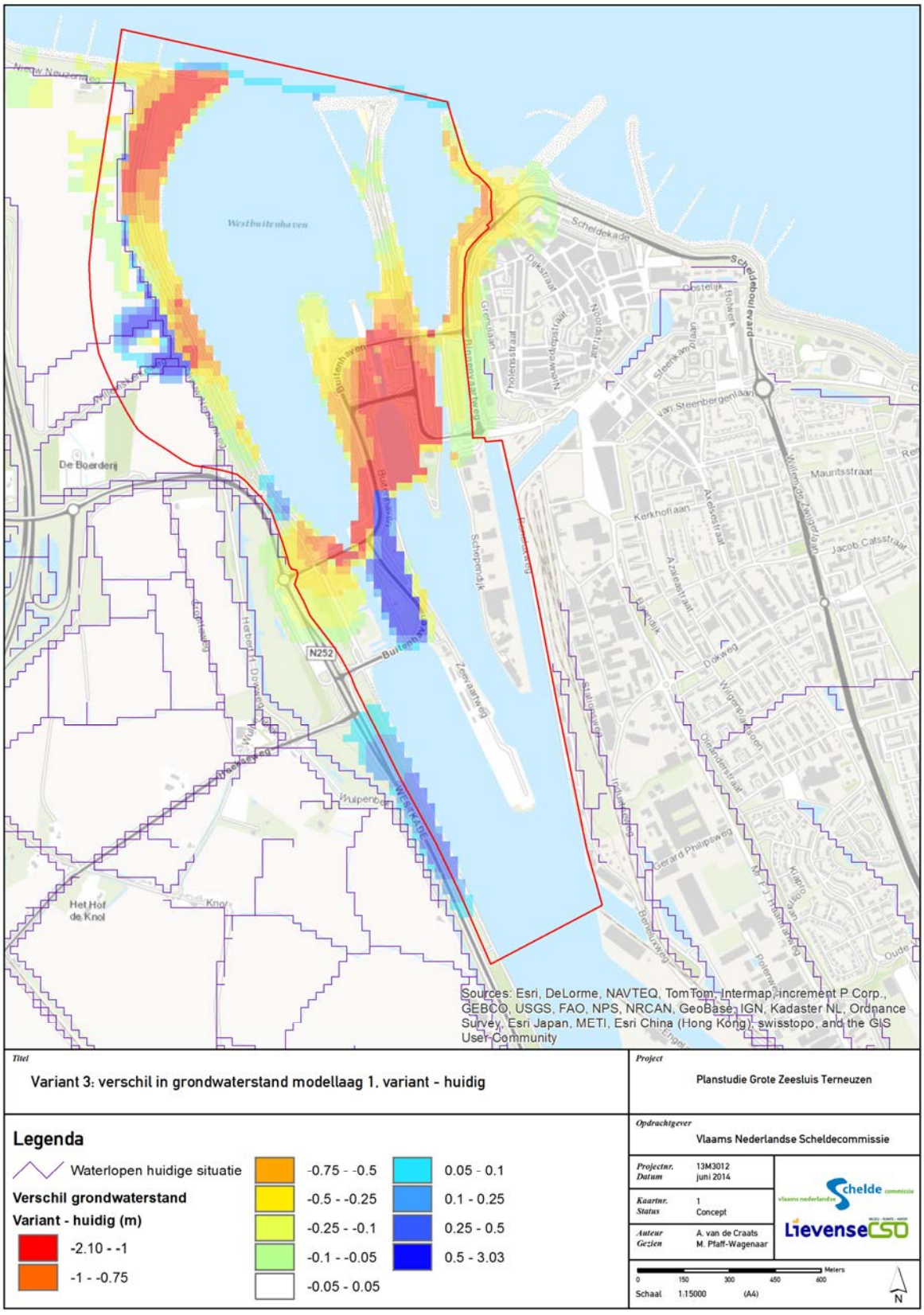
Figuur 6-19 Verandering stijghoogte variant 3 in het watervoerend pakket (boven) en aan het maaiveld (onder)

Hieruit blijkt dat de meeste en grootste effecten binnen de bouwdelen (de gearceerde vlakken) worden verwacht. Deze effecten worden veroorzaakt door verandering van hydraulische weerstand als gevolg van verdiepen of aanvullen van onderwaterbodem. In delen die worden afgegraven is na aanleg het oppervlaktewaterpeil van toepassing. In delen die worden aangevuld wordt nieuw maaiveld met de benodigde ontwatering gerealiseerd. De weergegeven effecten zijn daardoor op deze locaties niet relevant.

De effecten buiten de bouwdelen kunnen worden opgedeeld in de verwachte grondwaterstandsverhoging aan de binnenzijde van de sluis en de verwachte grondwaterstandsverlaging in een deel van Terneuzen en nabij de westelijke havenmond.

De grondwaterstandsverhoging wordt net als in variant 1 en 2 verwacht nabij de te graven wachtplaats aan de westzijde en nabij de verdieping van het kanaal aan de oostzijde. Hierbij geldt dat de effecten in het watervoerend pakket veel verder vanaf het kanaal reiken dan de effecten zoals ze aan het maaiveld merkbaar zullen zijn. Uit analyse van de ruimtelijke begrenzing van de effecten aan het maaiveld blijkt dat deze ruimtelijk worden begrensd door de aanwezige waterlopen, zoals aangegeven in Figuur 6-20. Uit beide afbeeldingen blijkt dat de enige significante verhoging (> 0,05m) die aan het maaiveld verwacht worden beperkt zijn tot de keringen langs de westzijde van het kanaal.

De verwachte grondwaterstandsverlaging concentreert zich bij beide havenmonden, waarbij opvalt dat de effecten aan het maaiveld aan de oostzijde sterker zijn dan in het watervoerende pakket. Aan de westzijde zijn de effecten aan het maaiveld juist beperkt in vergelijking tot de effecten in het watervoerende pakket. Voor beide zijden geldt dat de effecten tot voorbij de kering reiken en dus ook de kering zelf betreffen.



Figuur 6-20 Verandering stijghoogte variant 3 aan het maaiveld en de waterlopen van het regionale watersysteem

Gezien de beperkte verandering in freatische grondwaterstanden en stijghoogtes in het 1e watervoerend pakket (zowel kwantitatief als ruimtelijk) wordt geen verandering in het grondwaterstromingspatroon verwacht. De kweldruk naar het freatisch pakket en de watergang direct langs het kanaal kan aan de oostzijde van het kanaal licht toenemen op de plaatsen waar in Figuur 6-20 een verandering van de freatische grondwaterstand zichtbaar is. Deze effecten zijn zeer beperkt. De kweldruk kan licht afnemen ten oosten van het sluizencomplex en ten westen van de buitenhaven waar in Figuur 6-16 een verlaging van de freatische grondwaterstand zichtbaar is.

Geotechnische interpretatie effecten

Geotechnisch onderzoek naar aanleiding van de resultaten van de effectberekeningen maakt geen deel uit van de vergelijking van de varianten. Aangezien voor alle varianten het merendeel van de verwachte freatische grondwaterkwantiteit effecten zich in en om de kern- en beschermingszone van de keringen bevinden is dit voor de varianten niet onderscheidend. Wel zijn voor de effectbeoordeling van de voorkeursvariant de afgeleide geotechnische effecten op de dijk en eventuele andere bebouwing als gevolg van effecten op de grondwaterkwantiteit bepaald.

6.3.3 Doorkijk naar grondwater in een situatie met kanaalaanpassingen

Verzilting

In de milieutoets uit de verkenning (Arcadis, 2009) werd door verzilting van het kanaal bij aanleg van een nieuwe sluis een aanzienlijk verziltend effect op het grondwater verwacht. Geen rekening werd gehouden met de aanwezigheid van zoetwaterlenzen. In de huidige studie is gebleken dat zowel grotere zoetwaterlenzen tot vele meters diepte als kleinere ondiepe zoetwaterlenzen onder percelen aanwezig zijn en dat deze door de aanleg van de sluis en verzilting van het kanaal niet worden beïnvloed. De effecten van verzilting op het grondwater, die in de milieutoets werden verwacht tot in het ondiepe grondwater, worden daarom in de huidige studie niet langer verwacht.

Verdiepen van het kanaal leidt volgens de milieutoets tot een afname van de infiltratieweerstand en verbreding van het kanaal tot een toename van het infiltratieoppervlak. Samen met de verzilting van het kanaalwater resulteert dit in verzilting van het diep en ondiep grondwater. Door de traagheid van grondwaterstroming zal een nieuw evenwicht zich pas na tientallen jaren instellen. Dit effect werd matig negatief beoordeeld voor de Nederlandse kanaalzone en neutraal voor de Vlaamse kanaalzone.

De toename van stijghoogtes en kweldruk die in de verkenning benoemd is ten gevolge van kanaalverbreding en –verdieping leidt tot een afname van de in de kanaalzone aanwezige zoetwaterlenzen, die niet in de verkenning benoemd zijn. Door de afname van de omvang van zoetwaterlenzen werkt verzilting door tot in het ondiepe

grondwater. De matig negatieve beoordeling voor verzilting uit de verkenning wordt op basis van de nieuwe inzichten over zoetwaterlenzen niet bijgesteld.

Stijghoogten en grondwaterstanden
De aanleg van de Nieuwe Sluis heeft in de gebruiksfase, zoals uit de voorgaande paragrafen is gebleken, alleen rondom het sluizencomplex effect op stijghoogtes en kwel. Kanaalverdieping en/of –verbreding heeft juist effect op de stijghoogtes en kwel in de kanaalzone. Overlap van effecten kan er zijn aan de kanaalzijde direct ten zuiden van het sluizencomplex. In de milieutoets uit de verkenning (Arcadis, 2009) zijn de effecten op grondwater van kanaalverdieping en –verbreding beoordeeld. Voorzien werd dat de stijghoogteveranderingen beperkt zouden zijn in grootte en enkel langs het kanaal worden waargenomen. In Nederland werd een vernatting (tegen het kanaal tot iets meer dan 1,5 m toename van de stijghoogte) verwacht. Deze vernatting werd in gebieden met hoge natuurwaarden positief beoordeeld en in de overige zones licht negatief tot neutraal. In Vlaanderen werd zeer lokaal grondwaterdaling verwacht in industriegebied. Dit is licht negatief beoordeeld.

6.4 Mitigerende en/of compenserende maatregelen Grondwater en Regionaal watersysteem

Chloridegehalte Canisvlietse kreek
Ten gevolge van de aanleg van de Nieuwe Sluis neemt het chloridegehalte van Kanaal Gent-Terneuzen toe in variant 2 en 3. In de passende beoordeling (Boudewijn *et al.*, 2014) en het deelrapport natuur (Verbeek *et al.*, 2014) is een mitigerende maatregel (het afvoeren van relatief brak water uit het dieptste deel van de kreek) opgenomen om effecten op het chloridegehalte van de Canisvlietse kreek te voorkomen.

7 Voorkeursvariant

7.1 Beschrijving voorkeursvariant

Figuur 7-1: Schets van voorkeursvariant

Op basis van onderzoeksresultaten en financiële randvoorwaarden is besloten de voorkeursvariant op te bouwen uit verschillende elementen van de onderzochte varianten. Ruimtelijk gezien is variant 2 als basis genomen. Argumenten bij deze keuze zijn dat het scheepvaartverkeer in variant 1 niet optimaal wordt gefaciliteerd. In de Westbuitenhaven kunnen grote schepen elkaar niet passeren, waardoor in de toekomst als er meer grote schepen gebruik maken van deze vaarroute knelpunten kunnen ontstaan. De nauwe invaart voor de Oostsluis, waardoor een duwkonvooi met 2x2 bakken naast elkaar, klasse VIb-schepen, geen gebruik kan maken van de Oostsluis past niet in de beleidsdoelstelling van het Rijk. In de SVIR is de ambitie uitgesproken om alle hoofdvaarwegen die belangrijke zeehavens met het achterland verbinden geschikt te maken voor klasse VIb-schepen. Daarnaast zijn de kromme roldeuren uit variant 1 minder betrouwbaar en is de variant veel duurder.

De voordelen voor de scheepvaart van de verbreding van de Westbuitenhaven, met verlegging van de primaire waterkering, in variant 3 zijn beperkt. Daarom is geoordeeld dat de extra kosten en

milieueffecten van de verlegging van de primaire waterkering niet opwegen tegen de meerwaarde voor de nautische toegankelijkheid. Ook is de het voor de nautische dienstverlening niet noodzakelijk om de primaire waterkering te verleggen. In de voorkeursvariant is de sleepboothaven gesitueerd aan de oostzijde van de buitenvoorhaven. De verlegging van de westelijke waterkering van de Westbuitenhaven is niet opgenomen in de voorkeursvariant. Wel is een verdieping van de voorhaven en verruiming van de invaart (havenmond oostzijde onder water en westzijde zowel boven- als onderwater) opgenomen in de voorkeursvariant. Deze maatregelen dragen bij aan het vlotter en veiliger afwikkelen van de zeevaart.

Dit maakt dat de voorkeursvariant ruimtelijk het meest lijkt op variant 2. Bij de invulling van overige bouwstenen is gebruik gemaakt van bouwstenen uit de varianten 1 en 3.

7.1.1 Sluiskolk

De ligging en oriëntatie van de Nieuwe Sluis is zo optimaal mogelijk gekozen voor het maatgevende schip na kanaalaanpassingen, zodat de sluis toekomstvast is. Na analyse van de technische studies blijkt dat zeevaart en binnenvaart conflicteren. De ligging van de Nieuwe Sluis is daarom een compromis waarbij zowel met de belangen van de zeevaart als met de binnenvaart rekening is gehouden. Dit is hieronder nader toegelicht.

Het oppervlak van de sluiskolk is reeds vastgelegd in het Politiek besluit. Dat is 427m x 55m x 16m (lxbxd). Deze maten zijn in het MER niet nader onderzocht. De netto maten zijn kleiner. Er is ruimte nodig om de waterstromen van het nivelleren van de sluiskolk rond de schepen te leiden. De maten van de sluiskolk zijn 427m lengte tussen één binnendeur en één buitendeur. De breedte is 55m tussen de muren. De diepte van de kolkdrempel ligt op 16,44m –NAP en de diepte van de kolk op 17m – NAP voor de nivelleerstromen.

De locatie van de sluis heeft grote samenhang met de snelheid waarmee schepen de sluis kunnen naderen, en daarmee met capaciteit. Het onderzoek naar de in- en uitvaart van de schepen van de sluis is uitgevoerd met verschillende grote schepen, waaronder het grootste schip dat na oplevering van de sluis kan varen, en het grootste schip dat na aanpassingen op het kanaal naar de Kanaalzone kan. In de noord-zuidrichting is weinig marge. Hierin verschilt de voorkeursvariant niet van de varianten 1, 2 en 3. Een noordelijker ligging leidt tot minder tijd voor het stoppen en oplijnen van de schepen in de buitenhaven. Dit maakt het nodig dat langzamer wordt gevaren om in alle gevallen op tijd te kunnen stoppen. Situaties van harde wind en stroming worden bij een kortere lengte om te manoeuvreren eerder als te onveilig voor het naderen van de sluis beoordeeld. Een zuidelijker ligging leidt tot problemen aan de kanaalzijde. De invaart van de Nieuwe Sluis met grote schepen conflicteert in dat geval met de invaart van de Oostsluis. Dit leidt ook tot een vermindering van de capaciteit van het complex.

In oost-west richting is ook geen marge. Op basis van doelbereik is gekozen voor rechte roldeuren. Deze hebben de grootste bijdrage aan het doelbereik op het gebied van robuustheid van het sluizencomplex. Rechte roldeuren ten westen van de sluiskolk van de Nieuwe Sluis zijn geen optie, omdat de invaart van de Nieuwe Sluis dan tot problemen leidt in combinatie met verkeer van en naar de Oostsluis, zelfs als de binnenhaven van de Oostsluis wordt verruimd door afgraven van de Schependijk. Hiermee is de ligging van de sluiskolk gelijk aan variant 2.

Er is gekozen voor zowel in het buitenhoofd als in het binnenhoofd twee sluisdeuren. Voor onderhoud aan een deur, of in het geval dat een deur is aangevaren, kan met de andere deur het schutproces worden voortgezet. Dit voorkomt stremming van de Nieuwe Sluis. Ook geeft twee deuren aan beide zijden van de sluis een extra waarborg voor hoogwaterveiligheid.
De oriëntatie van de Nieuwe Sluis is zodanig dat er een zo recht mogelijke invaart is vanuit het kanaal. Daarom is de sluiskolk 5° gedraaid ten opzichte van de Westsluis. Bij een draaiing van 5° is het niet mogelijk de Middensluis te behouden.

De ruimtelijke ligging van de deuren en de sluiskolk van de Nieuwe Sluis in de voorkeursvariant maakt het noodzakelijk dat de Schependijk gedeeltelijk wordt afgegraven om de binnenhaven van de Oostsluis voldoende breed te houden. De afgraving van de Schependijk is gelijk aan variant 2.

7.1.2 Buitenhaven

Verbreding van de buitenhaven is niet nodig voor vlot en veilig gebruik van de Westsluis en de Nieuwe Sluis. Daarom wordt de westelijke havendijk niet verplaatst. Daarmee is de buitencontour van de buitenhaven gelijk aan variant 2.

Verdieping van de buitenhaven is noodzakelijk om grote schepen te kunnen faciliteren. Vanuit de doelstelling robuustheid wordt gekozen de verdieping nu al op te nemen in de voorkeursvariant, zodat schepen met een diepgang van 12,5 m tijonafhankelijk van het sluizencomplex gebruik kunnen maken. De buitenhaven wordt verdiept tot een nuttige diepte van 16,44 m -NAP. De verdieping vindt over de volledige breedte van de buitenhaven plaats, zodat er voldoende vaardiepte is voor schepen uit de Westsluis en de Nieuwe Sluis om elkaar te passeren. De verdieping blijft buiten de invloedszone van de waterkering aan de westzijde van de buitenhaven.

Niet alleen de diepte van de buitenhaven bepaalt in welk deel van het tijvenster schepen gebruik kunnen maken van het sluizencomplex. Ook de invaart vanaf de Westerschelde is een belangrijk issue. Schepen moeten vanaf de Westerschelde de buitenhaven indraaien, onder invloed van wind en getij. Een verbreding van de havenmond is noodzakelijk voor een vlotte en veilige invaart van schepen met een

diepgang van 12,5 m onder maximale stroomcondities. Aan de westzijde van de havenmond wordt de verbreding boven- en onderwater uitgevoerd. Aan de oostzijde wordt het talud steiler gemaakt, zodat onderwater een verbreding plaatsvindt, zonder dat de landtong boven water korter wordt. Daardoor blijft de hoogwatervluchtplaats behouden. De totale verbreding is 70 m onderwater op het diepste punt. Op maaiveldhoogte is de verbreding 110 m aan de westzijde. Deze verbreding is ook geschikt om in de toekomst maatgevende schepen met een diepgang van 14,5 m vlot en veilig in te laten varen binnen het tijvenster.

In de buitenhaven worden wacht- en opstelplaatsen voor de binnenvaart gemaakt, zodat de binnenvaart gebruik kan maken van de Westsluis en Nieuwe Sluis. In de buitenhaven komen wacht- en opstelplaatsen voor circa 15 binnenvaartschepen langs de westelijke havendijk. Deels langs de dijk, deels aan palen met een remmingswerk. Alle ligplaatsen in de buitenhaven worden op het talud van de westelijke havendijk gerealiseerd. Hiervoor wordt het talud van de westelijke havendijk steiler gemaakt, zodat de ligplaatsen niet in de vaarweg naar de Westsluis liggen.

De wacht- en opstelplaatsen kunnen ook worden gebruikt als overnachtingsplaats voor binnenvaartschepen. Door het realiseren van overnachtingsplaatsen kan efficiënter van het sluizencomplex gebruik worden gemaakt. Binnenvaartschepen kunnen in de nieuwe situatie ook ’s avonds worden geschut en vervolgens afmeren in de buitenhaven. Dit beperkt de drukte in de ochtend. De ligplaatsen hebben geen voorzieningen om de wal te bereiken of voorzieningen voor walstroom.

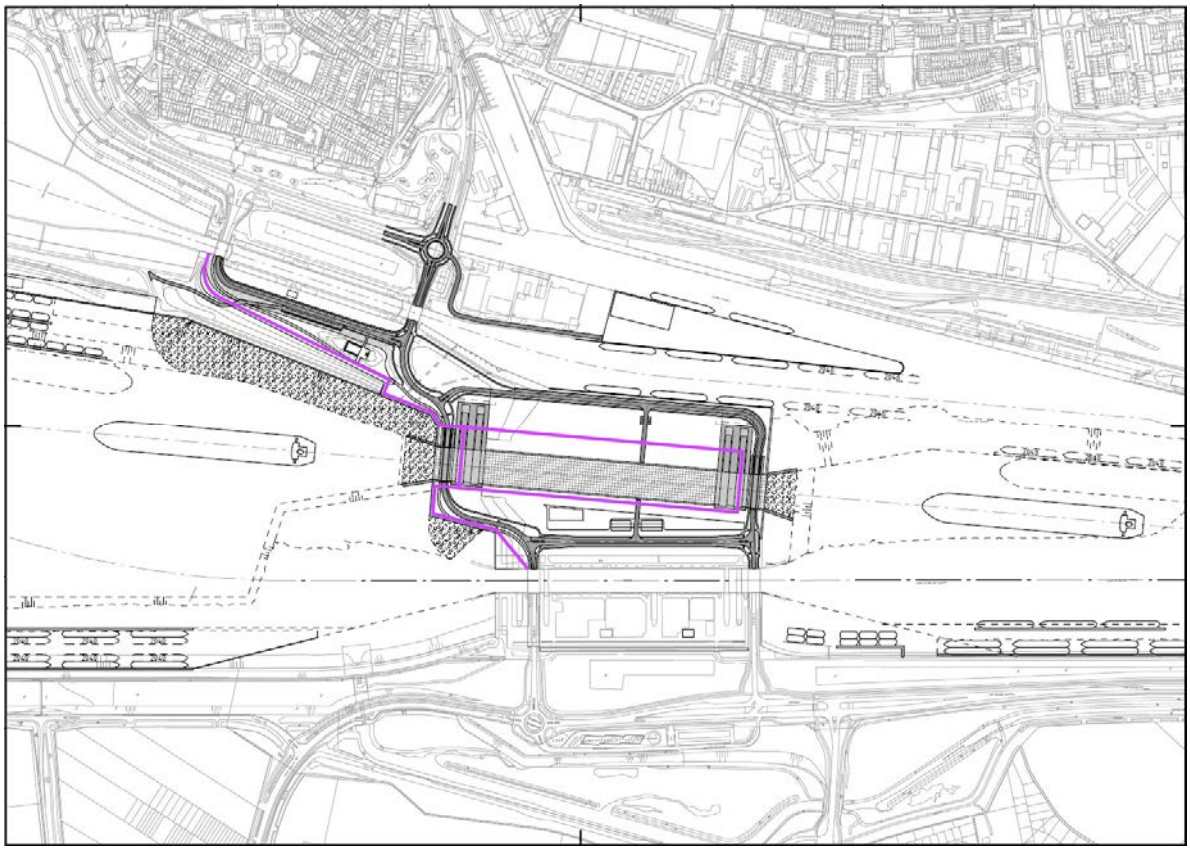
Voor de zeeschepen wordt een noodsteiger aan de oostzijde in de buitenhaven gemaakt. Hier kunnen schepen met een maximale diepgang van 12,5 m afmeren. Naast deze noodsteiger wordt een sleepboothaven gerealiseerd. In deze haven is plaats voor 15 sleepboten, en is de mogelijkheid voor een aanlegplaats die bereikbaar is voor hulpdiensten. De ingang van de sleepboothaven zit aan de zuidzijde. De sleepboten liggen op deze manier beschut tegen de golven in de buitenhaven.

7.1.3 Inrichting sluizencomplex

De huidige waterkering wordt vanaf de Oost- en Westsluis verbonden met de Nieuwe Sluis. Tussen de noordzijde Westsluis en de Nieuwe Sluis wordt een harde kering aangelegd met een hoogte van 8,50 m +NAP, die aansluit op het sluisplateau. Aan de oostzijde van de Nieuwe Sluis gaat deze over in een groene waterkering met een hoogte van 9,75 m +NAP. Aan de buitenzijde van deze waterkering wordt een damwand geplaatst omdat er onvoldoende ruimte beschikbaar is voor een talud. Deze groene waterkering sluit aan de oostzijde aan op de keermuur bij de Oostsluis.
Bij de Nieuwe Sluis zijn zowel het binnenhoofd als het buitenhoofd onderdeel van de primaire kering. Het binnenhoofd krijgt een hoogte

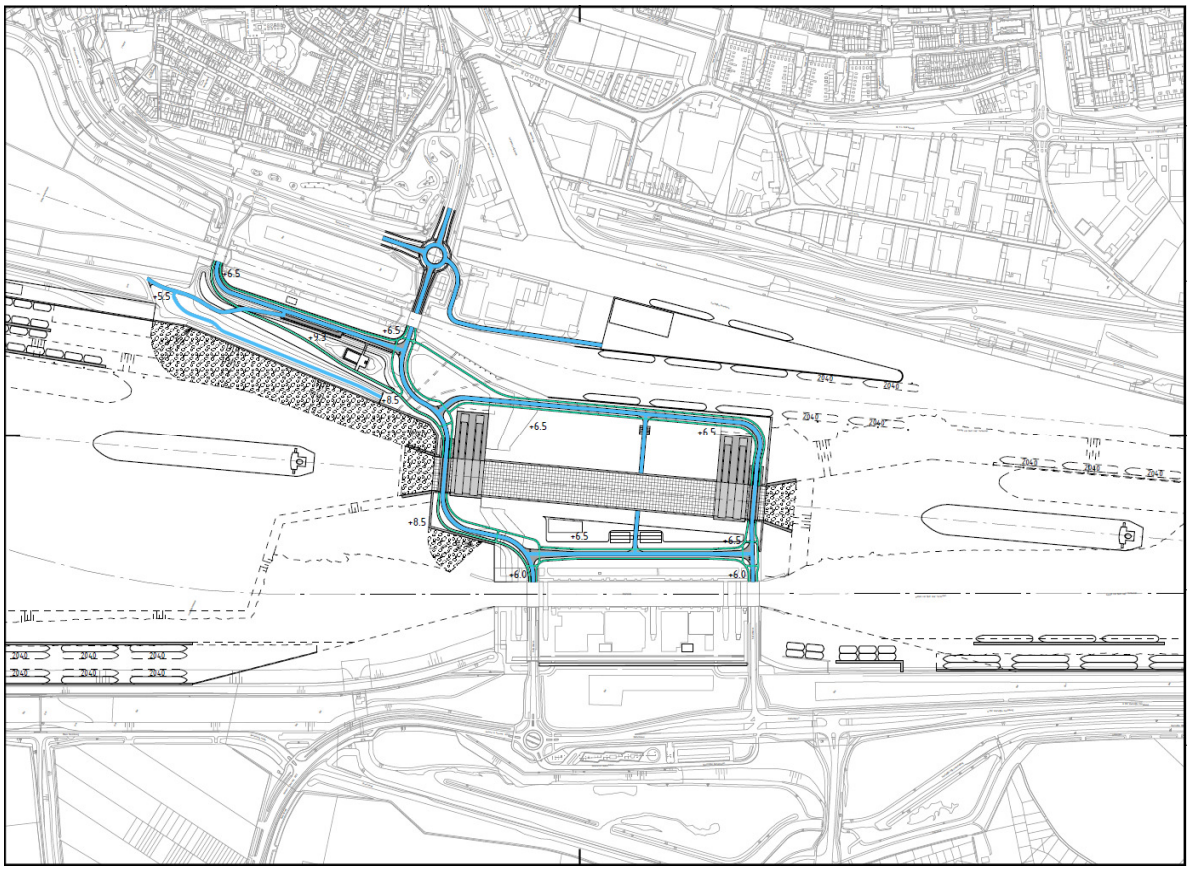
van 6,30 m +NAP. De waterkering rond de Nieuwe Sluis verloopt dus van 8,50 m +NAP aan de buitenzijde tot 6,30 m +NAP aan de binnenzijde. De weg rond de sluiskolk ligt op de waterkering.

De weg ten westen van de Oostsluis ligt binnen de primaire kering. De brug ligt buiten de deuren. Dat betekent dat de weg daar buiten de primaire kering ligt. De kruisingen van de weg met de waterkering zijn zichtbaar in de tekening.



Figuur 7-2 Ligging waterkering in VKV (paars)

De wegenstructuur op het sluizencomplex wordt ingericht zoals in de tekening is opgenomen. Alle wegen worden ingericht op 50 km/u. De hoofdroute loopt langs het noordelijke sluishoofd van de Westsluis en de Nieuwe Sluis en langs het zuidelijke sluishoofd van de Oostsluis. De hoofdroute is de kortste route die over het complex mogelijk is en is vormgegeven als een voorrangsweg ten opzichte van de overige wegen op het sluizencomplex. Wanneer één van de bruggen in de hoofdroute geopend is, zal het wegverkeer gebruik moeten maken van een nevenroute. Deze wegen worden duidelijk ingericht als secundair ten opzichte van de hoofdroute. Met dynamische bebording wordt het gemotoriseerd wegverkeer en fietsverkeer naar de juiste brug geleid.



Figuur 7-3 Ligging droge infrastructuur
Blauw – wegen
Groen - fietspaden

De kruising waar hoofd- en nevenroute elkaar kruisen tussen de Oostsluis en de Nieuwe Sluis, wordt vormgegeven als twee T-kruisingen. Verkeer wordt zo actief ontmoedigd om van de nevenroute gebruik te maken als de hoofdroute beschikbaar is. De kruisingen ten westen van de Nieuwe Sluis worden ook als een T-kruising vormgegeven.

Er worden vrijliggende fietspaden aangelegd aan weerszijden van de weg. Langs de buitenhaven worden fietspaden met 2 rijrichtingen aan de buitenkant van de weg gelegd. Zo hebben de fietsers het beste zicht op de scheepvaart in de buitenhaven. Ook wordt met deze route invulling gegeven aan de voorgestelde mitigerende maatregel voor verkeersveiligheid, om kruisingen tussen snel en langzaam verkeer te minimaliseren. Fietsers hebben bij iedere kruising voorrang op het gemotoriseerd wegverkeer. Voor voetgangers worden wandelpaden aangelegd. Deze zijn gescheiden van de fietspaden. Op de bruggen bestaat de scheiding tussen voetgangers en fietsers ten minste uit belijning. Op de bruggen wordt het wegverkeer fysiek gescheiden van fietsers.

De bruggen over de sluiskolk van de Nieuwe Sluis worden vergelijkbaar met de bruggen over de Oost- en de Westsluis: basculebruggen met 1 val. De bruggen worden buiten de deuren geplaatst. Zo is er het

minste kans op aanvaren van de bruggen. De brugconstructie bestaat uit een vakwerkconstructie, vergelijkbaar met de bruggen van de Westsluis.

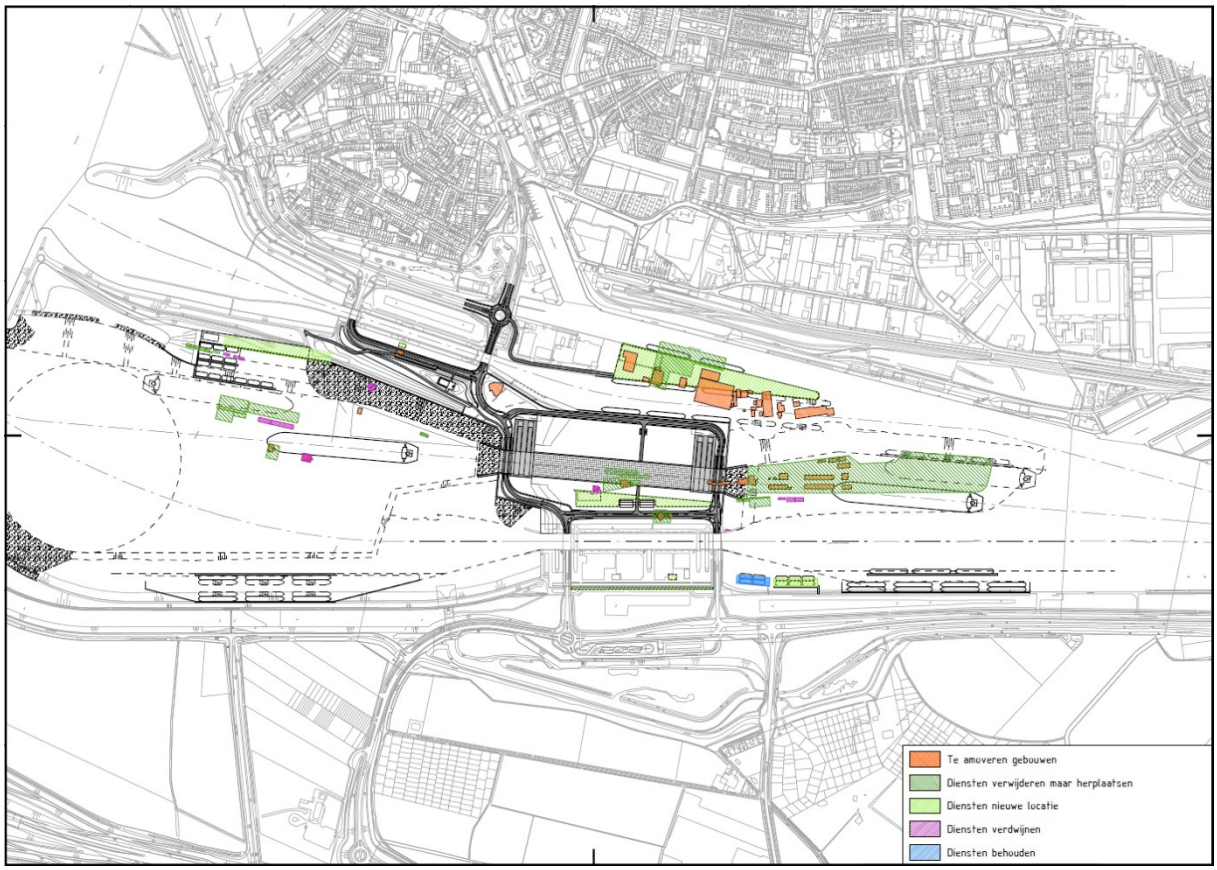
De diensten op het sluizencomplex worden ontsloten via de nevenroutes. De hoofdroute wordt zo niet belast met afslaand verkeer naar een van de diensten.

Op het sluiscomplex wordt ruimte gemaakt voor de sluisgebonden diensten. Dit zijn:

- Sleepdiensten. Naast de sleepboothaven in de buitenhaven is de mogelijkheid aanwezig voor opslag van materialen ten behoeve van de sleepdiensten.
- Bootslieden en de loodsen (Nederlands loodswezen). Hiervoor worden voorzieningen gerealiseerd tussen de Westsluis en de Nieuwe Sluis. Tijdens de aanlegfase wordt een tijdelijke voorziening aangelegd ten westen van de Westsluis.
- Opslag Rijkswaterstaat t.b.v. onderhoud en beheer sluiscomplex. De materialen die over water aan- en afgevoerd moeten worden, zoals de reservedeuren voor de Oostsluis, worden gesitueerd op de Schependijk. Voor de overige materialen worden opslagvoorzieningen gerealiseerd tussen de sluizen, en ten westen van de Westsluis. Ten westen van de Westsluis wordt ook de nieuwe noodstroomvoorziening aangelegd.

Alle overige functies die binnen het huidige complex aanwezig zijn worden geamoveerd.

Zoals in het hoofdstuk natuur is aangegeven is er 3 ha schraal grasland voor orchideeën nodig voor de natuurcompensatie voor de Flora en Faunawet (zie deelrapport Natuur). Dit grasland wordt ingepast op het complex, onder meer ten westen van de Nieuwe Sluis en ten oosten van de Oostsluis. Dit gebied kan ook dienen als habitat voor rolklaver en de vijfvlek-sint-jansvlinder.



Figuur 7-4 Sluisgebonden diensten: huidige locaties en hervestiging, en overige diensten

7.1.4 Binnenhaven

Om de Westsluis beter geschikt te maken voor de afwikkeling van binnenvaart, worden ook aan de kanaalzijde wacht- en opstelplaatsen aangelegd. Deze worden aan de westzijde van het kanaal gelegd en bieden ruimte voor circa 15 binnenvaartschepen. Hiervoor wordt het kanaal ter plaatse van de ligplaatsen verbreed door het talud af te graven en een damwand te plaatsen. De ligplaatsen komen op deze wijze buiten de vaarweg te liggen.

Direct ten zuiden van de Westsluis wordt aan de kanaaloever een extra steiger aangelegd voor de sleepboten die in de huidige situatie aan de Zeevaartweg kunnen afmeren. In totaal kunnen hier circa 10 sleepboten afmeren.

Door het gedeeltelijk afgraven van de Schependijk en het verwijderen van de landtong Zeevaartweg verdwijnen wacht- en opstelplaatsen voor de Oostsluis. Aan de Schependijk worden nieuwe mogelijkheden aangelegd om af te meren voor circa 6 binnenvaartschepen. Op termijn kunnen circa 4 extra wacht- en opstelplaatsen worden gecreëerd in het verlengde van de Schependijk en langs de noodsteiger van de Nieuwe Sluis.

Er worden geen specifieke overnachtingsplaatsen gecreëerd. Wel wordt het mogelijk om wacht- en opstelplaatsen aan de westzijde van het

kanaal ’s nachts in te zetten als overnachtingsplaatsen. Aan de kanaalzijde gaat het om circa 4 overnachtingsplaatsen. Deze plaatsen hebben geen voorzieningen zoals walstroom of afloopvoorzieningen.

Er wordt een noodsteiger voor de zeeschepen aan de oostzijde van de vaarweg naar de Nieuwe Sluis gemaakt. Wanneer een schip ligt afgemeerd aan deze noodsteiger, ligt het schip deels in de vaarweg naar de Nieuwe Sluis. Omdat de noodsteiger alleen in het geval van calamiteiten wordt gebruikt, is dit geen probleem.

7.1.5 Waterbeheer

Wanneer het kanaalpeil hoger wordt dan het vastgestelde peil, wordt kanaalwater gespuid via de sluisdeuren. In de aansturing van de verschillende functies van het sluiscomplex (operationeel concept) wordt het spuien zo georganiseerd dat dit tot minimale hinder voor scheepvaart zal leiden. Ook wanneer het kanaalpeil lager wordt dan het gestelde peil zullen de kolken zo worden benut voor de scheepvaart dat er minimaal verlies aan kanaalwater zal zijn, bij voorbeeld door te schutten bij minimaal verhang.Wanneer in droge perioden het kanaalpeil ondanks deze maatregelen toch te ver daalt, kan er niet gevaren worden op het kanaal en wordt het complex gestremd.
Het nivelleren van de waterstanden in de sluiskolk is onafhankelijk van het spuisysteem. Hiervoor worden schuiven in de sluisdeuren gebruikt. Er worden geen omloopriolen aangelegd.

Indien geen aanvullende maatregelen worden getroffen kan de aanleg van de Nieuwe Sluis negatieve effecten hebben op de Kaderrichtlijn Water GEP (goed ecologisch potentieel) waarde van 3000 mg/l chloride gemeten aan het wateroppervlak bij Sas van Gent op het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De kans is dan aanwezig dat het zoutgehalte door aanleg van de Nieuwe Sluis zonder aanvullende maatregelen in droge zomers boven de genoemde GEP waarde gaat uitstijgen. Om deze mogelijke negatieve effecten op op de vastgestelde KRW chloridedoelstelling op het Kanaal te voorkomen wordt het volgende pakket maatregelen getroffen:

1. Met oog op het beperken van het zoutbezwaar (of voorkomen van verdergaande verzilting) ten gevolge van het gebruik van de Nieuwe Sluis Terneuzen handelt Vlaanderen conform artikel 32 van het verdrag van 1960, met de aanpassingen zoals beschreven in artikel 1 van de overeenkomst tot wijziging uit 1985 door het nemen van passende maatregelen.
2. Daarnaast wordt het schutbedrijf, in functie van minimale wachttijden, optimaal spuien en gecontroleerde zoutindringing, zodanig geoptimaliseerd, dat indien uit de monitoring blijkt dat het chloridegehalte van de KRW-doelstelling overschreden dreigt te gaan worden, het chloridege-halte binnen de gestelde normen blijft. Een nieuw op te richten werkgroep met Vlaamse en Nederlandse experts (waaronder de beheerder) zal over deze optimalisatie advies verlenen waarbij zij ook moeten beoordelen of het bestaande monitoringsnetwerk daartoe voldoet of dat het uitgebreid moet worden.
3. Er wordt in de realisatiefase een budgetvoorziening van 10

miljoen euro als risicoreservering opgenomen. Geborgd wordt dat ook na realisatie van de Nieuwe Sluis een bedrag beschikbaar blijft gedurende een periode van 5 jaar vanaf het moment dat de Nieuwe Sluis in gebruik wordt genomen. Deze laatste reservering zal binnen de Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, in de lijn van het verdrag uit 2005 inzake de samenwerking op het gebied van het beleid en het beheer van het Schelde-Estuarium worden geregeld. Het gereserveerde bedrag kan gebruikt worden om onderzoek te doen naar de effecten van (innovatieve) alternatieve zoet-zout-scheidingsmaatregelen. Indien daaruit blijkt dat een maatregel effectief is en de bovengenoemde maatregelen geen of te weinig effect hebben, kan zo'n voorziening daaruit worden bekostigd.

4. Vanuit de stuurgroep NST wordt aan de VNSC verzocht om de werkgroep "Agenda voor de toekomst" een aanvullend onderzoek naar de optimale zoetwaterverdeling in het Schelde-stroomgebied tijdens droge perioden uit te laten voeren, waarin ook wordt bekeken hoe het beperken van het zoutbezwaar (of voorkomen van verdergaande verzilting van het kanaal) optimaal gerealiseerd kan worden.
5. Voor wat betreft de problematiek bij Canisvliet zal, gezien het kwetsbare karakter van dit gebied en eventuele schade onomkeerbaar is, ongeacht de uitkomsten van de monitoring de waterafvoer ter plaatse worden aangepast om verzilting te voorkomen.

Tabel 7-1: Ontwerpkeuzes VKV

Ontwerpkeuzes		**Keuze**
1	Afmetingen sluiskolk	lengte 427m breedte 55m Diepte drempel 16,44m –NAP
2	Locatie van de sluiskolk	Noord
2a	Type deuren	Rechte roldeuren
3	Oriëntatie van de sluiskolk	5 graden
3a	Behoud Middensluis	Middensluis slopen
4	Breedte buitenhaven door dijkverlegging	Geen dijkverlegging, wel functies in het talud plaatsen met voldoende ruimte voor het passeren van (zee)schepen.
5	Breedte van de havenmond	Verbreding westzijde, oostzijde alleen onderwater
6	Diepte van de buitenhaven	12,5 m getij onafhankelijk
7	Spuifunctie	Spuien via de deuren
8	Waterkering	Kering over beide hoofden (hoog buitenhoofd, laag binnenhoofd)
9.	Bruggen	Buiten de deuren met een basculebrug (enkele val)

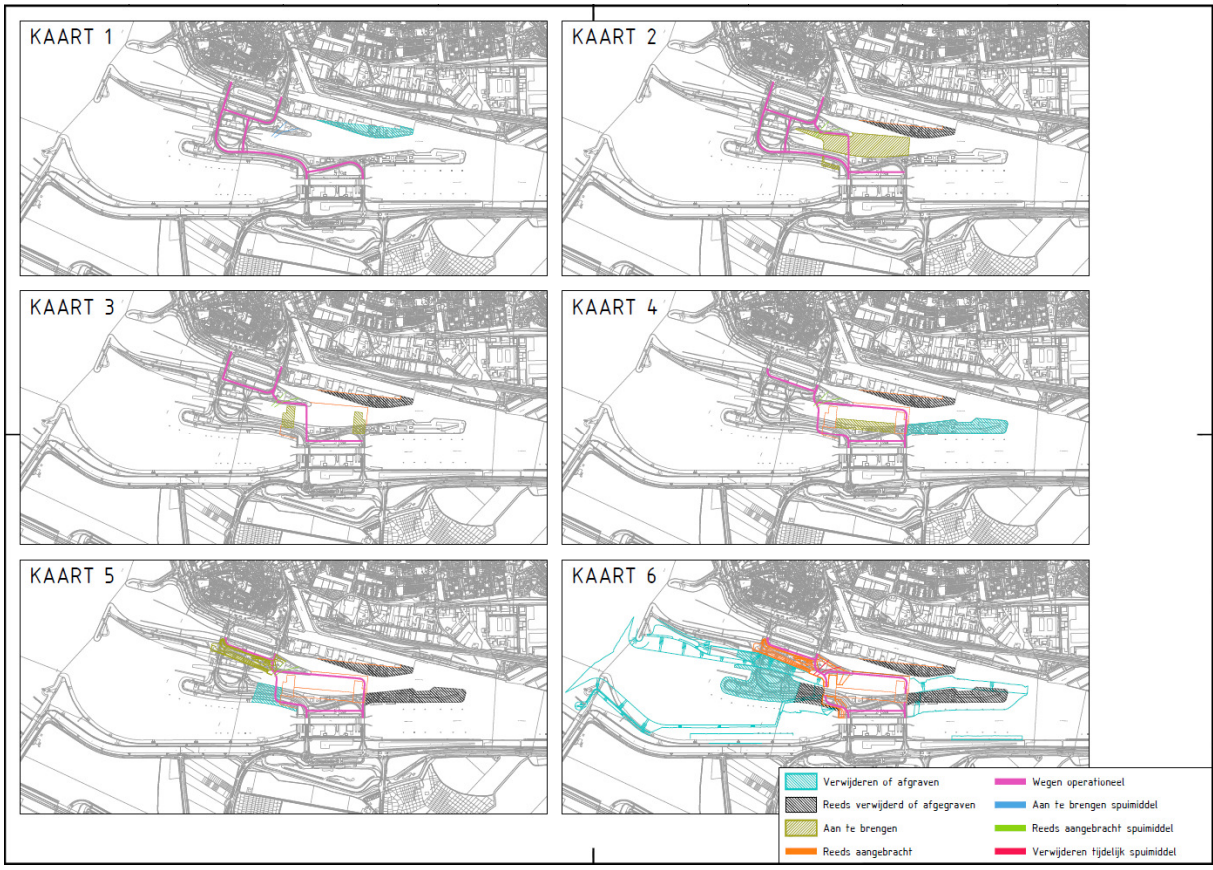
Ontwerpkeuzes		Keuze
10.	Ligplaatsen	Buitenhaven Oostsluis: geen aanpassingen Buitenhaven:voor ca 15 binnenvaartschepen Binnenhaven Oostsluis: voor ca. +6 binnenvaartschepen Binnenhaven Westsluis: voor ca 15 binnenvaartschepen Mede gebruik van wacht- en opstelplaatsen als overnachtingsplaatsen gedurende de nacht.
11.	Diensten	Verplaatsen sleepdiensten, bootslieden en loodsen en opslag Rijkswaterstaat t.b.v. onderhoud en beheer sluiscomplex.
12.	Primaire kering	Verbinding van Oost- en Westsluis naar Nieuwe Sluis, primaire kering bij Nieuwe Sluis over beide hoofden.
13.	Nivelleren	Via de deuren
14.	Spuicapaciteit	130m^3/s gemiddeld, 168 m^3/s gemiddeld bij lagere waterstand Westerschelde dan kanaal
15.	Zoet-zoutscheiding	Inzet op mitigerende maatregelen
16.	Wegverkeer	50 km/u met korte hoofdroute als voorrangsweg. Kruising tussen Nieuwe Sluis en Oostsluis als twee T-kruisingen.
17.	Deurconfiguratie	2x2

7.2 Aanlegfase

De bouw van de Nieuwe Sluis zal 4 tot 5 jaar in beslag nemen. Het uitgangspunt in de aanlegfase is dat het sluizencomplex altijd functioneel moet zijn. Dit betekent dat de hoofdfuncties van het sluizencomplex gedurende de aanlegfase operationeel moeten zijn. We onderscheiden de volgende hoofdfuncties:

- Scheepvaartverkeer;
- Spuien;
- Wegverkeer;
- Waterkwaliteitsbeheer;
- Waterkeren.

Op hoofdlijnen worden in de tijdelijke situatie de volgende bouwfasen doorlopen (zie Figuur 7-5):



Figuur 7-5 Fasering van de bouw.

1. Verplaatsen functies en voorzieningen: zoals aanleg Sleepboothaven & ligplaatsen en bedrijven Schependijk verplaatsen, verplaatsen kabels en leidingen en noodstroomvoorziening, inrichten werkterrein.
    a. *Bewaken continuïteit bedrijfsvoering sluisgebonden bedrijven.*
    b. *Verkrijgen condities voor afgraving Schependijk.*
2. Toegankelijkheid Oostsluis vergroten door de Schependijk te verwijderen (zie kaart 1 Figuur 7-5) en aanleggen van tijdelijke spuivoorziening (kanaal dat aansluit op huidige Middensluis).
3. Grondlichaam van de Nieuwe Sluis wordt gemaakt (zie kaart 2 Figuur 7-5).
    a. *Alle Scheepvaart wordt via de Oostsluis en Westsluis geleid, de Middensluis is buiten bedrijf.*
    b. *Wegverkeer wordt zoveel als mogelijk gescheiden van het bouwverkeer door de aanleg van een tijdelijke (vaste) brug tussen de Oostsluis en de Westsluis.*
4. Bouwen bouwkuip: hoofden, kolk en deuren aan de kanaalzijde worden tegelijkertijd gebouwd (zie kaart 3 Figuur 7-5).

5. De landtong wordt verwijderd om de deuren in te varen. Allereerst wordt het binnenhoofd geplaatst en vervolgens het buitenhoofd.
    a. *Met deze stap blijft de waterkering intact gedurende de aanlegfase.*
    b. *Na het testen van de deuren en het aansluiten van de waterkering kan het buitenhoofd van de Middensluis gesloopt worden.*
    c. *De Nieuwe Sluis wordt in gebruik genomen als spuimiddel.*
6. Plaatsen van de bruggen (zie kaart 5 Figuur 7-5).
7. Verwijderen restant van de landtong Middensluis (zie kaart 6 Figuur 7-5) inclusief tijdelijke spuivoorziening.

Tijdens de bouw is een bouwterrein nodig met opslag van grond en materialen en laad/loskades. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden. De locatie naast de Middensluis kan gedurende vrijwel het gehele project als bouwlocatie worden gebruikt met mogelijkheden voor een loswal. Op deze wijze kan kruisend bouwverkeer in de buitenhaven en transport over de weg voor een groot deel worden vermeden.
Het terrein langs de Zeevaartweg (opslagterrein RWS) kan in de aanlegfase ook als bouwterrein worden gebruikt, mits er een nieuwe locatie voor tijdelijke opslag is gerealiseerd. Ook aan de kanaalzijde kan op deze wijze een loswal worden gerealiseerd.

Ten westen van de Westsluis en ten westen van de buitenhaven kunnen terreinen worden gebruik voor opslag van materialen. Deze locaties sluiten niet direct aan op de locatie waar de sluis wordt aangelegd.

Het verdiepen van de buitenhaven verloopt gedurende de gehele aanlegfase. Mogelijk wordt één cutterzuiger gedurende de 4 à 5 jaar ingezet.

Gedurende de aanlegfase wordt een route over het sluizencomplex gegarandeerd. Hierbij is ruimte voor wegverkeer en een vrijliggende route voor langzaam verkeer.

7.3 Beschrijving effecten van de voorkeursvariant

7.3.1 Mate van verandering chloridegehalte oppervlaktewater Kanaal Gent-Terneuzen

In de voorkeursvariant is een pakket van vijf maatregelen opgenomen om verzilting van Kanaal Gent-Terneuzen te beperken (zie paragraaf 7.1.5. De voorkeursvariant wijkt ook op een aantal andere onderdelen af van de varianten. De kolkafmetingen zijn kleiner en in tegenstelling tot variant 3 wordt geen Westerscheldewater ingelaten, maar wordt het schutbedrijf beperkt om peilonderschrijdingen te voorkomen. Hierdoor wijken de chloridegehaltes op het kanaal af van de varianten.

Toetsing KRW-doelstelling

Door optimaal gebruik te maken van het effect van de verschillende maatregelen is het voldoen aan het GEP naar verwachting mogelijk. Als uit de monitoring blijkt dat ondanks deze maatregelen niet wordt voldaan aan het GEP, wordt conform maatregel 2, het schut- en spuibedrijf geoptimaliseerd om binnen de KRW-doelstelling te blijven.

Bij een gemiddeld zomerdebiet wordt de KRW GEP waarde van 3000 mg/l Cl naar verwachting niet overschreden (Tabel 7-2).

Variant	**Chlorideconcentratie mg/l**
Huidige situatie	1420
Autonome ontwikkeling	2070
Voorkeursvariant	3000

Tabel 7-2 Chlorideconcentratie bij KRW-meetpunt KGTS, 1 meter onder het wateroppervlak bij een gemiddeld zomerdebiet

Maatregel 1 betreft het leveren van de gebruikelijke minimale hoeveelheid zoet voedingswater bedraagt 13 m3/s , gemeten over een tijdsbestek van 2 maanden of het treffen van andere maatregelen die een zelfde effect hebben op beperking van het zoutbezwaar. Onderzocht is dat een 2 maanden laag debiet van 13 m^3/s effectief is in het realiseren van de KRW-doelstelling. Andere maatregelen die een zelfde effect hebben zijn nog niet uitgewerkt en onderzocht.

Maatregel 2 betreft de optimalisatie van het schutbedrijf. Deze maatregel is effectief, omdat bij dreigende overschrijding van het chloridegehalte van de KRW-norm het schutbedrijf beperkt kan worden. Met deze maatregel wordt het schutverlies beperkt, zodat bij lage kanaalafvoeren zo min mogelijk relatief zoet kanaalwater wordt afgevoerd naar de zoute Westerschelde. Met deze maatregel wordt tevens het indringen van zout Westerscheldewater in het kanaal beperkt.

Maatregel 3 en 4 betreffen een budgetreservering en nader onderzoek. Deze maatregelen hebben op korte termijn geen effect op de chloridegehaltes in Kanaal Gent-Terneuzen. Ook maatregel 5, betreffende de waterafvoer in Canisvliet, heeft geen effect op de chloridegehaltes in het kanaal.

Vergelijking voorkeursvariant met huidige situatie en autonome ontwikkeling

Gebruiksfase

Aanvullende berekeningen ten behoeve van de voorkeursvariant zijn gerapporteerd in bijlage 10. Simulatie 10 (tabel 3.3) uit bijlage 10 bevat de resultaten voor de voorkeursvariant, waarbij rekening is gehouden met de kleinere kolkafmetingen en het niet inlaten van Westerscheldewater. De exacte effecten van het maatregelenpakket van vijf maatregelen om aan de KRW doelstelling voor chloride te voldoen kunnen echter nog niet berekend worden, omdat exacte

chloridegehaltes op het kanaal afhankelijk zijn van de wijze en de momenten waarop de verschillende maatregelen worden ingezet. Daarom kan alleen een getalsmatige uitspraak gedaan worden over de locatie KGTS, het KRW-meetpunt. Op deze locatie wordt een toename van de chlorideconcentraties ten opzichte van de autonome situatie verwacht van 2070 naar 3000 mg/l, ongeveer vergelijkbaar met variant 2 (Tabel 7-2). Uit de berekeningen voor de varianten is duidelijk geworden dat zoutbeperkende maatregelen op het sluizencomplex in het hele kanaal doorwerken. Ook maatregelen met betrekking tot de wateraanvoer vanuit Vlaanderen hebben effect in het gehele kanaal. Op basis van deze systeemkennis wordt in de rest van het kanaal een vergelijkbare toename van chloridegehaltes verwacht.

Aanlegfase
In de aanlegfase neemt het aantal schuttingen tijdelijk af. Hierdoor dringt minder Westerscheldewater het kanaal binnen en zullen chlorideconcentraties op het kanaal lager zijn dan in de huidige en autonome situatie.

Effect verandering chloridegehalte voor industrie

Verhoging van chloridegehaltes op het kanaal leidt voor bedrijven die kanaalwater innemen als proces- of koelwater mogelijk tot corrosie van de installaties. Een deel van de bedrijven geeft aan dat het water wordt voorbehandeld met een inverse-osmose filter, waardoor het chloride (deels) wordt verwijderd. Een overzicht van de locaties van de bedrijven, het type toepassing en het wel- of niet aanwezig zijn van een reverse-osmose installatie is weergegeven in Figuur 5-17.

Op basis van de inventarisatie kan worden geconcludeerd dat grote veranderingen in de chemische kwaliteit van het kanaalwater voor de industrie niet wenselijk zijn. Een exacte bovengrens voor het chloridegehalte is echter niet te geven. Ook in de huidige situatie wordt door verschillende bedrijven kanaalwater met hoge chloridegehaltes gebruikt. Wel is het zo dat op basis van de verwachte stijging van de chlorideconcentratie voor de voorkeursvariant verwacht kan worden dat dit voor de industrie niet wenselijk is. Positief is dat het maatregelenpakket voor de KRW juist in droge jaren wordt ingezet om hoge chloridegehaltes te voorkomen, waardoor minder hoge pieken zullen voorkomen dan zonder deze maatregelen.

Effect verandering chloridegehalte voor kanaalinfrastructuur

Een stijging van de chlorideconcentratie van het kanaalwater heeft in de voorkeursvariant mogelijk ook effect op de kanaalinfrastructuur. Kanaalgebonden constructies zoals (stalen) damwanden zijn dan vaker en langer blootgesteld aan chlorideconcentraties boven de huidige- en autonome chlorideconcentratie. Dit kan leiden tot versnelde corrosie van stalen onderdelen en afname van de levensduur van stalen constructies.

7.3.2 Effecten op waterkwantiteit Kanaal Gent-Terneuzen

Toetsing spuicapaciteit

Gebruiksfase

In de voorkeursvariant wordt geen apart spuimiddel aangelegd. Er wordt gespuid via de sluizen. De spuicapaciteit van de Nieuwe Sluis compenseert het verlies van de huidige spuicapaciteit van de Middensluis en de afname van de spuicapaciteit van de Oostsluis en Westsluis door een hogere buitenwaterstand (WB21 middenscenario 2050). Hiermee is de totale spuicapaciteit van het sluizencomplex in 2030 gelijk aan de huidige spuicapaciteit en hoger dan de spuicapaciteit in de autonome situatie.

Aanlegfase

In de aanlegfase wordt in de voorkeursvariant tijdelijke spuicapiteit gerealiseerd gelijk aan de huidige spuicapaciteit van de Middensluis. De spuicapaciteit is daardoor in de aanlegfase even groot als in de huidige situatie.

Toetsing stremming

De berekende stremming door watertekort, wateroverschot en de totale stremming in procenten en in uren staat weergegeven in Tabel 7-3 tot en metTabel 7-8.

De inzet van Oostsluis, Westsluis en Nieuwe Sluis voor spuien in uitwisselbaar en kan leiden tot een andere verdeling van stremmingspercentages tussen de sluizen. Ook de optimalisatie van het schutbedrijf in functie van minimale wachttijden, optimaal spuien en gecontroleerde zoutindringing kan nog een verlaging van de stremmingspercentages tot gevolg hebben.

Tabel 7-3: Percentage van de tijd dat sluizen niet beschikbaar zijn voor schutten in verband met spuien van wateroverschot

	Percentage niet-beschikbaarheid door wateroverschot			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	2,5%	0,0%	0,6%	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	3,7%	0,2%	0,9%	n.v.t.
Voorkeursvariant	n.v.t.	0,5%	4.1%	0,1%

Tabel 7-4: Gemiddeld aantal uren per jaar dat sluizen niet beschikbaar zijn voor schutten in verband met spuien van wateroverschot

	Uren niet-beschikbaarheid door wateroverschot			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	217	4	50	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	323	17	80	n.v.t.
Voorkeursvariant	n.v.t.	44	360	6

Tabel 7-5: Percentage van de tijd dat sluizen niet beschikbaar zijn voor schutten in verband met watertekort

	Percentage niet-beschikbaarheid door watertekort			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	0,0%	0,0%	0,0%	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	0,0%	0,0%	0,0%	n.v.t.
Voorkeursvariant	n.v.t.	2,0%	0,6%	4.1%

Tabel 7-6: Gemiddeld aantal uren per jaar dat sluizen niet beschikbaar zijn voor schutten in verband met watertekort

	Uren niet-beschikbaarheid door watertekort			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	0	0	0	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	0	0	0	n.v.t.
Voorkeursvariant	n.v.t.	178	49	357

Tabel 7-7: Percentage van de tijd dat sluizen niet beschikbaar zijn door wateroverschot of watertekort

	Totale niet-beschikbaarheid door wateroverschot en watertekort			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	2,5%	0,0%	0,6%	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	3,7%	0,2%	0,9%	n.v.t.
Voorkeursvariant	n.v.t.	2,5%	4.7%	4.1%

Tabel 7-8: Gemiddeld aantal uren per jaar dat sluizen niet beschikbaar zijn door wateroverschot of watertekort

	Totale niet-beschikbaarheid door wateroverschot en watertekort			
Variant	**Midden**	**Oost**	**West**	**Nieuwe Sluis**
Huidig	217	4	50	n.v.t.
Autonome ontwikkeling	323	17	80	n.v.t.
Voorkeursvariant	n.v.t.	222	409	364

Gebruiksfase

In de gebruiksfase van de voorkeursvariant wordt bij wateroverschot gespuid via de sluizen. De inzetvolgorde voor spuien is Westsluis, Oostsluis, Nieuwe Sluis. De Nieuwe Sluis heeft het grootste kolkoppervlak en heeft een spuicapaciteit ongeveer gelijk aan de Westsluis. Het is dus gunstiger om de Westsluis eerder in te zetten voor het spuien van water dan de Nieuwe Sluis, omdat hiermee de schutcapaciteit het minst wordt verkleind. Als laatste wordt altijd een zeesluis gestremd, opdat zee- en binnenvaart zolang mogelijk doorgang kunnen vinden.

Bij watertekort wordt het schutproces van één of meerdere sluizen stilgelegd om peilonderschrijdingen groter dan 0,25 m te voorkomen en aan het peilbesluit te voldoen. De gehanteerde volgorde van stilleggen van de schutfunctie is Nieuwe Sluis, Oostsluis, Westsluis. De Nieuwe Sluis heeft een veel groter schutverlies dan de Westsluis, waardoor het gunstig is om deze bij laagwater als eerste buiten bedrijf te nemen. De meest zeevaart kan ook door de Westsluis passeren,

waardoor de schutfunctie van het complex aanwezig blijft. Indien toch een groot zeeschip het sluiscomplex dient te passeren, kan eventueel de Nieuwe Sluis hiervoor worden ingezet (één keer schutten en vervolgens weer schutproces stilleggen). Het schutverlies van de Nieuwe Sluis is zo groot en het stilleggen van het schutproces zo effectief dat stremming van de schutfunctie van het hele complex beperkt blijft tot gemiddeld 49 uur per jaar.
Deze stremmingen zullen in meer of mindere mate van invloed zijn op de passeertijden als gevolg van langere wachttijden door stremmingen. Op dit moment is uit de simulaties niet af te leiden hoe groot deze invloed is.

Voor de schutfunctie is het van belang een van de twee zeesluizen zo lang mogelijk beschikbaar is, zodat er een verbinding bestaat. Pas als alle sluizen niet beschikbaar zijn om te schutten is het complex gestremd. Uit Tabel 7-4 en Tabel 7-6 blijkt dat deze situatie in jaargemiddeld 6+49 = 55 uur per jaar voor kan komen.

Aanlegfase
Inzet van het (tijdelijke) spuimiddel tijdens de aanlegfase leidt niet tot stremmingen. Omdat het tijdelijke spuimiddel enkel de spuicapaciteit van de Middensluis vervangt blijven stremmingen van de Oostsluis en Westsluis wel mogelijk. Op basis van de resultaten van de huidige situatie en de autonome situatie komen deze naar verwachting minder dan 1% van de tijd voor.

Toetsing kanaalpeil

In de voorkeursvariant komen geen peiloverschrijdingen of onderschrijdingen van meer dan 0,25 m voor, zowel in de gebruiksfase als in de aanlegfase. Er wordt daarom aan het peilbesluit voldaan. De toekomstige spuicapaciteit is voldoende groot om peiloverschrijdingen van meer dan 0,25 m te voorkomen. Gemiddeld 357 uur (4,1% van de tijd) zijn een of meerdere sluizen niet beschikbaar voor het schutproces om op die manier peilonderschrijdingen van meer dan 0,25 m te voorkomen.

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

In de voorkeursvariant is gekozen voor het binnen de KRW-doelstelling laten verzilten van het kanaal door vooralsnog geen zoutscheidende maatregelen bij de sluis toe te passen. In aanvulling daarop is tijdens de variantenstudie voor Canisvliet een mitigerende maatregel geformuleerd om relatief brak water uit het diepste deel van de kreek af te voeren. Hiermee moeten effecten op de chlorideconcentratie in de Canisvlietse kreek worden voorkomen. Deze mitigerende maatregel is verwerkt in de voorkeursvariant.

De chloridegehaltes op het kanaal zijn ongeveer gelijk aan variant 2. De effecten op het grondwater zijn ongeveer vergelijkbaar met variant 2 (zie Figuur 6-11en Figuur 6-12).

Uitvoeringsfase
Tijdens de uitvoering wordt de Middensluis uit gebruik genomen. Doordat in de uitvoeringsfase het aantal schuttingen afneemt zal het kanaal in de zomersituatie minder verzilten dan in de huidige situatie. Verwacht wordt dat in het ondiepe grondwater en het regionale oppervlaktewatersysteem geen effecten op de chlorideconcentratie waarneembaar zullen zijn.

Gebruiksfase
Ten opzichte van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling treedt meer verzilting van het watervoerend pakket op en zijn minder locaties aanwezig waar verzoeting van het watervoerend pakket optreedt. Dit is een negatief effect.

Ter plaatse van de zoetwaterlens rond zijkanaal C is het chloridegehalte van het kanaal nog steeds hoger dan dat van het onderliggende watervoerende pakket. De infiltratie via de bodem vanuit dit zijkanaal is echter beperkt (alleen in het uiterste oostelijke puntje). Daarom wordt het effect neutraal beoordeeld.

Op basis van bijlage 5 wordt geen beïnvloeding van lokale regenwaterlenzen onder landbouwpercelen verwacht, onder voorbehoud dat dichtheidsstroming geen rol speelt. Uit de modelberekeningen is gebleken dat de verschillen in chlorideconcentratie tussen kanaal en watervoerend pakket nergens zo groot zijn dat dichtheidsstroming een rol speelt. Effecten op de landbouw worden daarom niet verwacht. Verzilting van regionale watergangen is mogelijk. Omdat deze watergangen in de huidige situatie brak zijn en niet geschikt om uit te berekenen en dit in de toekomst zo blijft is het effect op chloride in de watergangen voor de landbouw neutraal beoordeeld.

Uit paragraaf 7.3.4 blijkt dat de effecten op kweldruk in het freatisch pakket rondom het plangebied zeer beperkt zijn. Dit geldt ook voor het effect op chloride in het freatisch grondwater en de watergangen op de betreffende locaties.

7.3.4 Verandering stijghoogte grondwater en grondwaterstand (m) en grondwaterstroming

Aangezien in geen van de varianten alle onderdelen van de voorkeursvariant zijn voorzien, is de voorkeursvariant voor de effectbepaling van de grondwaterstanden apart gemodelleerd.

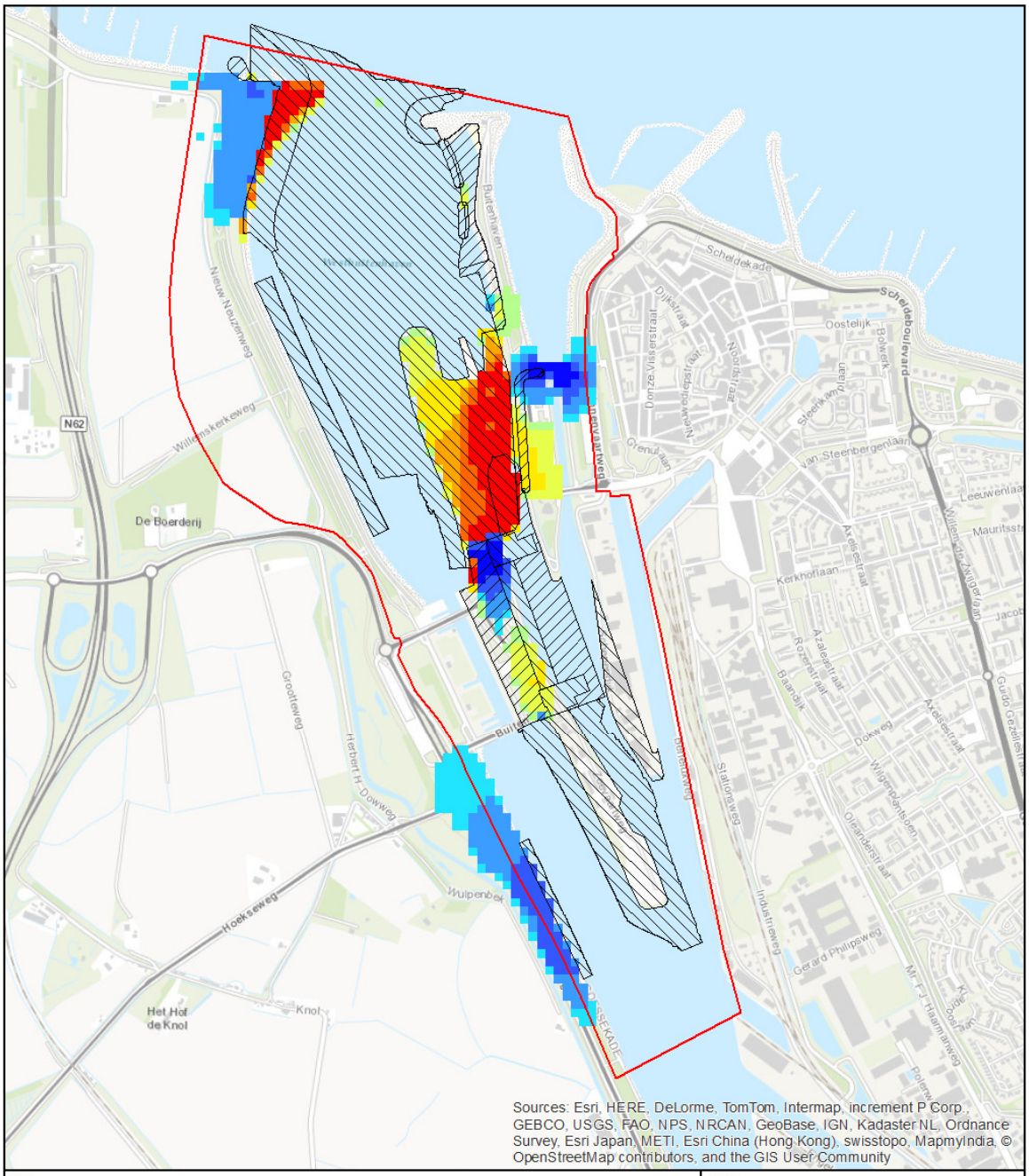
De resulterende verandering van de stijghoogte aan het maaiveld en in het 1^{e} watervoerende pakket is weergegeven in Figuur 7-6.

Tijdelijke effecten in de aanlegfase kunnen optreden door bemaling, het verwijderen van de sliblaag op de waterbodem bij vergravingen en de aanleg van een tijdelijk spuimiddel en spuikanaal. Bij de keuze voor bouwmethoden is rekening gehouden met grondwatereffecten op de

omgeving. Bouwmethoden die potentieel veel effect geven worden niet toegepast. Er wordt dus geen risico voor verzakking van woningen verwacht.

Permanente effecten in de gebruiksfase kunnen optreden door het aanbrengen van damwanden die na aanleg niet worden verwijderd, het afgraven van land of het aanleggen van nieuw land.

De verandering van stijghoogten in het 1^{e} watervoerend pakket en freatische grondwaterstanden in de varianten is berekend voor de situatie net na aanleg. In deze berekeningen zijn zowel de tijdelijke effecten van de aanlegfase als de permanente effecten, die ook in de gebruiksfase blijven voortduren, opgenomen. Net na aanleg zijn de effecten het grootst, doordat bij vergravingen van de waterbodem de weerstandbiedende sliblaag tijdens de aanlegfase verwijderd is. Na aanleg zal zich geleidelijk een nieuwe sliblaag vormen, waardoor effecten op stijghoogten en grondwaterstanden in de tijd afnemen. De aanleg van een tijdelijk spuimiddel en spuikanaal heeft geen aanvullende effecten, omdat hiervoor geen extra ontgravingen en grondaanvullingen plaatsvinden, ten opzichte van de ontgravingen en aanvullingen voor de definitieve situatie.



Titel

Voorkeursvariant: verschil in grondwaterstand modellaag 1, variant - huidig

Project

Planstudie Grote Zeesluis Terneuzen

Opdrachtgever

Vlaams Nederlandse Scheldecommissie

Projectnr. 13M3012
Datum 28 januari 2015

Kaartnr. 1
Status Definitief

Auteur W. van Doornik
Gezien M. Pfaff-Wagenaar

vlaams nederlandse Schelde commissie

LievenseCSO

Legenda

Verschil grondwaterstand

Variant - huidig (m)

- -2.10 - -1
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 3.03

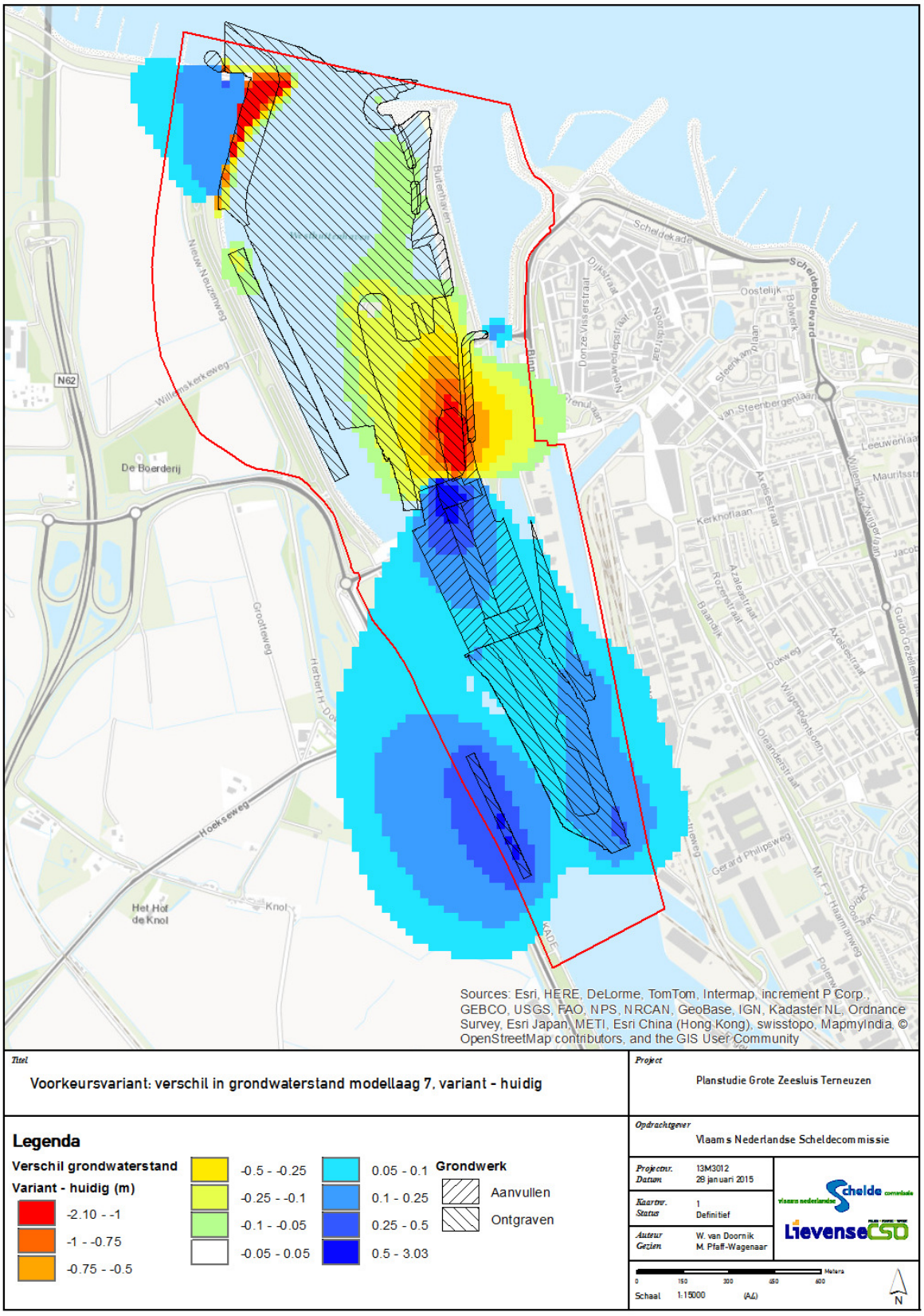
Grondwerk

- Aanvullen
- Ontgraven

Meters
0 150 300 450 600

Schaal 1:15000 (A4)

N



Figuur 7-6 Verandering stijghoogte voor de voorkeursvariant aan het maaiveld (boven) en in het 1e watervoerende pakket (onder).

Uit Figuur 7-6 blijkt dat de effecten buiten de bouwdelen (de gearceerde vlakken) ruimtelijk en kwantitatief beperkt zijn. De effecten die binnen de bouwdelen worden berekend worden veroorzaakt door verandering van hydraulische weerstand als gevolg van verdiepen of aanvullen van onderwaterbodem. In delen die worden afgegraven is na aanleg het oppervlaktewaterpeil van toepassing. In delen die worden aangevuld wordt nieuw maaiveld met de benodigde ontwatering gerealiseerd. De weergegeven effecten zijn daardoor op deze locaties niet relevant.
De grootste effecten buiten de bouwdelen worden verwacht aan de binnenzijde van de sluis, nabij de te graven wachtplaats aan de westzijde en nabij de verdieping van het kanaal aan de oostzijde. Hierbij geldt dat de effecten die aan het maaiveld merkbaar zullen zijn veel minder ver vanaf het kanaal reiken dan de effecten in het watervoerend pakket.

Aan het maaiveld is het zelfs zo dat het effect aan de oostzijde van het kanaal minder dan 0,05 meter is en daarom als niet significant kan worden beschouwd. Uit analyse van de ruimtelijke begrenzing van de effecten aan het maaiveld aan de westzijde van het kanaal blijkt dat deze ruimtelijk worden begrensd door de aanwezige waterloop.

Naast de effecten aan de binnenzijde van de sluis worden aan de buitenzijde bij de westelijke havenmond en ten oosten van de nieuw aan te leggen sluis op het sluiseiland van de oostsluis ruimtelijk gezien beperkt effecten verwacht. De effecten bij de westelijke havenmond zorgen voor een vernatting tot 0,25 m in een kleine zone van de waterkering. Binnendijks is er al geen effect meer merkbaar. De effecten rond de oostsluis beperken zich tot de zone rond het buitenhoofd en worden aan de oostzijde begrensd door de aanwezige primaire waterkering. De verwachte verhoging ter hoogte van deze waterkering valt in de klasse tot 0,25 meter.

Gezien de beperkte verandering in freatische grondwaterstanden en stijghoogtes in het 1^{e} watervoerend pakket (zowel kwantitatief als ruimtelijk) wordt geen verandering in het grondwaterstromingspatroon verwacht. De kweldruk naar het freatisch pakket en de watergang Westlijke Rijkswaterleiding kan licht toenemen op de plaats aan de westzijde van het kanaal waar in Figuur 7-7 een verandering van de freatische grondwaterstand zichtbaar is. Deze effecten zijn zeer beperkt.

8 Samenvatting

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies van toetsingen thematisch samengevat.

8.1 Verzilting Kanaal Gent-Terneuzen

In deze studie zijn veranderingen in het Chloridegehalte op het Kanaal Gent-Terneuzen (Kanaal Gent-Terneuzen) door aanleg van de Nieuwe Sluis (Nieuwe Sluis), klimaatverandering en beperking van de zoutuitwisseling bepaald. Het Chloride (Cl) gehalte is gesimuleerd met een hergecalibreerd 1D SOBEK model. Uit de calibratie resultaten blijkt dat het SOBEK 1D model realistische dieptegemiddelde resultaten geeft over de hele lengte van het kanaal voor zowel winter periodes met lage Cl concentraties op het Kanaal Gent-Terneuzen als zomer periodes met (zeer) hoge Cl concentraties op het Kanaal Gent-Terneuzen. De scenario simulaties zijn uitgevoerd met vijf representatieve constante debieten behorend bij:

1. Droge zomer
2. Droge winter
3. Twee opeenvolgende droge maanden
4. Gemiddelde zomer
5. Gemiddelde winter

Op basis van de verziltingssimulaties zijn de volgende conclusies te trekken:

- Het bovenstrooms debiet is zeer belangrijk voor de Cl concentratie op het Kanaal Gent-Terneuzen: in een natte winter is voor de huidige situatie een representatieve dieptegemiddelde Cl concentratie bij Sas van Gent 800 mg/l, maar in een droge zomer kan de dieptegemiddelde Cl concentratie oplopen tot meer dan 3000 mg/l. Door aanleg van de Nieuwe Sluis veranderen de Cl concentraties op het Kanaal Gent-Terneuzen, maar het bovenstrooms debiet blijft zeer belangrijk.
- De autonome ontwikkeling geeft een gemiddelde toename in chloridegehalte van ongeveer 30% ten op zichte van de huidige situatie.
- De gesimuleerde chloridegehaltes op het Kanaal Gent-Terneuzen na aanleg van de Nieuwe Sluis voor het zichtjaar 2030 zijn ongeveer 2½ keer zo hoog als in de autonome situatie, indien geen zoet-zoutscheidingsmaatregelen worden toegepast.
- Een Δ-bellenscherm lijkt de beste optie om zoet-zoutscheiding te realiseren op het sluizencomplex.
- Met scheidingsmaatregelen alleen wordt de autonome waterkwaliteit niet gerealiseerd. Om de autonome waterkwaliteit te realiseren zou het aantal schuttingen beperkt moeten worden.
- Het realiseren van de doelstelling voor chloride moet gezien worden in het licht van de totaalbeoordeling van Kanaal Gent-Terneuzen. De chemische beoordeling van Kanaal Gent-Terneuzen is voor veel stoffen al in de huidige situatie slecht.
- In de voorkeursvariant zijn geen zoet-zoutscheidingsmaatregelen opgenomen.

- Bij een gemiddelde zomer debiet wordt de KRW GEP waarde van 3000 mg/l Cl overschreden in de voorkeursvariant.
- De toename van chloridegehaltes in Kanaal Gent-Terneuzen in de voorkeursvariant heeft mogelijk een negatief effect op corrosie van kanaalinfrastructuur en van installaties bij bedrijven die kanaalwater innemen voor proces- of koelwater.

8.2 Peilbeheer Kanaal Gent-Terneuzen

Met het verbeterde SOBEK-model zijn peiloverschrijdingen en onderschrijdingen en beperkingen van het schutbedrijf van de sluizen als gevolg van watertekort en wateroverschot bepaald. In werkelijkheid kan er geanticipeerd worden op verwachte periodes met hoge of lage afvoer en kan er op basis van het actuele aanbod van schepen creatief omgegaan worden met de stremming van een sluiskolk, deze vrijheid tot anticipatie en creativiteit ontbreken in het model. Daarom zijn de uitkomsten indicatief en vooral bedoeld voor onderlinge vergelijking van scenario's.

Op basis van de Kanaal Gent-Terneuzen waterkwantiteitsberekeningen zijn de volgende conclusies te trekken:

- In de huidige situatie en de varianten zijn er nooit peiloverschrijdingen of –onderschrijdingen die meer dan 0,25 m zijn. In alle varianten is de gerealiseerde spuicapaciteit voldoende om peiloverschrijdingen van meer dan 0,25 m te voorkomen. In de varianten 1 en 2 en de voorkeursvariant worden één of meerdere sluizen gestremd bij dreigende peilonderschrijdingen. Bij variant 3 wordt bij dreigende peiloverschrijdingen zout Westerscheldewater ingelaten. Hiervoor is maximaal 8 m^3/s daggemiddeld nodig.
- De stremming van één of meerdere sluizen door wateroverschot neemt iets toe door klimaatverandering volgens scenario WB21 midden 2050, dit wordt veroorzaakt door hogere maximum bovenafvoeren op het Kanaal Gent-Terneuzen en een iets lagere spuicapaciteit. De stremming van één of meerdere sluizen door watertekort neemt juist af door klimaatverandering volgens scenario WB21 midden 2050, dit komt door gelijk gebleven lage bovenafvoeren op het Kanaal Gent-Terneuzen en een afgenomen schutverlies.
- Voor het huidige sluiscomplex is er nagenoeg nooit een beperking van het schutten door watertekort en is de totale stremming gedomineerd door stremming door wateroverschot. Voor de varianten 1 en 2 en de voorkeursvariant slaat dit om en is de beperking van het schutten door watertekort groter dan de stremming door wateroverschot. Variant 3 laat nooit een beperking van het schutten zien door watertekort, maar wel hoge stremmingspercentages van de Oostsluis in periodes met wateroverschot op het kanaal. Dit komt doordat in sluisvariant 3 een apart spuimiddel ontbreekt en er al snel tijd nodig is om te spuien door de Oostsluis. In die tijd kan er niet in de Oostsluis geschut worden.

8.3 Verzilting grondwater

Met behulp van een op de huidige situatie van Zeeuwsch Vlaanderen gecalibreerd grondwatermodel en de verwachte chlorideconcentraties op het kanaal zijn de verwachte effecten op de chlorideconcentratie voor de autonome ontwikkeling en de drie varianten bepaald.

Op basis van de berekeningen en de voorgestelde bouwwijze zijn de volgende conclusies te trekken:

- Binnendijks grondwater wordt langs het kanaal gevoed door infiltrerend kanaalwater dat binnendijks op kwelt.
- In de huidige situatie worden al relatief hoge chlorideconcentraties aangetroffen in het zandpakket waarin het kanaalwater infiltreert.
- Op basis van klimaatverandering en het verwachte aantal schuttingen wordt in de autonome situatie verzilting verwacht.
- Voor variant 1 wordt een afname van het chloridegehalte in het kanaalwater verwacht wat leidt tot een verbetering van het chloridegehalte van het grondwater ten opzichte van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling.
- Voor variant 2 en 3 en de voorkeursvariant worden hogere chlorideconcentraties op het kanaal verwacht, wat leidt tot hogere chlorideconcentraties in het grondwater in vergelijking met de huidige situatie en de autonome ontwikkeling.
- Voor alle drie de varianten geldt dat de verwachting is dat de huidige zoetwaterlenzen intact blijven. Hierdoor wordt verwacht dat eventuele effecten op de landbouw verwaarloosbaar zijn.
- De effecten op kwelintensiteit in de nabijheid van het plangebied zijn zeer beperkt. Dit geldt ook voor het effect op chloride in het freatisch grondwater en de watergangen op de betreffende locaties.
- Voor het Natura2000 gebied Canisvliet is voor variant 2 en 3 de verwachting dat het oppervlaktewater in dit gebied extra zal verzilten als gevolg van hogere chlorideconcentraties op het kanaal. In de voorkeursvariant treedt geen verzilting van de Canisvlietse kreek op, doordat een mitigerende maatregel wordt getroffen. Deze mitigerende maatregel is beschreven in de Passende Beoordeling.

8.4 Verandering stijghoogte grondwater

Met behulp van een op de huidige situatie gecalibreerd grondwatermodel zijn de verwachte effecten op de grondwaterkwantiteit voor de drie varianten en de voorkeursvariant bepaald. Hierbij is aangenomen dat het effect het grootst is direct na aanleg van de sluis, wanneer er zich nog geen weerstand biedende laag op de kanaalbodem en in de voorhaven heeft gevormd.

Op basis van de berekeningen en de voorgestelde bouwwijze zijn de volgende conclusies te trekken:

- Voor geen van de varianten wordt tijdens de bouwfase bemaling van een open bouwkuip voorzien. Voor geen van de varianten wordt er daarom tijdens de bouwfase een effect verwacht op de grondwaterkwantiteit.
- Voor variant 1 en 2 en de voorkeursvariant geldt dat er op enkele locaties in een smalle strook langs het kanaal beperkte grondwaterstijgingen in het freatisch pakket worden verwacht. Het gebied waar effecten op de stijghoogte in het 1^{e} watervoerend pakket optreden is groter.
- Voor variant 3 wordt er beperkte verdroging of vernatting in het freatisch pakket verwacht in een iets groter gebied. Hierdoor is er mogelijk ook gering effect ter hoogte van een waterkering en in stedelijk gebied. Het gebied waar effecten op de stijghoogte in het 1^{e} watervoerend pakket optreden is groter. De oostzijde van de buitenhaven vormt een uitzondering. Hier zijn de effecten op het freatisch grondwater groter dan in het 1^{e} watervoerend pakket.
- In de voorkeursvariant worden langs de westoever van het kanaal, bij de westelijke havenmond en bij het buitenhoofd van de Oostsluis beperkte vernatting in het freatisch pakket verwacht. Het gebied waar effecten op de stijghoogte in het 1^{e} watervoerend pakket optreden is groter.
- Op basis van de berekeningen worden geen veranderingen in het regionale grondwaterstromingspatroon verwacht, maar mogelijk wel zeer geringe effecten (qua omvang van effect en locatie) op kwel- en infiltratieintensiteit.
- Eventuele effecten op het regionale oppervlaktewater zijn zeer beperkt in kwantiteit en ruimte.

9 Literatuurlijst

- Boudewijn, T.J., R.G. Verbeek, B. van den Boogaard (Bureau Waardenburg b.v.), 2014. *Passende beoordeling Natuurbeschermingswet 1998, Nieuwe Sluis Terneuzen.*
- Lugten, I.W., 2013, The effects of salt water intrusion from the Dintel into the surface and groundwater in the region, afstudeerrapportage UU. Begeleiders: G. Oude Essink, P. Schot, M. Bierkens.
- Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2013. "*Vraagspecificatie voor de planuitwerking en voorbereiding realisatie Nieuwe Sluis Kanaal Gent – Terneuzen, contractnummer 31074944. Bijlage B Werkpakketbeschrijving 3.10"*.
- Barker, T., K. Hatton, M. O' Connor, L. Connor, L. Bagnell & B. Moss, 2008. *Control of ecosystem state in a shallow, brackish lake: implications for the conservation of stonewort communities. Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems 18: 221-240.*
- *Bosveld, J & M. Kroes, 2011. Onderzoek visstand Haven van Gent en het Kanaal Gent- Terneuzen. Kenmerk R001-4739512QJB-kmi-V03-NL.*
- *BPRW, Toetsingskader Waterkwaliteit. Herziening 2012*
- Deltares 2011, Ontwerpstudie en praktijkproef zoutlegbeperking Volkeraksluizen project 1201226-015
- Deltares, 2013. Deltascenario's 2012 NHI modelinvoer, Technische achtergrondrapportage, 1207053-000-BGS-0003.
- *DLG 2013, Factsheet Waterhuishouding huidige situatie Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen.*
- Jager, Z., 2010. *Ontwerpstudie en Praktijkproef Zoutlekbeperking Volkeraksluizen. Evaluatie vismigratie Volkeraksluizen. Deltares rapport 1201226-005-ZKS-0005.*
- Jeppesen, E., M. Sondergaard, E. Kanstrup, B. Petersen, R.B. Eriksen, M. Hammershoj, E. Mortensen, J.P. Jensen & A. Have, 1994. *Does the Impact of Nutrients on the Biological Structure and Function of Brackish and Fresh-Water Lakes Differ. Hydrobiologia 275: 15-30.*
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2012. *Brondocument waterlichaam Kanaal Gent-Terneuzen, Doelen en maatregelen rijkswateren. Update 2012.*
- Rijkswaterstaat, WVL, 2014. *Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen juli 2014.*
- Rijkswaterstaat Zee en Delta , 2013, Hoogwater Bestrijdingsplan dijkbewaking en waterafvoer, stormseizoen 2013-2014
- Rijkswaterstaat, 2008. Ontwerpkader Zwakke Schakels Kust
- RIZA, 2007. Memo WRR/2007-006 Klimaatverandering en de afvoer Rijn en Maas
- Royal Haskoning/Svasek 2010, Verkenning maritieme toegankelijkheid Kanaal Gent-Terneuzen, Aanvullend oppervlaktewateronderzoek.
- Van Dijk, G., P.J. Westendorp, R. Loeb, A. Smolders, L. Lamers, M. Klinge & H. van Kleef, 2013. *Verbrakking van het laagveen- en*

zeekleilandschap, van bedreiging naar kans? OBN rapportage, Bosschap, Ministerie van Economische Zaken, Directie Agrokennis.
- Verbeek, R.G., B. van den Boogaard en T.J. Boudewijn (Bureau Waardenburg b.v.), 2014. *VNZT-R-133 Deelrapport Natuur, Natuurtoets Nieuwe Sluis Terneuzen, Toetsing in het kader van de Flora- en faunawet en het Nationaal Natuurnetwerk en achtergrondinformatie voor het MER*
- Waterbouwkundig Laboratorium 2012, Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarhei d en – allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied – Deelrapport 5 – Zoutintrusie Kanaal Gent-Terneuzen, WL2012R724_04_5rev4_0

Bijlagen